

Значення магнітної сприйнятливості $CoCl_2$ для різних температур

	V(Тл)	0,2	0,3	0,4	0,5	$\chi_m \cdot 10^{-6}$
0°C (273,15K)	h(мм)	1,22	2,78	4,86	7,58	121635
60°C (333,15K)	h(мм)	0,72	1,56	2,78	4,34	99718
100°C (373,15K)	h(мм)	0,34	0,68	1,20	1,86	89025

Отже, у даній роботі на основі методу зважування парамагнетиків у зовнішньому магнітному полі одержано значення χ_m для твердих сполук при 0°C: $\chi_m = 121635 \cdot 10^{-6}$ для $CoCl_2$ і $\chi_m = 14310 \cdot 10^{-6}$ для $MnCl_2$, що добре узгоджуються з довідковими даними [3,4].

За вище описану методикою з достатньою точністю визначено магнітну сприйнятливість парамагнетиків при різних температурах.

Добре узгодження одержаних експериментальних результатів з довідковими значеннями підтверджує доцільність використання даної методики для швидкого визначення магнітної сприйнятливості парамагнетиків з різною температурою при використанні їх у відповідних магнітних пристроях.

Інформаційні джерела

1. Сніжної Г.В. Автоматизована установка для визначення магнітної сприйнятливості криць та стопів / Г.В. Сніжної, Є.Л. Жавжаров // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2012. – № 49. – С. 136-141.
2. Дружинін А.О. Магнітна сприйнятливість та намагніченість ниткоподібних кристалів Si-Ge / Дружинін А.О., Островський І.П., Когут Ю.Р. // Національний університет “Львівська політехніка”, лабораторія сенсорної електроніки та лазерної технології НДЦ “Кристал”. – 2007. – С. 105 – 110.
3. Дубровский И., Егоров Б., Рябошапка К. Справочник по физике. – Киев: Наукова думка, 1986. – 560с.
4. Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 157 с.

УДК 616-71

Мельник С.А., к.б.н., Казановська В.В.

Луцький національний технічний університет

ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ДОПЛЕРІВСЬКИХ МЕТОДІВ ТА ПРИЛАДІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ГЕМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

В даній роботі розглянуті основні принципи роботи та основні етапи розвитку приладів з урахуванням доплерівського ефекту для контролю гемодинамічних процесів.

Ключові слова: *ультразвукове дослідження, ефект Доплера, кровоток, гемодинамічні процеси.*

В данной статье рассмотрены основные принципы работы и основные этапы развития приборов с учетом доплеровского эффекта при контроле гемодинамических процессов.

Ключевые слова: *ультразвуковое обследование, эффект Доплера, кровоток, гемодинамические процессы.*

In this paper the basic principles and main stages of development of devices based Doppler effect for hemodynamic monitoring processes.

Keywords: *ultrasound, Doppler effect, blood flow, hemodynamic processes.*

За останні 40 років ультразвукове дослідження стало важливою діагностичною методикою. Його потенціал, як одного з лідерів медичного діагностичного зображення, був започаткований в 1930-х та 1940-х роках, коли Теодор Дуссік та його брат Фрідріх намагалися використати ультразвук для того, щоб діагностувати пухлини мозку. Але тільки в 1970-х роках, роботи цих і багатьох інших піонерів дослідження ультразвуку реально принесли свої плоди. Разом з технологічним вдосконаленням, ультразвук прогресував від великої, громіздкої машини, що виконувала

неоптимальні зображення, до переносного, зручного у використанні і складного приладу. Така еволюція вимагала тісного поєднання фізики, фізіології, медицини, техніки та управління.

Використання приладів з урахуванням доплерівського ефекту є найпоширенішим і дуже зручним неінвазивним методом дослідження кровотоку, що дозволяє виявити особливості регуляції кровотоку.

Застосування ультразвуку в медичній, в тому числі ветеринарній, діагностиці пов'язано з можливістю отримання зображення внутрішніх органів і структур. Основою методу є взаємодія ультразвуку з тканинами тіла людини. Сам процес отримання зображення можливо розділити на дві частини. Перша — випромінювання коротких ультразвукових імпульсів, направлених в тканини, що досліджуються, і друга — формування зображення на основі відбитих сигналів.

Результат УЗД (ультразвукове дослідження) часто є вирішальним аргументом при постановці діагнозу і виборі тактики лікування багатьох захворювань. УЗД є одним з найпоширеніших методів діагностики. Широку популярність УЗД отримало завдяки своїй безпеці. Ультразвук, що застосовується в апараті, абсолютно нешкідливий. Він не викликає ніяких побічних явищ і тим більше ушкоджень.

