

Wiesław Piekarski, Sławomir Juściński
Katedra Energetyki i Pojazdów
Akademia Rolnicza w Lublinie

RECYKLING JAKO WYZNACZNIK POSTĘPU TECHNICZNO-EKONOMICZNEGO W TECHNICIE ROLNICZEJ

Streszczenie

Zaprezentowano recykling pojazdów i maszyn rolniczych w aspekcie ochrony środowiska. Wyjaśniono pojęcia i kategorie recyklingu oraz klasyfikację odpadów uwzględniającą określone grupy materiałów i części oraz odpadów motoryzacyjnych.

W dalszej części dokonano analizy zagrożeń środowiska powodowanych przez pojazdy i maszyny rolnicze w systemie ich eksploatacji i likwidacji.

Słowa kluczowe: recykling, ciągnik rolniczy, maszyna rolnicza, odpady, zanieczyszczenie środowiska

Wprowadzenie

W ostatnich latach zauważalny jest bardzo intensywny wzrost motoryzacji i mechanizacji rolnictwa. Jej intensywność i masowość oraz duży udział materiałów, a także wykorzystanie energii w procesie produkcyjnym w obszarach wiejskich, stwarza ogromne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Zanieczyszczenie środowiska powodowane jest produktami odpadowymi powstałymi w wyniku eksploatacji i likwidacji pojazdów oraz maszyn rolniczych. Największe zagrożenie dla środowiska naturalnego stanowią głównie opony i produkty gumowe stosowane w pojazdach i maszynach rolniczych (ze względu na powstające corocznie ich ogromne ilości) oraz ciecze eksploatacyjne i akumulatory (substancje w nich znajdujące się), które są groźne dla środowiska z punktu widzenia toksycznego.

Cel pracy

Głównym problemem wciąż aktualnym i wymagającym rozwiązania jest recykling pojazdów i maszyn rolniczych (recykling zespołów, podzespołów, części, cieczy eksploatacyjnych, akumulatorów, opon, gumowych części oraz recykling tworzyw

sztucznych) w aspekcie postępu techniczno-ekonomicznego, w infrastrukturze technicznej w rolnictwie.

Recykling w Polsce nie jest rozwinięty jeszcze na szeroką skalę, chociażby ze względu na brak precyzyjnych przepisów dotyczących zagospodarowania produktów odpadowych, w szczególności recyklingu pojazdów i maszyn rolniczych, dlatego należy rozpowszechnić tą problematykę.

Krajowy system recyklingu pojazdów i maszyn rolniczych

Receptą na problemy związane z odpadami wydaje się być rozwój krajowego systemu recyklingu. System tych działań powinien polegać na bezpiecznym dla środowiska demontażu pojazdów i maszyn oraz gospodarczym ich wykorzystaniu. Zadaniem recyklingu jest odzysk zespołów, części i materiałów, a ponadto unieszkodliwianie tych części i materiałów, które nie nadają się do wykorzystania. Z założenia systemem recyklingu objęte są także zużyte materiały i części pochodzące z bieżącej eksploatacji pojazdów i maszyn rolniczych.

W Polsce zarejestrowanych jest łącznie ponad 13 mln pojazdów samochodowych i ciągników rolniczych, w tym około 9 mln samochodów osobowych. Każdego roku kupuje się około pół miliona nowych samochodów. Można ponadto szacować, iż w ciągu kilku ostatnich lat sprowadzonych zostało do Polski przez indywidualnych użytkowników, kilka milionów używanych pojazdów i maszyn rolniczych (z czego znaczna ich część to pojazdy z uszkodzeniami powypadkowymi lub w złym stanie technicznym)[www.recykling.epage.pl].

