

Techniki zgrzewania ultradźwiękowego na przykładzie linii do produkcji maseczek medycznych

Wojciech Ligier

Zgrzewanie ultradźwiękowe jest procesem łączenia dwóch materiałów. Polega on na dostarczeniu energii za pomocą drgań mechanicznych o wysokiej częstotliwości. Pozwala na precyzyjne dostarczenie energii do miejsca zgrzewania. W niniejszym artykule scharakteryzowano proces zgrzewania ultradźwiękowego na przykładzie linii do produkcji maseczek medycznych, których producentem jest Łukasiewicz – Instytut Tele- i Radiotechniczny.

W układach ultradźwiękowych najczęściej stosowana konstrukcja składa się z czterech podstawowych elementów:

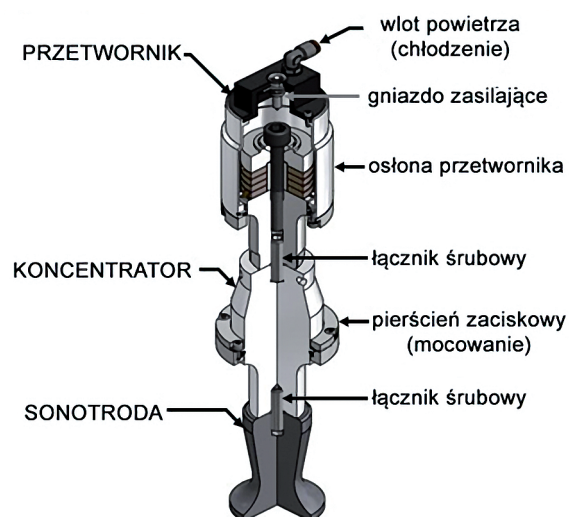
- generatora energii elektrycznej, zasilającego układ przetwornika piezoelektrycznego,
- przetwornika piezoelektrycznego w konstrukcji typu „Sandwich”, transformującego energię elektryczną na energię odkształcenia mechanicznego,
- pośredniczącego falowodu mechanicznego, określanego mianem koncentratora lub transformatora mechanicznego,
- sonotrody, stanowiącej końcowy falowód mechaniczny dostarczający energię drgań do zewnętrznego medium akustycznego.

Generator energii elektrycznej jest układem odpowiedzialnym za zamianę energii elektrycznej z sieciowego źródła zasilania (50 Hz, 230 V) na energię elektryczną dostarczaną do przetwornika piezoelektrycznego (18–70 kHz, do 3 kV). Tego typu generatory mają moc od kilkudziesięciu watów do około 5 kW. Poza funkcją przemiennika energii spełniają również funkcje pomocnicze, takie jak badanie charakterystyki podłączonego układu, zabezpieczenie prądowe i napięciowe, sterowanie (I/O) i komunikację. Generator jest więc dla układu ultradźwiękowego tym, czym sterownik serwonapędu dla napędu elektrycznego i to z nim współpracuje układ sterowania.

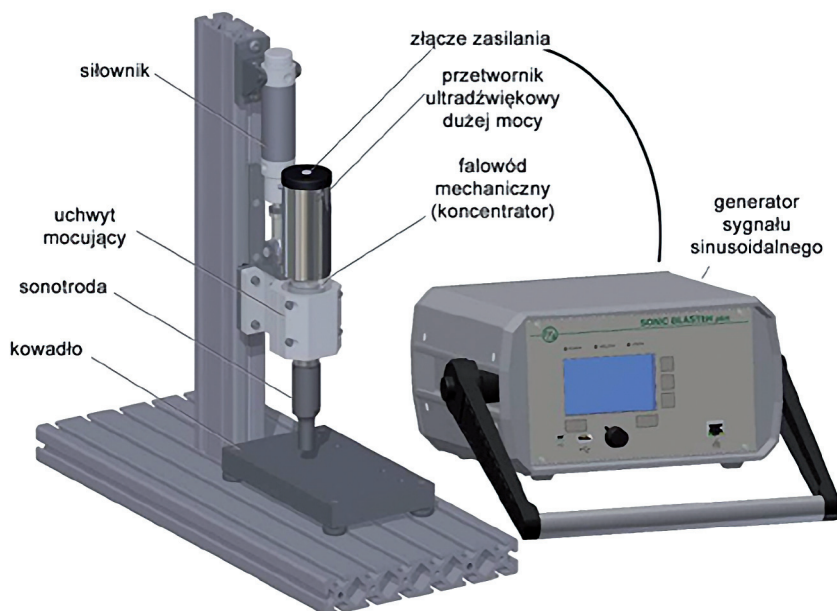
Przetwornik piezoelektryczny przetwarza energię elektryczną na energię drgań mechanicznych. Konwersja energii zachodzi w piezoceramice. Dyski piezoceramiki ułożone są w stos, a napięcie jest do nich podłączone równolegle, co pozwala na jego ograniczenie.

