

УДК: 616.31-073.48

*В.М. Соколовська*

## ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПРИСТРОЇВ У СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

ВДНЗ України „Українська медична стоматологічна академія”

Ультразвук – це механічні коливання високої частоти, які можуть розповсюджуватись у будь-якому матеріальному середовищі: твердому, рідкому та газоподібному. Людське вухо сприймає хвилі до 16000 коливань/секунду, хвилі вищої частоти знаходяться за межею чутності та становлять собою ультразвук. Зазвичай ультразвуковим діапазоном вважають інтервал частот від 20000 до кількох млрд. герц.

Хоча ультразвук ученим був відомий давно, практичне використання його в науці, техніці, медицині та промисловості почалося порівняно недавно [1].

**Мета роботи** - проаналізувати застосування ультразвукових пристроїв у стоматологічній практиці.

У кінці першої світової війни була винайдена одна з перших практичних ультразвукових систем, яку застосовували для виявлення підводних човнів. Пучок ультразвукового випромінювання можна прицільно спрямувати і за відображенням ехо-сигналом визначити відстань до потрібного об'єкта. У наш час система гідролокації стала невід'ємним засобом мореплавання. Відповідні навігаційні системи атомних підводних човнів дозволяють їм здійснювати переходи навіть під полярними льодовиками [2].

Зондування ультразвуковими імпульсами застосовується і для дослідження властивостей різноманітних матеріалів і виробів із них. Проникаючи у тверді тіла, такі імпульси відображаються від різних чужорідних утворів у товщі дослідного середовища, вказуючи на їх розташування. Такими неруйнівними методами контролю перевіряють якість масивних сталевих приладів, алюмінієвих блоків, залізничних рейок, зварювальних швів машин. Цей метод дістав назву дефектоскопії [3].

Принцип дії наступного методу заснований на ефекті Доплера: імпульси ультразвуку чергуються за потоком і проти нього. Виниклі різні фази імпульсів у двох гілках вимірювальної системи реєструє електронне обладнання. Цей ультразвуковий вимірювач може бути застосований як для системи охолодження атомного реактора, так і для дослідження кровообігу в аорті [4].

Вищевказані методи належать до категорії малопотужних, у яких фізичні характеристики середовища не змінюються. Однак є методи, в яких на середовище спрямовують ультразвук високої інтенсивності. При цьому в рідині розвивається потужний кавітаційний процес, що викликає істотні зміни фізичних і хімічних властивостей даного се-

редовища. Завдяки цьому методу досліджують і стимулюють гідроліз, окислення, перебудову молекул, полімеризацію, деполімеризацію, прискорення хімічних реакцій [5,6,7].

Те, що ультразвук активно діє на біологічні об'єкти (наприклад, знешкоджує бактерії), відомо понад 70 років. Ультразвукові стерилізатори хірургічних інструментів широко використовуються в лікарнях та клініках. Застосування при виробництві лікарських препаратів ультразвуку стало можливим завдяки здатності його прискорювати екстракцію біологічно активних речовин у десятки тисяч разів.

Електронна апаратура зі сканувальним ультразвуковим променем служить цілям виявлення пухлин і встановлення діагнозу, використовується в нейрохірургії для інактивації окремих ділянок головного мозку потужним сфокусованим високочастотним пучком.

У стоматологічній практиці впродовж багатьох років ультразвук використовується для видалення зубного каменя, введення лікарських препаратів, цементування мікропротезів. Для фіксації вкладок спеціально розроблений Сем-інструмент. Його встановлюють на вкладку і кілька секунд активують енергію ультразвуку. В'язкість фіксувального композитного матеріалу зменшується, забезпечуючи необхідну текучість для фіксації. Після виключення ультразвуку композит знову повертається в свій попередній міцний стан. Розбухлий матеріал не витікає, небезпека поломки вкладки зникає до мінімуму [8].

