

Teplotní stabilita CD

Temperature stability of CD

Miličková Romana

Dipl./Bakal. práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta ...

Vložit oficiální zadání diplomové/bakalářské práce

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval/a samostatně a použitou literaturu jsem citoval/a.

Ve Zlíně, 08. 06. 2005

.....

jméno diplomanta

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je navázat na diplomovou práci Vojtěcha Vymyslického, který se zabýval měřením vlivu zvýšené teploty na schopnost čtení dat z CD, přičemž zjistil, že k poškození CD dochází především na principu ztráty rovinnosti disku. Předložená práce se tedy zabývala měřením ztráty rovinnosti způsobené zvýšenou teplotou pomocí úchylkoměru.

Problematika byla studována z pohledu vzdálenosti od teploty skelného přechodu polykarbonátové matrice disku a jejího časového rozvoje. Bylo zjištěno, že vlivem zvýšené teploty dochází k uvolnění vnitřního pnutí výrobku vedoucí k symetrickému vypouknutí výrobku směrem na stranu potisku CD. Deformace má exponenciální charakter. V logaritmu času doby působení zvýšené teploty se urychluje se zvyšující se teplotou.

abstrakt ve světovém jazyce

This bachelor work extends the diploma work of Vojtěch Vymyslický, who investigated an influence of higher temperature to readability of data stored on CD. He also found out that the data readability failure is mainly caused by the loss of CD disc planeness. Presented study introduces the measurement of disc planeness loss caused by the temperature changes, measurement itself was implemented by dial drift meter.

Investigation was carried out from the perspective of distance from the glass transition temperature of polycarbonate discs matrix and its time dependence. It was found out that the higher temperature leverage causes the release of internal tension leading to the deflection of the product to the print side of the CD. Time sequence of deformation has an exponential form. In logarithm of operating time the higher temperature its velocity increases with rising temperature.

OBSAH

ÚVOD	6
1 TEORETICKÁ ČÁST	7
1.1 HISTORIE CD	7
1.2 POLYKARBONÁTY (PC) NA VÝROBU CD	8
1.2.1 Výroba polykarbonátů	8
1.2.2 Vlastnosti	10
1.2.3 Zpracování a použití	10
1.2.4 Modifikace	11
1.2.5 Granulování	11
1.3 ZÁKLADNÍ INFORMACE O CD	12
1.3.1 Rozměry CD	12
1.3.2 CD mechaniky	13
1.3.3 Formáty mechanik a médií CD-ROM	15
1.4 VÝROBA CD-R	15
1.5 ZÁPIS NA CD	17
1.6 VELIKOST CD	21
1.7 BARVIVA NA CD	22
1.8 RYCHLOST OTÁČEK CD MECHANIKY	24
1.9 ŽIVOTNOST A KVALITA CD	24
1.9.1 Pokyny pro správné zacházení s CD	25
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	27
2.1 CÍLE PRÁCE	28
2.2 POUŽITÁ ZAŘÍZENÍ	28
2.2.1 Použité vzorky	28
2.3 POSTUP MĚŘENÍ	28
VÝSLEDKY	30
DISKUSE VÝSLEDKŮ	36
ZÁVĚR	37
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	38
SEZNAM GRAFŮ	39
SEZNAM TABULEK	40
SEZNAM OBRÁZKŮ	41
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	42

ÚVOD

Žijeme ve vzrušující a uspěchané době informačního věku, kde nové možnosti a stále se rozšiřující paleta aplikací informačních systémů a technologií mění nejen nás samotné, ale i celou naši společnost. Počítače a veskrze veškeré výpočetní techniky se staly jednou z nejoblíbenějších hraček jak dětí, tak mnohdy i jejich dědečků. Elektronický obchod zásadně mění naše zvyklosti jak v roli zákazníků, tak i organizaci obchodních firem. Neustále náročnější zákazníci, celosvětová konkurence a rostoucí poptávka nutí manažery k potřebě stále novějších a kvalitnějších informačních technologií.

První pevný disk byl vyvinut v laboratořích firmy IBM v roce 1956. Avšak historie pevných disků začala teprve v roce 1973, kdy přišly na trh pod označením Winchester první uzavřené disky. Od té doby jde pokrok stále kupředu.

Zajímavostí bylo zmenšování rozměrů disket. Proto bylo nutné řešit problémy s kompenzací tepelné roztažnosti média. V neposlední řadě bylo nutné řešit i problém hustoty záznamu, což je dnes v době zvyšování kapacit disků velmi diskutovanou otázkou.

Od roku 1973 se výrobní technologie zdokonalily. Používání disků jako CD-ROM, CD-R nebo CD-RW je určitým standardem v každém osobním počítači.

Kompaktní disky slouží k dlouhodobému uložení a archivaci obrovského množství různých digitálních obsahů. Proto je nutné znát životnost takového média, která je ovlivněna řadou faktorů. (1), (2)

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Historie CD

Pryč jsou doby, kdy se písničky pouštěly na gramofonech z obrovských černých desek. Do popředí se nyní dostávají dokonalejší nosiče zvuku, a to kompaktní disky (CD). Již v 60. letech s tímto nápadem přišel James T. Russel. Možná mu vadila zhoršená kvalita zvuku při opakovaném přehrávání. Napadla ho tedy myšlenka bezdotykového přehrávání zvuku, jen pomocí světla. Využil digitálního záznamu, který tvořil body světla a tmy. Každý bod měl průměr 1 μm . Za světelný zdroj použil laser. Na elektrický signál, který byl slyšitelný a viditelný, převáděl počítačem světlo a tmu. Vznikl tak téměř dokonalý záznam, který se nikde neohraje.

V roce 1980 koupily výrobní práva společnosti Philips a Sony. Firmy provedly drobné úpravy, aby se mohly začít vyrábět CD přehrávače, které budou dostupné všem lidem. Na rozvoji CD přehrávačů mají velkou zásluhu levné laserové LED diody. Jsou to malá kulatá sklíčka, které uvidíme při otevření víka CD přehrávače.

Kompaktní disk je médium, které je určeno pro záznam digitálních dat. Původně byl určen jen pro digitální záznam hudby, ale od roku 1985, kdy Philips a Sony uveřejnily tzv. Yellow Book, se stal standardem i pro záznam počítačových dat.

CD-ROM se zrodil v listopadu roku 1985, kdy se sešli představitelé firem Apple Computer, Digital Equipment Corporation, Microsoft, Hitachi, Laser Data, Philips, 3M, TMS, Reference technology, Video Tools, Xebec a Yelick, aby specifikovali logický formát pro data na CD-ROM.

V roce 1986 se prodalo více než 1 milion CD. V 90. letech začali lidé vytvářet vlastní záznamy a počítačová data. Vzniklo tak počítačové a hudební pirátství. CD se dají totiž kopírovat v původní kvalitě. Existují i takové kompakty, které se dají vymazat a znovu nahrát. Laserem jedné barvy se provede záznam a laserem druhé barvy se provede vymazání.

Paměť CD-ROM je podobná známému magnetickému disku a floppy disku. Veškeré programy a data, které jsou uloženy na pevném disku, mohou být dobře uloženy a čteny z CD-ROM. Rozdíl je v tom, že pevné a pružné disky může ke čtení i zápisu používat

každý uživatel počítače. Stejně dobře se dají data číst i zapisovat. Označení CD-ROM je Compact Disk-Read Only Memory, protože jakmile je disk vylišován, už se z něho dají programy a data jen číst.

Poprvé byl CD-ROM použit jako nosič velkých databází, vládních směrnic a nařízení, nebo právních dokumentů velkého objemu. Je to nosič informací. Informace byly velmi objemné a těžko se v nich vyhledávalo. Kombinace malé velikosti, levného pořízení a rychlého vyhledávání se stala přínosem pro informační technologii. (4)

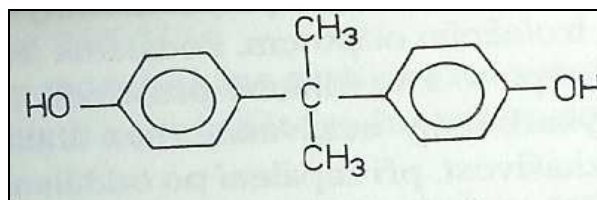
1.2 Polykarbonáty (PC) na výrobu CD

1.2.1 Výroba polykarbonátů

První výsledky výzkumu H. Schnella, které se týkaly polykarbonátů, byly zveřejněny až v roce 1956. O několik let později byla zavedena průmyslová výroba polykarbonátů, a to v roce 1961 v USA u koncernu General Electric pod obchodním názvem *Lexan*, a v SRN firma Bayer pod označením *Makrolon*.

Polykarbonáty jsou polyestery kyseliny uhličitě a dihydroxysloučenin. Výchozí sloučenina pro výrobu polykarbonátů se v průmyslové výrobě označuje pod názvem *dian*, v podstatě 2,2-bis(4-hydroxyfenyl)propan, který slouží také jako výchozí surovina pro výrobu epoxidových pryskyřic. Dian se připravuje kondenzací fenolu a acetonu v přítomnosti katalyzátoru. Většinou se jedná o kyselinu sírovou. Výsledný produkt se dále čistí krystalizací.

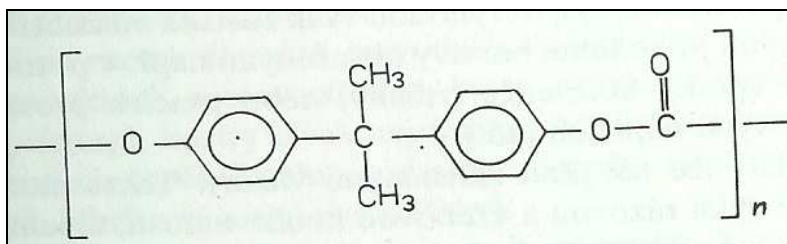
Obecný vzorec dianu:



Druhou důležitou výchozí surovinou pro přípravu polykarbonátů je dichlorid kyseliny dusičné, známý pod názvem *fosgen*. Získává se přímou syntézou z oxidu uhelnatého a chlóru.

Obecný vzorec fosgenu: COCl_2

Obecný vzorec polykarbonátu:



Vysokomolekulární polykarbonáty se připravují dvojím způsobem: esterifikací a přímou fosgenací.

Výroba esterifikací

Spočívá ve vzájemném působení dianu a diesteru kyseliny uhličitě. Převážně se používá difenylester neboli difenylkarbonát. Přeesterifikace se provádí při teplotách 150 až 300 °C v inertní atmosféře. Pracuje se za vysokého vakua a s velkou viskozitou taveniny, na které závisí velikost výrobního zařízení. Při velké viskozitě taveniny nelze připravit polykarbonát o neomezeně velké relativní molekulové hmotnosti. Maximálně lze dosáhnout hodnoty 50 000. Výhodou tohoto způsobu výroby je, že polymer se získává přímo v tuhé formě, vhodné k dalšímu zpracování.

