

Część pierwsza
PRACE TEORETYCZNE I METODOLOGICZNE

Sławomir Stelmach, Ryszard Wasielewski

*Wymagania formalne w zakresie wykorzystania ubocznych produktów
współspalania biomasy z węglem do produkcji betonu*

Współspalanie biomasy z paliwami konwencjonalnymi (najczęściej węglem kamiennym lub węglem brunatnym) jest prowadzone w wielu instalacjach energetycznych na świecie. Proces ten obejmuje różne konfiguracje paliwowe (różne gatunki paliw podstawowych oraz biomasy) i technologiczne (kotły rusztowe, pyłowe i fluidalne). W Polsce współspalanie biomasy jest aktualnie realizowane na skalę przemysłową w kilkunastu elektrowniach i elektrociepłowniach. Współspalanymi z węglem paliwami są głównie biomasa drzewna (w postaci trocin i zrębków drzewnych) oraz biogaz, ale również klasyfikowane jako biomasa odpady z produkcji zwierzęcej i roślinnej (np. śruta i wyłoki z rzepaku, wyłoki z produkcji kawy zbożowej, mączka zwierzęca itd.). W niektórych krajowych elektrowniach przeprowadzono również eksperymentalne testy współspalania wysuszonych i granulowanych osadów ściekowych w kotłach rusztowych i pyłowych.

Niebagatelne znaczenie dla energetyki ma kwestia określenia wpływu współspalanej biomasy na jakość ubocznych produktów spalania (UPS), gdyż pogorszenie się jakości tych produktów może wyeliminować możliwość ich gospodarczego wykorzystania. W publikacji podjęto próbę określenia wpływu współspalania biomasy z węglem w wariantcie bezpośrednim (tzn. współspalania węgla i biomasy w jednym kotle) na jakość UPS, przede wszystkim popiołu lotnego, który może być wykorzystany w charakterze dodatku do produkcji betonu.

Andrzej Czaplicki

Współczesne metody przygotowania wsadu węglowego przed koksowaniem

Zainteresowanie technologiami przygotowania węglowych mieszanek wsadowych do koksowania, umożliwiającymi poprawę ich właściwości koksotwórczych, datuje się od lat 20. XX wieku. Stopień tego zainteresowania stymulowany był dwoma zasadniczymi czynnikami: ograniczoną podażą wysokojakościowych węgla koksujących oraz dążnością do poprawy efektywności ekonomicznej procesu koksowania.

W artykule omówiono metody przygotowania wsadu węglowego przed koksowaniem. Badania termicznego przygotowania wsadu węglowego przed procesem koksowania prowadzone w Polsce przez Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla wykazały korzystny wpływ tej metody na parametry jakościowe koksu. Szczególnie wyraźną poprawę parametrów wytrzymałościowych koksu uzyskano w przypadku podgrzewania węgla słabospiekających oraz mieszanek z udziałem tych węgla. W warunkach krajowej bazy surowcowej, przy rysującym się w niedalekiej przyszłości deficycie węgla koksujących i związaną z nim koniecznością stosowania większej ilości węgla o wysokiej zawartości części lotnych – zagadnienie zwiększenia gęstości nasypowej dla systemu zasypowego będzie problemem decydującym o jakości koksu i może być w pełni rozwiązane na drodze podsuszania wsadu węglowego.

Jan Mosio-Mosiewski, Marcin Muszyński, Hanna Nosal, Marek Warzała

*Nowe możliwości wytwarzania biopaliw oraz biodegradowalnych środków smarowych
w oparciu o surowce oleochemiczne*

W publikacji przedstawiono aktualny stan rynku surowców tłuszczowych i środków smarowych w Polsce oraz wymagania Unii Europejskiej w świetle rosnących wymagań ekologicznych. Wykazano, że możliwe jest poszerzenie bazy surowcowej stosowanej do wytwarzania biodiesla o olej lniankowy. Zamieszczono informacje na temat możliwości i warunków uprawy lnianki siewnej, z której nasion uzyskuje się olej lniankowy. Zestawiono właściwości oleju rzepakowego oraz lniankowego, a także wykazano różnice w składzie chemicznym tłuszczów pochodzących z tych dwóch różnych źródeł. Omówiono kierunki modyfikacji procesu technologicznego wytwarzania biopaliw wynikające ze stosowania oleju lniankowego w miejsce oleju rzepakowego. Przedyskutowano możliwości wykorzystania zmienionych właściwości biopaliw otrzymanych w wyniku stosowania jako bazy surowcowej oleju lniankowego do komponowania biopaliw zawierających estry metylowe z tłuszczów zwierzęcych.

