



Technologia oraz własności płyt gramofonowych

N. Macura^a, B. Ziębowicz^b

^a Studentka Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny

email: noemi.macura@gmail.com

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych

email: boguslaw.ziebowicz@polsl.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono zagadnienia związane z historią stosowania płyt gramofonowych oraz z technologią ich wytwarzania. Omówiono także podstawowe własności materiału stosowanego do ich produkcji – polichlorku winylu oraz opisano budowę gramofonu. Oceniono również jakość powierzchni płyty przy użyciu SEM.

Abstract: The paper presents a history of usage of gramophone records and also a method of fabricating them. There are described the properties of the material commonly used for producing the records – polyvinyl chloride. The construction of a gramophone is shown as well. The quality of a surface of the gramophone records was examined by SEM.

Słowa kluczowe: płyta gramofonowa, gramofon, polichlorek winylu, SEM

1. WSTĘP

Od wielu wieków ludzie marzyli o tym, by zachować dźwięk, zatrzymać go i w przyszłości odtworzyć w dowolnym miejscu i w dowolnym czasie [5]. Marzenie to ziściło się dzięki wynalazcy Thomasowi Alvie Edisonowi. To właśnie on stworzył fonograf, pierwsze urządzenie do zapisu dźwięku. Z biegiem lat technologię tę ulepszano. Fonograf ewoluował do gramofonu, a płyty gramofonowe do płyt CD jako do nowej formy dźwięku w zapisie cyfrowym. Niewykluczone, iż w niedalekiej przyszłości utworów ulubionych wykonawców będziemy słuchali wyłącznie z kart pamięci. Pomimo, iż od początków fonografii dążono do polepszania jakości dźwięku, wraz z rosnącą popularnością odtwarzaczy mp3, jakość dźwięku, w rzeczywistości jest gorsza od płyt gramofonowych i CD. W kontekście powyższych zmian, zmierzających do minimalizacji i wielofunkcyjności formatu kosztem jakości dźwięku, płyty gramofonowe przeżywają swój renesans. Choć powodów może być wiele, podstawową przyczyną tego jest jakość odtwarzanego dźwięku. Analogowy dźwięk zapisany w rowku płyty wraz z dobrą jakością sprzętem gwarantuje brzmienie bardziej naturalne niż dźwięk cyfrowy na płycie CD czy odtwarzaczu mp3. Stąd też warto zainteresować się tematem nie tylko z punktu widzenia inżynierii dźwięku ale też z punktu widzenia inżynierii materiałowej i technologii.

2. RYS HISTORYCZNY

Chcąc opisać historię gramofonu i płyt gramofonowych słusznie powinno rozpocząć się od wspomnienia pierwszych znanym nam prób zapisania dźwięku, a więc należałoby cofnąć się do roku 1857, kiedy to francuz Édouard-Léon Scott de Martinville dokonał pierwszego zapisu dźwięku swoim urządzeniem – tzw. fonoautografem. Zapisywało ono wizualnie dźwięk poprzez tubę i membranę, która drgając poruszała rylcem, ten z kolei zapisywał ślad na papierowym walcu pokrytym sadzą. Niestety, fonoautograf nie mógł odtworzyć formatu, który sam stworzył. Dopiero po 20 latach w 1877 roku, za sprawą Thomasa Alvy Edisona i jego fonografu mowa jest o w pełni sprawnym urządzeniu do zapisywania i odczytywania dźwięku. Oznacza to tym samym początek historii gramofonu, która liczy sobie blisko 140 lat [1,6].

Prototypowy fonograf Edisona, wzorowany na fonoautografie, przybierał formę cylindra o średnicy około 10 cm i takiej samej długości, ze spiralnym wyżłobieniem o głębokości 0,25 cm na całej powierzchni. Umocowany był na śrubowym trzonie, którym obracało się za pomocą ręcznej korbki. Po obu stronach cylindra znajdowały się prymitywne głowice: jedna do zapisu, druga do odczytu. Cylinder owinięty był folią cynową, w której jeden z ryłców żłobił zapis dźwięku, wtlaczając folię w spiralny rowek na cylindrze. Odtwarzanie odbywało się z drugiej strony, gdzie znajdował się taki sam rylec, ale umieszczony na bardziej czułej membranie. Cała idea działania opierała się na czułych membranach, na których były umieszczone ryłce. Ruch powietrza, powodował drgania membrany, na której był umocowany rylec zapisujący ścieżkę. Z kolei na odwrót działała druga strona urządzenia – rylec przesuwający się po zapisanej ścieżce wprawiał w ruch membranę, która z kolei poruszała powietrze i w ten sposób powstawał dźwięk. Pierwotnie głównym przeznaczeniem fonografu było jego zastosowanie jako dyktafonu. Na ziemi polskie pierwsze wiadomości o fonografie trafiły już w 1878 r. Odbywały się pokazy, podczas których każdy mógł nagrać swój głos, jak również zamówić inne nagranie lub nabyć przywieziony przez wysłannika Edisona walek z gotowym nagraniem artysty. Fonograf nie mógł jednak poważniej zainteresować jako źródło muzyki, gdyż muzykę tę ledwo się słyszało, a jej czas nieprzerwanego trwania mógł wynosić niewiele ponad jedną minutę [1,5].

