

Jakub Szałatkiewicz

ODZYSK SUROWCÓW Z KOMPUTEROWYCH DYSKÓW TWARDYCH

Streszczenie

W artykule omówiono cechy użytkowych komputerowych dysków twardych HDD – Hard Disk Drive, oraz potrzebę opracowania założeń nowej technologii zrobotyzowanego odzysku surowców z tego rodzaju odpadów. Zebrano dane o surowcowym składzie twardych dysków, przygotowano dokumentację elementów i rozwiązań w nich stosowanych, oraz opracowano skład surowców pozyskiwanych z demontażu. Wykonano analizę bieżącej i historycznej sprzedaży dysków w Polsce i na świecie, w celu oszacowania ilości surowców dostępnych z tego odpadu, a także określono pracochłonność demontażu HDD. Ponadto przedstawiono, charakterystykę budowy twardych dysków. Omówiono i porównano stosowane obecnie technologie przetwarzania twardych dysków: ręczny demontaż i mechaniczne przetwarzanie jak i możliwość zrobotyzowania procesu demontażu.

Słowa kluczowe: odpady, ZSEE, przetwarzanie, recykling, odzysk, HDD, twardy dysk, surowce, demontaż.

WSTĘP

Odpady zużytego sprzętu elektronicznego i elektrycznego [ZSEE] to problem globalny, o dużej skali. W 27 krajach EU szacuje się, że masa wytwarzanych odpadów ZSEE wynosiła 8,3–9,1 mln ton [Mg] w 2005, z czego 25% jest zbierane i przetwarzane, zaś pozostałe 75% nie są rejestrowane [1, 2], na co może mieć wpływ, brak dostosowanych technologii przetwarzania tych odpadów. Problem rosnącej masy odpadów ZSEE [3, 4], dotyczy w największym stopniu krajów wysokorozwiniętych. W Szwecji zbiera się 16,7 kg/osobę, Wielkiej Brytanii 8,2 kg/osobę, w Austrii 6,5 kg/osobę [5]. W Polsce, zamierza się zbierać 4 kg ZSEE /osobę. Z raportów Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (GOiŚ) wynika, że w 2008 r. zebrano 1,45 kg/osobę, a w 2009 r. 2,7 kg/osobę [6]. Widocznym jest że ilość zbieranych odpadów ZSEE sukcesywnie rośnie dlatego ważnym jest pytanie o sposoby ich przetwarzania i możliwe do odzyskania surowce.

PODSTAWY PRAWNE GOSPODARKI ODPADAMI ZSEE

Podstawą prawną polskiego systemu gospodarki odpadami ZSEE, jest „Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r., o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym” [7] (nowe-

lizacja 21 listopada 2008 r.). Ustawa nakłada obowiązek: selektywnej zbiórki odpadów ZSEE, w lokalnych punktach zbiórki - zakazując ich usunięcia wspólnie z odpadami komunalnymi, a następnie ich przetwarzania w specjalizujących się unieszkodliwianiem tych odpadów zakładach. Ustawa określa konieczne do osiągnięcia poziomu zbiórki i odzysku odpadów ZSEE – względem masy sprzętu wprowadzonego na rynek w danym roku. W przypadku nie wypełnienia tego obowiązku wprowadzający na rynek nowe towary, musi wnieść opłatę recyklingową [KGO – Koszt Gospodarowania Odpadami] obliczaną na podstawie masy wprowadzonych odpadów i stawki za ich przetwarzanie. W ramach ustawy wszystkie odpady ZSEE podzielono na 10 grup towarowych i już w trakcie ich zbiórki są one segregowane według tych grup.

KRYTERIA WYBORU ODPADU – CEL PRACY

Wybór odpadu był podyktowany koniecznością pozyskania danych o odpadach spełniających kryteria niezbędne do opracowania nowej technologii odzysku surowców. Analiza miała na celu rozpoznanie czy istnieją odpady, które mogą być przetwarzane w inny niż dotychczas stosowany sposób dzięki zastosowaniu nowych technologii. Autor dąży bowiem do opracowania innowacyjnej technologii zrobotyzowanego demontażu odpadów ZSEE, która umożliwi wysokowydajny sposób odzysku surowców przy niskich nakładach pracy i energii.