Omówiono znane sposoby wytwarzania środków smarowych z olejów roślinnych oraz wady tak otrzymanych produktów. Przedstawiono dotychczasowe kierunki zastosowania biodegradowalnych olejów smarowych w miejsce olejów produkowanych z ropy naftowej. Zaproponowano nowe sposoby modyfikacji surowców tłuszczowych w kierunku biosmarów, a także omówiono możliwości zagospodarowania do ich wytwarzania tłuszczów odpadowych o podwyższonej zawartości wolnych kwasów tłuszczowych. Przedstawiono czynniki wpływające na koszt wytwarzania nowoczesnych biodegradowalnych środków smarowych oraz drogi prowadzące do zmniejszenia kosztów ich wytwarzania.

Marian Spadło

Rozwój produkcji epichlorohydryny na bazie odnawialnego surowca

W artykule omówiono zalety nowej technologii epichlorohydryny, która nie tylko przynosi wymierne efekty ekonomiczne, ale również znacznie ułatwia ochronę środowiska przyrodniczego. Przykładowo: zastosowanie zamiast deficytowo o ciągle wzrastającej cenie propylenu i chloru tańszej gliceryny oraz chlorowodoru powstającego w dużych ilościach w szeregu procesach chemicznych, obniża jednostkowy koszt surowcowy ponad trzykrotnie; ilość produktów odpadowych zmniejsza się o połowę i stanowią one głównie pochodne gliceryny, są więc mniej toksyczne i łatwiej je utylizować; ilość ścieków w zależności od rozwiązań technologicznych zmniejsza się ośmiokrotnie, przy czym są one mniej toksyczne (zawartość AOX niższa). Generalnie można stwierdzić, że koszty zmienne nowej technologii produkcji epichlorohydryny w porównaniu z metodą tradycyjną są nawet dwukrotnie niższe.

Henryk Maciołek, Mirosława Marzena Nowak

*Wykorzystanie odpadów z przemysłu rolno-spożywczego
z uwzględnieniem przetwórstwa mięsnego i mleczarskiego*

W Polsce, zgodnie z normami Unii Europejskiej, wyróżnia się 20 grup odpadów usystematyzowanych w zależności od miejsc ich powstawania. Są to odpady, które ze względu na pochodzenie różnią się składem chemicznym, biologicznym, toksykologicznym i stanowią zagrożenie dla środowiska oraz zdrowia i życia ludzi. Znaczącą grupę stanowią odpady

przemysłu rolno-spożywczego wymienione w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 27.09.2001 r. (Dz. U. z dnia 8 października 2001 r., Nr 12, poz. 1206).

Celem pracy było zaprezentowanie metod i sposobów wykorzystania niektórych odpadów ubocznych przemysłu mięsnego i mleczarskiego, głównie w chowie zwierząt oraz jako dodatków spożywczych.

W artykule przedstawiono niektóre cechy dotyczące przydatności otrzymywanych produktów w procesie europeizacji z punktu widzenia rozwoju zrównoważonego i trwałego. Zwrócono także uwagę na morfologiczny i epidemiologiczny skład odpadów, który może powodować znaczne zagrożenie dla środowiska przyrodniczego.

Wojciech Kozik, Grzegorz Labus, Violetta Kozik, Krystyna Jarzembek

Promieniowanie elektromagnetyczne a zdrowie człowieka

Życie na Ziemi rodziło się w obecności naturalnych oddziaływań elektromagnetycznych i pozostaje z nimi w ścisłej zależności. Pola elektromagnetyczne towarzyszą człowiekowi w każdym momencie życia. Corocznie wzrasta liczba sztucznych źródeł promieniowania, stąd uzasadnione jest prowadzenie badań poziomów promieniowania elektromagnetycznego w środowisku, mających na celu ochronę ludności przed skutkami jego ponadnormatywnego oddziaływania. Nie należy jednak zapominać o pozytywnych aspektach promieniowania, jak wykorzystywanie w ochronie zdrowia (technika rezonansu magnetycznego, diatermia, promieniowanie rentgenowskie, nowoczesne techniki obrazowe PET-CT). Często w obliczu choroby stajemy przed wyborem odpowiedniej metody i niejednokrotnie wybieramy promieniowanie jako środek leczniczy ratujący życie, mając pełną świadomość możliwości wystąpienia choroby popromiennej.