Výroba přímou fosgenací

Je založena na reakci dianu s fosgenem v přítomnosti sloučenin, které reagují se vznikajícím chlorovodíkem, převážně hydroxidu sodného nebo pyridinu. Můžeme použít samostatný pyridin, nebo směs pyridinu s inertním rozpouštědlem. Lze použít i systém voda-inertní rozpouštědlo. Ve všech těchto případech je nutno izolovat tuhý pryskyřici z roztoku, dokonale ji vyčistit a zajistit účinnou regeneraci rozpouštědel. Je nutno používat dian bez jednosytných fenolů. Výhodou této výroby je, že získáme polykarbonáty

s prakticky neomezeně velkou relativní molekulovou hmotností, kterou lze terminací upravit na požadovanou hodnotu. Reakce probíhá za normálních podmínek. (5), (20)

1.2.2 Vlastnosti

Vlastnosti polykarbonátů jsou dány strukturou jejich makromolekuly. Spojují řadu dobrých vlastností, kterých nebylo dosaženo ani u jednoho typu termoplastických hmot. Mají menší sklon ke krystalizaci, nevyznačují se ostrým bodem tání, v teplotním rozmezí 220 až 260 °C přechází na taveninu. To se vyznačuje dobrou odolností ke zvýšeným teplotám. Mají značnou tepelnou tvarovou stálost, ke změnám tvaru dochází až při teplotách nad 170 °C. Výhodou polykarbonátů je rázová houževnatost již při nízkých teplotách. Tuhost makromolekul a nízká sorpce vody zaručují velkou rozměrovou stálost.

Polykarbonáty jsou odolné vůči roztokům minerálních kyselin, včetně koncentrované kyseliny dusičné a fluorovodíkové, a oxidačních činidel. Jsou rozpustné v některých organických rozpouštědlech jako je např. methylenchlorid, chlorbenzen, dioxan, pyridin.

Polykarbonáty vynikají elektrickou pevností a velkým izolačním odporem. Tyto vlastnosti se zachovávají i při zvýšené teplotě a ve vlhkém prostředí.

Jsou nezávadné, bez chuti, zápachu. Předností je samozhášivost, tzn. po zapálení a oddálení plamene samy zhasnou. Pro přístrojové aplikace je důležitá jejich transparentnost.

Polykarbonáty můžeme plnit skleněnými vlákny. Získají tak vyšší rázovou a vrubovou houževnatost, tepelnou odolnost a menší tečení za studena. (3), (7)

1.2.3 Zpracování a použití

Polykarbonáty můžeme tvářet běžnými zpracovatelskými technologiemi jako je vstřikování, vytlačování, lisování a lití. Můžeme je také zvláknovat na velmi pevná a odolná vlákna. Před zpracováním je nutné granulát vysušovat nejlépe ve vakuových sušárnách nebo komorách s nucenou cirkulací vzduchu. Obsah vlhkosti způsobuje v tavenině problémy při zpracování a vytváří bubliny.

Litím roztoku polykarbonátu v organických rozpouštědlech se vyrábí filmy a magnetofonové pásky. Vše se provádí na licích strojích pro odlévání fólií z derivátů celulosy. Lisováním se zhotovují desky až do tloušťky 20 mm.

K dalším úpravám patří povrchové potiskování nebo vakuové pokovování.

Využití je v elektrotechnice a elektronice, kde polykarbonátové fólie slouží pro výrobu kondenzátorů. Je vhodný na součásti pro kmitací cívky dynamických reproduktorů, telefonních přístrojů apod.. Polykarbonát se využívá v chemickém, farmaceutickém průmyslu, rovněž na výrobu ochranných pomůcek jako jsou prilby a obličejové štíty. (3)

1.2.4 Modifikace

Možnost zlepšení dosavadních vlastností. Plněné polykarbonáty slouží k náročným technickým aplikacím. Ztužení se dosahuje obsahem 20 až 30 % skleněných vláken.

V průmyslu s uplatňují směsné polymery na bázi polykarbonátu s terpolymerem ABS. Jiné směsné polymery obsahují PC PBTP. Aplikace je především v elektrotechnice a strojírenství. (3)

1.2.5 Granulování

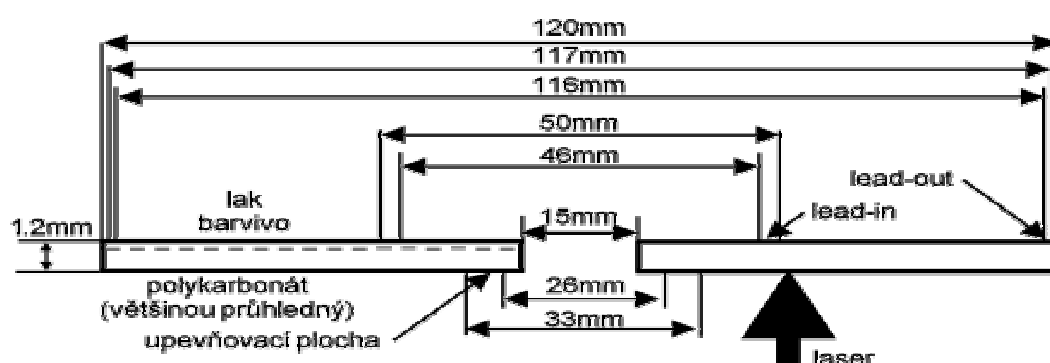
Granulování neboli zrnění plastů se provádí na granulátorech, peletizérech nebo drtičích pro snazší dávkování. Granule mají stejnoměrný tvar, který je výhodný při plnění násypných komor vytlačovacích strojů a vstřikovacích automatů. Umožňuje tak pravidelný přísun materiálu do šneků. Nedochází tak k lepení na stěny násypky, jak se to stává u práškového materiálu. Granulát jsou stejnoměrné oblé nebo vícehranné částice z plastikovaného materiálu. Jeho tvar je velmi důležitý pro další zpracování. Granulát má mít dostatečně velký povrch při malém množství vzduchu, který je uzavřen mezi částicemi. (3)

1.3 Základní informace o CD

1.3.1 Rozměry CD

Základní údaje o CD, jako jsou jeho rozměry, co je to pit a land, jak se liší CD lisované od vypalovaného jsou uvedeny v následujícím odstavci.

Celková šířka CD je 1,2 mm. Jeho průměr činí 12 cm s centrálním otvorem 1,5 cm. Hmotnost bez obalu je 18 g. Oblast na samotná data je vyhrazena od 46 mm do 117 mm. Lead-in se zapisuje mezi 46-50 mm, lead-out pak mezi 116-117 mm.



Na CD se zapisuje jako na klasickou vinylovou desku do jedné spirální stopy. Data jsou zaznamenávána digitálně pomocí stupňů (land) a děr (pit). Land je místo, kde dochází k dokonalému odrazu. Pit je místo, kde dochází k rozptylu vysílaného laserového paprsku. Díra je 0,12 μm hluboká a 0,6 μm široká. Jedno CD obsahuje asi dva biliony děr. Šířka díry je 0,5 μm . Mezera mezi stopami má rozměr trojnásobku jeho šířky. Velmi blízký rozměr pitů a drážek k vlnové délce světla způsobuje rozklad bílého denního světla, který vytváří na CD krásnou duhu.

Mezera mezi jednotlivými sousedními stopami je 1,6 μm .

Celková délka stopy činí asi 5 km. V roce 2000 se objevují média, která tento standart nedodržují a stopy mají u sebe o něco blíže. Tím se docílí kapacity až 99 minut (800 až 880 MB). U těchto médií mohou nastat problémy se čtením na velkém počtu mechanik. Jsou je schopné používat jen některé mechaniky (LG Electronics CED8080B, Mitsumi CD-4804TE).

Pity jsou kryty kovovou odrazovou vrstvou, která může být ze zlata, stříbra nebo hliníku. Je široká 50-100 nm. Vrstva je kryta lakem proti poškození. Různé popisy a obrázky se na

CD umísťují nakonec. Pity jsou umístěny na opačné straně, než laser čte. Díky tomu jsou CD odolná proti nečistotám a poškrábání.

CD-ROM mechaniky rozlišujeme podle rychlosti čtení dat na:

- single speed- rychlost čtení dat je 150 kB/s, rychlost odpovídá hudebním přehrávačům
- double speed- jsou schopná číst data dvojnásobnou rychlostí, a to 300 kB/s
- triple speed- rychlost čtení 450 kB/s
- quad speed- rychlost čtení 600 kB/s
- při větších rychlostech jsou mechaniky označovány číslem. V současné době dosahuje násobek základní přenosové rychlosti čísla 52. Mechanika je schopna číst data rychlostí 7800 kB/s.

V single speed mechanice je rychlost čtecí spirály asi 1,3 m/s. Rychlost otáčení CD-ROM disku není konstantní, ale je přizpůsobována podle toho, zda se čtení provádí blíže kraji nebo středu disku. U středu je rychlost otáčení vyšší, a to 500 otáček za minutu. K okrajům se rychlost snižuje asi na 200 otáček za minutu. Zaručuje to čtení dat ze spirály konstantní rychlostí.

Přístupová doba u datových CD-ROM disků je závislá na čase nutném k regulaci otáček. Je nevhodné číst data uložená v různých částech disku, protože je nutné stále přizpůsobovat rychlost otáčení. Ani mechaniky s vyšší přístupovou rychlostí neodstraňují tento problém. Přístupová doba se u CD-ROM mechanik pohybuje od 70 ms do 300 ms. Data jsou uložena s velkou hustotou a vlastní CD-ROM nosič není ničím chráněn, proto může dojít ke špatnému přečtení některých uložených bitů. Je to způsobeno malou šířkou stopy spirály. (4)

1.3.2 CD mechaniky

CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) je standard kompaktních disků, které se používají jako digitální paměťové médium pro osobní počítače. Pro zapisování nemohla být použita původní CD, protože jedničky a nuly jsou zakódovány pomocí mechanické změny disku. Nejprve se vytvoří master disk, kde jsou pity na rozdíl od landů vyleptány. Při konečném lisování CD jsou pity mechanicky vylišovány do umělohmotné podložky.

CD-R (Compact Disk Recordable) s možností zápisu umožňuje tvorbu vlastních CD. Během procesu vypalování s použitím speciálního vypalovacího zařízení vypalovačky,

kteřá je připojená k hostitelskému systému, se vytváří CD. Jako CD-R se označují mechaniky, která na média data zapisují. Informaci na médium je možné zaznamenávat pouze jednou. Nelze ji smazat a znovu zaznamenat. CD-R média používají pro záznam pitů zcela odlišnou strukturu. Základ média je stejný, je jím polykarbonátová podložka, na které je předlisovaná spirálová drážka. Drážka slouží jako vodičko pro vypalování dat. Spirálu tvoří lisovací matrice, která se vyrábí elektrolytickým procesem. Na polykarbonátu je umístěna vrstva speciálního fotocitlivého barviva. Na něm je zlatá nebo stříbrná kovová reflexní vrstva z ryzího zlata nebo stříbra. Nakonec se nanáší ochranná lakovaná vrstva. Pro vypalování je základem vrstva s barvivem. Při ozáření specifickým laserem o určité intenzitě se barvivo velmi rychle zahřeje a změní své chemické složení. Výsledkem této změny je, že ozářená plocha odráží méně světla než plocha, která nebyla laserem zasažena.

