

# Ультразвуковое устройство для сушки волос

[В.Н. Хмелев](#)<sup>1</sup>, *Senior Member, IEEE*, Kwang Moon Choo<sup>2</sup>, *Senior Member, IEEE*,

[А.В. Шалунов](#)<sup>1</sup>, Г.А. Титов<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>*Бийский технологический институт (филиал)*

*ГОУ ВПО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Dooson co.,Ltd (Korea)*

**Аннотация** – Статья посвящена решению проблемы сушки волос за счет ускорения процесса под действием ультразвуковых колебаний высокой интенсивности. Рассмотрены достоинства ультразвуковой сушки и возможности ее практической реализации. Предложен и разработан ультразвуковой фен, позволивший практически реализовать ультразвуковую сушку волос.

**Ключевые слова** – Ультразвук, сушка, способ сушки волос.

## I. ВВЕДЕНИЕ

ДЛЯ ТОГО, чтобы волосы долго оставались здоровыми и красивыми за ними нужно осуществлять правильный уход. Основным элементом такого ухода является сушка, поскольку, благодаря своему слоистому строению волосы обладают гигроскопичностью и могут удерживать влаги до 50% своего веса. Наличие лишней влаги способствует разрушению структуры волос и требует удаления. Самый хороший способ сушки волос, конечно, естественный, на открытом воздухе. Однако такой способ длителен и затрудняет возможность формирования необходимой формы прически. Наиболее приемлемый способ искусственной сушки, достаточно мало травмирующий волосы — это просушивание с помощью подогретых полотенец, но при этом не надо забывать, что нельзя тереть волосы полотенцами, их можно только нежно промокать или обертывать. Такой способ также очень длительный.

Для ускорения процесса сушки, в настоящее время, повсеместно используют конвективный способ, заключающийся в том, что сухой воздух прогревается с использованием встроенного нагревательного элемента. Нагретый воздух с помощью вентилятора направляется на волосы человека или животного, проходит через высушиваемый материал, увлажняется и удаляется. Процесс длится столько времени, сколько нужно для высыхания волос. Чем выше температура подаваемого воздуха – тем быстрее происходит удаление влаги. Процесс реализуется с помощью фенов различной конструкции. Тепловая сушка в технологическом оформлении используемых разнообразных фенов характеризуется следующими недостатками:

- процесс чрезвычайно энергозатратен и длителен;
- фены не могут быть малогабаритными, так как это уменьшает температуру и объем сушащего воздуха, что с одной стороны ограничивает скорость процесса, а с другой увеличивает его себестоимость;
- высокая температура приводит к пересыханию и разрушению волос. Для исключения этого момента необходимо снабжать фен «умной» и дорогой электронной

системой контроля температуры высушиваемого материала, что значительно увеличивает стоимость фена и увеличивает длительность процесса.

Приведенные недостатки объясняются не низким уровнем проработанности конструктивных решений, а недостатками положенного в основу метода – конвективной сушки.

## II. УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ СПОСОБЫ СУШКИ ВОЛОС

Перспективным вариантом замены или дополнения конвективного способа сушки является сушка с применением ультразвуковых колебаний.

Наиболее широко известен способ для осуществления контактной сушки волос [1]. Этот способ заключается в одновременном воздействии на волосы нагретым воздухом и ультразвуковыми колебаниями.

При этом ультразвуковое воздействие осуществляют контактно при помощи излучателя акустических колебаний ультразвуковой частоты, выходящего из корпуса устройства.

При реализации процесса сушки волос при помощи ультразвукового устройства излучатель акустических колебаний ультразвуковой частоты своей боковой поверхностью касается отдельных участков волосяного покрова, передает ультразвуковые колебания отдельным волоскам, которые начинают совершать колебания с ультразвуковой частотой. Благодаря этим колебаниям повышается скорость сушки.

Применение такого способа сушки обуславливает необходимость введения ограничения по допустимой интенсивности ультразвукового излучения для исключения перегрева волоса в месте механического контакта, разрушения структуры волос и возможного контакта с кожей головы. Этот недостаток обуславливает необходимость ограничения интенсивности УЗ излучения терапевтическими дозами (не более  $0,1 \dots 0,8 \text{ Вт/см}^2$ ) при непосредственном контакте металлического излучателя с кожей, что снижает скорость сушки за счет ультразвука. При реализации процесса сушки происходит одновременное воздействие на ограниченное количество волосков, что не позволяет значительно повысить скорость сушки и в местах контакта с волосинками, на боковой поверхности излучателя амплитуда колебаний много меньше, чем амплитуда на торцевой поверхности излучателя. Это не позволяет воздействовать на волос с максимальной эффективностью.