W artykule omówiono wpływ promieniowania elektromagnetycznego na zdrowie człowieka. Znajomość źródeł promieniowania elektromagnetycznego w życiu codziennym i znajomość potencjalnych jego oddziaływań na zdrowie, winno skutkować racjonalnym korzystaniem z urządzeń, będących emiterami promieniowania elektromagnetycznego.

Część druga

PRACE EMPIRYCZNE

Włodzimierz Kotowski

Przetwarzanie odpadowego CO₂ do metanolu oraz syntetycznej ropy

Ograniczenie dostępu do jakiegokolwiek surowca z reguły powoduje wzrost jego ceny, przy czym w przypadku ropy zadziałały tu ostatnio dodatkowo czynniki tak spekulacyjne, jak i interesy finansowe określonych korporacji. Obejmują one zakup i od razu dalszą (wtórną) sprzedaż tego surowca. Czarne złoto stało się ostatnio tak drogie, jak nigdy dotąd. W czerwcu 2008 r. cena ropy osiągnęła poziom 145 USD/baryłkę. Zaistniały problem cenowy staje się niezrozumiały również przez fakt, że na przestrzeni minionych dwudziestu lat szybko oraz znacznie rosły udokumentowane zasoby tego strategicznego surowca: z 95 mld ton w 1987 r., przez 136 mld ton w 1997 r., aż do 180 mld ton w 2007 r. i to przy aktualnym przerobieniu prawie 4 mld ton rocznie. Dziś faktycznie ograniczone są w świecie moce wydobywcze ropy i to w chwili oddawania do eksploatacji relatywnie wielu nowoczesnych rafinerii. Problem wzrostu liczebności nowych szybów wydobywania czarnego złota z podziemnych pokładów gospodarka światowa rozwiąże dopiero w okresie najbliższych 3-5 lat.

Zaprezentowane w publikacji wyniki badań nad syntezą ditlenku węgla z wodorem, tak do metanolu, jak i ropy syntetycznej zapewniają ekonomiczną opłacalność elektrowniom węglowym, które nie będą musiały odpadowego CO₂ właczać do podziemia, co jest kosztowne oraz energochłonne.

Anna Król

Zestalenie pogalwanicznych osadów ściekowych

Pogalwaniczne osady ściekowe powstające w wielu zakładach związanych z obróbką powierzchni metali są na ogół uciążliwym odpadem, który ze względu na znaczne zawartości metali ciężkich jest trudny w zagospodarowaniu. Jedną z metod unieszkodliwiania tego typu osadów jest ich zestalanie w materiałach ze spoiw mineralnych.

Zestalanie (solidyfikacja) umożliwia tworzenie matryc bezpiecznych dla środowiska naturalnego (nie uwalniających metali ciężkich do środowiska). W celu trwałego zestalania odpadów w zaprawach lub betonach stosowane są cementy powszechnego użytku, zgodne wymaganiami PN-EN 197-1 *Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku*, ale także spoiwa mineralne o innym składzie.

W artykule przedstawiono wyniki prac nad zestalaniem osadów ściekowych pogalwanicznych w matrycach betonowych na różnych rodzajach cementów. Zaprezentowano metody oceny skuteczności zestalania. Jest to związane z oceną poziomu wymywania metali ciężkich do środowiska wodnego, ale także z oceną właściwości fizycznych matryc zestalających osady pogalwaniczne.

Stanisław Karweta

Składowanie osadów z Zakładowej Oczyszczalni Ścieków w PPH POCH S.A. Uwarunkowania eksploatacyjne i ekologiczne

Składowiska odpadów przemysłowych charakteryzują się dużą różnorodnością pod względem własności fizykochemicznych i biologicznych, co w konsekwencji stwarza problemy natury eksploatacyjnej i ekologicznej. Istotne znaczenie ma również wielkość składowiska i jego lokalizacja. Każde składowisko zawiera aspekty wyróżniające się specyfiką i wymaga różnych rozwiązań w celu zapewnienia długotrwałego i bezpiecznego składowania.

