



## **ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА ОТ ТРАНСПОРТА**

**Александър Тошев, Йордан Петков**

*ВТУ “Тодор Каблешков”, София, бул. “Гео Милев” 158,  
София-1574, България*

***Ключови думи:** ж.п. транспорт, околна среда, замърсяване на въздуха.*

***Резюме:** Дискутира се замърсяването на въздуха от транспорта. Показано е, че железопътният транспорт замърсява околната среда по-малко в сравнение с автомобилния транспорт.*

### **I. УВОД**

В днешно време транспортът е един от основните фактори, които определят икономическия и социалния просперитет на една страна. Съвременното състояние и непрекъснатото развитие на този отрасъл, независимо от изключително важната му роля за индустрията и търговията, постави някои проблеми свързани с опазването на околната среда, които съвсем не са за пренебрегване и чиято актуалност става все по-осезателна. Тук става въпрос главно за автомобилния транспорт, който не винаги е ефективен по ред причини - потребление на енергия, отделяне на вредни емисии, отнемане на терени, предизвикване на задръствания в големите градове и др. Транспортът в глобален аспект не е основният замърсител на околната среда, но допринася достатъчно много за това нежелано явление, свързано с развитието на човешкото общество. Наред с вредното влияние на емисиите (главно газове) върху здравето на хората, влиянието им върху климатичната система на Земята също трябва да се има предвид. А това не изключва създаване на проблеми по продоволствената сигурност, тъй като земеделието, откакто съществува, е било винаги при едни почти стабилни климатични условия [1].

Заедно с енергетиката и промишлеността, транспортът е един от основните замърсители на околната среда и главно на въздуха. Основните замърсители на въздуха са предмет на международни актове. Европейският съюз въвежда норми както за производството на нови транспортни средства, така и за тези в експлоатация, които ограничават изпускането на вредни емисии в атмосферата.

За понятието "замърсяване на атмосферата" има множество

определения. Като достатъчно изчерпателно може да се приеме това на К. Уорк и С. Уорнър [2]: "Присъствие в атмосферата на един или повече инградиенти или техните комбинации в такива количества и в течение на толкова време, че могат да имат тенденция да увреждат живота на човека, растенията или животните, или на имущество, или извънредно много да повлияят на условията на живот и работа".

Едно аналогично разглеждане на факторите, които причиняват замърсяването на околната среда, води до следното диференциране [3]:

- а) твърди емисии;
- б) течни емисии;
- в) газообразни емисии;
- г) енергийни емисии (шум, топлина и др.);
- д) радиоактивни емисии.

Целта на настоящата работа, която има и обзорен характер, е да се изтъкнат някои екологични предимства на релсовия транспорт и свързаните с него дейности, в сравнение с автомобилния транспорт, като се прави съпоставяне на базата на вредни газови емисии. Споменати са и някои нови моменти в развитието на този отрасъл, които са в пълно съответствие със санитарно-хигиенните и екологичните изисквания, за да се сведат до минимум вредните въздействия върху човешкото здраве и околната среда. Потенциалните възможности на железопътния транспорт в тази насока не са използвани напълно - нови конструкционни решения, алтернативни източници на енергия и др., без които дейността в тази насока не би била достатъчно ефективна.

Източник на замърсяване на атмосферата е обширно понятие, което може да се интерпретира и в зависимост от човешката дейност. Типичен мобилен източник е пътуващ автомобил или дизелов локомотив. Шосе с интензивно движение дава представа за линеен източник. По основните типове източници се прави оценка на емисиите [4].

Въпреки, че железопътният транспорт (има се предвид преди всичко подвижния състав) оказва неблагоприятно влияние на околната среда, то това влияние е съществено по-ограничено. Първо - защото този транспорт е един от най-икономичните по консумация на гориво на единица транспортна работа, второ - защото голяма част от железния път е електрифициран и трето - защото там се използва дизелова тяга.

Стремежът към изграждане на функциониращо равновесие между общество и природата изисква превантивна намеса на човека и в тази област.

## **II. ИЗЛОЖЕНИЕ**

### **Анализ на замърсяването на въздуха**

Замърсители на въздуха са веществата, които се намират в атмосферата и оказват вредно влияние върху човека и околната среда. По-голяма част от тях са съединения, чиято концентрация е ниска. Източниците на замърсяване са природни бедствия (изригвания на вулкани, пожари и др.) и свързани с

човешката дейност - производство на енергия, тежка индустрия, транспорт и др.

