

УДК: 616.31-073.48

Соколовська В.М.

ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПРИСТРОЇВ В СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Вищий державний навчальний заклад України

„Українська медична стоматологічна академія” м. Полтава

Ультразвук – це механічні коливання високої частоти, які можуть розповсюджуватись в будь-якому матеріальному середовищі: твердому, рідкому та газоподібному. Людське вухо сприймає хвилі до 16000 коливань/секунду, хвилі з більш високою частотою знаходяться за межею чутності і представляють собою ультразвук. Зазвичай, ультразвуковим діапазоном вважають інтервал частот від 20000 до декількох млрд герц.

Хоча про існування ультразвуку вченим було відомо давно, практичне використання його в науці, техніці, медицині та промисловості почалось порівняно недавно [1].

Мета роботи. Провести аналіз застосування ультразвукових пристроїв в стоматологічній практиці.

В кінці Першої світової війни з’явилась одна із перших практичних ультразвукових систем, яка застосовувалась для виявлення підводних човнів. Пучок ультразвукового випромінювання можна прицільно направити і по відображеному ехо-сигналу визначити відстань до потрібного об’єкту. В 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 з них. Проникаючи в тверді тіла, такі імпульси відображаються від різних чужерідних утворень в товщині дослідного середовища, вказуючи на їх розташування. Такими неруйнуючими методами контролю перевіряють

якість масивних сталевих приборів, алюмінієвих блоків, залізнодорожних рельсів, зварювальних швів машин. Даний метод отримав назву дефектоскопії [3].

Принцип дії наступного метода заснований на ефекті Доплера: імпульси ультразвуку направляються чергуючись за потоком і проти нього. Виникаюча різна фаза імпульсів у двох гілках вимірювальної системи реєструється електронним обладнанням. Цей ультразвуковий вимірювач може бути застосований як для системи охолодження атомного реактора, так і для дослідження кровотоку в аорті [4].

Вищевказані методи відносяться до категорії малопотужних, в яких фізичні характеристики середовища не змінюються. Однак існують методи, в яких на середовище направляють ультразвук великої інтенсивності. При цьому в рідині розвивається потужний кавітаційний процес, що викликає істотні зміни фізичних і хімічних властивостей даного середовища. Завдяки цьому методу досліджуються і стимулюються такі процеси, як гідроліз, окислення, перебудова молекул, полімеризація, деполімеризація, прискорення хімічних реакцій [5,6,7].

Те, що ультразвук активно діє на біологічні об'єкти (наприклад, знешкоджує бактерії) відомо більш ніж 70 років. Ультразвукові стерилізатори хірургічних інструментів широко використовуються в лікарнях та клініках. Застосування при виробництві лікарських препаратів ультразвуку стало можливими завдяки здатності його підвищувати швидкість екстракції біологічно-активних речовин в десятки тисяч разів.

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

В стоматологічній практиці впродовж багатьох років ультразвук використовується для видалення зубного каменя, ведення лікарських

препаратів, цементування мікропротезів. Для фіксації вкладок спеціально розроблений Сем-інструмент. Його встановлюють на вкладку і декілька секунд активують енергію ультразвуку. В'язкість фіксуємого 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 знижується 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 залишились 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 мономеру та водопоглинання полімерних матеріалів.

Для впливу на процес полімеризації акрилових пластмас застосовуються різні методи, але використання ультразвуку на ранніх стадіях полімеризації залишилось поза увагою дослідників. Ретельний аналіз літературних джерел та певні експериментальні дослідження дали нам можливість запропонувати технологію ультразвукової обробки полімерних матеріалів для покращення їх 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 затухання ультразвукової хвилі при проходженні через пластмасове тісто і значно підвищується ККД при найменших енергетичних затратах. Також дана частота вибрана з урахуванням особливостей самого магнітострикційного перетворювача, в якого на певній частоті найбільш високі 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 мономеру і полімеру утворюються мікроскопічні порожнини, які швидко закриваються (кавітація), внаслідок чого виділяється значна кількість енергії, яка викликає іонізацію та дисоціацію оточуючих молекул. Це значно прискорює хімічну реакцію і дає змогу мономеру та полімеру швидко і повно цінніше вступити в зв'язок. За рахунок кавітації також ущільнюється структура самого 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 їх еластичність на 25% вищі у зразків, які полімеризувались за допомогою ультразвуку. Рівень залишкового мономеру та ступінь водопоглинання в зразках, які виготовлені із застосуванням в технічному процесі полімеризації ультразвуку, на 50% менші, ніж у зразках, виготовлених за загальноприйнятою методикою. Ультразвукова обробка полімерного матеріалу збільшує його щільність на 18 %, що значно підвищує 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 в них дефектів, для заміру глибини і координат їх залягання, виміру 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 в товщі зубних протезів [16].

