

dr hab. Agnieszka Merkisz-Guranowska, prof. PP
dr hab. inż. Ireneusz Pielecha, prof. PP
mgr Dawid Gallas
Politechnika Poznańska
dr inż. Maciej Andrzejewski
dr inż. Paweł Daszkiewicz
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR”

Sposoby zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w towarowym transporcie kolejowym

Silniki spalinowe o zapłonie samoczynnym pojazdów szynowych, ze względu na zalety jakimi dysponują, nadal pozostają głównym źródłem napędu tego typu pojazdów. Szkodliwe oddziaływanie na środowisko naturalne tych silników jest jednak znaczące. W Polsce jest eksploatowanych wiele rodzajów spalinowych pojazdów trakcyjnych, których silniki często nie spełniają wymagań limitów toksyczności spalin. W artykule przedstawiono aktualnie stosowane systemy i układy pozwalające na zmniejszenie negatywnego oddziaływania spalinowych pojazdów trakcyjnych na otoczenie.

Ways of reducing the pollutant emissions in freight railway transport

Combustion engines with self-ignition of rail vehicles, due to the good points that they have, still remain the main source of drive of such type vehicles. However, the harmful effect on natural environment of these engines is significant. In Poland many types of combustion traction vehicles, whose engines often do not meet the requirements of limits for toxicity of exhaust gas, are operated. The article presents the currently used systems and assemblies allowing to reduce the negative impact of combustion traction vehicles on the environment.

1 WPROWADZENIE

Silniki spalinowe stosowane w pojazdach szynowych występują przede wszystkim w: lokomotywach manewrowych i towarowych, wagonach motorowych, spalinowych zespołach trakcyjnych (szynobusach) i pojazdach pomocniczych. W mniejszych pojazdach są montowane typowe silniki użytkowane stosowane w pojazdach ciężarowych, natomiast w dużych pojazdach szynowych – silniki o mocy rzędu nawet kilku tysięcy kilowatów.

Mimo stosunkowo małego udziału spalinowych pojazdów trakcyjnych w całkowitej emisji substancji szkodliwych ze środków transportu, wyznaczone są kolejne cele pozwalające na ograniczenie ich uciążliwości środowiskowej. W najbliższych latach wprowadzony ma zostać tzw. etap V (*Stage V*), dopuszczający bardzo małą zawartość substancji toksycznych

w spalinach. Ponadto do roku 2020 przewoźnicy europejscy powinni zmniejszyć zużycie energii i średniej emisji dwutlenku węgla o około 30% w porównaniu do roku 1990 (mierząc ją w odniesieniu do pasażerolub tonokilometra) [2]. W kolejnym dziesięcioleciu emisja CO₂ powinna być ograniczona o 50% w porównaniu do roku 1990 (rys. 1).

1 INTRODUCTION

The combustion engines used in the rail vehicles are primarily in: shunting and freight locomotives, motor wagons, diesel multiple units (railbuses) and auxiliary vehicles. The smaller vehicles are equipped with typical usable engines used in the trucks, but the large rail vehicles – the engines with power of even a few thousand kilowatts .

Despite the relatively small part of combustion traction vehicles in the total emission of harmful substances from the means of transport, the next goals allowing to limit their environmental nuisance are determined. In the nearest years it is to be introduced so-called stage V (*Stage V*), allowing for very small quantity of toxic substances in the exhaust gas. Moreover, to 2020 year the European carriers should reduce energy consumption and the average emission of carbon dioxide by approximately 30% in comparison to 1990 (by measuring it in relation to passenger- or ton-kilometer) [2]. In the next decade the CO₂ emission should be reduced by 50% in comparison to 1990 (Fig. 1).

