

И.Я. АКСЕНОВ В.И. АКСЕНОВ

ТРАНСПОРТ И ОХРАНА

ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



И.Я. АКСЕНОВ, В.И. АКСЕНОВ

**ТРАНСПОРТ
И
ОХРАНА
ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ**



МОСКВА "ТРАНСПОРТ" 1986

ББК 39:20 1
А42
УДК 504:656

Рецензенты: д-р техн. наук проф. заслуженный деятель науки и техники РСФСР И. Л. Варшавский, д-р экон. наук проф. В. А. Персианов

Заведующий редакцией Л. И. Кришталь

Редактор М. С. Зубкова

Аксенов И. Я., Аксенов В. И.

А42 Транспорт и охрана окружающей среды.— М.: Транспорт, 1986.— 176 с., ил., табл.— Библиогр.: с. 173—174.

В книге показано современное состояние проблемы загрязнения биосферы Земли. Основное внимание уделено рассмотрению воздействия различных видов транспорта на окружающую природу и раскрытию путей и методов предупреждения негативных влияний.

Рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся сущностью проблемы и путями ее решения в сфере транспорта

А 360100000—085 97—86
049(01)—86

ББК 39:20.1

© Издательство «Транспорт», 1986

состояла прежде всего в повышении эффективности работы транспорта, но предусматривалось также оздоровление воздушного бассейна городов. В предвоенное десятилетие, а также в конце 40-х и в 50-е годы были приняты новые важные постановления, в частности, по охране лесов, плодородных почв, защите атмосферного воздуха от загрязнений промышленного характера и транспорта.

В 60-е годы приняты решения, направленные на более полное использование природных ресурсов и предотвращение опасного загрязнения среды. В их числе постановления Совета Министров СССР «О мерах по упорядочению использования и усилению охраны водных ресурсов СССР» (22 апреля 1960 г.), «Об улучшении государственного учета земель и использовании их в сельскохозяйственном производстве» (12 июля 1962 г.), «О мерах по предотвращению загрязнения Каспийского моря» (23 сентября 1968 г.), «О порядке и размерах материальной ответственности за ущерб, причиненный лесному хозяйству» (21 августа 1968 г.), «О мерах по сохранению природных комплексов бассейна озера Байкал» (21 января 1969 г.). Серьезные задачи возложены на транспорт, как и на другие отрасли народного хозяйства, законами: «Основы земельного законодательства Союза ССР» (13 декабря 1968 г.) и «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении» (19 декабря 1969 г.).

В последующее десятилетие природоохранная деятельность в нашей стране получила дальнейшее развитие. 10 декабря 1970 г. принят закон «Основы водного законодательства Союза ССР», в котором регламентирован порядок эксплуатации водохранилищ, охраны вод от загрязнения, ответственности за нарушение водного законодательства. В статье 38 этого закона владельцам средств водного транспорта, трубопроводов, плавучих и других сооружений на водных объектах запрещено загрязнять и засорять воды маслами, древесиной, химическими, нефтяными и иными продуктами.

Вопросы охраны природы нашли отражение в Отчетном докладе ЦК КПСС XXIV съезду и Директивах съезда по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. В соответствии с Директивами XXIV съезда КПСС проблеме улучшения охраны природы и рационального использования ее ресурсов была посвящена специальная сессия Верховного Совета СССР, которая приняла основополагающее постановление по данному вопросу от 20 сентября 1972 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР 29 декабря

1972 г. приняли постановление «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов», в котором была преподана конкретная программа работ министерствам и ведомствам Советского Союза и, в частности, предложено обеспечить, начиная с 1974 г., разработку проектов перспективных и годовых планов проведения мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов. Предусмотрено выделение в государственном пятилетнем плане научно-исследовательских работ специального раздела «Комплексные проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов». Государственному комитету СССР по науке и технике совместно с Академией наук СССР поручено организовать при комитете Междоуведомственный научно-технический совет по комплексным проблемам охраны окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Все министерства и ведомства СССР и Советы Министров союзных республик при составлении заданий на проектирование предприятий и сооружений, а также новых технологических процессов обязаны предусматривать требование на резкое сокращение или полное исключение загрязнения атмосферы, водоемов и почвы вредными выбросами и стоками. Наряду с общими поручениями, относящимися ко всем транспортным министерствам и ведомствам, Министерству автомобильной промышленности и Министерству автомобильного транспорта РСФСР особо предложено разработать проекты стандартов, устанавливающих предельно допустимые нормы содержания токсичных компонентов в отработавших газах для вновь создаваемых и находящихся в эксплуатации автомобилей. Постановление содержит специальное указание о необходимости усиления распространения знаний по охране природы и разъяснения важности рационального использования ее богатств.

В течение первой половины 70-х годов издано несколько документов, дополняющих и уточняющих это постановление.

Рассматриваемая проблема нашла отражение на XXV съезде КПСС. В течение десятой пятилетки был принят ряд законов и постановление Верховного Совета СССР. Закон «Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» (17 июня 1977 г.), в частности, запрещает ввод в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий и транспортных путей, не обеспеченных устройствами, предотвращающими вредное воздействие на состояние и

воспроизводство лесов. Многие другие положения этого закона имеют прямое отношение к изыскательским работам, строительству и эксплуатации всех видов транспорта. Закон, введенный в действие с 1 января 1981 г., «Об охране атмосферного воздуха» регулирует, в частности, выбросы загрязняющих средств в атмосферу как стационарными источниками, так и передвижными средствами и установками, включая автомобили, самолеты и суда. Данный закон возлагает на министерства, ведомства, предприятия, учреждения и организации ответственность за проведение мер по снижению выбросов загрязняющих веществ и запрещает производство и эксплуатацию транспортных средств, в выбросах которых содержание загрязняющих веществ превышает установленные нормы. Закон содержит требования по улучшению конструкций транспортных средств и их эксплуатации с целью снижения интенсивности шума, а также улучшению содержания железнодорожных и трамвайных путей, автомобильных дорог, уличных покрытий. Особое внимание обращается на размещение аэродромов, аэропортов и других сооружений, являющихся источниками шума. Наряду с упомянутыми актами в этот период был опубликован ряд постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР по отдельным аспектам проблемы защиты среды обитания.

Контроль за исполнением постановлений и законов, разработку рекомендаций на будущее и многие другие функции несет созданный в 1978 г. Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Кроме того, постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 1 декабря 1978 г. «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» учреждена Государственная инспекция по охране атмосферного воздуха от загрязнения и ряд других природоохранных органов.

В Президиуме Совета Министров СССР образована Комиссия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. Подобные комиссии имеются в РСФСР и ряде других республик.

XXVI съезд КПСС поставил в ряд основных экономических и социальных задач усиление охраны природы, обеспечение рационального использования и воспроизводства природных ресурсов. На съезде обширная программа защиты биосферы была развита и конкретизирована исходя из сло-

жившегося к началу 80-х годов положения и имеющегося опыта.

В принятом октябрьским (1984 г.) Пленумом ЦК КПСС постановлении «О долговременной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны» указано на необходимость значительно повысить научную обоснованность регионального перераспределения и рационального использования водных ресурсов, проявлять постоянную заботу об окружающей среде.

Большое значение придает КПСС на современном этапе мерам по охране земельных фондов и воздушного бассейна. Примером тому служит постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха городов, других населенных пунктов и промышленных центров», принятое 6 декабря 1984 г.

Выше упомянутые законодательные акты, относящиеся к охране среды обитания, раскрывают грандиозность задачи и размах природоохранных планов в нашей стране.

Транспорт имеет прямое отношение ко всем аспектам проблемы защиты природы, поскольку эта отрасль народного хозяйства прямо воздействует на окружающую среду через многомиллионный парк автомобилей, локомотивов, судов, самолетов, через крупные транспортные предприятия (заводы, депо, станции, вокзалы, морские и речные порты, аэродромы и аэропорты, топливные и материальные базы, стационарные энергетические установки, каменные, песчаные, гравийные карьеры и многие другие), а также строительство новых автомобильных и железных дорог, трубопроводов, аэропортов и прочих коммуникаций. К этому надо добавить воздействие на природу таких отраслей, как транспортное машиностроение, нефтехимическая и резиновая промышленность, промышленность строительных материалов и целого ряда других отраслей экономики, работающих на транспорт.

В последнее время можно видеть существенные сдвиги в сторону улучшения качества среды обитания во многих пунктах и районах нашей страны. В крупных городах запрещено или ограничено строительство новых промышленных предприятий, а действующие оборудуются необходимыми газо- и пылеулавливающими установками и водоочистными сооружениями или выводятся за пределы городской черты. Подавляющее число городских электростанций, заводов и фабрик,

а также котельных, предназначенных для отопления зданий, переведены с угля на газ как на более «чистое» топливо.

Сократился сброс загрязненных стоков в водоемы страны. За 1976—1980 гг. общая мощность станций для очистки сточных вод увеличилась на 43 млн. м³ в сутки. Сооружение таких установок продолжается во многих городах и промышленных центрах. В результате качество воды в ряде водоемов улучшается. К настоящему времени развернута общегосударственная служба наблюдения и контроля за загрязнением природной среды, в том числе: воздуха более чем в 450 городах, воды — на всех основных реках, озерах и морях (внутренних, омывающих территорию СССР). В десятом пятилетии на мероприятия по охране окружающей среды затрачено 11 млрд. руб. централизованных капитальных вложений. Кроме указанных затрат, следует учесть расходы по эксплуатации всех уже построенных ранее очистных сооружений, по содержанию служб контроля за состоянием окружающей среды и других мероприятий. Если к этим расходам добавить нецентрализованные капитальные вложения на ремонт, реконструкцию, модернизацию и строительство очистных сооружений, то все прямые и сопряженные затраты за десятую пятилетку можно оценить в 40 млрд. руб.

Несмотря на значительный объем проделанной работы и достигнутые положительные результаты, проблемы охраны окружающей среды остаются в сфере пристального внимания партии и правительства.

В проекте Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года подчеркивается актуальность, сложность и многогранность проблемы охраны окружающей среды. Меры по охране природы партия считает одними из важнейших при решении задач экономического и социального развития общества.

Предусматривается повысить эффективность мер по охране природы и улучшить охрану водных ресурсов страны. Планируется завершить выполнение основных мероприятий по охране бассейнов Балтийского, Каспийского, Черного и Азовского морей; усилить охрану атмосферного воздуха и в этих целях наряду с другими мерами совершенствовать транспортные средства, улучшать качество сырья и топлива, внедрять высокоэффективные установки для очистки промышленных и других выбросов; обеспечивать рациональ-

ное использование земель, защиту их от ветровой и водной эрозии, селей, оползней, подтопления, заболачивания, иссушения и загрязнения.

Большая доля природоохранных работ проведена и проводится в рамках транспортных министерств: Министерства путей сообщения, Министерства морского флота, Министерства гражданской авиации, министерств и ведомств автомобильного транспорта и речного флота союзных республик, а также министерствами транспортного строительства, судостроительной промышленности, автомобильной промышленности, авиационной промышленности и другими. Однако всю сумму осуществленных мер следует рассматривать лишь как первый шаг на длительном и трудном пути к оздоровлению биосферы Земли. Этот вывод неизбежно вытекает из учета и анализа следующих положений:

1) в процессе поступательного развития транспорта объективно возрастает потенциальная возможность усиления неблагоприятного воздействия его на природу;

2) многие из ныне известных природоохранных мер по экономическим причинам не могут быть реализованы немедленно, а лишь в будущем. Наряду с этим часть из запланированных работ, к сожалению, выполняется с отставанием от намеченных сроков. Нельзя не считаться также с фактами нарушения нормальной деятельности уже построенных установок, в частности, по очистке воды и воздуха;

3) некоторые технические средства и процессы, на которые возлагались надежды в деле защиты среды обитания, оказались не эффективными или не работоспособными в эксплуатационных условиях. Для ряда негативных явлений в природе пока вообще не найдено методов защиты. И, наконец, не исключено появление новых, не известных ныне отрицательных последствий бурно развивающегося научно-технического прогресса;

4) окружающая среда фактически едина и имеет глобальные масштабы. Вредные вещества, сброшенные на почву, в реки, моря или воздух, соответственно поверхностными и грунтовыми водами, речными и морскими течениями и атмосферными потоками могут переноситься на сотни и тысячи километров от источника загрязнения.

Все это приводит к необходимости, во-первых, развивать и ускорять природоохранные работы непосредственно в сфере транспортного хозяйства, обеспечивая своевременный ввод в эксплуатацию более экологичных транспортных средств и

технологических процессов, более совершенных в названном смысле конструкций постоянных транспортных сооружений (включая путь), более эффективных подвижных и стационарных установок для предупреждения и ликвидации допущенных загрязнений воздуха, воды и почвы. Во-вторых, развешивать и углублять научные исследования и опытно-конструкторские работы с целью изыскания новых экономически и экологически эффективных образцов транспортной техники и технологии, существенно снижающих и исключаящих загрязнение среды обитания. При этом необходимо самое широкое использование последних достижений мировой науки и техники, а также отечественного и зарубежного положительного опыта. В-третьих, всемерно развивать пропаганду экологических знаний, раскрывая сущность и значение проблемы охраны природы для общества в целом и человека в отдельности, а также объективные трудности ее решения, имея при этом в виду необходимость всенародного понимания целей и путей борьбы за чистоту и сбалансированность природы. Воспитание у каждого члена нашего общества сознания своей личной причастности к делу охраны природы и окружающей среды в целом является необходимой чертой советского человека — строителя коммунизма.

Транспорт и его влияние на биосферу Земли

ТРАНСПОРТ И БИОСФЕРА

1. ПОНЯТИЕ О БИОСФЕРЕ

Биосфера — область активной жизни, охватывающая тропосферу (нижнюю часть атмосферы толщиной 8—16 км), литосферу (земную кору и часть верхней мантии) и гидросферу (реки, озера, моря и океаны). Учение о биосфере, в которой совокупная деятельность живых организмов (в том числе и человека) проявляется как геохимический фактор планетарного значения и масштаба, создано акад. В. И. Вернадским (1924 г.). Живые организмы и среда их обитания органически связаны друг с другом. Эта связь схематично представлена на рис. 1.

Так, зеленые растения, — первое звено живого мира Земли, поглощая углекислоту, воду и минеральные вещества, используя энергию солнечного света, образуют в процессе фотосинтеза самые разнообразные органические вещества и прежде всего углеводы, необходимые им для роста и развития. В этом же процессе фотосинтеза растения вырабатывают и выделяют свободный кислород, поддерживая его содержание в атмосфере на определенном уровне.

По данным академика А. П. Виноградова¹, в результате этой деятельности растений ежегодно образуется до $1 \cdot 10^{11}$ т органических веществ и примерно такое же количество свободного кислорода. Заметим попутно, что фотосинтетический кислород образуется из кислорода воды, а не из кислорода углекислоты, как думали в течение почти ста последних лет.

Продукция зеленых растений, их биомасса служат основой для существования и развития второго звена — собственно животных. В рамках самого животного мира отдельные его виды служат питательной базой для других. Так, например,

¹ Виноградов А., акад. Технический прогресс и защита биосферы. — Наука и жизнь, 1973, № 10, с. 4.

для значительной категории птиц кормом служат насекомые, мелкие обитатели водных бассейнов, питаются планктоном, в свою очередь служат пищевой основой для рыб, которые частично становятся кормом морского зверя. Многие водоплавающие птицы также живут преимущественно за счет рыбных ресурсов соответствующих водоемов. Насекомые, питаясь соками растений, способствуют их опылению и размножению через семена.

Продукты жизнедеятельности животного мира, т. е. отходы живых популяций, подвергаются природному процессу разложения (редукции) в основном с помощью микроорганизмов и возвращаются в почву в виде питательных веществ для повторного использования в процессе фотосинтеза. Эти микроорганизмы составляют третье звено экологической цепи.

Таким образом, принципиальная схема любого биогеоценоза — комплекса живой и неживой природы — по определению акад. С. С. Шварца, предельно проста: «неживая природа, фотосинтезирующие растения, животные-консументы,

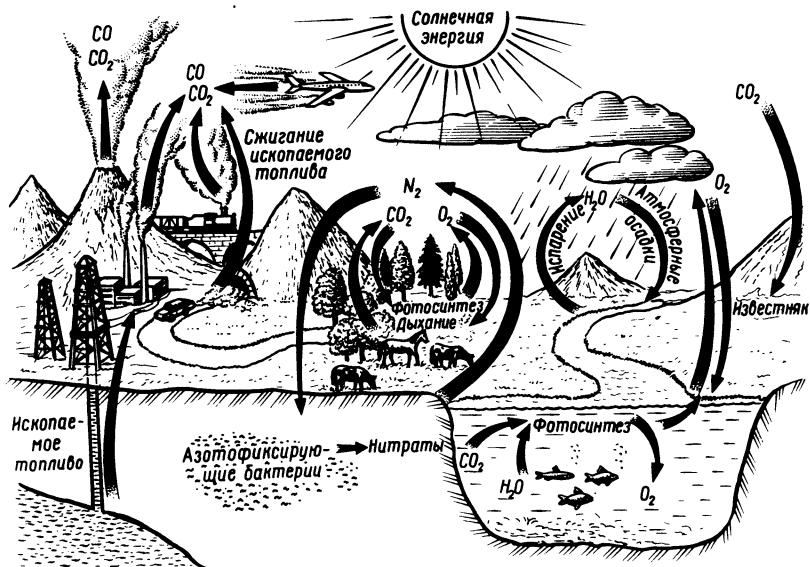


Рис. 1. Круговорот веществ в биосфере

для которых растения служат пищей, и редуценты, возвращающие почве питательные вещества»¹.

В экологической цепи существует и сам человек, который зависит от растительного мира Земли как в отношении продуктов питания (непосредственно и через мир животных), так и в отношении необходимого для дыхания кислорода.

Биосфера располагает огромными ресурсами, которые позволяют ей поддерживать равновесие веществ и энергии, но возможности ее не безграничны. За определенными пределами баланс может нарушиться и дестабилизировать эволюционно сложившиеся взаимосвязи. Поэтому в целях поддержания высокого уровня продуктивности биосферы и сохранения нормальных условий для жизни людей необходимо соблюдать установившиеся пропорции между всеми ее звеньями и элементами, необходима охрана оптимальной структуры биогеоценозов, которая сложилась в природе за длительный период ее развития.

2. НАСЕЛЕНИЕ ЗЕМЛИ И ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Перспективы развития транспорта определяются множеством социально-экономических, научно-технических, географических и других факторов, но среди них доминирующее положение занимают численность населения и уровень потребления природных ресурсов. Нетрудно понять, что эти факторы прямо влияют на размеры пассажирских и грузовых перевозок и, следовательно, на масштабы и характер оснащения транспорта. Зная законы роста населения и потребления природных ресурсов, можно более достоверно прогнозировать развитие транспорта.

Современные исследования демографов показывают на удивительный феномен роста народонаселения на земном шаре, который часто называют «демографическим взрывом». И этот термин представляется оправданным, если, хотя бы схематично, проследить основные этапы развития населения на Земле.

В течение многих тысячелетий средний темп прироста населения не превышал 0,005%, что давало удвоение насе-

¹ Шварц С., акад. Экологические вопросы охраны биосферы — Наука и жизнь, 1973, № 10, с. 13

Таблица 1. Темпы прироста населения Земли

Период	Среднегодовой прирост населения, %	Расчетный период удвоения населения, годы
С 1900 по 1950 г.	0,8	125
С 1950 г. до настоящего времени	2,0	50

ния примерно за 20 тыс. лет. Это не значит, что не было более существенных колебаний в темпах роста населения в отдельных районах мира.

Первый глобальный демографический скачок связывают с появлением земледелия, которое возникло 6—9 тыс. лет назад и дало более надежную базу для производства продуктов питания. Население на плодородных землях в бассейнах рек Нила, Тигра, Евфрата, а также в Южной Европе, Индии, Древнем Китае, Центральной Америке, Перу за 1—2 тыс. лет увеличилось примерно в 100 раз.

К началу нашей эры население Земли оценивалось цифрой 300 млн. Но далее оно стало увеличиваться более интенсивно.

За последние 2 тыс. лет темп прироста населения Земли ускорился в 40 раз, а с 1950 г. население стало удваиваться примерно за 50 лет (табл. 1). Поскольку в отдельные годы прирост превышал 2%, возможно ожидать удвоение жителей на Земле на 30—40 лет. В настоящее время население земного шара превышает 4,8 млрд. человек. Если темп прироста сохранится на теперешнем уровне до конца XX столетия, то к 2000 г. численность людей достигнет 6—6,5 млрд. человек.

Вместе с ростом населения Земли растет добыча и потребление природных ресурсов (табл. 2). На протяжении жизни одного поколения производство электроэнергии возросло более чем в 1000 раз. Свыше 80% электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях путем сжигания химического топлива, преимущественно угля, нефти и газа. Неизмеримо большая доля добываемого топлива используется в тепловых двигателях, а также для получения тепла на различных производствах и в быту.

В 1980 г. добывалось и сжигалось не менее 9 млрд. т условного топлива. По прогнозным оценкам, к концу XX столетия потребление всех видов энергоресурсов достигнет округленно 25 млрд. т условного топлива, в том числе иско-

Т а б л и ц а 2 Мировое потребление энергоресурсов

Вид энергоресурсов	Потребление энергоресурсов	
	1913 г	1980 г
Электроэнергия, млрд кВт·ч	9	10 000
Уголь, млн т	1255	3740
Нефть, млн т условного топлива	77	3300
Газ, млн т	22	750

паемые (уголь, нефть и газ) составят 18,2 млрд. т, или 71%. Из оставшихся 29% энергоносителей 26% должно занять ядерное топливо, получаемое из урановых руд.

Помимо энергоресурсов, человечество использует практически все доступные ему природные вещества, как непосредственно для потребления, так и в качестве сырья и материалов для производства, причем объем потребления этих веществ также быстро увеличивается. Уже теперь мировая добыча, например, железной руды достигает 1 млрд. т в год.

Итак, рост населения мира и повышение удельного потребления природных материалов на одного человека приводит к существенному расходу природных ресурсов. А результатом этого является увеличивающееся загрязнение всех звеньев биосферы. И хотя «производительные силы» природы в целом еще превосходят возможности человечества, поскольку они выполняют существенно больший объем геохимической и энергетической работы, чем современное индустриализированное человеческое общество, силы этого общества быстро растут и становятся соизмеримыми с силами природы. Уже сегодня человек способен серьезно изменить сложившиеся балансы природы и реально осуществляет эту работу в отдельных районах мира, а современный научно-технический прогресс дает человеку могучие средства для глобального воздействия на течение естественно-природных процессов.

3. ВИДЫ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

С точки зрения оценки видов и источников загрязнения окружающей среды транспортом могут рассматриваться два подхода: традиционный, охватывающий только собственно транспортные технологические процессы, и комплексный,

включающий весь возможный круг факторов, связанных с транспортом.

При традиционном подходе учитывают поступление загрязняющих веществ в биосферу непосредственно в результате функционирования подвижного состава, например, отработавшие газы транспортных двигателей, попадающие в воздух, сброс в воду стоков с судов и т. п. Сюда относятся: случающиеся время от времени аварии транспортных средств с рассеянием в биосфере их грузов — токсичных, агрессивных, радиоактивных и прочих веществ. Подобное загрязнение происходит из-за технического несовершенства транспортных средств или ошибок персонала. Комплексный подход отличается от традиционного тем, что дополнительно учитывает загрязнение биосферы или ее изменение в результате транспортного строительства и эксплуатации транспортных предприятий, к которым должны отнести ремонтные заводы, депо, базы, гаражи, доки, карьеры, заправочные станции, шпало-пропиточные и асфальтовые заводы, вокзалы, аэропорты и другие постоянные сооружения, включая и транспортные поселки.

Во многих странах, и в первую очередь индустриально развитых и густонаселенных, нарастает загрязнение поверхности Земли (включая и плодородные почвы) механическими примесями: в виде золы, пыли, шлаков, некондиционных строительных материалов, пустой породы, извлекаемой при добыче минеральных строительных материалов. Такое загрязнение особенно велико в районах размещения крупных транспортных узлов и промышленных предприятий. Большие площади земли заняты свалками с отходами производства и быта. Массовый характер носит процесс замусоривания площадей промышленными и бытовыми отходами вдоль железных дорог, автомобильных трасс и водных путей, а также территорий морских и речных портов.

При сжигании в транспортных и промышленных установках угля, мазута, нефти и других видов топлива, содержащих серу, с продуктами сгорания в воздух выбрасывается, в частности, сернистый ангидрид, который, соединяясь с атмосферной влагой, образует сернистую и серную кислоты, попадающие в конечном счете и в почву, и в воды. Подобные агрессивные вещества оказывают сильное вредное влияние прежде всего на растительный мир, угнетая леса на больших территориях. Скапливаясь в воздухе, они угрожают также животному миру и человеку. В историю экологических катастроф

вошел лондонский смог зимы 1952 г., о котором много писала мировая печать. В условиях безветрия и температурной инверсии он вызвал массовые заболевания дыхательных путей у горожан и сопровождался многими смертельными случаями. Несколько лет назад мировую печать обошла крылатая фраза: «Или люди сделают так, что будет меньше смога, или смог сделает так, что станет меньше людей».

Наряду с соединениями серы транспортные средства и предприятия с продуктами сгорания выбрасывают значительные количества окислов азота (образующие с влагой атмосферы азотную кислоту), а также фтор, хлор, соляную кислоту и др.

Названные весьма активные вещества не только отрицательно воздействуют на живой мир, но и интенсивно разрушают металлические конструкции, лакокрасочные покрытия и даже бетонные и каменные сооружения. Печать неоднократно сообщала об интенсивном разрушительном воздействии смога на архитектурные памятники. Большой вред наносится зданиям, мостам и другим сооружениям транспорта.

Опасно загрязнение почвы свинцом, концентрация которого в отдельных районах во много раз превышает нормальный уровень.

Большую опасность представляет заражение среды обитания ртутью. Ртуть в недопустимо высокой концентрации все чаще обнаруживаются в почве и воде многих индустриальных районов капиталистических стран. Исключительный резонанс в мире вызвал прецедент появления в конце 50-х годов новой серьезной болезни в Японии, поразившей около 300 жителей прибрежного городка Минамата. Только через 6 лет после первых случаев болезни было обнаружено, что заболевание вызвано употреблением в пищу рыбы, выловленной в заливе, куда спускались отходы близлежащего завода, содержащие соединения ртути. Установлено, что ртуть не только расстраивает здоровье, но и нарушает генетический аппарат, оказывая свое отрицательное воздействие на последующие поколения.

В тот же период в Японии была обнаружена еще одна новая болезнь, названная «итай-итай», поразившая несколько сот человек, значительная часть которых умерла. Исследования показали, что она вызвана отравлением организма кадмием. По данным печати, этот элемент попадал с отходами завода в реку, откуда крестьяне брали воду для орошения своих рисовых полей.

Последние примеры не могут быть оставлены транспортниками без внимания потому, что на транспорте (и в транспортном машиностроении) в той или иной степени используется ртуть и другие токсичные вещества. Негативный опыт здесь должен послужить серьезным предостережением.

Возросло загрязнение среды обитания и в первую очередь, гидросферы углеводородами, преимущественно нефтью и нефтепродуктами. Из буровых, с судов, заводов и других объектов в океан поступает нефти в десятки раз больше нормального естественного уровня.

Все больший удельный вес в загрязнении среды приобретают бытовые отходы крупных городов. Среди таких отходов в первую очередь следует назвать моющие вещества, получившие в последнее время огромное распространение не только в быту, но и в промышленности, и на транспорте.

Помимо этого, в среду обитания и прежде всего в почву непосредственно вносятся химикаты в виде удобрений и ядохимикатов. Некоторые из ядохимикатов, как теперь установлено, выполняя определенные полезные функции, остаются в почве как загрязнители. В частности, пестициды и большинство моющих средств не поддаются биологическому распаду и могут сохраниться в почве, а также в пресной и морской воде в течение многих лет. Обнаружена чрезвычайная способность отдельных пестицидов к распространению и накоплению в живых организмах. В настоящее время ведутся поиски биологических методов разложения пестицидов в почве.

К опасному виду загрязнения среды обитания следует отнести болезнетворные микробы, а также другие живые организмы, нарушающие сложившийся экологический баланс в природе, угрожающие здоровью людей и нормальному существованию полезных растений и животных.

Биологическое загрязнение воды и земли происходит недостаточно очищенными стоками из транспортных средств и постоянных сооружений. Такое загрязнение обнаруживается в пресноводных бассейнах, воду которых употребляют в ряде случаев для питья.

С открытием и расширением использования ядерной энергии появился новый вид загрязнения среды обитания — радиоактивными отходами. Здесь следует подчеркнуть огромное значение строжайшего соблюдения всех требований безопасности при работе с соответствующими расщепляющимися материалами, а также при их транспортировании.

При транспортировании и хранении особую опасность представляют отходы с высоким уровнем радиоактивности, которые, в частности, остаются после выгорания урана в реакторах или после регенерации ядерного горючего. Губительны для всего живого жидкие отходы от растворения отработавших урановых стержней. Специалисты США указывают, что в подземных хранилищах урановые отходы должны пролежать 1000 лет, прежде чем они станут более или менее безопасными, а период полураспада плутония, т. е. относительного его обезвреживания, достигает 24 360 лет.

В наши дни все чаще начинают говорить о новом виде загрязнения планеты — тепловом. Многим известно, что температура воздуха в границах крупных городов и промышленных центров зимой обычно на 2—5°C выше, чем в удалении от этих городов. Отмеченное явление — прямой результат выброса в атмосферу городов больших количеств тепла промышленными предприятиями, домами жилых массивов и транспортными средствами. В результате над каждым городом образуется как бы тепловая купол.

Одной из причин потепления считают также «парниковый эффект», когда атмосфера городов, в большей степени (чем в сельских местностях) загрязненная углекислым газом, относительно лучше пропускает излучение Солнца к Земле и существенно хуже инфракрасное (тепловое) излучение от Земли в мировое пространство.

Наряду с промышленностью и энергетикой крупным «поставщиком» углекислого газа в атмосферу городов является автомобильный транспорт. В целом этот процесс характерен для всей планеты, но в городах его последствия наиболее ощутимы.

Источником «подогрева» окружающей среды из-за несовершенства методов преобразования энергии служат тепловые потери в различных двигателях и установках. Системы отопления зданий в конечном счете также «отапливают» улицы. Общие размеры потери тепла соизмеримы с количеством произведенной человечеством энергии, при этом надо иметь в виду, что общая мощность только транспортных двигателей внутреннего сгорания в мире значительно превышает общую мощность всех электростанций. По современным оценкам вырабатываемая человечеством энергия по сравнению с энергией, получаемой непосредственно от Солнца, в целом незначительна. Ее размер оценивается в 0,02% от солнечной. Однако для Бельгии, например, она состав-

ляет уже 1%, для Токио — 7%, а для Нью-Йорка около 10%.

В последнее десятилетие темпы роста потребления энергоресурсов начинают снижаться. Причиной тому стало постепенное исчерпание в ряде районов легко доступных запасов ископаемого топлива, прежде всего нефти. Чтобы обеспечить потребности энергетики, транспорта, промышленности, применяется глубокое и сверхглубокое бурение нефтяных скважин. Наряду с этим зоны добычи перемещаются в необжитые, удаленные районы, в частности, арктические и пустынные. Все большее количество нефти получают от скважин со дна Мирового океана.

Все это потребовало огромных дополнительных затрат на разведку, бурение, эксплуатацию месторождений, доставку топлива, а следовательно, удорожило его. В связи с этим вводится энергосберегающая технология в промышленности, идет борьба за экономию топлива на транспорте, шире используется гидроэнергетика, быстро растет число атомных электростанций. Из всего этого можно сделать вывод — экономия топлива, энергии, тепла стала не только объективной потребностью для человечества, но и фактором, снижающим отрицательное воздействие на окружающую среду.

В настоящее время разработаны многочисленные прогнозы, описывающие возможную цепь негативных последствий от увеличения углекислоты в атмосфере. Так, по данным английского журнала «Сайентист», если бы в будущем сохранились неизменными темпы роста углекислоты в атмосфере Земли, отмеченные за последние 100 лет, то в последующие 50 лет содержание углекислоты в атмосфере удвоится и температура на земном шаре повысится на 1—3°C, а в районах полюсов Земли, возможно и больше. Следствием этого может быть ускоренное таяние снегов, особенно в полярных областях, подъем уровня вод Мирового океана и непредсказуемые климатические изменения.

Одновременно в научных кругах обсуждается противоположная гипотеза. Сторонники ее считают, что в перспективе люди найдут способы улавливать углекислоту. Кроме того, в настоящее время происходит запыление атмосферы Земли, а это уменьшает прозрачность атмосферы и проникаемость лучей Солнца. Следовательно, возможно некоторое похолодание на Земле. Однако и в этом случае признается реальная возможность более интенсивного таяния вечных снегов и ледников ввиду осаднения на их поверхности атмосферной пыли.

Эта аргументация нашла отражение на международной конференции в Новой Зеландии, где, в частности, говорилось, что вырубка лесов и последующая за этим ветровая эрозия почв уже повысила запыленность атмосферы, что в свою очередь способствовало загрязнению вечных снегов и льдов и усилению их таянию в наше время.

Существует ~~еще~~ один вид своеобразного загрязнения среды обитания — шумовое. Сильный, продолжительный и особенно постоянный шум — это скрытый и опасный враг человека и многих живых существ. На протяжении многих веков люди не связывали ухудшение здоровья с воздействием шума, да и не имели причин к этому. В XX столетии отношение к шуму стало быстро меняться. Шумные предприятия, строительные процессы, железнодорожные поезда, трамваи, автомобили, самолеты и другие транспортные средства стали все чаще приносить людям не только неудобства, но и вызывать более серьезные последствия. В результате обобщения многолетнего опыта и научных исследований теперь точно установлено, что значительный и продолжительный шум приводит к снижению производительности труда, преждевременному расстройству и разрушению слухового аппарата, сердечно-сосудистым (гипертония, аритмия) заболеваниям, поражению нервной системы и психическим расстройствам.

- Губительное воздействие сильного и продолжительного шума на человека было известно еще в Древнем Китае и применялось там в качестве казни. Закон по этому поводу гласил: кто поносит всевышнего, не должен быть повешен, но флейтисты, барабанщики и крикуны должны непрерывно играть перед ним днем и ночью, пока он не упадет замертво.

Вывод:
Сегодня трудно ранжировать источники загрязнения среды по удельному весу вреда, наносимого природе, но можно утверждать, что в широком смысле транспорт, т. е. транспортное хозяйство, его эксплуатационные предприятия и особенно самодвижущиеся транспортные средства находятся в числе главных источников загрязнения биосферы.

4. СОВРЕМЕННЫЙ ТРАНСПОРТ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ, ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Транспорт — один из важнейших элементов материально-технической базы и необходимое условие функционирования общественного производства. Чем выше уровень развития

транспорта, тем шире общественное разделение труда, тем доступнее для народа все природные богатства страны, тем легче кооперирование производственной деятельности людей, богаче и разнообразнее культура.

За период 1950—1984 гг. в СССР сеть железных дорог увеличилась более чем на одну треть, грузооборот — в 6,5 раза. На морском транспорте грузооборот возрос в 22 раза. На речном транспорте грузовые перевозки возросли по грузо-

Таблица 3 Протяженность сети и основные показатели работы различных видов транспорта СССР¹

Вид транспорта	Годы	Протяженность сети, тыс км	Объем перевозки грузов, млн т	Грузооборот, млрд т·км	Объем перевозки пассажиров, млн человек	Пассажирооборот, млрд пассажиро-км
Железнодорожный	1950	106,1	834	602	1164	88
	1980	141,8	3728,2	3439,9	3559	332
	1984	144,1	3909,5	3638,8	4155	364,0
Морской	1950	—	34	40	8	1,2
	1980	—	228,3	848,3	51,7	2,5
	1984	—	235	933,0	50,6	2,5
Речной	1950	130,2	92	46	54	2,7
	1980	142	568,1	244,9	138	6,1
	1984	136,7	619,1	264,3	136	5,9
Автомобильный	1950	177,3*	1859	20	1053	5,2
	1980	732*	29257,8	432	42200	389,8
	1984	793*	25600	475,1	45800	434,0
Воздушный	1950	295,4	0,16	0,14	1,5	1,2
	1980	966	2,99	3,09	103,8	160,6
	1984	1020	3,1	3,28	112,3	184,0
Магистральный трубопроводный (числитель — нефть и продуктопроводы, знаменатель — газопроводы)	1950	5,4/2,3	15,3/1,5**	4,9/...	—	—
	1980	69,7/132	630,2/401**	1216/597	—	—
	1984	78,3/165	648,0/542**	1370,3/997,3	—	—

¹ Таблица составлена по данным статистического ежегодника «Народное хозяйство СССР в 1984 г.» М. Финансы и статистика, 1985, с. 335—363

* Дороги общего пользования с твердым покрытием

** Подача товарного газа в млрд м³

Таблица 4 Динамика пассажирских перевозок в городах СССР

Вид транспорта	Год	Протяженность сети, км	Объем перевозок пассажиров, млн человек	Пассажирские перевозки 1980 г к 1950 г. %
Трамвай	1950	4609	5157	—
	1980	9132	8255	160
Троллейбус	1950	949	945	—
	1980	14 004	9035	956
Автобус	1950	22 500*	1001,4	—
	1980	130 000*	28 600	2856
Метро	1950	43	629	—
	1980	342	3823	608
Такси	1950	—	43	—
	1980	—	1379	3207

* Протяженность маршрутов

обороту в 5,7 раза, а по объему перевозок — в 6,7 раза. Протяженность автомобильных дорог возросла более чем в 4 раза, объем перевозок грузов — в 14 раз, а грузооборот — в 24 раза. Сеть воздушных путей увеличилась в 3,4 раза, а объем перевозок пассажиров — более чем в 74 раза. Сверхбыстрыми темпами нарастали сеть трубопроводов и объем перекачки нефти и газа (табл. 3).

Значительный прирост перевозок был достигнут не только в связи с развитием сетей, но и благодаря обновлению технических средств транспорта и повышению их мощности и производительности.

В одиннадцатой пятилетке грузооборот транспортной системы в целом возрос на 15%. Общий суммарный объем перевозок грузов магистральными видами транспорта увеличился с 5,4 млрд. т в 1980 г. почти до 6,0 млрд. т в 1985 г., или более чем на 10%. Если же к этому прибавить все грузы, перевозимые автомобильным транспортом страны, то объем перевозок в 1985 г. значительно превысил 30 млрд. т, а суммарный грузооборот составил около 8,0 трлн. т·км.

Развитие пассажирских перевозок определяется, с одной стороны, ростом численности населения, а с другой — повышением уровня благосостояния и культуры народа. Известно, что в XX в., особенно во второй его половине, на-

блюдается быстрый рост населения.) В границах России в 1897 г. проживало 124,6 млн. человек, а на 1.I 1982 г. население СССР достигло 268,8 млн.

Важно отметить и такой фактор: пассажиропотоки в городах растут непропорционально быстрее, чем население городов, предопределяя необходимость интенсивного развития городского транспорта. Этот процесс особенно характерен для второй половины XX в., что можно подтвердить сравнением данных табл. 4 с выше приведенными цифрами увеличения городского населения.