W 1878 roku Thomas Alva Edison rozpoczął próby z zapisem dźwięku na nośniku w postaci płaskiej, okrągłej płyty. Po napotkaniu problemów wynikających ze zmieniającego się promienia na płycie Edison zaniechał dalszych eksperymentów i zajął się pracą nad oświetleniem elektrycznym. W międzyczasie, Alexander Graham Bell skonstruował gramofon. Urządzenie to powstało poprzez modernizację fonografu Edisona. Bell zastąpił tekturowy walek pokryty folią cynową na walek pokryty warstwą wosku, z kolei napęd realizowany był poprzez silnik elektryczny. Tym sposobem technika tłoczenia nośnika dźwięku zmieniła się na jego nacinanie, polepszając znacznie jakość odtwarzanego dźwięku i redukując ilość szumów. Wydarzenie to sprowadziło Edisona na dawne ścieżki i w konsekwencji do ulepszenia swojego dawnego wynalazku, modernizując cynkowy walec na w pełni woskowy. Fonografy w takiej czy innej formie istniały aż do roku 1929. Co istotne, fonograf do końca swojego istnienia był urządzeniem całkowicie akustycznym, opartym jedynie na czułej membranie. Nigdy nie eksperymentowano bowiem z zapisem elektrycznym, mikrofonowym. Rok 1887 to rok przełomowy dla historii gramofonu. Zapisał się w historii jako rok opatentowania przez Emila Berlinera gramofonu. Nie da się ukryć iż gramofon wyewoluował z fonografu. Natchnieniem dla Berlinera był fakt braku możliwości kopiowania oryginalnego zapisu. Jedynym sposobem było rozcinanie oryginalnego cylindra i spłaszczanie go, co oczywiście nie obyło się bez uszkodzenia rowków. Toteż okrągły cylinder zastąpiono płaską okrągłą

płytą. Sama zasada działania pozostała bez zmian. W pierwszych próbach użyto ciężkiej, szklanej płyty pokrytej sadzą, którą wprawiono w ruch obrotowy. Dzięki umieszczeniu rylca na śrubie przesuwiał się on po promieniu płyty. Tak powstała płytę należało jeszcze skopiować na innym, zdecydowanie trwalszym materiale. Dlatego też ślad w sadzy był utrwalany lakierem, a następnie metodą fotorytowniczą przenoszony na płytę metalową. A taką płytę dało się już odtwarzać. Ówczesne płyty gramofonowe cynkowe oraz szklane pokryte były woskiem, a w późniejszym okresie, w okolicach roku 1889, szelakiem (naturalną żywicą otrzymywaną z wydzieliny insektów żyjących głównie na figowcach) [6,8].

Główną cechą odróżniającą fonograf od gramofonu był zapis: pionowy fonografu i poziomy gramofonu, jak również i to, iż gramofon w przeciwieństwie do fonografu miał być urządzeniem przeznaczonym wyłącznie do odtwarzania gotowych, powielonych nagrań. W przeciągu kilku lat Berlinerowi udało się opracować sposób szybkiego kopiowania płyt. Tworzywem i jednocześnie nośnikiem danych stał się ebonit – wulkanizowany kauczuk, materiał trwały i stosunkowo lekki. Dzięki opracowaniu technologii powielania można było stworzyć coś na kształt produkcji seryjnej, a płyty osiągały 7-calową średnicę i jednostronny, dwuminutowy zapis. Oczywiście pierwsze gramofony były to urządzenia tylko mechaniczne – podobnie jak fonografy wykorzystywały igłę podpiętą do membrany, której wylot skierowany był do rozszerzającej się tuby. Napęd mechanizmu początkowo był ręczny, za pomocą korby. Stosunkowo szybko, bo już w 1925 roku pojawiły się rozwiązania elektryczne – wielkie i ciężkie silniki na baterie. Wraz z tą zmianą wprowadzono również aparat przetwarzający drgania mechaniczne w drgania elektryczne. Kolejnymi ważnymi datami dla rozwoju historii gramofonu stał się rok 1946, a więc pojawienie się pierwszej płyty wykonanej z polichloru winylu (firma Radio Corporation of America – RCA) oraz rok 1948, kiedy to powstała pierwsza drobnorowkowa płyta długogrająca – Long-Play (firma Columbia Records). Główną zaletą tej płyty było to, że na każdej stronie można było nagrać 20 minut muzyki. Kolejno w roku 1958 po raz pierwszy utwalono na płycie zapis dźwięku stereofonicznego. Od tego momentu możemy mówić o nowoczesnej gramofonii. Przez następne lata rozwijały się technika nagrań oraz gramofony lecz płyta winylowa, jako nośnik muzyki, pozostała bez zmian [1,5,8].