През 1985 г. в атмосферата на страната ни са изхвърлени 67,76 млн тона газообразни замърсители и прах. Основната част от газо-образните отпадъци се пада на енергетиката - 74,12%, на второ място е металургията - 16,93%, на трето е автомобилния транспорт - 4,01%, на четвърто - химическата промишленост - 3,54%. Тези отрасли, заедно с някои други дейности на конкретни територии, са формирали състоянието на замърсеността на въздуха в една силна икономическо отношение за страната ни година.

Основните замърсявания на атмосферата, предизвикани от транспортния сектор са:

- а) директни газови емисии от транспортни средства;
- б) стационарни отоплителни инсталации.

В по-малка степен замърсявания се получават от:

а) емисии при превоз на непокрити насипни товари и товаро-разтоварна дейност;

б) от други емисионни източници (напр. прах от спирачни колодки - чугунени и такива от синтетични и композиционни материали, каучуков прах и др.).

Тук трябва да бъдат включени и газовите емисии от електроцентралите (в такава част, която отговаря на консумацията на жичните превозни средства, нефторафинериите (има се предвид тази продукция, която се използва за мобилитет) и от всички предприятия, свързани с този стопански отрасъл - т.н. индиректни емисии.

### **Вредни отходни газове от двигатели с вътрешно горене**

При изгарянето на химическите горива се получават различни отходни газове, някои от които са твърде вредни.

**Таблица 1.** Отходни газове при работа на бензинови и дизелови двигатели и тяхната токсичност.

Съставки	Бензинов двигател, %	Дизелов двигател, %	Токсичност, %
N <sub>2</sub>	74 - 77	76 - 78	
O <sub>2</sub>	0,3 - 0,8	2 - 18	
H <sub>2</sub> O	3,0 - 5,5	0,5 - 4	
CO <sub>2</sub>	5,0 - 12	1 - 10	5,8
CO	0,5 - 12	1 - 10	38,7
NO <sub>x</sub>	0,0 - 0,8	0,01 - 0,5	12,1
CH	0,2 - 3,0	0,09 - 0,5	0,5
Оловни аерозоли	0,3		41,2
Сажди	0,0 - 0,04	0,01 - 1,1	

Азотът е от въздуха. От въздуха идва и кислородът, който в горивната смес обикновено е в излишък. Водните пари са резултат от изгарянето на водорода във въглеводородите. Въглеродният диоксид е резултат от пълното

окисяване на въглерода на горивата. Азотът, кислородът и водните пари са безвредни газове. Въглеродният диоксид е задушлив газ. Останалите газове са отровни (токсични) [5].

Петролът винаги съдържа сяра под форма на органични съединения. Нейното съдържание в течните горива е сравнително малко - в дизеловото гориво е 0,4%, а в бензина 0,03 - 0,04% (по маса). Въпреки това тя винаги е нежелан, но неизбежен примес.

Приема се, че относителният дял на отделните замърсители на въздуха, емитирани от всички видове транспорт (шосеен, въздушен, релсов, воден) е:

Въглеродни оксиди - 78,3%

Азотни оксиди - 10,3%

Недоизгорели въглеводороди - 8,8%

Аерозоли - 1,6%

Серни оксиди - 1,0%

Под недоизгорели въглеводороди, означавани и като СН, в случая се разбира широк клас от съединения, чиито комбинации в емитираните газове могат да бъдат напълно произволни. Техният състав е свързан с вида на горивото и начина на изгарянето му [4]. Най-често това са канцерогенни газообразни вещества от типа на бензпирена.

Особен интерес и тревога представлява въпросът за замърсяването на атмосферата със съединения на олово. Употребата на оловни антидетонатори в бензина за автомобили води до съдържание на този метал в отходните газови емисии. Съдържащото се в т.н. етилирани бензини тетраетилолово, независимо, че се разрушава при високите температури в цилиндрите и се превръща в съединения с по-малка токсичност (оловен сулфат, оловен оксид, оловен хлорид, оловен бромид, оловен фосфат) е крайно опасно. Попаднало в организма на човек чрез въздух, замърсен с изгорели газове, то не се отделя с никакви противоотрови и се натрупва поради кумулативните си свойства. Оловните съединения замърсяват почвата и растителността в регионите с интензивен автомобилен трафик.