Наибольший прирост перевозок наблюдается на автобусах и такси. Повсеместное распространение автобусов связано с относительно меньшими капитальными вложениями и высокой маневренностью этого вида транспорта. И в пределах обозримого будущего доминирующее положение автобусного транспорта в городах сохранится. В малых городах и городах средней величины он был и останется практически единственным видом городского транспорта.

Большую долю транспортной работы выполняет промышленный транспорт, в составе которого примерно 30—35% перевозок совершается железные дороги и около 60% автомобили, а остальная часть — конвейерные виды (трубопроводы, транспортеры, канатные дороги), а также речные и морские суда.

В настоящее время земной шар покрыт густой сетью путей сообщения. Протяженность магистральных автомобильных дорог мира с твердым покрытием превышает 11,5 млн. км, воздушных линий — 5,3 млн. км, железных дорог — 1,3 млн. км, трубопроводов — около 1,0 млн. км, внутренних водных путей — 600 тыс. км. Морские линии составляют много миллионов километров.

Огромен мировой парк локомотивов, самоходных судов, автомобилей, самолетов, других самодвижущихся единиц и стационарных энергетических установок, работающих на транспорте (в системах трубопроводов, конвейеров, канатных дорог и прочих транспортных системах).

В нашей стране транспорт стал одной из крупнейших отраслей народного хозяйства. Производственные фонды транспорта составляют примерно 16% народного хозяйства, на транспорте работает 9% численности всех работающих в народном хозяйстве (15 млн. человек), транспортом потребляется примерно 13% топливно-энергетических ресурсов, расходуемых в народном хозяйстве.

В ускоренном и многоплановом развитии транспорта СССР можно выделить следующие тенденции:

резкое увеличение объемов перевозок и расширение номенклатуры перевозимых грузов, а также интенсивный рост пассажирских перевозок;

абсолютный количественный рост сети коммуникаций как в новых районах, так и на обжитой территории;

повышение пропускных и перерабатывающих способностей линий, транспортных сооружений и комплексов;

рост численности парка транспортных средств при одновременном повышении их мощности и грузоподъемности;

значительное увеличение объемов потребления энергии.

Из анализа тенденций развития отечественного транспорта вытекает ряд выводов, которые необходимо сделать с точки зрения оценки воздействия транспорта на окружающую среду.

Закономерно устойчивый рост транспорта является условием и следствием социально-экономического и культурного прогресса советского общества. В перспективе необходимость повышения благосостояния народа потребует дальнейшего развития производства и прежде всего увеличения добычи, переработки и потребления природных ресурсов, а следовательно, и транспортной работы.

В современных условиях и ближайшем будущем доминирующее положение в грузообороте будет сохранять железнодорожный транспорт, хотя его удельный вес после 1950 г. систематически сокращается. Доля автомобильного транспорта в грузообороте относительно невелика, но по объему перевозок грузов он в 4 раза превосходит все остальные виды транспорта вместе взятые. В перемещении пассажиров (по объему перевозок) удельный вес автомобильного транспорта еще значительно больше и превышает 90%. Все возрастающее значение, учитывая огромные масштабы нашего государства, приобретает и воздушный транспорт.

Наряду с преимуществами, которые любой стране обеспечивает широко развитая транспортная система, ее прогресс сопровождается негативными последствиями, заключающимися в отрицательном воздействии транспорта на окружающую среду, включая сушу, атмосферу и водный бассейн. Однако научно-технический прогресс создает условия для смягчения, а в дальнейшем и полного преодоления этих последствий.

В исполнение решений съездов КПСС, а также постановлений Совета Министров СССР по защите окружающей среды соответствующие министерства, ответственные за создание и эксплуатацию транспортных средств, разработали и осуществляют крупные программы природоохранных мер, направленных на повышение экологичности транспорта. Основным содержанием этих программ являются меры бережного отношения к биосфере и рационального (экономного) использования земли, прежде всего в районах с плодородными почвами, воды (особенно пресной) и кислорода воздуха всеми компонентами транспортных систем. Современной основой повышения экологичности транспорта становится энергосберегающая и безотходная технология, а также снижение шума.

ТРАНСПОРТ И ЛИТОСФЕРА

1. РЕСУРСЫ СУШИ И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ ТРАНСПОРТА

Площадь суши земного шара составляет 29% общей поверхности Земли. Площадь же плодородных земель, пригодных для возделывания культурных растений, оценивается в 3% общей поверхности земного шара. Отсюда понятно, как важно бережно относиться к плодородным землям и применять все меры к их сохранению.

На девятой сессии (1981 г.) Совета управляющих программы ООН по окружающей среде (ЮНЕЛ) указывалось, что в мире только эрозия разрушает ежегодно более 7 млн. га плодородных земель и вырубается примерно 11 млн. га тропических лесов.

В Советском Союзе общая площадь земель составляет 2 227,5 млн. га, из них под всеми сельскохозяйственными угодьями на 1 ноября 1980 г. находилось 606,3 млн. га, или 27,2% территории страны, в том числе на пашни приходилось только 10% всей территории. При этом ресурсы земель, распашка которых была бы экономически оправдана, ограничены. Эрозия сравнительно быстро уничтожает плодородный слой почвы, а процесс естественного ее восстановления требует примерно 100 лет, чтобы воссоздать слой на 1 см. Необходимо учесть, что 99% продуктов питания человек получает благодаря использованию плодородных качеств почвы.

В решениях партийных и государственных органов подчеркивается необходимость принятия серьезных мер к сохранению сельскохозяйственных угодий вообще и особенно пахотных земель. В частности, на октябрьском (1984 г.) Пленуме ЦК КПСС, утвердившем Долговременную программу мелиорации земель, было подчеркнуто, что забота о повышении продуктивности сельского хозяйства требует иного отношения к земле — одному из самых ценных наших капиталов¹.

С развитием экономики и ростом населения потребность в площадях под населенные пункты, промышленные предприятия, транспортные сооружения (дороги, порты, станции, аэропорты, ремонтные заводы) все возрастает.) Например, магистральная железнодорожная линия в зависимости от категории требует в пределах перегонов полосы отвода до 100—150 м шириной, хотя собственно полотно железнодорожного пути занимает полосу обычно 10—30 м. Но необходимость размещения по обеим сторонам от пути кюветов и резервных полос, а также мест для щитовой или живой снегозащиты (лесонасаждения) резко увеличивает ширину полосы отвода железной дороги. Что касается железнодорожных станций со всеми сооружениями в их границах и службами, то они требуют значительно более широких площадок. Так, крупные сортировочные станции размещаются на площадках шириной до 300—500 м и длиной 4—6 км. Необходимость сооружения пересечений (железнодорожных линий между собой и с другими путями сообщения) в разных уровнях с применением больших радиусов и малых уклонов на пересекающихся коммуникациях делает железнодорожные развязки весьма емкими по площади.

Сказанное еще в большей мере можно отнести к автомобильным дорогам, протяженность которых во много раз превышает сеть железнодорожных путей сообщения, а потребность в площадях значительно выше. Так, если эксплуатационная длина магистральной сети железных дорог СССР составляет 143,6 тыс. км, то автомобильных дорог с твердым покрытием — более 773 тыс. км.

Не менее сложная проблема возникает при выделении территорий под транспортные сооружения (в городах, которые, расширяясь, в конечном счете поглощают сельскохозяйственные угодья.)

¹ Коммунист, № 16, 1984, с. 7.

Крупные морские и речные порты вместе с судоремонтными заводами занимают большие прибрежные территории. Значительные площади требуются для аэродромов, число которых быстро возрастает. По ориентировочным подсчетам средний аэропорт в 30-х годах занимал 3 км². А современные крупнейшие аэропорты с несколькими взлетно-посадочными полосами (ВПП) длиной 3—4 км, рулежными дорожками, площадками для стоянки самолетов, вокзалами, павильонами, ангарами, ремонтными предприятиями, стоянками для автомобилей и прочими сооружениями требуют для своего размещения, как правило, 25—50 км² территорий. Аэропорт в Далласе (штат Техас), например, занимает 70 км². Добавим к этому, что примерно 120 км² площади в зоне современного аэропорта становятся непригодными для заселения в основном по условиям безопасности полетов и чрезмерного шума.

Нужно иметь в виду, что с целью удешевления строительства путей сообщения при их трассировании, проектировании станций, морских и речных портов и аэродромов всегда выбирались, как правило, равнинные земли, обеспечивающие минимальные земляные работы и лучшие строительно-эксплуатационные характеристики данного вида транспорта.

Из приведенных сведений, разумеется, не следует, что развитие современного транспорта должно ограничиваться или сдерживаться. Правильный вывод состоит в том, чтобы не допускать необоснованного подхода к развитию транспорта, прежде всего автомобильного, и стремиться сокращать его вредное влияние на природу. Это может быть достигнуто рядом мероприятий, важнейшими из которых являются: повышение производительности подвижного состава (меньшим количеством транспортных средств обеспечивать лучшее транспортное обслуживание), рациональное распределение перевозок между видами транспорта, совершенствование сети автомобильных дорог с твердым покрытием, особенно местных и сельскохозяйственных с целью сокращения площадей, занятых грунтовыми дорогами.]

Однако здесь предстоит большая научная и инженерная работа. Перед конструкторами традиционных и новых транспортных средств и систем, равно как и перед плановиками и эксплуатационниками, встают неизвестные в прошлом требования: обеспечить экологичность транспорта. Иначе говоря, транспортные средства будущего не должны угрожать человеку и живой природе.

Реализация этой концепции должна начинаться с решения генеральной задачи выбора наиболее рациональной (оптимальной) схемы перспективной транспортной сети, сочетающей в себе все необходимые виды транспорта, которые полностью удовлетворяли бы перевозочным потребностям государства и обеспечивали минимум транспортных издержек в стране при минимальном отрицательном воздействии на природу. В рамках этой оптимальной схемы должны проводиться отраслевые мероприятия (по видам транспорта).

2. ЭКОНОМИЯ ПЛОЩАДЕЙ И СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

С позиции требований сохранения почвы главные направления технической политики в развитии транспорта:

рациональное использование земель при возведении транспортных сооружений;

выделение под транспортные сооружения менее ценных для сельского хозяйства земель, что может оказаться экономически эффективней с общегосударственных позиций даже при условии дополнительных строительных затрат;

сохранение сложившихся гидрологических режимов в районах транспортных сооружений, т. е. условий стока дождевых и подпочвенных вод, а также сбережение ресурсов подземных вод;

бережное отношение к почве вообще и сокращение (прекращение) загрязнения почв вредными компонентами выхлопа транспортных машин (свинцом, соединениями серы и пр.), загрязненными водами, мусором и другими отходами.

Таким образом, беречь землю — это рационально использовать под транспортные сооружения сушу вообще и особо бережно относиться к плодородной почве, оставляя ее для сельскохозяйственного производства.

Недостаточное развитие транспорта не только может сдерживать общий прогресс народного хозяйства и отдельных его отраслей, но и отрицательно влиять на сельское хозяйство в целом и на сохранность почвы, в частности. Так, отсутствие современных дорог и необходимость передвигаться по бездорожью в сельских местностях приводит к прямому разрушению почвы, которое в ряде случаев может оказаться началом эрозии на более значительных площа-

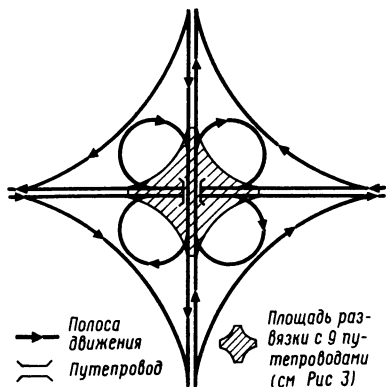


Рис 2. Развязка автомобильных дорог типа «клеверный лист»

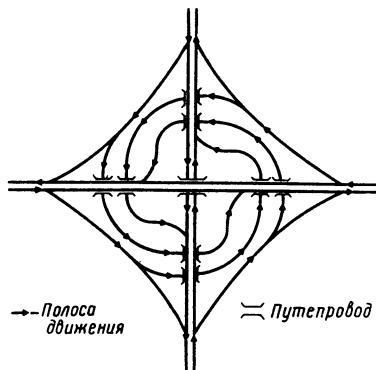


Рис 3. Развязка двух автомобильных дорог с 9 путьпроводами

дяx. В осенний и весенний периоды, когда грунтовые дороги становятся непроезжими, для движения начинают пользоваться новыми близлежащими полосами земли, не исключая и засеянных. Часто разбитую дорогу бросают и прокладывают новые. Ввиду этого некоторые грунтовые дороги занимают существенно большую полосу земли, чем современная дорога с твердым покрытием, а число таких дорог больше, чем необходимо. Кроме того, установлено, что пыль, поднимающаяся с поселочных (неасфальтированных) дорог и оседающая на посевах по сторонам от дорог, угнетает растения и снижает урожайность.

Для экономии площадей необходим поиск и применение в проектах новых (а иногда и старых, но забытых) инженерных решений при возведении транспортных сооружений. Например, транспортные развязки пересекающихся магистралей в разных уровнях, в особенности на автострадах, занимают значительные территории. Полная развязка двух пересекающихся автомобильных дорог, осуществляемая по классической схеме «клеверного листа», отличается высокой пропускной способностью и безопасностью и одновременно позволяет обойтись только одним путьпроводом, который является самым дорогим элементом всего сооружения (рис. 2). Но «клеверный лист» требует значительной площади. Однако в мировой практике известна более компактная схема (на рис. 2 представлена заштрихованной частью), хотя это достигнуто путем устройства де-

вяти путепроводов, т. е. значительным удорожанием строительства (рис. 3).

Транспортные сооружения являются объектами, рассчитанными на долгий срок пользования, измеряемый десятками или даже сотнями лет. Поэтому при проведении экономического анализа проекта тщательно взвешиваются различные схемы, связанные с использованием земельных площадей. Сопоставляются варианты капитальных вложений в строительство того или иного искусственного сооружения (например, развязки автодорог) и стоимость ожидаемой продукции с сэкономленной площади за весь период действия транспортного объекта. Далеко не всегда выгоден дешевый, с точки зрения строительства, вариант, но занимающий большую площадь. Чаще транспортные объекты, требующие отведения значительных площадей, располагаются в непосредственной близости от городов (являются элементами транспортных узлов), где свободная площадь крайне дефицитна, а ее стоимость растет год от года. Этим объясняется строительство более сложных, дорогостоящих развязок, эстакад, гаражей, станций и прочих сооружений, экономящих площадь сельскохозяйственных угодий или городов.

Кардинально решает проблему экономии площадей строительство железных и автомобильных дорог на эстакадах и особенно под землей. Но такие решения существенно повышают стоимость транспортных сооружений. Действительно, если наземная железная или автомобильная дорога в средних условиях стоит 1,5 млн. руб./км, то такая же по классу дорога на эстакаде будет примерно стоить 2—3 млн. руб., в тоннеле — не менее 4—6 млн. руб.

Еще 20—30 лет назад строительство транспортных эстакад и тоннелей практиковалось у нас сравнительно редко, преимущественно в горных местностях и после тщательного экономического обоснования. В настоящее время эти сооружения стали возводиться и в крупных городах при трассировании особенно автомобильных магистралей и метрополитенов. Так, в Москве насчитывается свыше 60 транспортных развязок в разных уровнях и 300 подземных переходов¹. Что касается метрополитенов, то пути для них прокладываются, как правило, в тоннелях, хотя за пределами наиболее загруженной части города построены наземные участки пути.

Во многих крупнейших городах мира еще в прошлом

¹ Городское хозяйство Москвы, 1984, № 9, с. 3

веке и в начале нашего были построены городские железные дороги на эстакадах. Это относится, в частности, к Нью-Йорку, Берлину, Парижу и многим другим. Позднее из-за шума и загромождения улиц такие дороги были частично разобраны. Однако при сооружении скоростной железной дороги «Токай-до» между Токио и Осака японцы вынуждены были, несмотря на высокую стоимость, применить эстакадный вариант. Сегодня во многих городах мира на эстакады подняты и автомобильные дороги. Эстакадные варианты метрополитена эксплуатируются много лет и предусматриваются в новых проектах. За рубежом в крупнейших столицах построены, строятся и проектируются скоростные подземные городские автомобильные дороги — диаметры.

С целью экономии площадей сооружаются также многоэтажные и подземные гаражи и стоянки автомобилей. В Женеве, например, подземный гараж размещен даже под частью озера.

Любопытное техническое решение осуществлено в Японии. Здесь был построен гараж в виде лифта, в котором на тросах, переброшенных через блоки, укреплены площадки, каждая на одну машину. По мере занятия площадок автомобилями они поднимаются вверх. Башня-лифт занимает в основании 43 м² при высоте 28 м и вмещает 20 автомобилей. Строятся подземные железнодорожные вокзалы. Примером грандиозного подземного вокзала может служить новый вокзал в Токио.

В Москве строительство крупных транспортных объектов практически возможно лишь за счет подземного строительства. В этой связи разработана Схема организации и использования подземного пространства Москвы¹, где перспективы развития транспорта занимают одно из важных мест.

Первым сооружением «ниже нулевой отметки» в Москве стал многоярусный подземный гараж на 1840 автомобилей в районе ВДНХ. В самом центре города (ул. Неждановой) также размещен подземный гараж, сооружение которого на поверхности было бы просто невымыслимо.

Выдвигаются и уже частично осуществляются проекты создания в Москве неглубоких тоннелей, дублирующих улицы, которые уже теперь перегружены транспортными потоками. Наряду с этим намечаются к строительству транспортные тоннели глубокого заложения, которые не будут повторять наземные магистрали.

¹ Московская правда, 1981 г., 6 августа

Все эти разработки закладывают основы новой ветви градостроительной науки — подземной урбанистики, которая должна обеспечить более рациональное использование земли в больших городах, а следовательно, и земли вообще.

Возможности уменьшения потребных площадей под сооружения воздушного транспорта при эксплуатации скоростных самолетов весьма ограничены. Многие крупные аэропорты при современной густоте движения (когда взлет и посадка совершаются через одну минуту или даже менее) для обеспечения безопасности и регулярности полетов должны иметь несколько взлетно-посадочных полос (ВПП), частично располагаемых под углами друг к другу. Имеется проект кольцевой ВПП с радиусом примерно 3 км, которая обладает уникальным качеством «бесконечности» (и, следовательно, потенциально гарантирует большую безопасность взлета и посадки) и позволяет разместить все сооружения крупного аэропорта на площади в 20 км² вместо обычно требующихся 50 км². Вместе с тем кривизна такой ВПП существенно усложняет взлет и посадку самолетов.

Более радикальным средством сокращения размеров аэропортов и приближения их к центру городов явилась бы авиация короткого и вертикального взлета. Для самолетов укороченного или короткого взлета требуется ВПП всего лишь 300—500 м, а для вертикального взлета в принципе нужна относительно небольшая взлетно-посадочная площадка, определяемая размерами самолетов и интенсивностью движения. Однако эти самолеты пока малоэкономичны и недостаточно надежны.

Когда идет речь о более широком использовании для транспорта «неудобных» земель, то следует иметь в виду не только буквальное значение этой рекомендации, но и выбор вида транспорта для данной транспортной связи исходя из «приспособленности» того или иного вида к более сложным топографическим условиям. Например, вместо сооружения железной дороги, обычно трассируемой с малыми уклонами и занимающей поэтому равнинные территории, в ряде случаев возможна реализация эстакадного варианта монорельсовой дороги, которая может быть проложена по трассе, не затрагивающей сельскохозяйственные угодья.

Уже давно практикуется использование территорий, отвоеванных у моря. Наибольший опыт в этом отношении накопили Нидерланды, примерно $\frac{1}{3}$ территории которой когда-то была дном моря. Сегодня в Нидерландах изучаются

и реализуются возможности строительства новых островов в Северном море для размещения аэродромов, причалов для погрузки и разгрузки супертанкеров, а также мусоросжигательных станций и заводов по переработке отходов производства и быта.

В Японии значительная часть эстакады монорельсовой дороги, связывающей центр Токио с аэропортом, проходит не над берегом, а непосредственно над морем вдоль берега. Там же созданы искусственные острова. Обсуждается грандиозный проект, по которому в течение 200 лет Япония намерена удвоить территорию путем разрушения горных пород и засыпки ими моря. Названный проект фактически уже осуществляется, ибо Токио и Осака, например, частично стоят на земле, отвоеванной у моря.

Голландский метод осушения территорий с помощью дамб был использован в США при сооружении аэродрома в Чикаго на берегу озера Мичиган, а также в Великобритании на ряде островов.

Специалисты считали, что осушение морских территорий рационально при глубине до 30 м. Поэтому на более глубоких местах предлагалось создавать плавучие аэропорты. Однако в определенных условиях плавучие сооружения могут оказаться целесообразными и при малых глубинах (менее 30 м). Так, в Великобритании разработан проект плавучего аэродрома с двумя ВПП в устье Темзы. Основой конструкции ВПП являются полые бетонные блоки площадью 30×30 м. Из таких блоков предусматривается смонтировать основную площадь аэропорта размером 300×3500 или 300×4500 м. Отдельные секции этой плавучей площадки, закрепленные на дне тросами из нержавеющей стали, и составляют ВПП. Внутреннюю полость блоков намечается использовать для размещения служб и технических средств. Предусмотрена защита аэродрома от волн с помощью кругового плавучего волнолома. Общая площадь аэродрома составит более 4 км².

Экологичны и заслуживают внимания идеи и опыт сооружения, в том числе для нужд транспорта, топливозаправочных в виде плавучих емкостей либо непосредственно на дне морей. Проекты плавучих емкостей уже осуществлены, в частности, в Персидском заливе и намечаются к реализации в ряде других районов.

Требования экономии суши при устройстве дорог, портов, аэродромов и других сооружений, разумеется, не

должны наносить ущерба прежде всего безопасности движения.

Практика показала, что на перспективных направлениях следует предусматривать последующее развитие транспорта и оставлять для этих целей необходимые резервные площади. Несоблюдение этого положения вынуждает при дальнейшем развитии транспорта сносить капитальные здания и сооружения, что обходится во много раз дороже, чем своевременное резервирование действительно необходимых площадей.

Выше говорилось в основном о бережном отношении к земле с позиций проектирования и строительства новых путей сообщения. Но почву и ее плодородный слой необходимо оберегать от прямого разрушения транспортными средствами и во время эксплуатации, особенно в тех местах, где этот слой тонок и легко раним. Экологи уже не раз указывали на годами незаживающие «шрамы» в тундре и районах вечной мерзлоты от гусеничной техники, дестабилизирующей экологическое равновесие в этих районах. Движение техники здесь должно быть категорически запрещено, если оно не оправдано государственными потребностями.

Опасность заключается не только в разрушении условий для существования сложившегося веками особого растительного (а следовательно, и животного) мира, но и нарушении теплового баланса подпочвенных структур, поскольку почва предохраняет вечную мерзлоту от таяния и эрозии.

С возникновением этой новой проблемы строители железных дорог и трубопроводов, а также градостроители в определенных случаях стали особо тщательно оберегать поверхностный слой земли и даже усиливать его. Чтобы сохранить подпочвенный слой в его естественном мерзлом состоянии, используют специальные холодильные установки. В этом случае инженерные сооружения покоятся, как правило, на сваях, вмороженных в грунт.

Работники речного транспорта столкнулись с явлением волнового разрушения (размыва) берегов, которое усилилось с вводом в эксплуатацию крупных быстроходных судов с мощными силовыми установками. Для снижения этого негативного воздействия на берега на ряде участков сети и прежде всего при следовании по каналам скорость хода судов уменьшается. Вместе с тем развернуты дорогостоящие берегоукрепительные работы, которые должны сократить угрозу оползней и эрозии берегов.

3. УТИЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Крупные транспортные предприятия, к числу которых можно отнести, в частности, железнодорожные станции локомотивными и вагонными депо, ремонтные заводы, а также обеспечивающие транспорт строительные базы, каменные и песчаные карьеры, как правило, создают и аккумулируют твердые отходы (мусор), захламляющие большие территории в полосе отвода или за ее пределами. Состав твердых отходов предприятий определяется видом используемых сырьевых материалов и топлива. Например, для карьеров — это главным образом отвальные породы и некондиционные формы добываемых ископаемых; для бетонных заводов и строительных баз — бракованные цементные изделия и материалы; для локомотивных и вагонных депо — отходы металла, дерева, пластмасс, обтирочного материала.

В районах, где образуются большие отвалы породы и некондиционных инертных материалов, в последние годы начаты серьезные работы по их ликвидации. В качестве первоочередной меры проводится вывоз отвальных пород для мощения дорог и засыпки оврагов, на месте которых часто размещаются новые предприятия. Это один из эффективных способов ликвидации отвалов.

Большой интерес представляет опыт ПНР. Так, с участием созданного в рамках социалистической экономической интеграции акционерного польско-венгерского общества «Халдекс» вблизи шахт Силезии построено пять заводов по переработке отвальной породы с целью извлечения из нее сырья для керамической и цементной промышленности. В настоящее время почти вся керамическая промышленность ПНР работает на сырье, получаемом из отвальных пород.

На больших площадях вдоль железных и особенно автомобильных дорог рассеиваются отходы и мусор. Мусор, лежащий вдоль дорог, содержит в своем составе преимущественно металлы, дерево, бумагу, стекло, пластмассы, текстиль, резину и прочие материалы. Наиболее эффективным и перспективным способом уничтожения мусора является переработка его на специальных заводах.

Первые современные высокомеханизированные заводы по переработке твердого мусора построены в наших крупнейших городах. Их эксплуатация позволит накопить опыт и выбрать наиболее эффективные системы. Доставка мусора на такие заводы производится обычно специальными автомобилями.

ми — транспортом дорогостоящим и неэкологичным. Более эффективной следует признать закрытую автоматическую систему для погрузки, перемещения и разгрузки отходов. Прообразом такой системы является опытная вакуумная установка, сооруженная в Москве в районе Чертаново. Она обеспечивает транспортирование мусора по трубопроводам от квартир до центральной станции, откуда мусор вывозится за пределы города пока на автомобилях в контейнерах. Подобные системы применяются и за рубежом.

Современная схема утилизации городского мусора состоит в его сортировке, в процессе которой магнитные сепараторы отделяют магнитные материалы, а другие агрегаты — тяжелые компоненты в виде цветных металлов, а также стекла. Оставшийся мусор сжигается в топках котлов, вырабатывающих пар для турбогенераторов (производство электроэнергии) и для непосредственного использования в отопительных системах или технологических схемах. Зола и шлаки, как правило, идут на изготовление строительных блоков в качестве наполнителя. Извлеченные металлы направляются как металлолом соответствующим предприятиям металлургии, а стекло — на заводы стекольной промышленности.

Имеются утилизационные установки, где сначала производится сжигание, а затем извлечение металлов. В этом случае стекло переходит в шлак. На ряде заводов органические компоненты не сжигаются, а перерабатываются в удобрения.

В последние годы в связи с проблемой экономии нефтяного топлива в ряде стран все чаще обсуждается вопрос о переработке органического мусора и отходов в синтетическое топливо.

Большие массы твердых отходов содержатся в сточных промышленных водах, в том числе транспортных предприятий — депо, гаражей, вокзалов и т. п. В настоящее время многие очистные сооружения включают отстойники для шлама. Этот шлам содержит в основном органические вещества, но одновременно и разнообразные микроорганизмы. Между тем указанный шлам представляет собой ценное удобрение, которое можно надежно использовать после его стерилизации. До последнего времени стерилизация шлама осуществлялась главным образом путем его нагревания. Однако этот способ считается слишком дорогим.

Советские исследователи предложили новый тип электронного ускорителя, который в течение часа позволяет обезвредить 10 м^3 отстойного шлама. Этот метод надежен и дешевле метода термической обработки в 2—3 раза.

Стерилизованный отстойный шлам большей частью в жидком виде вывозят на поля и вносят в почву для улучшения структуры и удобрения, например, «мертвых земель» в районах бывших открытых разработок полезных ископаемых.

4. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Серьезную экономическую и техническую проблему представляет рекультивация земель после окончания строительства транспортных сооружений, в основном трубопроводов, железных и автомобильных дорог, а также карьеров строительных материалов.

Нередко по обеим сторонам от новой или реконструированной дороги остаются незасыпанные ямы, траншеи, неровные горы грунта и битый кирпич, камни, затвердевший бетон, поврежденные железобетонные опоры, сваи, другие железобетонные изделия, списанные машины и механизмы, остатки металла и самого разнообразного мусора, исключая саму возможность сельскохозяйственного использования земли.

Ряд транспортных и строительных министерств имеют в своей структуре карьеры, занятые разработкой и производством строительных материалов: щебня, гравия, песка. Брошенные после использования каменные и песчаные карьеры вызывают серьезную тревогу. Выработанные карьеры не только обезображивают природный ландшафт, но и служат источником эрозии почв на окрестных нетронутых площадях, усиливают запыление атмосферы и земли в прилегающих районах.

Насто в прошлом, нарушая действующие правила, строители, закладывая карьеры, не снимали плодородный слой (чернозем) либо снимали его не полностью, а сняв, не обеспечивали нормального хранения и допускали смешивание его с пустой породой. В 1972 г. введены в действие «Основные положения по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных, строительных и иных работ». Во исполнение этих Положений выработанные карьеры начали засыпать вскрышными породами с соседних разрабатываемых площадей. На засыпанных территориях высаживают кустарники и деревья.

С подобной проблемой столкнулись и многие зарубежные страны. В Великобритании, например, на открытых разработках осуществляется снятие пахотного и подпочвенного слоев и хранение их в специальных отвалах до момента выработки карьера. Эти валы, окружающие участок разработки, засеивают травой. Охраняя ценную землю, они служат еще экранами, отражающими шум. После выемки полезных

ископаемых карьер засыпают пустой отвальной породой, а затем грунтом подпочвенного слоя, поверх которого насыпается слой почвы в 30 см с таким расчетом, чтобы эти два слоя имели общую толщину около 90 см. При восстановлении почвы обеспечивается возможность нормального проникновения воды в почву и соблюдаются требования предельных уклонов для возможности применения сельскохозяйственных машин.

К настоящему моменту накоплен некоторый положительный отечественный опыт более полноценной рекультивации и возвращения восстановленных земель для использования под сельскохозяйственные культуры. В последующем рекультивация почвы получит более значительное распространение. Одновременно будет расширено применение других мероприятий по защите плодородных почв, особенно лесовосстановительные работы и лесоустройство.

5. СОХРАНЕНИЕ СЛОЖИВШИХСЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Для сохранения сложившихся гидрологических условий в местах намечаемого строительства транспортных сооружений необходимо предварительное изучение этих условий и более тщательное определение тех изменений, которые могут последовать за постройкой полотна дороги, моста, тоннеля и других сооружений. При этом должны быть разработаны специальные меры к сохранению гидрологических (или иных равноценных) условий.

Таким образом, наряду со старым подходом инженеров путей сообщения — предохранять транспортные сооружения от разрушения водой (вода всегда считалась главным врагом земляного полотна и искусственных сооружений), теперь важное значение приобретают новые принципы проектирования и строительства путей сообщения — не нарушать сложившегося благоприятного гидрологического режима земель данного района, т. е. сохранить условия нормального питания водой почвы и природных подземных резервуаров. Этим принципам должны удовлетворять все гидротехнические сооружения транспорта.

Особого изучения требует вопрос неблагоприятного влияния на почву закрытия больших площадей бетоном и асфальтом. Значительные площади в городах, городских агломерациях и поселках заняты улицами, городскими дорогами, транспортными проездами и стоянками с асфальто- и цементобе-

тонными покрытиями. Общая площадь, отведенная для транспорта, обычно достигает 25—30% общей площади города. В загородных зонах, помимо площадей, занимаемых непосредственно под проезжую часть автодорог, большие пространства отводятся под стоянки автомобильного транспорта. На территории аэропортов, кроме ВПП, покрываются бетоном рулежные дорожки, площади перронов, стоянок самолетов, зон обслуживания самолетов и т. п. Крупные морские и речные порты требуют развитых наземных коммуникаций, значительных площадок для хранения грузов и стоянки транспортных средств.

Такие покрытия, препятствуя нормальному впитыванию дождевой воды в почву, нарушают баланс грунтовых вод для земель, находящихся как непосредственно под этим покрытием, так и за его пределами. Кроме того, при обильных дождях покрытия способствуют образованию более или менее значительных потоков, смывающих плодородную почву и способствующих эрозии. В этом отношении представляет большой интерес создание пористых покрытий, легко пропускающих воду. Можно полагать, что такой асфальт в ряде случаев позволит отказаться от сооружения ряда дорогостоящих водоотводных устройств.

Транспорт причастен к засолению и изменению структуры почв, по крайней мере, прилегающих к автомобильным дорогам. Но смываемая с дорог поверхностными и грунтовыми водами соль может уноситься и «поражать» достаточно удаленные от дорог почвы, а также пресноводные реки и озера. Для борьбы с обледенением дорог и пешеходных тротуаров на 1 км дороги в год разбрасывается 3—4 т соли, а в особо неблагоприятные зимы — до 100 т. Наряду с пагубным воздействием соли на растения, деревья и фауну пресноводных водоемов соль вызывает усиленную коррозию автомобилей, а также металлических и бетонных сооружений. Соль вредно воздействует на покрытия дорог и тротуаров. В связи с этим возникает необходимость поиска новых направлений борьбы с гололедами на дорогах.

6. ЗАЩИТА ПОЧВЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Все виды транспорта в разной степени потенциально угрожают стабильности и плодородию почвы. Более «чистыми» и экологически безопасными являются непрерывные его виды

и, в частности, нефтепроводы. Однако были случаи, когда аварийный разрыв труб приводил к серьезному загрязнению нефтью сельскохозяйственных угодий. Такие случаи были отмечены в Венгрии, во Франции и других странах. Первопричина указанных аварий, как правило, связана с нарушением технических условий строительства и эксплуатации трубопроводов.

Загрязненная почва обычно теряет плодородие на многие годы. Химическая очистка почвы от нефти чрезвычайно трудна и сопровождается нежелательными последствиями в виде вторичного загрязнения ее химикалиями.

Наиболее перспективным методом очистки почвы признается биологический, т. е. с помощью бактерий. Такой эксперимент был осуществлен, в частности, в Венгрии. Здесь загрязненная нефтью почва (в результате аварии нефтепровода) площадью 15 тыс. м² была очищена с помощью бактерий, внесенных в нее вместе с питательным раствором.

Однако наибольшее загрязнение почвы происходит токсичными компонентами, выпадающими из отработавших газов. В числе ядовитых веществ следует назвать сернистые соединения, образующие с влагой воздуха и почвы сернистую или серную кислоту, окислы азота, образующие азотную кислоту, твердые аэрозоли, включая золу и сажу, а также свинец, добавляемый в топливо в качестве антидетонатора.

Поскольку загрязнение почвы указанными веществами происходит в основном через воздух (кроме прямого выливания нефти, бензина и других углеводородов, а также загрязненных вод непосредственно на землю), более подробное рассмотрение вопросов борьбы с таким загрязнением приведено ниже в главе «Транспорт и атмосфера».

ТРАНСПОРТ И ГИДРОСФЕРА

1. РЕСУРСЫ ПРЕСНОЙ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ

Гидросферу Земли можно условно разделить на две категории — соленые и пресные воды. Наиболее ценной и уязвимой частью гидросферы является пресная вода, которая наряду с атмосферой и продуктами питания является важ-

нейшим источником поддержания жизнедеятельности человечества.

Пресная вода для нужд человечества поступает в основном из рек и водоемов, образованных естественным стоком, озер, водохранилищ, а также из подземных (грунтовых) запасов. Ресурсы пресной воды на Земле в целом не очень велики. Из общих запасов воды на земном шаре 95—98% составляет соленая вода морей и океанов. Остающиеся 2—5% приходится на пресную воду, но большая часть (около 80%) ее сосредоточена во льдах Антарктики и Арктики, а также в горных ледниках.

С развитием производства, ростом населения и повышением уровня культурно-бытового обслуживания потребление пресной воды во всем мире существенно возросло и продолжает увеличиваться. То, что вчера казалось неисчерпаемым даром природы, ныне становится предметом экономии, так как дефицит пресной воды стремительно нарастает.

На производство 1 т угля требуется в среднем 6 т воды; 1 т рудного концентрата — 30 т, 1 т хлопка — 200 т; 1 т синтетического волокна — 250 т, 1 т каучука — 2500 т, 1 т меди — 5000 т.

Более или менее точного учета расхода пресной воды в мире не существует. Тем не менее есть основания полагать, что все население земного шара расходует примерно 7 млрд. т в сутки, или 2500 км³ в год. Заметим, что цифра суточного расхода воды соизмерима с объемом всех полезных ископаемых, добываемых в мире за год.

Так как ресурсы пресной воды размещены в мире неравномерно, то многие страны уже длительное время испытывают острый ее недостаток. Почти полностью отсутствуют собственные источники пресной воды в странах Аравийского полуострова, где используется морская опресненная вода. В районе Персидского залива действует и проектируется 48 опреснительных установок. Опресненную воду используют жители Гибралтара, островов Багамских, Бермудских, Кюрасао и др. Сянган (Гонконг) и Сингапур импортируют воду из Малайзии. Недостаточны ресурсы пресной воды в Японии, Италии, Алжире, Тунисе, Эфиопии, Пакистане, Афганистане и многих других странах.

Советский Союз обладает огромными запасами пресной воды. Примерно 800 тыс. рек нашей страны дают суммарный сток в среднем более 4 700 км³ воды, из них почти 22% составляют подземные воды. Уникальным хранилищем является озеро Байкал, где сосредоточена 1/5 часть пресной воды мира. Однако следует учитывать, что более 80% стока осуществляется в экономически малоосвоенных районах. При-

мерно 60% стока приходится на период паводков и половодья. В европейской части СССР, где сосредоточена основная часть населения и индустрии, а также расположены обширные районы орошаемого земледелия (в южных районах), имеется только 14% стока речных вод страны. Если в целом по стране водопотребление составляет в среднем 6% возобновляемых ресурсов, то в ряде регионов с высокоразвитой промышленностью и орошаемым земледелием оно достигает 40% и более.

В 1983 г. общее потребление пресной воды в СССР составило 279 км³, из них на производственные нужды (исключая нужды сельского хозяйства) пошло 37%, на хозяйственно-питьевые нужды — 8%, остальная вода использована в сельскохозяйственном производстве¹.

Многое делается в настоящее время для обеспечения водой. На сотни километров тянутся водопроводы в Сибири. В Краснодарск — на берег Каспийского моря — вода завозилась танкерами из Баку, теперь добывается путем опреснения.

Днепровская вода по Северо-Крымскому каналу длиной 400 км идет в Керчь. Вода из Амударьи по каналу подается насосными станциями в засушливые и безводные степи Кара-Кумский канал протяженностью свыше 100 км позволил превратить 450 тыс. га пустынных земель Туркмении в хлопковые поля. В Среднеазиатских республиках из-за недостатка воды более 28 млн га полупустынных и пустынных земель в основном используются в качестве малопродуктивных пастбищ. Если же дать им орошение, то каждый кубический метр воды в Узбекистане обеспечил бы производство сельскохозяйственной продукции на 0,5 млрд. руб в год. Однако проблема эта сложная и подлежит дальнейшему изучению.

Водообеспечение стало одним из определяющих факторов развития народного хозяйства в Донбассе. По системе каналов Донбасс снабжается водой рек Днепра и Северского Донца. Построено 4,5 тыс. км магистральных водоводов, свыше 500 водозаборных скважин, около 200 фильтровальных и насосных станций, более 20 водохранилищ.