CD-RW (Compact Disk-Rewritable), jehož původní název byl CD-Erasable. Je to médium a nahrávací systém, který uživateli umožňuje vymazat dříve nahrané informace a poté nahrát informace nové na stejné místo na disku. CD-RW jsou vytvářena na stejném principu jako CD-R, tj. polykarbonátový základ s předlisovanou spirálovitou drážkou pro vedení laseru. Plocha disku tvoří několik vrstev, z nich jedna je nahrávací a slouží pro zakódování jedniček a nul. CD-RW se od CD-R liší v nahrávací vrstvě. Vrstva barviva u CD-RW je nahrazena speciální vrstvou, která umožňuje fázové změny vlastností. Tvoří ji slitina kovů (Ag-In-Sb-Te), která může změnit svůj stav při dodání energie a může se také vrátit do původního stavu. Materiál, který se používá na CD-RW disky, po zahřátí na teplotu asi 200 °C a po zchladnutí zkrystalizuje. Při zahřátí na teplotu mezi 500 a 700 °C a po zchladnutí je materiál v amorfním stavu. V průběhu zápisu dat mění laser svůj výkon podle toho, zda má být na daném místě pit nebo land. Jestliže je materiál v krystalickém stavu, odráží mechanika mnohem více světla, než když je ve stavu amorfním. Krystalická podoba je land a amorfní působí jako pit. Při použití laseru se dvěma různými výkony je možné měnit materiál z jednoho stavu do druhého. Umožňuje tak přepisování dat. Na spirálové drážce disku slouží změna fáze každého bodu k zakódování dat na disk. Spirála a ostatní struktura se od CD-R neliší. CD-RW mechaniky používají obdobný laser, jen přepínají výkon laseru zápis-mazání-čtení. CD-RW mechaniky mohou zapisovat i číst v mnoha různých standardních formátech jako CD-R mechaniky. (6), (12)

1.3.3 Formáty mechanik a médií CD-ROM

Formáty mechanik se stále vyvíjejí. Jednotlivé formáty CD-ROM, nazývané podle složek, ve kterých je definice uložena, jsou popsány v následujícím přehledu.

Red Book. Norma se zaměřuje na záznam zvuku digitálním způsobem. Předepisuje formu zápisu a rychlost práce disku, která je stanovena na 150 KB/s. Je známá pod názvem CD-DA.

Yellow Book. Norma vychází z Red Book, je zaměřená na záznam počítačových dat. Specifikuje fyzické uspořádání bloků dat. Norma obsahuje i korekci chyb při záznamu.

Green Book. Formát vyvinutý firmou Philips. Vychází z Red Book a Yellow Book. Nutnost míchat na jednom CD programová, zvuková a obrazová data. Vzniklý standard známý jako CD-ROM/XA má význam pro multimediální aplikace. Dříve nemohl být zvuk i obraz na jednom CD. Nová norma tuto možnost poskytuje.

Orange Book. Formát pro zapisovatelná média. Zápis může probíhat v několika záznamech, a to multisession nebo najednou-singlesession. Obsahuje tři části: magnetooptické mechaniky, CD-R a CD-RW.

White Book. Definuje Video CD. Používá se především k přehrávání filmů na CD. Zvuk má plnou kvalitu CD a obraz je svou kvalitou na úrovni videorekordéru VHS. (6)

1.4 Výroba CD-R

Výroba probíhá v klimatizovaném prostředí při ustálené teplotě a vlhkosti. Změny teploty mohou být maximálně o 0,1 °C a změna vlhkosti o 1 %.

Technologický proces výroby CD-R médií začíná u granulátu průhledného polykarbonátu. Granulát se nejprve vede sacím potrubím k dosušení, aby se pak dalším potrubím dostal k tavicímu zařízení. Roztavený polykarbonát o teplotě 300°C je vstříknut do formy. Tím se vytvoří výlisek a předlisovaná drážka. Předlisovaná drážka slouží pro přesné vedení laseru vypalovací mechaniky, ale také již obsahuje některé informace např. ATIP (informace o výrobci, barvivu a nominální délce).

Vytvořený výlisek se ochlazuje na 60-100 °C, přenesení se z formy na chladicí pás, kde se ochladí na potřebných 25 °C. Tento proces trvá asi 20 minut.

Dalším krokem, který je považován za nejdůležitější a nejsložitější celé technologie je nanesení světlocitlivé vrstvy. K tomu se používají barviva jako je cyanin a phthalocyanin. Cyanin má modré zbarvení a phthalocyanin zelené, ale mohou nabývat i jiných odstínů, dokonce mohou být i průhledné. Nanesení barviva na čirý výlisek dochází uvnitř hnízda. Nad polykarbonátovým výliskem je dutá jehla, která na něj vylije barvivo. K rovnoměrnému rozlití po celé ploše CD dochází díky odstředivé síle. Přebytké barvivo potom odstříkne do krajů.

Při výrobě je nutné nastavit spoustu hodnot. Důležité jsou otáčky CD, které se dají měnit až v šedesáti krocích s rozpětím 0 až 10 000 otáček za sekundu. Další hodnotou je množství vstříknuté emulze, čas a místo, kdy a kde se na médiu provádí. Podstatnou veličinou je také doba, kdy se médium otáčí a jak rychle se brzdí.

Ve vedlejší hnízdě se provádí oplachování okrajů. Dosáhne se tak izolace barviva od okolního, agresivního prostředí. Médium, jemuž zasahuje světlocitlivá vrstva na samotný kraj, začne po určitém čase od krajů „hnít“.

První kontrolou, kterou médium prochází, je spektrofotometr. Spektrofotometrem se tu kontroluje vyrovnanost vrstvy barviva, jeho dostatečnost, zda se na médiu nenachází mapy, či jiné nedostatky. Měří se také kompatibilita s vlnovou délkou.

Médium se tímto dostává k poslednímu výrobnímu procesu. Médium je zahřáto na 90 °C, čímž se dokonale vysuší nanesené barvivo. Zároveň dochází k odpaření všech rozpouštědel, což má vliv na životnost a trvanlivost média. Nyní dochází k nanesení odrazivé vrstvy. Ta se nanáší v tzv. metalyzéru. Provádí se naprášením. Pod hnízdem je umístěn stříbrný target, ze kterého se argonem napráší drobné částičky stříbra na barvivo. Dá se použít i zlato, ale vzhledem k jeho ceně, se používá velmi zřídka. Postříbřené médium se přelakuje UV lakem, který se vytvrdí pod UV lampou. Provede se kontrola pokovení a laku, jeho homogenita, zda v laku nejsou bublinky a kontrola fotocitlivé vrstvy. Na výrobu přímo navazuje testovací centrum a chemická laboratoř. Z výroby se průběžně odebírají média a vypalují se testovací vzorky. Pálí se na různých vypalovačkách značky Philips, Yamaha apod.. Komplexní revize médií, jenž jsou odebírány z výroby se provádí na testeru. Pro testování je centrum vybaveno CD-DA přehrávači.

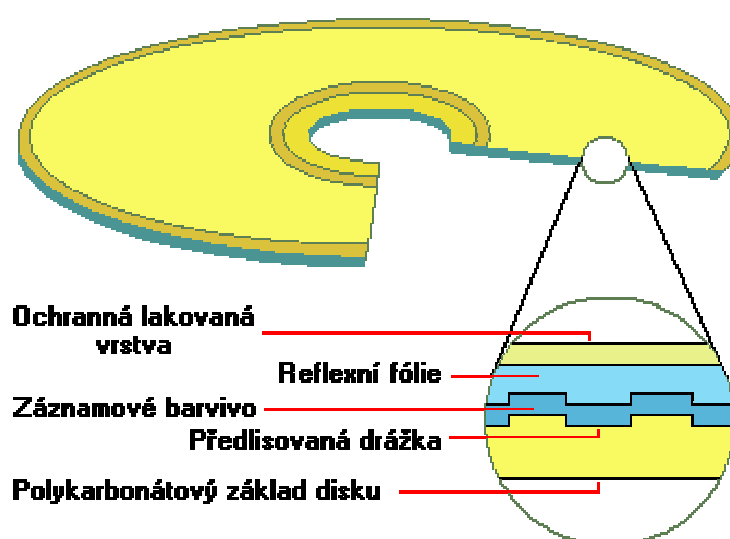
Nejdůležitější kontrolou je hlídání správného poměru a koncentrace cyaninového a phthalocyaninového barviva. K tomu se používají dva přístroje: spektrofotometr a plynový chromatograf.

Z jednoho gramu výchozí látky se vyrobí asi 75 CD-R médií. Pro přesné měření struktury CD se používá AFM nanoskop, který měří s přesností 10^{-12} m. Vyrobení jednoho CD-R trvá asi 7 s. Po vyrobení CD-R média dochází k balení. CD se vloží do krabičky a přidají se příslušné papírové obaly. (4), (9)

1.5 Zápis na CD

CD-R, jako lisovaný, se skládá ze tří základních vrstev. Vrchní ochranná lakovaná vrstva. Na tuto vrstvu se CD potiskují. Střední vrstva z reflexní zlaté fólie. Ze zlata proto, že nereaguje s barvivem a koroduje mnohem méně, než kterýkoliv jiný kov. Zlato je velmi reflexní, používá se 24 karátové. Dnes se setkáváme také s fólií ze stříbra, která nevykazuje tak dobré vlastnosti jako zlato, ale je levnější a pro spotřebitele naprosto vyhovuje. Třetí vrstvou je organické barvivo (průhledný polykarbonát). Slouží jako ochrana vytištěných dat před poškozením. Tato organická sloučenina je vlastním záznamovým médiem. Licence je patentována firmou Mitsui Toatsu Chemicals – MTC, Japonsko.

Ve výrobě je již vytvořena spirálová drážka ve spodní polykarbonátové vrstvě CD-R média, která slouží jako vodič pro laser CD-R mechaniky. Tím je umožněno velmi přesné nahrávání dat na disk.



Vypálené CD-R má na rozdíl od CD lisovaného nepravidelné okraje. Vypálený pit je také mělkší než pit lisovaný. Je to způsobeno při vypalování, kdy se organické barvivo zahřeje, což způsobí jeho fyzickou změnu. Rozdíl mezi lisovaným a vypáleným pitem je důvodem, proč na některých starších CD-ROM mechanikách není možné vypálená CD přečíst. Výrobci proto museli u mechanik upravit algoritmus ostření a vyhodnocování logických úrovní. Dnes se s podobným problémem setkáváme u CD-RW médií.