Pomimo trudnej sytuacji politycznej Polski na początku XX wieku, na terenie naszego kraju działały liczne przedstawicielstwa zagranicznych firm fonograficznych (np. Gramophone, Pathe, Zonophone, Stella, Janus, Favorite), gdzie nagrania sprowadzano z zagranicy. W roku 1908 na rynku pojawiły się już pierwsze płyty rdzennie polskiej firmy Syrena Record [5]. Po II wojnie światowej w roku 1946 powstała wytwórnia Fogg Records, a dwa lata później Zakłady Fonograficzne Muza, które przekształcono w roku 1955 w Przedsiębiorstwo Państwowe Polskie Nagrania Muza zajmujące się realizacją dźwięku oraz etapem tłoczenia płyt i produkcji matryc. Historia polskiej fonografii nierozzerwalnie związana jest z bardzo popularnym w latach 60 i 70 XX wieku gramofonem Bambino produkowanym do roku 1963 przez Łódzkie Zakłady Radiowe Fonica w Łodzi. W latach 1957-1991 w miejscowości Pionki w województwie mazowieckim działała tłocznia płyt gramofonowych w Zakładach Tworzyw Sztucznych Pronit. Tłocznia przez ponad trzy dekady produkowała płyty gramofonowe dla odbiorców muzycznych w całej Polsce, zazwyczaj na zlecenie ówczesnych wydawnictw muzycznych. W końcowej dekadzie produkcji tłocznia działała także pod własnym wydawnictwem. Pod koniec lat osiemdziesiątych tłocznię płyt gramofonowych zaczęto likwidować z uwagi na jej niekonkurencyjność w stosunku do płyt kompaktowych [6]. Dziś w Polsce i na całym świecie odradzają się stare i powstają nowe firmy fonograficzne produkujące muzykę na płytach winylowych, czego przykładem może być firma Fogg Records, którą prowadzi Andrzej Fogg prawnuk założyciela i zarazem słynnego piosenkarza Mieczysława Fogga.

3. BUDOWA GRAMOFONU I ZASADA JEGO DZIAŁANIA

Gramofon jest przetwornikiem, który przemienia drgania igły na sygnał foniczny. Igła jest jedyną częścią adaptera, która ma kontakt z płytą, a jej warunki pracy są niezwykle trudne. Igły można podzielić sferyczne (najpopularniejsze), eliptyczne oraz typu fine-line (rys. 1) [7]. Typ igły ściśle związany jest z jakością odtwarzanego dźwięku. Ma tutaj znaczenie precyzyjne prowadzenie igły po płycie, powierzchnia styku i sposób rozłożenia nacisku. Igły wykonywane są z szafiru lub z diamentu. Drgania igły przetwarzane są na impulsy elektryczne we wkładce, do której igła jest przymocowana.



Rysunek 1. Typy igieł gramofonowych: a) sferyczna, b) eliptyczna, c) fine-line [7]

Figure 1. The types of gramophone needles a) spherical, b) elliptical, c) fine-line [7]

Dynamika zapisu ściśle uzależniona jest również od szerokości rowka. Im więcej muzyki chcemy zmieścić na płycie tym bardziej musimy zmniejszyć szerokość rowka. Należy również zachować bezpieczny odstęp wynikający z powodów technologii tłoczenia. Tak więc, zwykle płyty winylowe (średnica około 30 cm) mieszczą nie więcej jak 40 minut muzyki. Przypadki, w których udało się zapisać 50 minut muzyki zwykle odbywały się już kosztem dynamiki zapisu [10]. Istotny wpływ na jakość odczytywanego dźwięku ma również ramię gramofonowe, na którym zamocowana jest wkładka. Zapewnia ona odpowiedni docisk igły do płyty, dobierany w zależności od preferencji w emitowanym brzmieniu. Obniżając nacisk polepszamy przestrzenność, dźwięk staje się nieco jaśniejszy. Z kolei zwiększając nacisk dodajemy niskich tonów i zwiększamy dynamikę [7]. Ponadto bardzo istotny jest również kształt oraz materiał, z którego wykonano ramię. Zazwyczaj jest to metalowa rurka lub kształtownik, jednak od kilku lat modne stały się ramiona wykonane z kompozytu na bazie włókna węglowego. Powodem ich stosowania jest fakt, że w sposób istotny tłumią drgania mechaniczne. Drgania harmoniczne z ramienia wpływają na to co odczytujemy z płyty, pogarszając lub nieco podbarwiając dźwięk [10]. Talerz, na którym spoczywa płyta gramofonowa powinien obracać się z dokładnie taką samą prędkością z jaką nagrana została płyta. Ze względu na charakter zapisu płyt, niezbędna do ich odczytu jest także duża stabilność gramofonu. Z tego powodu obudowy gramofonu wykonuje się z materiałów odznaczających się dużą masą (np.: szkło, metal, lite drewno). W gramofonie parametrów, które można regulować jest bardzo dużo, jednak zaledwie kilka możemy regulować samodzielnie. Zaliczają się do nich: prędkość obrotowa, nacisk wkładki, kąt prowadzenia, VTA (kąt, pod jakim ustawiona jest górna