На территорию Донецкого и Криворожского бассейнов ежегодно передается более 2 млрд. м³ воды. Часть ее идет на орошение, часть — в промышленность, более половины (питьевая вода) поступает населению и на хозяйственные нужды предприятий. Для восполнения недостатка воды во многих районах геологи ведут поиск новых ресурсов подземных вод. Проводятся исследования целесообразности переброски вод северных рек.

В США, Канаде, Великобритании и ряде других стран обсуждается вопрос о буксировке из северных районов Тихого океана и Атлантики айсбергов для получения пресной воды. В Северной Атлантике ежегодно образуется примерно 7 500 айсбергов, причем крупный айсберг содержит до 150 млн. т воды. В одном из проектов предлагалось буксировать айсберги в район Юс-Анджелеса и там растапливать их под солнцем, предварительно покрыв

¹ Народное хозяйство СССР в 1983 г. (Статистический справочник). М. Финансы и статистика, 1984, с. 379.

угольной пылью. Французские специалисты предложили проект буксировки айсбергов среднего размера из Антарктиды в Персидский залив или Красное море для использования в Саудовской Аравии. Однако многие проблемы остаются нерешенными, а экономика такого мероприятия представляется пока неясной, хотя некоторые полагают, что этот способ «производства» пресной воды будет дешевле опреснения морской

2. ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА НА ГИДРОСФЕРУ

ВТ Транспорт — один из крупнейших потребителей пресной воды. Большое количество воды используется всеми видами транспорта для различных технологических и технических целей (пар для турбин, для охлаждения двигателей, жидкости для мойки и экипировки подвижного состава и прочих процессов). Водные виды транспорта непосредственно влияют на степень загрязнения воды. Кроме того, благодаря круговороту воды в природе на ее качество существенно влияет загрязнение суши и атмосферы всеми видами транспорта.

С Самыми крупными потребителями пресной воды являются железнодорожный и автомобильный транспорт; флот и предприятия речного и морского транспорта также расходуют существенную долю воды. Важно отметить, что с переводом железных дорог с паровой тяги, где вода (в виде пара) служила рабочим телом на паровозах, на электрическую и тепловозную расход воды не только не уменьшился, как ожидалось, но продолжает возрастать, что связано с общим ростом транспорта, в частности с увеличением протяженности сети и объема перевозочной работы, благоустройством транспортных предприятий и др.

Однако определенная доля воды расходуется бесполезно в виде утечек через неплотности водопроводной сети и арматуры. На некоторых пунктах зимой во избежание замерзания воды в трубопроводах преднамеренно не закрывают водоразборные краны, в результате расход воды увеличивается.

Бережное расходование воды на производственные и бытовые нужды должно стать повседневной нормой каждого человека. С 1982 г. введена плата за использованную воду предприятиями. Чтобы не расходовать питьевую воду на технические цели, в промышленных центрах сооружаются специальные промышленные водопроводы. Такие же водопроводы сооружены и в Москве, в том числе юго-восточный для

питания предприятий очищенными сточными водами с Ново-Курьяновской станции.

Железнодорожный транспорт 80—85% воды получает от собственных (ведомственных) систем. Остальная потребность удовлетворяется промышленными или коммунальными водопроводами. Систематически ведутся работы по реконструкции, усилению и созданию новых систем водоснабжения, включая сооружение насосных станций, продольных водопроводов, фильтровальных сооружений и др. Например, за десятилетие 1971—1980 гг. введено в строй 4 200 артезианских скважин, автоматизировано 2 500 насосных станций, реконструировано (восстановлено) 1739 фактически брошенных, якобы бесперспективных, пунктов водозабора.

Серьезную проблему представляет ликвидация так называемого привозного водоснабжения, т. е. развоза воды по безводным станциям в цистернах, как правило, по железной дороге с затратой до 10 руб. за 1 м³. Особую актуальность это имеет для Казахстана, где необходимо сооружение примерно 1 500 км продольных водопроводов и изыскание местных подземных источников воды, в частности, на более глубоких горизонтах.

В народном хозяйстве получают развитие также системы опреснения местных соленых вод, используемых и на транспорте. Пока еще немногочисленные установки создаются или работают на разных принципах и, в частности, поверхностного испарения, электролиза, гиперфльтрации, адсорбции. Для удешевления процесса обессоливания воды большой интерес представляет гелиоопреснение, т. е. использование для этой цели солнечного тепла. Две опытные установки гелиоопреснения работают ныне в двух пунктах Туркменской ССР общей площадью испарения 600 м² и производительностью 2 400 м³ в год (стоимость 3,78 руб./м³). Имеются основания считать, что подобные системы в недалекой перспективе будут в 2—3 раза экономичнее привозного водоснабжения.

Наряду с развитием систем водоснабжения осуществляются меры по сокращению расхода пресной воды на транспорте. На это направлено, например, установление научно обоснованных норм водопотребления на основные технологические процессы. Введение таких норм уже само по себе стимулирует расширение систем повторного и оборотного использования воды на производстве.

Все виды транспорта в той или иной степени вызывают

загрязнение водного бассейна. Транспортные предприятия (станции, депо, заводы, порты, базы и пр.) и транспортные средства (автомобили, суда, локомотивы, самолеты) до недавнего времени сбрасывали по системам канализации или непосредственно в реки, озера и моря отходы, загрязненную воду. Вместе с отработавшими газами двигателей в воду проникают масло, несгоревшее топливо, сернистые соединения, свинец и другие вещества. Гидросфера загрязнялась, а местами загрязняется до сих пор поверхностными стоками с территорий станций, портов, автобаз, автозаправочных станций, ремонтных заводов. Эти стоки содержат большей частью нефть и ее производные, а также антисептики, поверхностно-активные вещества, фенолы, кислоты, щелочи, соли металлов и многие другие загрязнители.

Наиболее распространенными загрязнителями, которые вносятся транспортом в гидросферу, являются нефть и нефтепродукты. Следует отметить, что какая-то их часть попадает в воду с суши, особенно в районах размещения крупных предприятий железнодорожного, морского, речного и автомобильного транспорта, складов и баз горюче-смазочных материалов, автозаправочных станций и т. п.

К 70-м годам XX столетия многие крупные реки и озера, а также моря оказались в той или иной мере загрязненными. В наибольшей степени загрязнены крупнейшие реки и озера в развитых капиталистических странах. Реку Потомак у Вашингтона американцы называют открытой помойной ямой. В сточную канаву Европы превратился Рейн, некогда воспетый Гейне за красоту и чистоту своих вод. Мертвым называют американцы озеро Эри. Опасно заражено Женевское озеро. Появление в странах Западной Европы и в Америке торговли питьевой водой в банках, привезенной за тысячи километров (например, из Норвегии), говорит о неблагоприятном состоянии пресных водоемов во многих странах, даже там, где она была всегда в изобилии.

Загрязнены нефтью воды многих морей, особенно в бассейне Средиземного моря, в частности, в районах Неаполя, Венеции и Генуи, Марселя.

Нефтяная пленка задерживает на 35—40% ультрафиолетовое излучение и тем самым снижает интенсивность фотосинтеза и образование биомассы в океане. Она же затрудняет обмен кислородом между гидросферой и атмосферой, а находящаяся в воде 1 т нефти поглощает почти весь кислород, растворенный в 400 000 т воды. Нефть не только плавает,

но и тонет, отравляя глубинные массы воды. По различным оценкам, количество «утонувших» углеводов может достигать 60 млн. т. Уже сегодня ущерб по объему морепродуктов, которыми пользуется человек, оценивается 20 млн. т в год, или около 25%. Более грозные последствия загрязнения океана нефтью могут проявиться через влияние этого загрязнения на климат Земли в целом! Проблема заключается в том, что нефтяная пленка снижает испаряемость воды и, следовательно, уменьшает количество водяных паров в атмосфере, что в свою очередь повышает вероятность засух и других неблагоприятных явлений. Поэтому важной задачей настоящего времени является сокращение или полное прекращение спуска в водоемы загрязненных производственных и бытовых вод.

В Советском Союзе проблема борьбы с загрязнением водоемов решается путем строительства на соответствующих предприятиях, в том числе и транспортных, очистных сооружений и созданием оборотных систем водоснабжения.

В настоящее время транспортные министерства и ведомства осуществляют большую программу по разработке, освоению производства и выпуску новых более совершенных видов оборудования для сооружений по очистке сточных вод. Разрабатывается также система приборов для контроля качества и степени загрязненности воды. В бассейнах рек Волги и Урала на крупнейших предприятиях региона и в 15 городах намечено строительство соответствующих очистных сооружений общей стоимостью 1 млрд. руб. Одновременно осуществляются мероприятия по полному прекращению сброса неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод во всех городах, расположенных в бассейнах рек Волги и Урала. Приняты конкретные меры по очистке сбрасываемых вод и в другие речные бассейны страны.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР в постановлении «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов Черного и Азовского морей» от 16 января 1976 г. наряду с положительным опытом указали, что строительство очистных сооружений в ряде городов и других населенных пунктов осуществляется медленно и что хозяйственно-бытовые сточные воды сбрасываются в реки и иные водоемы без надлежащей очистки. В постановлении даны поручения соответствующим партийным и хозяйственным органам об осуществлении комплекса мероприятий, обеспечивающих полное прекращение сброса неочищенных хозяйственно-бытовых и промышлен-

ных сточных вод в водоемы бассейнов Черного и Азовского морей. В соответствии с этим постановлением внедряется прогрессивная технология производства, предотвращающая загрязнение внешней среды, комплексная переработка сырья, утилизация промышленных отходов и строятся эффективные очистные сооружения и обезвреживающие установки. Усилен контроль за соблюдением установленных правил применения ядохимикатов.

Госкомитет СССР по науке и технике и Госстрой СССР организуют разработку и контролируют выполнение планов научно-исследовательских работ, проводимых в области рационального использования и охраны водных ресурсов с учетом передового отечественного и зарубежного опыта. Некоторые проблемы разрабатываются в сотрудничестве с учеными социалистических и некоторых капиталистических стран.

Разработана Международная программа научных исследований и подготовки специалистов «Человек и биосфера» (МАБ), ведущаяся под контролем и при участии стран — членов Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). Значительную работу по этой программе выполняют СССР и другие социалистические страны. На долю социалистических стран приходится около четверти всех полевых научно-исследовательских тем. Кроме того, СССР участвует во всех 14 международных проектах программы.

Научные и практические работы ведутся в двух основных направлениях, а именно: создание процессов и приборов для достоверного объективного контроля за чистотой воды во всех ответственных звеньях систем водоснабжения и особенно за чистотой вод, сбрасываемых в водоемы; разработка систем и агрегатов для непосредственной очистки загрязненных стоков.

В настоящее время качество воды контролируется в 1200 пунктах важнейших рек, озер и морей. В стране действует также специальная контрольная служба, осуществляющая систематический и выборочный физико-химический анализ проб промышленных и бытовых стоков, особенно в районах наиболее вероятного загрязнения гидросферы. При этом используются новые методы, а также более совершенные стационарные и портативные приборы.

Начинают применяться системы автоматического контроля и анализа воды, в частности, в Москве-реке. Датчики

Важное

автоматической системы непрерывно контролируют семь параметров воды и сообщают их центральной ЭВМ. В случае выброса в реку вредных веществ ближайшая станция немедленно обнаружит их и подаст сигнал в центр. Источник загрязнения своевременно будет перекрыт.

3. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, СБРАСЫВАЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Методы очистки воды подразделяются на механические, химические и биологические.

Механическая очистка состоит в отстое воды в особых емкостях или наземных водохранилищах, а также в пропуске ее через фильтры, задерживающие твердые частицы, находящиеся во взвешенном состоянии, и значительную часть нерастворенных углеводов. При крупных базах горючего и автозаправочных станциях действуют установки, улавливающие нефтезагрязнители, попадающие на землю прежде, чем они будут унесены поверхностными или грунтовыми водами в водоемы. Так, по проекту института Мосводканалниипроект построены и эксплуатируются очистные установки — отстойники, в которые стекает загрязненная дождевая вода. Здесь фильтры из древесных стружек и отходов от производства нетканых материалов задерживают твердые частицы и нефтепродукты, а очищенная вода сбрасывается в систему канализации. Один агрегат может очистить до 20 м^3 в час. Аналогичные устройства вводятся в больших автокомбинатах, локомотивных депо, ремонтных заводах и других транспортных предприятиях.

Однако следует признать, что эти устройства уже не могут удовлетворять современным требованиям, и их заменяют более совершенными. Например, на железнодорожном транспорте внедряются более эффективные отстойники для осветления мутных и окрашенных вод. Для более полного отделения нефтепродуктов созданы флотационные установки, которыми оборудованы сотни депо, ремонтные заводы, шпало-пропиточные предприятия.

При химической очистке используют соответствующие реагенты, которые удаляют или нейтрализуют вредные химические примеси, находящиеся в сточной воде. На крупных ремонтных заводах, депо, базах, на всех видах транспорта

начинают применяться замкнутые системы, где синтетические моющие вещества после обмытки подвижного состава, различных агрегатов и деталей (перед ремонтом, окраской, хромированием и другими операциями) не сбрасываются в канализацию, а регенерируются и используются повторно. В таких системах отработавший моющий раствор отстаивается, затем из него удаляется выпавший на дно бака шлам и всплывшие на поверхность нефтепродукты и, наконец, если раствор сильно загрязнен мелкодисперсными частицами, его подвергают второму циклу очистки с помощью коагулянтов. В качестве таких реактивов применяется, в частности, сернокислородное железо и гидрат окиси магния или их смеси. После добавления их в раствор на дно выпадает осадок, который удаляют, а осветленный раствор с добавлением свежей порции моющего вещества поступает в работу. Удаленные из раствора шламы уничтожают, а нефтепродукты используют в качестве топлива.

К этой категории очистки можно отнести также насыщенные воды кислородом (озоном) и хлором с целью уничтожения опасных микробов. Ионизация (активизация) кислорода и нагнетание его в очищаемую воду сопровождаются быстрым окислением многих вредных примесей и выпадением их в виде хлопьев, которые затем удаляются из воды. Присутствие активного кислорода пагубно влияет на бактерии, грибки, вирусы.

При биологической очистке сточных вод используют соответствующие микроорганизмы для разложения вредных веществ, трудноподдающихся или неподдающихся химическому воздействию. Основным средством биологической очистки на ряде предприятий служит обычный осадочный ил, содержащий микробы. Для поддержания высокой активности ила (микроорганизмов) его периодически перемещают из рабочих аэротенков в особый бассейн с водой, богато насыщенной кислородом (для «отдыха»).

В поисках эффективных и надежных средств и методов очистки сточных и загрязненных вод все чаще обращаются к биологическим методам, заимствованным у природы. К перспективным биологическим методам можно отнести очистку воды с помощью растений. Установлено, что тростники, камыши, ирисы и некоторые другие растения поглощают такие неорганические загрязнители, как нитриты, фосфаты, металлы, а также органические весьма ядовитые фенолы. Растения

отфильтровывают (задерживают) также мелкие частицы нерастворимых загрязнителей и, выделяя в воду кислород, способствуют жизни в ней рыб, моллюсков, разнообразных бактерий, которые в свою очередь работают как очистители.

Жители Судана давно используют растения для осветления воды, взятой из Голубого Нила, перед тем как ее пить. Однако применение этого метода в промышленных масштабах только начинается.

В Крефельде (ФРГ) рейнская вода после предварительной химической очистки распыляется в водоемы, засаженные камышом. При этом она насыщается кислородом и благодаря растениям почти полностью очищается от оставшихся вредных примесей, в особенности от ядовитых органических соединений и патогенных бактерий.

В Нидерландах сточные воды очищаются в траншеях, засаженных тростником. Утверждают, что такая обработка обходится в 4 раза дешевле обычных способов. В США используются естественные и искусственные болота для очистки бытовых сточных вод. Той же цели служат лагуны Миссисипи. В Фриденсвилле (Пенсильвания) проводились опыты по использованию тростника для удаления из воды цинка, сульфидов и др.

Следует иметь в виду, что метод очистки вод с помощью растений требует сравнительно больших площадей для очистных сооружений, а зимой растения «не работают». Тем не менее, в сочетании с другими этот метод может оказаться весьма эффективным.

Генеральным направлением экономии воды для производственных нужд и предотвращения загрязнения гидросферы

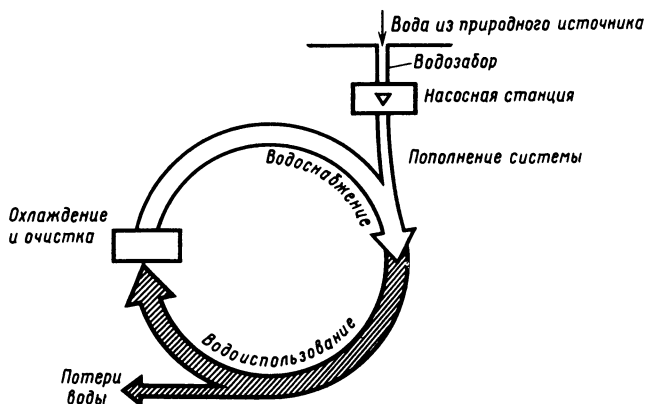


Рис 4 Принципиальная схема оборотного водоснабжения

является создание на предприятиях замкнутых оборотных систем водоснабжения, создание которых, как правило, дешевле крупных очистных сооружений. В замкнутых системах определенное количество воды, выполнив заданную функцию (например, охлаждения агрегатов), восстанавливается в первоначальных качествах, т. е. охлаждается, очищается от загрязнителей и повторно используется по назначению (рис. 4). В идеале этот цикл мог бы повторяться бесконечно. Но фактически потери воды главным образом от испарения достигают 5—10%. Как показывает опыт, расход воды на предприятиях с замкнутой системой водоснабжения резко снижается.

Во многих районах страны на транспортных предприятиях введены системы оборотного водоснабжения. Оно заключается в передаче воды на повторное использование после соответствующей обработки (фильтрования, отстаивания, охлаждения) в другом технологическом процессе или в другой системе. Например, передача воды с производства в системы отопления, на сельскохозяйственный полив, мойку транспортных средств и т. п.

В настоящее время в нашей стране до 69% общего водопотребления на производственные нужды получают из оборотных или последовательных систем водоснабжения. Однако число и мощность их на транспорте пока недостаточны.

Так, Волжское объединенное пароходство Министерства речного флота РСФСР, расходующее на своих предприятиях более 3 млн. м³ воды, 36,1% потребности обеспечивает за счет водооборотных систем, а более крупное по расходу воды Северное пароходство (3,8 млн. м³) и пароходство «Волгостанкер» (1,7 млн. м³) удовлетворяют за счет водооборота лишь 0,5% потребности.

ТРАНСПОРТ И АТМОСФЕРА

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ

Атмосферный воздух в основном состоит из двух компонентов, а именно: азота (78,09%) и кислорода (20,95%). В небольших количествах в воздухе содержатся инертные газы (неон, криптон, ксенон), углекислота и некоторые другие.

С развитием экономики и ростом населения нарастающими темпами увеличивается расход воздуха, точнее атмосферного кислорода. При этом наблюдается изменение состава воздуха и его загрязнение вредными веществами. Такие изменения распределены неравномерно по поверхности планеты. В современных крупных промышленных и густонаселенных центрах состав воздуха существенно отличается от средней структуры атмосферы Земли. Промышленные центры и индустриальные города, образно говоря, накрыты, словно гигантским колпаком толщиной в сотни и тысячи метров, облаками из удушливого, отравленного газами и аэрозолями воздуха.

Ученые отмечают убыстряющийся процесс насыщения атмосферы углекислым газом за счет сокращения удельного содержания в ней кислорода. По данным акад. Е. К. Федорова, концентрация углекислоты в воздухе возрастает на 0,2% в год, и есть основания полагать, что к 2000 г. количество углекислоты в атмосфере увеличится на 15—20%.¹ При сложившемся темпе роста углекислоты содержание ее в атмосфере через несколько десятилетий может достигнуть предельно допустимого уровня.

Углекислый газ легко растворяется в воде и поэтому океан рассматривается как основной ее поглотитель. Морская вода аккумулирует около 95% углекислого газа, имеющегося на Земле. Однако пока неизвестно, какое время потребуется на «усвоение» океаном избытка этого газа в атмосфере.

Кроме углекислоты, воздушный океан^{воз} загрязняется более вредными для здоровья людей и всего живого мира веществами. Среди них следует выделить окись углерода (угарный газ), сернистые соединения, несгоревшие углеводороды, окислы азота, твердые аэрозоли (зола, сажа, пыль).

Все транспортные средства с автономными первичными двигателями в той или иной степени загрязняют воздух выхлопными газами. В отработавших газах транспортных двигателей, кроме паров воды, обнаружено более 200 химических соединений и элементов. Наиболее вредными и опасными для здоровья людей и живого мира считают окись углерода, окислы азота, сернистые соединения и несгоревшие углеводороды. Поэтому борьба за чистоту воздуха становится одной из актуальнейших проблем сегодняшнего дня.

¹ Человек и стихия. М.: Гидрометеиздат, 1973, с. 28

2. ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА НА АТМОСФЕРУ

В настоящее время главными источниками загрязнения воздушного бассейна являются промышленные предприятия и транспорт, в основном автомобильный.

По данным США, в 1980 г. на его долю приходилось более 55% общей массы загрязнителей, при этом особенно много выделялось окиси углерода (81%). В табл. 5 приводятся данные о количестве выбросов основных загрязнителей в атмосферу на территории США.

Как видно на табл. 5, транспорт выделяет значительную часть загрязнителей, превышающую или соизмеримую с долей, приходящейся на энергетику, промышленность и прочие сферы экономики.

Необходимо отметить, что размеры влияния различных видов транспорта на атмосферу неодинаковы и зависят от особенностей и степени развития того или иного транспорта. В табл. 6 приведен объем загрязнений от отдельных видов транспорта.

Из табл. 6 видно, что именно наземный транспорт доминирует в загрязнении атмосферы. Если при этом учесть автозаправочные станции и дороги, то можно считать, что в США наземный транспорт (в основном автомобильный) выделяет в атмосферу до 97% загрязняющих ее веществ.

Количество загрязнений безусловно варьируется в зависимости от структуры транспортной системы, но можно

Таблица 5. Выделение загрязнителей в атмосферу в США (данные 1980 г.)

Источники загрязнения	Количество загрязнителей, млн т					
	СО	Твердые частицы	SO _x	СН	NO _x	Итого
Транспорт	69,1	1,4	0,9	7,8	9,1	88,3
Стационарные топливные установки	2,1	1,4	19,0	0,2	10,6	33,3
Промышленные процессы	5,8	3,7	3,8	10,8	0,7	24,8
Сжигание отходов	2,2	0,4	<50 тыс. т	0,6	0,1	3,3
Прочие	6,2	0,9	<50 тыс. т	2,4	0,2	9,7
Всего:	85,4	7,8	23,7	21,8	20,7	159,4

Таблица 6 Выделение загрязнителей в атмосферу в США в результате деятельности транспорта (данные 1979 г)

Источники загрязнения	Количество загрязнителей, млн т					
	СО	Твердые частицы	SO _x	СН	NO _x	Итого
Наземный транспорт	81,5	6,1	0,7	9,2	9,5	107,0
Воздушный транспорт	0,9	0,07	0,01	0,2	0,1	1,3
Водный транспорт	1,4	0,04	0,2	0,5	0,2	2,4
Автозаправочные станции	—	—	—	1,1	—	1,1
Автомобильные дороги	—	29,7	—	—	—	29,7
Всего.	83,9	35,9	0,9	11,0	9,8	141,4

утверждать, что наземные виды оказывают наибольшее негативное воздействие на атмосферу. В несколько меньших размерах на атмосферу воздействуют двигатели внутреннего сгорания других видов транспорта. Основная часть вредных веществ поступает в атмосферу в результате несовершенного сгорания топлива, поэтому о степени воздействия транспорта на природную среду можно приблизительно судить по объемам потребления топлива.

Примерная структура потребления топливно-энергетических ресурсов в СССР

Отрасли	%
Транспорт	13,0
Промышленность	54,1
Сельское хозяйство	6,5
Коммунально-бытовое хозяйство	20,3
Прочие	6,1
Всего	100,0

При анализе этих данных надо учитывать, что 13% общих топливно-энергетических ресурсов потребляют только магистральные виды транспорта (общего пользования), не включающие в свой состав промышленный, городской и индивидуальный. Для оценки степени влияния транспорта на атмосферу необходимо принимать в расчет относительно меньший к. п. д. транспортных средств по сравнению с более

экономичными стационарными установками энергетики и промышленности. С учетом отмеченных факторов доля всего транспорта страны в загрязнении среды может быть оценена примерно в 25% по всем загрязнителям и 50% — по окиси углерода, причем подавляющая часть загрязнителей отравляет атмосферу городов, особенно крупных.

В настоящее время ежегодные выбросы загрязняющих примесей в атмосферу в ряде случаев уже сопоставимы с их равновесным содержанием в воздухе. По некоторым данным выбросы окиси углерода в 50-х годах составили около 200 млн. т в год, в 70-х — около 700 млн. т и при сохранении таких же темпов роста к 2000 г. могут достигнуть 2 000 млн. т в год.

В настоящее время принимаются конкретные необходимые меры борьбы с загрязнением воздушного бассейна, тем не менее проблема остается острой и требует дальнейших усилий для своего разрешения.

3. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Первым неременным условием успеха в борьбе за чистоту воздуха является контроль за состоянием атмосферы в населенных пунктах в соответствии с законом «Об охране атмосферного воздуха» от 1 января 1981 г. Постоянный контроль, осуществляемый органами санитарного надзора СССР во всех крупных городах и промышленных центрах, позволяет знать не только состав и концентрацию вредных примесей, но и источники загрязнения.

Чистота воздуха в нашей стране проверяется более чем в 350 городах. Лаборатории санитарно-эпидемиологической службы Москвы, например, несколько раз берут пробы воздуха в определенных пунктах для анализа. В необходимых случаях пробы забираются с трех уровней: на высоте роста человека (зона непосредственного дыхания), на высоте 15—20 и 35—40 м. Независимо от этого обсерватория на Останкинской телебашне несколько раз берет пробы воздуха с трех более высоких уровней (до 300 м) с помощью автоматов. Обычно степень насыщенности воздуха окисью углерода, сернистым ангидридом, углеводородами и другими газами и парами определяется путем пропускания воздуха через специальные жидкие реактивы-поглотители, а концентрация в

нем аэрозолей, преимущественно пыли и сажи, — протягиванием определенного объема воздуха через тканевые фильтры.

Первые отечественные автоматические станции слежения за состоянием воздушного бассейна города были установлены в Ленинграде и Москве. Такие лаборатории, размещаемые обычно в районах концентрации промышленных предприятий, способны фиксировать появление вредных примесей в атмосфере в радиусе нескольких километров от источника выброса.

В последние годы в нашей стране и за рубежом для контроля состояния атмосферы начинается применение более сложной техники и процессов. Так, Институтом физики атмосфера (ИФА) с 1973 г. ведется регулярный контроль за содержанием окиси углерода в толще атмосферы над Москвой с помощью спектроскопической установки, которая регистрирует спектры пропускания солнечного света через атмосферу. Экспедиционные наблюдения содержания СО в атмосфере были проведены также в Новосибирске, Днепропетровске и Ереване, причем в последнем наблюдались явные пики концентрации СО в вечерние и утренние периоды суток, что связывается с ростом интенсивности автомобильного движения.

В сотрудничестве с советскими учеными система подобного контроля создана в Софии. Установка ИФА позволяет измерять также содержание в атмосфере метана и закиси азота.

В Роттердаме, где воздушный бассейн загрязнен чрезвычайно сильно из-за нахождения здесь крупнейших нефтеперегонных, химических и других предприятий, действует автоматическая система контроля и оповещения о состоянии атмосферы в 30 пунктах этого города. Датчики системы, размещенные вблизи основных источников загрязнения, следят за содержанием в воздухе двуокиси серы и немедленно посылают сигнал в ЭВМ, если концентрация ее превысила допустимые размеры. ЭВМ фиксирует фактический уровень загрязненности и отмечает на электронной карте местонахождение предприятия, превысившего предел загрязнения.

Новейшие системы дистанционного контроля воздуха включают лазерную, инфракрасную и телевизионную технику. Одна из лазерных локационных установок создана в НИИ прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко (БССР). Луч лазера, направленный в район нахождения

облака дыма, отражается от него и фиксируется телекамерой. Чем больше загрязнен воздух, тем сильнее отраженный сигнал. По уровню светового эха определяется степень загрязненности воздуха, а эффект локации устанавливает расстояние до источника загрязнения.

Объективная оценка чистоты атмосферы невозможна без научно обоснованных норм допустимого содержания загрязнителей. По советским весьма строгим санитарным нормам предельно допустимая концентрация (ПДК) окиси углерода в воздухе не должна превышать: разовая — 6 мг на 1 м³ воздуха и среднесуточная — 1 мг на 1 м³ воздуха.

Москва и другие города СССР отличаются значительно более чистой атмосферой по сравнению с крупными центрами развитых капиталистических стран. Так, загрязненность воздуха окисью углерода составляет: в Лос-Анджелесе — 88 мг/м³, в Детройте — 160 мг/м³, в Париже — 200 мг/м³, в Лондоне — 300 мг/м³, в Риме — 565 мг/м³.

Однако, как ни важен контроль состояния атмосферы, он является только средством для разработки и принятия мер по предупреждению опасного загрязнения атмосферы и снижению концентрации в ней вредных веществ.

4. ПУТИ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В АТМОСФЕРЕ

Задачу снижения загрязнений атмосферы можно рассматривать применительно к стационарным транспортным предприятиям и к подвижным транспортным средствам. Обе задачи имеют свою специфику, и если по отношению к транспортным предприятиям пути решения близки или совпадают с направлением реализации задачи в промышленности, то для подвижных транспортных средств разрабатываются свои мероприятия, в результате осуществления которых обеспечивается снижение количества вредных веществ.

Одним из наиболее доступных средств снижения уровня загрязненности воздуха в городах и промышленных центрах считается сооружение в системе топливосжигающих установок предприятий транспорта и промышленности высоких дымовых труб. Поднимая продукты сгорания на большую высоту, такие трубы способствуют рассеиванию их на более значительных территориях, что существенно снижает концентрацию вредных примесей в атмосфере городов.

Обычно трубы имели высоту 30—50 м. В настоящее время на ряде крупных промышленных предприятий в Москве сооружены трубы высотой до 250 м. Следует заметить, что такие трубы особенно с выходным отверстием диаметром 10—12 м представляют сложное сооружение, тем не менее их строят.

В Донбассе возведена самая высокая в стране промышленная труба высотой 320 м (заметим, что высота Эйфелевой башни в Париже 300 м).

Предложена конструкция трубы, которая ускоряет и повышает рассеивание продуктов сгорания. Специальные приспособления повышают скорость потока газов и поток как бы ввинчивается в верхние слои атмосферы. В частности, предложена конструкция «трубы в трубе», где поток газов идет по концентрическому кольцу между стволами труб со скоростью 40 м/с.

Иногда в большой трубе размещается 2—3 трубы, по которым идет дым. Подобная многоствольная труба спроектирована для ТЭЦ-25 в Москве.

Высокие трубы в сотни и даже тысячи раз снижают концентрацию вредных газов и аэрозолей (пыли, сажи и золы) в районах их расположения. Однако они не обеспечивают кардинального решения проблемы. Поднимая дымы на большие высоты, они способствуют перемещению их на большие расстояния. Так, из промышленных районов Центральной Европы и Великобритании часто заносятся токсичные газы и аэрозоли на территорию Швеции и Норвегии.

Поэтому основные усилия сегодня направляются на разработку и применение процессов более полного сгорания топлива в стационарных установках и оборудования их очистными системами. Отопительные котлы, переведенные с традиционного факельного сжигания жидкого топлива на процесс сжигания с избытком воздуха (с наддувом), стали выбрасывать с дымом примерно в 2—2,5 раза меньше некоторых загрязняющих компонентов (в основном СО и С). Но таких систем пока мало.

Работа по применению очистных сооружений также находится в начальном этапе. Проведенная в 1980 г. на железнодорожном транспорте инвентаризация источников загрязнения атмосферы предприятиями этой отрасли показала, что только заводы по ремонту подвижного состава, дающие 13,4% всех выбросов, обеспечены газо- и пылеулавливаю-

щими установками на 67,1%, а другие — существенно меньше¹.

Очистка газов, т. е. улавливание вредных компонентов, входящих в состав дымовых газов, — задача сложная и капиталоемкая. В настоящее время в наибольшей степени реализованы и намечаются к вводу так называемые абсорбционные методы очистки газов, т. е. улавливание загрязняющих веществ в основном с помощью различных фильтров.

Очистка отработавших газов от пыли (твердых аэрозолей) осуществляется с помощью электрофильтров и тканевых фильтров из термостойких материалов (включая металлические). Однако при указанных методах накапливаются большие массы вторичных отходов — шламов, создающих новые проблемы. Поэтому разрабатываются более совершенные технологические циклы, когда отходы перерабатываются в товарную продукцию. Примером такой продукции следует считать золу уноса, выбрасываемую обычно трубами ТЭЦ. Эта зола может быть широко использована как вяжущий компонент при строительстве автомобильных дорог и приобретает особую ценность в условиях дефицита цемента и битума.

Процессы и техника улавливания сернистого ангидрида значительно более сложны. Для этого применяют различные установки. Для улавливания сернистого ангидрида в нашей стране отдается предпочтение так называемому аммиачному и магnezитовому методам, позволяющим получать товарную серную кислоту и восстанавливать реагенты. Над совершенствованием этих методов работают многие организации. Однако они остаются сложными и дорогостоящими. Об установках первого поколения для улавливания сернистого ангидрида на электростанциях говорили, что они настолько громоздки, что сама ТЭЦ выглядит приложением к очистным сооружениям. Такие очистные установки поглощали до 40% общих эксплуатационных расходов ТЭЦ. Поэтому ряд специалистов считает более экономичным процесс очистки топлива от серы перед сжиганием. В этом случае сернистый топочный мазут, содержащий обычно до 4% серы, после его обработки имеет только 0,5—1% серы.

Продолжаются поиски технологии для снижения вредности других компонентов дымовых газов. Так, предложен

¹ Железнодорожный транспорт, 1981, № 11, с 63

метод дожигания окиси углерода, углеводородов, аммиака, спиртов, альдегидов, фенолов в дополнительной малогабаритной камере сгорания (типа реактивных самолетных двигателей).

Специалистами исследовательской лаборатории в Гливице (ПНР) разработан метод нейтрализации соединений серы с помощью добавок к дыму аммиака. Получающиеся аммиачные соли, рассеиваясь вместе с дымом, по существу выполняли роль подкормки растений в зоне осаждения указанных солей.

В городах Западной Европы и Америки, где атмосфера в наибольшей степени загрязнена, городские власти вынуждены устанавливать системы очистки самого массива городского воздуха, особенно в районах его наибольшего загрязнения. Так, в Париже проводился эксперимент по установке на улице мощного фильтра (в виде большой тумбы) с суточной производительностью около 350 тыс. м³ воздуха. Другая идея (США) состояла в том, чтобы использовать существующую в городах систему удаления ливневых и талых вод с поверхности улиц. Расположенная под землей эта система состоит из зарешеченных с поверхности колодцев, подземных труб и емкостей большого сечения. В них, по мысли авторов, и должны быть установлены очистительные фильтры для прогонки через них загрязненного воздуха мощными воздушными насосами. При этом предлагалось улавливать некоторые загрязнители (например, серу), превращая их в полезные ресурсы. Безусловно, подобные методы не устраняют причин загрязнений, потому эффективность такого подхода вызывает сомнения.

Более действенными представляются попытки повлиять на будущее новое строительство, предъявляя к проектируемым предприятиям более жесткие требования. Министерство торговли и промышленности Японии разработало систему прогнозирования степени загрязнения воздуха от каждого вновь строящегося предприятия. В систему с ЭВМ вводится информация о технологии производства на данном предприятии, метеоданные в районе его расположения, высота дымовых труб, объем и вид топлива и на основании расчетов определяется возможная загрязненность атмосферы данного района. Если по расчетам содержание загрязнителей превышает установленные стандарты, министерство предлагает изменить технологию на проектируемом предприятии.

В настоящее время во всем мире ведутся исследовательские и конструкторские работы, направленные на уменьшение и предотвращение загрязнения атмосферы транспортными средствами. Важное место в этих работах занимает установление норм токсичности отработавших газов, которое сводится обычно к определению весового содержания (в единице объема отработавших газов или на 1 км пробега автомобиля) окиси углерода CO , окислов азота NO_x и углеводородов CH .

В Советском Союзе среднесуточные предельно допустимые концентрации CO , NO_x и CH в атмосфере утверждены в качестве государственного стандарта и составляют 1; 0,085; 0,035 мг/м^3 соответственно. Регламентируется также дымность отработавших газов дизельных двигателей. Что касается содержания серы (сернистых соединений) и свинца, то предельно допустимое содержание этих веществ ограничивается стандартами на топливо.

Нормы токсичных веществ в отработавших газах автомобилей установлены во многих странах, причем сопоставление их свидетельствует о большом разном. Это обстоятельство говорит о том, что задача установления научно обоснованных норм остается еще далеко не разрешенной.

Работа по обоснованию норм токсичности отработавших газов проводится не только в национальных рамках, но и по совместным программам в рамках СЭВ.

Общая тенденция состоит в том, чтобы ужесточать нормы содержания токсичных веществ в отработавших газах двигателей. Однако на современном этапе развития науки и техники приходится считаться с экономическими и техническими возможностями создания таких двигателей, которые могли бы удовлетворять все более жестким требованиям.

Наибольшее внимания ученых, конструкторов и инженеров требует автомобильный транспорт, который вносит подавляющую долю загрязнений в атмосферу вообще и главным образом в пунктах скопления людей (городах).

Что касается загрязнения воздуха со стороны других видов транспорта, то здесь проблема имеет меньшую остроту, поскольку транспортные средства этих видов не концентрируются непосредственно в городах. Так, в крупнейших железнодорожных узлах все движение переведено на электропуть, и лишь на маневровой работе заняты единичные тепловозы. Речные и морские порты, как правило, размещены за преде-

лами жилых кварталов городов, а движение судов в районах портов практически незначительно. Аэропорты отстоят от городов на 20—40 км. Большие открытые пространства над аэродромами, как и над речными и морскими портами, не создают опасности высоких концентраций токсичных веществ, выделяемых двигателями. В научно-техническом аспекте данная проблема здесь также менее актуальна ввиду того, что и железнодорожный, и морской, и речной, и современный воздушный транспорт почти не используют карбюраторных бензиновых двигателей. В связи с этим проблемы и пути повышения экологичности различных видов транспорта мы начнем с автомобильного, как наиболее загрязняющего атмосферу, затем перейдем к морскому, речному, железнодорожному и др. На всех видах транспорта проводится систематическая работа по предотвращению загрязнения атмосферы ядовитыми веществами, тем более что эта задача имеет огромное значение для здоровья людей.

Проблемы и пути повышения экологичности различных видов транспорта

АВТОМОБИЛЬНЫЙ И ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

3

1. СПЕЦИФИКА АВТОМОБИЛЬНОГО И ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

В настоящее время мировой парк автомобилей превысил 400 млн. единиц, из которых 83—85% падает на легковые автомобили, а 15—17% на грузовые и автобусы. За 30 лет с 1950 по 1980 г. общий парк возрос почти в 6,5 раза, что свидетельствует об исключительно высоком темпе развития автомобильного транспорта. Из общего числа легковых автомобилей примерно 40% сосредоточено в США, 10% в Японии и 20% в четырех европейских странах: ФРГ, Франции, Италии и Великобритании.

