

ТЕХНІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ТИРАЖУВАННЯ СИНХРОННО ОЗВУЧЕНОЇ УЧБОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

1. НЕОБХІДНІСТЬ СТВОРЕННЯ ОЗВУЧЕНИХ УЧБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

У лабораторії електрофізики Київського філіалу ВНДІПП по спеціальних видах друку розроблено метод та апаратуру для синхронного тиражування озвученої учбової продукції.

Розроблення проводилось у зв'язку з необхідністю створити озвучені учбово-посібні матеріали для студентів-заочників середніх та вищих учбових закладів країни, кількість яких досягає зараз 6 млн. чоловік [1].

Методичні та психологічні дослідження вчених усього світу показали, що для ефективного засвоєння учбового матеріалу необхідна участь як зорового, так і слухового сприймання. У багатьох вищих учбових закладах УРСР створені озвучені учбові курси з нарисної геометрії, опору матеріалів, деталей машин, вищої математики, іноземної мови та інших дисциплін.

Озвучений курс лекцій складається з 5—10 друківаних брошур та кількох магнітофонних касет із записами звука цих лекцій — магнітофільмами. Кожний з профілюючих вузів створює свої курси з різних дисциплін, які мають тираж 500 і більше примірників.

Розмноження 500 примірників магнітофільмів вимагає кількох магнітофонів, багато часу і матеріальних витрат.

Курси з потрібних дисциплін створює зараз кожний інститут окремо і розмножує силами своїх кабінетів звукозапису. Для заочних загальнотехнічних факультетів країни, програми яких ідентичні на двох перших курсах, тираж повинен бути 10—15 тис. примірників. Тиражування магнітофільмів у таких кількостях існуючими методами перепису є проблемою, яку технічно дуже важко розв'язати.

2. ПРИЛАД ДЛЯ ЗАПISУ ТА ВІДТВОРЕННЯ ОЗВУЧЕНИХ УЧБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Прилад «книга, що говорить», створений в інституті, із спеціальним синхронізатором та комплектами озвучених підручників є, за свідченнями багатьох спеціалістів, зручним та простим по конструкції й перспективним з точки зору тиражування учбових матеріалів методом контактного друку (метод копір-ефекту).

«Книга, що говорить» [2] — це апарат переносного типу. З допомогою цього апарату може бути записано на спеціально підготовленому аркуші звукове супроводження — магнітна фонограма — необхідного тексту. Дуже ефективно застосовувати магнітні записи, які зроблені з синхронізатором, що показує те саме місце друківаного тексту, яке звучить у цей момент.

Прилад «книга, що говорить» має такі основні частини (рис. 1).