płaszczyzna wkładki względem płaszczyzny płyty) oraz azymut [7]. Dużo mówi się o samej jakości odtwarzanego dźwięku za pośrednictwem płyty gramofonowej. Przez większość uznawana jest za bardziej „muzyczną”. Na to wrażenie z pewnością wpływa szerszy zakres przenoszenia muzyki (od 20 Hz do 25 kHz), niskie i wysokie tony nie są tak drastycznie kompresowane jak w przypadku płyt CD przez co bliższa jest samej naturalnej zasadzie muzyki.

4. WYTWARZANIE PŁYTY GRAMOFONOWEJ

4.1. Materiały do produkcji płyt gramofonowych

Najpopularniejszym materiałem do produkcji płyt gramofonowych niezastąpionym od roku 1946 jest polichlorek winylu.

Wcześniej do ich wyrobu stosowano szelak (odmiana żywicy naturalnej, pozyskiwana z wydzieliny owadów zwanych czerwcami) wraz z mieszanką wypełniaczy takich jak: talk, sadza, włókna lniane czy bawełniane (by zwiększyć własności wytrzymałościowe). Jakość nagrania w dużej mierze zależała od stopnia rozdrobnienia masy. Stosowany szelak był bardzo kruchy. Ponadto płyty szelakowe posiadały większą średnicę ze względu na wysokie niebezpieczeństwo łatwego uszkodzenia rowków, jeśli znajdowałyby się zbyt blisko siebie [9].

Polichlorek winylu to polimer syntetyczny z grupy polimerów winylowych otrzymywany w wyniku polimeryzacji monomeru – chlorku winylu. Ma on właściwości termoplastyczne, dzięki czemu może być przetwarzany na gorąco poprzez proces prasowania. Ponadto charakteryzuje się dużą wytrzymałością mechaniczną, niską odpornością na ścieranie oraz jest odporny na działanie wielu niepolarnych rozpuszczalników, stężonych, ale także rozcieńczonych kwasów (solnego, siarkowego, azotowego), zasad i olejów mineralnych [2]. Powyższe cechy, jak i jego mniejsza ziarnistość w porównaniu z szelakiem przyczyniły się do zastosowania go w produkcji płyt gramofonowych. Zastosowanie polichlorku winylu spowodowało także znaczne zmniejszenie szumu podczas odtwarzania i ograniczenie zużywania się igieł gramofonowych. Dzięki jego zastosowaniu rozwiązano również problem odległości między rowkami i ich niszczenia (podczas, gdy na płycie szelakowej może zmieścić się od 80÷100 rowków na około 2,5 cm, to na płycie winylowej może być ich już 260). Do niezaprzeczalnych wad płyty wykonanej z PVC należy łatwość zarysowania powierzchni oraz to, że ulega on działaniu sił elektrostatycznych (płyty bardzo łatwo się elektryzują i przyciągają kurz) [4,9].

4.2. Proces wytwarzania płyty gramofonowej

Produkcja płyt gramofonowych to bardzo czasochłonny i skomplikowany proces. Rozpoczyna się od wykonania aluminiowego szkieletu płyty, który poddaje się szlifowaniu i polerowaniu by pozbyć się chropowatości (rys. 2. 1÷2). Gdy polerowana powierzchnia osiągnie pożądaną gładkość, kolejnym etapem jest pokrywanie aluminiowego krążka grubą, równą warstwą lakieru nitrocelulozowego. Po wyschnięciu lakieru, powstaje twarda i szklista skorupa (rys. 2. 3). W krążkach, które przeszły kontrolę jakości (a jest ich jedynie niespełna 50%) wybijane są otwory. Gotowa posegregowana partia płyt wysyłana jest do studia nagrań (rys. 2. 4). Na miejscu, krążek umieszczany jest na talerzu maszyny do żłobienia rowków. Maszyna zaopatrzona jest w przewód próżniowy do odpowiedniego pozycjonowania płyty, mikroskop do kontroli jakości zapisu oraz rylec i głowicę nacinającą. Gdy płyta jest odpowiednio ustawiona, operator maszyny nacina rowek próbny by zbadać jakość zapisu. Po regulacji głowicy nacinającej następuje rzeźbienie na powierzchni płyty obrazu drgań

akustycznych, za pomocą szafirowego ryłca (rys. 2. 5÷6). Po przejściu przez ostateczną kontrolę jakości nagrania, płyta wzorec gotowa jest do następnego etapu produkcji, a więc do bezpośredniego odlania matrycy tłoczącej, na tyle twardej by mogła posłużyć do wykonania wielu kopii nagrania.