Если отнести современный парк легковых автомобилей к населению названных стран, то на каждые 1 000 жителей в среднем придется: в США — 530 автомобилей, ФРГ — 369, Франции — 345, Великобритании — 268, Японии — 196.

Не требуется глубокого анализа, чтобы понять, насколько перегружены упомянутые страны автомобилями индивидуального пользования, концентрация которых сопровождается серьезными негативными последствиями для населения этих стран.

По прогнозам к 2000 г. общий мировой парк автомобилей достигнет гигантской цифры — 700—800 млн. единиц. Выставленные бампер к бамперу, они составят ленту в 4 млн. км, которой 100 раз можно обмотать земной шар по экватору.

Автомобильный транспорт, как в городах, так и вне городов, загрязняет главным образом атмосферу. Загрязнение идет по трем каналам: 1) отработавшими газами, выбрасываемыми через выхлопную трубу; 2) картерными газами; 3) углеводородами в результате испарения топлива из бака, карбюратора и трубопроводов.

В составе отработавших газов автомобиля наибольший удельный вес к объему имеют окись углерода (0,5—10%), окислы азота (до 0,8%), несгоревшие углеводороды (0,2—

3,0%), альдегиды (до 0,2%) и сажа. В абсолютных величинах на 1000 л топлива карбюраторный двигатель выбрасывает с выхлопными и картерными газами: 200 кг окиси углерода, 25 кг углеводородов, 20 кг окислов азота, 1 кг сажи и 1 кг сернистых соединений!

Современная автомобильная промышленность мира выпускает тысячи типов автомобилей различных назначений, в том числе более 400 базовых моделей легковых автомобилей: от легковых микролитражных с двигателями объемом до 500 см³ и мощностью 15—18 кВт до автомобилей высшего класса с двигателями 180—250 кВт и более. Типаж грузовых автомобилей и автобусов еще более разнообразен.

Следует иметь в виду, что основная масса автомобилей, особенно легковых и автобусов, концентрируется и работает в городах. Поэтому при рассмотрении влияния транспорта на среду целесообразно объединить автомобильный и городской транспорт, тем более что в большинстве городов основной вид транспорта — автобусы.

2. ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА И СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ

Исторически сложилось так, что в европейских странах строились главным образом небольшие компактные легковые автомобили с двигателями мощностью от 15—18 до 75 кВт и общей массой до 1000—1200 кг. В Северной Америке, наоборот, выпускались почти исключительно большие легковые автомобили с двигателями мощностью 150—250 кВт и массой до 2000—2500 кг. Расход топлива у таких автомобилей значителен — на 100 км пробега 17,5 л. В Великобритании, например, средний расход топлива на 100 км — 8,7 л.

Отечественные легковые автомобили расходуют округленно 10 л на 100 км пути. Среднетоннажные грузовые автомобили расходуют 20—30 л на 100 км пробега. У тяжелых грузовых автомобилей и тягачей (автопоездов) расход топлива достигает 40—50 л на 100 км пробега. То же можно сказать о городских автобусах большой и особо большой вместимости.

В последнее десятилетие во многих странах были установлены контрольные нормы для автомобилестроителей,

которые должны по определенным этапам совершенствовать конструкцию машин и повышать топливную экономичность выпускаемых автомобилей. Так, в США каждой фирме было предписано, чтобы средний расход топлива на один автомобиль не превышал: в 1978 г.— 13,1; в 1980 г.— 11,8; в 1985 г.— 8,5 л на 100 км.

Для каждого типа двигателя (карбюраторного или дизельного) при прочих равных условиях количество загрязняющих веществ, выделяемых в атмосферу, пропорционально расходу топлива. Поэтому экономия топлива одновременно по существу означает сокращение выброса токсичных веществ в атмосферу.

{Общий расход топлива автомобилями находится в прямой зависимости от степени их использования. Особенно ощутима такая зависимость для эксплуатируемого парка грузовых автомобилей.} Сокращение порожнего пробега и более полное использование грузоподъемности каждого автомобиля существенно снижают расход топлива. Так, повышение на 10% коэффициента использования пробега позволяет экономить 6,5—7% топлива, а такое повышение коэффициента использования грузоподъемности — на 7—8%. Однако наиболее существенное влияние на сокращение расхода топлива оказывает конструкция автомобилей.

Совпадение экономической и экологической проблем заставило конструкторов современных автомобилей самым внимательным образом подходить к решению любых вопросов, которые имеют хоть какое-то отношение к расходу топлива. Например, масса автомобиля всегда была в поле зрения конструктора, но она определялась главным образом параметрами прочности, надежности, долговечности. Сегодня величина массы определяется и требованием снижения расхода топлива. Прямое влияние массы на расход топлива сказывается особенно сильно на режимах разгона и замедления, которые в условиях городского движения составляют 30—40% общего времени, затрачиваемого на поездку. Основное направление здесь — замена стали и чугуна легкими алюминиевыми сплавами, пластмассами и композитными материалами, а также применение штамповки вместо литья. Так, на ряде автомобилей из легких сплавов отлиты не только блоки цилиндров и картеры коробок передач, но изготовлены колеса, капоты, крышки багажников, бамперы и др. А у экспериментальной модели автомобиля фирмы * Мерседес-Бенц, помимо указанного, из легких сплавов вы-

полнены и двери. Разработана однолистовая рессора массой 2 кг из карбо волокна, которая может заменить стальную массой 12,7 кг.

Важное значение с рассматриваемых позиций стали придавать и аэродинамике автомобиля. Если ранее форма кузова легковых автомобилей определялась прежде всего требованиями комфорта и эстетики, то теперь она диктуется необходимостью всемерного снижения сопротивления воздуха при движении, особенно на больших скоростях, когда значительно повышается расход топлива. Требования аэродинамики особенно важны для грузовых автомобилей и автопоездов, обращающихся в междугородных сообщениях с высокими скоростями.

Приблизительно считают, что суммарная затрата энергии (топлива) на преодоление сопротивления воздуха во время движения автомобилей составляет примерно 7% всей энергии, расходуемой на автомобильном транспорте. Задача улучшения аэродинамики автомобилей состоит в том, чтобы уменьшить прежде всего лобовое сопротивление воздуха, а также снизить до возможного минимума турбулентность воздушного потока (завихрения).

Основными путями снижения сопротивления воздуха являются уменьшение площади поперечного сечения автомобиля (проекции на вертикальную плоскость), применение обтекаемых форм с закруглением углов на кузове, установка специальных обтекателей и экранов на автопоездах с полуприцепами, использование вертикальных и горизонтальных панелей (дефлекторов), закрывающих зазоры, в особенности между тягачом и полуприцепом, и снижающих степень завихрения обтекающего воздуха.

Работы, выполненные во многих странах, позволяют считать, что снижение сопротивления воздуха на 10% дает 4—5% экономии топлива, а в целом улучшение аэродинамики может обеспечить сокращение расхода топлива до 15%.

Экономичность автомобилей повышают и другими методами. Например, для снижения сопротивления качению колеса применяют покрышки с радиальным расположением корда, устанавливают микро-ЭВМ для выбора оптимального режима работы двигателя в зависимости от условий, используют системы выключения из работы ряда цилиндров двигателя в случае, когда от него не требуется большой мощности, и т. п.

Первостепенное значение для уменьшения загрязнения атмосферы автомобилями имеет техническое состояние автомобильного и автобусного парков. Полностью исправный автомобиль расходует меньше топлива и уже этим способствует снижению уровня загрязнения воздуха. Но главное внимание должно быть направлено на содержание в исправности топливной аппаратуры и системы зажигания.

Исследованиями и практикой эксплуатации, например, установлено, что одна неработающая свеча у двигателя повышает расход топлива на 15—20%, неисправный экономайзер карбюратора — на 10—15%, снижение температуры охлаждающей воды до 35—40°C — на 10—12%, неисправный регулятор угла опережения зажигания — на 6—10%, наличие нагара в камерах сгорания — на 7—8%. Неисправность одной форсунки у дизеля повышает расход топлива на 22—28%.

У бензиновых двигателей особо тщательно должна проводиться регулировка карбюратора и, в частности, для холостого хода. В условиях уличного движения во многих городах двигатель автомобиля работает 30% времени на холостом ходу, 30—40% с постоянной нагрузкой, 20—25% в режиме разгона и 10—15% в режиме торможения. При этом в среднем на холостом ходу автомобиль выбрасывает 5—7% окиси углерода к объему всего выхлопа, а в процессе движения с постоянной нагрузкой только 1—2,5%. При неправильно отрегулированном карбюраторе выброс окиси углерода на холостом ходу повышается до 15%, а иногда и более. Одновременно на этом режиме увеличивается в 2—2,5 раза выброс углеводородов и в 1,5 раза — альдегидов.

В Советском Союзе принята система мер, предусматривающих регулярный всесторонний контроль технического состояния автомобилей, осуществляющих народнохозяйственные перевозки. В частности, все автомобили при выпуске на линию проходят общий оперативный контроль. В число контролируемых параметров согласно ГОСТ 17.2.2.03—77 включено содержание окиси углерода.

Не меньшую роль в деле снижения расхода топлива играют совершенство организации движения на уличной и дорожной сети и искусство вождения автомобиля, заключающееся в том, чтобы по возможности иметь меньше остановок, а следовательно, холостого хода, разгонов и замедлений. В результате можно экономить до 20% топлива. Следует подчеркнуть, что замедления (торможение двига-

телем) неблагоприятны резким повышением (в 10 раз) в отработавших газах альдегидов. Таким образом, с позиции снижения загрязнения воздуха целесообразно водить автомобиль так, чтобы он большее время двигался с постоянной нагрузкой. Однако в период работы двигателя с нагрузкой в его отработавших газах образуется наибольшее количество окислов азота, объем которых по сравнению с режимом холостого хода возрастает в 30—35 раз. И в этом объективная трудность решения проблемы.

Таким образом, меры, направленные на исправное содержание подвижного состава, оптимизацию химического состава топлива, а также конструктивная доработка основных систем автомобилей улучшают состояние атмосферы. В настоящее время в СССР и за рубежом принят ряд документов, носящих законодательный или рекомендательный характер, нормирующий количество вредных веществ в отработавших газах автомобилей. В частности, Европейской экономической комиссией в 1980 г. принят официальный документ — «Правила № 15: единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств с двигателями с принудительным зажиганием в отношении выделения двигателем загрязняющих газообразных веществ». В этих Правилах предусматривается ряд ограничений по токсичности выхлопа автомобилей, используемых на дорогах Европы, а также методы испытаний автомобилей на токсичность. Разработаны или находятся в стадии разработки документы, нормирующие выброс вредных веществ для дизельных автомобилей, транспортных средств с двухтактными двигателями, колесных тракторов и других транспортных средств.

В нашей стране разработаны соответствующие государственные стандарты, направленные на контроль и ограничение количества вредных компонентов в выхлопных газах. Введены в действие ГОСТ 17.2.2.03—77 «Содержание окиси углерода в отработавших газах автомобилей с карбюраторными двигателями. Нормы и методы определения» и ГОСТ 21393—75 «Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения». Разработка нормирующих документов — сложный процесс, включающий в себя анализ технических, экономических, биологических, медицинских и других факторов. Параллельно с разработкой новых ГОСТов и правил на базе достигнутого прогресса пересматриваются и действующие.

3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В настоящее время исследовательские и практические работы по совершенствованию существующих двигателей проводятся по следующим основным направлениям: улучшение системы зажигания, изменение процессов подачи топлива в цилиндры двигателей, установка дополнительных приборов, уменьшающих содержание вредных компонентов в отработавших газах.

Система зажигания оказывает существенное влияние на процессы сгорания топлива. Известно, что система искрового зажигания рабочей смеси с помощью традиционного распределителя-прерывателя не всегда удовлетворяет современным требованиям, связанным с полнотой сгорания топлива. Этот прибор достаточно «капризен». В условиях эксплуатации он не всегда надежно осуществляет зажигание смеси, а это сопровождается повышением в выхлопе продуктов неполного сгорания: окиси углерода и несгоревшего топлива.

Существенное улучшение в этом отношении дает применение бесконтактного электронного зажигания, которое обеспечивает более мощный разряд на свечах зажигания и отличается большей стабильностью работы. В последнее время система электронного зажигания получает все большее распространение. На некоторых новейших моделях зарубежных автомобилей эта система дополняется микро-ЭВМ, которая автоматически изменяет момент опережения, зажигания смеси в зависимости от нагрузки на двигатель и скорости движения, оптимизирует расход топлива и состав отработавших газов.

Для улучшения процесса сгорания топлива в цилиндре широкое применение находит так называемое форкамерное, или факельное, зажигание. Сущность форкамерного зажигания состоит в том, что в малой форкамере богатая смесь поджигается как обычно электрической искрой, а образующийся при этом мощный факел пламени зажигает основную часть более бедной рабочей смеси в цилиндре, что сопровождается улучшением сгорания топлива. Такие двигатели позволяют уменьшить выброс всех токсичных компонентов, включая и окислы азота, и при этом экономить до 10% топлива. Названная система применяется, в частности, на двигателях новой модели автомобиля «Волга-3102».

Изменение процессов подачи топлива в цилиндры достигается рядом приемов. Первый из них — это попытка уста-

новки на двигателе двух карбюраторов вместо одного. Выше отмечалось, что при работе двигателя на холостом ходу содержание в выхлопе ряда токсичных веществ увеличивается. Чтобы сократить количество этих веществ при работе двигателя на холостом режиме, нужно отрегулировать карбюратор на обедненную или бедную смесь (1 ч. бензина примерно на 20 ч. воздуха), но тогда двигатель не будет развивать необходимой мощности при работе с нагрузкой и не обеспечит надлежащей тяги и скорости. Выход из этого положения дает установка второго карбюратора, который регулируется на нормальную смесь (1 ч. топлива на 15 ч. воздуха) и питает двигатель на рабочих режимах.

Позднее были разработаны новые, более сложные конструкции карбюраторов, способных в одном блоке совмещать указанные функции и готовить необходимый состав рабочей смеси на любой режим работы двигателя.

Второй прием состоит в изменении клапанного механизма с целью более тонкого распыления и лучшего перемешивания смеси при поступлении ее в цилиндры. В ряде новых конструкций предусматривается регулирование высоты подъема впускных клапанов в зависимости от нагрузки, что улучшает процесс заполнения цилиндров смесью и сгорания ее.

Третий прием состоит в отказе от традиционного карбюратора и замене его приборами (форсунками) для непосредственного впрыска топлива во впускной трубопровод или в цилиндры. Эта система, впервые примененная в 1934 г. на спортивных автомобилях, обеспечивает наилучшее распыление топлива и перемешивание его с воздухом, а также равномерное распределение смеси по отдельным цилиндрам. При этом способе не наблюдается оседания топлива в виде капель на стенках впускного трубопровода.

Система непосредственного впрыска особенно эффективна в сочетании с электронным управлением, которое автоматически дозирует топливо в зависимости от режима работы двигателя. Установлено не только снижение токсичности газов и экономия топлива, но и повышение мощности двигателей на 10—20%.

Некоторые устройства впрыска позволяют образовывать в зоне свечи обогащенную смесь (легко воспламеняемую от искры), а в остальной полости камеры сгорания — бедную. Такое послойное смесиобразование обеспечивает надежную работу двигателя при результирующей обедненной смеси. Указанное послойное разделение заряда получают различ-

ными конструкционными решениями, но чаще всего это направленный впрыск топлива в камеру сгорания. Система широко применяется на новых автомобилях за рубежом.

Разрабатываются и другие приемы для снижения токсичности отработавших газов на существующих типах двигателей. Однако многие разработки не получили пока не только распространения, но и общего признания.

Отмечая положительные качества упомянутых выше конструкционных изменений, следует все же признать, что они не дают кардинального решения задачи. Кроме того, нужно иметь в виду, что подобные предложения можно осуществить на вновь выпускаемых автомобилях. Переделка же двигателей на действующих автомобилях практически не реальна. Поэтому важным направлением признается разработка различных типов нейтрализаторов токсичности отработавших газов, которые можно устанавливать не только на новых, но и на эксплуатируемых автомобилях с небольшими переделками.

✓ **Методы обезвреживания отработавших газов** начали разрабатывать в СССР и за рубежом еще в 30-х годах, но практическое применение нейтрализаторы получили лишь 30 лет спустя.

Нейтрализатор — это небольшой прибор, предназначенный для снижения токсичности отработавших газов путем дожигания продуктов неполного сгорания (CO , CH_4 , C) и разложения окислов азота на составные элементы — азот и кислород.

Первоначально полагали, что такие приборы будут просты в изготовлении, эксплуатации и дешевы. В Калифорнии (США) в 1959 г. был принят штатный закон, устанавливающий сроки оборудования всех действующих автомобилей этими приборами. Подобные предложения позднее были разработаны и в ряде других штатов США, а также в некоторых странах Европы. Однако реализация этих предложений оказалась не простой и существенно повысила стоимость автомобилей и расходы по эксплуатации.

Различают два типа нейтрализаторов: термические и каталитические.

В терморекторе (рис. 5), устанавливаемом за выпускным трубопроводом, осуществляется процесс пламенного дожигания окиси углерода CO и превращения ее в углекислый газ CO_2 , а также сжигание несгоревших в цилиндре углеводородов и альдегидов. Для интенсификаций процесса дожига-

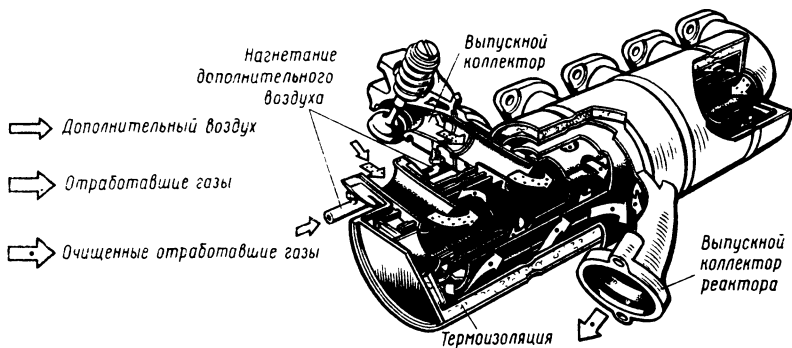


Рис 5 Термический реактор

ния в камеру термореактора подается дополнительный воздух. Реакция окисления проходит при температуре $500\text{—}600^\circ\text{C}$ и снижает наличие углеводородов примерно в 2 раза, а окиси углерода — в 2—3 раза.

На новых автомобилях термореакторы стали делать встроенными в выпускную систему двигателя с соответствующими изменениями в этой части конструкции двигателя.

Каталитические нейтрализаторы, помимо окисления CO и CH , могут осуществлять еще и разложение окислов азота NO_x .

В Советском Союзе в основном разрабатывается семейство каталитических нейтрализаторов. В Центральной научно-исследовательской лаборатории токсичности двигателей (ЦНИИЛТД) Министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения СССР — одном из ведущих исследовательских учреждений страны в этой области спроектированы и испытаны нейтрализаторы марок Н-13 для автомобилей «Волга», ГАЗ-24 и Н-32 для автобусов ЛИАЗ-677. Расширенные испытания, проведенные на базе одного из московских таксопарков, показали, что разработанная система снижает уровень CO в отработавших газах на 80%, CH — на 70%, а NO — на 50%. В целом токсичность выхлопа уменьшается в 10 раз. Сконструированы подобные системы для грузовых автомобилей ЗИЛ и ГАЗ, а также для автопогрузчиков. Нейтрализаторы, разработанные в ЦНИИЛТД, позволяют достичь уровня токсичности отработавших газов, удовлетворяющего самым строгим требова-

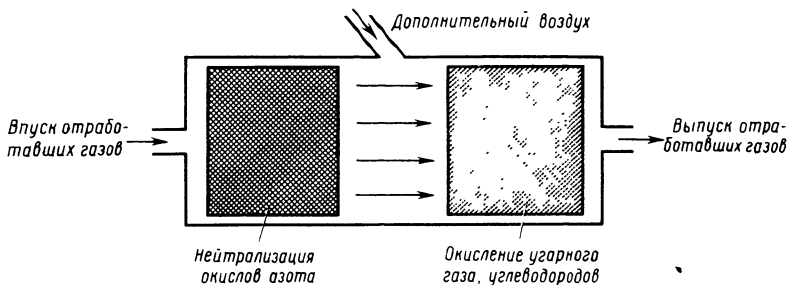


Рис 6 Схема двухкамерного каталитического нейтрализатора

ниям. Процесс окисления CO и CH по существу беспламенный и протекает при прохождении отработавших газов через слой носителя (например, керамических гранул) катализатора.

Лучшим катализатором оказалась платина, но этот дорогой и дефицитный материал не может широко применяться. Предприняты поиски других, более дешевых и доступных катализаторов. Исследования показали, что в известной степени платину могут заменить палладий, радий, рутений, а также окись меди, окись хрома, окись никеля, двуокись марганца и др.

В нейтрализаторах советского производства используется окись алюминия.

Как и в термореакторе, процесс окисления CO и CH требует подачи дополнительного воздуха, а процесс восстановления окиси азота NO_x не требует подачи воздуха. Современные каталитические нейтрализаторы выполняются в виде двухкамерного реактора (рис. 6). В одной из них осуществляется окисление CO и CH , а во второй — восстановление NO_x .

Эти нейтрализаторы применяются на автомобилях с бензиновыми и дизельными двигателями. Одна из трудностей состоит в том, что в отработавших газах дизелей содержится 10% и более кислорода, в присутствии которого реакция восстановления окиси азота не происходит, а для окисления CO этого кислорода недостаточно. Поэтому обычные каталитические реакторы без дополнительных устройств обеспечивают у дизелей нейтрализацию несгоревших углеводородов и альдегидов, а также небольшую долю окиси углерода.

По мере эксплуатации созданных приборов обнаружались и другие неблагоприятные факторы. Так, при наличии бензинового двигателя с высокой степенью сжатия и поэтому работающего на этилированном бензине, поверхность катализатора быстро обволакивается свинцом. У дизелей на катализаторе осаждаются сажа и сера, что существенно ослабляет действие катализатора и после определенного пробега он практически выходит из строя. Эффективность действия каталитического нейтрализатора существенно зависит от температуры в реакторе. Низкотемпературные реакторы работают при 100—300°С, а высокотемпературные — при 300—600°С и более. На первых моделях из-за высокой температуры корпус реактора достаточно быстро прогорал и требовал замены. Позднее этот дефект был устранен, для чего потребовалось усложнение и удорожание реактора.

Работы по созданию новых типов и конструкций нейтрализаторов продолжают во многих странах, но требования надежности и долговечности привели пока лишь к усложнению подобных приборов.

Одно из направлений состоит в снижении токсичности отработавших газов в результате их рециркуляции, т. е. повторного засасывания в цилиндры (вместе с порцией новой горючей смеси) с целью дожигания СО и СН и снижения количества окислов азота непосредственно в цилиндрах двигателя. Однако это ведет к некоторому ухудшению характеристик двигателя, не говоря уже об усложнении конструкции двигателя.

4. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Необходимость охраны среды обитания от загрязнения отработавшими газами автомобилей и требования топливной экономичности поставили перед конструкторами транспортных средств вопрос: насколько бензиновые (карбюраторные) двигатели перспективны для будущего автомобильного транспорта и какие двигатели могут прийти им на смену.

В качестве альтернативных карбюраторному стали предлагаться дизели, роторный двигатель, газовая турбина, паровая поршневая машина, паровая турбина, двигатель «внешнего» сгорания (Стирлинга), инерционный двигатель и некоторые другие.

✓ Таблица 7. Токсичность выхлопных газов у карбюраторного и дизельного двигателей

Токсичное вещество	Количество токсичных веществ на 1000 л сжигаемого топлива, кг	
	Карбюраторный двигатель	Дизель
Окись углерода CO	200	25
Углеводороды CH	25	8
Окислы азота NO _x	20	36
Сажа	1	3
Сернистые соединения SO _x	1	30
Итого:	247	102

Дизельный двигатель. Считается, что в борьбе за уменьшение загрязнения воздушного бассейна дизельные двигатели могут сыграть существенную роль. Относясь к классу двигателей внутреннего сгорания, дизель отличается от карбюраторного двигателя: имеет более высокие степени сжатия, которые обеспечивают самовоспламенение топлива, ввиду этого отпадает надобность в системах электрического зажигания; вместо карбюратора используются топливные форсунки, осуществляющие под большим давлением впрыск топлива в цилиндры.

В табл. 7 приводится сравнение токсичности отработавших газов у карбюраторных двигателей и дизельных.

Как видно из табл. 7, дизельный двигатель выделяет значительно меньше окиси углерода и углеводородов. В его отработавших газах содержится даже меньше окислов азота, если по этому компоненту его сравнивать с бензиновыми двигателями с особо высокой степенью сжатия. Однако крупными недостатками дизелей являются дымность, неприятный запах и более высокий уровень шума. Тем не менее более высокая тепловая экономичность дизелей (эксплуатационный к. п. д. 30—35% вместо 20—25% у карбюраторных двигателей), способность работать на более дешевом (дизельном) топливе, возможность получения относительно больших мощностей предопределили дизелю доминирующее положение в мировом грузовом автомобильном парке и парке автобусов. К этому следует добавить, что ряд автомобильных фирм уже в течение многих лет выпускает и легковые автомобили

с дизельными двигателями, причем выпуск таких автомобилей возрастает.

В нашей стране осуществляется дизелизация грузового и автобусного парков и разрабатываются меры по использованию дизелей на легковых автомобилях. Ведутся серьезные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по дальнейшему совершенствованию дизелей: повышению топливной экономичности, удельной мощности, надежности и долговечности, а также снижению металлоемкости, токсичности отработавших газов. Одна из важных мер, позволяющих достичь поставленных целей, — применение так называемого турбонаддува, т. е. постановка на дизель специального турбокомпрессора для нагнетания в цилиндры большего количества воздуха. На лучших образцах получен к. п. д., равный 45%.

Основные выводы из исследований и опыта эксплуатации дизельных автомобилей, проведенных в СССР и за рубежом, сводятся к тому, что предстоит расширение производства этих автомобилей. Прогнозируется, что в мире к 1990 г. 10% всех легковых автомобилей будут иметь дизели, а к 2000 г. их удельный вес возрастет до 25—30%.

Роторный двигатель. Это — бензиновый двигатель, имеющий принципиально новую конструкцию основного силового агрегата. У роторного двигателя нет цилиндров и шатунно-кривошипной группы. Вместо поршней с их возвратно-поступательными движениями он имеет вращающийся ротор, который передает крутящий момент через зубчатую передачу. В роторном двигателе нет клапанов, а лишь впускное и выпускное отверстия.

Не разбирая подробно конструкционные и технико-экономические характеристики этого двигателя (меньшая масса, компактность, высокооборотность, большая удельная мощность на единицу массы, простота производства, отсутствие вибраций, способность работать на топливе с низким октановым числом и др.), отметим, что он дает несколько менее токсичный выхлоп в результате меньшего содержания окислов азота. В силу конструкционных особенностей и компактности роторный двигатель облегчает установку дополнительных приборов для очистки отработавших газов и улучшает протекание реакций в них ввиду более высокой температуры отработавших газов (несмотря на более низкую температуру сгорания).

Давно запатентованный немецким механиком Ванкелем роторный двигатель в течение многих лет дорабатывался в ФРГ, где небольшое их производство было начато лишь в 1964 г. Японские промышленники, приобретшие лицензию на двигатель Ванкеля, затратили много времени на его доводку и лишь к середине 60-х годов создали работоспособную конструкцию. В 1967 г. фирма «Тойо Когио» начала серийный выпуск автомобилей «Мацуда» с роторным двигателем и к 1980 г. выпустила миллион таких автомобилей, часть которых была продана за границей.

С 1970 г. автомобили с роторными двигателями начали выпускаться фирмой «Ситроен» во Франции. Концерн «Дженерал моторс», перекупивший лицензию у Японии, также проводил работы над усовершенствованием двигателя Ванкеля и намечал с 1974 г. расширить выпуск автомобилей с роторным двигателем. Однако позднее этот концерн отказался от продолжения работ над указанным двигателем.

В связи с энергетическим кризисом производство автомобилей с роторными двигателями не получило большого развития, за исключением упомянутой выше фирмы в Японии, которая вложила в исследования и организацию производства этих двигателей большие капиталы и которая продолжает их выпуск, совершенствуя одновременно конструкцию.

Главная причина лежит в меньшей экономичности роторного двигателя по сравнению с традиционным поршневым. Кроме этого, до конца не удалось преодолеть существенные конструкционные трудности с обеспечением необходимой плотности между корпусом (блоком) двигателя и ротором по мере износа их в процессе эксплуатации. В силу названных причин новые автомобили с роторными двигателями почти перестали появляться на выставках (салонах) автомобилей. Тем не менее ряд зарубежных фирм продолжает работы над этим двигателем.

У нас в стране также проводятся исследования и разработка роторных двигателей. В течение ряда лет ведутся работы на Волжском автомобильном заводе, где совместно с Автомобильным и моторным институтом (НАМИ) разработаны и изготовлены экспериментальные образцы роторного двигателя, предназначенного для установки на автомобиль ВАЗ «Жигули».

Газотурбинный двигатель. В течение последних 25—30 лет проводятся исследования и экспериментальное конст-

руирование газотурбинных двигателей для автомобилей. Газовые турбины, как известно, широко применяются на воздушном транспорте. Они имеют малую массу, рекордную удельную мощность, компактность, малое число подвижных частей, плавность работы и другие качества.

Попытки применить газотурбинный двигатель на автомобиле предприняты давно. Еще в 1959 г. в СССР был создан экспериментальный автобус, оборудованный газотурбинным двигателем. Во время его испытаний были обнаружены существенные недостатки, среди которых важное место занимала низкая топливная экономичность двигателя, а также трудности приспособления его к условиям работы транспортного средства (малая приемистость, невозможность динамического торможения).

Из зарубежных стран интерес к этому двигателю проявили США, Великобритания, Швеция. К настоящему моменту в мире построены сотни газотурбинных экспериментальных автомобилей.

Многие конструкторы считают газовую турбину более перспективной для тяжелых грузовых автомобилей и автобусов, хотя имеются прецеденты создания и легковых автомобилей. Так, еще на выставке 1969 г. в Чикаго фирма «Шевроле» показывала легковой автомобиль «Астра-III» с газотурбинным двигателем мощностью 230 кВт при массе турбины 70 кг.

В СССР в 1970 г. был изготовлен карьерный самосвал грузоподъемностью 120 т с газовой турбиной мощностью 880 кВт. Позднее на новой модели грузового автомобиля МАЗ-6422 проходил испытания новый отечественный газотурбинный двигатель мощностью 260 кВт.

В 70-х годах компания «Вильямс» (США) разработала газовую турбину для массового легкового автомобиля мощностью 60 кВт. В качестве достоинств этого двигателя называли отсутствие вибрации, малозумность, возможность работы без системы водяного охлаждения и достаточно чистые отработавшие газы. Тогда же были опубликованы прогнозы, согласно которым в США в 1980 г. намечалось выпустить 50 тыс. автомобилей с газотурбинными двигателями. Однако прогнозы эти не оправдались. Основная причина заключается в меньшей экономичности созданных газовых турбин против карбюраторного двигателя и особенно дизеля.

Недостаточный к. п. д. газовой турбины связан с относительно невысокой температурой рабочего процесса. Повыше-

ние этой температуры требует применения дорогих жаропрочных металлов и сложных конструкций турбинных лопаток. В этом смысле большой интерес представляют сообщения печати об испытании в Швеции экспериментального автомобиля с газовой турбиной, в конструкции которой использована жаропрочная керамика. Пока же газотурбинный двигатель остается сложным по конструкции и дорогим.

Что касается отработавших газов, то результаты большинства испытаний говорят о существенно меньшей их токсичности в части окиси углерода и углеводородов. Об удельном весе окислов азота приводятся противоречивые данные: по одним сведениям окислов азота у газовых турбин меньше, чем у дизелей и карбюраторных двигателей, по другим — больше. Дальнейшие эксперименты позволят устранить это противоречие.

Таким образом, пока недостаточно оснований считать газовую турбину серьезной альтернативой традиционным автомобильным поршневым двигателям внутреннего сгорания.

Паровой двигатель. Требование сохранить в чистоте воздушный бассейн заставило некоторых конструкторов снова вернуться к почти забытой идее создания парового автомобиля. Во Франции и в ряде других стран они появились более 100 лет назад. Тихоходные, но работоспособные паровые «омнибусы» в Париже совершали рейсы еще в 1873 г. Тогда же были созданы и легковые автомобили с паровыми двигателями. Один экземпляр такого автомобиля на четыре места, построенного французской фирмой «Жардне-Серполле», можно видеть сейчас в национальном музее в Праге. Паровая машина, размещенная под полом автомобиля, позволяла ему развивать скорость 65 км/ч. Паровые автомобили продолжали выпускаться и работать много лет спустя и после создания двигателя внутреннего сгорания и были окончательно сняты с производства в начале 30-х годов (в Великобритании).

В США, Японии, Австралии и ряде европейских стран сделаны попытки создать образцы современных паровых автомобилей разных категорий. Так, в США еще в 1968 г. были построены две модели легковых автомобилей. Конструкция их включает водотрубный парогенератор, двигатель — паровую машину высокого давления, вспомогательную машину низкого давления (для приведения в действие водяного насоса и вентилятора радиатора) и вспомогатель-

Однако усовершенствованная паровая машина, а позднее легкий безиновый двигатель, высокоэкономичный дизель и, наконец, газовая турбина полностью вытеснили громоздкий, плохо сбалансированный (а потому шумный), неэкономичный воздушный двигатель. Сейчас этот двигатель возрождается на новой технической основе.

Современный двигатель внешнего сгорания представляет собой герметически закрытый цилиндр, заполненный над поршнем сжатым гелием или водородом. При сгорании топлива газ через стенку цилиндра нагревается и опускает поршень. Отработавший газ направляется в камеру охлаждения, а поршень возвращается в исходное положение. После этого порция холодного газа поступает в камеру расширения (над поршнем) для нагрева и рабочего хода.

Помимо высокого к. п. д., равного 35—40% и более, двигатель внешнего сгорания может работать на любом топливе и дает минимальное загрязнение воздуха окисью углерода и углеводородами, поскольку горелка работает в стабильном режиме с оптимальным соотношением топлива и воздуха. Он практически бесшумен.

Полагают, что при использовании тепла, например, расплавленного лития, такой двигатель может вообще обходиться без сжигания топлива, что важно и реально при работе в черте города. Фирма «Филипс» разработала аккумуляторы тепла энергоемкостью до 23 кВт·ч.

К настоящему моменту построено достаточно много опытных образцов двигателя Стирлинга мощностью от 7 до 265 кВт, предназначенных для автомобилей, автобусов, судов и в качестве стационарных. Испытания таких двигателей ведутся в СССР, США, ФРГ, Швеции, Нидерландах и других странах.

К трудным и еще не полностью решенным проблемам относятся: сложность конструкции и необходимость обеспечения в течение срока эксплуатации двигателя полной герметичности для сохранения рабочего тела (гелия или водорода). Отмечается также высокая стоимость двигателя Стирлинга. Поэтому двигатель Стирлинга пока не может конкурировать с двигателями внутреннего сгорания.

Инерционный двигатель (маховик) — самый древний двигатель, так как гончарный круг, которому более 5 тыс. лет, по существу является маховиком. Идея использования кинетической энергии маховика для движения не нова. Более 100 лет назад русский инженер В. И. Шуберский иссле-

довал возможности маховика как транспортного двигателя. Однако реализацию эта идея получила в середине XX в. В этот период в Швейцарии было выпущено 17 городских «жиробусов», которые эксплуатировались в течение 16 лет в Швейцарии.

Основу двигателя на этих машинах представлял маховик массой 1,5 т (10% от массы автобуса), который перед началом движения в течение 25 мин раскручивался электродвигателем до 3000 об/мин и «запасал» 9 кВт·ч энергии. После раскручивания обратимый электродвигатель, соединенный с маховиком, работал уже как динамомашинa, питающая тяговые двигатели жиробуса, который мог развивать скорость до 50 км/ч и проходить путь до следующей подзарядки (раскручивания) до 5 км. Фактически скорость жиробуса составляла 20—25 км/ч. На пути 2,5 км он расходовал 60% запаса энергии и требовал подзарядки. Поэтому зарядные устройства были размещены через 1,0—1,2 км, что соответствовало и требованиям размещения остановок для пассажиров.

Большим преимуществом маховика является его экологическая чистота, имея в виду отсутствие токсичных отходов и практическую бесшумность, а также высокий к. п. д. Но самым главным недостатком следует признать его малую энергоемкость, а следовательно, незначительный пробег между подзарядками. Тем не менее исследования и эксперименты с этим типом двигателя продолжаются. В США, например, спроектирован супермаховик массой 100 кг, который, по расчетам авторов, при 30 000 об/мин может обеспечить пробег легковому автомобилю 160 км. Хотя реализация такого проекта принципиально возможна, предстоит решить немало сложных научно-технических задач и определить экономическую целесообразность его применения в массовом производстве.

Оригинальный легковой автомобиль разработан и выпущен в конце 70-х годов в США. Автомобиль шестиместный с экономичным двигателем мощностью 44 кВт. В багажнике смонтирован тяжелый стальной маховик диаметром 950 мм и массой 231 кг. Вращаясь на магнитных подшипниках в вакууме, маховик при 15 000 об/мин развивает мощность 100 кВт. Через электрогенератор эта мощность передается тяговому электродвигателю, а затем на ведущие передние колеса. Начальная раскрутка маховика производится от внешней электросети. Данный автомобиль может работать как: обыкновенный на двигателе внутреннего сгорания при

остановленном маховике; электромобиль от маховика, обеспечивающего запас хода в 36 км при скорости 48 км/ч; машина от двигателя внутреннего сгорания и маховика одновременно. В границах населенных пунктов водителю может выключать двигатель и использовать только энергию маховика, а за их пределами — экономичный двигатель внутреннего сгорания, резко повышая мощность силовой установки за счет подключения энергии маховика при кратковременной необходимости ускорить разгон или поднять скорость движения на крутом подъеме, при обгоне и в других ситуациях (до 151 км/ч). Нетрудно понять, что такой сложный автомобиль дорог как в устройстве, так и в эксплуатации.

В Советском Союзе исследуется возможность использования маховиков как источников энергии для транспортных средств. В этом направлении, в частности, ведутся работы в Институте проблем механики АН СССР.

5. ПОИСК НОВЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

Одним из важнейших направлений борьбы за сохранение чистоты воздушного бассейна следует признать поиск более «чистого» топлива для транспортных двигателей. В этом отношении наряду с кардинальными предложениями делаются попытки создать **присадки и примеси** к обычному топливу, которые могли бы снизить токсичность отработавших газов автомобилей.

Прежде всего напомним, что большинство сортов применяемого ныне бензина содержит в качестве антидетонационной присадки тетраэтилсвинец (0,41—0,82 г/л). Бензин с такой присадкой называют этилированным. Необходимость применения этилированных топлив диктуется прежде всего экономическими условиями. Их использование позволяет поднять степень сжатия рабочей смеси в цилиндрах и тем самым повысить топливную экономичность двигателей, т. е. при прочих равных условиях сократить потребление топлива. Но это обстоятельство в определенном смысле отвечает и экологическим требованиям, поскольку сокращение расхода топлива сопровождается и сокращением выбросов других токсических веществ. Однако в присадке содержится соединение свинца, которое в больших концентрациях вредно.

