

Norbert CHAMIER-GLISZCZYŃSKI¹

ODZYSK W OGRANICZENIU WPŁYWU NA ŚRODOWISKO ŚRODKÓW TRANSPORTU

W pracy przedstawiono proces modelowanie struktury zbioru odzyskane elementy i materiały z samochodu wycofanego z eksploatacji oraz proces doboru podstawowych wielkości charakteryzujących i oceniających relacje odzysku.

THE RECOVERY IN LIMITATION OF INFLUENCE ON ENVIRONMENT OF MEANS TRANSPORTATION

In the paper selected process modelling the structure set recovery elements and materials from end of life vehicle as well the process of selection basic magnitude characterizing and evaluate the relation recovery.

1. WSTĘP

Ze względu na różnice w użyciu poszczególnych typów materiałów, trudno jest podać skład materiałowy, który będzie odpowiadał większości samochodów znajdujących się w europejskim czy krajowym parku samochodowym. Statystyczny pojazd o średniej masie 1010kg [1, 2] składa się z: 714kg metali (co stanowi 70% masy), 91kg tworzyw sztucznych (9%), 51kg gumy (5%), 40kg szkła (4%) oraz 114kg innych materiałów (11%). Obecnie jedynym surowcem w pełni odzyskiwanym jest stal np. według „British Stell” ponad 40 mln ton stali jest odzyskiwane każdego roku w USA i Europie, a w tym 20 mln ton złomu samochodowego [3]. Wysoki wskaźnik odzysku cechuje również aluminium ok. 95%, miedź 60% [1] i inne metale nieżelazne, które można odzyskać w 90% [4]. Reszta materiałów stanowiąca 29% masy samochodu, może być odzyskiwana w od 25% do 35%, w tym od 5% do 10% odzyskiwanych jest tworzyw sztucznych [1].

2. STRUKTURA ZBIORU ODZYSKANE ELEMENTY I MATERIAŁY

Odzyskane elementy z samochodu wycofanego z eksploatacji uwzględniając kryterium ich ponownego wykorzystania podzielono na dwie grupy:

- pierwszą grupę tworzą elementy do ponownego użycia w eksploatacji i elementy do regeneracji,

¹Politechnika Koszalińska, Zakład Mechatroniki i Mechaniki Stosowanej; 75-620 Koszalin; ul. Raclawicka 15-17.
E-mail: norbert.chamier-gliszczynski@tu.koszalin.pl

- drugą grupę tworzą elementy, w której istotnym kryterium jest rodzaju materiału, z jakiego zostały wytworzone. Na podstawie tego kryterium, będą poddane odpowiedniej formie odzysku (recykling materiałowy, odzysk energii lub w ostateczności będą składowane na składowisku odpadów).

Do opisu w/w grup z powodzeniem można zastosować model struktury odzyskanych elementów i materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji określany jako:

$$OEM_d = (OE, OM) \quad (1)$$

gdzie: OEM – odzyskane elementy i materiały z samochodu wycofanego z eksploatacji,
 d – numer ewidencyjny samochodu wycofanego z eksploatacji,
 OE – zbiór odzyskane elementy z samochodu wycofanego z eksploatacji,
 OM – zbiór odzyskane materiały z samochodu wycofanego z eksploatacji.

Zbiór odzyskane elementy z samochodu wycofanego z eksploatacji

Struktura zbioru odzyskane elementy z samochodu wycofanego z eksploatacji będziemy definiować jako sumę zbioru odzyskane elementy do ponownego użycia w eksploatacji i zbioru odzyskane elementy do regeneracji:

$$OE = OEP \cup OER \quad (2)$$

gdzie: OE – zbiór odzyskane elementy z samochodu wycofanego z eksploatacji,
 OEP – zbiór odzyskane elementy do ponownego użycia w eksploatacji,
 OER – zbiór odzyskane elementy do regeneracji.

Zbiór odzyskane elementy do ponownego użycia w eksploatacji OEP

Zbiór odzyskane elementy do ponownego użycia w eksploatacji definiujemy jako sumę dwóch zbiorów:

$$OEP = OEN \cup OEP \quad (3)$$

gdzie: OEN – zbiór odzyskane elementy nadwozia,
 OEP – zbiór odzyskane elementy podwozia.

Zbiór odzyskane elementy do regeneracji OER

Zbiór ten tworzą wszystkie odzyskane elementy, które można poddać procesowi regeneracji:

$$OER = \{oer_1, oer_2, \dots, oer_r\} \quad (4)$$

gdzie: oer – element zbioru,
 r – liczba elementów zbioru.

