



компонентов, выброс которых может значительно влиять на ее физические свойства (проницаемость для ультрафиолетовой части солнечного спектра, температура и влажность воздуха и т. д.).

Рассматривая состав выхлопа ДВС с точки зрения его химического воздействия на окружающую среду, можно говорить о парах агрессивных кислот, неустойчивых компонентах, вступающих в фотохимическую реакцию между собой под воздействием солнечной радиации, что является основной причиной образования крайне вредных фотохимических туманов, о химически инертных компонентах, длительное время не разлагающихся в атмосфере (бенз(а)пирен и др.).

С токсикологической точки зрения, среда, содержащая вредные компоненты выхлопа ДВС, может оказывать раздражающее действие на органы дыхания, слизистые оболочки органов обоняния и зрения, угнетать кислородную функцию крови, нарушать нормальное функционирование центральной нервной системы. Особую опасность представляют содержащиеся в выхлопе ДВС канцерогенные вещества (бенз(а)пирен), адсорбированные преимущественно сажей, пороговые концентрации которых, с точки зрения безопасного воздействия на организм человека, не могут быть установлены.

Важным фактором, определяющим различие в составе токсической части отработавших газов бензиновых и дизельных двигателей, является различный характер недогорания рабочей смеси в цилиндрах двигателей. В то время как у бензиновых двигателей основными продуктами неполного сгорания являются окись углерода и водород, в дизельных двигателях недогорание выражается в образовании свободного углерода в виде сажи. Поэтому у бензиновых двигателей основными токсичным компонентом отработавших газов является окись углерода  $\text{CO}$ . Его доля в общей токсичности составляет 95%, а у дизельных двигателей—10%. Основным токсичным компонентом отработавших газов дизельных двигателей является сажа, и ее доля в общей токсичности составляет 65%. У бензиновых двигателей доля токсичности, приходящаяся на сажу, незначительна; доля окислов азота в общей токсичности отработавших газов дизельных двигателей составляет 26%, а у бензиновых двигателей—4,3%.

Проблема устранения вредного действия сажи отработавших газов дизелей усугубляется отсутствием в СССР и за рубежом фундаментальных работ о ее физико-химических свойствах, а также теоретических предпосылок для исследования возможности фильтрации, дожига и т. д. Если окись углерода, окислы азота, углеводороды, альдегиды могут быть в той или иной мере обезврежены с помощью различных каталитических, пламенных и жидкостных нейтрализующих средств, то в отношении сажи отработавших газов дизелей этого сказать нельзя.

Отделение, фильтрация или дожигание сажи дизелей представляют сложную проблему: из периодически изменяющегося большого ко-

личества отработавших газов при высокой температуре удалить относительно малое количество сажевых частиц, а именно: от 0,1 до 1 г/м<sup>3</sup> содержанием от 0,02—0,1 микрона. Поэтому при решении проблемы очистки отработавших газов, особенно дизелей, особое внимание уделяется вопросу удаления сажи как основного носителя канцерогенных углеводородов, которые способствуют увеличению числа заболеваний раком легких у людей.

Косвенную оценку вредности воздействия сажи на организм человека можно представить, рассматривая предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест по отношению к абсолютной величине содержания вредных составляющих в отработавших газах дизельных двигателей.

Содержание окислов азота, окиси углерода и сажи по токсичности в отработавших газах дизельных двигателей может быть представлено ориентировочным отношением 1 : 10 : 20, где за единицу принята относительная токсичность окиси углерода. Величина частиц сажи отработавших газов дизелей завист от условий его образования, а ее свойства определяются главным образом их величиной.

Электронно-микроскопический метод исследования сажевых частиц позволяет определить не только средний диаметр и геометрическую удельную поверхность сажевых частиц, но и распределение частиц по диаметрам.

В наших исследованиях препараты просматривались в японском электронном микроскопе ЕМ-6С с разрешающей способностью 8Å. Из существующих нескольких методов препарирования мы в своих исследованиях пользовались наиболее простым, а именно: осаждение сажи на специальных тончайших пленках, нанесенных на электроосажденные медные сетки-подложки диаметром 2 мм. Для получения ясного изображения отдельных сажевых частиц в поле зрения электронного микроскопа оптимальное время выдержки сеток-подложек в потоке отработавших газов составляло 2—5 сек. Продолжительность осаждения частиц сажи определялась по степени дымности отработавших газов. При исследовании сажевых частиц мы использовали минимальную частицу сажи с помощью конденсорной системы. Объект сначала просматривался при малых увеличениях (1000—2000 раз) с минимальным током пучка и с сильно перефокусированным вторым конденсором. Это обеспечивало очень низкий уровень освещенности, но все же было достаточно, чтобы обнаружить в поле зрения электронного микроскопа подходящие для исследования частицы сажи. Так как при больших увеличениях точность фокусировки недостаточна, то объекты фотографировались при увеличении 10, 15, 20, 25 тысяч раз (рис. 1).