W recyklingu można wyodrębnić trzy kategorie [Bocheński 2001]:

- recykling produktów – czyli odzyskanie do ponownego użytku z ewentualną regeneracją zespołów, zespołów i części pojazdów oraz ciągników i maszyn rolniczych;
- recykling materiałów – dokonywany jest przez rozdrobnienie po uprzednim odzyskaniu zespołów, zespołów, części i materiałów eksploatacyjnych, a następnie przez segregację materiałów pozyskiwanych z pojazdów oraz maszyn rolniczych;
- recykling energii – polega na wykorzystaniu energii zawartej w częściach oraz materiałach konstrukcyjnych i eksploatacyjnych nie zagospodarowanych w inny sposób (np. spalanie zużytych olejów smarnych, opon i tworzyw sztucznych w piecach przemysłowych).

Jednolita klasyfikacja odpadów według Dziennika Ustaw z 2001r. Nr 112, poz. 1206, wydanego przez Ministra Ochrony Środowiska, uwzględnia określone grupy odpadów motoryzacyjnych ujętych w:

- grupie „oleje odpadowe” (odpadowe oleje hydrauliczne i smarowe, płyny hamulcowe);
- podgrupie „wyeksploatowane pojazdy” (katalizatory z pojazdów, zużyte opony, pojazdy wycofane z eksploatacji, lekka frakcja ze strzępienia karoserii samochodów oraz inne elementy ze złomowania samochodów);
- podgrupie „baterie i akumulatory”;
- grupie „odpady komunalne”, gdzie jako odpad potraktowano wraki pojazdów i maszyn.

Jednocześnie z tą klasyfikacją sporządzona została lista odpadów niebezpiecznych, wymagających specjalnego traktowania; znalazły się na niej niektóre ze wspomnianych rodzajów odpadów (tj. odpadowe oleje hydrauliczne i smarowe, płyny hamulcowe, baterie i akumulatory oraz pochodzący z nich elektrolit, lekka frakcja z rozdrabniania pojazdów).

Analiza zagrożeń

Problemy motoryzacji i mechanizacji rolnictwa i ich wpływ na środowisko

Pojazdy i maszyny rolnicze zagrażają środowisku w dwóch systemach istnienia: w systemie eksploatacji pojazdów (w tym i ich likwidacji) oraz w systemie produkcji, przy stosowaniu niebezpiecznych materiałów i substancji. Zagrożenia stanu środowiska związane z użytkowaniem pojazdów i maszyn rolniczych, to przede wszystkim [Chłopek 2002; Merkisz i in. 2005]:

1. wypadki transportowe i prace w gospodarstwach wiejskich, stanowią one poważne zagrożenie w sposób:
 - bezpośredni - mający wpływ na życie i zdrowie ludzi oraz zwierząt;
 - pośredni - przez zniszczenie środowiska, np. wycieki i parowanie przewożonych substancji, dewastację terenu, powodują także znaczne straty materialne;
2. zanieczyszczanie powietrza spalinami, zwłaszcza emisję toksycznych składników spalin m.in. powodująca efekt cieplarniany;
3. powodowanie hałasu i drgań nawierzchni, szczególnie w obszarach o dużym natężeniu ruchu, są źródłami znacznych uciążliwości dla środowiska. Drgania podłoża mogą powodować uszkodzenia budynków. Nadmierny hałas i drgania wpływają niekorzystnie na zdrowie organizmów żywych (ludzi, zwierząt, roślin);

4. wytwarzanie i wzniesienie pyłów, pyły wytwarzane i wzniesione przez poruszające się pojazdy zawierają oprócz składników obojętnych również szkodliwe pochodzące ze spalania paliw, ze ścieranej nawierzchni dróg, ogumienia, okładzin ciernych oraz innych elementów pojazdów. Pyły te zawierają wiele substancji szkodliwych dla środowiska i zdrowia organizmów żywych. Zaliczane są do nich ciężkie związki organiczne (np. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i ich pochodne), azbest (znajdujący się jeszcze w starszych pojazdach, ciągnikach i maszynach rolniczych), metale ciężkie;
5. wycieki i parowanie paliwa oraz płynów eksploatacyjnych, składniki paliw i płynów eksploatacyjnych, które parują i wyciekają z pojazdów lub są rozpraszane w procesie produkcji i dystrybucji, przyczyniają się do zanieczyszczenia powietrza, gleby i wód;
6. promieniowanie elektromagnetyczne, związane z pracą układów elektrycznych i elektronicznych oraz ze stosowaniem elektrycznych napędów w pojazdach i w infrastrukturze transportu. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego o dużym natężeniu jest szkodliwe dla organizmów żywych.

