

## METODY WYTWARZANIA WYROBÓW INSTALACYJNYCH Z TWORZYW SZTUCZNYCH

### 1. TWORZYWA SZTUCZNE - PODSTAWOWA DEFINICJA

Tworzywa sztuczne (ang. plastics) – to materiały powstałe w wyniku procesu przetwarzania polimerów przez połączenie ich z określonymi dodatkami, jak np.: zmiękczacze, stabilizatory, pigmenty, barwniki, napętniacze czy uniepalniacze.

### 2. HISTORIA TWORZYW SZTUCZNYCH – OD ODKRYCIA DO MASOWEJ PRODUKCJI

Historia powstania pionierskich produktów z tworzyw sztucznych sięga już blisko 150 lat. To właśnie w roku 1862 powstały pierwsze przedmioty – tzw. tworzywa I-ej generacji, jako pochodne surowców pochodzenia roślinnego. Poddając reakcji chemicznej włókna celulozowe z kwasem nitrylowym otrzymano octan celulozy („celuloid”), z którego wyrabiano taśmy filmowe, uchwyty, ozdoby itp.

Szybkość wykonania, łatwość formowania, jakość i wytrzymałość produktów już prawie od samego początku nadały tworzywom przewagę nad materiałami tradycyjnymi, takimi jak: drewno, ceramika, metal, beton czy inne. Ponadto tworzywa sztuczne i otrzymywane z nich produkty od razu wykazały wiele właściwości niemożliwych do uzyskania przy zastosowaniu surowców naturalnych.

Wraz z odkryciem w 1909 roku produktów przeróbki węgla kamiennego, nowego źródła do produkcji tworzyw, powstały tworzywa II-ej generacji, wykorzystywane dzięki rozwojowi techniki do produkcji odbiorników radiowych, obudów do aparatów fotograficznych czy izolatorów elektrycznych (np.: izolacji kabli).



Fot.1. Lustrzanka dwuobiektywowa Rolleicord firmy Franke&Heidecke – XIX/XX w.

Fot. 2. Jednozakresowy odbiornik detektorowy z krakowskiej Fabryki Kabli – początek XX w.

W tym samym czasie uczeni, a ściślej rzecz biorąc chemicy, skupili swoją uwagę oraz wysiłki nad rozwojem produkcji przetwarzania tworzyw. Opanowanie mechanizmów reakcji syntezy polimerów w latach 30-tych XX wieku umożliwiło rozpoczęcie produkcji tworzyw sztucznych na bazie chemikaliów otrzymywanych z ropy naftowej. W rezultacie powstały tworzywa, takie jak polistyren czy polimery akrylowe.

Do wyżej wymienionych tworzyw, produkowanych na wielką skalę, dołączyły w latach 50-tych poliwęglany, a następnie polietylen dużej gęstości oraz polipropylen.

Pierwsze tworzywa III-ej generacji pojawiły się ok. 40 lat temu, a pierwsza produkcja w Polsce miała miejsce w latach 1968-69. Intensywny rozwój przetwarzania omawianych surowców przypada na lata 80-te i 90-te ubiegłego wieku. Obecnie produkuje się ich ok. 700 rodzajów. Wykonane z nich wyroby pozycjonuje się w dwóch głównych aplikacjach:

- technologie zaawansowane
- wyroby codziennego użytku

### **3. KALSYFIKACJA TWORZYW SZTUCZNYCH**

W przeddzień rozpoczęcia XXI wieku sprawą oczywistą stało się, iż tworzywa sztuczne to nieodzowna część otaczającego nas świata, która zdominowała wiele dziedzin codziennego życia. Ich szybki rozwój wytwarzania i przetwórstwa oraz rosnąca liczba oznaczeń handlowych zdecydowały o konieczności dokonania klasyfikacji tej grupy materiałów. Niestety wszystkie proponowane dotąd klasyfikacje nie są w pełni zadowalające i ciągle brak ogólnie przyjętego systemu podziału tworzyw. Z uwagi na temat niniejszego opracowania, gdzie rozważamy tworzywa sztuczne stosowane do produkcji wyrobów instalacyjnych, warto podać jeszcze nieco inny podział tworzyw, ale również dokonany w oparciu o kryterium zastosowania.