Проблемі покращення ефективності ортопедичного лікування знімними пластинковими протезами, їх біосумісності з тканинами протезного ложа присвятили дослідження багато авторів [9,10]. Але необхідно зауважити, що залишилися не вирішеними питання визначення структури базисів протезів; недостатньо досліджені питання залежності міцності протезів та процесу адаптації до них від товщини базисів. Актуальною залишається і проблема зменшення залишкового мономера та водопоглинання полімерних матеріалів.

Для впливу на процес полімеризації акрилових пластмас застосовуються різні методи, але використання ультразвуку на ранніх стадіях полімеризації залишилося поза увагою дослідників. Ретельний аналіз літературних джерел та певні експериментальні дослідження дали нам можливість запропонувати технологію ультразвукової обробки полімерних матеріалів для покращення їхніх властивостей.

З метою підвищення ефективності ортопедичного лікування обґрунтована можливість застосування ультразвуку для поліпшення полімеризації базисних матеріалів, створено та впроваджено в клініку ультразвуковий магнітострикційний апарат «УМА-01», який зареєстрований у Державному комітеті України з питань технічного регулювання та споживчої політики. Апарат призначений для приготування базисного матеріалу для стоматологічних протезів на початковій стадії полімеризації акрилової пластмаси [11].

Для ультразвукового пристрою «УМА-01» вибрана частота 23,5кГц, тому що при цій частоті відбувається найменше затування ультразвукової хвилі при проходженні через пластмасове тісто і значно підвищується ККД при найменших енергетичних затратах. Також ця частота вибрана з урахуванням особливостей власне магнітострикційного перетворювача, в якого на певній частоті найвищі амплітудні коливання [12].

Вплив ультразвукового поля на полімеризацію акрилових пластмас ґрунтується на виникненні змінних напружень стиску та розтягу під час проходження ультразвукової хвилі. Ці сили перевищують ті, що втримують молекули, і тоді між частинами мономера і полімеру утворюються мікроскопічні порожнини, які швидко закриваються (кавітація), внаслідок чого виділяється значна кількість енергії, яка викликає іонізацію та дисоціацію навколишніх молекул. Це значно прискорює хімічну реакцію і дає змогу мономеру та полімеру швидко і повноцінніше вступити в зв'язок. За рахунок кавітації також ущільнюється структура полімерного матеріалу. Це все підтверджується даними лабораторних та клінічних досліджень [13,14]. Так, фізико-механічні властивості зразків базисних полімерних матеріалів, виготовлених за різною технологією полімеризації, вказують на те, що міцність на розтяг та згин від 1,5 до 2 разів, а їхня еластичність - на 25% вище в зразків, які полімеризували за допомогою ультразвуку. Рівень залишкового мономера та ступінь водопоглинання в зразках, виготовлених із застосуванням у технічному процесі полімеризації ультразвуку, на 50% нижчі, ніж у зразках, виготовлених за загальноприйнятою методикою. Ультразвукова обробка полімерного матеріалу збільшує його щільність на 18 %, що значно покращує фізико-механічні властивості базисів знімних протезів і дозволяє виготовляти їх тоншими. При цьому об'єм базисів повних знімних протезів зменшується на 50%, тим самим збільшуючи об'єм вільного простору порожнини рота, що позитивно впливає на процес мовленнєвої та загальної адаптації до протезів [15].

Запропоновано спосіб визначення якості базисів знімних протезів за допомогою ультразвукового дефектоскопа «УД2-12» (ГОСТ 2304984). Він призначений для контролю виробів із пластмаси, металу, органічного скла та інших матеріалів на наявність у них дефектів, для заміру глибини і координат їх залягання, вимірювання відношення амплітуд сигналів, відображених від дефектів.

Цей прилад може бути застосований для виявлення пор, тріщин, різного роду включень, а також визначення розмірів і глибини залягання дефектів у товщі зубних протезів [16].

Проведений нами аналіз застосування ультразвукових пристроїв у стоматологічній практиці показав, що запропонований спосіб виготовлення протезів в ультразвуковому полі може застосовуватися в умовах звичайної зуботехнічної лабораторії для полімеризації всіх видів пластмас, оскільки значно покращує їхні фізико-механічні властивості. Для визначення наявності та величини дефектів у базисах, глибини їх залягання слід проводити дефектоскопію протезів. Цей метод можна застосовувати також для оцінки якості інших стоматологічних конструкцій, у тому числі виготовлених із металу.