Проблема состоит в том, чтобы отыскать для замены

свинца новый «чистый» антидетонатор. Такие исследования ведутся во многих странах мира.

В СССР закончены научные и экспериментальные работы по созданию нового антидетонатора на марганцевой основе. Такая присадка с сокращенным названием ЦТМ в 50 раз менее токсична, чем тетраэтилсвинец. Кроме того, у нее есть еще одно важное достоинство: ЦТМ в отличие от свинцовой присадки не ухудшает работы каталитических нейтрализаторов отработавших газов. Добавка ЦТМ в количестве 2% повышает октановое число бензина А-76 до 93 единиц.

Аналогичные присадки созданы и за рубежом.

Для уменьшения в составе отработавших газов главным образом сажи в дизельное топливо вносят металлоорганические соединения на основе свинца, меди, никеля, хрома или другие вещества. Даже в количествах 0,01% к общей массе топлива эти присадки существенно снижают дымность отработавших газов, а наилучший результат достигается при содержании их в размерах 0,02—0,25%. Такие присадки вносят на стадии подготовки топлива (на нефтеперегонных заводах).

В 70-х годах большой интерес был проявлен к идее использования водо-бензиновых смесей с целью снижения токсичности отработавших газов. Первые опыты добавок воды к горючей смеси относятся к прошлому столетию. В 30-х годах впрыск воды в цилиндры довольно широко применялся в тракторных двигателях для повышения их мощности при работе на низкооктановых сортах топлива. Эта мера использовалась также на некоторых двигателях во время Великой Отечественной войны.

К настоящему времени в ряде стран накоплен некоторый опыт применения этих смесей. Проведенные в СССР эксперименты показали, что водо-бензиновая смесь заслуживает серьезного внимания работников автомобильного и городского транспорта, так как не только снижает содержание токсичных веществ в отработавших газах, но и позволяет экономить топливо.

Водо-бензиновая смесь подается в двигатель в виде тонкой эмульсии, получаемой в процессе перемешивания с помощью небольших добавок поверхностно-активных веществ.

В лабораторных опытах было установлено, что по мере увеличения в смеси воды возрастала мощность двигателя. Максимум этого прироста — 2,5% был достигнут, когда

удельный вес воды в эмульсии составлял 25%. Затем по мере дальнейшего увеличения воды в смеси мощность двигателя сокращалась и при содержании 44% воды снизилась до номинала, соответствующего работе двигателя на чистом бензине.

Практические исследования подтвердили реальную возможность использования водо-бензиновых смесей. В отработавших газах грузового автомобиля ЗИЛ-375, работавшего на эмульсии с содержанием 12% воды, было обнаружено в 2 раза меньше окиси углерода по сравнению с автомобилем, работавшим на чистом бензине. Сверх того зафиксирована некоторая экономия топлива, а также отсутствие склонности топлива к детонации, что свидетельствует о повышении октанового числа у таких смесей на 5—10 единиц против бензина А-76, с которым проводился эксперимент. Последнее обстоятельство позволяет повысить степень сжатия (топливную экономичность) у автомобилей и одновременно отказаться от использования свинца как присадки, повышая «чистоту» топлива и одновременно экономя дефицитный свинец.

Институт нефтехимических процессов АН АзССР также провел эксперименты с использованием указанного гидротоплива на автомобиле марки «Жигули» и при 10%-ном содержании сверхчистой воды (практически без солей) зафиксировал снижение в 2 раза окиси углерода и окислов азота.

Зарубежные исследователи, проводившие подобные опыты, пришли в общем к тем же выводам. Однако ряд вопросов научно-технического и экономического характера пока остаются не исследованными. Прежде всего это подготовка и стабильность эмульсий, а также возможность их более или менее длительного хранения, в том числе в условиях отрицательных температур. В Великобритании, например, признали целесообразным готовить эмульсию в составе 30% воды и 70% бензина, для чего на автомобилях установили специальные ультразвуковые реакторы. Важный вопрос — подготовка больших количеств особо чистой дистиллированной воды.

В поисках альтернативных видов топлива особо большие и безуспешные работы ведутся с **газовым топливом**, синтетическими спиртами, аммиаком и водородом.

Применение газа как топлива на двигателях внутреннего сгорания имеет давнюю историю. Так, на первом двигателе Лемуара, созданном в 1860 г., в качестве топлива использо-

вался светильный газ. Более поздние модели также работали на газе. Однако к началу XX в. предпочтение было отдано более энергоемкому жидкому топливу, и о газе практически забыли.

В настоящее время внимание конструкторов и инженеров автомобильного транспорта снова привлекает газовое топливо. За последние два десятилетия проведена большая работа по переводу на газовое топливо преимущественно грузовых автомобилей и городских автобусов с карбюраторными двигателями. Сегодня в мире эксплуатируется уже несколько сот тысяч таких автомобилей, причем Советский Союз имеет наиболее длительный опыт их использования, поскольку грузовые газобаллонные автомобили у нас появились еще до Великой Отечественной войны.

В качестве газового топлива наибольшее распространение получила смесь нефтяных газов — пропана и бутана. Октановое число пропан-бутана превышает 100, что позволяет применять высокие степени сжатия. Ценным качеством газового топлива является его высокая экологическая чистота. Опыты показали, что двигатель, работающий на пропан-бутане, на холостом ходу имеет в отработавших газах в 4 раза меньше окиси углерода, а на рабочем режиме — в 10 раз меньше, чем у бензинового. К тому же газ дешевле бензина.

Приспособление автомобилей с бензиновыми двигателями, особенно больших, т. е. грузовых и автобусов, к газовому топливу осуществляется сравнительно просто. Некоторых изменений требует лишь топливная система. Основное — это установка баллонов для сжиженного газа, где поддерживается давление около 1,6 МПа. Если автомобиль предназначен для работы и на бензине, и на газе, то на нем сохраняется обычный бензиновый бак. Такие автомобили в черте города могут работать на газе, а за его пределами — на бензине.

Наиболее серьезную экономическую проблему представляет создание разветвленной сети газозаправочных станций. Вместе с тем приходится мириться и с некоторым утяжелением автомобиля, что имеет наиболее существенное значение для легковых автомобилей. Кроме того, теплотворная способность газа в единице топлива меньше, чем бензина.

Тем не менее в нашей стране взят твердый курс на развитие парка газобаллонных автомобилей. В начале 1976 г. в Москве были испытаны автобусы ЛИАЗ-677 и ЛАЗ-695п

на газовом топливе. В 1975 г. Горьковский автозавод создал на базе автомобиля марки «Волга» модификацию такси на газовом топливе — ГАЗ-24-07. На этом автомобиле (рис 7) в глубине багажника размещен баллон вместимостью 90 л с газом, запас которого позволяет иметь пробег до следующей заправки 350—400 км. Грузовые автомобили на сжиженном газе выпускают Горьковский автомобильный завод — ГАЗ-52-07 и 08, ГАЗ-53-07 и Московский — ЗИЛ-138. Уже эксплуатируется несколько тысяч таких автомобилей.

Аналогичные меры осуществляются во многих зарубежных странах, в частности в Венгрии, Болгарии и других странах — членах СЭВ, а также в Италии, Великобритании, США, Японии. Наиболее значительные работы в этом отношении проведены в Японии, которая, по данным печати, уже в 1970 г. имела около 300 тыс. автомобилей на газовом топливе, и Италии — 500 тыс. автомобилей.

В СССР и ряде других стран изучаются технические и экономические аспекты использования природного газа. Природный газ, состоящий на 90—98% из метана с примесью этана, существенно отличается по своим свойствам от пропан-бутана и, в частности, требует для сжигания низких температур. По теплотворной способности природный газ близок к пропан-бутану, но октановое число его выше, что позволяет значительно поднять степень сжатия и, следо-

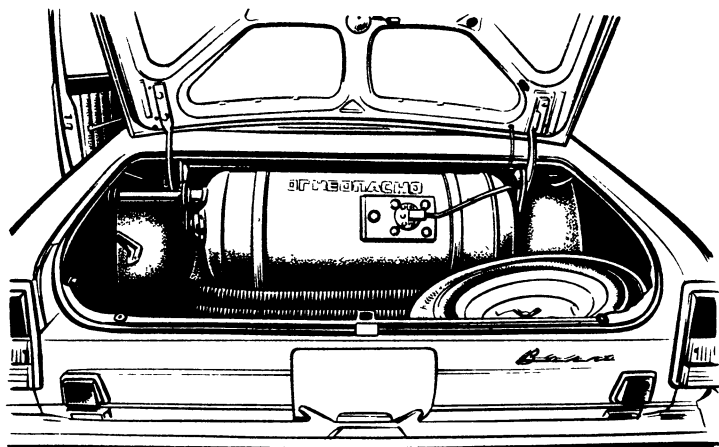


Рис 7 Размещение баллона с газом в багажнике автомобиля-такси ГАЗ-24-07

вательно, экономичность и мощность двигателя. Оборудование на автомобилях, работающих на сжиженном природном газе, более сложно и дорого, поскольку для хранения газа требуются криогенные баки. Однако эксперименты с использованием природного газа на автомобилях расширяются. Так, в течение ряда лет в ФРГ проводятся испытания автобуса, оборудованного криогенными баками, где сжиженный газ находится при температуре минус 160°С. По стоимости такой автобус дороже на 10%, но в эксплуатации он экономичнее. Токсичность его отработавших газов ниже на 60—90%, чем у традиционного автобуса.

Применение сжатого природного газа не требует значительных переделок двигателя и сложного дополнительного оборудования. В 1981—1982 гг. у нас в стране была изготовлена опытная партия газобаллонных автомобилей ЗИЛ-138-А и ГАЗ-52-27, работающих на сжатом природном газе. Выпущены экспериментальные автомобили ГАЗ-53-27 и автобусы ЛАЗ-695-НГ. К концу 80-х годов парк автомобилей на природном газе будет насчитывать сотни тысяч. Особенность конструкции таких автомобилей заключается в большом количестве баллонов (до 8 шт.), устанавливаемых на один автомобиль. Газ в баллонах находится под давлением 20 МПа. По данным Научно-исследовательского института автомобильного транспорта, при применении сжатого природного газа существенно уменьшается токсичность отработавших газов: по СО — в 2—4 раза, СН — в 1,1—1,4 раза, NO_x — в 1,2—2 раза.

В Венгрии проводятся научно-экспериментальные работы по применению природного газа в качестве топлива на легковых автомобилях, в частности на такси марки «Жигули».

Синтетические спирты использовались в двигателях внутреннего сгорания уже в самом начале XX в. Любопытно, что тогда же ставился вопрос о перспективности синтетических спиртов в связи с неизбежным истощением нефтяных ресурсов. Сегодня этот прогноз частично оправдывается. Но к названным опасениям прибавились новые экологические условия, заставившие вернуться к почти забытому спиртовому топливу. Наибольший интерес исследователей и конструкторов автомобилей привлекли метанол и этанол.

Метанол, или метиловый спирт, получаемый из угля, сланцев, древесины и используемый для производства пластмасс, формалина и других целей, рассматривается как возможный заменитель бензина для автомобилей. Он несколь-

ко тяжелее бензина, а энергоемкость его в 2 раза меньше. Следовательно, для сохранения дальности пробега по топливу бак для метанола должен быть в 2 раза больше. Запуск двигателя на чистом метаноле, особенно зимой, затруднен. По некоторым данным, метанол усиливает коррозию всех видов металла, особенно в присутствии воды. В настоящий момент стоимость метанола выше стоимости бензина. И тем не менее у нас и во многих зарубежных странах, особенно не обладающих собственными ресурсами нефти, развернуты научно-экспериментальные и практические работы по изысканию экономичного производства и использования метанола на автомобильном транспорте.

Важное качество метанола состоит в том, что в отработавших газах в 2—3 раза меньше токсичных компонентов, чем при использовании бензина. Однако отмеченные выше недостатки и малые ресурсы метанола практически не позволяют использовать его сегодня как самостоятельное топливо. Поэтому его применяют в качестве добавки к бензину. В экспериментах использовались смеси с содержанием метанола от 5 до 30%. При этом концентрация окиси углерода в отработавших газах снижается на 14—72%. Смесь метанол-бензин несколько снижает мощностные характеристики двигателей. Но следует иметь в виду, что добавка метанола, например, в количестве 15% повышает октановое число смеси с 88 до 95,8. При соответствующей переделке двигателя с целью повышения на нем степени сжатия можно получить даже экономию на расходе топлива.

В качестве недостатков смеси как топлива отмечают склонность ее к расслоению, в особенности при попадании в смесь воды и при понижении температуры. Метанол ядовит.

Производство метанола в настоящее время невелико. Но имеются предположения, что в ближайшей перспективе производство его увеличится с 1—2% по отношению к выпуску бензина до 15%. Особенно большие надежды на метанол возлагаются в странах, имеющих большие ресурсы растительной биомассы. Так, в Бразилии уже теперь все автомобили работают на смесях с содержанием метанола в количестве 2—10%. Существуют предположения, что удельный вес метанола в автомобильном топливе Бразилии будет непрерывно возрастать и уже в ближайшее время в этой стране достигнет в среднем 20%, а к 2000 г. автомобильное топливо на 75% будет состоять из метанола. Совер-

шенствование технологии и массовость производства должны существенно снизить стоимость метанола, и ожидают, что он станет дешевле бензина.

Этанол, или этиловый спирт, при той же плотности, что и метанол, имеет энергоемкость на 25—30% выше и, следовательно, требует пропорционально менее вместительного топливного бака. Экологические характеристики этанола близки к метанолу. Однако у двигателей, работающих на этаноле, в отработавших газах еще меньше выделяется углеводородов.

В связи с многочисленными публикациями в печати о проектах использования для производства горючего сахарного тростника, картофеля, подсолнухов и других ресурсов растительного мира следует заметить, что эти предложения в долгосрочном плане нельзя признать рациональными, имея в виду, что названные ресурсы должны направляться прежде всего на пищевые цели. Более разумным и перспективным следует считать путь получения синтетического горючего из угля.

Аммиак в обычных условиях представляет собой токсичный газ с резким запахом. Однако при его сгорании образуется только один токсичный компонент — окислы азота, причем в значительно меньших количествах, чем при сгорании других видов углеводородного топлива. Это объясняется существенно более низкой температурой рабочего процесса.

Сырьевые ресурсы для производства аммиака велики, а стоимость его невысока. Но для работы на этом топливе двигатели должны быть изменены в связи с необходимостью повышения степени сжатия, усиления системы зажигания и подогрева рабочей смеси во впускном коллекторе. Для активизации процесса в некоторых опытах применялся впрыск запального топлива, факел которого ускоряет поджигание основной аммиачной смеси и ее горение. К недостаткам аммиака следует отнести то, что он как щелочь агрессивен в отношении меди, бронзы и некоторых других металлов, сплавов и материалов, попадая в атмосферу, он сам является загрязнителем воздуха.

Водород с точки зрения сохранения окружающей среды представляет идеальное топливо. Сгорая в чистом кислороде, он превращается в воду. Если его получать из воды путем электролиза, то процесс замыкается: вода — водород — вода. Ресурсы этого топлива колоссальны и постоянно

восстанавливаются. Водород может стать универсальным топливом, вот почему его называют топливом будущего.

Опыт использования водорода в качестве топлива ракетных двигателей существенно облегчает решение некоторых научно-технических задач, связанных с применением его на автомобилях, самолетах, судах и других транспортных средствах, хотя на пути осуществления этой идеи стоят еще огромные технико-экономические трудности.

В ряде научных организаций в СССР и за рубежом уже созданы, вернее приспособлены, опытные автомобили для работы на водороде. Один из экспериментов был проведен еще в 1968 г. в Институте теоретической и прикладной механики Сибирского отделения АН СССР, где испытывался двигатель автомобиля ГАЗ-52. Современные карбюраторные двигатели оказались вполне пригодными для использования нового вида топлива и требуют практически незначительных переделок. В 1978 г. в Харькове испытывались автомобили ВАЗ-2101, «Москвич-412» и «Волга», подготовленные сотрудниками Института проблем машиностроения АН УССР. Проводят испытания микроавтобуса на бензиноводородном топливе специалисты НАМИ

Приспособление автомобиля для использования водорода в качестве топлива заключается в основном в снижении степени сжатия, изменении фаз газораспределения и углов опережения зажигания, установке двухступенчатого редуктора для снижения давления водорода и др. Установлено, что динамика автомобиля несколько снижается. В отработавших газах присутствуют лишь окислы азота (поскольку сгорание идет в присутствии воздуха), но в количествах существенно ниже нормы. Типичные для обыкновенных топлив окись углерода и углеводороды, естественно, отсутствуют.

Препятствия к использованию водорода в качестве топлива состоят в том, что он значительно дороже бензина. В настоящее время водород добывается в основном из природного газа, реже из нефти и угля и в очень незначительном количестве из воды, поскольку процесс электролиза более дорог и требует больших энергетических затрат, чем само энергосодержание полученного водорода.

Серьезную техническую и экономическую проблему представляет и размещение водорода на автомобиле. Для того чтобы обеспечить межзаправочный пробег таким же, как на бензине, на автомобиле вместо бака вместимостью 60—75 л

потребуется разместить баллоны со сжатым газом общей вместимостью 1500—1800 л с общей массой 1,5—2 т.

В жидком виде водород примерно в 10 раз легче бензина, поэтому криогенные (-253°C) баки на автомобиле должны быть по вместимости в 3—4 раза больше, чем бензиновые, поскольку водород более энергоемок

В последнее время наметилось еще одно направление для получения водорода непосредственно на автомобиле.

Плотность «упаковки» водорода в гидридах выше, чем плотность чистого жидкого водорода, поэтому объем реакторов может быть меньше, чем объем криогенных баков, но они получаются более тяжелыми и все же громоздкими.

Сложности создания автомобиля на чистом водороде привели к решению использовать водород в качестве добавки к бензину. Эксперимент с водородно-бензиновой смесью, проведенный в СССР на переоборудованном микроавтобусе РАФ-2203, показал, что 5—10%-ная добавка водорода существенно (на 40—45%) повышает топливную экономичность двигателя и более чем в 100 раз снижает окись углерода в отработавших газах. Запас жидкого водорода в количестве 5,6 кг хранится на автобусе в двух криогенных баках общей вместимостью 80 л.

В одном из аналогичных экспериментов, осуществленных в США, водород на автомобиле хранился в тяжелом баллоне в виде газа под давлением около 14 МПа. При добавке водорода в размере 10% в отработавших газах резко снижалось содержание окислов азота и окиси углерода при росте топливной экономичности двигателя на 20—25%.

В другом эксперименте водородно-бензиновый двигатель дополнен водородным генератором, в котором из бензина и паров воды выделяется водород. Образующаяся горючая смесь из газообразного водорода, паров воды, бензина и воздуха дает достаточно чистый выхлоп. Такой автомобиль, кроме обычных бензиновых баков, должен иметь емкости для воды и специальную аппаратуру для приготовления рабочей смеси.

В 1983 г. фирма «Даймлер-Бенц» объявила о выпуске 15 автомобилей марки «Мерседес-Т-комби» с низкотемпературным металлгидридным аккумулятором водорода, который будет использоваться в качестве добавки к бензину и обеспечивать экономию его в размере 20% от номинала. Указывается, что зарядка аккумулятора водородом занимает 10 мин.

Пока еще не найдено надежного и экономичного пути использования водорода, но, несмотря на большие сложности и трудности, разработкой этой проблемы заняты значительные научно-инженерные силы во всем мире.

6. ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И НОВЫХ ВИДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Одно из генеральных направлений исследований и опытно-конструкторских работ по созданию «чистого» автомобиля заключается в использовании электродвигателя с автономным источником электрического тока. В настоящее время на электромобиль возлагаются большие надежды.

Как и в случае с паровыми автомобилями, к электромобилю конструкторы сейчас по существу возвращаются. Известно, что прогресс науки и техники в области электричества во второй половине прошлого столетия способствовал созданию первых транспортных средств на аккумуляторных батареях. Начиная с 80-х годов XIX в в течение 20—25 лет в ряде стран были построены автомобили с электрическими двигателями мощностью, как правило, 0,3—0,4 кВт, которые могли непрерывно работать до 6 ч. В Лондоне, например, такие электромобили выполняли роль общественного транспорта. Но с созданием в 1885 г легкого, компактного и мощного двигателя внутреннего сгорания, обеспечившего автомобилю на состязаниях между Парижем и Бордо (туда и обратно 1200 км) среднюю скорость почти 30 км/ч, идея использования электродвигателя на автомобиле стала оттесняться и была практически забыта на многие десятилетия.

За последние 15—20 лет в ряде стран развернуты исследования и опытно-конструкторские работы, связанные с созданием электромобиля, способного в той или иной степени заменить современные транспортные средства, оборудованные двигателями внутреннего сгорания. Построены тысячи опытных и опытно-промышленных образцов, большая часть которых выполняет регулярную грузовую и пассажирскую работу. Основная часть парка электромобилей — это небольшие грузовые автомобили и автобусы, эксплуатируемые преимущественно в Великобритании.

Электромобиль — идеальный автомобиль для города. Он не токсичен, не огнеопасен, малозомен, легко управляется, его электродвигатель способен к кратковременным перегрузкам и имеет хорошую тяговую характеристику (поэтому электромобиль может иметь менее мощный дви-

гатель); он не нуждается в сложных трансмиссиях и многих системах, характерных для обычного современного автомобиля. Однако, несмотря на перечисленные достоинства, он обладает такими недостатками, которые препятствуют его быстрому распространению.

Главными недостатками современного электромобиля, особенно со свинцово-кислотными аккумуляторными батареями, являются ограниченный радиус пробега, большая масса, малый срок службы источника тока и высокая стоимость. Все эти недостатки связаны с применением свинцово-кислотного аккумулятора. Поэтому главные усилия ученых и конструкторов в области электрохимии направлены на совершенствование имеющихся в эксплуатации типов аккумуляторных батарей и на поиск новых эффективных и дешевых источников тока.]

Первая задача заключается в повышении энергоемкости батарей на килограмм их массы, которая предопределяет запас хода, т. е. дальность пробега электромобиля между перезарядками батареи. Заметим, что бензин имеет энергоемкость примерно 11 000 Вт·ч/кг, свинцово-кислотные батареи — 22—33 Вт·ч/кг. Полагают, что ее можно увеличить до 50—55 Вт·ч/кг.

Для электромобиля, эквивалентного современному массовому автомобилю, необходимо иметь мощность двигателя 10—15 кВт. При такой мощности масса аккумуляторной батареи должна быть минимум 250—300 кг. Такая батарея позволит пройти до перезарядки аккумуляторов 60—80 км со скоростью 40—60 км/ч, тогда как автомобиль с одной заправкой 30—40 кг бензина проходит 400—500 км со скоростью 80—100 км/ч. Чтобы иметь запас хода электромобиля 400 км, нужно поставить на электромобиль батарею массой минимум 1250—1500 кг. Очевидно, что такой электромобиль был бы крайне тяжелым и совершенно не эффективным.

[Экономика электромобиля в большой степени зависит также от стоимости и срока службы источников тока, который часто выражается числом зарядных циклов.

К настоящему времени создано и эксплуатируется не менее 25 типов различных аккумуляторов, в том числе: никель-кадмиевые, никель-железные, никель-цинковые, цинк-хлорные, цинк-воздушные, натрий-серные, литий-серные, серебряно-цинковые и др. Об удалой энергоемкости и сроке

Т а б л и ц а 9. Характеристики некоторых типов аккумуляторных батарей

Тип аккумуляторной батареи	Удельная энерго-емкость, Вт · ч/кг		Примерная удельная стоимость батареи, долл		Срок службы, циклы заряда
	достиг-нутая	ожида-емая	за кг	за кВт · ч	
Свинцово-кислотная	33	55	2	100	1000
Никель-кадмиевая	33	55	10	360	3000
Никель-железная	22	55	4	—	1000
Цинк-хлорная	110	165	2	15	150
Цинк-воздушная	66	165	2	36	250
Натрий-серная	150	220	2	10	100
Литий-серная	110	220	6	30	230
Серебряно-цинковая	88	165	40	360	200
Никель-цинковая	55	77	8	150	2000

службы (выраженном числе циклов заряда при допустимом разряде батареи 50% ее емкости) некоторых аккумуляторов можно получить представление по данным табл. 9.

Из приведенных данных можно заключить, что наибольшую энергоемкость имеет натрий-серная батарея. Эти аккумуляторы дают также самую дешевую энергию, но срок службы их самый короткий: через 100 циклов заряда-разряда они выходят из строя, т. е. требуют замены. Приверженцы их считают, что в перспективе в результате совершенствования их реальная энергоемкость существенно возрастет (возможно, до 300 Вт · ч/кг), а срок службы будет доведен до 500 циклов или даже до 2000 циклов.

Один из французских журналов писал, что разрабатываемые фирмой Форд (США) в течение многих лет натрий-серные аккумуляторы пока не оправдали возлагающихся на них надежд из-за хрупкости твердого электролита и небезопасности их эксплуатации ввиду нагрева до 300—350°С, хотя конструкторы этих батарей предсказывают возможность в будущем (через 15—20 лет) использования их принципов для создания средств прямого преобразования тепловой энергии в электрическую.

Основным преимуществом никель-кадмиевых аккумуляторов является наряду с долговечностью возможность их быстрой зарядки (в течение нескольких минут), тогда как зарядка свинцово-кислотной батареи продолжается 4—8 ч и более. Однако они не превосходят свинцово-кислотную по

энергоёмкости, а стоимость их высока. Цинк-воздушная, цинк-хлорная батареи недолговечны, а серебряно-цинковая еще и самая дорогая.

Таким образом, на уровне современного состояния электрохимии наиболее надежной и доступной для производства электромобилей является свинцово-кислотная батарея с ее малой энергоёмкостью, недолговечностью и дороговизной против двигателя внутреннего сгорания.¹

В Советском Союзе создано несколько моделей электромобилей, которые находятся в опытной эксплуатации. Так, на базе автомобиля УАЗ-451 в Ереванском политехническом институте был создан электромобиль в нескольких модификациях для сравнения различных вариантов (с двумя электродвигателями, с одним электродвигателем, с четырьмя ведущими колесами, сконструированными по принципу двигатель — колесо, и др.). Ереванский автомобильный завод выпустил электромобиль-фургон ЕрАЗ-3731, который имеет колесную формулу 4×2, полезную нагрузку 515 кг, полную массу 2850 кг, двигатель постоянного тока последовательного возбуждения мощностью 22 кВт, максимальную скорость 60 км/ч. Батарея имеет массу 720 кг (без тары), запас хода при полной нагрузке 45 км. Габаритные размеры 4450×2300×2440 мм.

В электромобиле, созданном Орловским опытным заводом Научно-исследовательского института автомобильного транспорта с участием Всесоюзного научно-исследовательского института электромеханики (ВНИИЭМ) и Всесоюзного научно-исследовательского института электротранспорта в г. Калининграде, использованы различные типовые узлы советских автомобилей. Построенная на предприятиях Главмосавтотранса партия подобных электромобилей с некоторыми конструктивными отличиями работает уже ряд лет.

Грузовые электромобили выпустили Ульяновский автомобильный завод, а также некоторые автомобильно-ремонтные заводы. Все эти электромобили предназначены для работы в границах городов по доставке товаров торговой сети, почтовых отправок, по уборке улиц и других внутригородских целей. Аккумуляторы могут заряжаться в любой точке от сети переменного тока.]

Первую серию малых пассажирских электробусов РАФ-2210 выпустил в 1982 г. Рижский автобусный завод

для эксплуатации в качестве маршрутных такси. Электробус может развивать скорость 60 км/ч, иметь пробег до перезарядки аккумуляторов 70 км.

Волжский автомобильный завод разработал электромобиль «Жигули-21029» с двигателем мощностью 12 кВт, позволяющим развивать скорость 60 км/ч. Межзарядный пробег может достигать 85 км.

Большое количество опытных и опытно-промышленных образцов электромобилей создано за рубежом. В основном это грузовые автомобили малой и средней грузоподъемности с кузовами типа фургон для внутригородской работы. Наряду с этим достаточное внимание уделяется разработке других типов электромобилей, включая более тяжелые грузовые, легковые и автобусы.

Так, в ФРГ наряду с автомобилями средней вместимости сделаны образцы, вмещающие 100 пассажиров. Они имеют запас хода 40—60 км и развивают скорость 50—55 км/ч. На первых моделях аккумуляторы размещались под полом пассажирского салона. Поскольку время непрерывной работы батареи не превышает 3—4 ч, а продолжительность подзарядки аккумуляторов достигает, как правило, 6—10 ч, возникла задача быстрой замены истощенной батареи на заряженную. С этой целью были разработаны специальные поддоны для размещения аккумуляторов и подъемные механизмы, обеспечивающие смену батарей за 10—15 мин (рис 8). Эта система существенно повысила эффективность использования городских электробусов, для которых за 16 ч суточной работы заменяют батареи 5 раз. Батареи массой 5—6 т размещают на прицепе.

В Великобритании, где эксплуатируется свыше 44 тыс электромобилей, наибольшее распространение получили фургоны грузоподъемностью до 2 т для внутригородских перевозок торговых грузов и, в частности, для развоза молока (рис 9). Свинцово-кислотные аккумуляторы общей емкостью 230—300 А·ч позволяют электромобилю с двигателем мощностью (часовой) 7—11 кВт иметь пробег 40—60 км при скорости 30—40 км/ч.

В США в 1980 г фирма «Глоб-Юнион» выпустила образец легкового электромобиля с улучшенной свинцово-кислотной батареей (38 Вт·ч/кг), обеспечивающей ему запас хода 160 км и максимальную скорость 96 км/ч. Рассматриваемая модель оборудована микропроцессором, энергосберегающей системой торможения, легким электродвигателем и другими новшествами.

В Японии, которая ввозит из-за рубежа примерно 95% потребляемой нефти, созданию экономичных и надежных электромобилей уделяется большое внимание. Здесь построены опытные образцы легковых автомобилей на 2—5 человек, грузовые малотоннажные электромобили грузоподъемностью до 1000 кг (рис 10) и городские электробусы вместимостью 60—80 человек.

В подавляющем числе случаев источником энергии служат свинцово-кислотные аккумуляторы. Однако благодаря достигнутым усовершенствованиям в их конструкции обеспечивается запас хода у легковых автомобилей 175—180 км, у грузовых — 150—220, у электробусов — 150—

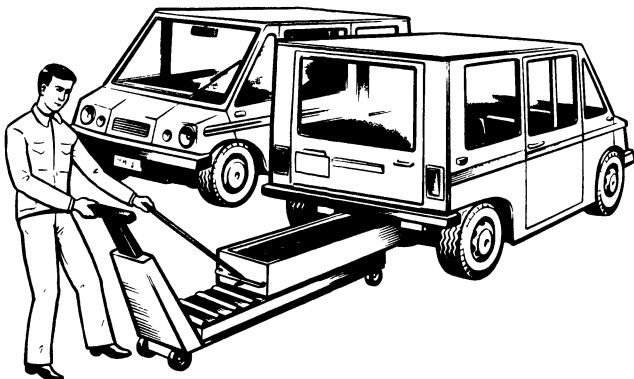


Рис 8 Поддоны для смены продольно расположенных батарей

170 км Во всех случаях скорость не превышает 40 км/ч На отдельных типах электробусов гарантируется запас хода до 330 км

По данным печати, парк электромобилей Японии в 1978 г составлял 13 тыс машин В частности, электробусы работают в Токио, Кобе, Киото, Осака и ряде других городов В 20 км от Осака строится новый город Сенбоку с населением 180 тыс человек Весь внутригородской транспорт этого города проектируется создать из электромобилей различного назначения, мини-электробусы, маршрутные такси, грузовые фургоны и др Ожидают, что к 1986 г в Японии будет эксплуатироваться 250 тыс электромобилей

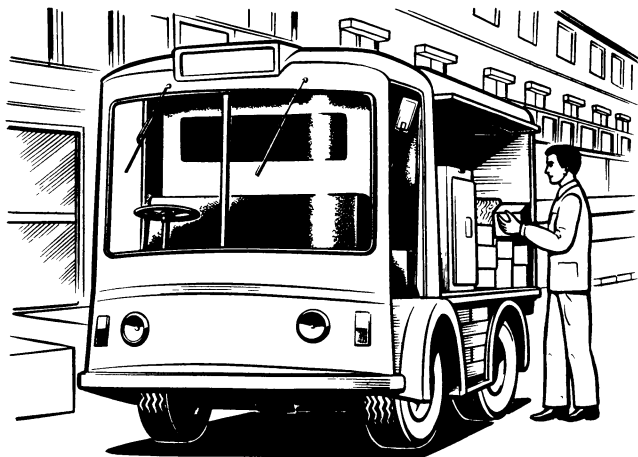


Рис 9 Развозной фургон-электромобиль

Для того чтобы смягчить недостатки наиболее распространенного свинцово-кислотного аккумулятора и в конечном счете повысить межзарядный пробег электромобиля, во многих конструкциях предусматривается система рекуперативного торможения с целью возврата какой-то доли энергии аккумулятору при движении автомобиля на крутых спусках и перед остановкой. В эти периоды тяговый электродвигатель работает в режиме генератора. В других случаях двигательная установка электромобиля дополняется маховиком, который аккумулирует (запасает) кинетическую энергию при торможении автомобиля и отдает ее при разгоне или при движении на крутом подъеме, позволяя экономить энергию батареи или повышая динамику электромобиля. Вместе с тем названные устройства усложняют и, следовательно, удорожают устройство и эксплуатацию электромобиля. Однако устройства рекуперации, энергии, в частности, с помощью маховика широко экспериментируются во многих странах. Эти системы позволяют увеличить запас хода легкового электромобиля по некоторым данным до 290 км. Маховик кинематически связан с ведущими колесами и тяговым двигателем. При торможении автомобиля он раскручивается и может запасать до 26 Вт·ч энергии на килограмм массы. Обычно маховик представляет собой стальной диск диаметром около 50 см, вращающийся со скоростью 10 тыс. об/мин в камере, из которой удален воздух.

Разработаны и другие по параметрам, конструкции и материалу маховики. Исследования показывают, что более

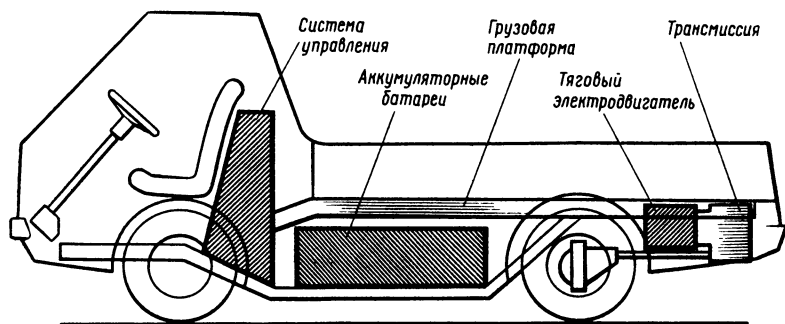


Рис. 10. Схема устройства грузового малотоннажного электромобиля с поперечным расположением батарей

легкий пластиковый диск, армированный углеродными нитями, за счет повышения скорости вращения может аккумулировать почти в 2 раза большую энергию, хотя стоимость такого ротора, по данным зарубежной печати, в 26 раз выше стального (при равной энергоемкости).

Опыт эксплуатации электромобилей со свинцово-кислотными аккумуляторами показывает, что стоимость этих автомобилей более высокая, чем обычных, а расходы по эксплуатации несколько ниже. По английским данным, электромобили грузоподъемностью 2 т оказались экономичнее эквивалентных автомобилей: бензиновых — в 1,68 раза и дизельных — в 1,45 раза. Следовательно, с точки зрения экономики применение электромобилей целесообразно. Однако технико-эксплуатационные параметры современных электромобилей не устраивают основную массу потребителей, особенно индивидуальных владельцев автомобилей. Некоторые специалисты считают, что свинцово-кислотные аккумуляторы никогда не могут быть усовершенствованы настолько, чтобы удовлетворить требования всех владельцев. Поэтому они предлагают перейти к более основательным работам над другими, более энергоемкими аккумуляторами и созданию на их основе опытных образцов электромобилей. Перспективными были признаны цинк-хлорные, никель-цинковые и натрий-серные. Наряду с этим отмечаются серьезные недостатки цинк-хлорных аккумуляторов, вытекающие из наличия в них хлора, который ядовит и вызывает коррозию. Имеются и другие трудности для широкого применения этих батарей, в том числе малый срок службы. Обычно такой аккумулятор выходит из строя через 100 циклов.

Опытно-промышленные образцы электромобилей на никель-цинковых батареях выпускаются во многих странах, включая США, Японию, Италию, ФРГ. Существенным препятствием к широкому применению никель-цинковых аккумуляторов является их высокая стоимость, причем примерно половина стоимости материалов, идущих на изготовление этих аккумуляторов, падает на никель. В связи с этим исследуется возможность извлечения никеля из отработавших свой срок батарей.

Разработаны проекты и сделаны попытки конструирования электромобилей на серно-натриевых аккумуляторах. Однако, насколько можно судить по данным печати, эти работы не вышли пока из стадии лабораторных исследований. При

энергоёмкости, в 5 раз превышающей энергоёмкость свинцово-кислотный аккумулятор, серно-натриевая батарея работает при температуре плюс 300—400°С и, следовательно, требует соответствующего разогрева перед началом движения и надежной изоляции для сохранения тепла, особенно при длительных перерывах в работе аккумулятора. Крайне незначителен и срок службы этих батарей, а расплавленный щелочной металл требует особо тщательного и квалифицированного обращения с такими аккумуляторами. Тем не менее работа над этими аккумуляторами продолжается. Разработанный в 1981 г. в ФРГ проект электромобиля на таких батареях показал, что электромобиль сможет развивать скорость до 130 км/ч и проходить без зарядки 250 км.

Ведутся исследования и опытно-конструкторские разработки с другими типами батарей и, в частности, с литий-серными, никель-железными, никель-водородными, воздушно-цинковыми. Подсчитано, что в разных странах создано не менее 130 типов электромобилей.

1 Электромобили с гибридными двигателями. Одно из направлений, по которому идут конструкторы, стремясь преодолеть недостаточную энергоёмкость свинцово-кислотной батареи, заключается в создании гибридных автомобилей, снабженных тяговой аккумуляторной батареей и двигателем внутреннего сгорания, как правило, небольшой мощности. В принципе такие автомобили должны в границах города двигаться на энергии аккумуляторов, а за его пределами на обычном двигателе, который одновременно осуществляет и некоторую подзарядку батареи. В этом случае запас хода гибридного электромобиля существенно увеличивается. Заметим, что для повышения динамики разгона на гибридном электромобиле можно использовать одновременно и двигатель, и энергию аккумуляторов.

Советские конструкторы создали первую отечественную модель такого электромобиля с комбинированной силовой установкой на базе микроавтобуса РАФ, который развивает скорость 80 км/ч и имеет запас хода до 300 км. Подобные экспериментальные образцы разработаны и испытываются в ряде зарубежных стран.

На заводах компании «Даймлер-Бенц» созданы электробусы со свинцово-кислотными аккумуляторами массой 3,5 т. Эта тяжелая батарея позволяет электробусу иметь запас хода 55 км. Для возможности повышения пробега электробус снабжен дополнительным дизелем, который подзаря-

жает аккумуляторы с помощью генератора. Аналогичные гибридные электробусы испытываются и в других странах. Схема гибридного автомобиля приведена на рис. 11.