Проведені нами аналіз застосування ультразвукових пристроїв в стоматологічній практиці показав, що запропонований спосіб виготовлення протезів в ультразвуковому полі може застосовуватися в умовах звичайної зуботехнічної лабораторії для полімеризації всіх видів пластмас, так як значно покращує їх фізико-механічні властивості. Для визначення наявності та величини дефектів у базисах, глибини їх залягання слід проводити дефектоскопію протезів. Даний метод можна застосовувати також для оцінки якості інших стоматологічних конструкцій, у тому числі і 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+).- Москва, Санкт-Петербург, "Свен", 2010, 64 с. 35,1 МБ, (PDF).

3. Бадалян В.Г., Базулин Е.Г., Вовилкин А.Х., Кононов Д.А., Самарин П.Ф., Тихонов Д.С. Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов. Ред. д.т.н., проф. А.Х. Вовилкин.- М., ООО НПЦ "Эхо+", 2008, 298 с. 37,7 МБ, (PDF).
4. Хмелев В.Н., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н., Сливин А.Н. «Развитие ультразвуковых технологий, разработка и исследование многофункциональных и специализированных ультразвуковых аппаратов». «Ползуновский альманах» №3/2000, издательство Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, 2000 г., стр. 193-200.
5. Kenneth S., Suslick. «Sonochemistry» Kirk-Othmer Encyclopdedia of Chemical Technology, Fouth Edition, vol. 26; John Willey&Sons, Inc.: New York, 2004. pp. 516-541.
6. Сульман М.Г. Влияние ультразвука на каталитические процессы, «Успіхи химии», 69 (2), 2000, с. 178-191.
7. Roman V., Barsukov, Sergey N., Tchyganok, Eugene V. Chipurin Development and Research the Device of Transmission Electrical Power at Gyrating Piezoelectric Transducers electrodes. Siberian Russian Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2002: Workshops Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2002. – p. 35-36.
8. Rudolf Taugerbeck Ультразвук в стоматологической практике // Квинтэссенция. - Москва, 1996. – №3.– С. 23-24.
9. Насибулин Г.Г., Амирханов М.Г., Ягунд Э.М., Перухин Ю.В. Изучение процесса полимеризации акриловой пластмассы «Этакрил» методом инфракрасной спектроскопии.//Стоматология. – 1995. - №6. – С. 49-51.
10. Воложин А.И., Омаров И.А., Воронов А.П., Попов В.К., Антонов Е.Н. Повышение биологической совместимости зубных протезов из полиметилметакрилата с помощью гидроксиапатита// Стоматология. – 1997. - №5. – С. 40-43.

11. Патент на корисну модель №10807 UA, А61К6/00, А61С9/00. Спосіб виготовлення базисного матеріалу за допомогою ультразвукової дії/ В.М. Соколовська, М.Я. Нідзельський. - №и 2005 06397; заявл. 29.06.2005; опубл. 15.11.2005, Бюл. №11.
12. Балдев Радж, Раджендран В., Паламичани П. Применение ультразвука. – М., Техносфера, 2006, 576 с, 25,0 МБ, (DjVu).
13. Соколовська В.М. Нова технологія покращення міцнісних параметрів полімерних матеріалів за допомогою ультразвуку / Валентина Соколовська, Михайло Нідзельський// Український стоматологічний альманах. – 2006. – Том1, №1. – С. 72-76.
14. Соколовська В.М. Ультразвук як метод полімеризації акрилових полімерів при виготовленні знімних пластинкових протезів / Валентина Соколовська// Проблеми екології та медицини. – 2012. – Том 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 / Валентина Соколовська // Проблеми екології та медицини. – 2008. – Том 12, №5-6. – С. 42-45.
16. Патент на корисну модель №36981 UA, МПК (2006), А61В10/00, А61С13/007. Спосіб оцінки якості зубних протезів із полімерних матеріалів / В.М. Соколовська, М.Я. Нідзельський. - №и 2008 07892; заявл. 10.06.2008; опубл. 10.11.2008, Бюл. №21.

Резюме

В статі наведений аналіз літературних джерел про застосування ультразвукових пристроїв в стоматологічній практиці. Наведений опис ультразвукового магніострикційного апарату «УМА-01» Апарат

призначений для приготування базисного матеріалу для стоматологічних протезів на початковій стадії полімеризації акрилової пластмаси.

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

Резюме

В статті представлено аналіз літературних джерел про застосування ультразвукових пристроїв в стоматологічній практиці. Наведено опис ультразвукового магнітострикційного апарату «УМА-01». Апарат призначений для приготування базисного матеріалу для стоматологічних протезів на початковій стадії полімеризації акрилової пластмаси.

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

Summary

A special place in modern dentistry belongs efficiency problems in the orthopedic treatment of removable prosthesis, biocompatibility with the tissues of the prosthetic bed. There still question 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 to improve their polymerization. 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.

Also, we first proposed a way to determine the quality of bases dentures using ultrasonic flaw detector UD2-12 (GOST 2304984). 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.

Keywords: ultrasound, denture bases, polymers, polymerization, flaw detection.