Koncentrator pełni funkcję transformatora mechanicznego. Amplituda drgań przetwornika rozkładana jest na powierzchnię, którą koncentrator przylega do przetwornika. Z drugiej strony przetwornik przylega mniejszą powierzchnią do sonotrody. Stosunek tych powierzchni, wraz z profilem koncentratora, decyduje o jego przełożeniu.

Sonotroda jest rezonatorem mechanicznym, który oddaje energię fali akustycznej do otaczającego go medium. Jej geometria zależy od wymagań danego procesu



Rys. 1. Ultradźwiękowy układ drgający



Rys. 2. Uproszczony schemat zgrzewarki ultradźwiękowej

technologicznego, a projektuje się ją tak, aby amplituda drgań osiągała swoje maximum w miejscu styku sonotrody z medium, do którego ma być dostarczona energia.

Medium, które odbiera energię od sonotrody, jest materiał zgrzewany. Aby mógł ją odebrać, konieczny jest docisk sonotrody do tego medium, zwykle zapewniany przez kowadło umieszczone z drugiej strony materiału. Zazwyczaj właśnie to kształt umieszczony na kowadle nadaje kształt zgrzeźnie powstałej w wyniku zgrzewania ultradźwiękowego.

Wśród najistotniejszych parametrów technologicznych procesu zgrzewania ultradźwiękowego można wyróżnić:

- rodzaj materiału (tworzywa sztuczne),
- odpowiednie przygotowanie zgrzewanych powierzchni,

- siłę docisku układu zgrzewającego,
- częstotliwość pracy układu zgrzewającego,
- amplitudę drgań układu zgrzewającego,
- czas zgrzewania.

W opracowanej zgrzewarce zostały wykorzystane trzy procesy ultradźwiękowe. Pierwszy z nich to zgrzewanie obrysu maseczki. Łączone są tu trzy warstwy włókniny, ułożone w charakterystyczne plisy. W procesie tym zastosowane zostało kowadło obrotowe, na którego obwód został nawinięty kształt zgrzeiny dwóch masek. Kowadło obraca się równo z ruchem włókniny, która jest do niego dociskana za pomocą sonotrody, która dostarcza energię do obszaru zgrzewania.

Kolejnym procesem jest cięcie ultradźwiękowe wstęgi włókniny. Proces przebiega analogicznie do przypadku procesu zgrzewania obrysu maseczki, jednak tutaj kowadło ma kształt obrotowego noża. Wysoka koncentracja energii prowadzi do przetopienia wstęgi włókniny i odcięcia maseczki.

Ostatnim procesem ultradźwiękowym jest przygrzewanie troczków. W procesie tym sonotroda umieszczona jest pod maseczką, do której od góry za pomocą kowadła przyciśnięty jest troczek.

Sieć Badawcza Łukasiewicz to trzecia pod względem wielkości sieć badawcza w Europie. Dostarcza atrakcyjne, kompletne i konkurencyjne rozwiązania technologiczne. Oferuje biznesowi unikalny system „rzucania wyzwań”, dzięki któremu grupa 4500 naukowców w nie więcej niż 15 dni roboczych przyjmuje wyzwanie biznesowe i proponuje przedsiębiorcy opracowanie skutecznego rozwiązania wdrożeniowego. Angażuje przy tym najwyższe w Polsce kompetencje naukowców i unikalną w skali kraju aparaturę naukową. Co najważniejsze, przedsiębiorca nie ponosi żadnych kosztów związanych z opracowaniem pomysłu na prace badawcze. Łukasiewicz w dogodny sposób wychodzi naprzeciw oczekiwaniom biznesu. Przedsiębiorca może zdecydować się na kontakt nie tylko przez formularz umieszczony na stronie <https://lukasiewicz.gov.pl/biznes/>, ale także w ponad 50 lokalizacjach: Instytutach Łukasiewicza i ich oddziałach w całej Polsce. Wszędzie otrzyma ten sam – wysokiej jakości – produkt lub usługę. Potencjał Łukasiewicza skupia się wokół takich obszarów badawczych jak: zdrowie, inteligentna mobilność, transformacja cyfrowa oraz zrównoważona gospodarka i czysta energia.



Rys. 3. Linia do automatycznego wytwarzania maseczek medycznych, wyprodukowana przez Łukasiewicz – ITR

LITERATURA:

1. *Kogut P.*: Metody Modelowania i Projektowania Ultradźwiękowych Układów Drgających, rozprawa doktorska. Warszawa 2015.
2. *Kardyś W.M.*: Optymalizacja parametrów ultradźwiękowych generatorów mocy dla technologii zgrzewania, rozprawa doktorska. Warszawa 2017.
3. *Ligier W.*: Projekt układu sterowania i pneumatycznego układu wykonawczego linii do produkcji półmasek FFP2, praca magisterska.