Przyjmując jako kryterium obszar zastosowania, tworzywa sztuczne możemy podzielić na:

- konstrukcyjne
- adhezyjne
- powłokowe
- włókno twórcze
- specjalne

O danym obszarze zastosowania decyduje cel, w jakim produkt ma być użyty oraz właściwości materiału, z którego będzie on wykonany. Właściwości materiału to przede wszystkim surowiec bazowy oraz dodane do niego domieszki, które w przypadku tworzyw mogą stanowić:

- wypełniacze
- pigmenty
- barwniki
- zmiękczacze
- stabilizatory
- antystatki
- i tzw. uniepalniacze

W zależności od użytego surowca bazowego podział tworzyw przedstawia się jak niżej:

- tworzywa termoplastyczne – podlegające przetwarzaniu w podwyższonej temperaturze; najczęściej stosowane metody przetworzenia tych tworzyw to wtrysk i wytłaczanie; obydwie metody opierają się na stopieniu surowca i wytłoczeniu pod bardzo wysokim ciśnieniem lub pozostawieniu w formie, gdzie tworzywo zastyga w określonym kształcie;

- tworzywa termoutwardzalne – w podwyższonej temperaturze zostaje uformowane do określonego kształtu, przez co staje się nietopliwe i nierozpuszczalne; najczęściej stosowaną w tym przypadku metodą jest prasowanie w formach w wysokiej temperaturze;

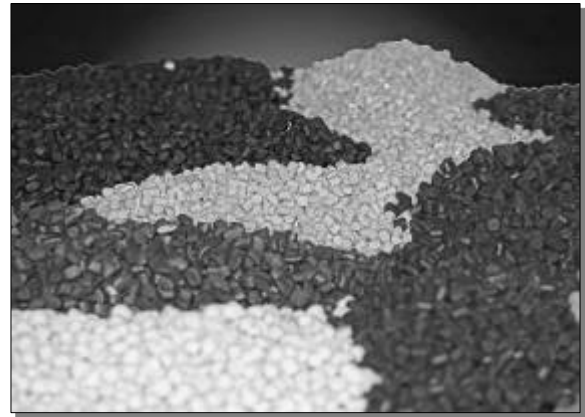
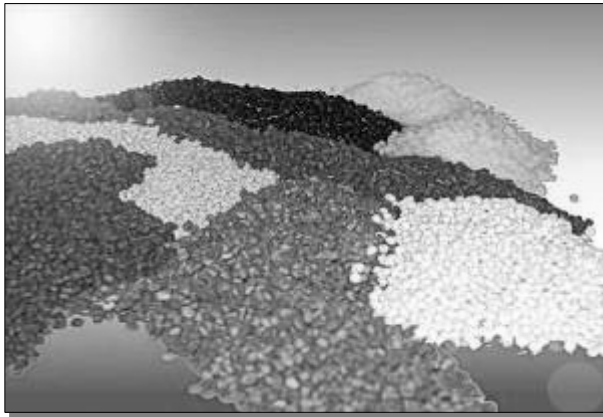
- tworzywa chemoutwardzalne – pod wpływem określonych czynników chemicznych sieciują się przestrzennie, po czym stają się nietopliwe i nierozpuszczalne.

W odniesieniu do tytułu niniejszego referatu „Metody wytwarzania wyrobów instalacyjnych z tworzyw sztucznych”, w dalszej części omówione zostaną rzeczowe metody oraz procesy produkcji systemów wodno – kanalizacyjnych na przykładzie konkretnych metod ich produkcji.