Следващите данни са от Министерството на околната среда и водите в Република България.

**Таблица 2.** Оловни емисии от автомобилния транспорт за годините 1992-1996.

Година	1992	1994	1995	1996
Емисии от автомобилния транспорт в тонове	118	172	157	136
% от общите емисии	-	-	56	55
Емисии на 1000 жители (кг)	13,89	20,40	18,28	19,18

В градовете с натоварен трафик емисиите са по-високи. В София емисиите на олово от транспорта през 1995 са били 67 тона, като на 1000 жители се падат 56 кг.

Производството на безоловен бензин у нас започна през 1985 г. и съдържанието на олово в бензина бе намалено от 0,80 гр/л през 1985 до 0,15 гр/л през 1986.

От 1991 г. концентрацията на оловни аерозоли е задържана на едно ниво благодарение на ограничения върху употребата на оловен бензин до 0,15 гр/л.

В газовите емисии от двигателите с вътрешно горене се съдържат в малки количества феноли, алдехиди и други, също вредни за здравето вещества. От антропогенно отделяните въглеродороди около 50% се дължат на транспорта. При интензивно облъчване със слънчева светлина те реагират с азотните оксиди, при което се образува озон и фотохимични оксиданти, които имат силно дразнещо действие.

Количеството на саждите и фино диспергираните частици от неизгорели гориво и масло е най-малката тегловна част от вредните газови емисии. Овъглените частици най-често са обвити и пропити с катранени вещества. В много случаи те имат канцерогенно действие. Те са причина за т.н. черен дим, който най-често е предизвикан от подаване на повече гориво. Бялото, сивото или синкавото оцветяване на отходните газове свидетелства за остатъци от изгарянето на капки гориво (в резултат на неправилна експлоатация на двигателя) или за наличие на неизгоряло гориво и капчици от смазочни масла. В последния случай е необходима регулировка на двигателя. Тази класификация се отнася за използването на дизелово гориво. Частиците могат да взаимодействат с други газове или помежду си. В резултат на агрегация те могат да нарастват. Дизеловите двигатели отделят повече частици от бензиновите.

Режимът на движение съществено влияе върху емисията на сажди. При ускорение дизеловите двигатели отделят по-голямо количество от тези вредни частици и консумират повече гориво в сравнение с равномерния им ход. Следователно оптимизирането на режима на движение има икономическо и екологично значение.

Транспортът причинява замърсяване на въздуха не само чрез отпадните продукти от изгаряне на горивото, но и за сметка на изпаренията на горивата при производството им, съхранението им, транспорта и преливните дейности. За нуждите на този отрасъл се налага да се съхраняват големи количества течни горива (бензини, дизелово гориво, керосин и др.). Те са летливи вещества. Свойството, което оказва най-голямо влияние върху интензивността на емисии е налягането на наситените пари. Тя зависи още и от конструкцията на резервоарите, качеството и вида на защитните покрития, околната температура и др. [6].

При използване на газово гориво отпадните продукти съдържат инградиенти аналогични на тези, за които беше споменато по-горе, но в значително по-ограничени количества. Условията на експлоатация на двигателя и тук влияят непосредствено на образуването на замърсяващи вещества.

Към отрицателните ефекти, оказвани от двигателите с вътрешно горене (особено дизеловите) върху въздуха, спада и неприятната миризма на отработените газове. Основната причина за съществуването и са ниски концентрации на неизгорели (или недоизгорели) въглеводороди. Миризмите са най-забележимите форми на замърсяване на атмосферата, които се идентифицират с усещането за обоняние. При различните индивиди едно и също вещество може да предизвика различни реакции. Много по-често непознатите миризми се определят като неприятни в сравнение с известните. С тях са свързани част от оплакванията за качеството на въздуха [4].

Някои от компонентите на газовите емисии, отделени от двигатели с вътрешно горене, влошават прозрачността на атмосферата. Върху видимостта влияят само тези замърсители, които се намират във вид на аерозоли или във вид на газ, способен да образува аерозоли във въздушна среда. Тези замърсители се квалифицират най-общо така:

- емисии, съдържащи твърди частици;
- серен диоксид и други газообразни съединения на сярата. Водят до получаване на сулфати и сярна киселина под форма на аерозоли;
- азотни оксиди. Водят до образуване на нитрати и азотна киселина под формата на аерозоли;
- фотохимични замърсители на въздуха - от тях се получават частици със субмиро-скопични размери.