Rozměry CD-R jsou shodné s lisovanými. Celková šíře je 1,2 mm a průměr je 12 cm s centrálním otvorem 1,5 cm. Hmotnost CD bez obalu je 18g.

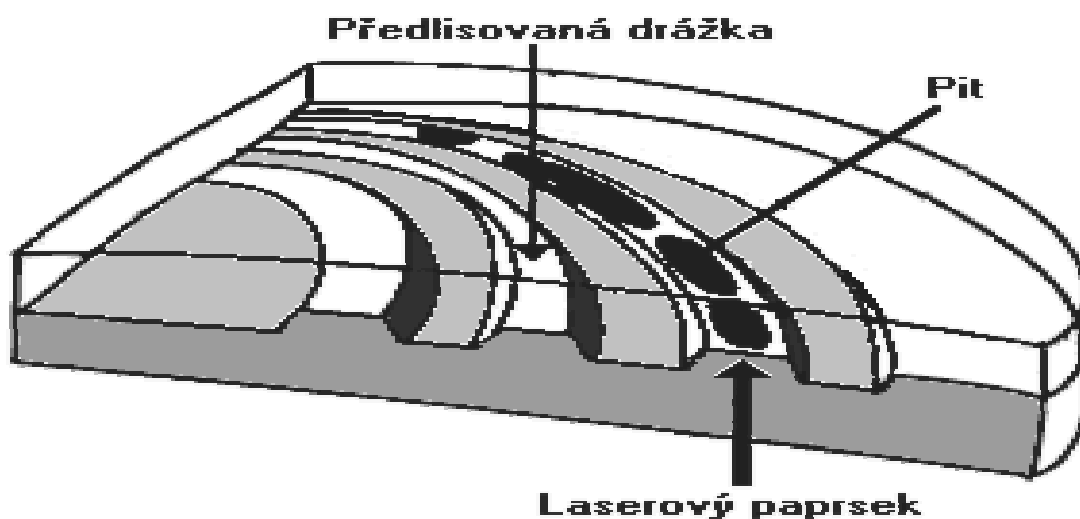
Na CD se zapisuje do jedné spirální stopy. Do této stopy jsou data zaznamenávána digitálně pomocí stupňů (land) a děr (pit). Díra je 0,12 μm hluboká a 0,6 μm široká. Délka díry je mezi 0,83 a 3,3 μm . Mezera mezi jednotlivými sousedními stopami je 1,6 μm . CD se záznamovou šíří 3,3 cm tedy obsahuje:

$0,6\mu\text{m šíře stopy} + 1,6\mu\text{m mezi stopami} = 2,2\mu\text{m}$

$33\text{ mm} / 2,2\mu\text{m} = 15\,000\text{ závitů.}$

Celková délka stopy je 5 km.

Rozdíl mezi LP deskou a CD je ve způsobu čtení. CD se čte od vnitřku k okraji a LP používá konstantní rychlost otáčení, u CD je konstantní rychlost obvodová. Rychlost otáčení CD se mění od 200 do 530 otáček / min. podle typu mechaniky a značky. Hustota záznamu je na CD 16 000 tpi (track per inch – stop na palec). Floppy disk má hustotu 96 tpi a pevný disk průměrně 400 tpi. Aby čtecí nebo vypalovací paprsek mohl správně sledovat spirálu s daty, mají lisovaná, CD-R i CD-RW disky již z výroby vylisovanou tzv. vodící spirálu, na kterou řídící mechanismus čtecího nebo zapisovacího laseru zaostřuje.



Plnohodnotnou součástí optického systému je polykarbonát. Index vzduchu je 1. Použitý polykarbonát má index lomu 1,55, tím se bude laserové světlo lámat v polykarbonátu více. Původně 800 μm široký paprsek dopadne na odrazovou vrstvu široký pouze 1,7 μm . To je příčinou, proč jsou nečistoty a škrábance na spodní části CD pro laser průhledné.

Pro čtení CD se nejčastěji používá AlGaAs laserová dioda s vlnovou délkou 780 nm. Uvnitř polykarbonátu se tato vlnová délka redukuje na 500 nm ($780/1,55$).

Pit by měl mít hloubku asi o $\frac{1}{4}$ vlnové délky menší než land. Tím je docíleno, že světlo odražené z pitu má stejnou fázi jako dopadající na pit, vlny se sečtou a vznikne signál. Světlo odražené z landu má opačnou fázi než světlo dopadající na něj, vlny se odečtou a dochází k útlumu.

CD rekordéry se od obyčejných přehrávačů a CD-ROM mechanik liší ve speciálním laseru. Laser musí být schopen pracovat v několika úrovních, aby byl schopen docílit fyzické změny stavu barviva na CD-R médiu, a také CD-R číst, aniž by došlo k poškození. CD-R mechanika musí umět používat velké množství formátů.

Pro čtení vystačí laser s poměrně nízkým výkonem (0,5 mW), ale pro zápis CD-R je množství energie mnohem větší. Pro zápis s jednoduchou rychlostí vystačí 4-8 mW, pro dvojnásobnou rychlost je potřeba 8-10 mW, čtyřnásobnou 10-12 mW a šestnásobnou až 14 mW. Tato energie je nutná k tomu, aby se v místě, kde má dojít ke změně barviva, dosáhlo teploty 250 až 400 °C.

Schopnost CD-ROM mechaniky číst CD-R nebo CD-RW média, je do značné míry závislá na kvalitě média a vypalovačky. Nahrávací mechanika může použít pro nahrávání příliš nízký nebo vysoký výkon laseru. Nízký výkon znamená příliš mělké pity, které jsou nečitelné a velký výkon způsobuje slévání pitů dohromady, informace jsou zkreslené.

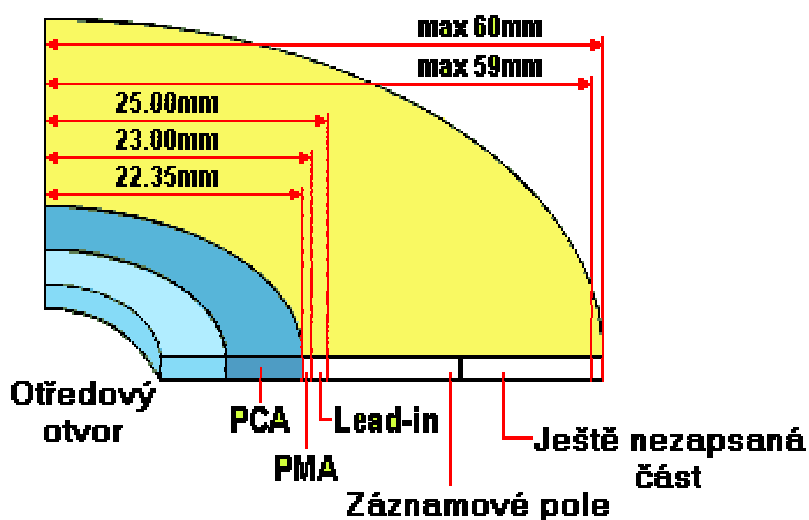
V současné době je většina CD-ROM mechanik konstruována jako IDE, ale u CD rekordérů stále převládá SCSI. SCSI sběrnice je oproti IDE rozhraní rychlejší, má větší průchodnost dat, méně zatěžuje samotný procesor a dá se říci, že je spolehlivější. Souvislý tok dat v potřebné šíři je nezbytný pro nahrávání. Jakékoliv přerušení toku dat při vypalování vede ke zničení CD-R média. Toto riziko se snižuje umístěním potřebné vyrovnávací paměti (512 kB-4 MB) do mechanik. CD rekordéry mají o několik řádů větší vyrovnávací paměť než CD-ROM mechaniky. Nové technologie BURN Proof a Just Link dávají šanci bezproblémovému pálení i na slabších strojích. Tyto stroje nám umožňují přerušení toku dat na vypalovačku bez ztráty CD-R média.

Datové pole disku obsahuje kalibrační programové pole (PCA). Pomocí tohoto pole a inicializačního testu dojde ke kalibraci záznamového laseru pro tento disk. Další částí je Program Memory Area (PMA), jenž obsahuje počet tracků a začáteční a koncový bod. Dále pak přichází Lead-In Area, jenž je připraven pro zápis popisu obsahu celého disku poté, co dojde k jeho kompletnímu nahrání. Po dokončení zápisu je na konec stopy zaznamenáno Lead-Out Area, který upozorní přehrávač, že je konec CD, aby se mohl zastavit.

Zápis na zapisovatelné CD může být proveden najednou, kdy jsou všechny tracky zapsány v jednom svazku. Disk se uzavírá zápisem obsahu a Lead-Out Area. Tento disk může být čten na jakékoli CD mechanice. Při záznamu se TOC (Table of Contents) vytváří ihned po nahrání dat. Tak dochází k uzavření disku. Dále není možné na disk cokoliv nahrát.

Multisession nechává naopak disk otevřený a TOC se zapisuje až po posledním nahrání.

(4)



1.6 Velikost CD

Jakou velikost, či kapacitu by mělo CD mít? Předpokládalo se, že optimální bude, když se na CD vejde celé LP. Tedy 45 až 50, maximálně 60 minut. Tomu odpovídal rozměr 11,5 cm. CD má ale plných 12 cm. Co vlastně vedlo ke zvětšení kapacity? Za vším stojí viceprezident Sony, pan Norio Ohga, který byl tehdy odpovědný za celý CD projekt. Vysvětlil technikům, že měřítkem pro velikost CD by měla být hudba a ne technické parametry. Proto pro základní velikost posloužila Beethovenova 9. Symfonie, která zanechala u Noria hluboké vzpomínky. Jako nejdelší se ukázala interpretace z Bayreuther Festspiele v roce 1951, kterou řídil Wilhelm Furtwängler. Proto také byla konečná velikost CD stanovena na 12 cm a nezůstalo se u 11,5 cm.

Kapacita CD v bytech je mezi 500 až 900 MB dat. Obě hodnoty, i hodnoty mezi nimi jsou správné.

Kapacitu dat uložených na CD ovlivňují tři faktory:

- 1) kapacita uživatelských dat v sektoru
- 2) počet sektorů, které CD obsahuje
- 3) způsob výpočtu 1 MB

ad1.

Základem je definice hlavní jednotky záznamu dat na CD. Tím je sektor. Logický sektor CD-ROM obsahuje celkem 2352 bytů, ale ne všechny jsou použity pro data uživatele. Velikost místa použitelného pro uložení dat je závislá na použitém módu zápisu. Mód 1 se používá k záznamu dat a programů. Pole uživatelských dat v tomto případě má velikost 2048 bytů na sektor. Mód 2 je používán pro zápis audia nebo pro grafické informace. Sektor zde obsahuje 2336 bytů. Oba módy používají zbytek volného místa v sektoru pro systémovou kontrolu a pro korekci chybných dat a další informace.

ad2.