#### **4. KLASYFIKACJA METOD I PROCESÓW PRODUKCJI WYROBÓW WOD - KAN Z TWORZYW SZTUCZNYCH**

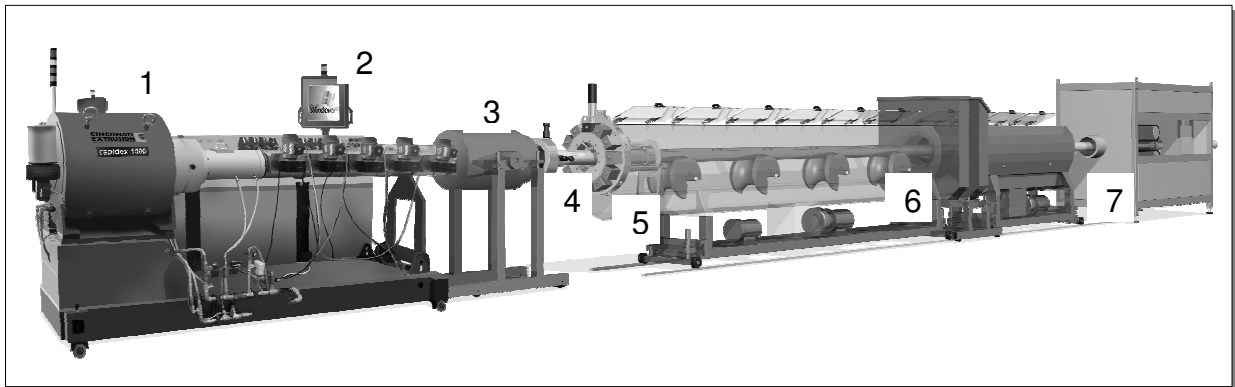
##### **4.1. Wytłaczanie**

Obecnie na świecie przetwarza się za pomocą wytłaczania ok. 35% masy wszystkich tworzyw. Jest to powszechna metoda produkcji w przypadku wyrobów wodno-kanalizacyjnych stosowanych wewnątrz i na zewnątrz budowli, służących do zaopatrywania w wodę, dystrybucję substancji chemicznych i wód procesowych, a także bezpieczne odprowadzenie ścieków sanitarnych, po-procesowych i deszczowych.



Fot. 3. Surowiec (tworzywo sztuczne) w postaci granulatu.

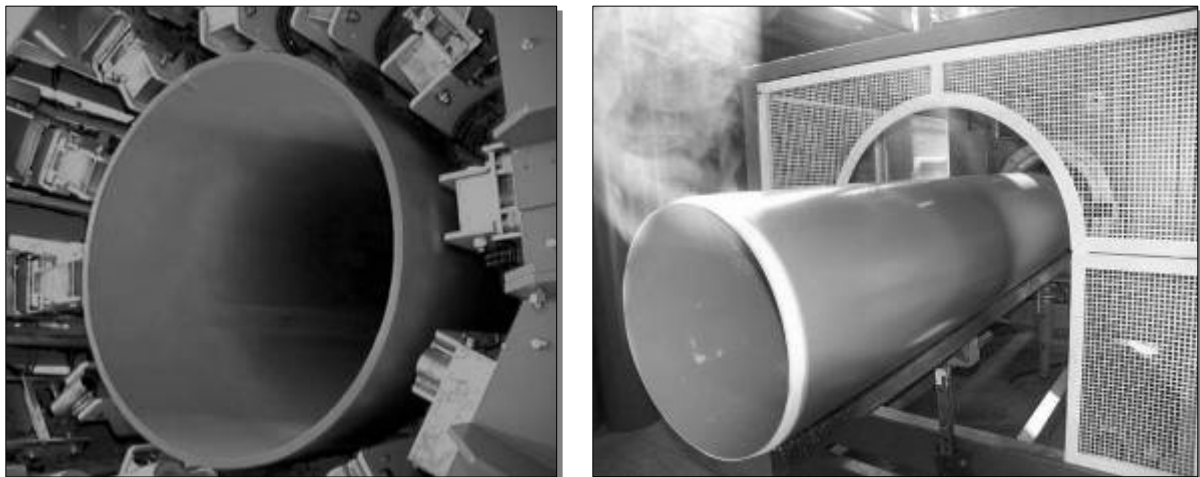
Produkcja metodą wytłaczania odbywa się w maszynach powszechnie zwanych wytłaczarkami lub ekstruderami. Metoda ta polega na wprowadzeniu tworzywa w postaci granulatu lub proszku do lejka zasypowego wytłaczarki, a następnie jego uplastycznieniu w cylindrze. W końcowej części cylindra tworzywo poddawane jest działaniu wysokiego ciśnienia i następnie zostaje włoczone do głowicy na końcu, której znajdują się elementy wymienne zwane dyszami bądź ustnikiem. To te elementy nadają ostateczny kształt wytłaczanemu produktowi. W kolejnej fazie procesu wytłaczania produkt przechodzi przez wannę chłodzącą. Na jej początku usytuowany jest kalibrator, który nadaje rurze średnicę zewnętrzną. Dalej znajdują się odciągi, znaczniki, przecinarki i w przypadku rur kielichowanych urządzenie do kielichowania (zwane kielicharką) oraz układarki.



- |  |   |
|--|---|
| 1 – wylączarka   | 4 – kalibrator  |
| 2 – panel sterujący, dozowanie grawimetryczne, pomiar grubości ścianki | 5 – urządzenie chłodzące „wanna” wraz z systemem odciagu rury |
| 3 – głowica spiralna wylączarki do rur jedno- i wielowarstwowych       | 6 – urządzenie próżniowe                                      |
|  | 7 – piła automatyczna oraz odciąg                             |

Fot. 4. Linia wytłaczania rur.

Wytłaczanie jednorodnych, jednowarstwowych rur nosi nazwę ekstruzji. Natomiast rury wielowarstwowe, gdzie materiał użyty do wytłoczenia poszczególnych warstw może być różny, określamy mianem ko - ekstruzji lub współwytłaczania. Jest to obecnie bardzo powszechna metoda produkcji rur, z czego najbardziej popularne z nich to rury z rdzeniem spienionym (rury ‘spienione’) i ‘wypełnione’.