### Література

1. Хмелев В.Н. Источники ультразвукового воздействия. Особенности построения и конструкции: монография / В.Н. Хмелев, С.Н. Цыганок, С.В. Левин; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. – 196 с.
2. Автоматизированный ультразвуковой контроль объектов повышенной опасности: юбилейный сборник трудов ООО НПЦ "ЭХО+."- М., СПб.: Свен, 2010.- 64 с. 35,1 МБ (PDF).
3. Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов [ Бадалян В.Г., Базулин Е.Г., Вопилкин А.Х., и др.]; под ред. д.т.н., проф. А.Х. Вопилкина.- М.: ООО НПЦ "Эхо+", 2008.- 298 с. 37,7 МБ (PDF).
4. Развитие ультразвуковых технологий, разработка и исследование многофункциональных и специализированных ультразвуковых аппаратов / [Хмелев В.Н., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н., Сливин А.Н.] // Ползуновский альманах. – 2000.- №3. - Изд-во Алтайского гос. техн. ун-та им. И.И. Ползунова, 2000. - С. 193-200.
5. Kenneth S., Suslick. «Sonochemistry» Kirk-Othmer Encyclopededia of Chemical Technology, Fourth Edition, vol. 26; John Willey&Sons, Inc.: New York, 2004. - P. 516-541.
6. Сульман М.Г. Влияние ультразвука на каталитические процессы / Сульман М.Г. // Успехи химии. – 2000. – Т. 69 (2). - С. 178-191.
7. Barsukov R. V. Development and Research the Device of Transmission Electrical Power at Gyating Piezoelectric Transducers electrodes / R. V. Barsukov, S.N. Tchyganok, E. V. Chipurin // Siberian Russian Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2002: Workshops Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2002. – p. 35-36.
8. Taugerbeck R. Ультразвук в стоматологической практике / R.Taugerbeck // Квинтэссенция. – М., 1996. – №3.– С. 23-24.
9. Изучение процесса полимеризации акриловой пластмассы «Этакрил» методом инфракрасной спектроскопии / [Насибулин Г.Г., Амирханов М.Г., Ягунд Э.М., Перухин Ю.В.] // Стоматология. – 1995. - №6. – С. 49-51.
10. Повышение биологической совместимости зубных протезов из полиметилметакрилата с помощью гидроксиапатита / Воложин А.И., Омаров И.А., Во-

- ронов А.П. [и др.] // Стоматология. – 1997. - №5. – С. 40-43.
11. Патент на корисну модель №10807 UA, A61K6/00, A61C9/00. Спосіб виготовлення базисного матеріалу за допомогою ультразвукової дії / В.М. Соколовська, М.Я. Нідзельський. - №и 2005 06397; заявл. 29.06.05; опубл. 15.11.05, Бюл. №11.
12. Балдев Радж. Применение ультразвука / Балдев Радж, Раджендран В., Паламичани П. – М.: Техносфера, 2006. - 576 с., 25,0 МБ (DjVu).
13. Соколовська В.М. Нова технологія покращення міцнісних параметрів полімерних матеріалів за допомогою ультразвуку / В. Соколовська, М. Нідзельський // Український стоматологічний альманах. – 2006. – Т.1, №1. – С. 72-76.
14. Соколовська В.М. Ультразвук як метод полімеризації акрилових полімерів при виготовленні знімних пластинкових протезів / В.Соколовська // Проблеми екології та медицини. – 2012. – Т. 17, №1-2. – С. 41.
15. Соколовська В.М. Ефективність ортопедичного лікування знімними пластинковими протезами, виготовленими за технологією обробки базисного полімеру ультразвуком та методи оцінки їх якості / В.Соколовська // Проблеми екології та медицини. – 2008. – Т. 12, №5-6. – С. 42-45.
16. Патент на корисну модель №36981 UA, МПК (2006), A61B10/00, A61C13/007. Спосіб оцінки якості зубних протезів із полімерних матеріалів / В.М. Соколовська, М.Я. Нідзельський. - №и 2008 07892; заявл. 10.06.08; опубл. 10.11.08, Бюл. №21.