2 MODERNIZACJA LUB WYMIANA SILNIKÓW SPALINOWYCH

Specyfika dokonywanych zmian taboru spalinowego w warunkach polskich wymaga nie tylko określania zgodności poziomu emisji zanieczyszczeń z silników z normami, ale jednocześnie oceny stopnia jej ograniczania. W poruszonych aspektach należy zaznaczyć, że stan techniczny krajowych spalinowych pojazdów szynowych wymusza konieczność ich ciągłego monitorowania. W toku użytkowania tych pojazdów może bowiem dojść do zwiększenia emisji toksycznych zanieczyszczeń w spalinach, w wyniku m.in. zużycia, niewłaściwej regulacji lub uszkodzenia silnika [4, 10]. Ponadto część przewoźników kolejowych operujących na krajowych szlakach komunikacyjnych, w tym tzw. operatorzy prywatni, na przestrzeni ostatnich lat sprowadzili do Polski spalinowe pojazdy szynowe, których silniki nie spełniają wymagań normatywnych w zakresie toksyczności spalin.

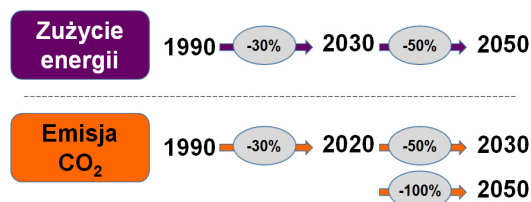
Wobec powyższego zachodzi konieczność modernizacji technicznej przedmiotowych pojazdów szynowych oraz przystosowania ich w zakresie bezpieczeństwa ruchu po torach (tzw. polonizacja), zwłaszcza pojazdów ciężkich wykorzystywanych w przewozach towarowych. Modernizacja krajowego taboru spalinowego polega głównie na zastępowaniu wyeksploatowanych tłokowych silników spalinowych jednostkami nowszymi (nie zawsze nowymi), poddawaniu ich naprawie głównej (rys. 2) lub remotoryzacji [3]. Naprawa lub wymiana silnika spalinowego wiąże się zarówno z korzyściami ekologicznymi, jak i ekonomicznymi (mniejsze zużycie paliwa).



Rys. 2 – Silnik 2-5D49 lokomotywy BR232 z 1976 r. poddany naprawie głównej

Fig. 2 – Engine 2-5D49 of locomotive BR232 from 1976. subjected to main repair

Przykładowo, silnik 2-5D49 lokomotywy spalinowej BR232 (po naprawie głównej) w aspekcie poziomu emisji składników toksycznych bardzo dobrze wpisuje się w limity emisji jednostkowej CO, HC i NO_x normy ORE B13 (obowiązującej do 1981 r.). W odniesieniu do emisji NO_x uzyskano wartość o około 35% mniejszą od wartości limitu, natomiast emisja jednostkowa CO i HC jest aż o około 75 i 65% mniejsza od wartości limitów ustanowionych w normie



Rys. 1 – Propozycje ograniczenia zużycia energii oraz emisji dwutlenku węgla ze źródeł kolejowych w Europie [2]

Fig. 1 – Proposals of energy consumption limitation and carbon dioxide emission from the railway sources in Europe [2]

2 MODERNIZATION OR REPLACEMENT OF COMBUSTION ENGINES

The specificity of carrying out the changes of diesel rolling stock in Polish conditions requires not only compliance determination of level of pollutant emissions from the engines with the standards, but at the same time the assessment of its limitation degree. In the raised aspects it should be noted that this technical condition of the national diesel rail vehicles enforces the necessity of their continuous monitoring. During use of these vehicles the increase of toxic pollutants in the fumes may occur as a result of among other wear, wrong regulation or damage of engine [4, 10]. Moreover, part of railway carriers operating on the national transport routes, including the so-called private operators, imported to Poland the diesel rail traction in recent years, whose engines do not meet the standard requirements in the range of exhaust gas toxicity.

Due to above there is necessity of technical modernization of the subject rail vehicles and their adaptation in the range of traffic safety along the tracks (so-called Polonization), especially heavy vehicles used in the freight transport. The modernization of diesel national rolling stock mainly consists in replacement of the worn out piston combustion engines with the newer ones (not always new), subjecting them to main repair (Fig. 2) or remotorization [3]. Repair or replacement of the combustion engine is connected with both ecological and economic benefits (lower fuel consumption).