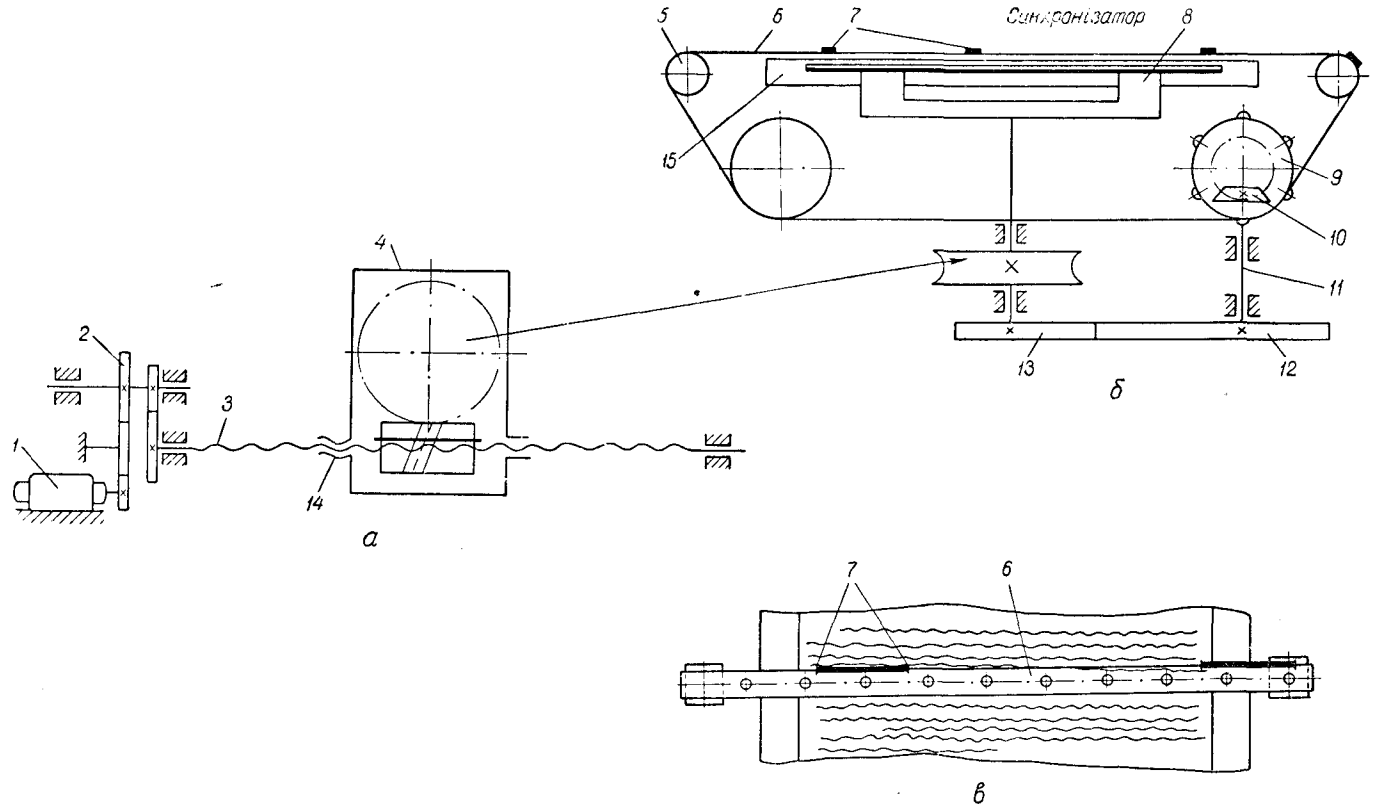


Рис. 1 Кінематична схема апарата «Книга, що говорить».

1. Приводний механізм, який складається з електродвигуна 1 та системи зубчатих коліс 2, ходового гвинта 3, черв'ячного редуктора 4. Синхронізуючого пристрою (рис. 1 б).

2. Система обертових магнітних головок 8, які мають поступовий рух уздовж аркуша, що зчитується (уперед та назад). Такий лист зчитується 5—10 хвилин.

3. Пюпітр з озвученим аркушем 15.

4. Підсилювач запису та відтворення звуку з потужністю 1,5 вт та нелінійними спотвореннями до 7%.

Прилад працює так: оберти двигуна передаються з зубчатих коліс 2 на ходовий гвинт 3. За допомогою гайки 14, яка закріплена у корпусі редуктора 4, редуктор разом із синхронізатором поступово рухаються уздовж гвинта. Черв'як закріплений на ходовому гвинті за допомогою шпонки. Від шестерні 13, яка закріплена на валу черв'ячного колеса й обертається разом з ним, рух за допомогою вертикального вала 11 передається на синхронізатор, який складається з таких частин (рис. 1, б) пари конічних зубчатих коліс 10; ведучого барабану 9; ролика 5, який підтримує стрілку 6, та прозорої костофанової перфорованої стрічки 6 з вказівниками 7 місця (рис. 1 в), яке читається.

Стрічка рухається уздовж рядка друкованого тексту і вказує те саме місце, яке звучить у цей час. Вказівник має вигляд кольорової риски довжиною 14 мм. У зв'язку з ускладненим рухом вказівника (вздовж аркуша разом з редуктором і синхронізатором та вздовж рядка разом із стрічкою) приріст шляху на початку рядка та при кінці його усувається кутом, на який повернута стрічка відносно друкованого рядка.

На одному боці озвученого аркуша розміщуються друковані матеріали, а на другому — феромагнітна плівка із записом звуку. Звук і друкований текст об'єднані тут на одному аркуші паперу.

3. АПАРАТУРА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТИРАЖУВАННЯ

Спеціальний аркуш із феромагнітною плівкою начитується кваліфікованим диктором і стає формою для друку звукової частини учебного матеріалу.

У лабораторії електрофізики створено макет приладу для тиражування звукового супроводження друкованих матеріалів [3]. Висновки з досліджень на цьому макеті дають право сподіватися на скорочення часу для тиражування звуку в 10—15 разів у порівнянні з існуючими методами розмноження магнітофільмів.