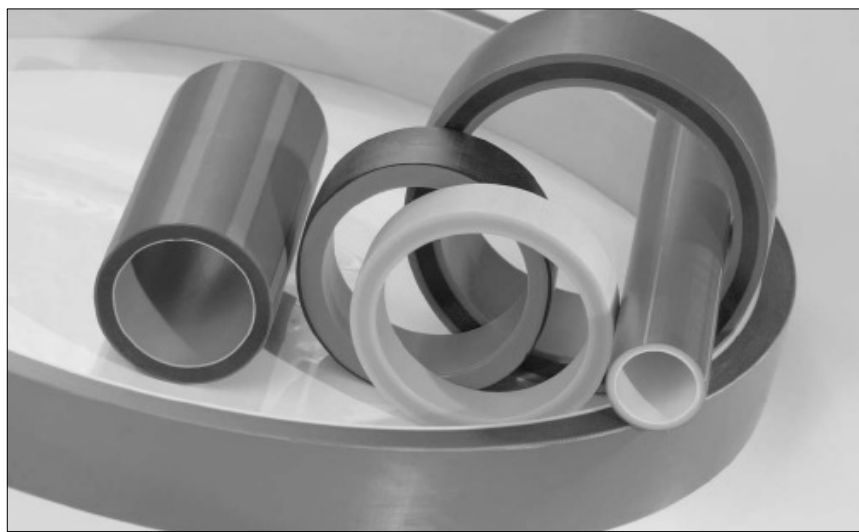


Fot. 5. Proces wytłaczania rury litej oraz rury wielowarstwowej.

Rury z rdzeniem spienionym posiadają konstrukcję trójwarstwową, gdzie między dwoma warstwami tworzywa podstawowego znajduje się tworzywo poddane w fazie produkcji procesowi spienienia. W ten sposób otrzymuje się system lżejszy i lepszy pod względem aspektów ekonomicznych, a jednocześnie odpowiadający właściwościami wytrzymałościowymi systemom rur litych.

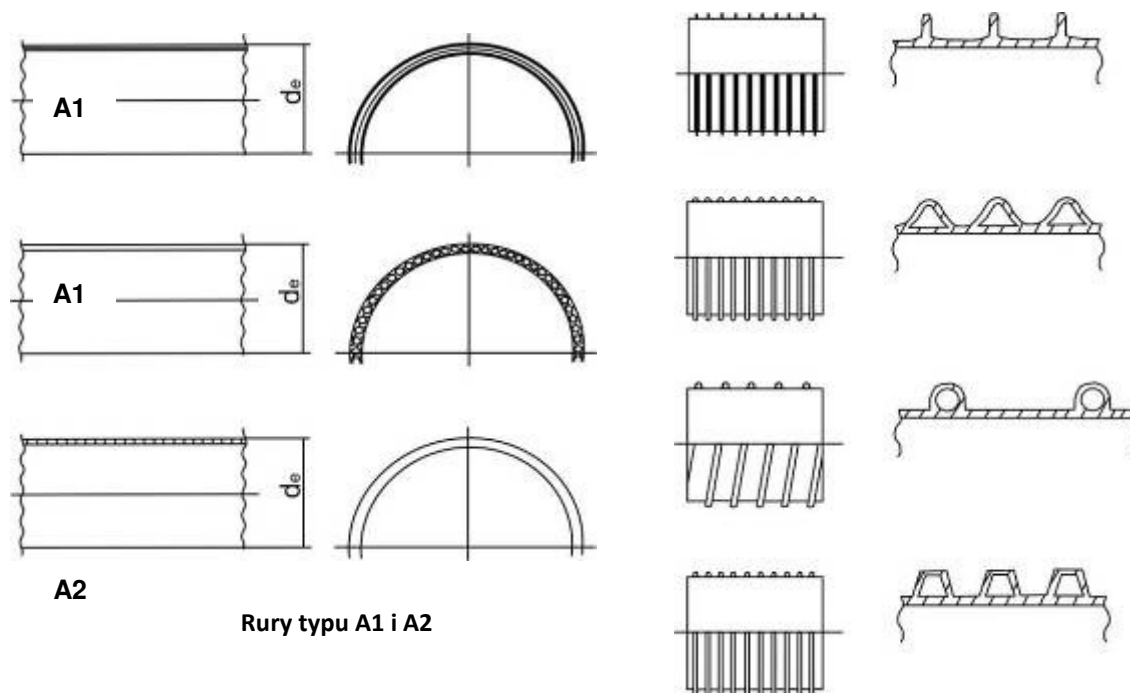
Rury ‘wypełnione’ to produkt o podobnej konstrukcji, jak rura spieniona, z tą różnicą, że pomiędzy warstwami tworzywa podstawowego znajduje się tworzywo z dodatkiem np. wypełniaczy mineralnych. Systemy te charakteryzują lepsze właściwości akustyczne, możliwość montażu w niskich temperaturach oraz poszerzony obszar zastosowania.