For example, the engine 2-5D49 of diesel locomotive BR232 (after main repair) in the aspect of level of toxic substances emission contains in limits of unit emission of CO, HC and NO_x of standard ORE B13 (valid to 1981.). With reference to NO_x emission it was obtained the value by about 35% smaller than the value of limit, but the unit emission of CO and HC is by about 75 and 65% less than the values of limits established in standard ORE B13 (Fig. 3). Moreover, with reference to carbon monoxide as a result of main repair its unit emission was reduced so as to meet even the newer and restrictive standard UIC. The above mentioned values indicating the significant improvement of ecological indicators of modernized engine were obtained during measurements carrying out according to ISO test 8178-F on the water resistor.

ORE B13 (rys. 3). Ponadto w odniesieniu do tlenku węgla w wyniku naprawy głównej zmniejszono jego emisję jednostkową tak, by spełnić nawet nowsze i restrykcyjne normy UIC. Wyżej wymienione wartości, wskazujące na znaczącą poprawę wskaźników ekologicznych zmodernizowanego silnika, uzyskano podczas pomiarów prowadzonych według testu ISO 8178-F na oporniku wodnym.

3 HYBRYDYZACJA UKŁADÓW NAPĘDOWYCH

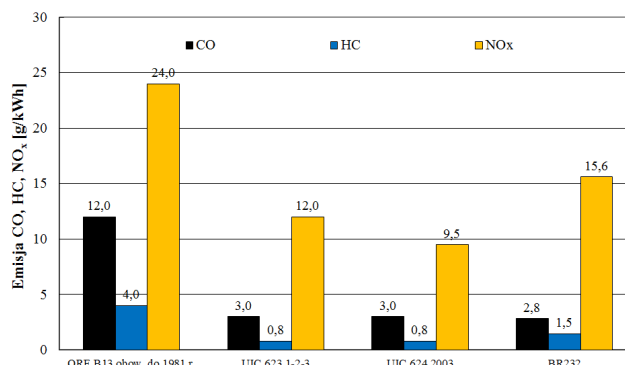
W ostatnich latach, w kwestii budowy i modernizacji spalinowych pojazdów szynowych, zaobserwować można nasilone działania związane z ograniczaniem ich szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne oraz zmniejszeniem jednostkowego zużycia energii w celu wykonywania założonych zadań przewozowych i trakcyjnych. Duże nadzieje w tych aspektach wiąże się między innymi z szerokim upowszechnieniem pojazdów trakcyjnych z układem napędu hybrydowego.

Dostępne na rynku transportowym układy napędu hybrydowego można podzielić głównie ze względu na dwa kryteria. Według kryterium udziału układów napędu elektrycznego w pojeździe wyróżnia się następujące typy: *micro hybrid*, *mild hybrid* oraz *full hybrid*. Kryterium konstrukcyjne układów napędu hybrydowego pozwala na ich podział na trzy grupy; można tu wyróżnić układy: równoległy, szeregowy oraz mieszany [7]. W spalinowych pojazdach szynowych wprowadzenie układu napędu hybrydowego rozpoczęło dość późno. Najczęściej układy te są stosowane w lokomotywach spalinowych poddawanych procesom modernizacyjnym lub procesom odnowy. W ostatnich latach rozpoczęto też budowę nowych pojazdów z takimi napędami, przeznaczonych głównie do prac manewrowych oraz prowadzenia lekkich pociągów osobowych i towarowych (lokomotywy manewrowe i liniowe).

W roku 2007 amerykańska firma General Electric zbudowała pierwszą na świecie lokomotywę towarową przetwarzającą energię uzyskaną podczas hamowania na energię elektryczną (rys. 4a). Energia ta magazynowana jest w wysokowydajnych zasobnikach energii

i wykorzystywana następnie na potrzeby własne jako źródło energii dodatkowej. Opisywana lokomotywa o nazwie 2010 GE Evolution Hybrid i masie około 207 000 kg może zaoszczędzić w ciągu roku tyle energii, ile zużywa 160 gospodarstw domowych. Jej eksploatacja zmniejsza ponadto emisję zanieczyszczeń w spalinach oraz zużycie paliwa.