Z ogólnej ilości materiały przeznaczone do recyklingu stanowią około 85% masy wraku pojazdu lub maszyny rolniczej. Materiały te mogą być wykorzystane jako części zamienne, do odzysku składników użytecznych oraz jako surowiec w produkcji nowych wyrobów, a także jako częściowy substytut paliwa konwencjonalnego. Aktualnie ilość nieużytecznych odpadów kierowanych na składowisko stanowi około 15% masy pojazdu ogółem, natomiast od roku 2015 ma wynosić maksimum 5%. W tabeli 1 przedstawiono szacunkowe ilości materiałów, możliwych do recyklingu z jednego wraku pojazdu.

Tabela 1. Bilans materiałowy możliwy do pozyskania z jednego pojazdu [Aleksandrowicz; Kuzio 2001]

Table 1. Material balance possible to obtain from one vehicle

Rodzaj materiału	Ilość przypadająca na 1 wrak [kg]
Złom żelazny	700
Złom aluminiowy	30
Złom miedzi	4
Oleje samochodowe	3
Płyn chłodniczy i hamulcowy	2,6
Opony i części gumowe	15 - 30
Akumulatory	10
Tworzywa sztuczne termoplastyczne	6
Pianka poliuretanowa	6
Szyby samochodowe	20

Zagrożenia ze strony płynów eksploatacyjnych

W pojeździe samochodowym i ciągniku rolniczym znajduje się średnio około 17 litrów różnych płynów eksploatacyjnych, m.in. olej silnikowy, olej przekładniowy (w skrzyni biegów), olej z mechanizmu różnicowego, olej z urządzenia wspomagania kierownicy, olej z amortyzatorów, olej hydrauliczny, płyn chłodniczy, płyn hamulcowy, czynnik chłodniczy z układu klimatyzacji, płyn do mycia szyb, paliwo (etylina, olej napędowy, gaz). Ilość płynów zależy od klasy pojazdu. Przy demontażu, bądź naprawach pojazdów i maszyn w rolnictwie najczęściej pozostaje olejów, w mniejszym zakresie płynów hamulcowych i chłodniczych.

Biodegradowalność związków chemicznych stosowanych w pojazdach można podzielić na [Piekarski 1997]:

- łatworozkładalne, o biodegradacji powyżej 80%;
- rozkładalne, tj. ulegające rozkładowi powyżej 70%, co jest określane jako pełna biodegradacja, a jeżeli biodegradowalność jest większa niż 20%, ale mniejsza niż 70% w okresie 28 dni wskazuje, że w środowisku substancje te będą rozkładalne.
- nierozkładalne.

Biodegradowalności powinny podlegać szczególnie związki ropopochodne (np. paliwa, oleje smarne) i organiczne, ze względu na ich właściwości toksyczne, mutagenne i rakotwórcze. Przeprowadzając analizę możliwości zagospodarowania przetworzonych olejów można stwierdzić, że w kraju istnieje dobra baza do utylizacji tych odpadów. W roku 1996 w Rafinerii Nafty w Jedliczach, została uruchomiona instalacja do regeneracji olejów przetworzonych o zdolności przerobu ponad 86 tys. ton rocznie. Ilość przerabianych olejów przetworzonych na tej instalacji wynosi aktualnie niewiele ponad 36 tys. ton, pomimo funkcjonowania ponad 20 przedstawicielstw, zajmujących się zbiórką zużytych olejów.