Z założenia technologii zrobotyzowanego recyklingu wyróżniają kryteria, które musi spełniać odpad, aby było możliwe jego przetwarzanie:

- Fizyczne: podobna budowa, standaryzowane wymiary zewnętrzne, rozstawy otworów montażowych, łatwość do demontażu konstrukcję i budowę z niewielkiej liczby jednorodnych podzespołów.
- Ekonomiczne i gospodarcze: faza cyklu życia produktu, ilość, masa na rynku i w sprzedaży, trend wzrostowy sprzedaży.
- Dodatkowymi kryteriami są: łatwe wyodrębnianie danego produktu z odpadów, dobry stan fizyczny – bez deformacji, jak również mało skuteczne i energochłonne obecnie stosowane metody recyklingu odpadu.

W oparciu o powyższe kryteria zidentyfikowano grupę odpadów, a spośród nich do szczegółowej analizy wybrano komputerowy dysk twardy HDD (fot. 1) jako odpad w pełni spełniający wszystkie powyższe kryteria.

CHARAKTERYSTYKA DYSKÓW TWARDYCH

Komputerowe dyski twarde, znajdują się w komputerach i innych urządzeniach IT, RTV, a także często występują samodzielnie wśród odpadów ZSEE w sytuacji gdy są one wymieniane na nowe. Wyodrębnianie twardego dysku z komputerów nie stano-



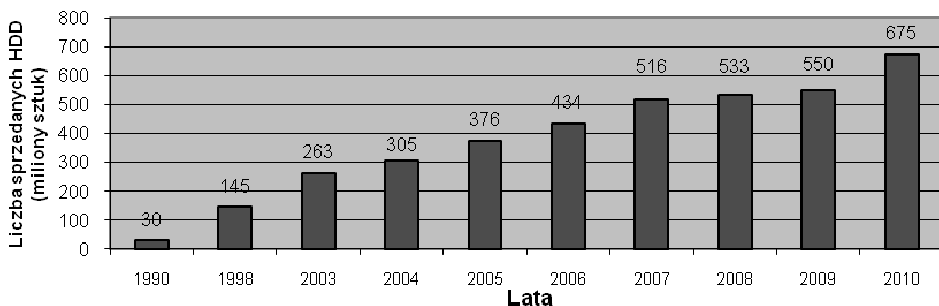
Fot. 1. Przykładowy dysk HDD 3,5” widok od strony elektroniki (J. Szałatkiewicz)

wi problemu, jest to standardowa procedura w wielu firmach przetwarzających ZSEE, ponadto ich stan fizyczny jest dobry – bez deformacji.

Komputerowy dysk twardy charakteryzuje się zunifikowanymi wymiarami zewnętrznymi [kilka modeli np. 2,5”, 3,5”], o standardowym rozstawie otworów montażowych i gabarytach. Jego budowa jest prosta i opiera się na chassis, w którym zamontowane są podzespoły dysku.

Z racji szybkiego starzenia się rozwiązań IT następuje częsta wymiana dysków twardech i całych komputerów. Prowadzi to do wzrostu produkcji i sprzedaży HDD (rys. 1), czyli wzrostu masy odpadów do przetworzenia. W 2008 r. światowa sprzedaż nowych komputerów wyniosła 291 mln sztuk [8], zaś sprzedaż dysków twardech w roku 2007 wyniosła 516 mln [9].

Na przykładzie firmy Seagate łatwo dostrzec dynamikę wzrostu sprzedaży HDD na świecie, której to „dostarczenie na rynek miliarda dysków zajęło 29 lat. Firma szacuje, że kolejny miliard zostanie sprzedany w ciągu kolejnych pięciu lat” [10]. Przewidywana sprzedaż HDD na świecie w 2010 roku to 675 mln sztuk [11].



Rys. 1. Roczna sprzedaż twardech dysków na świecie (opracowanie własne)

SZACOWANIE MASY ODPADOWYCH DYSKÓW TWARDYCH NA RYNKU POLSKIM

Nie dysponujemy szczegółowymi danymi o sprzedaży dysków twardych w Polsce w poszczególnych latach, dlatego szacowanie masy twardych dysków przeprowadzono w oparciu o cząstkowe dane, dotyczące sprzedaży nowych komputerów w Polsce, a także inne dostępne dane. Mając na uwadze, że liczba sprzedawanych dysków twardych [516 mln sztuk w 2007] niemal dwukrotnie przewyższa liczbę nowych komputerów [291 mln sztuk w 2008], należy traktować poniższe wyliczenia ilości HDD jako wyraźnie zaniżone.