Duże doświadczenie w montażu układów napędu hybrydowego w towarowych lokomotywach spalinowych ma także firma Railpower Technologies Corp, która przekształciła kilkadziesiąt sztuk tego rodzaju lokomotyw w pojazdy przeznaczone do prac



Rys. 3 – Emisja jednostkowa toksycznych składników spalin lokomotywy BR232

Fig. 3 – Unit emission of exhaust gas toxic substances of locomotive BR232

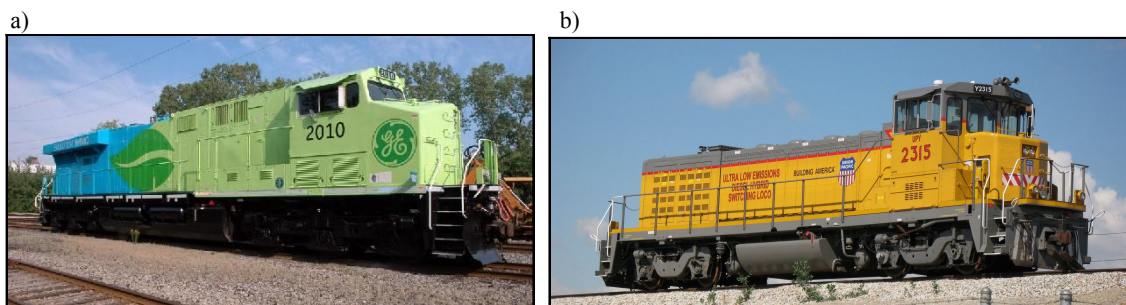
3 HYBRIDIZATION OF DRIVE SYSTEMS

In recent years, on the question of construction and modernization of diesel rail vehicles, it can be observed the increased activities related to limitation of their harmful impact on the natural environment and reduction of the unit energy consumption in order to perform the established transport and traction tasks. The high hopes in these aspects are connected among other with a wide dissemination of traction vehicles with the hybrid drive system.

The available on the transport market hybrid drive systems can be divided mainly due to two criteria. According to the criterion of participation of electric drive systems in the vehicle the following types are : *micro hybrid*, *mild hybrid* and *full hybrid*. The constructional criterion of hybrid drive systems allows them to divide into three groups; the systems can be: parallel, series and mixed [7]. The introduction of hybrid drive system in the diesel rail vehicles was started quite late. Most often these systems are used in the diesel locomotives subjected to modernization or renewal processes. In recent years the construction of new vehicles with such drives, primarily intended for shunting works and leading the light passenger and freight trains (shunting and line locomotives), has also been started.

In 2007 the American company General Electric produced the world's first freight locomotive processing the energy obtained during braking into the electric energy (Fig. 4a). This energy is stored in the high-efficient containers and then it is used for its own needs as the source of additional energy. The described locomotive named 2010 GE Evolution Hybrid and with mass of 207 000 kg can save as much energy during a year as it is consumed by 160 households. Its operation also reduces the pollutant emissions in exhaust gas and fuel

A lot of experience in the assembly of hybrid drive system in the diesel freight locomotives has also the company Railpower Technologies Corp, which converted several dozen of pieces of this type



Rys. 4 – Spalinowa lokomotywa hybrydowa: a) 2010 GE Evolution Hybrid, b) GG20B [13, 14]

Fig. 4 – Hybrid diesel locomotive: a) 2010 GE Evolution Hybrid, b) GG20B [13, 14]

liniowych (rys. 4b). Idea układu napędu hybrydowego tej firmy polega na tym, że zespół prądotwórczy złożony z silnika spalinowego i prądnicy synchronicznej wytwarza energię elektryczną, która następnie jest magazynowana w wysokowydajnych zasobnikach energii o określonej liczbie modułów w zależności od przeznaczenia lokomotywy). Energia wytwarzana i magazynowana przeznaczona jest do zasilania silników trakcyjnych przez przekształtnik. W zależności od zapotrzebowania mocy, silniki te mogą być zasilane zarówno z prądnicy głównej, jak również z pakietu akumulatorów [1, 8].