Zagrożenia powodowane przez akumulatory

Zużyte akumulatory są zaliczane do odpadów szczególnie niebezpiecznych dla środowiska, zagrażają zwłaszcza organizmom żywym. Substancje szkodliwe dla środowiska przyrodniczego, pochodzące ze zużytych akumulatorów to:

- ołów i jego związki,
- kwas siarkowy,
- tworzywa sztuczne, przede wszystkim polipropylen i ebonit,
- uszczelniające pasty, zawierające m.in. związki metali ciężkich.

Dużą ilość substancji szkodliwych w zużytych akumulatorach, wymusza konieczność ich recyklingu. Rocznie w Polsce uzyskuje się około 70 tys. ton zużytych akumulatorów. Najbardziej niebezpiecznym na tym etapie recyklingu, jest zagrożenie zanieczyszczenia środowiska (powietrze, gleba, wody powierzchniowe) elektrolitem przez jego wyciek lub parowanie.

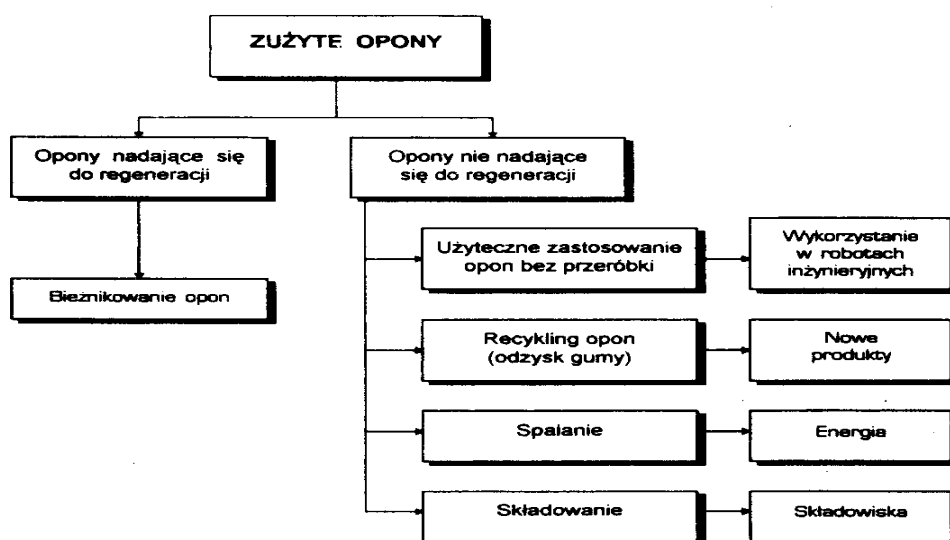
Jednym z pozytywnych przykładów w zakresie zagospodarowania odpadów, jest zakład „Orzeł Biały” S.A. w Bytomiu. Od kilkunastu lat przerabiane są w nim wyeksploatowane akumulatory, a także powstała nowa instalacja do regeneracji elektrolitu. Należy nadmienić, że skupem zajmuje się na terenie kraju około 1000 jednostek [Porembski 1997].

Zagrożenie środowiska przez opony i gumowe części

Wyeksploatowane opony i produkty gumowe stanowią olbrzymi problem dla gospodarki. Są to odpady trwałe (w środowisku mogą przetrwać nawet 100 lat), zdolne do samozapłonu, odporne na destrukcję chemiczną i biologiczną. Rocznie uzyskuje się 130 – 140 tys. zużytych opon. Opona ma złożoną konstrukcję, w skład której wchodzi: guma, tkanina (wiskoza, poliamid, poliester, włókna szklane), drut stalowy.