Исследования показали, что сажа отработавших газов дизельного двигателя ЯМЗ-236 является полидисперсной. Размеры ее первичных частиц колеблются в пределах 100—1000 Å (0,01—0,1 мк). Форма частиц круглая и овальная. Высокая дисперсность сажевых частиц,

вероятно, объясняется малым временем сажеобразования в камере сгорания двигателя, а также высокой степенью нарастания температуры в процессе сгорания топлива. Удельная геометрическая поверхность дизельной сажи лежит в пределах 40—70 м<sup>2</sup>/г. Поверхность сажевых частиц гладкая.

В отложениях сажи находится в виде отдельных частиц, групп (от 2 до 10 и более частиц размером 800—10000 Å), цепочек длиной

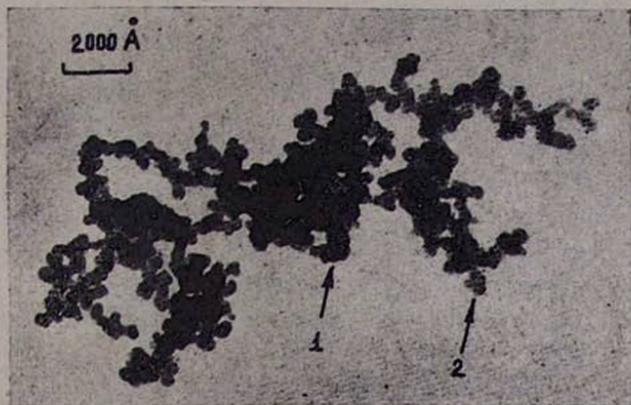


Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок дизельной сажи. Увеличение  $\times 50000$  ( $25000 \times 2$ ). 1. Вторичная структура дизельной сажи — сажевые конгломераты.

2. Первичная структура дизельной сажи (неразветвленная цепочка).

1000—8000 Å (до 30 частиц), малых и больших конгломератов (100—1000 частиц). На поверхности сажевых частиц наблюдается некоторое количество функциональных групп. Зольность дизельной сажи высокая и достигает 12%, тогда как у промышленных саж она не превышает 1%. Удельный вес сажи лежит в пределах 1,5—1,9 г/см<sup>3</sup>. Среднеарифметический диаметр измеренных сажевых частиц составил  $\bar{X} = 517,208$  Å.

Определение некоторых физико-химических свойств, дисперсности и структуры сажевых образований, взвешенных в отработавших газах ДВС, особенно дизелей, позволит целенаправленно подойти к проектированию различных устройств для улавливания и нейтрализации основного токсического компонента отработавших газов дизелей—сажи.

## Վ. Գ. ԶԱՒԱՐՈՎ

ԳԻԶԵԼԱՅԻՆ ԱՎՏՈՄՈՐԻԼՆԵՐԻ ԱՐՏԱՆԵՏՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԹՈՒՆԱՎՈՐ  
ԿՈՄՊՈՆԵՆՏԻՄ ԿՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱ-ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

## Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ավտոմոբիլային շարժիչների բանած գազերի մեջ պարունակվող նյութերից առանձնապես վտանգավոր են կանցեբրոզեն նյութերը (բենզ(ա)պիրեն), որոնք հիմնականում ադսորբված են մրի կողմից և առաջացնում են թոքերի քաղցկիղ: Ավտոմոբիլային շարժիչների բանած գազերի մեջ պարունակվող մրի վնասակար ազդեցությունը վերացնելու պրոբլեմը բարդանում է նրանով, որ ՍՍՀՄ-ում և արտասահմանում բացակայում են աշխատանքները մրի ֆիզիկա-քիմիական հատկությունների վերաբերյալ, ինչպես նաև՝ ֆիլտրացիայի, բռնկման ուսումնասիրման հնարավորության տեսական նախադրյալները:

Բանած գազերի մեջ մրի մասնիկների մեծությունը կախված է նրա առաջացման պայմաններից, իսկ նրա հատկությունները հիմնականում որոշվում են այդ մասնիկների մեծությամբ: Մրի մասնիկների հետազոտման էլեկտրոնա-մանրադիտակային եղանակը թույլ է տալիս որոշել ոչ միայն մրի մասնիկների միջին տրամագիծը և երկրաչափական տեսակարար մակերևույթը, այլև այդ մասնիկների բաշխումը ըստ տրամագծերի: Ավտոմոբիլային, հատկապես դիզելային շարժիչների բանած գազերում կախված մրի գոյացումների մի քանի ֆիզիկա-քիմիական հատկությունների, դիսպերսիայի և կառուցվածքի որոշումը թույլ է տալիս նպատակասլաց և հիմնավոր ձևով մոտենալ դիզելային արտանետման՝ մրի հիմնական թունավոր կոմպոնենտի որսման և չեղքացման համար նախագծվող բաղմապիսի սարքերին: