

Мовчанюк А.В., к.т.н., доц., Луговской А.Ф., д.т.н., проф., Фесич В.П., инж.
КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев, Украина

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАТРОННЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ РАСПЫЛИТЕЛЕМ

Аннотация. Рассмотрены основные преимущества ультразвукового способа получения мелкодисперсного аэрозоля. На производительность распыления влияют конструкция ультразвукового пьезопреобразователя, амплитуда и частота колебаний рабочей поверхности, свойства распыляемой жидкости. Мехатронная система управления ультразвуковым пьезопреобразователем состоит из микропроцессора, буферного каскада и согласующего фильтра. Микропроцессор формирует управляющий сигнал широтно-импульсной модуляции. Частота ШИМ сигнала формируется алгоритмом прямого цифрового синтеза сигналов (DDS). Рассмотрен спектральный состав ШИМ сигнала. В результате приведенных соотношений показана зависимость амплитуды первой гармоники от амплитуды питающего напряжения и длительности импульса. Из приведенных соотношений видно, что ШИМ позволяет регулировать амплитуду первой гармоники, а следовательно и амплитуду колебаний рабочей поверхности ультразвукового пьезопреобразователя. Применение ШИМ сигнала совместно с алгоритмом DDS позволяет строить мехатронные системы получения мелкодисперсного аэрозоля.

Ключевые слова: ультразвук, пьезопреобразователь, ультразвуковое распыление, ультразвуковой генератор, производительность распыления

Ультразвуковое распыление является эффективным средством получения мелкодисперсного аэрозоля [1]. Основным преимуществом ультразвукового распыления является получение относительно монодисперсного аэрозоля. Распыление жидкости происходит на гребнях, возникающих под действием интенсивных ультразвуковых колебаний, стоячих капиллярных волн. Производительность процесса будет определяться конструкцией ультразвукового преобразователя, амплитудой его колебаний, рабочей частотой, характеристиками распыляемой жидкости.

Одним из преимуществ ультразвукового способа распыления является возможность управлять амплитудой колебаний ультразвукового преобразователя электронным способом, что резко облегчает внедрение данного способа получения аэрозоля в современные производственные процессы с мехатронными системами. На электронную систему управления (Рис.1) возлагаются следующие задачи: поддержание резонансного режима работы ультразвукового пьезопреобразователя, поддержание и регулирование амплитуды рабочей поверхности ультразвукового пьезопреобразователя. На сегодняшний день мехатронную систему управления наиболее рационально строить на основе микроконтроллеров и микропроцессоров, которые будут формировать соответствующие управляющие сигналы. Для управления амплитудой колебаний ультразвукового преобразователя можно использовать ШИМ [2], частота которой будет синтезироваться при помощи алгоритма DDS (прямого цифрового синтеза сигналов).

Рассмотрим подробнее спектральный состав сформированного сигнала для данного вида ШИМ (Рис.2). Амплитуда n -й гармоники напряжения с периодом T , круговой частотой ω может быть рассчитана как:

$$U_n = \frac{4}{\pi \cdot n} \cdot U_A \cdot \sin\left(\frac{\gamma \cdot n \cdot \pi}{2}\right) \cdot \sin(\omega \cdot t),$$

$$\gamma = \frac{2 \cdot t_{II}}{T}.$$

Как видим, амплитуда первой гармоники может быть записана:

$$U_1 = U_A \cdot \frac{4}{\pi\sqrt{2}} \cdot \sin\left(\frac{\gamma \cdot \pi}{2}\right).$$

Изменяя длительность управляющего импульса можно изменять амплитуду первой гармоники, а следовательно, амплитуду колебаний ультразвукового преобразователя. При этом амплитуда высших гармоник эффективно снижается применением согласующего фильтра [3,4].

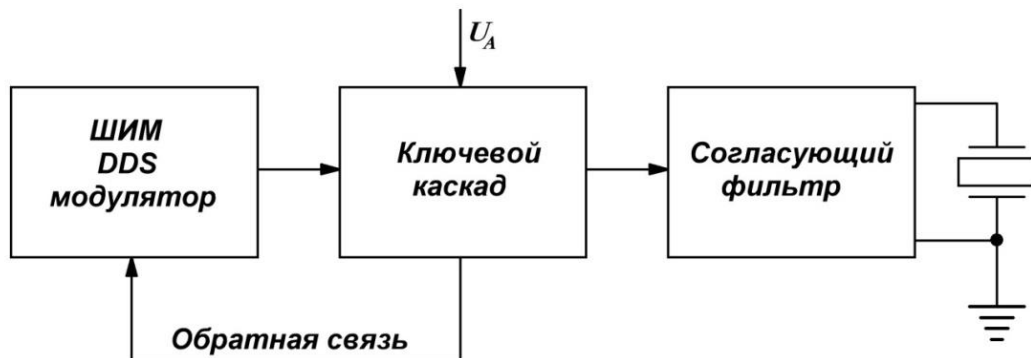


Рис. 1 – Структурная схема ультразвукового генератора для управления ультразвуковой мехатронной системой управления

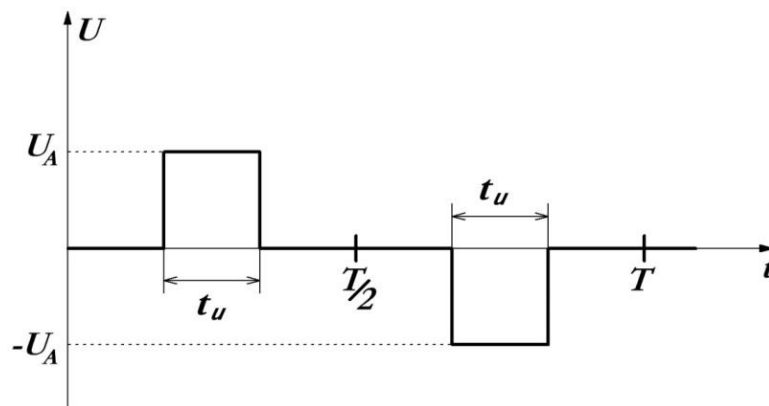


Рис. 2 – Временная диаграмма ШИМ сигнала

Приведенная структурная схема позволяет разрабатывать новые образцы промышленных систем получения мелкодисперсного аэрозоля, а микроконтроллерная система управления позволяет эффективно встраиваться в современные технологические установки с электронным управлением.

Список использованных источников

1. Gallego-Juarez, J.A., Graff K.F. (2015) *Introduction to power ultrasonics*. Power Ultrasonics. Applications of High-Intensity Ultrasound. pp. 1– 6. DOI: 10.1016/B978-1-78242-028-6.00001-6.
2. Моин, В. С. *Стабилизированные транзисторные преобразователи* / В. С. Моин – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 376с.
3. Vistyzenko, Ye.. *LL-type filter for piezoelectric transducer* / Ye. Vistyzenko, A. Movchanyuk, I. Sushko, A. Novosad // Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo) 2017 International Conference on, pp. 1-6, 2017. DOI: 10.1109/UkrMiCo.2017.8095384
4. Movchanyuk, A. *The research of L-type matching filter parameters* / A. Movchanyuk, V. Fesich, I. Sushko and Y. Vistyzenk // 2016 International Conference Radio Electronics & Info Communications (UkrMiCo), Kiev, 2016, pp. 1-5, DOI: 10.1109/UkrMiCo.2016.7739596