4 DOPOSAŻANIE POJAZDÓW W UKŁADY OCZYSZCZANIA SPALIN

Minimalizacja udziału substancji toksycznych w emitowanych przez silniki spalinach, jest procesem stałym i wymaga nowoczesnych układów oczyszczania spalin. Pożądane jest stosowanie coraz doskonalszych oraz efektywniejszych konstrukcji, które zapewnią dużą skuteczność ograniczania zanieczyszczeń w gazach wylotowych. Obecnie zmniejszenie emisji szkodliwych produktów niepełnego i niecałkowitego spalania paliwa w tłokowych silnikach spalinowych może być osiągnięte przez realizację dwóch typów przedsięwzięć [11, 12]. Można je określić jako tzw. wewnątrzsilnikowe i pozasilnikowe. Pierwsze z nich polegają na wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych lub regulacyjnych w podzespołach i układach silnika, powodujących, że spaliny opuszczające cylindry zawierają mniej substancji szkodliwych. W ramach drugich przedsięwzięć w układach wylotowych silników instaluje się specjalne systemy oczyszczania spalin, w tym reaktory katalityczne: trójfunkcyjne (TWC – *Three Way Catalyst*), reaktory utleniające (DOC – *Diesel Oxidation Catalyst*) oraz układy selektywnej redukcji katalitycznej (SCR – *Selective Catalytic Reduction*).

Nowoczesne technologie w zakresie pozasilnikowych sposobów oczyszczania spalin są wykorzystywane nie tylko w nowo produkowanych pojazdach, lecz także w tych już użytkowanych. Ma to miejsce przy tzw. *retrofitingu*, czyli montażu w układach wylotowych zaawansowanych technicznie układów oczyszczania spalin (rys. 5). Skutkuje to m.in. spełnieniem nowszej normy emisji zanieczyszczeń w spali-

locomotives into vehicles intended to line works (Fig. 4b). The idea of hybrid drive system of this company lies in fact that the generating set, consisting of the combustion engine and the synchronous generator, generates the electric energy, which is then stored in the high-efficiency containers of energy with the definite number of modules (depending on the locomotive application). The generated and stored energy is intended to supply the traction engines by the converter. Depending on the power demands these engines can be supplied both from the main generator and also from the battery pack [1, 8].

4 RETROFITTING OF VEHICLES WITH SYSTEMS OF GAS EXHAUST TREATMENT

Minimization of the toxic substances share in the exhaust gases emitted by engines is the permanent process and requires the modern gas exhaust treatment systems. It is desirable to use more and more excellent and efficient constructions, which provide the high effectiveness of limitation of pollutants in exhaust gasses. Now the reduction of harmful products emission of incomplete and partial fuel combustion in the piston combustion engines can be achieved by realization of two types undertakings [11, 12]. They can be described as the so-called intraengine and out of engine. The first ones consists in introduction of the constructional or regulating changes in the subsets and systems of engines, which make exhaust gas leaving the cylinders contain less the harmful substances. Within the second undertakings the special exhaust gas treatment systems are installed in the exhaust system, including the catalytic reactors trifunctional (TWC – *Three Way Catalyst*), oxidizing reactors (DOC – *Diesel Oxidation Catalyst*) and systems of selective catalytic reduction (SCR – *Selective Catalytic Reduction*).

The modern technologies within the out of engine methods of gas exhaust treatment are used not only in the new produced vehicles, but also in those already in use. This takes place at so-called *retrofitting*, that is assembly of the high-tech exhaust gas treatment systems in the exhaust systems (Fig. 5). This results as among other fulfillment of the newer standard of pollutant emission in exhaust gas by the vehicles equipped with such systems. The subject



Rys. 5 – Układ oczyszczania spalin złożony z dziewięciu reaktorów utleniających i filtrów cząstek stałych przed montażem w lokomotywie [5]