Aby odnieść proces wytłaczania rur do jednostki czasu oraz mocy przerobowych nowoczesnych wytłaczarek, warto zauważyć, że maszyna nowej generacji produkuje np.: rurę PVC o średnicy 110 mm w ilości 4,5 mb/min. czyli ok. 270 mb/h.



Fot. 6. Przykłady rur wielowarstwowych.

W ostatnich latach w ślad za ogromnym postępem oraz opanowaniem technologii produkcji rur wielowarstwowych gładkich i strukturalnych, została ostatecznie opracowana nowa norma europejska EN13476, regulująca od dawna dyskutowane aspekty takich rozwiązań konstrukcyjnych: „Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do bezciśnieniowej podziemnej kanalizacji deszczowej i sanitarnej. Systemy przewodów rurowych o ściankach strukturalnych z PVC-U, PP, PE”. Oprócz zawartych w normie wymagań i właściwości systemów strukturalnych, zostały zdefiniowane również typy rur.

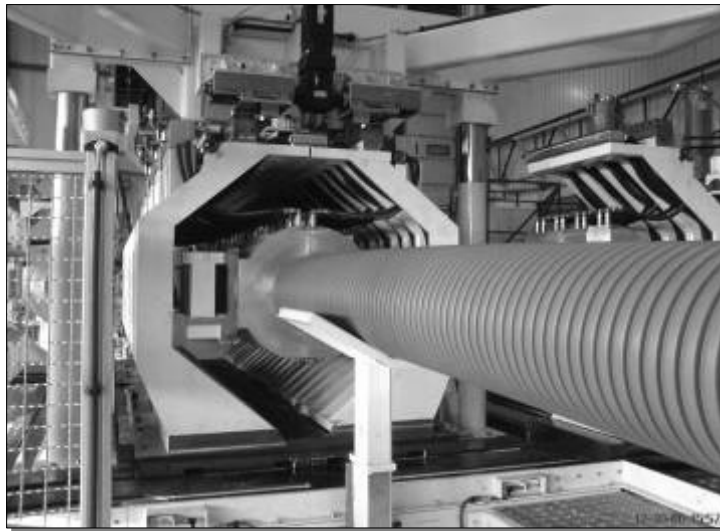


Rys. 1. Typy rur wg klasyfikacji stosowanej w normie EN13476.

Rury typu B

Rury typu B (tzw. rury 'korugowane' dwuścienne) oprócz technologii produkcji opartej na wspomnianej ko-ekstruzji, swój kształt osiągają w tzw. korugaturach, co nadaje im charakterystyczny kształt i skąd wywodzi się ich nazwa – rury korugowane. Proces produkcji rur korugowanych odbywa się w dwóch wytłaczarkach oraz w trzech etapach:

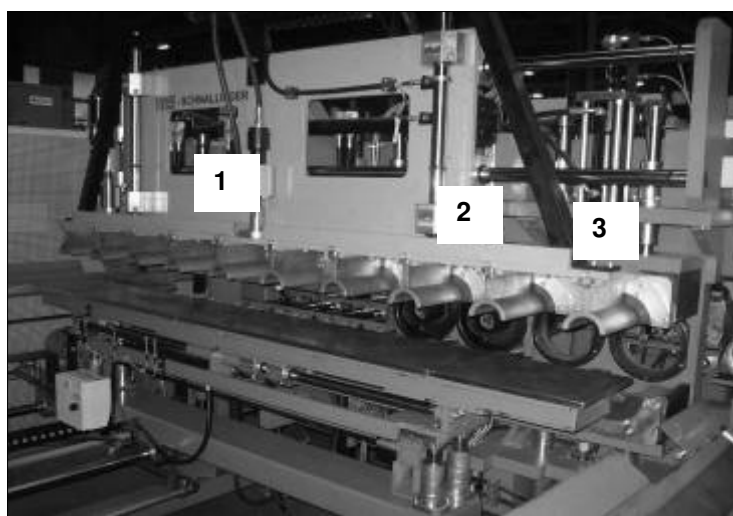
- plastyfikacja i wytłaczanie dwóch warstw tworzywa
- fałdowanie warstwy zewnętrznej i zgrzanie jej z gładką warstwą wewnętrzną
- cięcie i składowanie gotowych rur



Fot. 7. Linia współwytłaczania rury korugowanej.