Схема приладу для контактного тиражування показана на рис. 2. Стискні плити 1 і 2 гідралічного преса несуть нижній 4 та верхній 3 магнітні опромінювачі-дроселі, з обмотками П-подібного типу. Дросель 3 разом із верхньою плитою преса

2 підіймається таким чином, щоб у щілину можна було закласти рамку 5. Рамка має дві вініпластові пластини з закріпленою на них гумою. Проміж пластин знаходиться форма звуку (оригінальний запис) та копія, яка має вигляд звичайного друкованого аркуша з чистою магнітною плівкою на протилежному боці. Магнітні шари форми й копії повинні щільно стискуватися. Стискування приводить до замкнення магнітних систем обох опромінюючих дроселів, до обмоток яких подається напруга від промислової мережі змінного струму. Після опромінюван-

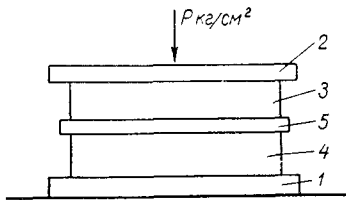


Рис. 2. Схематичний вигляд апарату для контактної тиражування.

ня з рамки виймається готова копія, закладається новий аркуш і процес повторюється.

Досліджувались такі параметри тиражування звуку за методом копір-ефекту.

1. Залежність величини вихідної звукової напруги при відтворенні копії від оптимального питомого тиску.
2. Залежність вихідної напруги при відтворенні копії від спектру частот, з якого складається мова людини.
3. Залежність вихідної напруги при відтворенні копії від величини вихідної напруги при відтворенні оригінального запису (форми).
4. Залежність вихідних напруг при відтворенні оригінала і копії від кількості копій при тиражуванні.
5. Конструктивні особливості опромінюючого дроселя та оптимальна форма додаткового поля змінного напрямку.

4. ФІЗИКА ПРОЦЕСУ КОНТАКТНОГО ТИРАЖУВАННЯ ЗВУКУ (МЕТОД КОПІР-ЕФЕКТ)

З явищем контактного тиражування зустрічаються, коли магнітофонна стрічка із записом щільно змотана в ролон. Сусідні витки плівки підпадають під вплив магнітних полів дуже намагнічених частин стрічки, намагнічуються і при відтворенні ми чуємо луни. Це явище і є копір-ефектом [4]. Рівень копір-ефекта зменшений у порівнянні з основним сигналом у 178—300 разів. Вивчення цього шкідливого явища, яке має місце при звукозапису на стрічці, вплинуло на розроблення контактного методу тиражування звуку.

Контактне тиражування звуку є також копір-ефектом, підсилення дією додаткового магнітного поля змінного напрямку.

Форма звуку (оригінальний запис) є своєрідним протяжним постійним магнітом, інтенсивність намагнічування якого змінюється на аркуші за величиною і напрямком. Якщо у магнітне поле такого магніту внести аркуш паперу, один бік якого вкритий шаром ферромагнітної плівки, ця плівка буде намагнічуватися з інтенсивністю діючого на неї поля від записаної плівки (форми звуку) до величини, що залежить від магнітних характеристик матеріалу, з якого виготовлена плівка копії.

При звичайних зіткненнях рівень скопійованого сигналу дуже малий. Прослухати таку копію неможливо. Процес зовсім змінюється, якщо під час зіткнення оригіналу та копії опромінити їх додатковим магнітним полем змінного напрямку. На рис. 3 показана крива 1 залишкової намагніченості плівки копії після впливу на неї постійного магнітного поля форми (оригіналу), характер зміни якого показаний на позиції 3. Щоб мати максимальну залишкову індукцію B_1 , яка після тиражування дає змогу одержати нормальну копію, треба створити поле величини H_1 . Таку величину не може мати поле оригіналу, залишкова магнітна індукція якого визначається магнітними особливостями її плівки та умовами копіювання.

Коли діє додаткове поле змінного напрямку, форма якого показана на позиції 4, то, щоб мати таку ж саму величину залишкової індукції B_1 , треба створити магнітне поле H_2 , яке у 5—10 разів менше від по-

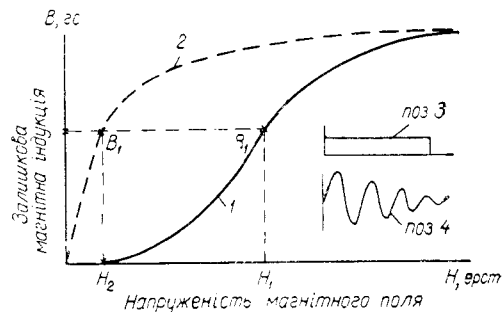


Рис. 3. Одночасна дія постійного магнітного поля та поля змінного напрямку.