Rysunek 2. Etapy wytwarzania płyty gramofonowej [3]

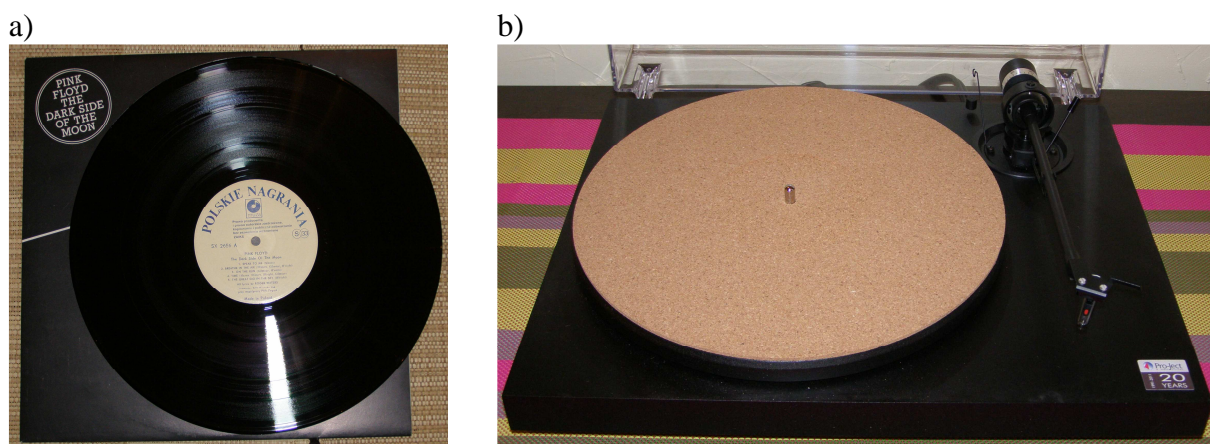
Figure 2. The stages of manufacturing a gramophone record [3]

Aby stworzyć taką matrycę, należy wcześniej umyć lakierową płytę i spryskać chlorkiem cynawym (rys. 2. 7). Tak przygotowana powierzchnia pomaga przywrzeć powłocę azotku srebra, natryskiwanej w kolejnym etapie (rys. 2. 8). Następnym krokiem jest pokrywanie posrebrzanej strony płyty grubą warstwą niklu w wannie galwanizerskiej (rys. 2. 9). Metalowy krążek, który posłuży jako stempel prasy tłoczącej powstaje poprzez oddzielenie warstwy metalu od lakierowanej powierzchni płyty (rys. 2. 10). Gdy matryca jest już gotowa, należy przygotować tworzywo, którym jest polichlorek winylu, poprzez roztopienie granulatu w ekstruderze (rys. 2. 11). Odmierzona porcja tworzywa PVC trafia pod prasę, wraz ze

wcześniej powstałą papierową etykietą (rys. 2. 12). Ściśnięcie bryłki tworzywa przez rozgrzane matryce odbywa się przy nacisku 100 ton. Roztopiona porcja PVC przybiera kształt krążka z odbitym wzorem rowków. Błyskawiczne chłodzenie utwardza płytę. Wsuniecie pod prasę nowej porcji tworzywa oraz zdjęcie gotowej płyty odbywa się jednocześnie. Na ostatnim stanowisku odcinane są nierówne brzegi płyty i proces zaczyna się od początku (rys. 2. 13÷15). Tłoczenie i obcinanie brzegów jednej płyty trwa około 30 sekund [3,4,6].

5. OCENA JAKOŚCI POWIERZCHNI PŁYTY GRAMOFONOWEJ

Do badań wykorzystano płytę winylową zespołu Pink Floyd The Dark Side of the Moon wyłoczoną w 1988 roku przez Polskie Nagrania Muza o numerze katalogowym SX 2656 (rys. 3a). Płyta przez 25 lat była odtwarzana około 250 razy w warunkach domowych. Badania oceny jakości powierzchni skorelowano z oceną jakości jej odsłuchu w porównaniu z nową płytą tego samego wykonawcy. Odsłuchu płyty dokonano przy użyciu gramofonu Debut firmy Pro Ject (rys. 3b).