При ультразвуковому дослідженні з доплером (доплер УЗД) використовуються відбиті звукові хвилі для оцінки кровотоку через кровоносні судини. Це допомагає оцінити кровотік через основні артерії та вени рук, ніг, шиї. Дослідження може показати утруднення кровотоку при наявності звужень в артеріях шиї, що може послужити причиною інсульту. Так само можуть бути діагностовані згустки крові у венах ніг, які можуть відірватися і порушити кровотік в легенях. Доплерівське УЗД може використовуватися для визначення кровотоку плода при вагітності для того, щоб перевірити здоров'я малюка.

Під час доплер УЗД датчик розташовується на шкірі вище кровоносної судини. Датчик посиляє і отримує звукові хвилі, які посилюються за допомогою мікрофона. Звукові хвилі відбиваються від твердих об'єктів, включаючи кров'яні клітини. Рух цих клітин викликає зміну у відбитому звуковому сигналі (ефект Доплера). При відсутності кровотоку немає змін в переданому сигналі. Інформація про відображення звукових хвиль обробляється комп'ютером і ми можемо бачити графічне зображення руху крові в кровоносних судинах. Ці зображення можуть бути збережені для майбутньої оцінки та розгляду.

При подвійному ультразвуковому доплерівському дослідженні використовуються стандартні методи ультразвукового дослідження для отримання зображення кровоносної судини і навколишніх органів. Крім того, комп'ютер перетворює звуки в доплерографію, що дає уявлення про швидкість і характер кровотоку.

При кольоровій доплерографії зображення стандартного УЗД представляється кольоровим, на зображенні видно кровоносні судини. Комп'ютер відтворює звуки доплерівського дослідження і кольору, накладаючи їх один на одного, це дає можливість оцінити швидкість течії крові через судину.

Включений ультразвук – нова технологія ультразвукового дослідження, яка в 5 разів більш чутлива до виявлення кровотоку, ніж кольоровий доплер. При цьому дослідженні можна отримати деякі зображення, які неможливо отримати шляхом інших доплерівських досліджень. Зазвичай дане дослідження використовується для оцінки кровотоку в щільних органах.

Кровотік в окремих судинах зазвичай оцінюється за допомогою кольорового доплера або подвійного доплера. При комбінованому використанні цих методів можна одержати набагато більше інформації, ніж при роздільному їх використанні.

Переваги ультразвукової діагностики:

- ◆ неінвазивність (проводиться без порушення цілісності шкіряних покривів і введення токсичних контрастних речовин);
- ◆ висока інформативність та достовірність отримуваних результатів;
- ◆ можливість виявлення захворювань на ранніх стадіях уточнення діагнозів для вибору ефективного методу лікування;
- ◆ доступність;
- ◆ відносна простота процедури;
- ◆ можна повторювати неодноразово, зважаючи на повну відсутність іонізуючої радіації.

Фізична основа УЗД - п'єзоелектричний ефект. При деформації монокристалів деяких хімічних сполук (кварц, титанат барію) під впливом ультразвукових хвиль, на поверхні цих кристалів виникають протилежні за знаком електричні заряди - прямий п'єзоелектричний ефект. При подачі на них змінного електричного заряду, в кристалах виникають механічні коливання з випромінюванням ультразвукових хвиль. Таким чином, один і той же п'єзоелемент може бути поперемінно то приймачем, то джерелом ультразвукових хвиль.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

На першому етапі створення ультразвукових доплерівських приладів були розроблені найпростіші прилади з безперервним випромінюванням і представленням інформації доплерівського зсуву у вигляді звукових сигналів через вбудований в прилад динамік. Надалі вдосконалення елементної бази та нові методичні підходи дозволили менш ніж за два десятиліття досягти рівня технічних рішень, які найбільш повною мірою відповідають функціональним завданням споживача. Поява на початку 80-х років приладів з колірним картуванням потоків дозволило споживачеві успішно вирішувати завдання локалізації досліджуваного судини по напрямку і глибині, детектувати напрямок потоків за допомогою спеціальних світлових шкал, виробляти об'єктивну оцінку як інтегральних швидкостей потоків, так і розподілів в частотно-часовій області на основі спектрального аналізу, виконувати обчислення об'ємних показників швидкостей потоків в обраному перерізі судини. На сьогоднішній день доплерівські методи стали невід'ємним елементом практично у всіх областях клінічного застосування ультразвукової діагностики.

Розробниками послідовно були створені кілька поколінь ультразвукових доплерівських приладів: з безперервним випромінюванням без виділення напрямку кровотоку (найпростіші індикаторні прилади); з виділенням напрямки - поділом прямого і зворотного кровотоку і отриманням графічного відображення кривої (обвідної) усередненої за обсягом швидкості кровотоку; з імпульсним випромінюванням для локалізації по глибині дослідження; зі спектральним аналізом інформації - для отримання частотного і тимчасового розподілу швидкостей в досліджуваному об'єкті.

