

Zastosowanie techniki ultradźwiękowej w przemyśle



Przetworniki ultradźwiękowe konstrukcji Łukasiewicz – ITR

Application of the ultrasound technique in industry

Streszczenie

Branża tworzyw sztucznych, podobnie jak inne sektory przemysłu, ciągle poszukuje nowych rozwiązań technicznych i technologicznych, które mogą sprzyjać poprawie zarówno jakości produktów, jak i efektywności procesów przetwórczych. Rozwiązania powinny być bezpieczne i przyjazne środowisku. Jedną z technik spełniającą powyższe oczekiwania wydają się być fale akustyczne w zakresie ultradźwięków. W pracy przedstawiono ogólne pojęcia dotyczące charakterystyki i właściwości ultradźwięków oraz potencjalne sposoby ich wykorzystania w praktyce przemysłowej, również w odniesieniu do ich potencjału zwiększania efektywności procesów jednostkowych.

Abstract

The plastics industry, like other industry sectors, is constantly looking for new technical and technological solutions that can contribute to the improvement of both quality of products and efficiency of processing processes, while being considered safe and environmentally friendly. One of the techniques meeting the above expectations are acoustic waves in the area of ultrasound. This article presents general concepts and properties of ultrasound and potential ways of their use in industrial practice, also in relation to their potential to increase the efficiency of unit processes.

Rafał Szostak-Staropiętka

✉ rafal.szostak@itr.lukasiewicz.gov.pl

Siecz Badawcza Łukasiewicz

– Instytut Tele- i Radiotechniczny

W dużym uproszczeniu ultradźwięki to fale dźwiękowe (czyli drgania) o częstotliwości wyższej niż częstotliwości słyszalne dla człowieka. W praktyce ultradźwiękami określa się drgania o zakresie z przedziału 15kHz-1GHz, czyli 15 tysięcy do 1 biliona razy na sekundę.

Fale, podobnie jak w optyce, charakteryzują się tym, że wraz ze zmniejszaniem się ich długości rośnie ich rozdzielczość, czyli zdolność wykrywania bądź obserwacji bardziej szczegółowej, ewentualnie mniejszych elementów lub oddziaływanie na małe, położone blisko siebie elementy.

Urządzenia ultradźwiękowe wykorzystują zjawisko piezoelektryczności, czyli pojawienie się ładunków elektrycznych na powierzchni kryształu pod wpływem naprężeń mechanicznych. Zjawisko działa również w odwrotną stronę, czyli przyłożone pole elektryczne powoduje zmianę wymiarów kryształu. W ten

sposób energia elektryczna jest zamieniana na mechaniczną.

Ultradźwięki są do tego stopnia powszechne w naszym życiu, że bardzo często przestajemy zwracać uwagę na zjawiska przez nie wywoływane bądź wykorzystywane. Przykładami wykorzystania techniki ultradźwiękowej są chociażby badania ultrasonograficzne (USG), czyszczenie zębów (szczoteczką tzw. soniczną lub tzw. scaling w przypadku bardziej upartych osadów). Niektórzy zetknęli się być może z myjkami ultradźwiękowymi, które powoli przestają być urządzeniami typowo przemysłowymi i stają się powszechnie dostępne.

Przemysł od dawna szeroko wykorzystuje technologie ultradźwiękowe w wielu gałęziach. Rozwój przetwórstwa tworzyw sztucznych pociągnął za sobą rozwój odpowiednich urządzeń. Olbrzymią zaletą urządzeń wykorzystujących ultradźwięki jest w dużym uproszczeniu dostarczanie dużej energii



Przykład kompletnego układu drgającego oraz wzmacniaczy amplitudy

w krótkim czasie. Nierzadko są to wartości rzędu kilowatów w czasie poniżej sekundy, ale już tak krótki czas wystarczy, aby trwale, szczelnie i estetycznie połączyć ze sobą elementy z tworzyw sztucznych. Olbrzymia część korpusów, obudów i innych elementów, z którymi mamy styczność codziennie, została połączona (zamknięta) przy pomocy zgrzewania ultradźwiękowego. Dzięki odpowiedniej konstrukcji proces przebiega na tyle sprawnie, by można go zautomatyzować i kontrolować w pełni.