Таким образом, контактный способ сушки волос не позволяет использовать все преимущества ультразвукового воздействия и реализовать процесс сушки с максимальной эффективностью. В связи с этим возникает необходимость в

создании и реализации ультразвукового способа для дистанционной сушки волос.

### III. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ СПОСОБ СУШКИ

Для реализации ультразвукового способа дистанционной сушки волос необходимо применение специального источника ультразвукового излучения. Как известно, наиболее эффективными источниками ультразвуковых колебаний для воздействия на объекты через нерезонансные газовые промежутки являются, созданные в последние годы пьезоэлектрические преобразователи продольных колебаний с изгибно-колеблющимися излучателями в виде дисков или пластин [2]. Поскольку источником ультразвукового излучения являются обе стороны изгибно-колеблющегося диска в предлагаемом ультразвуковом способе дистанционной сушки воздействие на волосы используется специальный отражатель, позволяющий осуществлять УЗ воздействие одновременно колебаниями, создаваемыми обращенной к волосам поверхностью с расстояния превосходящего продольный размер излучателя [3], и колебаниями, создаваемыми тыльной стороной излучателя, которые направляют на волосы после отражения и прохождения расстояния, превосходящего продольный размер излучателя на величину, кратную половине длины волны УЗ колебаний в воздухе.

Размеры и форму излучателя выбраны из условия обеспечения требуемой направленности излучения ультразвуковых колебаний. Изгибные колебания излучателя создают акустически связанным с ним продольно колеблющимся пьезоэлектрическим преобразователем, питаемым электронным генератором ультразвуковой частоты.

Использование ультразвуковой сушки волос с применением рассмотренных излучателей способно обеспечить повышение эффективности акустического воздействия и увеличение скорости сушки за счет использования в качестве источника ультразвуковых колебаний пьезоэлектрической ультразвуковой колебательной системы с излучателем в виде изгибно-колеблющегося диска, позволяющего формировать равномерно ультразвуковое излучение на большой площади и за счет применения отражателя специальной формы, обеспечивающей формирование оптимального акустического поля на поверхности всей головы;

Осуществление ультразвукового воздействия на частоте более 25 кГц не воспринимаются человеком как звуковое воздействие (допустимая норма интенсивности УЗ воздействия на этой частоте 145 дБ), поэтому при реализации сушки следует обеспечивать ультразвуковое воздействие с интенсивностью более 135 дБ, поскольку колебания такой интенсивности начинают заметно интенсифицировать процесс сушки в сравнении с обдувом теплым воздухом.

### IV. ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Для практической реализации процесса ультразвуковой дистанционной сушки разработана конструктивная схема ультразвукового фена, схематично показанная на Рис. 1.

Ультразвуковой фен состоит из излучателя ультразвуковых колебаний в виде изгибно-колеблющегося диска 1, соединенного с пьезоэлектрическим преобразователем 2, установленного в специальном отражателе 3. Пьезоэлектрический преобразователь питается от генератора электрических колебаний ультразвуковой частоты (на Рис. 1 не показан). От головы человека (высушиваемых волос) диск расположен на расстоянии, превышающем его диаметр. На этом расстоянии происходит формирование равномерного поля излучения дискового излучателя (дальняя зона излучения).