ля H_1 . Крива 2 показує, як діє на магнітну плівку копії постійне поле оригіналу (форми) позиція 3 разом з додатковим полем змінного напрямку, позиція 4.

Описане явище зв'язане зі змінами в положеннях атомів у кристалічній ґратці матеріалу магнітного шару копії, а також із стійкою переорієнтацією магнітних диполів.

Додаткове магнітне поле зосереджено у щілині між опромінюючими дроселями.

5. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

5—1. Оптимальний питомий тиск. Питомий тиск має оптимальну величину $4,5 \div 5,5 \text{ кг/см}^2$ (рис. 4). Дальше збільшення питомого тиску не дає підвищення вихідної напруги при відтворенні копії. Усі дальші дослідження проводились при величині питомого тиску $5,5 \text{ кг/см}^2$.

5—2. Передача різних частот і можливість внесення частотних корекцій перед тиражуванням. На рис. 5 показано, як передаються при

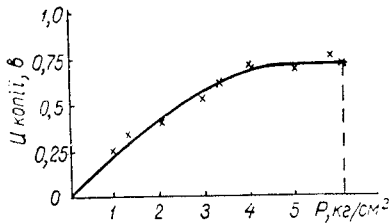


Рис. 4. Залежність вихідної напруги при відтворенні копії від питомого тиску.

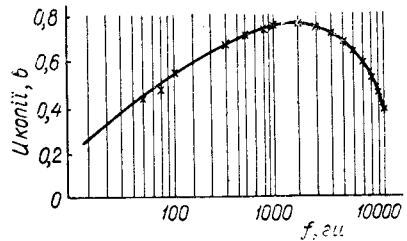


Рис. 5. Залежність вихідної напруги при відтворенні копії від складу частотного спектра мови людини.

тиражуванні різні частоти, які входять до складу спектра людської мови, що має основні частоти у діапазоні $100 \div 10000 \text{ Гц}$. Ця частотна характеристика повинна записуватися на форму, тиражуватися та відтворюватися з кожної копії без будь-яких спотворень.

На високих частотах $5000 \div 10000 \text{ Гц}$, коли довжина хвилі невелика, напруженість магнітного поля швидко спадає при збільшенні віддалі від поверхні форми. Для коротких хвиль будь-який маленький зазор, трапляється, не дає можливості намагнічування копії, бо більша частина потоку замкнеться через повітря.

Якщо феромагнітна плівка знаходиться на аркуші з шорсткою поверхнею, завал високих частот збільшиться через наявність додаткових щілин. Спотворення на високих частотах не є принциповими і виключаються вибором найгладших сортів паперу. Цих спотворень можна також уникнути доцільною конструкцією рамки для тиражування.

Дослідження показали, що найкращі результати були при застосуванні офсетного паперу 240 г/см^2 . Рівень вихідної напруги при відтворенні копії був у $1,2 \div 1,5$ раза менший, ніж вихідна напруга при відтворенні форми (оригінального запису) звуку.

Частотні спотворення низьких частот залежать від довжини хвилі записаного сигналу — зі збільшенням довжини хвилі збільшуються і спотворення. Це пояснюється тим, що при зростанні довжини хвилі сигналу магнітний потік форми у повітрі розсіюється на все більший простір у порівнянні з тим простором, який займає феромагнітний шар копії.

Ці спотворення мають принциповий характер, боротьба з ними затруднюється. Щоб мати копію з потрібними характеристиками, оригінальні записи (форми) повинні робитися з відповідним підйомом низь-

ких частот. Дослідження довели, що підйом низьких частот 100 ÷ 600 гц повинен бути зроблений перед записом звуку на форму у 3 ÷ 4 рази в порівнянні з тим, що бажано мати на копії.

5—3. **Вихідна напруга при відтворенні копії.** Як можна бачити з рис. 6, вихідна напруга при відтворенні копії завжди менша, ніж вихідна напруга при відтворенні оригіналу (форми), бо не весь магнітний потік, який виходить з оригіналу, проходить крізь феромагнітний шар копії. Значна частина його розсіюється у повітрі на існуючих конструктивних зазорах.

5—4. **Тиражність оригіналу.** При перших дослідженнях на макеті було зроблено до 400 копій без значної різниці між ними по рівню вихідної напруги при відтворенні. На рис. 7 показано, що при першому ж тиражуванні форма розмагнічується у 2—3 рази, а потім вже залишається без змін. Японські вчені [5] мали 2000 копій без значних змін від першої до 2000 копій.