Zbiór odzyskane materiały z samochodu wycofanego z eksploatacji

Struktura zbioru odzyskane materiały będziemy definiować jako sumę zbiorów odzyskane płyny eksploatacyjne i paliwa i odzyskane materiały:

$$OM = OMP \cup OMS \quad (5)$$

gdzie: OM – zbiór odzyskane materiały z samochodu wycofanego z eksploatacji,

OMP – zbiór odzyskane płyny eksploatacyjne i paliwa,

OMS – zbiór odzyskane materiały.

Zbiór odzyskane płyny eksploatacyjne i paliwa OMP

Zbiór odzyskane płyny eksploatacyjne i paliwa określamy jako:

$$OMP = \{omp_1, omp_2, \dots, omp_9\} \quad (6)$$

gdzie: omp_1 – odzyskane oleje,

omp_2 – odzyskany płyn hamulcowy,

omp_3 – odzyskany płyn układu chłodzenia silnika,

omp_4 – odzyskany płyn spryskiwaczy szyb,

omp_5 – odzyskany czynnik klimatyzacji,

omp_6 – odzyskana benzyna,

omp_7 – odzyskany olej napędowy,

omp_8 – odzyskane inne paliwa,

omp_9 – odzyskane inne płyny eksploatacyjne.

Zbiór odzyskane materiały OMS

Zbiór odzyskane materiały określamy jako:

$$OMS = OZ \cup OPM \cup OPO \quad (7)$$

gdzie: OZ – zbiór odzyskany złom metali,

$$OZ = OZS \cup OZK \cup OZA \cup OZMS \quad (8)$$

OZS – zbiór odzyskany złom metali żelaznych,

$$OZS = \{ozs_1, ozs_2, ozs_3, ozs_4\} \quad (9)$$

ozs_1 – złom o grubości powyżej 4 mm,

ozs_2 – złom o grubości do 4 mm,

ozs_3 – złom mieszany,

ozs_4 – złom do strzępienia,

OZK – zbiór odzyskany złom metali nieżelaznych,

$$OZK = \{ozk_1, ozk_2, ozk_3, ozk_4\} \quad (10)$$

ozk₁ – złom aluminium i stopy aluminium,
 ozk₂ – złom miedź i stopy miedzi,
 ozk₃ – złom cynk i stopy cynku,
 ozk₄ – złom inne metale nieżelazne,

OZA – zbiór odzyskany złom akumulatorowy,

$$OZA = \{oza_1, oza_2\} \quad (11)$$

oza₁ – złom akumulatorowy,
 oza₂ – złom ołowiu,

OZMS – zbiór odzyskany złom metali szlachetnych,

$$OZMS = \{ozms_1, ozms_2\} \quad (12)$$

oza₁ – odzyskane katalizatory,
 oza₂ – odzyskane inne metale szlachetne,

OPM – zbiór odzyskane pozostałe materiały,

$$OPM = OTS \cup OS \cup OW \cup OG \quad (13)$$

OTS – zbiór odzyskane tworzywa sztuczne,

$$OTS = \{ots_1, ots_2, \dots, ots_6\} \quad (14)$$

ots₁ – odzyskane tworzywa jednoskładnikowe,
 ots₂ – odzyskane stopy tworzyw,
 ots₃ – odzyskane tworzywa zmodyfikowane,
 ots₄ – odzyskane tworzywa z wypełniaczami i materiałami utwardzającymi,
 ots₅ – odzyskane kauczuki,
 ots₆ – odzyskane tworzywa mieszane,

OS – zbiór odzyskane szkło,

$$OS = \{os_1, os_2, os_3\} \quad (15)$$

os₁ – odzyskane szyby klejone,
 os₂ – odzyskane pozostałe szyby,
 os₃ – odzyskane inne szkło,

OW – zbiór odzyskane włókna,

$$OW = \{ow_1, ow_2\} \quad (16)$$

ow_1 – odzyskana mieszanina włókien naturalnych i syntetycznych,
 ow_2 – odzyskane inne włókna,

OG – zbiór odzyskany materiał gumowy,

$$OG = \{og_1, og_2\} \quad (17)$$

og_1 – odzyskane elementy gumowe,
 og_2 – odzyskane zużyte opony,

OPO – zbiór odzyskane pozostałe odpady,

$$OPO = \{opo_1, opo_2, \dots, opo_9\} \quad (18)$$

opo_1 – filtr oleju,
 opo_2 – pozostałe elementy filtracyjne,
 opo_3 – kondensatory zawierające PCB,
 opo_4 – urządzenia elektroniczne,
 opo_5 – okładziny hamulcowe,
 opo_6 – zbiornik gazu,
 opo_7 – gaśnica,
 opo_8 – inne elementy niebezpieczne,
 opo_9 – pozostałe odpady.