В ФРГ разработана конструкция и выпущено несколько экземпляров электробуса типа «Дуо-Бас» с двойным питанием тяговых двигателей от аккумуляторной батареи и контактной сети. Аккумуляторы, занимающие 15% общей массы, размещены под полом автомобиля. Этот электробустроллейбус на улицах с контактной сетью автоматически поднимает свои токоприемники и движется как троллейбус, одновременно подзаряжая аккумуляторную батарею. На линиях, где нет контактной сети, электробус движется за счет энергии аккумуляторов. Устройства рекуперации энергии позволяют экономить до 30% энергии. Однако после пробега 50 тыс. км эксплуатационные затраты у электробуса оказались на 40% выше, чем у стандартного дизельного автобуса.

В Италии были проведены исследования работы двух электробусов вместимостью до 100 человек. Один электробус имел батарею массой 2000 кг (полная масса электробуса 17 000 кг), а второй — гибридный с дизелем мощностью 95 кВт массой 1240 кг плюс батарея массой 2160 кг (полная масса электробуса 19 000 кг). По энергетическим затратам гибридный электробус оказался самым эффективным.

Значительный интерес к созданию легковых гибридных электромобилей проявили в США и ФРГ.

Существуют два основных режима работы гибридных электромобилей (электробусов): один из них предусматривает работу двигателя внутреннего сгорания (ДВС) лишь за пределами городской черты, другой — постоянную работу

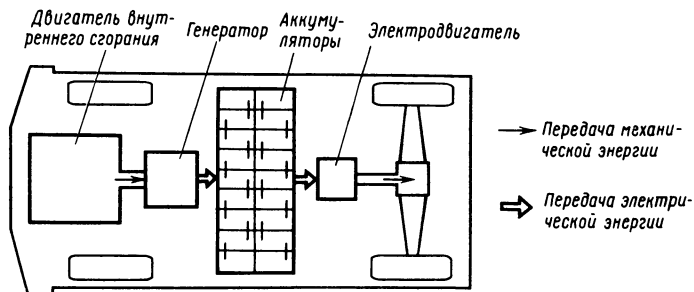


Рис 11. Схема гибридного автомобиля

ДВС в равномерном оптимальном режиме, обеспечивающем минимальную токсичность отработавших газов (с целью постоянной подзарядки аккумуляторной батареи). Нетрудно понять, что при втором режиме работы электромобиль может иметь существенно больший суточный пробег по городу или батарее меньшей емкости (массы).

Во всех случаях гибридный автомобиль более сложен и дорог, чем просто электромобиль. Пока не существует однозначного мнения относительно экономичности электромобилей вообще и гибридных, в частности.

В качестве серьезных проблем, которые могут возникнуть в будущем при широком распространении электромобилей, называют следующие: неэкономичность двойного преобразования энергии (на электростанциях и электромобилях); необходимость создания сети стоянок с подзарядными устройствами, которые более сложны по оборудованию и примерно в 2 раза больше по площади, чем современные автозаправочные станции; потребуются создание новых кузовов (а не приспособление обычных автомобильных); если основным типом аккумулятора останется свинцово-кислотный, то можно ожидать исчерпания свинца в природе. Около 40% мирового потребления очищенного свинца расходуется на производство аккумуляторов.

В этой связи большой принципиальный интерес представляют электромобили, работающие от аккумуляторов, заряжающихся за счет солнечной энергии. Сегодня солнечные батареи, размещенные на электромобиле, имеют ничтожную мощность. Так, автомобиль на два места, созданный в Швеции, в солнечный день может получить от солнечных батарей энергию 140 Вт. Конструкторы утверждают, что такой электромобиль развивает скорость до 50 км/ч и имеет пробег до 10 км. После доработки фирма надеется увеличить пробег до 50 км. Подобные модели создаются в ряде других стран.

Электромобили на топливных элементах. В 60-х годах, используя опыт применения на космических аппаратах новых электрохимических источников тока, так называемых топливных элементов, в ряде стран были сделаны попытки создать электромобиль на этих источниках тока. Внимание ученых и конструкторов автомобилями привлекли прежде всего высокий к. п. д. источника энергии (60—70%, а в перспективе 80—90%), существенно больший пробег, определяемый запасом потребляемого топлива, и сравнительно высокая

удельная мощность источника тока, хотя и значительно отстающая от удельной мощности обычных двигателей.

Принцип действия топливного элемента: в элемент подается водород и кислород, которые в процессе синтеза образуют воду, генерируя при этом электрический ток. В принципе топливный элемент будет выдавать ток до тех пор, пока в него будет поступать топливо (водород) и окислитель (кислород).

Первым электромобилем на топливных элементах был «Электрован», созданный концерном «Дженерал моторс» (США) совместно с фирмой «Юнион карбайд» в 1967 г. Это был довольно тяжелый автомобиль массой 3220 кг. Собственно батарея топливных элементов имела массу 610 кг, а вместе с относящимся к источнику тока оборудованием, включая криогенную систему для хранения запаса водорода и кислорода, — 1480 кг.

Большим недостатком была громоздкость и значительная масса топливной системы. В дальнейших конструкциях отказались от хранения чистого водорода на автомобиле, заменив его углеводородами или другими соединениями, содержащими водород. Вместо чистого кислорода в элемент стали подавать воздух.

К настоящему моменту созданы различные модификации топливных элементов, работающих на бензине, метане, пропане, гидразине, аммиаке, гексане и других веществах, которые используются в качестве первоосновы для извлечения из них водорода. Применение в энергетической установке реактора для получения водорода усложнило ее, но зато освободило от необходимости иметь тяжелую криогенную систему для хранения жидкого водорода на автомобиле.

В более поздних моделях удалось существенно уменьшить массу топливной аппаратуры.

В табл. 10 приведено сравнение обычного автомобиля с электромобилем на аккумуляторах и электромобилем на топливных элементах более современной конструкции.

Приведенные в таблице данные отражают прогресс в области создания топливных элементов главным образом в части повышения удельной мощности топливных элементов на 1 кг их массы.

Современные топливные агрегаты стали более легкими и компактными. В 10 раз увеличен срок службы воздушного электрода и еще более (в 100 раз) срок службы водородного электрода в элементах.

Таблица 10 Сравнение основных параметров автомобиля с электромобилями

Тип автомобиля	Полная масса, кг	Максимальная скорость, км/ч	Запас хода, км
Автомобиль с бензиновым двигателем	815	110	460
Электромобиль на свинцовых батареях	1145	80	80
То же на топливных элементах	875	80*	240

* У электромобиля «Электрован» скорость 112 км/ч

Однако следует отметить все еще большую сложность всей системы топливных элементов, которая находит свое выражение в высокой стоимости их устройства и эксплуатации. На первых электромобилях батарея топливных элементов стоила в 20 раз дороже, чем кислотно-свинцовый аккумулятор той же мощности. К настоящему моменту этот разрыв сокращен, но не ликвидирован. Топливные элементы работают при температуре 55—70°С и, следовательно, требуют предварительного подогрева; они пока не считаются полностью надежными (как, впрочем, и многие аккумуляторные батареи). Потребляемое топливными элементами горючее достаточно дорого. Динамика таких электромобилей хуже традиционных. Поэтому, например, в Великобритании на электромобиле была использована комбинация: топливный элемент — аккумулятор. Мощность последнего используется при разгоне автомобиля.

Советский экспериментальный электромобиль на топливных элементах создан на базе микроавтобуса РАФ Рижского завода. Источник энергии — топливный элемент — представляет собой водородно-воздушный электрохимический генератор, сконструированный Всесоюзным научно-исследовательским институтом источников тока. Силовая установка включает собственно топливный элемент, баллон с газообразным водородом, приборы автоматического управления работой источника тока и вспомогательные агрегаты. Запас водорода определяет пробег электромобиля 150 км, причем на замену водородного баллона требуется 15 мин.

Масса и габариты силовой установки пока не позволяют использовать ее на легковых автомобилях. В связи с этим

можно отметить, что в настоящее время проводится разработка большого электробуса. В перспективе предусматривается работа по снижению массы силового агрегата и прежде всего за счет использования криогенных емкостей для жидкого водорода. Повышение в будущем удельной мощности генератора позволит отказаться от вспомогательного аккумулятора, который сегодня необходим для повышения динамики электромобиля.

Несмотря на отмеченные выше недостатки, топливные элементы обладают исключительными качествами: автономностью и высоким к. п. д. Поэтому работа над их совершенствованием продолжается во многих развитых странах. Ряд исследователей ожидают, что переход от свинцовых аккумуляторов к топливным элементам позволит в будущем снизить эксплуатационные расходы на 50%.

Серьезной альтернативой автомобилю и автобусу в городских условиях в дополнение к трамваю и метро могут стать транспортные средства **на магнитной подвеске**. Научные и проектные разработки в этой области развернуты во многих развитых странах, включая и СССР, но в наибольшей степени они продвинуты в ФРГ и Японии.

В ФРГ построена модель вагона на магнитной подвеске с линейным электродвигателем и испытана на экспериментальном кольце протяженностью 1 км, где она развивала скорость 150—220 км/ч. Созданы и другие образцы моделей и полномасштабных вагонов, а также проект поезда на 300 пассажиров для движения со скоростью 400 км/ч. В 1982 г. вблизи Эмсланда было начато сооружение участка длиной 31,5 км и создан двухсекционный вагон на 196 мест для движения со скоростью 400 км/ч.

В Японии на протяжении ряда последних лет была проведена большая исследовательская и экспериментальная работа по созданию аналогичных транспортных средств. В 1978 г. полномасштабная модель вагона с линейным двигателем на отрезке протяженностью 3,1 км развила скорость 261 км/ч, в следующем году — 364 км/ч, а в 1980 г. — 517 км/ч. В г. Иокогама такая дорога уже построена. Сооружается пригородная линия от Токио до нового аэропорта Нарита со временем доставки пассажиров 15 мин, а также магистральная Токио — Осака.

В Советском Союзе намечено построить первую городскую линию протяженностью 14 км в г. Алма-Ате, на которой запроектировано обращение сначала отдельных

вагонов, а затем поездов с максимальной скоростью до 100 км/ч¹.

Основные преимущества данной системы с позиций экологии — отсутствие загрязнения воздуха и практическая бесшумность. Помимо высокой скорости, можно отметить также плавность хода (отсутствие вибраций и толчков). Недостатком такого транспорта считают относительно высокие энергетические затраты (хотя они и ниже, чем у аппаратов на воздушной подушке) и конструкционную сложность, особенно систем магнитной подвески. Возможность применения сверхпроводящих магнитов позволит существенно снизить расход энергии на подвеску, но конструкционно и в эксплуатации система еще более усложнится. Однако высокая скорость, не доступная для всех видов колесного транспорта, и более высокая регулярность (всепогодность), чем у авиации, позволяют полагать, что этот вид транспорта получит большое распространение во всех видах сообщений: городском, пригородном и междугородном.

МОРСКОЙ И РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ

1. СПЕЦИФИКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СУДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Загрязнение среды обитания водным транспортом происходит по двум каналам: во-первых, морские и речные суда загрязняют биосферу отходами, получаемыми в результате эксплуатационной деятельности, и, во-вторых, выбросами в случаях аварий токсичных грузов, большей частью нефти и нефтепродуктов.¹

В условиях обычной эксплуатации основными источниками загрязнения являются судовые двигатели и прежде всего главная энергетическая (силовая) установка, а также вода, используемая для мойки грузовых танков, и балластная вода, сливаемая за борт из грузовых танков.

Энергетические установки судов загрязняют отработавшими газами прежде всего атмосферу, откуда токсичные вещества частично или почти полностью попадают в воды соот-

¹ Труды Института комплексных транспортных проблем при Госплане СССР, вып. 82, 1980, с. 147

ветственно рек, морей и океанов. В настоящее время подавляющее число судов отечественного (и мирового) флота оборудовано дизельными двигателями. Небольшую долю составляют суда с паротурбинными установками, число которых в последние годы сокращается (в связи с меньшей экономичностью по сравнению с дизелями). И пока единицами исчисляются газотурбинные установки.

Речные и, особенно, морские суда следуют на большие расстояния с установленной (как правило, постоянной) скоростью, при которой двигатели длительное время работают в оптимальном (или близком к нему) режиме, и поэтому отработавшие газы содержат минимум токсичных веществ.

Нефть и нефтепродукты являются основными загрязнителями водного бассейна при работе водного транспорта. Отрицательное воздействие водного транспорта на гидросферу связано с тем, что на танкерах, перевозящих нефть и ее производные, перед каждой очередной загрузкой, как правило, проводится промывка емкостей (танков) для удаления остатков ранее перевезенного груза. Промывочная вода, а с ней и остатки груза обычно сбрасывались за борт. Кроме того, после доставки нефтегрузов в порты назначения танкеры, как правило, направляются к пункту новой погрузки без груза. В этом случае для обеспечения надлежащей осадки и безопасности плавания нефтяные танки судна наполняются балластной водой. Эта вода загрязняется нефтяными остатками. Поэтому усилия ученых и конструкторов направлены на создание эффективных средств очистки промывочных и балластных вод. Актуальность работ подтверждается бурным развитием танкерного флота, что обусловлено ростом потребления и перевозок нефти. Из общего грузооборота мирового морского флота в настоящее время около 49% падает на нефть и нефтепродукты (в 1977 г. — 65,5%)¹.

За послевоенный период тоннаж танкеров сильно возрос. По данным Регистра СССР, на 1 января 1984 г. из общего отечественного морского тоннажа, равного 26 678 тыс. т дедвейта, 7 060 тыс. т, или 26,5%, занимают наливные суда, в том числе нефтеналивные, газовозы и химовозы².

В мировом флоте, по статистике Регистра Ллойда, на 1 июля 1983 г. тоннаж всех танкеров для нефти, нефтепро-

¹ Морской флот, № 1, 1984, с. 53.

² Там же, № 6, 1984, с. 38.

дуктов, газа и химических продуктов (включая балктанкеры) составлял более 46% общего тоннажа морских судов¹.

По мере роста перевозок нефтегрузов и наливного тоннажа все большее количество нефти стало попадать в океан и при авариях.

Необходимо отметить, что в силу ряда объективных обстоятельств (высокая квалификация команды, хорошая оборудованность средствами судовождения и связи, исправное состояние судов) безопасность плавания на советских судах значительно выше, чем на судах многих зарубежных стран, особенно плавающих под «удобными» флагами.

Насколько серьезны последствия катастроф с крупными нефтеналивными судами, показывают случаи, имевшие место с супертанкерами под либерийским флагом, но принадлежащими американским и западноевропейским владельцам.

Огромный ущерб океану нанесло крушение американского супертанкера «Торри Каньон» (под либерийским флагом) на рифах «Семь камней» у юго-западного побережья Англии в марте 1967 г. Когда танкер с грузом 120 тыс т сел на рифы и получил пробоины, нефть стала вытекать из его танков и разливаться по поверхности океана. Вскоре значительные массы нефти достигли пляжей английской курорта на мысе Корнуолл, а также других районов юго-западной Англии и французского побережья.

Первоначально были сделаны попытки снять танкер с камней при помощи спасательных судов и кораблей военно-морского флота. Однако это не удалось. На предложение англичан поджечь нефть, чтобы хоть как-то снизить угрозу загрязнения, владелец судна ответил отказом. От использования химических веществ для нейтрализации нефти, применяемых в то время, отказались из-за опасности дополнительного отравления рыбы, планктона и других представителей живого мира.

После того как танкер разломился и затонул, а нефть стала бурным потоком подниматься на поверхность, английские власти приняли решение поджечь нефть зажигательными бомбами с самолетов. Нефть горела несколько суток. Ущерб, нанесенный Великобритании и Франции в результате крушения «Торри Каньон» оказался значительным и состоял не только в затратах на очистку пляжей и побережья вообще, но и в гибели рыбы, птиц, снижении улова, а также в сокращении притока туристов.

Авария «Торри Каньон» на конкретном примере показала потенциальную опасность заражения нефтью больших площадей воды и суши со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями. Этот случай стал поводом для первого серьезного осмысления остроты проблемы.

На протяжении всех последующих лет и до сих пор в печати, по радио и телевидению, на конференциях часто говорят об этом крушении как примере опасности и как аргументе

¹ Морской флот, № 6, 1984, с 53

в пользу ускорения разработки мер предупреждения и борьбы с подобным загрязнением. К сожалению, аварии с танкерами продолжают случаться.

За десятилетие после катастрофы танкера «Торри Каньон» в морях и океанах погибло более 750 крупных танкеров (дедвейтом свыше 10 тыс. т каждый). Большинство этих крушений сопровождалось массовыми выбросами нефти и нефтепродуктов в море. Конец 70-х годов нашего столетия был отмечен несколькими крупными экологическими катастрофами, которые разразились, несмотря на меры, принимаемые для обеспечения безопасного мореплавания, особенно танкеров.

В 1978 г у французских берегов снова произошла катастрофа, еще более значительная по последствиям, чем в 1967 г. Здесь в шторм разбился американский супертанкер «Амоко Кадис» под либерийским флагом. Судно, лишенное рулевого управления, разломилось на каменных рифах на три части и из него вытекло более 220 тыс т нефти, покрыв площадь 3,5 тыс км². Нанесен огромный ущерб рыболовству, рыбоводству, устричным «плантациям», всему живому морскому миру этого района. Через трое суток в приморских заболоченных местах этого района уже было никакой жизни. Биологи установили, что со временем нефть проникла в прибрежные осадочные породы на глубину до 50 см, причем продукты фотоокисления нефти они считают более токсичными, чем сама нефть, и что природа может нейтрализовать эти вещества не ранее чем через 7—10 лет.

В июле 1979 г в Карибском море во время ливня столкнулись два греческих супертанкера «Атлантик Экспресс» и «Эгеэн Кэптен» с общим грузом нефти 470 тыс т. Столкновение сопровождалось взрывами и пожаром, во время которого погибло 26 человек из числа судовых команд. Из поврежденных танков «Атлантик Экспресс» каждый час вытекало 50 т нефти, часть которой сгорела на воде. Основная масса нефти осталась в танках.

Новое десятилетие не принесло существенных улучшений. Зафиксированы новые катастрофы. В ноябре 1981 г потерпел крушение английский танкер «Глобе Асими» в акватории порта Клайпеда. На судне не приняли во внимание предупреждение администрации порта и своевременно не вышли на рейд в связи с ухудшением погоды.

Разразившимся штормом танкер был разбит о камни, а 16 тыс т принятого в порту мазута разлились по воде, загрязнив акватории торгового и рыбного портов, судоремонтного завода, целлюлозно-картонного завода, рыболовецкого колхоза, большие участки побережья, включая курортные пляжи. Местами слой мазутного месива достигал 0,5 м, его вычерпывали дрейферами. При первой возможности расплывание мазутного поля было местами ограничено боновыми ограждениями. Круглосуточно по 12 ч в смену работал советский плавучий нефтесборщик.

Через некоторое время мазут начал окомковываться, впитывая воду, и увеличил свою массу примерно в 5 раз, что повысило трудоемкость очистительных работ. Почти 150 специальных автомобилей были заняты на удалении собираемого мазута. В Клайпеду прилетели специалисты из Новороссийска, Риги, с Волго-Балта и других районов. В ликвидации загряз-

нения участвовало свыше 1000 человек. На заключительной стадии очистки было применено специальное нефтеемещающее судно «Светломор», прибывшее из Ильичевска. Не один месяц ушел на борьбу с последствиями аварии.

Нефть стала попадать в моря с буровых установок. Во всем мире примерно 20% нефти извлекается со дна морей и океанов из 28 тыс. скважин.

По оценкам специалистов в моря и океаны выливается до 10 млн. т нефтегрузов в год. Между тем установлено, что каждая тонна разлитой нефти может покрыть пленкой водную поверхность площадью 12 км². Исследования ряда научных учреждений показали, что к 80-м годам на основных морских путях перевозки нефти загрязнение оказалось наибольшим. Среди этих путей можно выделить маршруты: Персидский залив — южная оконечность Африки — Европа и далее по Северной Атлантике до США; Персидский залив — Индийский океан — Япония. Особенно неблагоприятно в Персидском заливе, откуда начинают свой путь 60% всей перевозимой морем нефти. Около 100 крупнейших танкеров проходит через Ормузский пролив ежедневно, сбрасывая там балластные воды с содержанием углеводородов.

Велико загрязнение вод Средиземного, Карибского, Японского морей. В последние годы подобная опасность появилась и в водах Северного моря у побережья Норвегии и Великобритании.

Океанологи считают, что загрязнение распространилось на 10—15% поверхности Мирового океана.

Следует заметить, что в экваториальной зоне нефть подвергается более быстрому разложению, чем в северных широтах, а в воды Арктики за последние годы ее стало поступать гораздо больше. По данным океанологов, в моря и океаны нефть и другие углеводороды поступают: с судов, находящихся в море, — 28%, со стоком рек — 28%, с берегов — 16%, с судов, находящихся в портах, — 14%, из атмосферы — 10%, другими путями — 4%.

Таким образом, одним из главных источников загрязнения морей и океанов являются суда, на которые падает, по-видимому, более половины непосредственного сброса углеводородов.

Большое беспокойство мировой общественности за судьбу гидросферы Земли нашло отражение в установлении Всемирного дня моря по решению X сессии ассамблеи Межправительственной морской консультативной организации

(ИМКО). Этот день отмечается странами мира с 1978 г. ежегодно 25 сентября. В 1981 г. День моря отмечался под девизом: «Техническим нормам ИМКО по обеспечению безопасности на море и защите чистоты морей — действительное глобальное применение». Смысл этого девиза состоит в том, чтобы все страны не на словах, а на деле выполняли рекомендации ИМО¹ как при создании новых судов, так и при эксплуатации всего имеющегося флота. Советский Союз, как и все социалистические страны, строго выполняет эти рекомендации и нормы. Однако многие из развитых капиталистических стран передоверили эту ответственную работу частным компаниям, которые под разными предлогами уклоняются от соблюдения названных норм.

2. МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОГО БАССЕЙНА

В результате драматических событий, связанных с загрязнением Мирового океана, во многих странах приступили к разработке и реализации мер, направленных на предупреждение загрязнения вод рек и морей.

Некоторые ультрарадикальные предложения сводятся к повсеместному запрещению механического флота и возвращению к парусному, не наносящему ущерба природе. Нетрудно видеть, насколько не реалистичны подобные предложения, хотя идея использования паруса на современном уровне техники в определенных условиях и масштабах может оказаться полезной и заслуживающей серьезной разработки, в том числе с позиций экономии энергетических ресурсов.

В Ленинградском центральном проектно-конструкторском бюро Министерства морского флота СССР с привлечением ряда других организаций создается новая система механизированных парусов, которые предназначены для установки и использования на соответствующих морских судах в дополнение к судовой энергетической установке.

В Японии создано несколько относительно небольших опытных танкеров и сухогрузов, снабженных автоматически управляемыми парусами. Создаются и другие подобные суда.

¹ С 1982 г. организация ИМКО переименована в Международную морскую организацию (ИМО)

К основным мерам предупреждения загрязнения водного бассейна транспортными судами следует отнести:

запрещение сброса загрязняющих отходов с судов во внутренних водоемах;

принятие международных соглашений о прекращении сброса с судов всех видов отходов и слива нефтегрузов и загрязненной ими воды в открытых морях и океанах в пределах установленных зон;

оборудование судов дополнительными средствами и установками по утилизации или уничтожению некоторых видов отходов, а также для временного накопления части отходов с последующей сдачей их на берег для уничтожения или переработки;

разработка новых конструкций судов, которые в большей степени гарантировали бы сохранность нефтегрузов и нефте топлива даже в аварийных ситуациях.

За последние 15—20 лет в нашей стране проведена большая работа по прекращению сброса производственного и бытового мусора, а также загрязненных вод в реки, озера и моря.

На первом этапе была произведена своего рода инвентаризация вредных отходов, которые сбрасывались в водоемы с каждого судна, а затем разработаны планы оборудования судов соответствующими устройствами и прежде всего контейнерами для мусора и цистернами для сбора всех загрязненных нефтесодержащих вод.

Все самоходные речные суда и земснаряды были приспособлены для закрытого приема (бункеровки) топлива, что резко снижает случаи пролива топлива в водоемы. Дноуглубительные работы на судовых ходах производятся с учетом необходимости очистки русл рек от загрязненного грунта, накопившегося в предшествующее время. Большая работа проводится по извлечению из рек, водохранилищ и каналов затопленного леса, который не только создает опасность для судоходства, но и, разлагаясь, поглощает кислород и выделяет токсичные фенолы. Например, из русла Дона и канала Волга — Дон (включая и берега) ежегодно удаляется около 27 тыс. т такого леса. Разработана и осуществляется система мер по защите рыбных ресурсов.

В речных и морских пароходствах созданы специализированные службы для защиты окружающей среды от загрязнений, вносимых водным транспортом. Со всеми другими техническими подразделениями эти службы разрабатывают

предложения и проекты планов природоохранных мероприятий, после утверждения которых следят за их выполнением и в рамках своих полномочий осуществляют систематический контроль за соблюдением общегосударственных законов и ведомственных приказов.

В современных условиях первостепенное значение приобретают международные соглашения о запрещении сброса загрязненных вод и мусора в открытых морях и океанах. Следует подчеркнуть, что эта трудная проблема имеет достаточно долгую историю. Одна из первых попыток принятия такого соглашения относится к 1926 г., когда в Вашингтоне была созвана конференция по предотвращению загрязнения морей нефтью. Однако никаких практических результатов тогда достигнуто не было. Также безрезультатной оказалась попытка решить этот вопрос в рамках Лиги Наций.

Только в 1954 г. ООН была организована разработка международной конвенции, которая вступила в силу в июле 1958 г. Однако эффективность этой конвенции оказалась недостаточной, и в апреле 1962 г. ИМКО созвала новую конференцию для выработки поправок, которые повысили бы действенность этого важного соглашения. В мае 1967 г. выработанные поправки вступили в силу, а в декабре 1969 г. документ был принят Советским Союзом.

Дальнейшая работа в рамках ИМКО привела к подготовке Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. (Конвенция МАРПОЛ-73), которая, в частности, предусмотрела усовершенствование требований, относящихся к проектированию, конструкции и оборудованию танкеров, а также контролю за их состоянием.

При подготовке текста этой конвенции, а также соответствующих приложений и протоколов в основном обсуждались следующие требования к крупным нефтяным танкерам: двойное дно, изолированный или чистый балласт, инертные газы для предотвращения взрывов в частично заполненных или опорожненных от груза танках, системы для предотвращения столкновений судов, усовершенствованное рулевое управление, повышение уровня правил (стандартов) проверки и освидетельствования судов.

Из-за разногласий по многим конкретным требованиям, относящимся к конструкции новых судов и переоборудованию эксплуатируемых, указанная конвенция не была сразу принята всеми странами, входящими в ИМО, однако она сыграла важную роль в последующем совершенствовании

танкеров с точки зрения охраны гидросферы. С соответствующими добавлениями и изменениями, введенными в конвенцию в 1978 г., она была принята рядом членом ИМО и вошла в силу в октябре 1983 г. как Международная конвенция МАРПОЛ-73/78, участником которой является и Советский Союз.

Названный документ установил также нормы содержания нефти в водах, которые могут сбрасываться с судов за борт. Так, за пределами 12-мильной зоны с судов могут сбрасываться трюмные воды, если в них содержится не более 100 частей нефти на 1 млн. частей чистой воды. Однако это положение не распространяется на выделенные ИМО «особые районы» — Черное, Средиземное, Балтийское, Красное моря, а также на район Персидского залива и некоторые другие районы Мирового океана, которые могут быть определены ИМО дополнительно.

На периодически собиравшихся международных конференциях и комитетах были внесены новые предложения, в частности, об объявлении 50- и 200-мильных запретных зон для слива с судов любых загрязненных вод. Кроме того, были высказаны мнения о целесообразности запрещения слива загрязненных вод в любой точке Мирового океана. Однако такие предложения пока считаются нереальными.

Поиски соглашений по уменьшению и предотвращению загрязнений морей проходят и на региональном уровне. Так, например, в 1973 г. сначала в Хельсинки, а затем в Киле состоялись встречи экспертов ГДР, Дании, Польши, СССР, Финляндии, ФРГ и Швеции с целью выработки общей платформы для совместных мер борьбы с загрязнением Балтийского моря, которое оценивалось тогда некоторыми международными организациями как «самое грязное море в мире». Проведены или проводятся и другие подобные конференции.

В 1974 г. государства Балтийского бассейна подписали в Хельсинки Конвенцию по защите морской среды Балтийского моря. Это было первое международное соглашение на региональном уровне. За последнее десятилетие здесь проведены значительные работы по созданию стационарных очистных сооружений и оборудованию соответствующими устройствами судов.

В составе ИМО действует ряд комитетов, в том числе Комитет защиты морской среды, который готовит предложения по совершенствованию действующих требований конвен-

ций и рекомендаций, связанных с укомплектованием флота оборудованием, приборами и средствами, обеспечивающими охрану и чистоту морской среды. Комитет способствует применению положений Международной конвенции по предотвращению загрязнения моря с судов в национальных рамках каждой страны — члена ИМО.

На всех международных конференциях представители нашей страны активно участвуют в выработке таких правил и условий, которые гарантировали бы реки, моря и океаны от опасного загрязнения средствами транспорта.

Советским Союзом приняты эффективные меры по охране чистоты вод морских бассейнов. На основании постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов Черного и Азовского морей», постановлений Совета Министров СССР «О мерах по усилению охраны от загрязнений бассейна Балтийского моря», «О дополнительных мерах по охране Каспийского моря от загрязнения», Положения об охране рыбных и других живых ресурсов в прилегающих к побережью СССР морских районах и ряда других осуществляется огромный комплекс мероприятий, среди которых важную роль играют меры, направленные на экологическое совершенствование водного транспорта.

Так, уже в 1979 г. содержание нефтепродуктов снизилось в открытых водах Балтийского моря в 20 раз по сравнению с 1975 г. и стало ниже предельно допустимого уровня. К началу 80-х годов в открытых районах Черного моря концентрация нефтепродуктов снизилась вдвое, а в Азовском — в 14 раз по сравнению с уровнем 1977 г.¹ Стали чище воды Каспия, Северного и Дальневосточного бассейнов.

Большая практическая работа проводится по реализации принятых международных обязательств. Так, на эксплуатируемых судах ранней постройки установлено дополнительное оборудование, предназначенное для сбора или утилизации судового мусора и производственных отходов, а также нефтесодержащих вод. В ряде случаев суда снабжаются емкостями для накопления мусора, нефтяных остатков и загрязненных производственных и бытовых вод, чтобы по прибытии в порты сдать их плавучим или береговым установкам на очистку и переработку. Такая сдача на берег идет по трубам

¹ Проблемы развития морского судоходства М Наука, 1983, с 188.

или чаще с помощью особых зачистных станций и судов-мусоросборщиков, которые швартуются к прибывшему в порт судну, принимают от него нефтесодержащие воды и мусор и переправляют их на береговые станции для очистки, переработки или соответственно для уничтожения.

Например, в портах Черноморского пароходства эти функции выполняют десятки нефтемусоросборщиков и плавсборщиков льяльных (скапливающихся в трюмах судна) вод и мусора, две химзачистные станции и мощный комплекс технических средств на базе судна «Светломор». В Одессе, Ильичевске, Херсоне, Николаеве, Евпатории и других портах работают стационарные установки для сжигания мусора. За год только в Одесском порту в среднем сдается с судов на очистку около 2,6 млн. м³ балластных вод, откуда извлекается примерно 19 тыс. т нефтепродуктов. Подобные системы утилизации судовых отходов применяются во всех крупных морских и речных портах страны и признаются достаточно эффективными. Не случайно зарубежные специалисты, посещающие, в частности, нефтеналивную гавань Шесхарис (Новороссийского порта), неизменно отмечают чистоту воды этой гавани, где с прибывших в порт танкеров балластная вода перекачивается в специальный пруд для отстаивания и освобождения от нефти и лишь после аэрации (насыщения кислородом) эта вода возвращается в море.

На речном транспорте СССР практически все суда имеют оборудование для сбора хозяйственных и фекальных стоков, которые они сдают через специальные причалы в береговые канализационные сети. На речных путях РСФСР, например, на конец 1982 г. насчитывалось 24 таких причала, их количество планируется увеличить за несколько ближайших лет в 1,5 раза. Крупные речные пассажирские суда с объемом стоков более 100 т в сутки оснащаются собственными автономными очистителями сточных вод, позволяющими возвращать очищенную воду в реки непосредственно с судна. Загрязненную нефтепродуктами воду накапливают на судах подобно тому, как это делается на морском транспорте, для последующей сдачи ее на плавучие очистные станции. За навигацию на таких станциях из загрязненной воды выделяют десятки тысяч тонн нефтепродуктов.

На предприятия речного флота строят канализационные сети, очистные станции, осуществляют переход на обратное водоснабжение производства.

Выше было упомянуто, что за пределами 12-мильной зоны (если нет общего запрета) с морских судов можно сбрасывать воду, если она содержит не более 100 частей нефти на 1 млн. частей воды. Фактически нефтесодержание сточных вод судовых энергетических установок значительно выше указанного допустимого предела и в ряде случаев может превышать его в 50—100 раз. Таких загрязненных вод на современном судне накапливается 1—3 м³ в сутки на стоянке и 3—15 м³ на ходу. Предупреждение загрязнения воды с судов на нашем флоте решалось наиболее эффективным способом — строительством береговых очистных сооружений, так как стоимость очистки объема морской воды на судне стоит в 12 раз дороже, чем на берегу. Однако в связи с вступлением в Конвенцию МАРПОЛ-73/78 возникла необходимость оборудовать транспортные суда не только накопительными емкостями для нефтесодержащих вод, но и сепарационными установками, позволяющими отделять нефтепродукты от воды с последующей утилизацией или сдачей этих продуктов.

На речных и морских судах новейшей постройки установка очистного и утилизационного оборудования предусматривается проектами. Так, на танкере «Отто Гротеволь» Новороссийского морского пароходства эксплуатируется довольно сложное оборудование, которое позволяет отделять «смывки» сырой нефти из промывочных вод путем многократного отстаивания, производить очистку этой нефти (обессоливание) от солей, перешедших в нее из морской воды, примешивать к ней дистиллят (для понижения температуры вспышки) и использовать его как добавку к основному котельному топливу. На этом танкере регенерируется и используется в среднем 500—600 т отмытых нефтеостатков в год. Несмотря на экономическую целесообразность данной системы, действующая технология признается сложной, трудоемкой и не гарантирующей стабильность полученного топлива.

К началу 80-х годов большинство судов было оборудовано емкостями для сбора нефтесодержащих вод и устройствами сепарации, а также приборами автоматического контроля загрязненности вод нефтепродуктами. Наиболее совершенные системы сепарации позволяют довести содержание нефти до 15 частей на миллион частей воды, что Международной конвенцией приравнивается к чистому балласту.

Многие новейшие суда имеют совершенные системы пере-

работки всех судовых отходов. Так, например, ролеры типа «Инженер Нечипоренко», помимо сепараторов льяльных вод, оборудованы автоматизированными устройствами для механической и химической обработки сточных вод, после которой очищенная вода откачивается за борт, а твердые примеси (шлам) измельчаются и сжигаются в специальной печи. В этой печи сжигаются также отходы сепарирования, пищевые отходы и судовой мусор.

Крупный шаг вперед сделан в области повышения безопасности мореплавания. Это коснулось многих типов судов, созданных за последние годы. Например, новейшие советские танкеры типа «Победа» дедвейтом 65 тыс. т имеют двойное дно и двойные борта. Судно снабжено биохимическим оборудованием для нейтрализации всех производственных и бытовых стоков. Промывка танков механизирована и осуществляется по замкнутому циклу без сброса загрязненных промывочных вод за борт. Балластная вода заполняет пространство между корпусами и остается чистой, а поэтому перед загрузкой может быть в любом месте откачена за борт. Суда такого типа называют «экологически чистыми».

Навигационная система современных танкеров обеспечивает безопасное расхождение в море одновременно с 12 судами. Загрузка и разгрузка 16 танков, а также их мойка производятся автоматически под контролем электронной аппаратуры. Грузовые танки находятся под «прикрытием» инертных газов, т. е. в пространство танков, не заполненное нефтью, закачиваются газы (углекислый или азот), исключающие условия самовозгорания нефтепродуктов или их паров.

Сегодня многие суда оборудованы современными подруливающими устройствами, что облегчает процесс швартовки, которая для крупных судов небезопасна. В частности, в ряде портов, где обрабатываются крупные суда и прежде всего супертанкеры, находит применение локационная система швартовки. Определяя скорости носовой и кормовой оконечностей судна относительно причала, а также расстояние до него, локаторы передают информацию судоводителю. В некоторых случаях цифровая информация выводится на наружное табло (где загораются крупные цифры), помогающее судоводителю обеспечивать безопасность операции. Цветные сигнальные огни, дополняющие цифровую информацию, отражают скорость сближения судна с причалом. Локационная система позволяет также сократить

потребность в буксирах, обычно используемых при швартовке крупных судов.

Для быстрой остановки крупных судов во многих странах создаются дополнительные тормозные средства (выдвижные щиты, водные парашюты, тормозные каналы в корпусе). В настоящее время супертанкер, идущий со скоростью 15—16 узлов, с момента команды «полный назад» проходит путь до 3—6 км, затрачивая при этом до 20 мин.

Несмотря на усложнение техники и повышение квалификации людей аварии с морскими и речными судами происходят. Ежегодно около 350 морских судов гибнут в пучинах Мирового океана. Случаются аварии и на внутренних водных путях. Поэтому закономерно большое внимание работников морского и речного флота уделяется созданию средств и методов ликвидации последствий разливов нефти и ее производных на морях, озерах и реках.

3. МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ ДОПУЩЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

К настоящему времени наметились три основные направления очистки загрязненных вод морей и рек, а именно: механический сбор с поверхности вод мусора и нефтяных пленок, химическое воздействие на нефтяные пленки и биологическое разложение пленок.

Наибольшее распространение получил первый — **механический** метод. При таком методе небольшие специальные суда или плавучие агрегаты выполняют разные по степени сложности операции — от простого сбора с поверхности воды плавающего мусора до улавливания и сепарации нефтепродуктов. Собранный мусор и нефтесодержащие воды передаются на береговые станции для уничтожения и утилизации. Учрежденные в пароходствах инспекции контролируют соблюдение требований по предотвращению загрязнения гидросферы.

В настоящее время во всех основных речных и морских портах Советского Союза работают такие суда, обеспечивая очистку акваторий портов от мусора и нефтяных пленок, имеются самоходные баржи для приема контейнеров с производственным мусором от транспортных судов и большие зачистные плавучие станции. Созданы соответствующие береговые устройства.

Для ликвидации аварийных разливов нефти в аквато-

риях и открытом море созданы оперативные штабы, которые принимают экстренные меры к устранению последствий таких разливов, для чего используются все имеющиеся средства. Оперативные штабы проводят периодические учения и тренировки для проверки работоспособности технических средств и приобретения навыков членами аварийных команд. Однако небольшие нефтесборщики для ликвидации аварийных разливов нефти (особенно крупных) малоэффективны.

Во многих странах продолжают работы по изысканию надежных и эффективных средств для очистки водной поверхности. Накопленный опыт в этой области велик и многообразен, полученные результаты неоднозначны. За последние 15—20 лет в разных странах испытано довольно много средств и методов удаления нефтяных пятен с воды. Одни из них менее удачны, другие — более.