W oparciu o założenie: masa sprzedana = masa odpadów w przyszłości, możliwe jest określenie masy odpadów dysków twardych do przetworzenia w najbliższych latach. Na podstawie danych sprzedaży komputerów w Polsce z ostatnich dwóch lat, 3,8 mln [12] sztuk w 2008 r. i 2,8 mln [13] w 2009 r., przy średniej masie dysku twardego 515 g (tab. 3), można określić masę wprowadzonych dysków twardych w nowych komputerach na: 1957 Mg w 2008 r. i 1540 Mg w 2009 r. W oparciu o te dane przyjęto szacunkową masę HDD, które będą wprowadzane co roku na rynek Polski na poziomie 2500 Mg.

Biorąc pod uwagę ilość dysków twardych sprzedanych na świecie w 2009 r. [550 mln sztuk], co roku masa odpadów HDD w skali świata jest równa 283 250 Mg (Polska 1%).

Z powyższych obliczeń wynika że powstająca co roku masa odpadów HDD jest na tyle znacząca, że możliwa do odzyskania z niej ilość surowców, uzasadnia opracowanie nowych technologii przetwarzania tych odpadów.

SYSTEM GOSPODARKI ODPADAMI ZSEE W POLSCE

Informacje o systemie gospodarki odpadami ZSEE w Polsce znajdują się w corocznych raportach Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Opublikowane przez GIOŚ coroczne dane odnośnie masy [w Mg] zebranego i przetworzonego sprzętu z grupy „Sprzęt teleinformatyczny i telekomunikacyjny” znajdują się w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie mas odpadów ZSEE z grupy 3 „Sprzęt teleinformatyczny i telekomunikacyjny” w kolejnych latach – wszystkie wartości w Mg (opracowano na podstawie Raportów GIOŚ)

Lata	Masa nowego sprzętu wprowadzonego na rynek	Masa zebranego zużytego sprzętu	Masa zużytego sprzętu przetworzonego w kraju	Masa zużytego sprzętu poddanego procesowi recyklingu	Masa zużytego sprzętu poddanego procesowi odzysku innemu niż recykling
2009	50 377	15 334	13 124	11 803	331
2008	73 736	14 948	7 522	5 782	170
2007	66 932	8 714	6 904	5 063	602

Oprócz zestawionych w tabeli 1 informacji pochodzących z raportów GIOŚ, brak jest danych o liczbie lub masie HDD, czy komputerów zbieranych co roku jako odpady ZSEE.

DEMONTAŻ DYSKÓW TWARDYCH W CELU ODZYSKU SUROWCÓW

Charakterystyka demontowanych twardych dysków

Pozyskano eksperymentalną masę komputerowych dysków twardych typu 3,5” (fot. 1). Ilość i lata produkcji demontowanych dysków przedstawia tabela 2. Zakłada się że pozyskana próba jest reprezentatywna dla zużytych twardych dysków. W próbie badanej nie było żadnego dysku 2,5” (których produkcja zwiększa się w ostatnich latach [12]). Dyski pozyskano na przełomie lat 2009 – 2010.

Z danych z tabeli 2 można wnioskować, że w Polsce występuje bardzo wiele starych HDD z lat 90-tych [50% próby] – co sugeruje dużą akumulację ZSEE przez użytkowników i można oczekiwać zwiększonej podaży starego sprzętu w nadchodzących latach.

Tabela 2. Twarde dyski pozyskane na potrzeby badań, udział w próbie według daty produkcji. Liczby w sztukach (opracowanie własne)

Rok produkcji	1993	1996	1998	1999	2001	2002	2004	2005	2006	2007	Razem
Liczba dysków	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	14

Przebieg badania

Badanie polegało na ręcznym demontażu i dokładnym ważeniu poszczególnych elementów dysków, a następnie zestawieniu i uśrednieniu uzyskanych danych. Poniżej przedstawiono fotografie dysków w trakcie procesu demontażu (fot. 2 – 4).



Fot. 2. Dysk HDD po usunięciu blachy wierzchniej



Fot. 3. Widok częściowo zdemontowanych podzespołów



Fot. 4. Wydzielone podzespoły dysku po kompletnym demontażu

Tabela 3. Średni udział masowy surowców w dyskach twardech

Rodzaj materiału	Średnia masa z badanej próby	
	masa [g]	zawartość % w masie dysku
Masa dysku	515	100,00
Aluminium	264	51,32
Ferromagnetyki	90	17,53
Stal nierdzewna	53	10,35
Elektronika zewnętrzna	41	7,93
Podzespoły inne	66	12,86

Surowce z demontażu dysków twardych

Rodzaje i masy surowców z demontażu dysków przedstawia w tabela 3. Z zebranych danych wynika, największy udział w całkowitej masie dysku ma aluminium ponad 50%, zaś reszta surowców jak metale ferromagnetyczne z magnesami, metale nierdzewne, oraz elektronika zewnętrzna stanowią pozostałą część masy dysku.