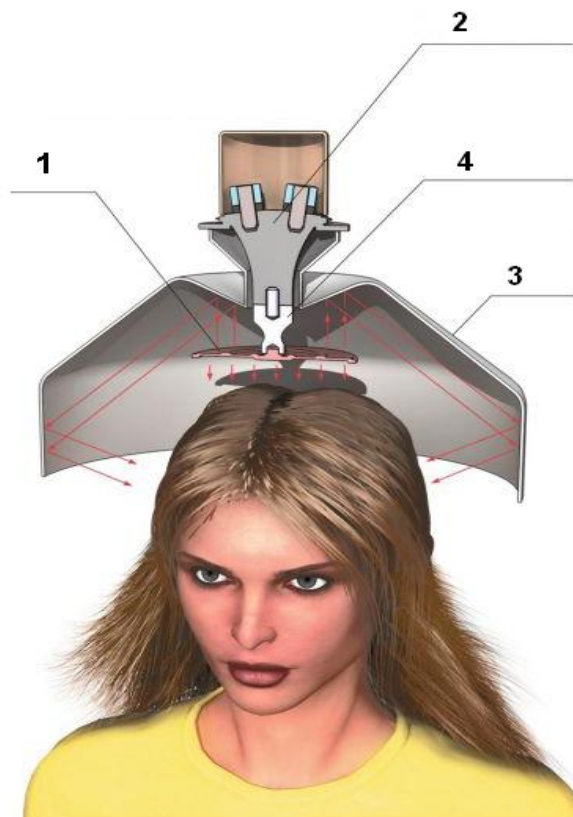


Рис. 1. Ультразвуковой способ дистанционной сушки волос.

Процесс ультразвуковой сушки осуществляется следующим образом. Отражатель помещают над головой человека. Осуществляют воздействие ультразвуковыми колебаниями до момента удаления необходимого количества влаги. При генерировании изгибно-колеблющимся диском плоской волны распределение ультразвуковых колебаний примет вид показанный на Рис. 1, стрелками. Таким образом, в результате будет обеспечена равномерность высушивания волос по всей поверхности головы.

Для повышения эффективности электроакустического преобразования пьезоэлектрический преобразователь может быть по различным конструктивным схемам, различной номинальной мощности и интенсивности - от полуволнового преобразователя с дисковым излучателем диаметром в 150 мм до трехполуволновой ультразвуковой колебательной системы с концентратором 4 и дисковым излучателем диаметром в 320 мм [4].

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для практической реализации ультразвуковой сушки волос разработано специальный ультразвуковой фен (Рис. 2), состоящий из полуволновой пьезоэлектрической колебательной системы и электронного генератора, имеющий следующие технические характеристики:

- интенсивность формируемых акустических колебаний, не менее 140 дБ;
- частота колебаний генерируемых дисковым излучателем 25 кГц;
- добротность дискового излучателя – 2000.
- максимальная амплитуда (размах амплитуды) колебаний дискового излучателя 100 мкм;
- диаметр излучающего диска колебательной системы – 150 мм;
- расстояние от дискового излучателя до фокальной точки на оси – 250 мм;
- материал дискового излучателя и концентратора – титановый сплав (алюминиевый сплав);
- диаметр отражателя 300 мм;
- материал отражателя – металл;
- потребляемая электрическая мощность – не более 200Вт;
- наличие системы фазово-автоматической подстройки частоты (ФАПЧ);
- диапазон перестройки мощности 10÷100%.

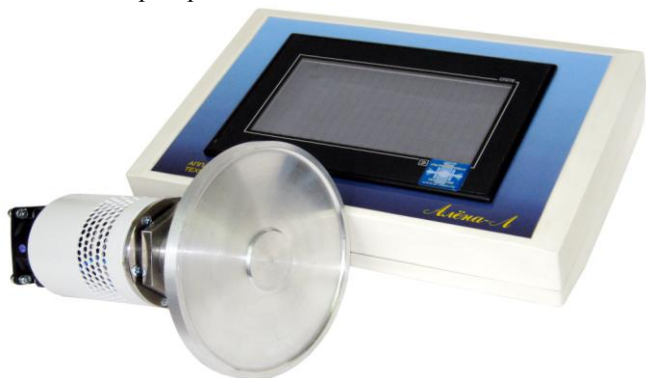


Рис. 2. Ультразвуковой генератор с дисковым излучателем для сушки волос.

Для определения эффективности созданного ультразвукового фена были проведены экспериментальные исследования без дополнительной подачи и отвода сушильного воздуха. При использовании самого нерационального варианта сушки (только УЗ воздействие одновременно с естественной сушкой). время сушки волос удалось сократить не менее чем в 3 раза по сравнению с естественной сушкой.

Результаты разработки и проведенные исследования показывают эффективность ультразвуковой дистанционной сушки волос и перспективность его применения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Патент РФ № [2374965](#)
- [2] S. de la Fuente-Blanco, E. Riera-Franco de Sarabia, V.M. Acosta-Aparicio, A. Blanco-Blanco, J.A. Gallego-Juarez. Food drying process by power ultrasound. Ultrasonics, Elsevier USA, 2006, 44. – P. 523–527.

- [3] Хмелев, В.Н. [Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности](#) [Текст] / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов [и др.]. – Барнаул: АлтГТУ, 2007. – 416 с.