На новий якісний рівень вивела вітчизняні розробки науково-виробнича корпорація ВНДІ медичного приладобудування і французької фірми DMS. З 1989 р. в рамках ліцензійної угоди було освоєно виробництво приладів «Ангіодоп», створено оригінальне програмне забезпечення, освоєна технологія виробництва ультразвукових доплерівських датчиків.

Значно розширити функціональні можливості приладів і підвищити їх експлуатаційні характеристики дозволило активне застосування сучасних комп'ютерних технологій, передової електронної елементної бази, єдиних уніфікованих рішень. У 1992-1994 роках було розроблені групи приладів «Сономед», які на основі модульного принципу побудови дозволили реалізувати повний спектр доплерівських приладів - від найпростіших (з безперервним потоком) до приладів з візуалізацією потоків. Вітчизняні спектральні аналізатори доплерівських сигналів за своїми функціональними можливостями стали порівнянні із зарубіжними аналогами.

Передові технічні рішення були реалізовані в серії приладів «Біомед», які дозволили здійснити режим моніторингу при інтракраніальних обстеженнях, реалізували режим двоканальної візуалізації спектрів, розширили діапазон ультразвукових датчиків до 16 МГц, забезпечили можливість детектування емболів.

Для побудови приладів безперервного та імпульсного випромінювання використовується ряд відомих радіотехнічних електронних вузлів і блоків, розроблених з урахуванням специфіки взаємодії з електроакустичним елементом доплерівського приладу - ультразвуковим датчиком. Для ефективного застосування апаратури необхідне знання основних принципів роботи доплерівського приладу, його режимів і функціональних можливостей.

Ультразвуковий доплерівський прилад являє собою локаційне пристрій, принцип роботи якого полягає у випромінюванні зондуєчих сигналів в тіло пацієнта, приймання та обробки ехо-сигналів, відбитих від рухомих елементів кровотоку в судинах. Функціонування доплерівського приладу аналогічно роботі будь-якого іншого локаційного пристрою рухомих об'єктів для самих різних застосувань. Особливість ультразвукового приладу полягає у використанні як зондуєчого сигналу механічних коливань, що передаються у тіло людини.

Збудження ультразвукових коливань і прийом ехо-сигналів при роботі доплерівського приладу виконується датчиком, до складу якого входить один або кілька ультразвукових перетворювачів. Ультразвуковий перетворювач являє собою пластину з п'єзоелектричного матеріалу і призначений для перетворення вступників на нього електричних сигналів в ультразвукові хвилі при випромінюванні зондуєчого сигналу, і, відповідно, для зворотного перетворення ультразвукових хвиль в електричні сигнали в процесі прийому луна-сигналів.

SIGMA 110 – ультразвукова діагностична система, призначена для поліфункціонального сканування внутрішніх органів людини. Дана система заснована на ефекті Доплера та підтримує кольорове картування потоку. Дана модель являється мобільним ультразвуковим блоком, який включає наступні компоненти: електронний блок, клавіатурна панель, чорно-білий монітор, пульт керування, тримач зонда, звукова стереосистема для відтворення доплерівського сигналу, вихід для підключення відеомагнітофона та вихід для підключення чорно-білого відео принтера, вимикач, модуль з'єднувального зонда, підставка для ніг.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

VOLUSON 730 – це професійна система ультразвукової діагностики, яка передає ультразвукові хвилі тканинам тіла і на підставі інформації відбитих хвиль дає візуальне зображення органів. Дана система містить: монітор, пульт керування, тримач зонда, гучномовець, місце для різних дискководів, місце для принтера, вимикач, модуль з'єднувального зонда, підставка для ніг.

ULTIMA SM-50 - прилад ультразвуковий скануючий цифровий підвищеного класу з трьома широкосмуговими багаточастотними датчиками. Такий прилад складається з наступних компонентів: монітор, принтер для друкування зображень, вимикач, пульт керування, гучномовець, тримач зонда, місце для дискководів, клавіатурна панель, модуль з'єднувального зонда, підставка для ніг.

На даний момент в медицині необхідне використання діагностичного обладнання, тому використовують ультразвукові діагностичні апарати для ранньої діагностики захворювань внутрішніх органів та судин. Це сприяє попередженню серйозних захворювань людей та виступає важливим показником у своєчасному лікуванні. Розуміння принципу роботи ультразвукової діагностичної установки, знання основ фізики ультразвуку і його взаємодії з тканинами тіла людини допоможуть уникнути механічного, бездумного використання приладів, і, як наслідок, більш грамотного підходу до процесу діагностики гемодинамічних процесів.

Інформаційні джерела

1. Осипов Л. В. Физика и техника ультразвуковых диагностических систем // Медицинская визуализация. 1997. № 1. С. 6-14; № 2. С. 18-37; № 3. С. 38-46; № 4. С. 42-53. 1998. № 1. С. 28-33.
2. Kremkau F.W. Doppler ultrasound: principles and instruments. 2nd ed. Philadelphia; L. etc.: W.B. Saunders Co., 1995. P. 373.