Średnia całkowita masa dysku to 515 gram.

Charakterystyka podzespołów dysków według materiału, z którego zostały wykonane

Aluminium – chassis, talerze, pokrywa górna dysku, dystans talerzy na silniku.

Ferromagnetyki – ekrany magnetyczne magnesów, magnesy, blacha wierzchnia. Magnesy występujące w dyskach są naklejone na ekrany ferromagnetyczne, które w całości zostały wliczone do grupy ferromagnetyków, lecz w przyszłości należy określić ich rodzaj, aby podjąć decyzję, czy jest uzasadnione oddzielanie magnesów np.: NdBF_e, SaCo, lub innych od metali ferromagnetycznych, przez wzgląd na czystość otrzymywanych surowców, jak i zawartych w nich wartościowych metali ziem rzadkich. Niektóre zamknięcia dysku wykonane są ze sklejonych ze sobą blach z różnych materiałów: metali nierdzewnych, aluminium lub ferromagnetycznych w trakcie demontażu zostały one rozdzielone oraz włączone w sumaryczny skład surowców (tab. 3).

Stal nierdzewna – śruby, blacha wierzchnia (zamknięcie dysku), mocowanie talerzy na silniku.

Elektronika – elektronika zewnętrzna dysku. Widoczna na fotografiach 1 i 4.

Podzespoły inne – Podzespoły inne zawierają te elementy dysku, które ze względu na małą masę, skomplikowany demontaż i zróżnicowany skład materiałowy nie zostały wliczone do głównych grup surowców. Są to: kompletny silnik, ramię głowic, elementy plastikowe, elektronika wewnętrzna, uszczelki, pochłaniacz wilgoci, filtry (fot. 5).



Fot. 5. Przykładowe pozostawione w całości podzespoły HDD, ujęte w kategorii „Podzespoły inne”

ODZYSKANE SUROWCE Z DEMONTOWANYCH TWARDYCH DYSKÓW

Ważną cechą uzyskanych surowców (tab. 3) jest ich wysoka czystość. Aluminium, ferromagnetyki i materiały nierdzewne są surowcami mogącymi bezpośrednio trafić do hut, jako wysokiej jakości surowiec. Oddzielona elektronika może zostać w całości skierowana do przetwarzania np. do opracowywanego w PIAP przez autora artykułu [14], w celu odzysku z niej wartościowych surowców. Pozostałe materiały „Inne” stanowią nieużyteczny złom (12% próby).

Demontaż dysków podzielono na trzy etapy:

- 1. Częściowy demontaż** – polega na usunięciu zewnętrznych śrub i oddzieleniu elektroniki zewnętrznej, a także zamknięcia dysku, oraz kilku śrub wewnętrznych. Jest on możliwy do przeprowadzenia przy użyciu jednego narzędzia – śrubokrętu. W wyniku prostego częściowego demontażu redukcja masy HDD [usunięcie śrub, elektroniki, blachy wierzchniej] to, około 8%. Usunięte ponadto zostało z dysku źródło metali ciężkich (elektronika) i innych związków, w tym organicznych.
- 2. Pełny demontaż** – polega na usunięciu wszystkich podzespołów dysku twardego z *chassis*. Umożliwia on redukcję masy o około 87% – z racji nieprzetwarzania takich podzespołów jak: elementy plastikowe (2%), głowica (3%), silnik (8%).
- 3. Dodatkowa obróbka** - dotyczy pozostałych „podzespołów innych” (12% masy), wydzielonych w trakcie pełnego demontażu (fot. 5). Dodatkowa obróbka polega na rozdzieleniu głowicy, silnika i plastików na materiały takie jak: metale kolorowe, ferromagnetyczne i nierdzewne, połączenia elektroniczne, elektryczne i tworzywa sztuczne. Demontaż dysków twardego przeprowadzonych przez autora nie uwzględnił dodatkowej obróbki.