2. WIELKOŚCI CHARAKTERYZUJĄCE RELACJE ODZYSK

Masa odzyskana

Każdą relację odzysku charakteryzuje wielkość rozumiana jako zapotrzebowanie na element, który należy odzyskać w danej relacji. Zakładamy, że na zbiorze relacji odzysku RO zadane jest odwzorowanie m , postaci:

$$m : RO \rightarrow \mathbb{R}^+ \quad (19)$$

gdzie: $m(a,b) \equiv m(a,b)$ jest liczbą rzeczywistą nieujemną o interpretacji wielkości zapotrzebowania na element w relacji odzysku (a,b) .

Przyjmujemy również, że na iloczynie kartezjańskim $O^{ab} \times W \times W$ zadane jest odwzorowanie m , postaci:

$$m : O^{ab} \times W \times W \rightarrow \mathbb{R}^+ \quad (20)$$

gdzie: przez O^{ab} oznaczono zbiór połączeń łączących wyróżnione wierzchołki a oraz b , a $m(a,b)$ jest liczbą rzeczywistą dodatnią o interpretacji wielkości masy odzyskanej w relacji odzysku (a,b) . Dla przejrzystości zapisu będziemy stosować poniższą notację:

$$m(a,b) \equiv m^{(a,b)} \quad (21)$$

Na wielkość masy odzyskanej zostało nałożone ograniczenie w postaci warunku nieujemności (wartość masy odzyskanej w dowolnej relacji odzysku nie może mieć wartości ujemnej), co zapisujemy w postaci:

$$\forall (a,b) \in RO, \quad (m^{(a,b)} \geq 0) \quad (22)$$

Czas demontażu

Przyjmujemy, że na iloczynie kartezjańskim $O^{ab} \times W \times W$ zadane jest odwzorowanie td , postaci:

$$td : O^{ab} \times W \times W \rightarrow R^+ \quad (23)$$

gdzie: wielkość $td(a,b)$ jest liczbą rzeczywistą nieujemną o interpretacji czasu demontażu operacji demontażowej (i,j) , w relacji odzysku (a,b) . Dla przejrzystości zapisu będziemy stosować poniższą notację:

$$td((a,b),(i,j)) \equiv td^{(a,b)} \quad (24)$$

Na wielkość czasu demontażu zostało nałożone ograniczenie w postaci warunku nieujemności (czas demontażu dowolnej operacji demontażowej (i,j) nie może przyjmować wartości ujemnej), co zapisujemy w postaci:

$$\forall (a,b) \in RD, \quad \forall (i,j) \in O \quad (td^{(a,b)} \geq 0) \quad (25)$$

W przypadku, jeżeli w danej relacji odzysku (a,b) mamy do czynienia z operacją demontażu nieniszczącego, wyznaczamy czas demontażu nieniszczącego tdn .

Przyjmujemy, że na iloczynie kartezjańskim $O^{ab} \times W \times W$ zadane jest odwzorowanie tdn , postaci:

$$tdn : O^{ab} \times W \times W \rightarrow R^+ \quad (26)$$

gdzie: wielkość $tdn((a,b),(i,j))$ jest liczbą rzeczywistą nieujemną o interpretacji czasu demontażu nieniszczącego operacji demontażowej (i,j) , w relacji odzysku (a,b) . Dla przejrzystości zapisu będziemy stosować poniższą notację:

$$tdn((a,b),(i,j)) \equiv tdn^{(a,b)} \quad (27)$$

Na wielkość czasu demontażu nieniszczącego zostało nałożone ograniczenie w postaci warunku nieujemności (czas demontażu nieniszczącego dowolnej operacji demontażowej (i,j) nie może przyjmować wartości ujemnej), co zapisujemy w postaci:

$$\forall(a,b) \in RD, \quad \forall(i,j) \in O \quad \left(tdn^{(a,b)} \geq 0 \right) \quad (28)$$

Natomiast, jeżeli w danej relacji odzysku (a,b) mamy do czynienia z demontażem elementu ze strefy uszkodzonej samochodu wycofanego z eksploatacji, wyznaczamy tzw. czas demontażu ze strefy uszkodzonej tdu.