На первых порах, в частности во Франции, для удаления нефти пятно посыпали опилками или торфом, а затем полученную смесь собирали сетями.

В 1968 г. в Швеции был испытан более совершенный способ удаления нефтяного пятна с помощью прочной бумаги, захватывающей нефть и не впитывающей воду. Рулон такой бумаги диаметром 2,4 м устанавливали на носу катамарана, бумажную полосу пропускали между корпусами к корме, где ее закрепляли на вращающемся валу. По мере движения катамарана по загрязненной акватории бумажная полоса, касаясь воды, впитывала нефть и наматывалась на вал. Использованную бумагу сжигали. Такую же бумагу пытались просто расстилать на воде, чтобы не допустить загрязнения нефтью берегов. Однако этот способ очистки оказался все же дорогим и при больших загрязнениях требовалось много бумаги.

Лаборатория компании «Шелл» в Гааге для снятия нефтяной пленки с поверхности воды создала пористый материал, который после впитывания нефти выжимали специальной машиной. По расчетам, полоса длиной 300 м за сутки удаляет 100 т нефти. Однако проблемой остался поиск материала, который хорошо впитывал бы нефть, не впитывал воду и сохранял свою структуру после многократного выжимания.

В Швеции как будто бы удалось найти такое решение. В 1975 г. здесь проводилось испытание нового нефтесборщика, в носовой части которого имелось отверстие для

забора загрязненной воды, поступающей затем на непрерывную ленту, проложенную вдоль судна. На этой ленте нефть отделяется от воды и направляется в соответствующие емкости, а очищенная вода сбрасывается через отверстие на корме. По расчетам, такое судно может собрать с поверхности моря 5—10 т нефти в час. В 1976 г. в шведском порту Норчёнинг начали регулярную работу катамараны, построенные по такому же принципу, но каждый катамаран длиной 12 м имеет четыре очистительные ленты, что существенно повышает их производительность.

В последнее время в Швеции создан новый мусоронефте-сборщик также в виде катера-катамарана, но между корпусами его смонтирован ленточный конвейер со стальной перфорированной лентой, отличающейся повышенной адгезией к маслянистым веществам. Передний конец конвейера наклонен и затоплен. При движении катера движущаяся лента захватывает плавающий мусор и сбрасывает его в специальный бункер. Вода стекает через отверстия, а нефть прилипает к ленте и соскабливается специальными пластмассовыми скребками в особую емкость.

Во Франции создан легкий мусоросборщик массой 6 т, который с помощью специального винта, приводимого в движение дизелем мощностью 73 кВт, засасывает плавающий мусор и собирает его в контейнер. Сборщик предназначен для очистки акваторий портов и в рабочем состоянии движется со скоростью 5,5 км/ч, а в транспортном — 15 км/ч.

Для сбора нефтяных продуктов французские конструкторы создали также установку с небольшим гребным винтом в полом цилиндре, который в погруженном состоянии создает как бы воронку и туда втягивается нефть. При диаметре винта 1 м установка может собирать до 5000 л нефти в час, а при диаметре 2 м — до 15 тыс. л в час.

В конце 1973 г. в заливе Сан-Франциско (Калифорния, США) демонстрировался аналогичный аппарат, собирающий нефть с поверхности воды. Он представлял собой плавающий баллон с приемным устройством, действующим по принципу пылесоса. Однако производительность этого устройства была невысокой.

В ФРГ еще в 1975 г. была выпущена серия из 12 небольших судов — сборщиков нефти. Длина судна 15 м. Рабочая скорость (при очистке) 4 узла, ходовая — 8 узлов. Загрязненная вода втягивается насосом в корпус и после двукрат-

ного фильтрования через грубый и тонкий фильтры сбрасывается в море, а отделенная нефть собирается в емкость. В час сборщик очищает 30 тыс. м² водной поверхности.

Один из новейших проектов, разработанных в ФРГ (1983 г.), предусматривает создание системы максимальной производительностью 600 т/ч. Система включает нефтесборщик в виде погруженного до уровня поверхности воды отстойника, удерживаемого тремя понтонами и оборудованного двумя насосами. Один из этих насосов непрерывно откачивает воду со дна резервуара отстойника, создавая перепад уровней и обеспечивая поступление нефтяной пленки с водой с поверхности моря; второй насос (по мере накопления толстого слоя нефти в резервуаре) откачивает нефть в танкер, который буксирует нефтесборщик. Для повышения производительности системы предусматривается применение бонового заграждения, передвигаемого синхронно с нефтесборщиком двумя небольшими буксирами, с целью концентрации нефти на линии сбора и предотвращения растекания ее по поверхности воды.

Один из советских нефтесборщиков испытывался в США и показал очень высокие результаты: при спокойной воде судно собирает 95% разлитой нефти, при волнении сепарация нефти достигает 65%. Было признано, что эти параметры превосходят все известные образцы нефтесборщиков подобного рода. В СССР построено и работает уже более 200 нефтесборщиков такой системы.

В последнее время Черноморское центральное проектно-конструкторское бюро Министерства морского флота СССР разработало новую систему удаления нефтяных разливов с воды. Она состоит из поплавкового устройства, пришвартованного к борту вспомогательного судна, и двух боновых линий, расходящихся от судна-нефтесборщика под углом в виде римской цифры V. При движении нефть, захваченная боновыми заграждениями, концентрируется у нефтесборщика и отсасывается в емкости. При пленке толщиной 1 мм производительность системы составляет 8 м³ нефти в час.

Сложный комплекс работ может выполнять судно «Светломор», созданное на базе достаточно крупного танкера. Оно используется прежде всего как мощная зачистная станция, но может быть привлечено для борьбы с аварийным разливом нефти в акватории порта или в открытом море. При одном проходе это судно очищает полосу шириной 24 или

60 м, а при использовании выносных боновых ограждений — до 250 м. Максимальная производительность «Светломора» может достигать 400 т в час.

При движении судна собирающаяся между плавучим ограждением и корпусом судна нефть с водой сливается через приемные окна (расположенные на уровне ватерлинии) в отстойные танки, откуда вода откачивается мощными насосами, а собранная нефть направляется в грузовые танки судна (рис. 12). Специальные приспособления в выносном устройстве позволяют удерживать нефть при высоте волны до 1,5 м. В транспортном положении бортовые приемные окна закрывают щитами. Кроме того, «Светломор» имеет оборудование для химического воздействия на нефтяную пленку путем распыления специального порошка (диспергента), когда невозможно (из-за сильного волнения) или нецелесообразно (из-за ничтожной толщины пленки) пользоваться основным методом очистки поверхности воды. Полоса обработки при этом составляет около 60 м.

В ФРГ разработан оригинальный проект судна (для сбора нефти с воды) в виде крупного танкера с двумя разделяющимися корпусами. Во время нормального плавания корпуса примыкают друг к другу и составляют как бы обычное судно. Для сбора с воды нефтяного слоя корпуса разводятся в виде римской цифры V до образования угла 65° , при котором носовые части расходятся на 80 м. Двигаясь в таком положении со скоростью 3 узла, сборщик с полосы 80 м сгоняет нефть в кормовую часть, откуда она засасывается в судовые емкости. При толщине пленки 2 мм производительность достигает 800 м^3 нефти в час. За рабочую смену (7 ч) такое судно может собрать примерно 5 тыс. м^3 нефти, а за сутки — около 15 тыс. м^3 . Эксперименты показали возможность работы этого нефтесборщика при высоте волны до 3 м.

Главное преимущество такой конструкции — возможность сбора нефти без дополнительных средств для ее охвата, т. е. без боновых заграждений.

При проливе нефти в реку или море, что имеет место не только при авариях с судами, но и во время погрузки-выгрузки, а также при заправке судов топливом, возникает необходимость как можно быстрее локализовать нефтяное пятно на поверхности воды. С этой целью предложено несколько устройств. Так, одна из английских фирм разработала гибкую нейлоновую трубу длиной более 500 м, кото-

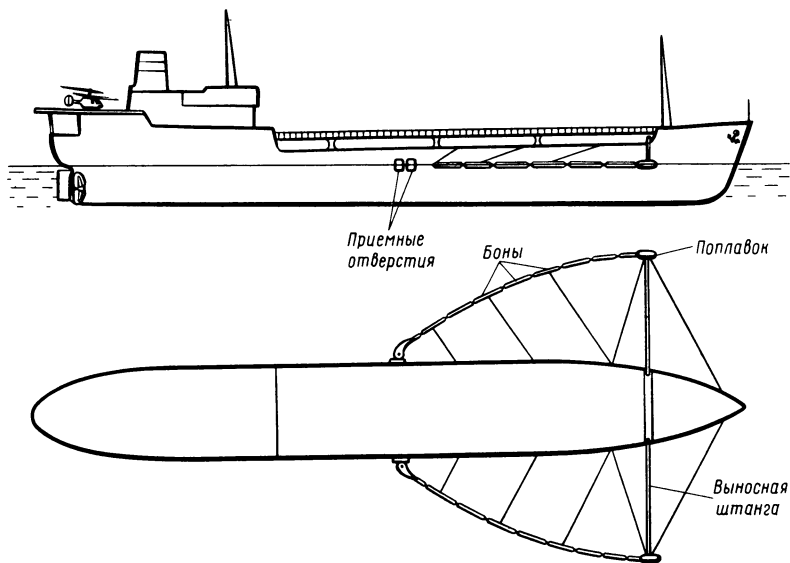


Рис 12 Схема нефтесборщика «Светломор»

рая ставится легким быстроходным судном на воду с подветренной стороны и охватывает нефтяное пятно с трех сторон. Когда ветер загонит нефть в созданное ограждение, судно может отбуксировать его в район, где второй аппарат — морской сборщик собирает нефть с поверхности и направляет ее по трубопроводу в танкер. Производительность сборщика 100 т в час.

Во Франции испытывалось аналогичное устройство, но вместо нейлоновой трубы здесь применялась цепочка поплавков (бонов), связанных полиэтиленовыми тросами. По данным печати, такое ограждение позволяет держать слой нефти толщиной 10—12 см, затем ее откачивают центробежным насосом по трубопроводу в емкость.

В практике работы морского флота СССР нашли применение боновые заграждения: Их устанавливают в профилактических целях вокруг танкеров, находящихся под погрузкой или разгрузкой, а также для ограждения судов, принимающих топливо. При нахождении судна у причала боновое заграждение может охватывать его полукольцом, концы которого крепят к береговым сооружениям. Нефтяное пятно

на поверхности воды может быть ограждено с подветренной стороны или со стороны, противоположной течению, в целях предотвращения растекания. В необходимых случаях можно окружить замкнутым кольцом. В таком виде его можно тралить (перемещать) со скоростью не более 0,5 узла.

Первые боновые заграждения создал судоремонтный завод в Баку, выпустивший в 1974 г. 10 комплектов этих устройств.

Одна из новейших систем, разработанных Черноморским центральным проектно-конструкторским бюро, представляет собой цепочку длиной 84 м, состоящую из 15 звеньев (секций) по 5,6 м каждая. Секции изготавливаются из легкого синтетического материала и на плаву образуют барьер высотой около 250 мм над поверхностью воды. Соединение секций в одну цепь производится с помощью замков, позволяющих быстро и надежно связать соседние звенья на берегу или на воде.

Для ограждения акватории морского порта от загрязнения нефтепродуктами в районе Стокгольма (Швеция) применен воздушный барьер, который создается перфорированными шлангами, погруженными в воду. При подаче воздуха в шланги образуется стена воздушных пузырьков, препятствующих растеканию нефти. Первый шланг как бы предварительный, а второй окончательно сдерживает большие пятна нефти. Подобную систему разработали также английские специалисты. Преимущества воздушных барьеров против поплавковых состоят в том, что они не создают препятствий для движения судов в районе пятна.

Идет поиск автоматических систем для сбора разлитой нефти. В одном из таких проектов предусматривается постановка вокруг аварийного танкера бонового заградительного пояса, а затем сбрасывание с вертолетов или самолетов (на парашютах) свернутых резервуаров из гибкой прочной синтетической ткани емкостью до 50 т. При опускании на нефтяное пятно такой резервуар автоматически разворачивается и при помощи имеющегося на нем насоса и приемного шланга начинает засасывать нефть. По заполнении резервуар буксируют к месту выгрузки нефти.

Во многих странах мира ведется разработка также **физико-химических методов** удаления нефтяных пятен с поверхности рек и морей. Так, в Нидерландах было создано судно «Геопотис», предназначенное для удаления нефтяных

пленок с поверхности воды. Это судно — землесос — оборудовано двумя штангами до 20 м длиной, которые размещены в середине судна с обоих бортов. На штангах имеется 40 патрубков с отверстиями, по которым на загрязненную поверхность выбрасывается песок, предварительно обработанный специальным химическим реагентом. Попадая на нефтяную пленку, каждая песчинка адсорбирует нефть (обволакивается нефтью) и увлекает ее на дно. При одном проходе судно захватывает полосу около 40 м. Компания «Шелл», испытавшая судно у берегов Нидерландов, отметила достаточную быстроту уничтожения нефтяного пятна.

Аналогичный эксперимент, проведенный в водах Кувейта, показал, что пленка, состоящая из 100 т нефти, может быть затоплена за 45 мин. Чистый песок забирается землесосным оборудованием со дна моря (реки, озера) в районе пятна или в ближайшей от него точке. Землесосное судно, способное взять 10 тыс. т песка, может за двое суток затопить 10 тыс. т разлитой нефти. Судно может работать при волнении до 5 баллов.

Разработаны химические препараты — абсорбенты, которые в виде порошков или жидкостей распыляются над нефтяной пленкой. Абсорбенты поглощают нефть, но, вступая с ней в реакцию, разлагают ее, образуя новые, как правило, безвредные (а иногда и более токсичные, чем нефть) химические соединения, которые остаются в воде, в свою очередь загрязняя ее. Целесообразность применения абсорбентов заключается в том, что они создают условия для окомкования нефти и способствуют разрушению нефтяного слоя, который перекрывает поступление кислорода воздуха в воду, загрязняет побережье, губит водоплавающих птиц и морских животных.

К категории химических реагентов для борьбы с разливами нефти относятся и так называемые диспергенты — вещества, снижающие поверхностное натяжение нефтяной пленки и разбивающие ее на капельки. В результате улучшаются обменные процессы с атмосферой и проникновение солнечного излучения, а также ускоряется разложение нефти. Но продукты распада, какая-то доля нефти и самого реактива остаются в толще воды или выпадают на дно. В этой связи, а также из-за токсичности самих химических средств борьбы (реагентов) эти методы могут применяться только в определенных экологических условиях и при обстоятельствах, угрожающих более тяжелыми последствиями.

Ведутся поиски новых препаратов. Польские ученые предложили порошок, который, впитывая нефть, остается на плаву и может быть удален с поверхности воды. Аналогичные свойства имеет шведский материал, полученный из отходов бумажной промышленности. Отталкивая воду, он впитывает в 7 раз больше нефти, чем его собственная масса. После сбора комков и отжатия нефти остающиеся брикеты используют в качестве топлива. В Великобритании испытан реагент, превращающий нефть в каучукообразную массу, комки которой сравнительно легко убираются с поверхности воды.

Перспективным, хотя и во многих отношениях проблематичным, способом нейтрализации нефтепродуктов, попавших в воду, следует признать **биологический метод**. Здесь намечаются, по крайней мере, три основных направления поисков. Прежде всего это очистка вод с помощью растений, которые усваивают определенные загрязнители, содержащиеся в воде, в том числе и углеводороды. Об экспериментах такого рода упоминалось в главе «Транспорт и гидросфера». Использование этого метода принципиально возможно для биологической нейтрализации нефтепродуктов, например, балластных вод в акваториях портов.

Второе направление состоит в поиске и исследовании живых существ, способных улавливать и перерабатывать загрязнители воды, в первую очередь углеводороды. В этом плане наибольшим вниманием биологов и биохимиков пользуются моллюски, и в частности мидии. Изучение процессов их жизнедеятельности показало, что моллюски производят большую работу по фильтрованию воды. Так, крупный моллюск может пропустить через себя и очистить до 70 л воды в сутки. Проблема заключается в том, чтобы отыскать такие виды моллюсков или других живых существ и целенаправленно их использовать для очищения воды от загрязнителей. Одним из таких возможных моллюсков-санитаров считают дрейссену, которая расселилась, в частности, в Московском море. При пропуске через себя воды она усваивает питательные вещества и выбрасывает ненужные, минерализуя их. Миллиарды таких моллюсков уже сегодня выполняют полезную работу, хотя и приносят новые проблемы, забывая своими колониями водозаборы и другие гидротехнические сооружения.

Третье направление — поиск анаэробных бактерий, которые в условиях реки или моря могли бы быстро размножаться

ся на углеводородах, плавающих в воде (и растворенных в ней), и перерабатывать их в полезные или нейтральные для гидросферы вещества. К настоящему времени открыты микроорганизмы, которые перерабатывают определенные виды углеводов в белок. На этом принципе у нас и за рубежом работают крупные заводы микробиологической промышленности по производству кормового белка.

Однако в качестве питательной основы для этих микроорганизмов пригодны только определенного вида углеводы, а процессы синтеза белка успешно проходят при соблюдении особых температурных и других условий.

Выше мы рассмотрели способы очистки вод от мусора и нефти. Однако для рек и пресноводных озер, в особенности тех, воды которых используются для питья, существенное значение имеет предупреждение загрязнения их взвешенными частицами ила, глины, песка. Такое загрязнение возникает, в частности, при выемке песка и гравия из русел рек и со дна озер. При подъеме этих материалов землесосными снарядами в виде пульпы и погрузке их в самоходные суда или баржи часть пульпы переливается через борта, мутная вода на 100—300 м вниз по течению (на реках) от места разработки.

Для предотвращения такого загрязнения организациями Министерства речного флота РСФСР разработано несколько вариантов специальных приспособлений, которые позволяют при погрузке сбрасывать за борт лишь осветленную воду. Оборудование, испытанное в Ленинградском речном порту в 1979—1980 гг., позволило снизить содержание взвешенных частиц ила, глины, песка в сливаемой воде в 100 раз. При этом оборудовании на 5—10 м от загружаемого судна поверхность воды остается практически чистой.

В отдельных случаях разработка донных отложений песка и гравия полностью запрещается.

Еще один вид загрязнения гидросферы — загрязнение отработавшими газами энергетических установок речных и морских судов в результате их непосредственного попадания в воду или попадания загрязнителей из воздуха.

Научно-исследовательские и конструкторские учреждения морского и речного флота изыскивают новые, более совершенные системы очистки отработавших газов. В частности, разработанная и испытанная Институтом проблем машиноведения АН УССР система очистки отработавших газов для крупных пассажирских и грузовых судов речного

флота основана на сравнительно простом принципе гидравлической очистки с использованием забортной воды, которая, находясь в нейтрализаторе в распыленном состоянии, очищает проходящие через нее газы. По мере накопления продуктов неполного сгорания загрязненную ими воду перекачивают в специальную цистерну с последующей их сдачей на береговые очистные сооружения или плавучие установки. Для малотоннажных грузовых и пассажирских судов считается более целесообразным использовать газоочистители (нейтрализаторы) каталитического типа, а на скоростных судах (на подводных крыльях и на воздушной подушке) антидымные и антитоксичные присадки к топливу.

Существенно снизить загрязнение атмосферы отработавшими газами можно при применении более «чистых» видов топлива (например, газа) и полностью исключить, применяя водород. Однако современные трудности, связанные со свойствами, получением и использованием новых видов топлива, рассмотренные применительно к автомобильному и городскому транспорту, не позволяют считать большинство из них реальными в обозримой перспективе. Аналогичное заключение можно сделать и в отношении применения для движения судов электроэнергии. Вместе с тем для небольших речных судов внутригородского обращения типа «речных трамваев» использование электротяги от аккумуляторов технически вполне реально, хотя экономически эта проблема пока не изучена. В США, ФРГ, Швейцарии находится несколько десятков прогулочных электроходов небольшой вместимости (50—70 человек), обращающихся со скоростью до 15 км/ч. У нас в стране имеются предложения создать опытный электроход на базе городского теплохода типа «Москва» на 220 человек.

Немаловажное значение имеет система мер, направленных на предотвращение загрязнения окружающей среды в районах морских и речных портов. При перегрузке массовых навалочных грузов (угля, руды, удобрений, сахара-сырца и пр.) в результате значительного пылеобразования не только теряется большое количество грузов, но и наносится большой ущерб окружающей среде. Применение специализированных комплексно-механизированных причалов с закрытыми трассами передачи груза, оборудованными специальными пылеулавливающими устройствами, галереями, в которых проложены ленточные конвейеры, дают

возможность уменьшить ниже допустимых пределов концентрацию пыли.

Строительство надежных крытых межсезонных хранилищ и складов для грузов подобного рода предотвращает его нежелательное рассеяние в окружающей среде. Создание твердых покрытий на площадках и проездах в портах позволяет организовать их механизированную уборку и также направлено на снижение экологической опасности.

Таким образом, проблема улучшения экологических характеристик водных видов транспорта решается путем соответствующего оборудования береговых служб и флота, который относительно немногочислен по сравнению с парками транспортных средств других видов транспорта и легко подвергается контролю. Вместе с тем благодаря наибольшей грузоподъемности судов по сравнению с транспортными средствами всех других видов транспорта особую важность приобретает проблема безопасности мореплавания и сокращения потерь груза в результате аварий.

Водные виды транспорта относительно незначительно загрязняют непосредственно воздушный бассейн или литосферу, однако возможность загрязнения ими гидросферы носит глобальный характер. В то же время, несмотря на постоянный рост флота, объемов перевозок и грузооборота водных видов транспорта, намечается явная тенденция к сокращению его негативного воздействия на окружающую среду, хотя многие проблемы еще ждут своего решения.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ, ВОЗДУШНЫЙ, ТРУБОПРОВОДНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

1. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Хотя железнодорожный транспорт, точнее его подвижной состав, оказывает неблагоприятное воздействие на все звенья биосферы, но доля его влияния по сравнению с автомобильным существенно меньше, во-первых, потому, что он один из самых экономных по расходу топлива на единицу транспортной работы, и, во-вторых, ввиду широкой электрификации железных дорог.

Деятельность железнодорожного транспорта в наиболь-

шей степени отражается на атмосфере в районах, где в качестве локомотивов эксплуатируются тепловозы с дизельными силовыми установками. Так, основным источником загрязнения атмосферы при работе подвижного состава являются отработавшие газы тепловозов. Из отработавших газов выделяется 97—98% токсичных веществ от общей их эмиссии. Остающиеся 2—3% составляют картерные газы и испарения топлива.

Принципиально тепловозные дизели не отличаются от автомобильных и их отработавшие газы имеют аналогичный состав токсичных компонентов. Но режим работы тепловозных дизелей в условиях поездной работы более стабилен, поэтому выделение загрязняющих веществ гораздо меньше, чем на автомобильных. Что касается маневровых тепловозов, то режим их работы близок к условиям автомобильного движения, и выделение токсичных веществ у этих машин несколько выше, чем у поездных (магистральных). Таким образом, локомотивы существенно меньше загрязняют атмосферу, а по мере дальнейшей электрификации железнодорожного транспорта его влияние на природу будет уменьшаться.

Тем не менее во всех развитых странах конструкторы новых локомотивов (дизелей) стали строже относиться к экологическим требованиям, а работники транспорта, эксплуатирующие локомотивы, тщательнее следят за состоянием и работой двигателей и локомотивов с целью не только снижения токсичности отработавших газов, но и экономии жидкого топлива.

Основное внимание конструкторов направлено на совершенствование процесса горения топлива в цилиндрах с целью образования в них возможного минимума вредных отходов. Но проблема состоит в том, что при наивысшей температуре процесса, т. е. именно тогда, когда достигается наиболее полное сгорание топлива и наилучшая топливная экономичность двигателя, происходит наибольшая эмиссия окислов азота, а их токсичность примерно в 10 раз превышает токсичность окиси углерода. Поэтому повышение степени сжатия и применение наддува сопровождается увеличением выброса окислов азота. В связи с этим в первую очередь разрабатываются меры, направленные на сокращение выброса дизелями окислов азота, как в части конструкции (например, применение форкамерных типов), так и в отношении надлежащей эксплуатации тепловозов.

Это противоречие частично снимается с переходом от двухтактных дизелей к четырехтактным, где рабочий процесс протекает при пониженной температуре и одновременно обеспечивается более полное сгорание топлива. Современные мощные тепловозы оборудуются четырехтактными дизелями. Но проблема в целом остается, и поэтому продолжают поиски новых конфигураций камер сгорания, новых систем смесеобразования, новых добавок к дизельному топливу (в частности, воды и водорода) и других методов снижения токсичности отработавших газов. Существенно снижает объем окислов азота рециркуляция отработавших газов, т. е. частичное направление их вместе с очередной порцией горючей смеси в цилиндры. При перепуске $1/3$ отработавших газов примерно втрое снижается выделение окислов азота, но это покупается ценой снижения мощности на 35%, ухудшения топливной экономичности на 25% и увеличения выброса сажи в 3 раза. Аналогичные выводы в отношении путей снижения токсичности отработавших газов локомотивных дизелей получены в других странах, и в частности в ГДР.

Для уменьшения дымности дизелей применяются специальные антидымные присадки к топливу. Опыты показали, что добавление 0,5% присадки, созданной Институтом химии присадок АН Азербайджанской ССР, снижает эмиссию сажи на 50—90%. Содержание сажи в выхлопе дизелей (дымность) говорит о неудовлетворительном техническом состоянии двигателя и может быть существенно сокращено путем регулировки и исправного содержания дизелей.

Другой аспект проблемы заключается в том, что дымление дизелей не только загрязняет атмосферу, но и неблагоприятно влияет на работу самого транспорта. Особенно это проявляется на электрифицируемых линиях, где часть поездов следует с тепловозами, а также в железнодорожных узлах с большим числом маневровых тепловозов. Из-за оседания копоти на изоляторах может произойти нарушение работы контактной сети и высоковольтных линий передач, которое сопровождается перерывом движения.

Периодическая очистка изоляторов трудоемка и нередко связана с необходимостью снятия напряжения. В целях снижения ущерба от загрязнения изоляторов ищутся новые материалы для изоляторов, новые формы изоляторов (с пазами особой конфигурации), исследуются условия взаимодействия комплекса «проводник — изолятор» с тем,

чтобы снизить расходы и вероятность аварий. Опыт, однако, показывает, что наиболее эффективные результаты достигаются снижением уровня загрязнения самого воздуха в местах нахождения контактных сетей и высоковольтных линий. Отсюда возникает необходимость более тщательного содержания топливной аппаратуры.

На общую эмиссию сажи существенно влияет и режим движения поездов. Если поезд следует с частыми остановками, то выброс в атмосферу сажи возрастает, поскольку удельный вес ее в отработавших газах в период разгона поезда выше по сравнению со стадией относительно равномерного движения. Одновременно увеличивается и расход топлива. Таким образом, задача улучшения режима следования возможно большему числу поездов имеет и экологическое, и экономическое значение.

В СССР потребление энергии на тягу поездов составляет 85% от общего потребления на железных дорогах. На тягу расходуется примерно 16 млн. т дизельного топлива в условных единицах. В настоящее время ведется большая работа по экономии энергии и топлива во всех службах железнодорожного транспорта. Наибольшее влияние на результат экономии оказывают службы локомотивная и движения, которые в первую очередь ответственны за соблюдение весовых норм поездов и более широкое применение тяжеловесных составов, а также за обеспечение возможности следования поездов с нормальными графическими скоростями с минимальным числом остановок, а лучше безостановочно в пределах тяговых участков.

Обследование режима движения поездов на одной из дорог показало, что грузовые поезда следовали в 59% случаев под зеленый сигнал проходных светофоров (с нормальной скоростью), в 31% — под желтый (со снижением скорости) и в 10% — с остановкой у светофоров с красным сигналом. Вынужденное снижение скорости и остановка сопровождаются потерей энергии на торможение и последующий разгон поезда. Для характерных условий работы одна остановка вызывает дополнительный расход до 150 кВт·ч энергии или 50 кг дизельного топлива. Подсчитано, что из-за непредусмотренных остановок поездов у запрещающих сигналов на сети ежегодно терялось свыше 300 млн. кВт·ч энергии и до 33 тыс. т дизельного топлива. Основные причины этого явления заключаются не только в высокой степени заполнения пропускной способности линий, но и в недостатках органи-

зации движения, а также в нарушениях технологии использования и содержания всех элементов технического оснащения железных дорог (пути, вагонов, локомотивов, устройств СЦБ и др.).

В некотором отношении железные дороги ответственны за загрязнение среды обитания металлической пылью в результате довольно интенсивного истирания чугунных тормозных колодок. Металлическая пыль оседает в наибольшей концентрации на пути непосредственно, а также на почве и растениях вблизи трасс. С известной степенью приближения можно считать, что в пыль переходит 300—350 тыс. т чугуна ежегодно. Применение тормозных колодок из синтетических и композиционных материалов существенно сокращает расход чугуна, но сопровождается появлением новой пыли. С этой точки зрения лучшими тормозами являются электро- и гидродинамические, в особенности если они связаны с маховиками или другими устройствами, аккумулирующими энергию торможения для последующего использования на тяжелых режимах разгона поездов и преодоления крутых подъемов.

В отдельных районах возникла проблема загрязнения пути и прилегающих к нему почв угольной и рудной пылью, а также некоторыми другими веществами (солью, нефтепродуктами) в связи с утечкой названных грузов через неплотности кузовов вагонов и сдувания пылевидных фракций ветром при движении.

Для сокращения этих потерь и снижения уровня загрязнения биосферы, помимо ужесточения требований к соответствующим службам по исправному содержанию вагонов, необходимы технические меры и, в частности, расширение парка полувагонов со сплошным дном, применение различных вяжущих веществ для образования корки на поверхности насыпного (навалочного) груза, использование укрывающих груз пленок, создания новых специальных видов подвижного состава, приспособленных для сохранной перевозки отдельных грузов.

Известную проблему создает масло, вытекающее через неплотности из разных агрегатов локомотивов и узлов вагонов, которое вымывается с пути поверхностными водами и затем переносится в водоемы, загрязняя их. Устранение этих недостатков связано в основном с совершенствованием конструкций подвижного состава и, в частности, с быстрее-шим переводом вагонов на роликподшипники.

За последнее время в связи с долгосрочной задачей экономии жидкого топлива железные дороги как один из самых экономичных и экологически чистых видов транспорта (особенно в варианте электрифицированных линий) получают новый импульс для ускоренного и преимущественного развития во многих странах.

В Советском Союзе, в отличие от большинства развитых капиталистических стран, транспортная политика всегда базировалась на общегосударственной экономической целесообразности развития любого вида транспорта. Железные дороги строились непрерывно и будут строиться в перспективе. Важное отличие будущего строительства состоит в том, что оно будет осуществляться главным образом в новых, более сложных по геологическим, топографическим, климатическим условиям районах, в основном в Сибири, Средней Азии, на Дальнем Востоке и Севере.

Строительство Байкало-Амурской магистрали показало, что при проектировании и возведении земляного полотна и особенно мостов, тоннелей, труб в зоне вечной мерзлоты необходимо одновременно решать две задачи: обеспечивать прочность сооружений и поддерживать неизменность состояния среды.

Обеспечить надежность и долговечность каждого сооружения можно лишь тогда, когда не нарушается экологическое равновесие природы в районах пролегания трассы. Так, при небольшой толщине слой вечной мерзлоты удаляется из-под фундаментов сооружений целиком, а при значительной (десятки и сотни метров) толщине мерзлого льдонасыщенного слоя и при более низкой температуре его сохраняют и термозащищают от возможного оттаивания. Например, откосы насыпей покрывают мхом, торфом или даже пенопластом. Выемки в мощных вечномерзлых грунтах стараются не сооружать, а в неизбежных случаях их тщательно термоизолируют подобно насыпям. Мосты стремятся возводить с большими пролетами, чтобы сократить число опор, сооружение которых чрезвычайно сложно в местах наличия вечной мерзлоты. Вместо котлованов, которые обычно роют, чтобы дойти до твердого (скального) основания, здесь бурят скважины и в них вмораживают «столбчатые» опоры.

Принцип — не нарушать экологического равновесия и не наносить больших ран природе — является руководящим для

проектировщиков и строителей железных дорог будущего, а время и дальнейшие научные исследования покажут, насколько реализованные меры были удачными.

2. МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВОЗДУШНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Воздушный транспорт в основном влияет на атмосферу Земли. Особенности воздействия летательных аппаратов на среду обитания связаны, во-первых, с тем, что современный парк самолетов и вертолетов имеет газотурбинные двигатели (ГТД). Самолеты старых типов с поршневыми двигателями внутреннего сгорания (ДВС) составляют небольшой процент от общего наличия машин, а удельный вес их токсичных выбросов еще меньше. Даже в США, где эксплуатируется более 170 тыс. частных самолетов с ДВС, они потребляют лишь 5—6% расходуемого авиацией топлива. Во-вторых, газотурбинные двигатели работают на авиакеросине, химический состав которого несколько отличается от автомобильного бензина и дизельного топлива. И, в-третьих, основная масса отработавших газов выбрасывается летательными аппаратами непосредственно в воздушном пространстве на сравнительно большой высоте и лишь меньшая часть — в приземном слое и на земле в пределах аэродромов.

Общий выброс токсичных веществ аппаратами гражданской авиации может быть приблизительно оценен объемом потребляемого авиацией топлива, который составляет примерно 4% от общего расхода топлива на всех видах транспорта. Таким образом, доля загрязнений, вносимых авиатранспортом в атмосферу, невелика, и к тому же токсичные вещества рассеиваются в пределах больших пространств.

Тем не менее конструкторы авиационных двигателей ведут большие научно-экспериментальные работы по дальнейшему снижению содержания токсичных компонентов в отработавших газах, что приобретает важное значение в связи с ростом авиоперевозок в перспективе и совпадает с требованиями экономии жидкого топлива. Необходимость этой работы определяется также жесткими нормами на токсичность отработавших газов, разрабатываемыми Международной организацией гражданской авиации (ИКАО).

ГТД выбрасывают с отработавшими газами в основном окись углерода, несгоревшие углеводороды, окислы азота и сажу. На стадии холостого хода (на стоянке) и рулении, при заходе на посадку в отработавших газах существенно повышается содержание окиси углерода и углеводородов, но при этом снижается наличие окислов азота. В крейсерском полете, когда двигатели работают в наиболее оптимальном режиме, содержание окиси углерода и углеводородов падает, но возрастает выделение окислов азота. Наибольшее дымление (выброс сажи) происходит на взлете и наборе высоты, когда двигатели работают в форсажном режиме и, как правило, на обогащенной смеси.

Для снижения удельного содержания токсичных веществ в отработавших газах наряду с совершенствованием эксплуатируемых типов ГТД создаются новые ГТД с новыми конструкциями камеры сгорания, системы впрыска топливно-воздушной смеси, компрессорами, обеспечивающими наиболее выгодное соотношение в смеси топливо — воздух, лучшее распыление и перемешивание смеси, подаваемой в камеру, и более полное ее сгорание. Создаются новые двухзонные камеры, где топливо сгорает в два этапа в разных местах камеры, причем одна из этих зон обеспечивает наилучшее сгорание топлива на режиме малой тяги, допустим, руления (в этом случае топливо во вторую зону не подается), а вторая зона совместно с первой позволяет оптимизировать процесс горения на режимах взлета, набора высоты и крейсерского полета. В последнем случае процесс горения во второй зоне идет при меньшей температуре, что позволяет снизить выделение окислов азота.

Уменьшение общего расхода топлива, а следовательно, и выброса токсичных веществ достигается также совершенствованием методов эксплуатации самолетов, а именно: повышением степени заполнения самолетов полезной нагрузкой, уменьшением пробега самолетов на аэродромах под собственной тягой, в частности, путем буксировки их тягачами на исполнительный старт, доставки пассажиров от самолетов в вокзал и на посадку автобусами или движущимися конвейерами с тем, чтобы самолет мог находиться на стоянке, максимально приближенной к взлетно-посадочной полосе.

Наряду с указанными мерами, направленными на решение задач ближайшей перспективы, развернуты фундаментальные и прикладные исследования проблем авиации бу-

душего. В этом плане идут поиски летательных аппаратов с лучшими аэродинамическим качеством и весовой отдачей, а также новых еще более экономичных типов двигателей и новых «чистых» энергоносителей (топлива).

На перспективных магистральных самолетах ожидается широкое использование: новых конструкций крыльев (так называемого сверхкритического профиля), позволяющих существенно уменьшить лобовое сопротивление воздуха в полете; мощных систем механизации крыла в виде сложнейших закрылков и предкрылков, снижающих расход топлива на взлете; улучшенных форм сопряжения отдельных элементов (крыла с фюзеляжем и гондолами двигателей, оперения с фюзеляжем и др.). Изучаются и другие направления совершенствования летательных аппаратов, которые могут принести более значительные результаты.

Кроме того, на перспективных аппаратах авиадвигатели должны иметь более высокие параметры рабочего процесса (температура, давление и др.). Это может быть достигнуто дальнейшим повышением так называемой двухконтурности и давления воздуха в компрессорах, но потребует решения сложных проблем газодинамики и охлаждения, а также создания новых, в особенности жаропрочных, материалов.

Другое направление связано с исследованием турбовентиляторных двигателей, у которых силу тяги осуществляет многолопастный высокооборотный винт относительно небольшого диаметра. Расчеты показывают, что такие двигатели могут оказаться даже более эффективными, чем реактивные с высокой степенью двухконтурности. Однако и здесь успех будет зависеть от решения многих научно-технических задач.

Поиск новых, более «чистых» топлив приводит исследователей к выводу о том, что самым перспективным может оказаться водород, свойства которого уже рассматривались применительно к проблемам автомобильного транспорта.

Несмотря на недостатки водорода как транспортного топлива, связанные с его малой плотностью и низкой температурой кипения (20К), он признается более перспективным для воздушного транспорта, чем для всех других видов. При этом чем выше скорость и масса самолета, тем целесообразнее применение водородных двигателей. А для ги-

перзвукowych аппаратов со скоростями полета 6—7 М¹ и более водород рассматривается как единственное приемлемое топливо.

Менее вероятным считается предложение об использовании на летательных аппаратах электроэнергии и электродвигателей. Может быть за пределами XX в. какую-то транспортную работу возьмут на себя электросамолеты при условии, что будут найдены легкие и энергоемкие аккумуляторы и топливные элементы. Реальность этой идеи подтверждена первыми опытами, осуществленными в 1980 г. в Канаде и Великобритании. Канадский микробиплан «Солар Райзер» и английский моноплан «Солар-1», сконструированный подобно планеру, снабженные электродвигателями мощностью 2 кВт и аккумуляторами, смогли подняться на высоту 12 и 25 м соответственно и пролететь около 1 км. Подзарядка аккумуляторов предусмотрена от солнечных батарей, которые размещены на верхней поверхности крыла. Сделаны и другие попытки в этом направлении.

3. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ БИОСФЕРЫ ТРУБОПРОВОДНЫМ И ПРОМЫШЛЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ

Трубопроводный транспорт экологически наиболее безопасен. Его главный элемент — трубопроводы большей частью размещаются в закрытых траншеях и при грамотном строительстве не нарушают ни структуры почвы, ни ландшафта. Его энергетический элемент — компрессорные и перекачивающие станции — при наличии газотурбинных или дизельных приводов располагается, как правило, вне границ городов и во всяком случае вне жилых массивов, и поэтому не угрожает значительным загрязнением воздуха. При наличии электропривода вопрос опасного загрязнения атмосферы снимается вообще.