Wybór stopnia demontażu zależy od korzyści związanej z uzyskanymi ilościami surowców w odniesieniu do poziomu skomplikowania procesu demontażu.

OBECNIE STOSOWANE TECHNOLOGIE PRZETWARZANIA ODPADÓW ZSEE

W Polsce i na świecie głównymi metodami przetwarzania odpadów ZSEE, są ręczny demontaż, oraz metody mechaniczne polegające na mieleniu, i wielostopniowym rozdzieleniu zmieszanych surowców. Powyższe powszechnie stosowane dwa podejścia do przetwarzania i recyklingu odpadów z grupy ZSEE posiadają swoje wady i zalety.

Najbardziej elastyczny jest ręczny demontaż, umożliwiający przetwarzanie zróżnicowanych urządzeń. Jest to jednak sposób pracochłonny i wymaga bezpośredniego kontaktu ludzi z odpadami ZSEE zawierającymi substancje niebezpieczne. W przypadku ręcznego demontażu stosowane są rozwiązania automatyzujące niektóre powtarzal-

ne czynności. Ręczny demontaż stanowi często pierwszy etap technologii przetwarzania odpadów ZSEE, w celu wyodrębnienia substancji niebezpiecznych oraz części które nie mogą być przetwarzane w technologii mechanicznej obróbki – mielenia.

Mechaniczna obróbka polega na rozdrobnieniu odpadów w młynie w celu późniejszego ich rozdzielenia. Mechaniczna obróbka pozwala na przetwarzanie dużych ilości odpadów lecz jej główną wadą jest nakład energetyczny związany z mieleniem i separacją surowców. Ponadto wydzielone surowce są zanieczyszczone. W przypadku urządzeń zawierających substancje niebezpieczne np. rtęć, duża partia surowca może ulec zanieczyszczeniu.

Z pomiarów czasu ręcznego demontażu twardego dysków w warunkach laboratoryjnych wynika, że na rozłożenie jednego dysku potrzeba średnio 370 s. Stąd możliwe jest obliczenie, że jeden pracownik jest w stanie zdemontować maksymalnie w ciągu 8 h pracy 77 sztuk dysków twardego, co w przeliczeniu na masę daje 40 kg HDD [1 osoba, 8 h]. Przykład ten pokazuje jak bardzo pracochłonne i mało efektywne jest ręczne demontowanie odpadów ZSEE. Mechaniczna obróbka 40 kg odpadów nie stanowi problemu, i masa ta zostanie przetworzona w zależności od instalacji w kilka minut, lecz energia z tym związana jest duża w stosunku do korzyści z odzyskanych surowców i uzyskiwanej ich czystości.

Mechaniczne przetwarzanie pozwala na skuteczny odzysk surowców z odpadów przez wzgląd na nakłady niezbędne do pozyskania surowców z ich naturalnych złóż, lecz jednocześnie uwidacznia potrzebę opracowania nowej technologii umożliwiającej odzysk surowców o wysokiej czystości w sposób wysoce efektywny i nie wymagający tak dużych nakładów energetycznych.

Alternatywą do powyższych tradycyjnych technologii, jest technologia zrobotyzowanego demontażu umożliwiająca wysoce sprawny odzysk surowców. Zrobotyzowany demontaż łączy w sobie zalety ręcznego demontażu przez możliwości jego dostosowania do różnych odpadów, z dużymi możliwościami przerobowymi, którymi charakteryzuje się mechaniczne przetwarzanie odpadów. Jednocześnie pozwala na uzyskanie wysokiej czystości surowców z odpadów ZSEE przy minimalnych nakładach energetycznych.

Wyczerpujący opis technologii zrobotyzowanego demontażu zostanie przedstawione w kolejnej publikacji.

PODSUMOWANIE

Z przedstawionych w artykule danych wynika, że co roku w Polsce z wycofywanych twardego dysków o sumarycznej masie co najmniej 2500 Mg można odzyskać: 1283 Mg czystego aluminium, 438 Mg metali ferromagnetycznych, 259 Mg metali nierdzewnych i 321 Mg innego złomu, a także 198 Mg obwodów drukowanych. Przy dodatkowej obróbce wyodrębnionych podzespołów możliwe będzie odzyskiwanie surowców ziem rzadkich i pewna ilość metali szlachetnych zawartych

w obwodach drukowanych. Masa 2500 Mg zużytych twardych dysków stanowi 5% masy sprzętu wprowadzonego w 2009 r. na rynek polski z grupy „Sprzęt teleinformatyczny i telekomunikacyjny”, oraz 16% masy sprzętu zebranego w 2009 r. w tej grupie.