W większości systemów rurowych produkowanych metodą wytłaczania rury łączy się metodą zgrzewania lub łącząc 'bosy' koniec rury i kielich na wcisk. W tym drugim przypadku ostatnim elementem linii wytłaczania jest kielicharka, gdzie 'bosy' koniec rury pod wpływem wysokiej temperatury (formowanie sprężonym powietrzem lub metodą trzpieni rozprężnych) uzyskuje na końcu ostateczny kształt kielicha.

Nowoczesne urządzenia tego typu w trzech fazach pracy kolejno kształtują kielich, osadzają w nim uszczelkę, a następnie dokonują pomiaru precyzji wykonania.



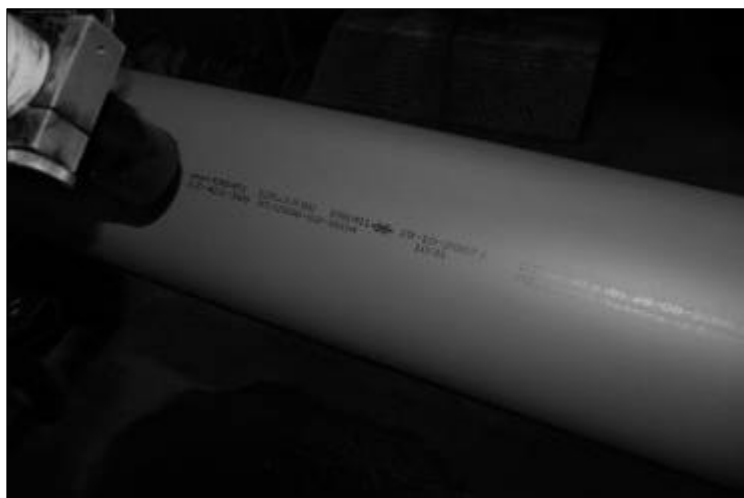
Fot. 8. Kielicharka: 1 – stanowisko kielichowania, 2 – uszczelkowanie, 3 – pomiar precyzji wykonania.

Przy każdej okazji omawiania sposobów produkcji systemów rurowych, warto wspomnieć o znakowaniu wyrobów. Każdy przewód rurowy po opuszczeniu linii produkcyjnej, w czasie jego magazynowania, dystrybucji, montażu oraz inspekcji w okresie użytkowania, musi gwarantować pełną identyfikację produktu i producenta. W omawianym przypadku rur musi to być oznaczenie trwałe i czytelne oraz powinno zawierać co najmniej:

- znak producenta	* * * *
- symbol surowca	PVC-U
- nazwę rury	Rura kanalizacji zewnętrznej
- klasę sztywności	SN4
- obszar zastosowania	UD
- numer aprobaty tech. lub deklaracja zgodności	AT/2002-* * * * D.Z. nr 30 z dn. 25.08.2006r.
- wymiar średnicy	DN160
- datę i kod producenta	15.01.2002 L3
- godzinę produkcji	15:35
- znak budowlany	B

Wśród najczęściej stosowanych metod znakowania wyróżnia się :

- drukowanie
- odciskanie na gorąco
- druk ink-jet
- wtrysk 2-kolorowy
- opis przy pomocy lasera



Fot. 9. Przykład znakowania systemu rurowego.

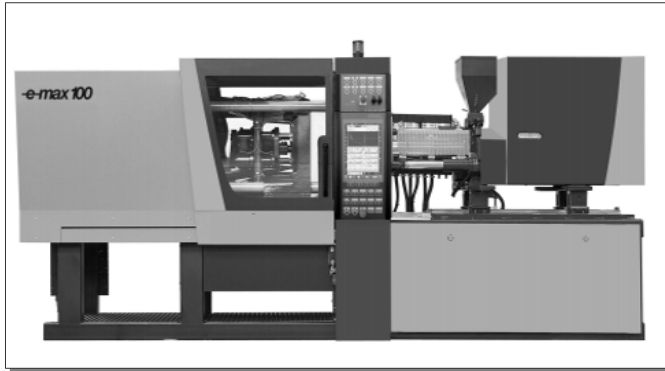
#### 4.2. Wtrysk

Kolejnym procesem technologicznym stosowanym w procesie produkcji systemów wodno-kanalizacyjnych jest wtrysk. Metoda ta prawie w 100% zdominowała produkcję kształtek.