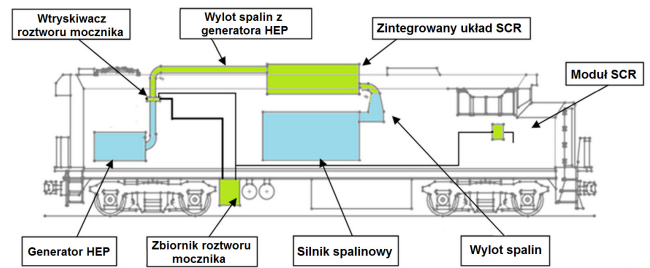
Fig. 5 – The exhaust gas treatment consisted of nine oxidizing reactors and particulates filters before assembly in the locomotive [5]

nach przez pojazdy wyposażone w takie układy. Przedmiotowe działania modernizacyjne są zasadne i opłacalne zarówno w przypadku ciężkich pojazdów drogowych (np. samochodów ciężarowych, autobusów i autokarów), jak również w przypadku ciężkich pojazdów szynowych trakcji spalinowej, które emitują jednostkowo dużo tlenu węgla, węglowodorów, tlenków azotu i cząstek stałych.

Przykładem działań w zakresie *retrofitingu* jest zastosowanie systemu BATS (*Blended Aftertreatment System* – zintegrowany system oczyszczania spalin, emitowanych przez silniki spalinowe, przeznaczony do zastosowań kolejowych) przez amerykańską firmę Rail Propulsion Systems. Kluczowym zagadnieniem w realizacji koncepcji ww. firmy jest połączenie układu wylotu spalin pochodzących z dodatkowego generatora (*Head-End Power Engine – HEP Engine*), z układem wylotowym głównego silnika lokomotywy w celu ułatwienia dostarczania i wymieszania odpowiedniej ilości wodnego roztworu mocznika – płynu AdBlue – dla optymalizacji redukcji emisji NO_x z obu silników (rys. 6). System selektywnej redukcji katalizacyjnej (SCR) składa się m.in. ze zbiornika (rys. 7) i wtryskiwacza roztworu mocznikowego do kanału wylotowego generatora oraz z systemu sterowania. Ten ostatni monitoruje i dozjuje ilość dostarczanego mocznika jako funkcję obciążenia spalinowych źródeł zasilania lokomotywy. Wykorzystanie silnika głównego (spełniającego amerykańską normę emisji Tier 0) w połączeniu z generatorem HEP (spełniającym normę emisji Tier 3) oraz przy zastosowaniu zintegrowanego układu oczyszczania spalin BATS, pozwala na osiągnięcie przez układ napędowy emisji jednostkowej NO_x na poziomie normy Tier 4 [6].

Rys. 7 – Zamontowany na lokomotywie zbiornik z wodnym roztworem mocznika [5]

Fig. 7 – Mounted on the locomotive tank with an aqueous solution of urea [5]



Rys. 6 – Towarowa lokomotywa spalinowa wyposażona w układ oczyszczania spalin redukujący emisję tlenków azotu [6]

Fig. 6 – Freight diesel locomotive equipped with an exhaust gas treatment system reducing emission of nitrogen oxides [6]

modernization activities are appropriate and profitable for both the heavy-duty road vehicles (e.g. lorries, buses and coaches), and also for the heavy rail vehicles of diesel traction, which emit individually a lot of carbon monoxide, hydrocarbons, nitrogen oxides and particulates.

The applied BATS system (*Blended Aftertreatment System* – an integrated exhaust gas treatment system emitted by combustion engines, intended for railway applications) by the American company Rail Propulsion Systems is the example of activities in the range of *retrofitting*. The key issue in the realization of above mentioned company concept is combination of exhaust gas system come from the additional generator (*Head-End Power Engine – HEP Engine*) with the outlet system of the locomotive main engine in order to make the delivery easier and mix the appropriate amount of an urea aqueous solution–AdBlue liquid– to optimize the reduction of NO_x emission from both engines (Fig. 6). The selective catalytic reduction system (SCR) consists of among others the tank (Fig. 7) and the injector of urea solution into the exhaust duct of generator and the control system. This latter monitors and provides regular doses of supplied urea as the load function of combustion sources of locomotive power. Application of the main engine (that meets the American emission standard Tier 0) in connection with generator HEP (that meets the emission standard Tier 3) and with using the integrated exhaust gas treatment system BATS allow to achieve the NO_x unit emission by the drive system on the level of standard Tier 4 [6].