Przedstawione w artykule składowisko odpadów i zakładowa oczyszczalnia ścieków są zlokalizowane na terenie parceli zajmowanej przez Zakład. Przedmiotem analiz były dwie reprezentacyjne próbki odpadów, różniące się wiekiem i określane jako osad stary i nowy. W osadach oznaczono całkowitą zawartość pierwiastków i związków chemicznych oraz zawartość form rozpuszczalnych, oznaczonych w wyciągach wodnych jako test wymywalności. Osad jest jednorodny. Wyniki analiz omówiono w publikacji.

Łukasz Biłos, Katarzyna Szwedziak

Ocena mieszaniny niejednorodnej z biomasą za pomocą komputerowej akwizycji obrazu

Proces mieszania niejednorodnych układów ziarnistych ma zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Przykładem przemysłu korzystającego na szeroką skalę z tego zagadnienia jest energetyka cieplna, gdzie występuje konieczność przygotowania mieszanek paliwowych podawanych do kotła, których jednolity skład masowy pozwala na właściwie przeprowadzony

proces spalania. Jednym z problemów, jakie występują w procesie mieszania niejednorodnych układów ziarnistych jest prawidłowa ocena stanu zmieszania gotowego produktu.

W artykule porównano wyniki uzyskane za pomocą konwencjonalnej zależności empirycznej w postaci wzoru i wyniki uzyskane za pomocą komputerowej analizy obrazu. Na podstawie wyników sporządzono wykres, z którego wynika, że istnieje możliwość stosowania metody komputerowej analizy obrazu do oceny stanu zmieszania niejednorodnej mieszaniny ziarnistej.

Mirosława Marzena Nowak

Możliwości uprawy roślin energetycznych w województwie łódzkim

Produkcja wieloletnich roślin energetycznych przeznaczonych na biomasę może być stosowana w gospodarstwach rolnych, jako zamiennik produkcji roślin przeznaczonych na cele żywnościowe czy paszowe. Ponadto rośliny energetyczne są dla rolnika alternatywnymi plonami, zwiększającymi dochodowość gospodarstwa. Biomasa jest paliwem szczególnie przydatnym dla małych i średnich systemów energetycznych, a więc dobrze nadaje się dla obszarów wiejskich. Uprawa tych roślin, transport biomasy oraz jej spalanie mogą generować nowe miejsca pracy na obszarach wiejskich, ponadto rośliny energetyczne nadają się do biologicznej rekultywacji gleb, np. wierzba z gatunku *Salix viminalis*, oraz przeciwdziałają efektowi cieplarnianemu. Zainteresowanie wzbudza także możliwość uprawy roślin alternatywnych na terenach skażonych metalami ciężkimi. Uprawy roślin przeznaczonych na biomasę mogą być zakładane na części gruntów ornych, mało efektywnie wykorzystywanych rolniczo oraz na terenach nadrzecznych czy w okręgach przemysłowych, gdzie uprawa tradycyjnych roślin żywnościowych nie jest racjonalna.

W województwie łódzkim w 2006 r. odnotowano ogółem 4614 ha gruntów zdewastowanych i zdegradowanych, wymagających rekultywacji i zagospodarowania, ponadto występują tam gleby zagrożone potencjalną erozją wodną (3735,9 km²) i wietrzną (8330 km²). Gleby takie mogą być przydatne do uprawy roślin energetycznych. Z tego względu w artykule podjęto próbę analizy właściwości gleb województwa łódzkiego ze wskazaniem ich przydatności do uprawy roślin energetycznych.

Ryszard Wasielewski, Katarzyna Matuszek

Testy energetyczno-emisyjne współspalania odpadów gumowych z węglem w kotle małej mocy

W artykule przedstawiono informacje na temat energetycznego wykorzystania odpadów gumowych w skali przemysłowej, a także zaprezentowano wyniki badań energetyczno-emisyjnych współspalania tych odpadów z węglem w kotle retortowym małej mocy, przeprowadzonych w Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla.