Najstarszą metodą recyklingu materiałowego zużytych opon jest regeneracja. Natomiast rozdrabnianie jest podstawowym procesem umożliwiającym ich zagospodarowanie, które można wykorzystywać jako dodatek do asfaltu, nawierzchni boisk sportowych, bezpiecznych placów zabaw, jako dodatek do mieszanek gumowych (wykładziny podłogowe, wycieraczki, maty, pokrycia dachowe, podkłady amortyzacyjne itp.). Gospodarkę zużytymi oponami przedstawia rysunek 1.

Ponadto zużyte opony mogą być także wykorzystywane jako nośnik energii. Spalanie opon może odbywać się tylko w specjalnie do tego skonstruowanych piecach, zapewniających wysoką temperaturę. Najlepiej do tego celu nadają się piece stosowane w cementowniach. Taki sposób utylizacji rozpowszechniony jest w wielu krajach np. w Anglii, Niemczech, Belgii, USA, Japonii. W ostatnich latach także w Polsce rozwija się spalanie opon w cementowniach. W Cementowni „Górażdze” już w chwili obecnej może być spalane około 12 tys. ton zużytych opon.



Rys. 1. Aktualne kierunki zagospodarowania zużytych opon [Poborska-Młynarska i in. 1996]

Fig. 1. Current directions of used tyres utilization [Poborska-Młynarska i in. 1996]

Zagrożenia powodowane przez tworzywa sztuczne

Obecnie istnieje tendencja do zwiększania zastosowania tworzyw sztucznych w pojazdach i maszynach rolniczych, dzięki czemu uzyskuje się zmniejszenie jego masy. Ponadto tworzywa sztuczne dają się łatwo obrabiać i kształtować, co umożliwia ich lepsze wykorzystanie. Wzrost zastosowania tworzyw sztucznych dotyczy niemal wszystkich grup części oraz akcesoriów pojazdów i maszyn rolniczych.

W przeciętnym samochodzie osobowym ilość zastosowanych tworzyw sztucznych sięga 9,5% całkowitej masy pojazdu. Największy udział mają poliuretany, około 19,5%, stosowane są jako gąbki w konstrukcji siedzeń, na kierownice i deski rozdzielcze. Kolejnym tworzywem jest polichlorek winylu, około 15,8%, stosowany jako izolacja przewodów elektrycznych oraz na powłoki ochronne. Polipropylen zaś stosowany jest do wyrobu obudów akumulatorów, zbiorników paliwowych i innych cieczy oraz zderzaków. Każdego roku wycofuje się z eksploatacji tysiące pojazdów i maszyn, co daje ponad 160 tysięcy ton odpadów tworzyw sztucznych [Milczarska-Iwańczyk D.]. Tworzywa sztuczne mają bardzo długi okres biodegradacji, stąd zgromadzenie ich na wysypiskach śmieci jest nie ekologiczne, zatem celowe staje się ich ponowne wykorzystanie. Najczęściej przerabianymi odpadami są zderzaki samochodowe.

Recykling jako metoda oszczędności energii i zasobów naturalnych

Ponowne wykorzystanie materiałów do budowy nowych pojazdów, ciągników i maszyn rolniczych, to nie tylko ochrona środowiska naturalnego, ale także ochrona naturalnych i nieodnawialnych zasobów ziemi oraz oszczędności energetyczne. Wytwarzanie materiałów pochodzących z utylizowanych pojazdów i maszyn rolniczych, jest mniej energochłonne aniżeli wykonanie tego samego elementu jako nowego pojazdu z surowców pierwotnych (tabela 2).