Dziedziną pokrewną do zgrzewania, a stosowaną równie szeroko, jest formowanie. Najprostszym rodzajem formowania jest spęczanie, ale gdy dodamy do tego kształtowanie uplastycznionej powierzchni, uzyskujemy efekt i kształt podobny do nitowania, lecz możliwy do zrealizowania w dużo krótszym czasie i nie wymagający dodatkowych elementów (właśnie nitów). Możliwe jest również np. zagniatanie w elementach z tworzyw sztucznych elementów z innych materiałów, jak: aluminium, miedź, stal, a nawet magnesy neodymowe.

Działanie urządzeń ultradźwiękowych dla przemysłu tworzyw sztucznych nie ogranicza się tylko do ułamków sekund. Maszyny takie z powodzeniem mogą pracować w trybie ciągłym i realizować różne procesy cięcia czy zgrzewania przez wiele godzin. Dzięki możliwości zabudowania ich np. na ploterach czy ramionach robotów mogą wykonywać skomplikowane, dwu lub trójwymiarowe ruchy i przecinać (prostoliniowo) bądź wycinać (trójwymiarowo) skomplikowane kształty z tworzyw sztucznych, gumy, włóknin, metali a nawet kompozytów.

Proces ciągły otwiera również nowe możliwości w wytwarzaniu oraz przetwarzaniu (recyklingu) tworzyw takich, jak np. guma. Dzięki ultradźwiękom można skutecznie poddać ją procesowi dewulkanizacji, a otrzymany surowiec z powodzeniem wykorzystać do wytworzenia nowych elementów do określonych zastosowań niewymagających zaostrożonych wymagań mechanicznych.

Oddziaływanie ultradźwiękami w procesie ciągłym umożliwia też uplastycznianie granulatów z tworzyw sztucznych w końcowej fazie np. wytłaczania. Energia jest doprowadzana lokalnie, i umożliwia przeprowadzenie procesu w niższych temperaturach, a przez to chociażby spore oszczędności.

Zastosowanie narzędzi ultradźwiękowych w przemyśle nie ogranicza się tylko do tworzyw sztucznych. Procesy takie jak zgrzewa-



Przygotowanie zgrzewarki ultradźwiękowej do pracy

nie, formowanie czy cięcie, są z powodzeniem realizowane w obróbce metali oraz kompozytów. Również przy obróbce materiałów twardych i kruchych, jak szkło, ceramika czy hartowana stal, narzędzia takie umożliwiają uzyskanie dużych dokładności wymiarowych oraz powierzchni o małej chropowatości.

Inne gałęzie przemysłu również z powodzeniem wykorzystują narzędzia ultradźwiękowe: przemysł spożywczy korzysta z dobrodziejstw cięcia, mieszania, gazowania lub odgazowania cieczy, homogenizacji mleka; przemysł medyczny, farmaceutyczny i kosmetyczny wykorzystują je do tworzenia emulsji, ale też do ekstrakcji, czyli rozdzielenia składników mieszaniny. Popularne blistry z tabletkami bardzo często są zamykane dzięki ultradźwiękom. Szerokie zastosowanie technik ultradźwiękowych można znaleźć na polu medycznym. Chirurgia korzysta z ultradźwiękowych precyzyjnych noży, a laryngologia z inhalatorów. Diagnostyka z wspomnianych wcześniej ultrasonografów. Fizykoterapia stosuje je w np. masażach rehabilitacyjnych czy do regeneracji tkanek.

Instytut Tele i Radiotechniczny wchodzący w skład Sieci Badawczej Łukasiewicz od wielu lat prowadzi badania nad zastosowaniami ultradźwięków. Na przestrzeni lat może pochwalić się wieloma rozwiązaniami z powodzeniem stosowanymi u wiodących dostawców w różnych gałęziach przemysłu. Zarówno generatory ultradźwiękowe, jak i całe układy drgające, z powodzeniem biorą udział m. in. w procesach cięcia i zgrzewania tworzyw sztucznych czy włóknin, nierzadko z wydajnościami rzędu wielu tysięcy sztuk na godzinę. Przemysłane, nierzadko zaprojektowane od podstaw rozwiązania, umożliwiają znaczne oszczędności czasu, energii i nerwów z powodu nieplanowanych przestojów.