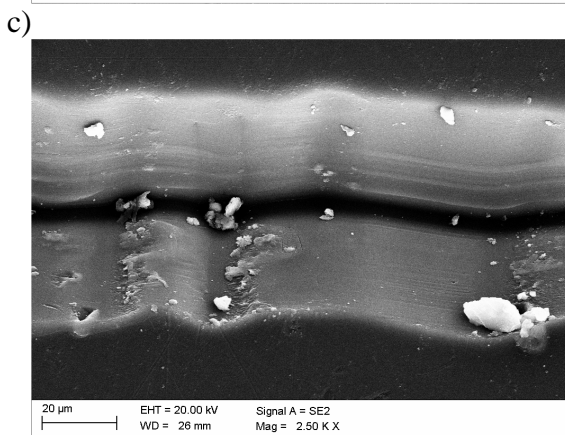
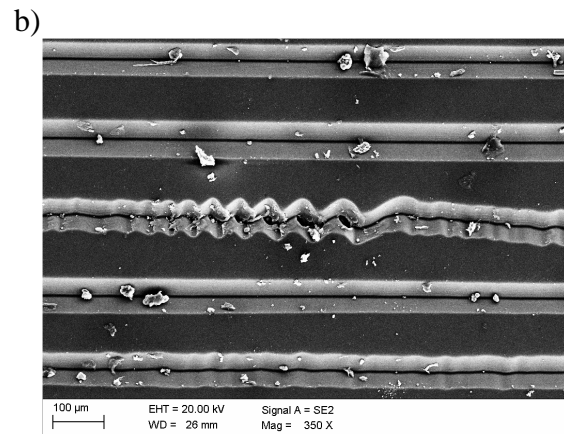
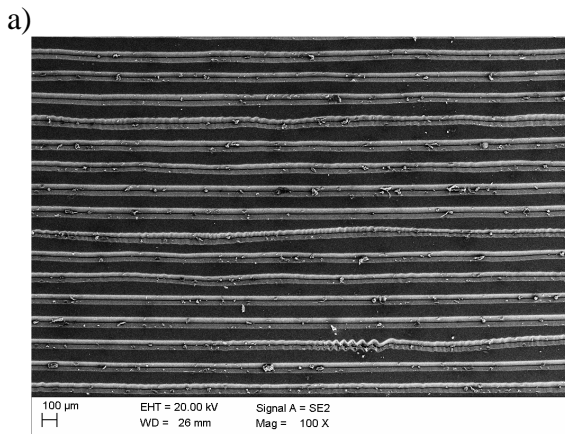
Rysunek 3. Widok ogólny: a) badanej płyty gramofonowej, b) gramofonu Debut firmy Pro Ject
Figure 3. A general view of: a) gramophone record, b) gramophone Debut of Pro Ject company

Badania oceny jakości płyty przeprowadzono w skaningowym mikroskopie elektronowym Supra 35 firmy Zeiss w zakresie powiększeń 75÷3500 razy.

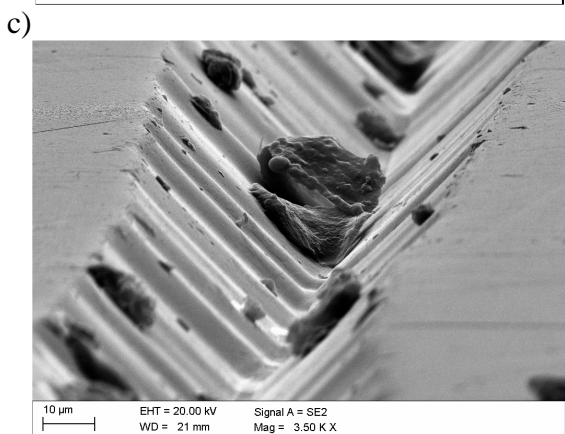
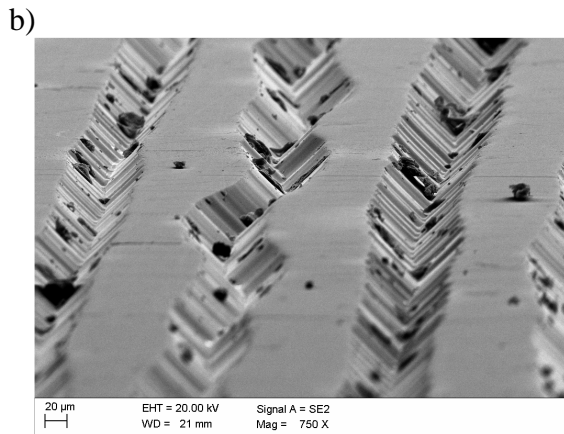
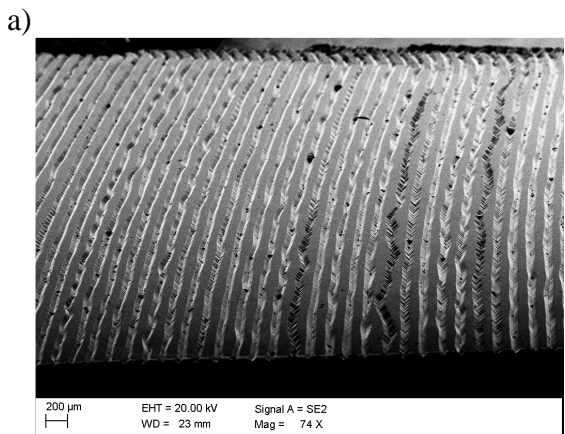
Na rysunku 4 przedstawiono widok ścieżek płyty gramofonowej widzianych z góry. Na rysunku 5 przedstawiono widok ścieżek płyty gramofonowej widzianych z boku. Podstawowe wymiary ścieżek płyty gramofonowej przedstawiono na rysunku 6.