Odpady gumowe wykazują dużą homogeniczność składu, ponieważ w przeważającej części stanowią je odpady zużytych opon samochodowych. Odpady te posiadają stosunkowo dużą wartość opałową, co sprawia, że są interesującym nośnikiem energii dla wielu gałęzi przemysłu, z których największe znaczenie ma przemysł cementowy. Na dużą skalę z tych odpadów wytwarzane są paliwa, o standaryzowanych parametrach jakościowych. Przebieg spalania odpadów gumowych różni się od spalania węgla, co stwarza zagrożenia środowiskowe przy współspalaniu tych odpadów w urządzeniach do tego celu nie przystosowanych. Współczesne rozwiązania konstrukcyjne pozwalają jednak na bezpieczne ekologicznie spalanie odpadów gumowych z odzyskiem energii – o czym świadczą przedstawione w artykule przykłady przemysłowe.

Włodzimierz Kotowski

Elektrociepłownie zapewniają efektywne wykorzystanie surowców energetycznych i obniżkę gazów cieplarnianych

W publikacji przedstawiono sposoby efektywnego wykorzystania surowców energetycznych i obniżki gazów cieplarnianych przez elektrownie. Elektrociepłownie miejskie, opalane odpadami komunalnymi, są proste w konstrukcji, tanie w budowie oraz niezawodne w eksploatacji. Nie są uciążliwe dla środowiska, co dokumentuje fakt, że bywają lokalizowane w centrum takich miast jak w Wiedniu w Austrii, czy w Hamburgu w Niemczech.

Wśród roślin energetycznych w Europie czołową pozycję zajmują miskantus oraz wierzba krzewiasta. Pierwsza – znana również pod nazwą trawy chińskiej – osiąga plony (w postaci suchej słomy o wysokości około 3 m) w ilości około 30 ton z 1 ha. Stało się to możliwe dzięki temu, że zawiera ona bakterie, które zamieniają azot z otaczającego powietrza w postać nawozową. Zbiór słomy dokonuje się w kwietniu. Tymczasem wierzba krzewiasta – przy zbiorach co 3 lata – osiąga plony w przeliczeniu rocznym w ilościach około 25 ton/ha. Plonuje ona w okresie około 25 lat. W cyklach 3-letnich osiąga wysokość około 7 m.

Skoro fabryczne elektrociepłownie, opalane nieodnawialnymi nośnikami energii otrzymają niebawem limity emisji ditlenku węgla – z czym wiązać się pokażne koszty – to warunki konkurencyjności po prostu wymuszają tu skuteczne działania innowacyjne.

Tymczasem w kraju posiadamy ogromne odłogi ziemi agrarnej – tylko na Opolszczyźnie ich powierzchnia wynosi 8600 ha. Można na nich z ogromną efektywnością ekonomiczną oraz ekologiczną uprawiać takie rośliny energetyczne, jak wierzba krzewiasta, czy miskantus.

Wykorzystując te ogromne odłogi agrarne, odpady komunalne, jak i te pochodzące z przemysłu rolno-spożywczego można w licznych miastach kraju istniejące ciepłownie – opalane nieodnawialnymi nośnikami energii – przestawić na odnawialne nośniki i uzyskiwać tanią energię elektryczną, ciepło użytkowe, a to wszystko w pełnej harmonii z otaczającym nas środowiskiem. Oferta ta staje się tym atrakcyjniejsza, że bywa współfinansowana ze środków Unii Europejskiej.

Część trzecia

EDUKACJA EKOLOGICZNA

Agnieszka Kompała-Bąba, Agnieszka Błońska

Odnawialne źródła energii w programach nauczania szkół ponadgimnazjalnych oraz studiów wyższych na kierunkach biologia i ochrona środowiska