Każdy odzysk surowców z odpadów przyczynia się do pozytywnego efektu ekologicznego i ekonomicznego: w postaci mniejszego zczерpania i przez to zachowania naturalnych złóż surowców, poprzez niższe nakłady na ich ponowne wykorzystanie w porównaniu do surowców pochodzących z rud. Odzysk surowców z odpadów przekłada się na mniejsze obciążenie środowiska, i zmniejszenie ilości odpadów, które wytwarza działalność człowieka.

Z analizy budowy i cech odpadu komputerowych twardych dysków, wynika możliwość opracowania technologii zrobotyzowanego demontażu odpadów ZSEE w celu wysokosprawnego odzysku surowców z odpadów. Technologia zrobotyzowanego demontażu będzie alternatywą dla obecnie stosowanych technologii przetwarzania odpadów ZSEE: ręcznego demontażu i mielenia. Nowa technologia połączy zalety tradycyjnych technologii – elastyczność i duży przerób, redukując ich wady: pracochłonność, energochłonność i zanieczyszczenie surowców.

Mając na uwadze powyższe, uważa się, że opracowanie i zastosowanie technologii zrobotyzowanego demontażu na skalę przemysłową jest uzasadnione i oprócz wymiernej oszczędności złóż surowców, przyniesie pozytywny efekt ekologiczny. A także, że opracowanie technologii zrobotyzowanego demontażu jest przyszłością dla przemysłu przetwarzania odpadów i wyjątkową okazją, dla polskich firm oferujących tego typu rozwiązania, aby zaistnieć na rynkach polskim i międzynarodowym.

LITERATURA

1. Huisman J. 2007, 2008. Review of Directive 2002/96 on WEEE, Final Report. United Nations University.
2. Cobbing M., 2008. Toxic Tech: Not In Our Backyard. www.greenpeace.org.
3. Lee J., Song H., Yoo J., 2007. Present status of the recycling of waste electrical and electronic equipment in Korea. *Resources Conservation & Recycling*, No 50.
4. Kang H., Schoenung J., 2005. Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. *Resources Conservation & Recycling*, No 45.
5. Wawrzonek R. 2009. Praktyczne aspekty funkcjonowania systemu gospodarowania użytym sprzętem elektrycznym i elektronicznym. *Elektro Eco*.
6. Raport Głównego Inspektora Ochrony Środowiska o funkcjonowaniu systemu gospodarki ZSEE w roku 2008” i 2009.
7. Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r., o użytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym [Dz. U. z 2005 r. Nr 180, poz. 1495].
8. Sprzedaż komputerów w tym roku spadnie o 2 proc, www.gazetaprawna.pl, 2009.
9. Ponad pół miliarda dysków twardych sprzedanych w 2007 roku, www.wirtualnemedial.pl, 2008.
10. Seagate jest pierwszą firmą, która sprzedała miliard dysków twardych, www.news.webweb.pl, 2008.

11. Zhang F. 2010. iSuppil Issues Fast Facts on Seagate's Earnings, www.isuppil.com.
12. Nowy rekord: 3,8 mln komputerów sprzedanych w Polsce, *ComputerWorld*, 2009.
13. Wyniki sprzedaży komputerów w Polsce w 2009 r., www.crn.pl, 2010.
14. Wysokotemperaturowa technologia przetwarzania i utylizacji wybranych odpadów elektronicznych i elektrycznych (ZSEE) przy użyciu reaktora plazmowego, umożliwiająca odzysk metali szlachetnych i metali ziem rzadkich. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów.

RESOURCES RECOVERY FROM COMPUTER HARD DISK DRIVES

Summary

Paper discusses the characteristics of after use computer hard disk drives – HDD and the need of development of new robotized technology for raw materials recovery from WEEE waste.

Data was collected on hard disk drives, covering documentation of elements, characteristics of construction, workload of manual dismantling and most important the raw materials amounts obtained from dismantling process carried on HDD. Analysis was carried out on historical HDD sales in Poland and worldwide, to calculate the amount of hard drives waste being collected and mass of the resources available for recycling. Paper shows and compares currently used technologies for processing hard drives: manual dismantling and mechanical processing, in comparison to proposed robotized dismantling of this kind of waste.

Key words: waste, WEEE, recycling, recovery, HDD, hard disk drive, resources, dismantling.