5—5. **Конструкція опромінюючого дроселя та оптимальна форма додаткового поля.** Досліджено чотири різні форми дроселів, з яких

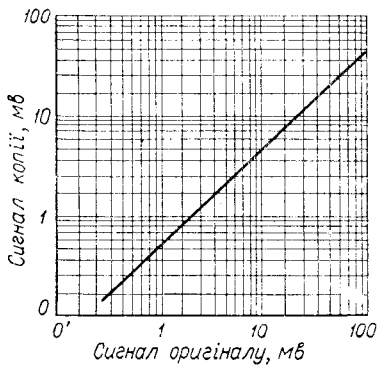


Рис. 6. Співвідношення вихідних напруг при відтворенні копії та оригіналу після тиражування.

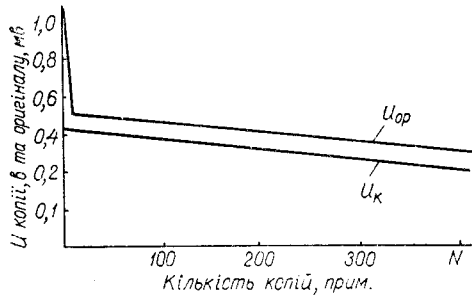


Рис. 7. Залежність вихідної напруги при відтворенні копії та оригіналу від кількості копій.

П-подібний дросель виявився найбільш вигідним: у щільні його найменше розсіювання магнітного поля, він дає найкращу частотну характеристику тиражування і має найпростіші деталі для виготовлення.

Додаткове опромінююче магнітне поле найбільш ефективне при лінійному його зростанні від нуля до максимуму, а потім при такому ж лінійному спаді від максимуму до нуля. Тривалість зміни 0,1 ÷ 0,5 сек.

Оптимальна величина магнітного поля має сигнал без нелінійних спотворень при найбільшій можливій величині вихідної напруги копії.

6. ВИСНОВКИ

Вивчення основних характеристик тиражування показує можливість створення пристрою до існуючих машин для друку, який би здійснював тиражування звуку.

Тиражування за допомогою промислового струму може бути здійснене при швидкості паперового полотна до 300 см/сек. Таким чином, машини для друку типу ПРЛ, ПРК-3, ПД-2, ПОЛ-1, ПОЛ-2 та деякі інші можуть брати участь у безперервному технологічному процесі виготовлення озвучених підручників. У цьому разі папір подається з ролону; одна із сторін паперу вкривається магнітним шаром, подається на сушку, потім друкується й подається у секцію, де друкується звук методом контактного тиражування [6].

Машини з більшою швидкістю повинні мати генератори випромінювання з частотою до 10000 *гц*.

Автоматизація процесу може збільшити продуктивність існуючих зараз методів тиражування звуку у 10—15 разів при найменших затратах коштів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Отчет филиала ВНИИПП по теме XIV. Выяснение возможностей серийного производства листов «говорящей книги». Часть I. 1963 (рукопись).
2. Отчет филиала ВНИИПП по теме 30—62. Выбор рациональной конструкции и принципиальной схемы «говорящей книги». 1962 (рукопись).
3. Отчет филиала ВНИИПП по теме 10ф—64 «Выяснение возможностей массового производства синхронно озвученных листов обучающей машины типа «говорящая книга» методом контактного тиражирования. Часть 2. Экспериментальные работы. 1965 (рукопись).
4. Camras Marvin. Duplicating magnetic tape by contact printing, Journ. „Electronics“, 1949. V 22, N 12.
5. Y. Hoshino, M. Sato, M. Namikawa. On the Production of Sound Recording Sheet for Magnetic Book Reader, Journal of the Electrochemical Society of Japan. V 26, N 1—3, 1958.
6. Японский патент 18892 кл. 1021 (116CO). 20.10.61 г. Намикава М., Тотихара Д., Хошино К. Система одновременного печатания текста, иллюстраций и звуковых дорожек на листе бумаги для магнитной звукозаписи.

D. B. YAMPOLSKAYA

TECHNICAL POSSIBILITIES OF CIRCULATING SYNCHRONOUSLY RESOUNDED EDUCATIONAL PRODUCTION

Summary

The article shows the necessity of creating resounded text-books which permit to use widely the most effective method of audiovisual teaching, which combines simultaneous sound and visual perception of the text. It is described the arrangement for the record and reproduction of such school materials and the results of the investigation of the main characteristics of the method of the contact circulation of synchronously resounded educational materials. This method permits to print a text and a sound on the same paper which is apart of the resounded text-book. The usage of the contact circulation method when the process is made automatic increases the productivity of magnetfilms at 10—15 times received at re-recording which is used at present.