Odnawialne źródła energii znane są człowiekowi od wieków. Promienie słoneczne oraz palenie ognisk (spalanie biomasy) w celach energetycznych wykorzystywane były już przez człowieka pierwotnego. W średniowieczu powszechnie wykorzystywano energię wiatru i wody do napędzania wiatraków i młynów wodnych. W epoce industrialnej zaczęto natomiast wykorzystywać energię pochodzącą ze źródeł konwencjonalnych – węgla kamiennego, brunatnego, a później gazu ziemnego. Globalne zmiany klimatu spowodowane m.in. efektem cieplarnianym związanym ze wzrostem emisji ditlenku węgla zwróciły uwagę na konieczność zmian w gospodarce, w tym również w energetyce. Podczas Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku podpisano Ramową Konwencję w sprawie Zmian Klimatu, która ma zapobiec zwiększaniu się koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze i wynikającym z tego zmianom klimatycznym. Postanowienia te rozszerzono w Protokole z Kioto w 1997 roku. To

międzynarodowe porozumienie nakłada na kraje wysoko rozwinięte obowiązek redukcji o 5% w latach 2008-2012 całkowitej emisji takich gazów cieplarnianych jak: ditlenek węgla, metan, podtlenek azotu, fluorowęglowodory, perfluorokarbony, sześćofluorek siarki.

W artykule przeanalizowano programy nauczania obowiązujące w szkołach ponadgimnazjalnych oraz standardy kształcenia na zawodowych studiach licencjackich i uzupełniających studiach magisterskich dla kierunków biologia i ochrona środowiska w związku z obowiązkiem edukacji dzieci i młodzieży w zakresie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju, których istotnym elementem są problemy kopalni, energetyki kraju i związane z nią zmiany w środowisku oraz zagadnienia odnawialnych źródeł energii.

Dorota Anders

Kompostowanie odpadów a ochrona środowiska

Odpady stanowią problem nie tylko w warunkach polskich. Jest to poważny problem każdego kraju europejskiego. Wpływ odpadów na środowisko naturalne i zdrowie człowieka, zależy zarówno od ilości wytworzonych odpadów, jak również od ich charakteru. Mówiąc o odpadach ulegających biodegradacji i ich potencjalnym wpływie na środowisko, należy mieć na uwadze wszystkie komponenty tego środowiska. Z jednej strony koncentracja dużej ilości odpadów organicznych, nie zwracanych do środowiska, powoduje zanieczyszczenie powietrza, wód i gleby. Z drugiej strony, składowanie materii organicznej (a nie wykorzystanie jej) przyczynia się do zubożenia warstwy próchnicznej gleb i zniekształcenia równowagi składników w środowisku glebowym (zjawisko spowodowane intensywnym nawożeniem mineralnym przy małym udziale lub braku nawożenia organicznego).

Kompostowanie odpadów to metoda wykorzystania odpadów ulegających biodegradacji, która eliminuje problem usuwania ich innymi metodami, a jednocześnie stwarza możliwości uzyskania znacznych ilości cennego substytutu nawozu naturalnego. Według ustawy o odpadach, kompostowanie zaliczane jest do recyklingu organicznego, w wyniku którego, w warunkach tlenowych, przy udziale mikroorganizmów powstaje materia organiczna.

Kompostowanie odpadów w warunkach polskich traktowane jest priorytetowo w gospodarowaniu odpadami i ochronie środowiska, ale niespójne ustawodawstwo powoduje ograniczenie wykorzystywania odpadów ulegających biodegradacji w procesie kompostowania. W publikacji przedstawiono pozytywne i negatywne aspekty ochrony środowiska wynikające z uwarunkowań prawnych procesu kompostowania w warunkach krajowych.

Robert Wieszała, Andrzej Wyciślik

Identyfikacja zanieczyszczeń powstających podczas eksploatacji pojazdów w aspekcie ochrony środowiska

Problematyka zanieczyszczeń motoryzacyjnych w ostatnich latach stanowi przedmiot badań obejmujący wszystkie etapy powstawania i eksploatacji pojazdów, zgodnie z zasadami oceny cyklu życia pojazdów. Dotyczy to zarówno projektowania, wytwarzania jak i eksploatacji, a także zagospodarowywania wycofanych pojazdów. Najważniejszym jednak stanem w trakcie eksploatacji jest użytkowanie pojazdu ze względu na powstające w tym czasie zanieczyszczenia. Stan użytkowania jest najtrudniejszy do nadzorowania, ponieważ ma charakter nieorganizowany. Do podstawowych zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy zaliczamy emisję toksycznych składników spalin, hałasu oraz pyłu. W artykule schematycznie przedstawiono ramowy podział powstających zanieczyszczeń podczas eksploatacji pojazdów samochodowych.