Cały proces odbywa się w tzw. 'wtryskarce' czyli urządzeniu do formowania wtryskiwanego tworzywa sztucznego. Wtryskarka składa się z zasobnika na surowiec w postaci granulatu oraz ogrzewanego cylindra, w którym tworzywo ulega stopieniu. Tłok lub ślimak przetłacza stopione tworzywo do formy, w której zastyga ono, przyjmując kształt dokładnie odwzorowujący kształt wewnętrzny formy. Po otwarciu formy 'wypraska' jest z niej wypychana, a po odcięciu nadlewków staje się kształtką.

W opisanym procesie wtrysku można wyróżnić następujące etapy:

- ogrzewanie i uplastycznienie
- wtrysk do formy
- zestalenie tworzywa w formie
- otwarcie formy
- usunięcie uformowanego tworzywa z formy
- zamknięcie formy



Fot. 10. Wtryskarka i przykładowa forma do produkcji kształtek z tworzyw sztucznych.

Stosowane w dzisiejszych czasach techniki wtrysku dzielą się na:

- wtrysk sekwencyjny – polega na tym, że tworzywo wtryskuje się do formy kilkoma kanałami;
- wtrysk wielokomponentowy – w tej technologii do formy wtryskuje się dwa lub więcej rodzajów tworzywa, które kolejno wypełniają formę; tą metodą otrzymujemy wyroby bardziej złożone;
- wtrysk z doprasowaniem – poprzez teleskopowe zamknięcie gniazda formy tworzywo jest przez cały czas ściskane w czasie ochładzania;
- wtrysk z rozdmuchiwaniem – po wtrysnięciu część stemplowa formy z niezastygniętym tworzywem zostaje przesunięta do innej formy o zamkniętym kształcie; w wyniku rozdmuchu i ochładzania kształt zostaje utrwalony.

Podobnie jak w przypadku rury, aby zobrazować moce produkcyjne wtryskarki nowej generacji, warto zauważyć, że jest ona w stanie wyprodukować np. trójnik PP o średnicy 110/110/110mm w kącie 45 st. w ilości 1 szt./2 min., co daje ok. 31 szt. tej kształtki w ciągu godziny.

### 4.3. Zgrzewanie

Jest to rodzaj technologii trwałego łączenia części urządzeń lub elementów. W przypadku tworzyw sztucznych metodą tą otrzymuje się tzw. kształtki segmentowe lub dogrzewane.

Pierwszym etapem produkcji omawianych kształtek jest precyzyjne docięcie elementów, a następnie ich połączenie metodą zgrzewania doczołowego. W przypadku kształtek segmentowych najpierw stosuje się rozgrzewanie, a później ich docisk, zaś w przypadku kształtek dogrzewanych najpierw elementy są dociskane, a potem spawane ręcznie ekstruderem.





Fot. 11. Kształtka zgrzewana segmentowa.



Fot. 12. Kształtka dogrzewana.

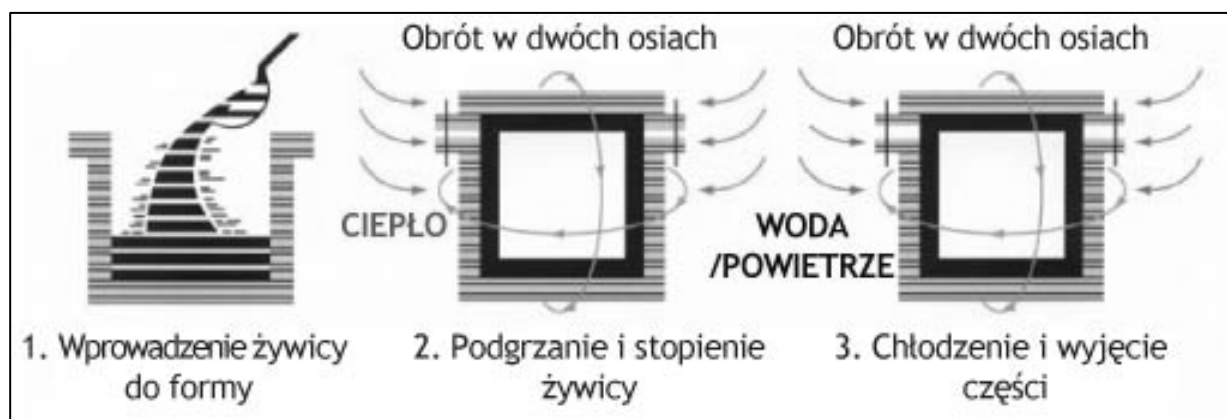
#### 4.4. Formowanie rotacyjne - *rotomolding*

Jest to metoda produkcji tzw. elementów 'wydrążonych' zwłaszcza o różnorodnych i złożonych kształtach.