Délka zápisu na CD určená pro zápis zvuku byla udávána v minutách. CD může obsahovat až 74 minut hudby, ale obsahuje jen 60 minut záznamu. Je to způsobeno tím, že krajních pět milimetrů na CD (14 cm) byly pro razicí stroje obtížně použitelné. Dalším důvodem je zabezpečení kompatibility s lisovacími stroji a všemi CD přehrávači. Dnes se již od tohoto omezení ustoupilo, bez ohledu na možné problémy se staršími mechanikami. Některá lisovaná CD-DA toto „přetažení“ používala jako ochranu proti kopírování.

ad3.

Důvodem je rozdílná interpretace výrazu mega. Aritmetickým vyjádřením je mega jeden milion. Tedy: $552\,960\,000 / 1\,000\,000 = 552,96$ MB

To znamená, že CD nahané Múd 1 při délce 60 minut obsahuje skoro 553 MB dat. V počítačové terminologii se používá pro 1 kB 1024 bytů, Jeden MB tedy obsahuje 1 024 000 bytů. Tedy: $552\,960\,000 / 1\,024\,000 = 540$ MB

Jeden MB můžeme také chápat jako 220, což je 1 048 576 bytů.

Tedy: $552\,960\,000 / 1\,048\,576 = 527,34$ MB

Všechny tyto hodnoty jsou pravdivé. Nemůžeme však zapomenout dodat o jaký mód se jedná a jak počítáme 1 MB.

V roce 1998 byla soustava SI doplněna o jednotky pro binární kódování.

Tedy: 1 kB = 1 024 bajtů, 1 MB = 1 048 576 bajtů, 1 GB = 1 073 741 824 bajtů.

Zatím se tyto jednotky neujaly. (4)

1.7 Barviva na CD

CD-R barvivo vytváří vrstvu, do které vlivem tepla zaznamenává vypalovací laser informace.

Tabulka I. Seznam současných barviv na organické bázi

Barvivo	Majitel patentu	Barva
Cyanine	Takto Yuden	Modrá
Phthalocyanine	Mitsumi Toastu Chemicals	Transparentní
Metallized Azo	Verbatim/Mitsubishi	Modrá
Advanced Phthalocyanine	Mitsumi Toastu Chemicals	Transparentní
Hybrid Cyanine/Phthalocyanine	Kodak Japan Limited	Světle zelená

Tabulka II. Výsledná barva na spodní straně média

Barvivo	Reflexní vrstva	
	Zlato	Stříbro
Cyanine	Zelená	Zelená/ modrá
Phthalocyanine	Zlatá	-
Metallized Azo	-	Tmavě modrá
Advanced Phthalocyanine	Zlatá	-
Hybrid Cyanine/Phthalocyanine	Zelená	-

Tabulka III. Současné typy barviva a jejich někteří největší producenti:

Typ barviva	Výrobce CD-R
Cyanine	Formet International Pte Ltd
Cyanine	TDK Corporation, Ritek Co, Xcitek Inc
Phthalocyanine	Mitsumi Chemicals, Kodak Japan Limited
Phthalocyanine	Ritek Co
Cyanine Phthalocyanine	Prodisc Technology Inc

Barva CD-R disku je závislá na barvě specifického barviva, které bylo použito v záznamové vrstvě. Přidáním reflexní vrstvy (zlato, stříbro) se základní barva změní. Některá média se potom jeví jako zelená, modrá nebo žlutavě zlatá.

Phthalocyanine a zlatá reflexní fólie se používají pro média zlatě zbarvená. Paprsek prochází přímo k odrazové vrstvě, protože barvivo je průhledné. Zlatá CD mají nejlepší odrazivost ve srovnání s barevnými barvivy. Trvanlivost CD je kolem 100 let.

Nejlevnější jsou zelená média. Kombinují barvivo Cyanine a zlatou reflexní vrstvu. Média mají životnost jen kolem 10 let. Mají menší odrazivost, což může způsobovat problémy při čtení na starších CD-ROM mechanikách. Větší trvanlivost (20 až 50) vykazují nejnovější cyaninová barviva. Zlato nahradila stříbrná odrazová vrstva, která média tváří jako modrá. Z barviva Azo jsou zhotovena modrá média. Výrobci modrých médií tvrdí, že jejich trvanlivost je srovnatelná se zlatými médii.

Kvalita média má dvě strany. První znamená, jak dlouhou dobu vydrží nahraná uložená data. Druhou stránkou je, aby médium bylo čitelné na co největším počtu CD-ROM mechanik a CD přehrávačů. (4)

1.8 Rychlost otáček CD mechaniky

Rychlost otáčení disku u CD mechanik není tak jednoznačná jako u pevných disků, nebo floppy disků. Ze začátku používali CD mechaniky konstantní obvodové rychlosti. Jsou označovány jako CLV (Constant Linear Velocity). Znamená to, že rychlost otáčení nebyla konstantní, ale měnila se v závislosti od vzdálenosti hlavy od středu disku. Bylo to proto, aby pod čtecí hlavou probíhalo vždy stále stejné množství dat. CD má informaci zaznamenanou s konstantní hustotou na rozdíl od pevných disků. Vzdálenost dvou bitů na začátku a na konci CD je stejná. U pevného disku jsou bity na vnitřních kruzích blíže u sebe, než na vnějších. CD mechanika vyrovnává změnu rychlosti otáčení tak, že u středu přečte za jednu otáčku méně dat, než na vnějšku. Obrovský rozdíl v rychlostech otáčení při středu a okraji začal způsobovat opotřebení celé mechanické části, zvláště pohonu. (4)

1.9 Životnost a kvalita CD

Výrobci zapisovatelných CD často garantují životnost přes 100 let a více než milion čtecích cyklů. Skutečnost může být jiná. Některá CD-R média jsou nečitelná již po dvou letech od vypálení. Hlavním problémem stárnutí je blednutí barviva. Pokud barva vybledne, laser čtecí mechaniky nepřečte nic. CD-R média nejsou proto vhodná pro dlouhodobé skladování dat.

Mnoho lidí zachází se svými audio-CD opatrně. Ale v případě CD-ROM, CD-R, CD-RW nebo i DVD, na něž jsou denně ukládána obrovská množství různých digitálních obsahů, se správná manipulace stává otázkou neporušenosti dat. Album s rodinnými fotografiemi, které je například vypáleno na CD-R, má jistě pro jednotlivce velkou nehmotnou hodnotu. Avšak CD-R, na kterém jsou uloženy technické výkresy nebo konstrukční data nějaké malé konstrukční kanceláře, snadno představuje komerční hodnotu v řádech tisíců euro. (8), (10), (11)

1.9.1 Pokyny pro správné zacházení s CD

Nedotýkat se záznamové strany optického disku. Ať již jsou na médiu uložena nějaká data nebo je prázdné, je v obou případech lesklá strana, na kterou nepříjde žádný záznam, citlivá na otisky prstů, škrábance, prach a všechny druhy mechanického působení. Disk by se měl brát vždy za vnější nebo vnitřní hrany. CD nebo DVD mají obvykle jen jednu záznamovou stranu. Výjimky z tohoto pravidla - DVD-RAM – se nachází v ochranném obalu, se kterým jsou vkládány do mechaniky.

Temno, chladno a sucho mají rády všechny optické disky. Ačkoliv se ke čtení a záznamu používá laserové světlo, je nepřítelem disků sluneční světlo. Ultrafialové záření slunečního světla je tak agresivní, že může poškodit záznamovou vrstvu uvnitř kulatého disku. Vysoké teploty mohou ohrozit stabilitu jak ochranné vrstvy tak i záznamové vrstvy. Teplo může rovněž zapříčinit deformaci médií, což v konečném důsledku způsobuje chyby při čtení a záznamu nebo nevratnou ztrátu dat. Také vlhkost může negativně ovlivnit integritu dat. Ačkoliv je umělohmotný materiál (polykarbonát) pláště vlastně vodotěsný, může vysoká vlhkost vzduchu společně s vysokými teplotami vést k tomu, že se vlhkost dostane až k záznamové vrstvě a ta je eventuálně narušena korozí. Kdo chce své soubory uchovávat po desítky let, uloží média do CD- příp. DVD-boxu nebo nějakého vhodného obalu, kde budou chráněny před přímým působením ultrafialového záření a kde bude zajištěn rozsah teplot od -5°C do maximálně $+30^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost vzduchu od 40 do 60 %.

Udržovat v čistotě! Pouze čistý disk je spolehlivý disk. Pokud se někdy na CD-R nebo DVD dostane otisk prstu nebo chomáček prachu, musí být odstraněn. K vyčištění postačí voda a nějaký měkký hadr, který nepouští chlupy. Nedoporučují se rozpouštědla nebo agresivní čisticí prostředky. Nachází-li se na disku mastné usazeniny, může se do vody přidat i kapka mycího prostředku.

Šetrné zacházení. Popsaná strana disku je dosti robustní a nehraje pro čtení popř. záznam žádnou roli. Přesto by ani tato strana neměla být mechanicky poškozena nebo vystavena působení agresivních chemických rozpouštědel. K popisu CD a DVD se doporučují fixy s měkkou špičkou, k jejich polepování etiketami popisky s odolnou vrstvou lepidla.

Etikety umisťovat přesně. Ještě důležitější než kvalita etikety je způsob, jakým jsou na nosič dat umisťovány. Elektrický motor uvnitř vysokorychlostní mechaniky (od 40x výše) pracuje rychlostí několika tisíc otáček za minutu. Disk, u kterého není popiska přesně vystředěna se středovým otvorem, se může chvět (oscilovat), což negativně ovlivňuje přesnost čtení/záznamu. V nejhorším případě se mohou média a/nebo mechanika poškodit.

CD-R disky se vyrábí pomocí matrice. Každá matrice má svoji životnost. Je nutné výrobu na určitou dobu přerušit , matrici vyměnit, doplnit spotřebovávané materiály a stroje přenastavit. Proces se periodicky opakuje. Každý náběh i dojezd výroby je provázen změnou v kvalitě médií. Jiné vlastnosti mají první vyrobené kusy, jiné v době plynulé výroby a jiné budou mít média vyrobená ke konci životnosti matrice. Zlatý střed bývá nejkvalitnější. (11)

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Celý experiment navazuje na diplomovou práci „Vliv teploty a doby na schopnost čtení dat z CD“, jejíž autorem je Vymyslický Vojtěch. Jeho pokus spočíval v testování CD na digitálním testeru. Tester kontroluje CD-R, CD-ROM. Registruje digitální chyby, které CD mechanika v průběhu čtení opravuje. Naměřené hodnoty následně porovnává s tzv. standardy, jako Orange, Green, Blue, Yellow a White books. Zabýval se faktory (vliv rychlosti čtení na množství chyb, jak se mění chyby s dobou od výroby, vliv zvýšené teploty působící na CD krátkodobě i dlouhodobě → teplotní omezení použitelnosti CD), které mají vliv na množství digitálních chyb. (13)

Nejdůležitějším vlivem pro náš test je vliv zvýšené teploty na CD. Při krátkodobém působení teploty na CD při 132 a 138 °C došlo k prudkému nárůstu chyb, ale hlavně ke ztrátě rovinnosti. Při dlouhodobém působení teploty na CD při 90 a 113 °C nedošlo k výraznému nárůstu chyb. Ztráta rovinnosti však byla zaznamenána.