Tabela 2. *Oszczędności energii na tle produkcji pierwotnej materiałów [Merkisz i in. 2003]*

Table 2. *Energy savings against the original material production*

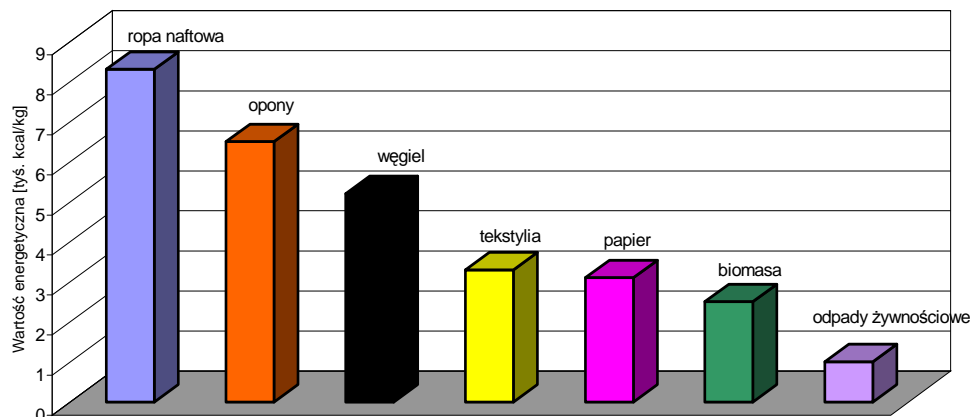
Materiał	Produkcja pierwotna [MJ/kg]	Recykling [MJ/kg]	Energia zaoszczędzona [%]
Polimery termoplastyczne	14,2	5,7	60
Stal	25,3	9,0	64
Aluminium	207,4	20,7	90

Recyklingowi energetycznemu są najczęściej poddawane takie materiały, których recykling jest nieopłacalny ze względu na konieczność zastosowania na skalę przemysłową zaawansowanych technologii, np. niektóre tworzywa sztuczne, opony, elementy gumowe oraz tkaniny. W dalszej perspektywie recykling energetyczny wydaje się być nieunikniony. Całkowite wykorzystanie niektórych materiałów do produkcji nowych pojazdów i maszyn rolniczych, jest trudne do osiągnięcia i wymaga prac nad rozwojem technologii ich przetwarzania.

Cennym paliwem energetycznym są opony, wykorzystywanie ich jako paliwa jest bardzo efektywnym sposobem ich utylizacji. Należy zaznaczyć, że opony podczas spalania dają więcej energii niż węgiel, czy też biomasa (rys. 2).

Odzyskowi energetycznemu mogą być poddane również tworzywa sztuczne, jednak oczyszczanie spalin powstałych wskutek spalania tworzyw sztucznych jest kosztowne.

Natomiast stosunkowo łatwe jest oczyszczenie paliw uzyskanych podczas przerebu termicznego tworzyw sztucznych, w wyniku których otrzymuje się gaz lub olej. Uzyskane produkty z recyklingu tworzyw sztucznych, mogą być zastosowane jako paliwo do celów grzewczych lub jako komponenty do produkcji paliw silnikowych.



Rys. 2. Wartość energetyczna paliw [Merkisz i in. 2003]

Fig. 2. Energy value of fuel [Merkisz and others 2003]

Odpowiedzialność producenta a recykling produktu

Obecnie coraz większy nacisk kładzie się na odpowiedzialność producenta. Zwiększona odpowiedzialność producenta, jest zasadą nowej polityki ochrony środowiska, której głównym przedmiotem zainteresowania jest wyrób, a nie produkcja (rys. 3).



Rys. 3. Schemat działania zwiększonej odpowiedzialności producenta [Oprędkiewicz, Stolarski 2003]

Fig. 3. Diagramme of increased responsibility of the manufacturer [Oprędkiewicz, Stolarski 2003]

Zgodnie z wyżej przedstawioną zasadą, producent ponosi część odpowiedzialności za całość oddziaływania własnego wyrobu na środowisko. Obowiązuje ona już przy doborze materiałów i technologii produkcji, a sięga aż po eksploatację i ostateczny los wyrobu. Przyjęcie odpowiedzialności przez producenta oznacza jego zgodę na prawną, faktyczną i ekonomiczną odpowiedzialność za taki wpływ na środowisko, którego nie można usunąć w toku projektowania.