Na obrazach ścieżek płyty zauważono liczne ślady kurzu, który w czasie odtwarzania płyty ujawnia się w postaci efektu trzasków („efekt smażenia frytek”). Na obrazach ścieżek płyty zaobserwowano także zużycie mechaniczne rowków spowodowane przesuwaniem się igły gramofonu po powierzchniach rowków (rys. 4c). Objawia się ono w postaci poszarpań i wyrw na powierzchni rowka.

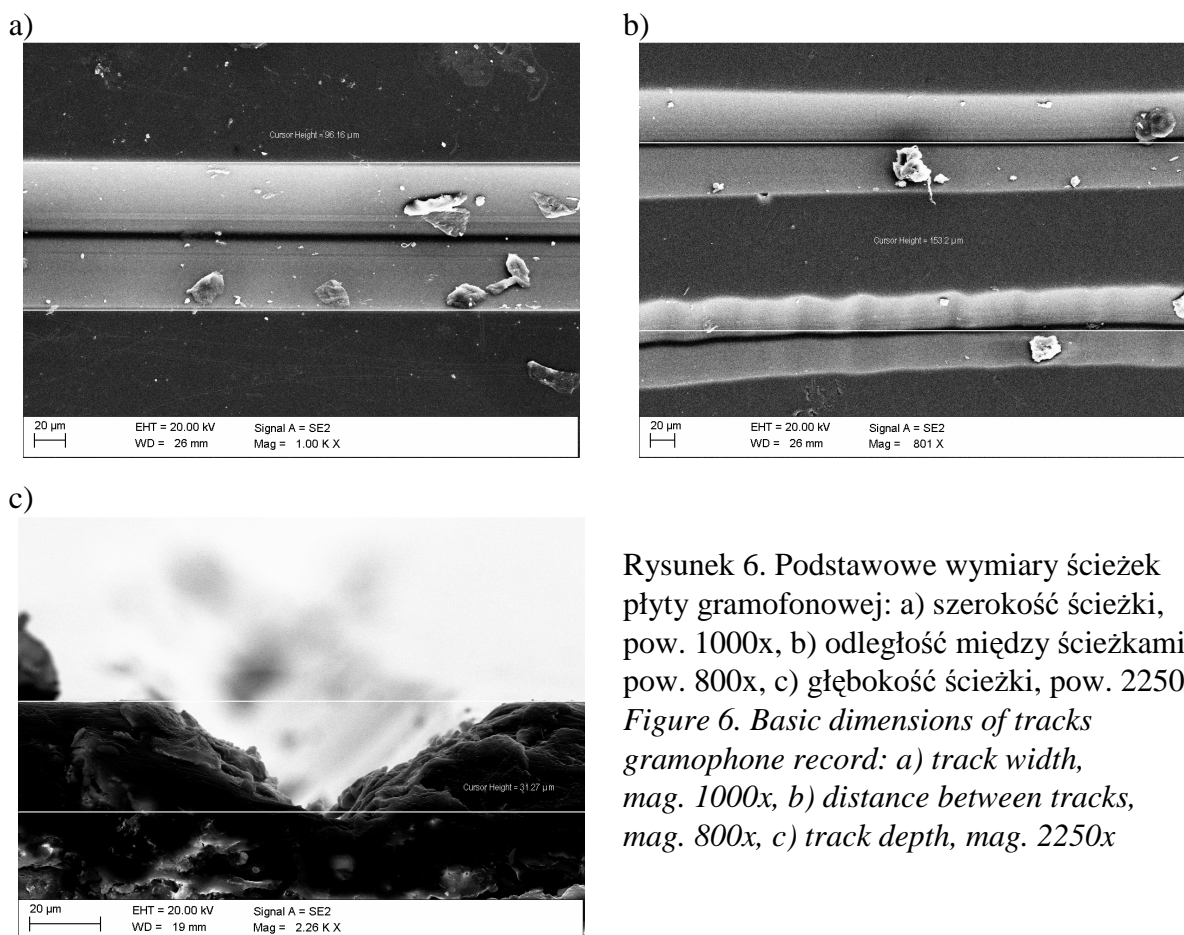
Uwidocznione zużycie ma nieznaczny lecz zauważalny wpływ na jakość odsłuchu płyty. Największy wpływ na jakość odsłuchu ma kurz zalegający na jej powierzchni. Rysy widoczne okiem nieuzbrojonym na powierzchni płyty nie mają żadnego znaczenia na jakość jej odsłuchu i są na tyle małe, że igła nie przeskakuje podczas jej odtwarzania.