Ztráta rovinnosti je způsobena vlivem vnitřního pnutí jednotlivých vrstev disku. Jednotlivé vrstvy disku se skládají ze spodní polykarbonátové části a vrchní části, na které je nanesen lak. Při výrobě termoplastických polymerních materiálů, které jsou běžně zpracovávány v tavenině jsou velikost a tvar výsledného produktu fixovány rychlým zchlazením pod teplotou skelného přechodu T_g těchto materiálů za současného působení vysokých tlaků. Dochází k vytvoření struktury, která je tvořena jednotlivými molekulárními jednotkami, které nejsou v termodynamicky rovnovážném stavu, a to jednak orientací makromolekul způsobenou tokem, zhuštěnou strukturou materiálu vlivem stlačení taveniny a v neposlední řadě vlastní nerovnovážnou podstatou skelného stavu. Výsledkem relaxace je relaxační chování takto připravené PC matrice vyznačující se změnou její hustoty, optických vlastností nebo například mechanického modulu. Jestliže budeme CD opět vystavovat teplotám kolem teploty T_g , budou tyto procesy podstatně urychleny, což povede ke ztrátě rovinnosti CD, jako důsledek vzniku vnitřního pnutí mezi relaxující PC maticí a z tohoto pohledu inertní vrstvou napařené hliníkové vrstvy a laku.

Hlavní parametry, které udávají kvalitu polykarbonátových kompaktních disků jako optických paměťových medií jsou rozptyl, rovinnost PC matrice a tolerance průměru středové díry CD. Interní pnutí přítomné v PC struktuře CD přispívá k povýrobní ztrátě rovinnosti CD.

2.1 Cíle práce

Cílem je především zjistit působení vnějších vlivů na rovinnost CD, a to především:

- změna rovinnosti v závislosti na teplotě z pohledu vzdálenosti od T_g polykarbonátové matrice disku
- vliv zvýšené teploty na funkčnost a životnost CD

2.2 Použitá zařízení

Temperační komora- Topná pec BINDER ED 53 pro temperaci kompaktních disků, výrobce Binder GmbH, Tuttlingen. Maximální teplota 300°C, naměřený rozdíl od nastavené teploty se pohyboval v rozmezí +/- 1°C.

Úchylkoměr číselníkový- Zařízení na zjišťování prohnutí. Součástí je podkladová kovová deska s číselnou stupnicí, ciferník a dotekový snímač s ploškou.

2.2.1 Použité vzorky

CD média testovaná pro stanovení rovinnosti byla vyrobena vstřikovacím procesem v G. Z. Loděnice.

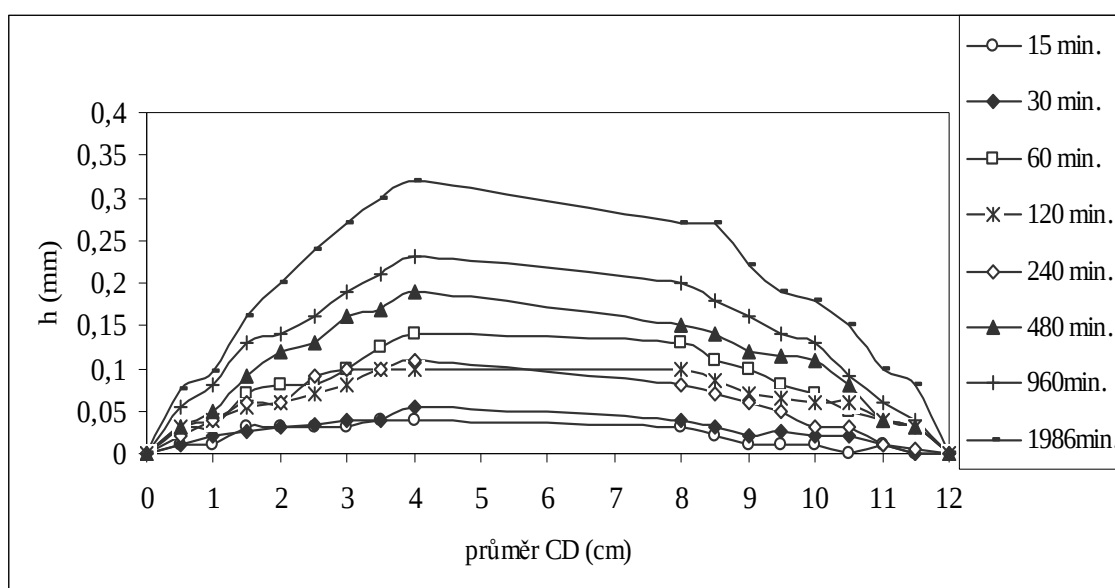
2.3 Postup měření

K měření jsme měli k dispozici čtyři CD. Temperační komora se připravila na teplotu 90 °C. První CD se položilo na kovový podklad čtecí stranou (potiskem) CD směrem dolů a vložilo do pece na 15 minut. Po uplynutí této doby a vyjmutí z pece se CD ochladilo na pokojovou teplotu. Ta se pohybovala kolem 20 °C. Následovalo měření rovinnosti. CD se položilo na kovovou desku s číselnou stupnicí čtecí stranou dolů pod dotekový snímač. Snímač se nastavil na nulovou hodnotu. Nultým bodem byl okraj CD. Další bod byl vzdálen 0,5 cm od okraje směrem ke střednímu otvoru. Vzdálenost mezi jednotlivými body byla stejná. Naměřilo se celkem osm bodů na jedné polovině CD. Stejným způsobem byla změřena i druhá polovina CD. Pro kontrolu se každé měření provedlo 2x. CD se opět vložilo do pece tentokrát na 30 minut, tedy na dvojnásobek předchozí doby v peci. Po

uplynutí této doby byl následný postup obdoný. Potom následovala 1, 2, 4,... až 32 hodin v peci. Stejný postup se provedl u teplot 126, 128 a 132 °C.

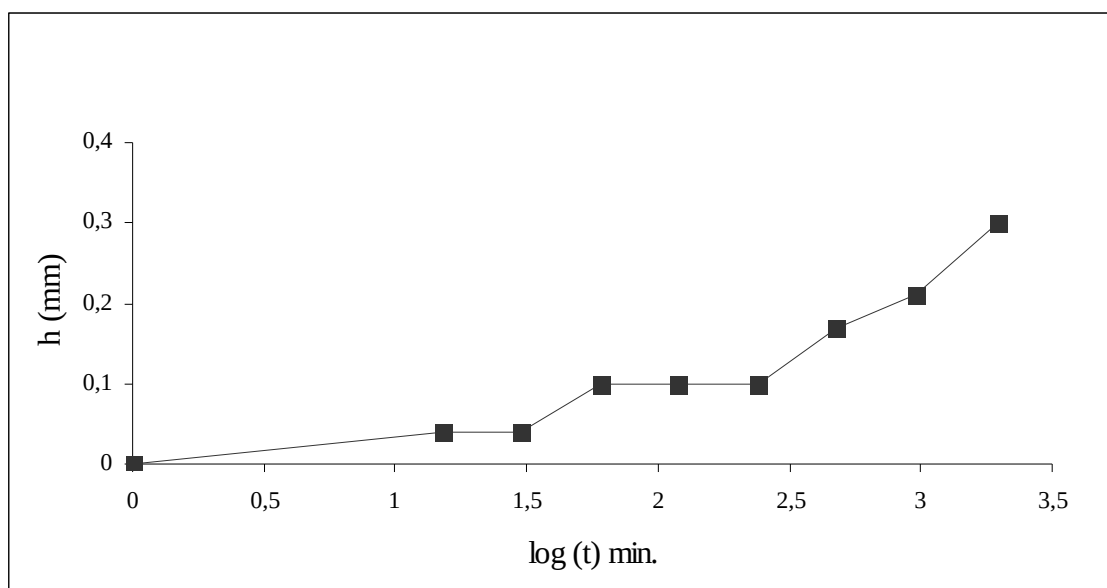
VÝSLEDKY

Změna rovinnosti, jejíž body byly zjištěny na úchylkoměru, byla vynesena do grafu č.1. při teplotě 90 °C. Osa x udává průměr CD v cm. Osa souměrnosti, jež rozděluje CD na dvě poloviny, protíná bod 6. Body 0 a 12 značí okraje CD a nulové body. Osa y udává změnu prohnutí CD v mm v závislosti na čase. Můžeme říci, že prohnutí CD je symetrické na obou polovinách. Vytváří tvar kopule, vyduť CD směrem dovnitř k potisku CD. Vyduť způsobuje polykarbonátová vrstva, která vlivem teploty zvětšuje svůj rozměr. Napařená hliníková vrstva spolu s lakem si při zvýšené teplotě zachovává svůj tvar, proto dochází k vypouknutí CD na straně polykarbonátu. Nosiče bez napařené vrstvy se neprohýbají.



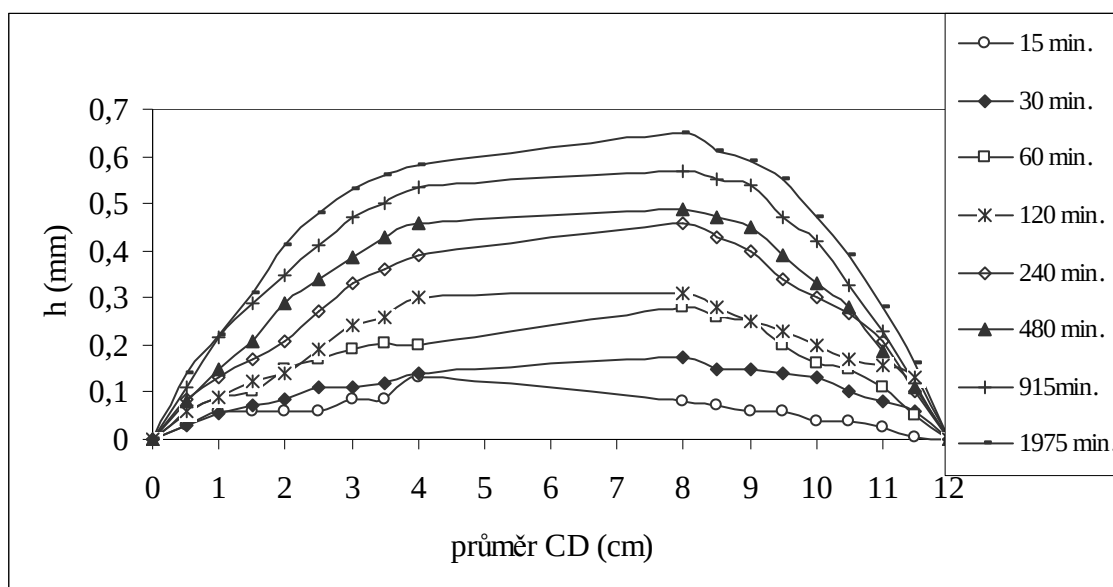
Graf č.1. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 90 °C

Graf č.2. zobrazuje polohu sedmého bodu z měření rovinnosti z grafu č.1. při 90 °C. Osa x udává logaritmus času v minutách. Osa y udává prohnutí CD v mm. Při zvýšené teplotě materiál relaxuje, a tak se snaží dospět do rovnovážného stavu. Průběh křivky má podobnost s úvodní částí obecné relaxační křivky, která má esovitým tvar v logaritmických souřadnicích času.