**Стаття надійшла  
02.06.2014 р.**

#### **Резюме**

Проаналізовані літературні джерела про застосування ультразвукових пристроїв у стоматологічній практиці. Описаний ультразвуковий магнітострикційний апарат «УМА-01», призначений для приготування базисного матеріалу для стоматологічних протезів на початковій стадії полімеризації акрилової пластмаси.

**Ключові слова:** ультразвук, базис протеза, полімерні матеріали, полімеризація, дефектоскопія.

#### **Резюме**

Проанализированы литературные источники о применении ультразвуковых устройств в стоматологической практике. Приведено описание ультразвукового магнитоstrictionного аппарата «УМА-01». Аппарат предназначен для приготовления базисного материала для стоматологических протезов на начальной стадии полимеризации акриловой пластмассы.

**Ключевые слова:** ультразвук, базис протеза, полимерные материалы, полимеризация, дефектоскопия.

UDC: 616.31-073.48

V.M. Sokolovska

APPLICATION OF ULTRA-SOUND FACILITIES IN THE DENTAL PRACTICE

Higher State Educational Establishment of Ukraine "Ukrainian Medical Stomatological Academy"

#### **Summary**

A special place in modern dentistry belongs to efficiency problems in the orthopedic treatment of removable prosthesis, biocompatibility with the tissues of the prosthetic bed. There are still numerous issues as to the lack of durability of prostheses, reducing the residual monomer bases for determining the quality of dentures and their structure. Careful analysis of the literature and some experimental studies of ultrasound have enabled us to offer the technology of ultrasonic processing of polymeric materials. We proposed magnetostrictive ultrasonic unit "UMA-01" own design, which is registered in the State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy. The device is designed to prepare the base material for dental prostheses in the initial stage of polymerization of acrylic plastic.

For ultrasonic device "UMA-01", we selected frequency 23.5 kHz because this frequency occurs at least attenuation of ultrasonic waves in passing through the plastic dough and significantly increases efficiency at the lowest energy cost. In addition, the frequency was chosen based on the features of the magnetostrictive transducer, at a certain frequency of the highest amplitude oscillations.

Influence of ultrasonic field on polymerization of acrylic plastic was based on the occurrence of variable compression and tensile stresses during the passage of ultrasonic waves. These forces are greater than those that hold the molecules and then between the parts of the monomer and the polymer formed microscopic cavities that are rapidly closing (cavitation), resulting in a significant amount of energy is released, which causes the dissociation and ionization of the surrounding molecules. This feature significantly speeds up the chemical reaction and enables the monomer and polymer rapidly and fully engage in valuable relationship. Due to cavitation, structure of the polymeric material also compacted. This is confirmed by laboratory and clinical studies. Thus, the physical and mechanical properties of samples of basic polymers, manufactured by different techniques polymerization, indicate that the tensile strength and bending from 1.5 to 2 times, as well as their elasticity, is 25% higher in samples that polymerized by ultrasound. The level of residual monomer and the degree of water absorption in the samples that are manufactured with the technical process of polymerization of ultrasound is 50% lower than the specimens made by conventional methods. Ultrasonic processing of polymeric material increases its density by 18%, which significantly improves the physical and mechanical properties of bases dentures

and allows you to make them thinner. Thus, the amount of base complete dentures is reduced by 50%, thereby increasing the amount of free space of the oral cavity, which positively affects the process of speech and general adaptation to the prosthesis.

In addition, we proposed a way to determine the quality of bases dentures using ultrasonic flaw detector UD2-12 (GOST 2304984) for the first time. It is designed to control plastic products, metal, organic glass and other materials for the presence of defects and for measuring the depth and coordinate their occurrence, measurement of the amplitudes of the signals reflected from defects. We suggested this device to detect the presence of pores and cracks of various kinds of particles and determine the size and depth of the defects in the bulk of dentures.

**Key words:** ultrasound, denture bases, polymers, polymerization, flaw detection.