Samochód wycofany z eksploatacji został podzielony na dwie strefy: przednią i tylną. W przypadku, jeżeli samochód wycofany z eksploatacji został przyjęty do stacji demontażu jako samochód wypadkowy, identyfikuje się strefę i dla elementów należących do tej strefy wyznacza się czas demontażu ze strefy uszkodzonej. Informacja o tym, czy dany samochód jest wypadkowy zawarta jest w zbiorze danych identyfikacyjnych DI.

Przyjmujemy, że na iloczynie kartezjańskim $O^{ab} \times W \times W$ zadane jest odwzorowanie tdu, postaci:

$$tdu : O^{ab} \times W \times W \rightarrow R^+ \quad (29)$$

gdzie: wielkość $tdu((a,b), (i,j))$ jest liczbą rzeczywistą nieujemną o interpretacji czasu demontażu ze strefy uszkodzonej operacji demontażowej (i,j), w relacji odzysku (a,b). Dla przejrzystości zapisu będziemy stosować poniższą notację:

$$tdu((a,b), (i,j)) \equiv tdu^{(a,b)} \quad (30)$$

Na wielkość czasu demontażu ze strefy uszkodzonej zostało nałożone ograniczenie w postaci warunku nieujemności (czas demontażu ze strefy uszkodzonej dowolnej operacji demontażowej (i,j) nie może przyjmować wartości ujemnej), co zapisujemy w postaci:

$$\forall(a,b) \in RD, \quad \forall(i,j) \in O \quad \left(tdu^{(a,b)} \geq 0 \right) \quad (31)$$

3. KRYTERIA OCENY ODZYSKU ELEMENTÓW I MATERIAŁÓW Z SAMOCHODU WYCOFANEGO Z EKSPLOATACJI

Poziom odzysku samochodu wycofanego z eksploatacji

Poziom odzysku samochodu wycofanego z eksploatacji POSWE jest określany jako stosunek sumy masy odzyskanych elementów z samochodu wycofanego z eksploatacji i masy odzyskanych materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji przekazanych do odzysku do masy samochodu wycofanego z eksploatacji:

$$POSWE_d = \frac{MOE + MMO}{M_{swe}} \times 100\% \quad (32)$$

gdzie: POSWE – poziom odzysku samochodu wycofanego z eksploatacji,
d – numer ewidencyjny samochodu wycofanego z eksploatacji,

MOE – masa odzyskanych elementów z samochodu wycofanego z eksploatacji,
 MMO – masa odzyskanych materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji przekazanych do odzysku,
 M_{swe} – masa samochodu wycofanego z eksploatacji.

Poziom recyklingu samochodu wycofanego z eksploatacji

Poziom recyklingu samochodu wycofanego z eksploatacji PRSWE będzie określany jako stosunek sumy masy odzyskanych elementów z samochodu wycofanego z eksploatacji i masy odzyskanych materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji, przekazywanych do recyklingu do masy samochodu wycofanego z eksploatacji:

$$PRSWE_d = \frac{MOE + MMR}{M_{swe}} \times 100\% \quad (33)$$

gdzie: PRSWE – poziom recyklingu samochodu wycofanego z eksploatacji,
 d – numer ewidencyjny samochodu wycofanego z eksploatacji,
 MOE – masa odzyskanych elementów z samochodu wycofanego z eksploatacji,
 MMR – masa odzyskanych materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji przekazywanych do recyklingu,
 M_{swe} – masa samochodu wycofanego z eksploatacji.

4. WNIOSKI

Przedstawiony w pracy proces modelowania struktury zbioru odzyskiwanych elementów i materiałów z samochodów wycofanych z eksploatacji pozwala uporządkować proces zagospodarowywania zużytych środków transportu co w korzystny sposób wpłynie na zmniejszenie ich wpływu na środowisko. Zmniejszenie to można uzyskać poprzez wzrost poziomów odzysku i recyklingu rozpatrywanych indywidualnie dla każdego wycofanego z eksploatacji środka transportu.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Menes E.: *Recykling samochodów - konieczność gospodarcza i ekologiczna*. Materiały konferencyjne I Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy Recyklingu”, str. 197-207, Rogów 2001.
- [2] Merkisz-Guranowska A.: *Wieloaspektowa analiza uwarunkowań rozwiązania recyklingu samochodów osobowych w Polsce*. Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Poznań 2004.
- [3] Bocheński C. I.: *Kompleksowy program zagospodarowania produktów odpadowych wytworzonych podczas eksploatacji środków transportu*. Wydawnictwo P.P.H. Drukarnia Sierpc, Sierpc 2001.
- [4] Uzdowski M.: *Niektóre problemy recyklingu pojazdów samochodowych*. Materiały konferencyjne III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej, Pojazd a środowisko, Radom 2001.