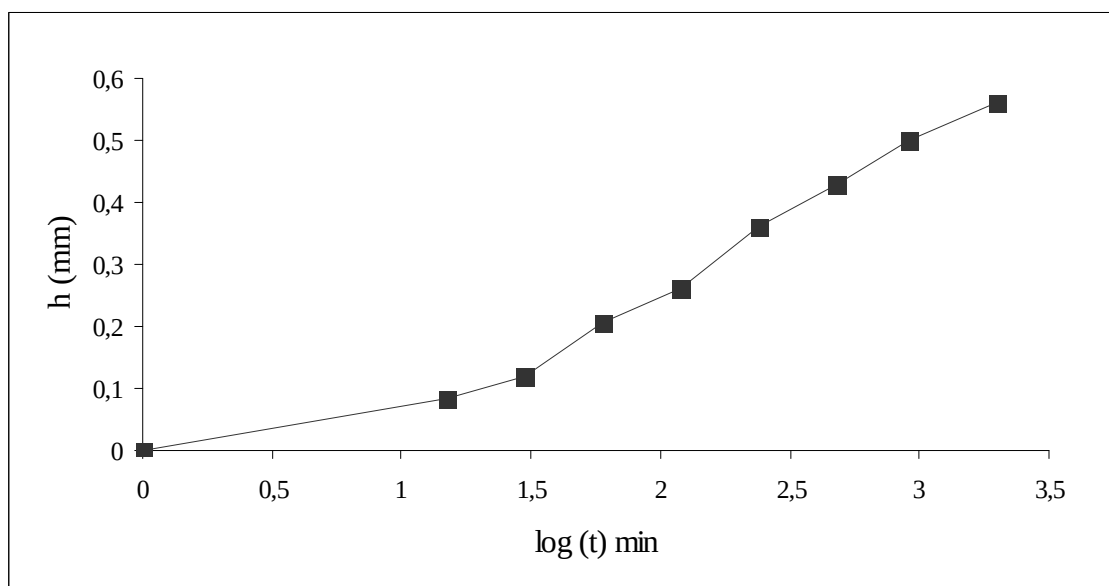


Graf č.2. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 90 °C

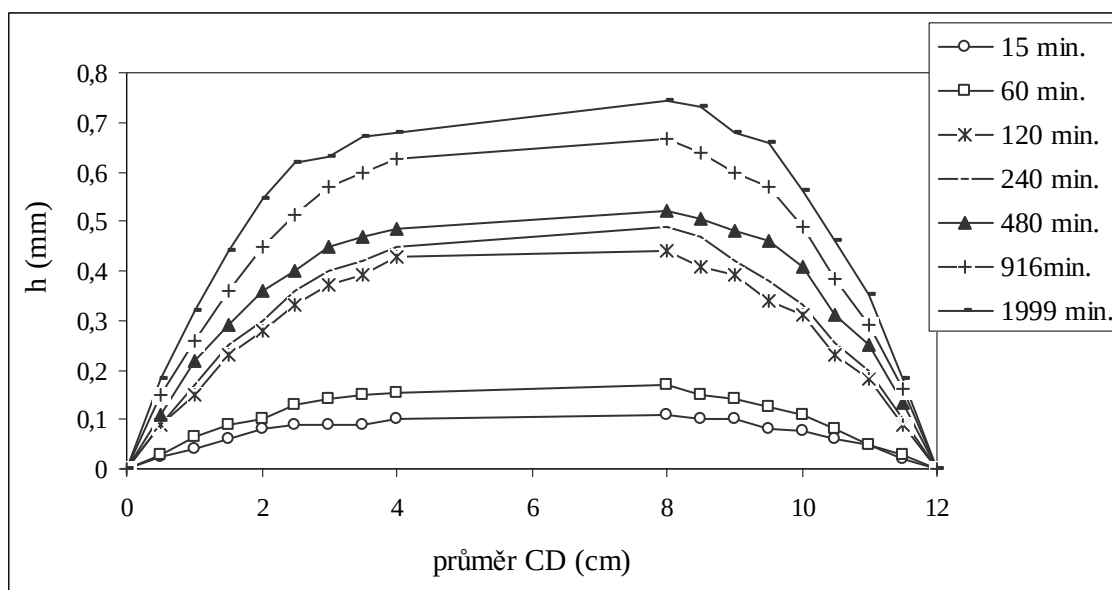
Následující grafy jsou obdobné grafům č.1. a 2.. Liší se teplotou působení na CD v peci.



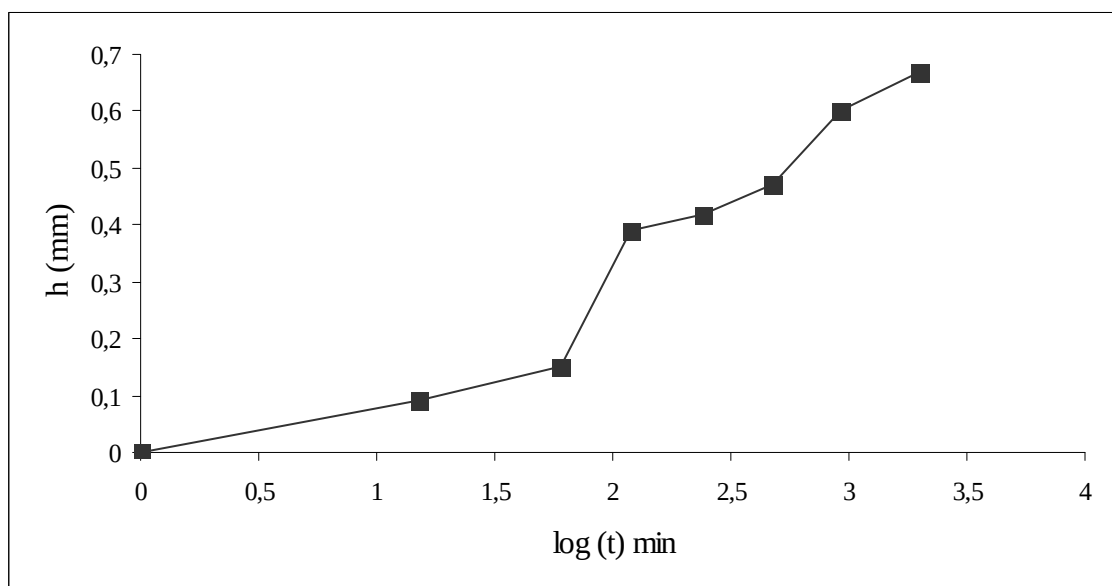
Graf č.3. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 126 °C



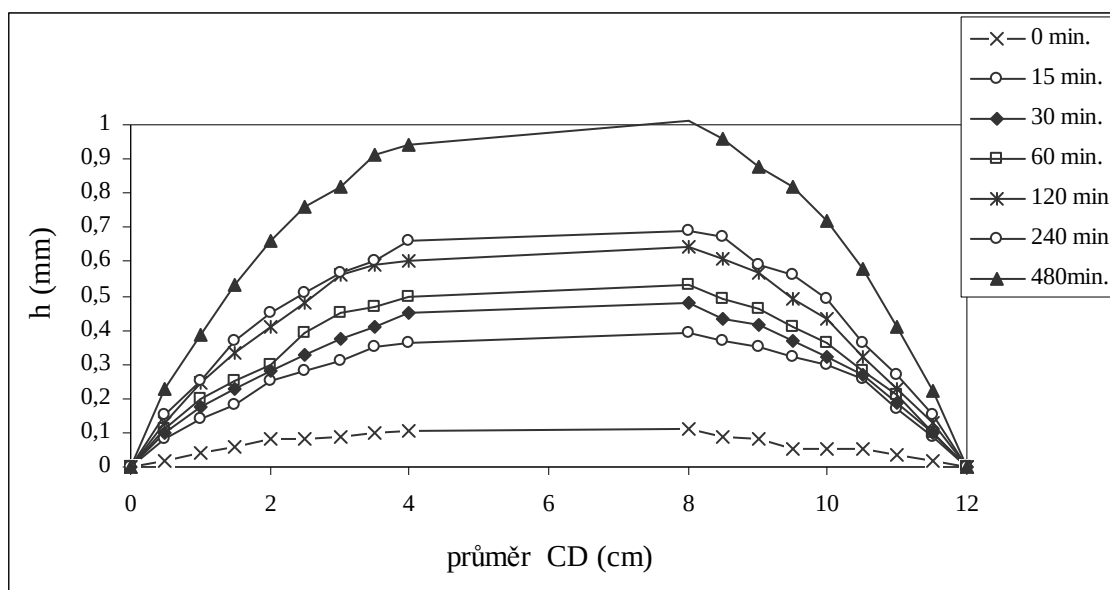
Graf č.4. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 126 °C



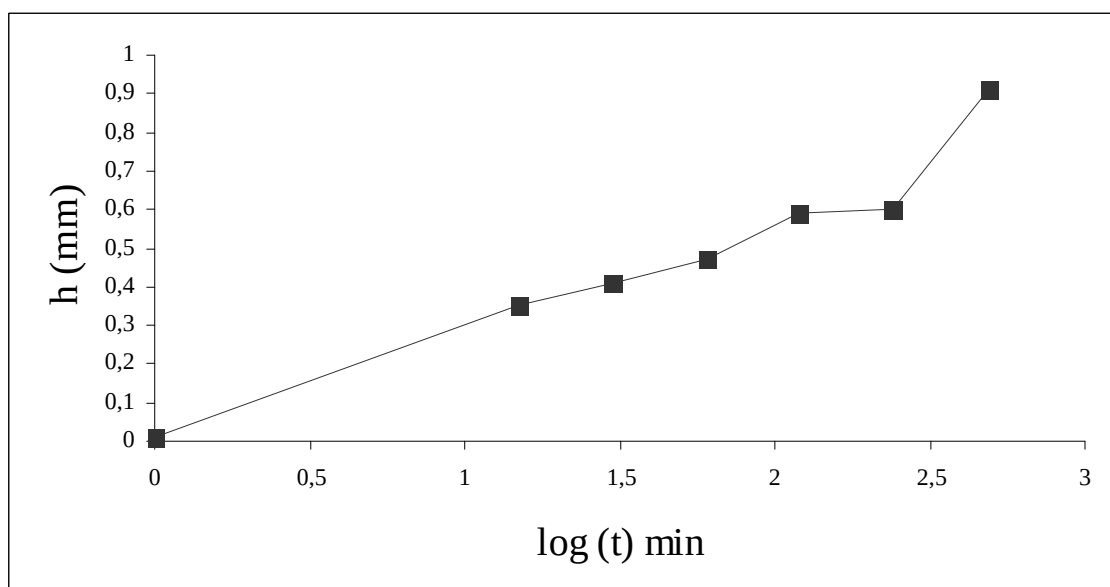
Graf č.5. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 128 °C