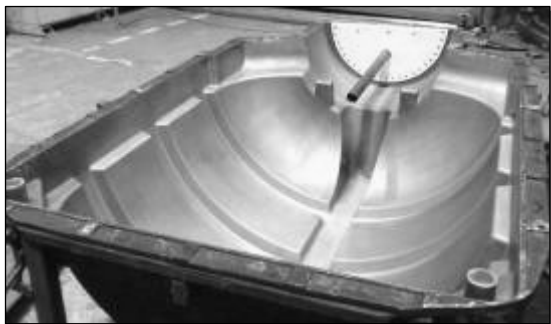
'Rotomolding' jest to proces formowania w warunkach termicznych za pomocą cyklu rotacyjnego. Technologia ta umożliwia produkcję elementów o dużych i skomplikowanych kształtach.

Najpowszechniejszym produktem otrzymywanym w metodzie 'rotomoldingu' i używanym wśród systemów wod - kan jest szeroka gama studni. Są one głównie wykorzystywane do:

- magazynowania wody, ścieków oraz substancji chemicznych
- jako studnie kanalizacyjne, wodomierzowe, inspekcyjne i schładzające
- jako zbiorniki przepompowni oraz armatury regulującej



Rys. 2. Fazy przebiegu procesu formowania rotacyjnego.



Fot. 13. Przykład formy i wyrobu powstałego w procesie wtrysku rotacyjnego.

## 5. METODY WYTWARZANIA WYROBÓW INSTALACYJNYCH Z TWORZYW SZTUCZNYCH **PODSUMOWANIE**

Przedstawione metody produkcji wyrobów instalacyjnych z tworzyw sztucznych wskazują, iż dysponujemy aktualnie wiedzą i możliwościami, które pozwalają zaspokoić bardzo różnorodne i wyszukane potrzeby branży wodno-kanalizacyjnej. Powstałe w wyniku tych procesów produkty charakteryzują się dzięki temu wieloma, pożądanymi cechami, wśród których można wymienić:

- doskonałe i różnorodne właściwości fizykochemiczne
- niski ciężar
- odporność na korozję
- odporność na środki chemiczne oraz agresywne
- wysoka wytrzymałość mechaniczna
- odporność na pękanie pod wpływem naprężeń
- pełna kompatybilność i unifikacja wymiarowa
- łatwość i szybkie tempo prowadzenia prac montażowych
- krótki czas realizacji produkcji oraz dostaw
- ekonomiczność zarówno w przypadku krótkich serii produkcyjnych, jak i produkcji masowej
- możliwość różnicowania grubości
- możliwość wytworzenia produktów wielościennych
- różnorodność wykończeń i kolorów
- itd.

Warto na koniec zaznaczyć, iż ciągle nie jest to ostateczny i zamknięty zestaw metod czy procesów produkcyjnych. Rozwój technologii w tym zakresie nieustannie trwa, czego efektem są produkty o nowych, doskonalszych właściwościach.

Przykład takiej technologii to chociażby proces wytwarzania rur dwuorientowanych, gdzie z produkowanej rury o danej średnicy w późniejszym etapie produkcji otrzymuje się rurę o jedną dymensję wyższą przy zachowaniu właściwości wytrzymałościowo-mechanicznych.

Wśród innych ciekawych przykładów warto wymienić:

- opisywanie i znaczenie rur laserem
- produkcja systemów tworzywowych z dodatkiem metali szlachetnych (poprawa właściwości związanych z aspektami higienicznymi)
- produkcja systemów tworzywowych z dodatkiem drobno zmielonych wiórów drewnianych (poprawa właściwości akustycznych)
- produkcja rur zbrojonych taśmą stalową, zwiżanych spiralnie
- pomiar grubości ścianki oraz wymiarów średnicy przy zastosowaniu lasera

## **BIBLIOGRAFIA:**

1. J. Stasiak „Wytłaczanie tworzyw polimerowych – zagadnienia wybrane”, Bydgoszcz, Wyd. Uczeln. UT-P., 2007
2. Pipe Symposium „Innovations for Pipes – Cincinnati Extrusion”, Vienna 2008
3. ARM – The Central and Eastern European Association of Rotational Moulders
4. PN EN 13476 “Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do bezciśnieniowej podziemnej kanalizacji deszczowej i sanitarnej – Systemy przewodów rurowych o ściankach strukturalnych z PVC-U, PP, PE”
5. PN EN 1401 „Podziemne bezciśnieniowe systemy przewodowe z niezmiękczonego polichlorku winylu PVC-U do odwadniania i kanalizacji”