Както е известно, основната причина за намаляване на видимостта е поглъщането и разсейването на светлината от твърди и течни частички в атмосферата. Емисиите на дим (сажди в отходните газове) са характерни главно за дизеловите двигатели. Според експериментални данни концентрацията на недоизгорели въглеводороди в дима не е свързана с натоварването на двигателя и скоростта на движение. Тя зависи преди всичко от конструкцията на устройството за впръскване на горивото, конфигурацията на горивната камера, конфигурацията на струята и количеството остатъчно гориво в дюзата за впръскване [4].

В нашето съвремие енергетиката, основана на химически горива, и транспорта са по-енергични директни замърсители на въздуха от промишлеността. Газовите емисии, отделени в резултат на човешката дейност, са локализирани в големи географски области. Скоростта, с която те се изхвърлят в райони с голяма плътност на населението, е много по-висока от скоростта на очистване на атмосферата, което винаги е до някакво остатъчно ниво. Процесите са: гравитационно сухо утаяване, разтваряне на газовете във водните капки, частиците могат да станат кондензационни центрове на влага и да предизвикат валежи, поглъщане от растения и др. Над големите центрове с много индустриални предприятия и интензивен автомобилен трафик се появи т.нар. смог. Терминът има английски произход и се състои от думите "smoke" (дим) и "fog" (мъгла). Под това понятие се разбира смес от прах, сажди, оловни аерозоли и различни вредни газове, които замърсяват въздуха. Системното излагане на натоварен трафик, особено автомобилен, води до сериозни здравни последици, които се нуждаят от специално внимание.

В железопътния транспорт броят на бензиновите двигатели е пренебрежимо малък. Независимо от реализираните съвременни разработки при съвременните дизелови локомотиви конфликтът между тази техника и околната среда продължава да е актуален [7]. Трябва да се имат предвид и машините за ремонт на железния път, които са с дизелова тяга. Персоналът и екипите, работещи с тях, са постоянно подложени на вредните газове емисии, особено при извършване на ремонтна дейност в тесни участъци или тунели, където превишаването на пределно-допустимите концентрации на вредни и токсични вещества достига критични стойности.

Делът на изхвърлените вредни вещества в атмосферата от железопътния транспорт е 5-7% в сравнение с авиотранспорта, тъй като в отходните газове на дизеловите двигатели количеството на въглероден оксид и въгледороди е по-малко. За замърсявания, породени от този фактор, може да се говори само в гари и транспортни възли, които се намират в места с голяма концентрация на население. Там маневрените дизелови локомотиви могат да се разглеждат като стационарни източници на замърсяване на въздуха, който и без това, поради наличността на промишлени предприятия съдържа и много други вредни вещества над допустимите норми.

Според литературни източници [8] отходните газове от дизеловите локомотиви имат следния състав: азот - 73,8%, кислород -9%, водни пари - 9%, въглероден диоксид - 8%, вредни вещества - 0,2%. Съставът на вредните вещества е: азотни оксиди 86%, въглероден оксид - 5%, въгледороди - 4%, серен диоксид - 4%, сажди - 1%. Отнесени за единица мощност данните за релсова дизелова тяга са: 39-73% азотни оксиди, 3-8% въглероден оксид и 7,5-10% въгледороди, в сравнение с вредните вещества, изхвърляни в атмосферата от автомобилния транспорт [9]. Съставът на отходните газове зависи от вида на използваните гориво, масла и добавки в тях, донякъде от режима на работа на двигателя, техническото му състояние и др. За дизеловите двигатели токсичността на газовите емисии се определя от количеството азотни оксиди, въглероден оксид и сажди, които съдържат канцерогенно действащи катранени вещества. Посочените компоненти, както и ред други, които се съдържат в изгорелите газове, атакуват работоспособността и здравето на човека.

В литературен източник [10] са посочени съставките на газовите емисии, изхвърлени от дизеловите локомотиви и електроцентралите в такава част, съответстваща на енергията, консумирана от електровозите (индиректни емисии). Данните са за провинция Саксония (ФРГ) и обхващат всички електроцентрали (с и без пречиствателни съоръжения). От тях може да се направи следната съпоставка, отнесена за единица консумирана енергия:

- емисии от  $\text{CO}_2$  - от един порядък за двата вида тяга;
- емисии от  $\text{CO}$  - един порядък повече при дизеловата тяга;
- емисии от  $\text{CH}$  - два порядъка повече при дизеловата тяга;
- емисии от  $\text{NO}_x$  - един порядък повече при дизеловата тяга;
- емисии от сажди - съпоставими;
- емисии от  $\text{SO}_2$  - един порядък повече за електрическата тяга.