Rysunek 4. Widok ścieżek płyty gramofonowej widzianej z góry, powiększenie: a) 100x, b) 350x, c) 2500x
 Figure 4. Top view of tracks gramophone record, magnification: a) 100x, b) 350x, c) 2500x



Rysunek 5. Widok ścieżek płyty gramofonowej widzianej z boku, powiększenie: a) 75x, b) 750x, c) 3500x
 Figure 5. Side view of tracks gramophone record, magnification: a) 75x, b) 750x, c) 3500x



Rysunek 6. Podstawowe wymiary ścieżek płyty gramofonowej: a) szerokość ścieżki, pow. 1000x, b) odległość między ścieżkami, pow. 800x, c) głębokość ścieżki, pow. 2250x
Figure 6. Basic dimensions of tracks gramophone record: a) track width, mag. 1000x, b) distance between tracks, mag. 800x, c) track depth, mag. 2250x

Na badanej płycie gramofonowej średnia szerokość rowka wynosi $100\ \mu\text{m}$, jego średnia głębokość $30\ \mu\text{m}$, natomiast odległość między środkami rowków wynosi średnio $150\ \mu\text{m}$.

4. PODSUMOWANIE

Choć początki winylowej płyty gramofonowej sięgają roku 1948, to jest ona nadal obecna w naszych czasach. Przetrwiała coraz to nowsze technologie zapisu dźwięku i znowu zaczyna wracać do łask, w swej niezmięnionej formie.

Wbrew stereotypom płyta gramofonowa jest bardzo trwała, nawet kilkusetkrotne jej odtwarzanie nie wpływa znacząco na jakość odsłuchu. Trzeba jednak należycie dbać o płyty. Przede wszystkim należy starannie je czyścić, aby pozbyć się brudu z powierzchni oraz dbać o to, aby płyta nie ulegała zarysowaniom. Małe rysy (tzw. kopertówki) nie wpływają na jakość odsłuchu ale już duże rysy mogą spowodować przeskakiwanie igły. Zachowanie tych elementarnych zasad daje perspektywę na długie „życie” płyty gramofonowej.

Słuchanie płyt gramofonowych daje duży komfort przede wszystkim ze względu na wysoką jakość dźwięku, jaki może zaoferować ten standard oraz na to, że odtwarzanie płyt wiąże się z celebracją (ręczna zmiana strony płyty na talerzu gramofonu, ustawienie na nim igły itp.) tak ważną wśród melomanów, do których należą również autorzy artykułu.

LITERATURA

1. M. Kominek, Zaczęło się od fonografu, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków, 1986.
2. L.A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo. Materiały inżynierskie z podstawami projektowania materiałowego, WNT, Gliwice, 2002.
3. strona internetowa: <http://www.youtube.com/watch?v=bxZ7pDnoCRk>
4. strona internetowa: <http://www.gramofonia.pl>
5. K. Janczewska-Sołomko, Początki fonografii ze szczególnym uwzględnieniem Poloników, Białystok, 2010, dostępny w Internecie: http://bg.uwb.edu.pl/download/PFB-Poczatki_fonografii_ze_szczegolnym_uwzgednieniem_polonikow.pdf
6. M. Majewski, Historia tłoczni płyt gramofonowych ZTS „Pronit” w Pionkach, Pionki, 2010, dostępny w Internecie: <http://pthpionki.pl/pliki/Historia%20t%C5%82oczni%20ZTS%20Pronit%20w%20Pionkach%20-%20Publikacja.pdf>
7. strona internetowa: <http://www.rms.pl/gramofony.html>
8. A. Fogg, Adaptery, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa, 1957.
9. strona internetowa: http://en.wikipedia.org/wiki/Gramophone_record
10. strona internetowa: http://www.audiostereo.pl/index.php?app=core&module=attach§ion=attach&attach_id=185700