Inne prace badawcze [9] również świadczą o korzyściach, jakie można uzyskać przy zastosowaniu nowoczesnych układów oczyszczania spalin w pojazdach szynowych. Pięć zmodernizowanych spalinowych lokomotyw towarowych Progress Rail typu PR30C o mocy 2240 kW (rys. 8), spełniających normę Tier 2, wyposażono w utleniające reaktory katalityczne DOC oraz technologię selektywnej redukcji katalitycznej. Lokomotywy takie poddano badaniom w typowych warunkach eksploatacji (sumarycznie ponad 27000 h pracy). Dla dwóch wybranych lokomotyw przeprowadzono pomiary zmiany emisji tlenku węgla, węglowodorów, tlenków azotu i cząstek stałych.

W przypadku toksycznych substancji gazowych w spalinach – CO, HC, NO_x – uzyskano zmniejszenie emisji jednostkowej o odpowiednio: 90, 90 i 80%. Natomiast w odniesieniu do emisji cząstek stałych uzyskano zmniejszenie na poziomie 40–60% [9]. Oprogramowanie sterujące tym systemem – w układzie zamkniętym – z powodzeniem kontrolowało podczas jazdy na wybranych odcinkach testowych emisję tlenków azotu, przy minimalnym nadmiarze dostarczanego amoniaku.

Other research works [9] also show the benefits that can be achieved by using the modern exhaust gas treatment systems in the rail vehicles. Five modernized diesel freight locomotive Progress Rail type PR30C with power of 2240 kW (Fig. 8), meeting the standard Tier 2, were equipped with oxidizing catalytic reactors DOC and the selective catalytic reduction technology. Such locomotive were subjected to tests in the typical operating conditions (total of more than 27000 hours of work). For two selected locomotives the measurements of changes in emission of carbon monoxide, hydrocarbons, nitrogen oxides and particulates were carried out.

In case of toxic substances in the exhaust gas – CO, HC, NO_x – reduction of unit emission was achieved respectively: 90, 90 and 80%. However, with regard to emission of particulates the reduction of 40–60% [9] was obtained. The software controlling this system – in a closed system – controlled successfully while running on the selected sections of testing the emission of nitrogen oxides with minimum excess of provided ammonia.



Rys. 8 – Zmodernizowana lokomotywa PR30C wyposażona w układ selektywnej redukcji katalitycznej [5]

Fig. 8 – Modernized locomotive PR30C equipped with the selective catalytic reduction system [5]

5 ZAKOŃCZENIE

Prace w zakresie transportu masowego (samochodowego i kolejowego) prowadzone w ostatnich latach zwracają szczególną uwagę na ograniczenie jego szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne człowieka – emisję toksycznych zanieczyszczeń w spalinach. Biorąc pod uwagę wysokie ceny paliw wykorzystywanych jako źródło energii w drogowych pojazdach użytkowych i spalinowych pojazdach trakcyjnych, należy zdecydowanie dążyć do zmniejszenia ich zużycia, a tym samym zwiększenia efektywności przewozów, zarówno w ruchu pasażerskim, jak i towarowym. Jednym z rozwiązań, mających na celu wydłużenie przebiegów, zmniejszenie energochłonności ruchu pojazdów oraz emisji toksycznych zanieczyszczeń z układów wylotowych silników, jest pełna modernizacja użytkowanych dotychczas lokomotyw towarowych. Mimo wysokich początkowych kosztów wprowadzania nowych systemów, poniesione nakłady finansowe szybko się zwrócą.

5 CONCLUSION

The carried out in recent years works in the range of mass transport (road and railway) pay the special attention to limitation of its harmful effect on the human natural environment – emission of toxic pollutants in the exhaust gas. Taking into consideration the high prices of fuels used as an energy source in the road usable and diesel traction it should be absolutely to strive to reduce their consumption, and thus to increase the efficiency of transport both in passenger and freight traffic. Full modernization of still used freight locomotives is one of solutions aimed at extending the courses, reducing the energy consumption of vehicle and emission of toxic pollutants. Despite the high initial costs of introducing the new systems the incurred financial outlays will be quickly paid back.