Завишената стойност на SO<sub>2</sub> и голямото количество дим се дължи вероятно на факта, че електроенергията е получена на базата на изгарянето на кафяви каменни въглища.

Независимо, че железопътният транспорт замърсява значително по-малко атмосферата с вредни емисии, тяхното количество и вид подлежи на математическо моделиране. Резултатите служат за бърза оценка на състоянието в момента, прогнозиране и при необходимост взимане на съответните мерки за ограничаване на това нежелано явление. Една точна оценка на вредните газови емисии, свързани с релсовия транспорт, трябва да бъде съобразена с всички съществуващи фактори, оказващи влияние върху тях. Най-общо тези влияния могат да бъдат групирани в следните сектори [10]:

железен път (наклон, криви, състояние и др.);

подвижен състав (техническо състояние, двигатели, третиране на изгорелите газове, консумация на енергия и др.);

движение на влакове (разписание, вид на влаковете, товари, спирания, субективен фактор и др.);

енергийни източници (гориво - състав, начин на производство на електроенергия);

други параметри (напр. климатична специфика).

Моделирането на замърсяването на атмосферата, причинено от дизелови локомотиви, се базира на емисионните фактори, осреднени съгласно международните норми на "ISO-8178-4 F цикъл" и на осреднената консумация на дизелово гориво за километър, респективно за час. И тук се взимат предвид подобни на гореизложените фактори, които имат отношение към разглеждания проблем [11].

В страни със силно развити железопътни комуникации замърсяването на атмосферата, причинено от този отрасъл, подлежи от много години на анализ и контрол. Съществуват вагони-лаборатории, снабдени с апаратура за газов анализ, за определяне на твърди частици в отходните газове и др., както и системи за оценка на замърсяването [12].

Както бе показано, транспортът е между основните замърсители на атмосферата. В страните от Европейския съюз се разработва съвместно глобална стратегия за опазване на околната среда от транспортната дейност. Докато други отрасли на икономиката успяха да намалят степента на екологичните поражения в резултат на различните видове производства, то при транспорта постигнатите резултати все още са твърде скромни. Към най-важните и ефективни мерки в този сектор би трябвало да се причислят създаването на превозни средства с ограничени емисии на вредни газове и по-голямо развитие на тези видове транспорт, както и технологии на превозите, които оказват по-малко вредно влияние на околната среда.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Състоянието на планетата, Изд. на инст. "Уърлдуоч", София, "Книжен тигър", 1999.
- [2] К. УОРК, С. УОРНЪР, Клетъчна биофизика, София, 1980.



- [3] H. MALINSKY, Umweltschutz, J. Kepler Univ. Linz, 2001.
- [4] P. КУЦАРОВ, Замърсяване на въздуха, Унив. "Проф. д-р Ас. Златаров", Бургас, 2001.
- [5] Г. БЛИЗНАКОВ, ИВ. МИТОВ, Въведение в химичните проблеми на околната среда и в екологичното право, стандартизация и мониторинг. Академично издателство "Проф. Марин Дринов", София, 2001.
- [6] P. КУЦАРОВ, ИВ. ЧОБАНОВ, Емисии от резервоари за съхранение на органични течности, Унив. "Проф. д-р Асен Златаров", Бургас, 2001.
- [7] Dannehl, Der Eisenbahningeneur, 11, 83(2001).
- [8] M. MUELER, Der Eisenbahningeneur, 12, 37(1996).
- [9] И. П. ГОЛУБЕВ, Транспорт, М. 1987.
- [10] V. EICHMANN, A. VOLLINGS, Der Eisenbahningeneur, 7, 18(1996).
- [11] TH. SCHULZ, A. BRANDT, Der Eisenbahningeneur, 5, 60(1998).
- [12] M. ZAHMANN, Der Eisenbahningeneur, 10, 486(1988)

## **AIR POLLUTION BY TRANSPORT**

**Alexander Toshev, Jordan Petkov**

***Keywords:** railway transport, environment, air pollution.*

***Summary:** Air pollution caused by transport has been discussed. It is shown that the railway transport contaminates environment less than road transport does.*