Graf č.6. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 128 °C

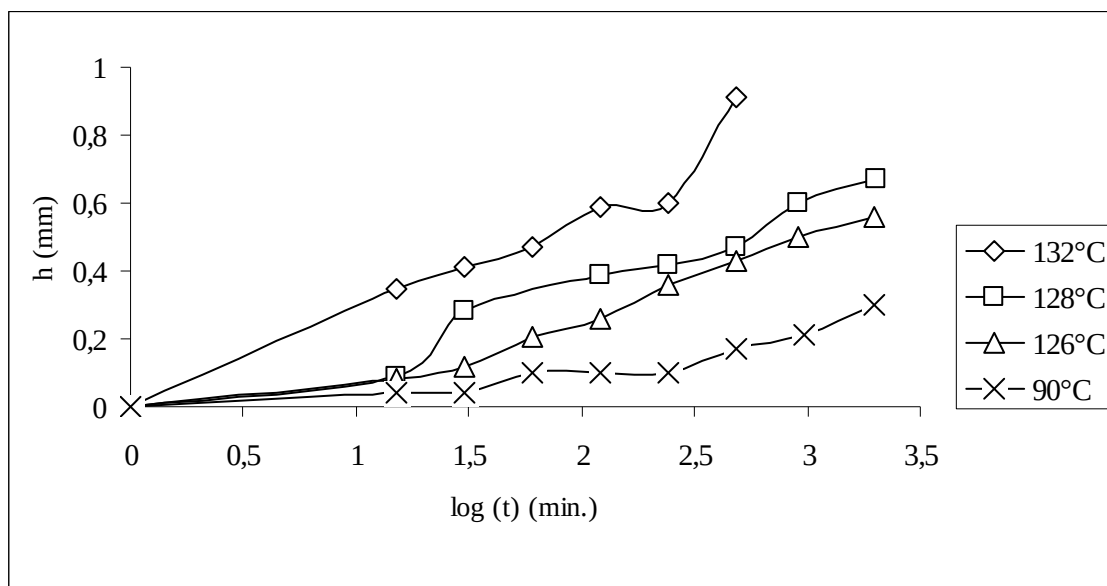


Graf č.7. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 132 °C



Graf č.8. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 132 °C

V následujícím grafu můžeme porovnat změnu rovinnosti CD v sedmé poloze v závislosti na čase při všech teplotách. Osa x udává logaritmus času v minutách. Osa y udává prohnutí CD v mm.



Graf č.9. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při všech teplotách

DISKUSE VÝSLEDKŮ

V jednotlivých grafech jsme si mohli všimnout, jak se rovinnost mění s teplotou a dobou působení v temperační komoře. Jestliže porovnáme graf č.1. s grafem č.7., tj. při 90 °C a 132 °C, můžeme pozorovat výrazné změny v prohnutí, které jsou dány teplotou. Při 90 °C je prohnutí podstatně menší než u teploty 132 °C. Při 90 °C a době temperace, která činila 1986 minut, se maximální prohnutí pohybovalo kolem 0,32 mm. Při 132 °C a době temperace 480 minut dosahovalo maximální prohnutí už 1 mm. Můžeme tedy říci, že čím vyšší teplotou budeme působit, tím rychleji a většího prohnutí dosáhneme. U disku, který jsme temperovali při 90 °C nedocházelo z počátku k velkým změnám v rovinnosti, jako při teplotě 132 °C. V grafu č.2. si můžeme všimnout, jak rovinnost z počátku zůstává zachována. Ke změnám rovinnosti dochází po 120 minutách působení v peci. Křivka má exponenciální charakter. V grafu č.8. je vlivem vyšší teploty strmější nárůst prohnutí. K prohnutí dochází již po 15 minutě působení v peci. Relaxační křivka má esovitý tvar. Exponenciální charakter křivek způsobuje relaxace polykarbonátu, který se snaží dosáhnout rovnováhy.

U disků při temperaci 126 a 128 °C docházelo k obdobným změnám rovinnosti mezi 30 a 60 minutou působení v temperační komoře, jako při teplotě 90 °C. U teploty 126 °C a době temperace 1975 minut dosahovalo prohnutí hodnoty kolem 0,6 mm. U teploty 128 °C a době temperace 1999 minut dosahovalo prohnutí kolem 0,7 mm. Změna rovinnosti při rostoucí době temperace byla téměř shodná u obou teplot, jak vyplívá z grafů č.4. a 6.. Relaxační křivky mají exponenciální charakter.

Při mírné ztrátě rovinnosti nemusí být vždy disk výrazně poškozen. CD může být bez problémů přečteno bez výrazných chyb. Přesto předpokládáme, že změna rovinnosti záporně ovlivní funkčnost kompaktních disků.

ZÁVĚR

Obsahem bakalářské práce bylo navázání na diplomovou práci Vojtěcha Vymyslického, jehož náplní bylo stanovení digitálních chyb disků na digitálním testeru, které se objevovaly vlivem zvýšené teploty. Zjistil, že vlivem působení na CD zvýšenou teplotou dochází ke ztrátě rovinnosti. Tento poznatek byl vodítkem pro náš test.

Ztrátu rovinnosti vysvětlujeme vlivem vnitřního pnutí mezi jednotlivými vrstvami CD, a to polykarbonátovou vrstvou napařenou hliníkovou vrstvou a lakem s potiskem, kdy polykarbonát vlivem zvýšené teploty relaxuje vedoucí ke zmenšování jeho objemu, kdežto ostatní vrstvy svůj objem více méně zachovávají. Dochází k vydutí CD směrem dovnitř potisku. U nosičů, které nemají tuto napařenou polykarbonátovou vrstvu, nedochází vlivem zvýšené teploty ke ztrátě rovinnosti.

Pomocí úchylkoměru číselníkového jsme zjistili hodnoty prohnutí CD. Měřilo se vydutí polykarbonátové vrstvy CD v jednotkách mm. Po měření a sestrojení grafů jsme zjistili závislost rovinnosti na teplotě. Čím vyšší teplotou působíme, tím se prohnutí rychleji zvyšuje. V grafech č.1, 3, 5, 7 si můžeme všimnout symetrického vydutí CD, které se u teploty 90 °C pohybuje kolem 0,3 mm, u teplot 126 a 128 °C kolem 0,6-0,7 mm a u teploty 132 °C až kolem 1 mm. Jednotlivé křivky v grafech č.2, 4, 6, 8, které nám udávají změnu rovinnosti s rostoucím časem, mají esovitý průběh, což je způsobeno relaxací polykarbonátu, který se snaží dospět do rovnováhy.

Zjistili jsme, že teplota má zásadní vliv na rovinnost CD, tedy na životnost. Životnost CD nemůžeme v současné době předvídat, ale můžeme říci, jestliže CD ztrácí svůj tvar, ztrácí také svoji funkčnost.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) <http://www.esphere.cz/kostka/Hardware/disk.htm>
- (2) <http://www.zive.cz>
- (3) Škeřík J.:Plasty v elektrotechnice a elektronice, Praha 1991
- (4) <http://cdr.cz>
- (5) Veselý Karel: POLYMERY- struktura, syntéza, vlastnosti, zpracování, Brno 1992
- (6) Ing Sysel Martin, Ph. D.:Technické vybavení PC, Učební texty vysokých škol, Zlín 2003
- (7) www.arkin.cz
- (8) <http://technet.idnes.cz>
- (9) www.diskus.cz
- (10) www.ekolist.cz
- (11) http://www.imation.cz/about_imation/newsroom/2003_06_Optical_Media_Handling.htm
- (12) Benda Radek, Rosman Petr, Sodomka Petr: Informatika a výpočetní technika, Zlín 2000
- (13) Vymyslický Vojtěch, diplomová práce: Vliv teploty a doby na schopnost čtení dat z CD, fakulta technologická, Zlín 2004
- (14) Broža P. : Vypalujeme CD, Computer press, 2000.
- (15) Sokolovsky P. : Multimédia : Současnost budoucnosti, Unis, Praha 1994
- (16) <http://audio.digisvet.cz/cd.php>
- (17) www.ibsstudio.com
- (18) <http://mujweb.cz>
- (19) www.vogel.cz
- (20) Mleziva J., Šňupárek J. : Polymery – struktura, vlastnosti a použití. Sobotáles, 1988.

SEZNAM GRAFŮ

Graf č.1. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 90 °C.....	str.30
Graf č.2. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 90 °C.....	str.31
Graf č.3. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 126 °C.....	str.32
Graf č.4. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 126 °C.....	str.32
Graf č.5. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 128 °C.....	str.33
Graf č.6. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 128 °C.....	str.33
Graf č.7. Závislost změny rovinnosti CD na čase při teplotě 132 °C.....	str.34
Graf č.8. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při teplotě 132 °C.....	str.34
Graf č.9. Závislost změny rovinnosti CD s rostoucím časem při všech teplotách.....	str.35

SEZNAM TABULEK

Tabulka II. Seznam současných barviv na organické bázi.....	str.22
Tabulka II. Výsledná barva na spodní straně média.....	str.23
Tabulka III. Současné typy barviva a jejich někteří největší producenti.....	str.23

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č.1 Obecný vzorec dianu.....	str.8
Obr. č.2 Obecný vzorec polykarbonátu.....	str.9
Obr. č.3 Rozměry CD.....	str.12
Obr. č.4 Složení CD.....	str.17
Obr. č.5 Zápis na CD.....	str.18
Obr. č. 6 Zápis na CD II.	str.19

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABS	akrylonitril-butadien-styren
ATIP	identifikační kód disku
CAV	konstantní úhlová rychlost
CD	kompaktní disk
CD-DA	audio disk
CD-R	zapisovací kompaktní disk
CD-ROM	kompaktní disk určený pouze pro čtení
CD-RW	přepisovací kompaktní disk
CLV	konstantní rychlost čtení
COCl ₂	fosgen
DVD	digitální univerzální disk
DVD-RAM	první zapisovatelná DVD mechanika
EFM	modulace osm na čtrnáct
IDE	sběrnice
LED	světlo vyzařující dioda
LP	nahrávací (vynilová) deska
PBTP	polybutylentereftalát
PC	polykarbonát
PCA	kalibrační programové pole
PMA	kalibrační paměťové pole
T _g	teplota skelného přechodu
TOC	tabulka obsahu
SCSI	malý počítačový mezičlánek (sběrnice)

UV

ultrafialový