High hopes in improving the economy and ecology of using the rail vehicles are also involved wide dissemination of traction vehicles with hybrid

Duże nadzieje w kwestii poprawy ekonomiki i ekologii użytkowania pojazdów szynowych wiąże się ponadto z szerokim upowszechnieniem pojazdów trakcyjnych z układem napędu hybrydowego. W przypadku pojazdów trakcji spalinowej prace związane z wprowadzeniem do użytkowania tego rodzaju układów napędowych są obecnie w początkowym stadium realizacji i rozwijane głównie w krajach wysokoprzemysłowych. Postępujący na świecie rozwój prac nad układami napędu hybrydowego powinien skłaniać do realizacji podobnych działań także w Polsce.

W zakresie zbioru środków umożliwiających zwiększenie efektywności w kolejowych przewozach ładunków mieści się także nowoczesny tabor. Nowe pojazdy trafiające z linii produkcyjnych do firm transportowych są w stanie zapewnić nie tylko duży poziom tej efektywności, lecz również ekologii i bezpieczeństwa wykonywanych przewozów. Wiąże się to na przykład ze stosowaniem w tego rodzaju środkach transportu masowego nowoczesnych i wydajnych układów oczyszczania spalin, co było istotą niniejszego artykułu.

drive system. For the vehicles of diesel traction the works involving the introduction to use this type of drive systems are currently in the initial stage of realization and developed mainly in the high industrialized countries. The progressing in the world development of works on the hybrid drive systems should lead to realization of similar activities in Poland.

In the range of set of measures making the increase of efficiency in the railway freight transport possible there is also the modern rolling stock. The new vehicles landed from the production lines in the transport companies are able to provide not only high level of this efficiency, but also ecological one and the safety of performed transports. This involves, for example with using in such type of mass transportation means, the modern and efficient exhaust gas treatment systems, which was the essence of this article.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAPHY

- [1] *Ekologiczna moc hybrydy. Materiał reklamowy firmy Railpower Technologies Corp.*
- [2] *Kettner J., Moving Towards Sustainable Mobility a Strategy for 2030 and Beyond for the European Railway Sector. 12 UIC Sustainability Conference, Venice 2012.*
- [3] *Marciniak Z., Stawecki W., Merkisz J., Pielecha I., Pielecha J., Możliwości modyfikacji taboru spalinowego w celu zmniejszenia jego oddziaływania na środowisko naturalne. Technika Transportu Szynowego, nr 3, 2011, s. 43-48.*
- [4] *Marciniak Z., Stawecki W., Pielecha I., Pielecha J., Ekologiczne aspekty spalinowych pojazdów szynowych eksploatowanych na krajowych liniach kolejowych. Logistyka, nr 4, 2010.*
- [5] *Materiały firmy Progress Rail Services: www.progressrail.com.*
- [6] *Materiały firmy Rail Propulsion Systems: www.railpropulsion.com.*
- [7] *Merkisz J., Pielecha I., Alternatywne napędy pojazdów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006.*
- [8] *Multi Gensets Locomotives for Canadian Railways. Rail – Government Interface, 2007 (prezentacja firmy svensk tagteknik AB (Szwecja)).*
- [9] *Park P.W., Downey M., Youngren D., Bruestle C.: Advanced Aftertreatment System Development for a Locomotive Application, ASME 2012 Internal Combustion Engine Division Fall Technical Conference ICEF2012, September 23-26, 2012, Vancouver, Canada.*
- [10] *Pielecha I. Marciniak Z., Wpływ silników spalinowych pojazdów trakcyjnych eksploatowanych w kraju na środowisko – próby i badania oraz wytyczne dla redukcji emisji składników szkodliwych. Pojazdy Szynowe, nr 1, 2009, s. 34-43.*
- [11] *Postrzednik S., Żmudka Z., Termodynamiczne oraz ekologiczne uwarunkowania eksploatacji tłokowych silników spalinowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.*
- [12] *Rokosch U., Układy oczyszczania spalin i pokładowe systemy diagnostyczne samochodów. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2007.*
- [13] *<http://railworksamerica.com/> (dostęp z dnia 13.04.2015).*
- [14] *<http://www.up.com/> (dostęp z dnia 13.04.2015).*