Przykładem zwiększonej odpowiedzialności producenta, jest zwrot wyrobu producentowi z powrotem po upływie okresu jego przydatności do użytkowania. Zwrot wyrobu i inne formy zwiększonej odpowiedzialności producenta powodują, że zmuszony jest on do przyjęcia odpowiedzialności za utylizację swych wyrobów, co będzie w większym stopniu uwzględniać wymogi ochrony środowiska przy projektowaniu i produkcji wyrobów.

Podsumowanie i wnioski

Skuteczny recykling wymaga rozwiązań kompleksowych w zakresie działań pod względem prawnym, organizacyjnym, technicznym oraz ekonomicznym. Podstawowym środkiem zwiększenia skuteczności tych działań, jest racjonalizacja w procesach projektowania, wytwarzania, eksploatacji oraz zagospodarowania wycofanych z eksploatacji pojazdów w tym ciągników i maszyn oraz urządzeń stosowanych w produkcji rolniczej. W procesach tych trzeba przyjmować takie rozwiązania, aby dalsze działania recyklingowe były łatwe do przeprowadzenia, np. należy zaprojektować taką konstrukcję pojazdu lub maszyny roboczej, aby uzyskać łatwy demontaż, stosować takie materiały i ciecze eksploatacyjne, aby nie zagrażały środowisku. Z przeprowadzonej analizy postępu techniczno-ekonomicznego w technice rolniczej w aspekcie recyklingu pojazdów i maszyn rolniczych wynika, że:

- stosowanie materiałów konstrukcyjnych i cieczy eksploatacyjnych pochodzących z recyklingu, przyczynia się do ograniczenia wydobycia surowców naturalnych, zmniejsza energochłonność oraz zagrożenie dla środowiska przyrodniczego;
- ograniczenie stosowania w pojazdach i maszynach rolniczych materiałów stwarzających problemy z ich przetwarzaniem oraz oznaczanie części poprawiających skuteczność recyklingu;
- warunkiem efektywnego wykorzystania poużytkowych pojazdów samochodowych, ciągników i maszyn rolniczych, jest projektowanie zorientowanie na recykling.

Bibliografia

Aleksandrowicz A., Kuzio B. 2001. Kształtowanie procesów logistyki odpadów w przemyśle elektronicznym i motoryzacyjnym. IGO, Katowice.

Bocheński C. 2001. Kompleksowy program zagospodarowania produktów odpadowych wytworzonych podczas eksploatacji środków transportu. P.P.-H. Drukarnia Sp. z o.o.

Chłopek Z. 2002. Ochrona środowiska naturalnego. WKŁ, Warszawa.

Merkisz J., Kozak M., Lijewski P. 2003. Recykling elementów i materiałów pochodzących z pojazdów wycofanych z eksploatacji, III Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna – Problemy recyklingu. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Merkisz J., Piekarski W., Słowik T. 2005. Motoryzacyjne zanieczyszczenie środowiska.

Poborska-Młynarska K., Kwiecień Z., Piechota S., Mazurkiewicz M. 1996. Przegląd metod utylizacji i sposobów usuwania zużytych opon samochodowych. Ochrona powietrza i problemy odpadów nr 6. EcoEdycja, Katowice.

Poremski J. 1997. Technologia utylizacji złomu akumulatorowego w ZGH „Orzeł Biały” S.A. Bytom, II Międzynarodowa Konferencja - Recykling samochodów. PIAP, Warszawa.

RECYCLING AS A LANDMARK OF TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC PROGRESS IN AGRICULTURAL ENGINEERING

Summary

Recycling of agricultural vehicles and machines was presented in view of the environment's protection. Recycling concepts and categories were explained, also, a classification of waste was shown involving particular groups of materials and parts as well as motorization waste. Then, an analysis was made of potential environmental damage caused by agricultural vehicles and machines in the system of their exploitation and liquidation.

Key words: recycling, agricultural tractor, agricultural machine, waste, environmental pollution