Тем не менее существуют специфические аспекты неблагоприятного влияния трубопроводного транспорта на природу. Прежде всего значительная полоса земли, по которой пролегает трасса, отчуждается в пользу данного вида транспорта. При сооружении параллельно трассе трубопровода еще и линии электропередачи (ЛЭП) полоса отчуждения значительно расширяется.

¹ М — число Маха — единица измерения скорости, равная скорости звука в воздухе (приблизительно 1200 км/ч)

В настоящее время основное строительство нефте- и газопроводов ведется на направлениях Западная Сибирь — Центр — западная граница СССР. Эти трубопроводы на значительном протяжении сооружаются в условиях вечной мерзлоты, где трубы не могут быть уложены в траншеи так, как это делается в средней полосе. Проблема заключается в том, что транспортируемые по трубопроводам нефть и газ несут тепло, которое вызывает оттаивание грунта вокруг трубы. Лишенный опоры трубопровод оседает и неизбежно разрушается с последующим загрязнением нефтью более или менее значительных территорий. Не исключено, что при таких разрывах возникает пожар, который сопровождается потерями больших материальных ценностей и усугубляет нарушение экологического равновесия в окружающей среде.

Для предупреждения подобных случаев трубопроводы в районах вечной мерзлоты первоначально пытались укладывать на специальные насыпи или эстакады, исключающие прогревание основного мерзлотного грунта. Однако наземное расположение трубопроводов в тундре затруднило естественную миграцию стад оленей, для которых трубопроводы превратились в непреодолимое препятствие. После выявления этого факта строители стали сооружать своеобразные ворота для прохода животных, поднимая трубы над поверхностью земли на достаточную высоту. В настоящее время трубопроводы укладываются только под землю с надежной теплоизоляцией.

При трассировании трубопроводов через реки, озера и морские проливы особо тщательно проверяют трубы на отсутствие скрытых пороков в металле и надежно изолируют их от коррозии. Сверх того в процессе эксплуатации эти подводные участки находятся под непрерывным контролем приборов и периодически осматриваются водолазами. Все это гарантирует исправность функционирования трубопроводов и исключает аварийное загрязнение водоемов.

Трубопроводный транспорт имеет много ценных качеств. Он экономичен, производителен, довольно просто автоматизируется, надежен в эксплуатации, имеет удовлетворительные экологические характеристики. Его недостаток — узкая специализация: по трубам можно транспортировать только жидкости или газы. В этом смысле представляет интерес разрабатываемая в СССР система пневмоконтейнерного трубопроводного транспорта, принципиально способного перевозить любые грузы. Важнейшими особенностями пнев-

моконтейнерного транспорта является его почти полная экологическая безвредность и универсальность в сочетании со всеми остальными преимуществами трубопроводного транспорта. Принцип действия его заключается в перемещении под действием сжатого воздуха внутри трубы крупных (5—10 т грузоподъемностью) цилиндрических контейнеров.

В настоящее время в стадии опытного использования находится несколько пневмотрубопроводных систем, отрабатывается конструкция, накапливается опыт эксплуатации.

Пневмотрубопроводы интересны еще и тем, что их широкое внедрение может заменить тысячи большегрузных автомобилей, занятых в настоящее время на перевозках полезных ископаемых и строительных материалов в карьерах. Кроме чисто экономического эффекта, это создает условия для дальнейшего снижения количества выбросов в атмосферу вредных продуктов сгорания топлива и пыли.

Промышленный транспорт, как известно, включает железные дороги, автомобильные средства и самые разнообразные виды непрерывного транспорта, включая ленточные конвейеры, рольганги, пневмо- и гидротрубопроводы, канатные дороги и многие другие.

С точки зрения экологии железнодорожные, автомобильные, морские и речные средства промышленного транспорта не отличаются от аналогичных средств магистрального транспорта. Что касается непрерывных видов, то они в своем большинстве работают от электрического привода и поэтому могут быть отнесены к наиболее «чистым» экологически транспортным средствам.

ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ОБЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ БОРЬБЫ С ОПАСНЫМИ ШУМАМИ

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

С ростом индустриализации народного хозяйства и развитием всех видов транспорта проблема борьбы с шумом продолжает обостряться. Во второй половине XX в. по некоторым оценкам интенсивность шума в развитых странах удваивалась каждые 5—10 лет, т. е. росла быстрее, чем увеличивалось потребление энергии.

Выше отмечалось, что интенсивный и продолжительный шум отрицательно влияет на производительность труда, самочувствие и здоровье человека, а также на животных и даже на растения. Все это предопределяет необходимость широкого и серьезного изучения проблем шума с позиций физики, инженерии, биологии, медицины, архитектуры и ряда других отраслей современных знаний.

Воздействие шума на каждого человека сложно и неоднозначно. Объективными критериями считается уровень (интенсивность) и высота звуков, составляющих шум, а также продолжительность его воздействия.

Интенсивность измеряется по логарифмической шкале в децибелах (дБА) и отражает величину давления, которое оказывают звуковые волны на барабанную перепонку человеческого уха. Шум в 1 дБА еле уловим человеком с исключительно острым слухом. Шум от нормального дыхания человека оценивается 10 дБА, и такой уровень шума принимают за порог слышимости для большинства людей с нормальным слухом. Шепот создает шум в 20 дБА.

Отдых и сон считаются полноценными, когда шум не превышает 25—30 дБА. В учреждениях и на предприятиях шум достигает 40—60 дБА. На шумных предприятиях некоторые категории людей работают при шуме до 70 дБА. Кратковременно допустим шум в 80 дБА. Более сильный шум вреден. Болевой порог лежит обычно в пределах 120—130 дБА, за которым возможно непосредственное повреждение слухового аппарата (рис. 13).

Необходимо обратить внимание на то, что если шум возрос с 40 до 60 дБА, то по звуковому давлению это возрастание не в 1,5 раза, а в 100 раз, поскольку для исчисления уровня шума применяется логарифмическая шкала. Для иллюстрации можно привести такой пример: выстрел артиллерийского орудия оценивается по шкале в 150 дБА и превышает абсолютный минимум слышимости (1 дБА) в 150 раз, а по звуковому давлению звук орудия больше примерно в 10^{15} раз.

Высота звуков определяется частотой колебаний источника и измеряется в герцах (Гц), т. е. числом периодов (колебаний) в секунду. В диапазоне слышимых человеком звуков (от 16 до 20 000 Гц) высокочастотные шумы считаются более вредными.

В общей гамме шумов есть и неслышимые человеком звуки, относящиеся к категории ультра- и инфразвуков. Уста-

новлено, что ультра- и инфразвуки оказывают отрицательное воздействие на организм человека, вызывая прежде всего расстройство нервной системы. Хотя воздействие инфразвуков глубоко не изучено, некоторые биологи рассматривают инфразвуки (6—19 дБА) как весьма опасные. Источниками инфразвуков считают грозы, ураганы, сильные ветры, землетрясения и другие явления природы. Обычно инфразвуки имеют малую интенсивность. Исследованиями в США установлена связь между повышением интенсивности инфразвуков и ростом происшествий, в частности, на дорогах Среднего Запада.

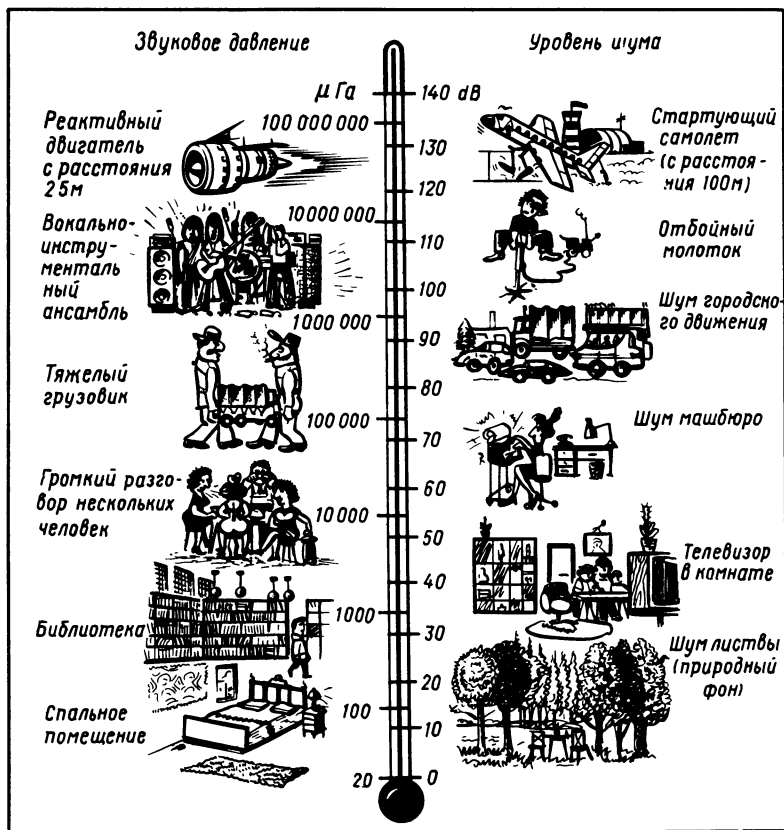


Рис 13 Шкала шумов и звукового давления

Продолжительность шумового воздействия, особенно повышенной интенсивности, оказывает вредное влияние на функции слухового аппарата и общее здоровье человека. Так, Всемирная организация здравоохранения в докладе от 1966 г. констатировала: «Если оценивать профессиональные заболевания исходя из общей суммы выплачиваемых пособий и компенсаций по нетрудоспособности, то из всех профессиональных заболеваний первое место занимает потеря слуха».

2. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ И УРОВНИ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА

Основными источниками внешнего шума являются транспорт, а также некоторые виды производства и строительство. В городах, на магистралях, на станциях, в портах, на аэродромах внешний шум создают главным образом транспортные средства.

Установлено, что интенсивность шума (в дБА) составляет от:

легкового автомобиля	70—80
автобуса	80—85
грузового автомобиля	80—90
мотоцикла	90—95
моторной лодки	90—95
поезда метро	90—95
обычного поезда	95—100
самолета на взлете	110—130

Указанные цифры характеризуют усредненный уровень шума. В зависимости от типа двигателя, скорости движения, режима работы, технического состояния средства и ряда других факторов интенсивность шума может существенно колебаться.

Автомобильные средства по интенсивности шума различаются довольно резко. К самым шумным относятся тяжелые грузовые автомобили и автопоезда с дизельным двигателем (90—95 дБА), к самым «тихим» — легковые автомобили высоких классов (65—70 дБА). Автобусы занимают среднее положение (80—85 дБА).

Источниками шума на автомобиле являются двигатель, коробка передач, ведущий мост, вентилятор, выхлопная труба, всасывающий трубопровод, шины. При скорости дви-

жения до 70—80 км/ч под нагрузкой основным источником шума на автомобиле оказывается двигатель. За пределами указанных скоростей главный шум производят шины. Когда нагрузка сбрасывается, наиболее интенсивный шум вызывается также шинами.

- Железнодорожные поезда, включая и поезда метро, создают шум интенсивностью до 95—100 дБА, причем основными источниками шума являются ходовые части (тележки) локомотивов и особенно вагонов. Как показали исследования, цельнокатанные колеса менее шумны, чем бандажные. Значительный шум создают двигатели и отдельные агрегаты локомотивов и моторных вагонов (мотор-компрессоры, вентиляторы и др.), в особенности на форсированных режимах работы. По мере увеличения скорости движения интенсивность наружного шума от поездов возрастает. Причем на определенной стадии появляется аэродинамическая составляющая. Японскими исследованиями выявлено, что наружный шум (в 25 м от поезда) растет в зависимости от скорости по квадратичному закону, а под вагонами — по кубическому закону.

Мощными излучателями шума являются мосты, особенно металлические, а также эстакады. При росте скорости движения интенсивность шума на мостах возрастает быстрее, чем на открытых отрезках пути (вне моста). При движении колеса по рельсу производит шум и верхнее строение пути, включая рельс. Исследования показали, что в системе колесо — рельс интенсивность и частотная характеристика шума находятся в прямой зависимости от геометрии и точности обработки поверхностей катания колеса и рельса. Рифления на этих поверхностях существенно повышают интенсивность шума. Бесстыковой путь исключает удары (на стыках) и в этом отношении он менее шумный. (Тем не менее, несмотря на то, что на японской сверхскоростной линии Токио—Хаката плети рельсов составляют 1,5 км, железобетонные плиты, уложенные в основание, способствовали некоторому повышению шумности пути; однако затраты на ремонт такого пути оказываются в 6 раз меньше.

Самолеты издают весьма интенсивный шум, особенно при опробовании двигателей перед взлетом и на взлете. Чем мощнее двигатели самолета и чем ближе к нему осуществляется замер уровня шума, тем выше цифры отчета. Так, по французским данным, шум от современного крупного реактивного самолета достигает 155—160 дБА.

Крупные морские и речные суда во время движения не создают значительного внешнего шума. Источниками внешнего шума на судах являются выпускные тракты, винты, шум воды, обтекающей корпус, а также вспомогательные машины, установленные на открытых палубах и работающие преимущественно в портах при загрузке и разгрузке или при техническом обслуживании и ремонте судов.

Все транспортные средства имеют сигнальные сирены, гудки или свистки, издающие звуки значительной интенсивности. Наиболее мощные сигнальные сирены установлены на морских и крупных речных судах, которыми они пользуются в основном при движении в тумане и в других опасных ситуациях. Однако из-за низкого тона звуки от таких сирен воспринимаются с меньшим раздражением, чем от резких гудков локомотивов, хотя на многих современных тепловозах и электровозах также установлены сирены низкого тона. Поезда моторвагонной тяги, обращающиеся в основном в пригородных сообщениях, имеют сигналы большей частью высокого тона. Менее мощные сигнальные устройства установлены на автомобилях, однако и они на расстоянии 2—3 м создают звуки 95—100 дБА.

Таким образом, транспортные средства являются источниками прежде всего внешних шумов, беспокоящих всех людей, находящихся в пределах их (шумов) досягаемости.

На транспортных средствах генерируются, кроме того, внутренние шумы, воздействующие на пассажиров и обслуживающий персонал (механики судов, машинисты локомотивов, водители автомобилей, пилоты самолетов и др.). В машинных отделениях судов, локомотивов, где работают главные двигатели (обычно дизели), шум достигает 80—100 дБА, а в непосредственной близости от двигателя и выше.

Суммарный шум от больших транспортных потоков достигает высокого уровня (90—95 дБА) и стоит на магистралях почти круглосуточно.

Японские специалисты подсчитали, что энергия всего шума в границах их страны эквивалентна 18—30 тыс. кВт·ч в сутки.

От транспортного шума в настоящее время страдают, прежде всего жители городов, а также поселков, находящихся вблизи крупных автомагистралей, железнодорожных линий и станций, морских и речных портов, аэродромов, автопредприятий.

3. НОРМИРОВАНИЕ ШУМА И КОНТРОЛЬ ЗА ЕГО УРОВНЕМ

В современных условиях установление норм допустимой (безвредной) интенсивности шума для различных условий труда и отдыха людей — первый шаг на пути научного разрешения проблемы шума.

В нашей стране по нормам Минздрава СССР для сна и отдыха шум не должен превышать 30 дБА ночью и 35 дБА днем. На предприятиях нормы интенсивности шума колеблются в пределах 40—70 дБА в зависимости от специфики процессов производства.

Нормирование транспортных шумов осуществляется уже много лет. Так, санитарные нормы предельных шумов на железных дорогах СССР были введены в 1958 и 1961 гг., а в 1971 г. — обновлены. Нормы по ограничению шума самолетов были установлены в 1950 г. и затем уточнялись и корректировались.

В настоящее время в ряде стран законами установлены предельно допустимые уровни шума для предприятий, отдельных машин, транспортных средств. С этой целью в течение последних 10—15 лет были созданы компетентные комиссии, рекомендации которых приняты соответствующими правительственными органами в качестве обязательных норм предельной «шумности» как новых, так и находящихся в эксплуатации транспортных средств. Например, приняты международные нормы, согласно которым к эксплуатации на международных линиях допускаются самолеты, генерирующие шум не выше 112 дБА днем и 102 дБА ночью. В национальных рамках действуют, как правило, другие нормы. Так, в Советском Союзе нормы допустимого шума существенно ниже международных.

Нормирован также шум от автомобилей, автобусов и мотоциклов.

Европейской экономической комиссией ООН выработываются соответствующие международные нормы (сначала Правила № 9, затем Правила № 51), определяющие уровни шума, производимые автомобильными транспортными средствами. Начиная с моделей 1985 г. максимально допустимые уровни шума составляют: для легковых автомобилей 80 дБА, автобусов и грузовых автомобилей в зависимости от массы и вместимости соответственно от 81 до 85 и от 81 до 88 дБА. Причем по мере замены одних правил другими нормы ужесточаются.

Вторым шагом в системе названных мер является постоянный контроль за фактическими уровнями шума. Сейчас в крупных городах СССР установлен такой контроль в определенных точках и периодически составляются и обновляются «шумовые карты» этих городов. В помощь санитарной службе при горисполкомах образованы специальные постоянные комиссии для борьбы с городским шумом, которые изучают источники шумов и акустическую нагрузку в отдельных районах города, а также формулируют задания научно-исследовательским учреждениям по разработке методологии измерения фактического уровня шумов. Для практической работы создаются службы, оснащаемые соответствующей аппаратурой, над совершенствованием которой работают научные учреждения. В частности, созданы приборы, которые не только фиксируют шум каждого автомобиля, но и автоматически фотографируют номера тех автомобилей, шум которых превышает нормы, для последующего расследования нарушений.

Наличие нормативов и знание фактического положения в отношении географии, интенсивности и источников шумов позволяет обоснованно планировать мероприятия по борьбе с чрезмерными шумами и давать конкретные задания соответствующим предприятиям, стройкам и видам транспорта.

4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ШУМОВ

К радикальным мерам предупреждения интенсивного шума следует отнести ликвидацию его в источнике, т. е. конструирование относительно малозумных транспортных средств и применение «тихих» технологических процессов. Однако это требует больших затрат и длительного времени на реализацию. Сегодня развертывание этих работ сопровождается принятием ряда других мер и, в частности, организационных.

Одна из мер снижения транспортных шумов в городах, которая была проведена уже много лет назад в Советском Союзе,— это запрещение подачи звуковых сигналов всеми видами транспортных единиц. Прекращение пользования гудками, сиренами, свистками, колоколами соответственно на локомотивах, автомобилях, трамваях существенно оздо-

ровило «шумовую обстановку» в городах, особенно на магистральных с большими транспортными потоками.

Большое внимание уделяется сейчас в столицах республик и крупнейших городах страны вопросу уменьшения транспортных потоков на улицах, для чего на перегруженных улицах запрещается проезд автомобилей, проходящих транзитом через данный город, применяется так называемое районирование грузового движения. С этой целью сооружаются специальные обходные автомобильные дороги, позволяющие не только разгрузить городские улицы, но и резко поднять скорости движения. Указанный принцип стал сейчас основополагающим при проектировании всех автомобильных дорог магистрального характера, трасса которых прокладывается, как правило, вне населенных пунктов, к которым устраиваются лишь необходимые ответвления.

На автомобильном транспорте снижение шумности прежде всего зависит от содержания в исправности проезжих частей улиц и дорог, а также каждого автомобиля. Недопустимы выбоины, раскрытые швы между бетонными плитами, широкие и глубокие трещины в покрытиях, просевшие и выпирающие смотровые колодцы разных коммуникаций, неровности, которые создают излишнюю вибрацию в подвижном составе и вызывают повышенный шум при движении. С другой стороны, нельзя допускать к эксплуатации автомобили, которые «гремят» из-за ослабления болтовых соединений в ходовой части кузова, а также из-за незакрепленности бортов или нахождения в кузове гремящих предметов. За соблюдение таких правил движения непосредственно ответственны должностные лица, обеспечивающие исправное содержание дорог и соответственно транспортных средств, включая водителей, управляющих такими машинами. Представители ГАИ усиливают в настоящее время контроль за шумностью транспортных средств как при периодических осмотрах, так и непосредственно на дорогах во время движения потоков автомобилей.

Более сложную научно-техническую проблему представляет борьба с «нормальными» шумами, которые присущи эксплуатируемым ныне конструкциям автотранспортных средств. В настоящее время все заводы автомобильной промышленности имеют и совершенствуют методы и аппаратуру для предварительного контроля вибрации и шумности основных агрегатов и автомобиля в целом.

В числе основных мер следует упомянуть о создании

менее шумных двигателей. Этому способствует тщательная обработка коленчатых валов и шатунно-кривошипного механизма, использование высококачественных подшипников, шумоизоляция клапанного распределительного механизма и другие меры. Одновременно принимаются меры к снижению шумности всех систем двигателя, обеспечивающих его питание, охлаждение, вентиляцию. В частности, в системах питания современные воздушные фильтры конструируются так, чтобы не только очищать засасываемый воздух от пыли, но и глушить шум всасывания. Особенно большую роль в снижении шумности автомобильных двигателей играет глушитель выпуска отработавших газов. Новейшие конструкции глушителей внутри корпуса имеют довольно сложные по конфигурации расширительные камеры, каналы, интерференционные элементы, которые резко снижают уровень шума. На некоторых автомобилях ставят по два глушителя.

Разрабатываются все более совершенные трансмиссии. Так, например, современные коробки передач и задние мосты, где используются косозубые и соответственно гипоидные шестерни, производят значительно меньший шум, чем ранее применявшиеся конструкции. Еще менее шумными следует признать гидромеханические коробки передач, установленные, например, на новых автобусах ЛиАЗ-677 и ЛАЗ-698. Большое внимание уделяется балансировке карданных валов.

В системе подвески двигателя предусматриваются резиновые амортизаторы, которые препятствуют передаче вибрации и шума от шатунно-кривошипного, а также распределительного механизмов на шасси и кузов.

Во всех соединениях, где возможно появление скрипа, используются прокладки из резины, пластика или других специальных материалов. В системах передней и задней подвески применяются различные упругие ограничители, препятствующие возникновению излишне больших амплитуд колебаний и смягчающие шум при ударах. Все колеса автомобилей тщательно балансируют.

Внутренние поверхности салона автомобилей покрывают вибропоглощающими мастиками. На некоторых автомобилях аналогичным способом обрабатывают и внутренние поверхности капотов и других вибрирующих элементов кузова. При отделке интерьеров салонов преследуются не только эстетические цели, но и обеспечивается теплоизоляция

ция и шумоизоляция, что снижает утомляемость водителя и пассажиров.

В настоящее время в нашей стране и за рубежом развиваются исследования и эксперименты по созданию еще более совершенных двигателей по шумовым характеристикам. Особую заботу вызывают дизели, уровень шумности которых выше, чем у карбюраторных двигателей.

На городском транспорте, кроме автомобилей, наиболее шумными следует признать рельсовые виды, а именно: поезда метро и трамваи. Однако за последние 10—15 лет проделана немалая работа по снижению шума на этих видах транспорта.

При создании нового подвижного состава метрополитена более широко применяются различные амортизирующие материалы вместо металла. Так, с введением упругой прокладки между центром колеса и бандажом заметно снизилась вибрация и шум. Используются резиновые элементы в рессорном подвешивании вагонов, но, как показывает опыт, лучшие результаты дают пневморессоры. Рама тележки опирается на буксы также через амортизирующие резино-металлические пакеты. Существенно снижают вибрацию (и шум) кузова вагона гидравлические амортизаторы. Подвеска двигателей и вспомогательных машин и механизмов осуществляется также с применением упругих материалов и деталей. Конструкция пола, обшивка и отделка кузова вагона выполняются с учетом снижения как наружного, так и внутреннего шума.

Проблема снижения шума на метрополитене радикально решается при применении колес на пневматических шинах. Наибольший опыт эксплуатации таких поездов имеет Франция, поскольку одна из линий парижского метро уже много лет эксплуатирует вагоны такой системы. Заметим, что в конструкции этих тележек сохранены и обычные металлические колеса, которые остаются несколько приподнятыми над рельсами. Если происходит разгерметизация пневматической шины, тележка опускается и обычные металлические колеса становятся на рельсы.

Хотя тележки с пневматическими шинами значительно сложнее и дороже обычных, однако стремление снизить шум на линиях метрополитена приводит к выводу о целесообразности применения вагонов метро на пневмоходу. Именно такая конструкция была принята на новом метрополитене Монреаля (Канада).

Опыт эксплуатации метрополитенов лишний раз показал целесообразность применения рельсового пути со сварными рельсами. Вместе с тем установлено, что при использовании для сооружения станций и тоннелей метро традиционных материалов (стали, бетона, мрамора) существенно осложняется борьба с шумом. Поэтому сейчас исследуются возможности применения новых материалов, а также конструкций, которые отвечали бы поставленной задаче. Объектом заботы конструкторов являются также эскалаторы.

В сущности по тем же направлениям проводится работа в отношении снижения шумности трамвайных поездов. Нужно подчеркнуть, что новые конструкции отечественных и зарубежных трамвайных вагонов стали несравненно менее шумными.

Что касается троллейбуса, то его следует признать сравнительно тихим видом городского транспорта, хотя и здесь есть необходимость дальнейшего снижения шумности электродвигателей и ходовых частей.

Наиболее доступны и желательны во многих других отношениях ограждения жилых кварталов от чрезмерных транспортных шумов шумозащитными лесными полосами. Посадка вдоль деятельных шумных магистралей густых деревьев и кустарников, а в отдельных случаях сооружение антишумовых экранов (заборов) может значительно ослабить шум в жилых домах.

Следует упомянуть и о собственно градостроительных мерах. Уже стало правилом для проектных и строительных организаций городов учитывать при возведении всех городских сооружений проблему защиты людей от чрезмерного шума. В этом отношении выработан ряд типовых достаточно эффективных решений. Так, при планировке новых улиц стремятся возможно дальше отодвинуть жилые дома от наиболее загруженных транспортных магистралей. При недостатке площадей ближе к оси улицы ставят магазины, здания бытового обслуживания и др. Эти сооружения выполняют роль некоторых экранов по отношению к жилым домам, образуя звуковую тень (рис. 14).

Одно из планировочных решений состоит в том, что жилые дома, выходящие на магистрали, размещаются не вдоль улицы, а торцовой стороной к ним. На окнах ставится двойное и тройное остекление с уплотнителями. Изыскиваются и другие методы и средства защиты населения от фактически возникающих транспортных шумов. К ним

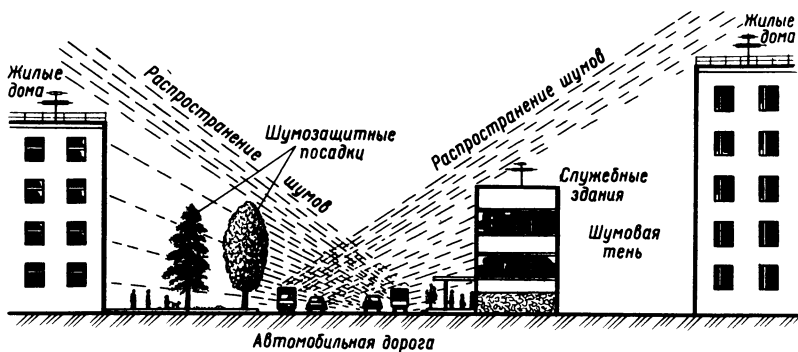


Рис. 14. Схема распространения уличного шума

можно отнести создание и использование более эффективных изоляционных материалов при строительстве производственных и жилых зданий.

На железных дорогах снижение внешнего шума от движущихся поездов — задача чрезвычайно трудная. Тем не менее в последние годы наметились направления, позволяющие более или менее существенно снизить уровень этого шума.

Большое влияние на уровень внешнего шума оказывает качество содержания пути. Исправный путь, содержащийся в точном соответствии с заданными параметрами и нормами (в отношении прямолинейности в профиле и плане, установленной криволинейности на закруглениях, по ширине колеи, в части возвышения наружного рельса на кривых отрезках пути, плотности подбивки шпал, исправности стыков), способствует снижению шума от проходящих поездов. Бесстыковая конструкция пути менее шумна, чем обычный традиционный путь.

Широкое внедрение железобетонных шпал взамен деревянных делает путь более жестким и способствующим повышению интенсивности шума, но, с другой стороны, применение амортизирующих прокладок между такими шпалами и металлической подкладкой, на которую непосредственно опирается рельс, уменьшает жесткость пути и снижает интенсивность шума. Задача сводится к поискам материала для прокладок с лучшими амортизирующими свойствами, максимальной прочностью и долговечностью.

Выше отмечалось, что на стальных мостах с безбалласт-

ной укладкой рельсов уровень шума существенно выше, чем на мостах с бетонным настилом, балластной постелью и деревянными шпалами. Отсюда следует прямой вывод: в густо населенных районах, где жилые и другие соответствующие здания расположены вблизи мостов, мосты должны иметь настил (лучше бетонный) и балластную постель. При малой высоте пролетных строений, не допускающей укладку балластного слоя, целесообразно укладывать рельсы непосредственно на железобетонный настил. Применение при этом упругих подкладок способствует дальнейшему снижению шума.

Выявлено, что наружные пешеходные дорожки со стальной обшивкой значительно усиливают шум от моста. Для снижения уровня этого шума пешеходный путь укладывают решетчатыми или бетонными плитами и надежно крепят все болтовые и другие соединения, чтобы исключить дребезжание отдельных деталей. Однако указанные меры кардинально не решают проблемы. Поэтому на сверхскоростной линии Токио—Хаката (Япония) с целью снижения шума металлические части мостов и путепроводов были заменены на железобетонные.

И все же главные резервы снижения шума на железных дорогах заключаются в совершенствовании подвижного состава и прежде всего ходовых частей вагонов и локомотивов. Эта работа ведется конструкторами и эксплуатационниками как для существующих конструкций, так и при разработке новых машин, агрегатов и узлов, спроектированных с учетом необходимости снижения или практически полного устранения шума.

Нередко значительный шум возникает от вибрации тормозных тяг у вагонов при их ударах о направляющие или близко расположенные детали. Предупреждение излишней вибрации с помощью «успокоительных» устройств и применение прокладок, амортизирующих удары, может резко сократить и даже полностью устранить многие виды шумов. Шумы часто возникают от излишних колебаний в результате больших зазоров, возникающих при износе. Поэтому более строгое нормирование и соблюдение зазоров также является важной мерой борьбы с шумом.

При создании нового подвижного состава и в первую очередь для скоростного движения необходимость снижения шума рассматривается как одно из важнейших требований наряду с требованиями безопасности. Основное внимание

уделяется конструированию новых тележек для пассажирских и грузовых вагонов, а также ходовых частей локомотивов, которые не только сами по себе генерируют шум, но и, вызывая вибрацию рамы, кузова и размещенного на них оборудования, определяют уровень шума, возникающего вне тележки.

Не останавливаясь на описании конкретных технических решений по снижению шума и вибрации, осуществляемых при конструировании тележек, укажем только для примера, что важные положительные результаты получены от замены листовых или пружинных рессор пневматическими. Для гашения вибраций теперь уже широко используются различного рода амортизаторы. Все чаще в конструкции колес находят применение демпфирующие прокладки. Упругие элементы предусматриваются в шкворневых и других узлах, соединяющих кузов с тележкой. Чтобы уменьшить вибрацию металлических обшивок, их внутренние поверхности покрывают вибро- и шумопоглощающими мастиками. Для снижения внешнего шума на скоростных поездах нередко прибегают к экранированию (в возможных пределах) ходовых частей.

Большинство указанных мер, снижая наружный шум, одновременно уменьшают его интенсивность и внутри вагона или локомотива, что чрезвычайно важно для комфорта пассажиров и снятия излишней утомляемости служебного персонала, особенно локомотивных бригад и других лиц, ответственных за безопасность движения. С этой целью пол и нижнюю часть боковых стенок пассажирских вагонов дополнительно изолируют звукопоглощающими материалами. В окнах используют двойное остекление и резиновые уплотнители.

Большое внимание уделяется снижению внутреннего шума от агрегатов и машин, размещенных внутри кузова транспортного средства. Так, в современных пассажирских вагонах электрические двигатели, вентиляторы, насосы и др. устанавливают, как правило, на амортизаторах, покрывают шумопоглощающими кожухами, изолируют от пассажирских помещений. В системах вентиляции и кондиционирования воздуха существенное снижение шума дает замена металлических трубопроводов пластмассовыми.

Аналогичные меры проводятся и на локомотивах. В настоящее время конструкторы тепловозов и электровозов ведут работу по изысканию таких методов и технических

решений для снижения уровня шума, которые бы не противоречили требованиям повышения топливной экономичности локомотивов и способствовали снижению расхода дорожных и дефицитных материалов, облегчению труда локомотивных бригад и других работников транспорта. Противоречивость этих требований и создает трудности, разрешимые лишь в условиях разумного компромисса.

Главный силовой агрегат тепловоза — дизель — не является основным источником внешнего шума, поскольку он достаточно надежно экранируется кузовом, а система выхлопа газов снабжена глушителем. В связи с этим практически более важную и трудную проблему составляет снижение внутреннего шума и вибраций. С этой целью дизели частично покрывают шумозащитными панелями и колпаками. На всасывающих частях двигателя устанавливают глушители. Вспомогательные машины закрывают кожухами. Кабины машиниста тщательно изолируют с помощью вибро- и шумопоглощающих материалов. На новейших конструкциях тепловозов вместо одиночных перегородок, отделяющих машинный отсек от кабины машиниста, начали применять тамбуры, позволившие резко снизить шум в кабине.

В отдельных районах, где железная дорога проходит в непосредственной близости от густозаселенных кварталов или учреждений типа больниц, школ, возникает необходимость экранировать ее целиком с помощью шумопоглощающих стен (заборов). Такие экраны широко распространены в Японии. Там же на отдельных отрезках эстакад верхнее строение пути покрыто шумопоглощающими материалами.

На воздушном транспорте трудную научно-техническую задачу представляет снижение уровня шума от самолетов и вертолетов. Главными источниками шума на летательных аппаратах являются двигатели и прежде всего система выхлопа отработавших газов, а также система всасывания воздуха. Значительный шум создают воздушные винты (на винтовых самолетах и вертолетах) и воздушный поток, обтекающий аппарат в процессе полета.

В борьбе с шумом усилия исследователей и конструкторов направлены в первую очередь на систему выхлопа газов. С этой целью проводятся эксперименты с различными по конфигурации выхлопными соплами турбинных двигателей. В частности, выявлено, что замена обычных круглых в сечении сопел на звездчатые (ребристые) снижает уровень шума от выхлопа.

Создаются и испытываются более сложные системы снижения скорости истечения струи газов, а следовательно, и снижения уровня шума. К сожалению, снижение шума с помощью глушителей покупается ценой потери мощности двигателей и уменьшения максимальной полезной нагрузки, или, иначе говоря, ухудшением экономичности самолетов и вертолетов. При наличии запаса мощности применение глушителей вызывает повышенный расход топлива.

Самый простой способ снижения уровня шума на взлете (когда двигатели самолета работают в форсажном режиме и создают наиболее сильный шум)— это уменьшение степени форсажа. Но поскольку при этом падает сила тяги двигателей, приходится снижать взлетную массу самолета, т. е. полезную (коммерческую) нагрузку. Так, для некоторых типов самолетов снижение шума на 10 дБА требует уменьшения коммерческой нагрузки на семь пассажиров.

Один из путей снижения шума от двигателей заключается в «дроблении» потребной мощности, для чего на самолете устанавливают не один, а два двигателя, при этом мощность остается такой же, как при одном двигателе. По существу эта же закономерность используется конструкторами, когда они создают для самолетов так называемые двухконтурные двигатели вместо одноконтурных. Хотя двухконтурный двигатель по удельной мощности почти в 2 раза сильнее одноконтурного, его шумность ниже и не превышает 100 дБА.

Примененные на самолетах Ил-62, Ил-86, Ту-154 и других турбовентиляторные двигатели создают шум при взлете значительно ниже, чем двигатели первого реактивного пассажирского самолета Ту-104.

В поисках нового малозумного экономичного и эффективного авиационного двигателя существенно меняется традиционная конструкция компрессоров, делаются попытки снизить шум выхлопа путем воздействия на струю раскаленных (ионизированных) газов магнитным полем, устанавливают акустические экраны резонансного типа вокруг выхлопных сопел и воздухозаборников.

Важное значение для снижения внутреннего шума на самолете имеет схема размещения двигателей. Так, уровень шума в салонах самолетов с расположением двигателей в хвостовой части фюзеляжа заметно ниже, чем у самолетов с размещением двигателей на крыле. Кроме того, освобождение крыла от двигателей позволяет выполнить его более точно исходя из требований аэродинамики, и в целом само-

леты с таким размещением двигателей оказались более устойчивыми и управляемыми. Именно поэтому новые пассажирские скоростные самолеты (Ил-62, Ту-134, Ту-154, Як-42) выполнены по названной выше схеме в части расположения двигателей. Однако при этом усложняются условия так называемой центровки самолетов.

Интенсивность шума от воздушного потока, который обтекает самолет (вертолет) в процессе полета, зависит от многих факторов, среди которых наибольшую роль играют скорость и высота полета, а также размеры и конфигурация (архитектоника) самолета. Для снижения интенсивности вибрации и шума от воздушного потока совершенствуются аэродинамические формы каждого летательного аппарата, а в рамках каждой принятой конструкции применяют вибро- и звукоизоляцию обшивки или изыскивают более «тихий» материал. Так, в Японии разработан сплав на основе железа с добавками хрома и алюминия с большей шумозащитностью, чем у обычных материалов. Особенно тщательно звукоизолируют те части фюзеляжа, где находятся пассажиры и члены экипажа. Внутренние поверхности салонов и различных помещений, двери, переборки покрывают вибро- и звукопоглощаемыми панелями, в стыках используют резиновые уплотнители. Крепление различных видов оборудования осуществляется с помощью упругих элементов. Названные и многие другие меры позволяют значительно снизить шум от двигателей и воздушного потока.

Особую проблему создают сверхзвуковые самолеты, обладающие двигателями суммарной мощностью около 370 тыс. кВт. В момент перехода самолета от дозвуковой скорости к сверхзвуковой возникает удар воздушной волны, который воспринимается как выстрел орудия или короткий удар грома. Чтобы избежать неблагоприятного воздействия ударной волны на живые организмы и сооружения, сверхзвуковые самолеты могут преодолевать «звуковой барьер» только на большой высоте и вне пределов крупных населенных пунктов. Вместе с тем пассажиры, находящиеся на борту сверхзвукового лайнера, чаще всего не замечают момента перехода к сверхзвуковой скорости.

Большую работу проводят органы гражданской авиации по снижению уровня шумового дискомфорта для жителей городов, особенно расположенных вблизи аэропортов. Во всех случаях для аэропортов устанавливаются определен-

ные схемы подхода и посадки, а также взлета самолетов с точным указанием траектории полета, которая выбирается с расчетом обеспечения безопасности и исключения или максимального снижения шума. В частности, в Москве схемы движения выбраны так, что ни один самолет не должен входить в зону города, ограниченную кольцевой автомобильной дорогой.

Для каждого типа самолетов выработаны и предписаны экипажам (в виде инструкции) специальные приемы пилотирования в районе каждого аэропорта с целью возможного уменьшения интенсивности шума и ограничения территории его воздействия. В частности, летчики на взлете поднимают самолет по более крутой траектории. Диспетчеры при любой возможности используют «предпочтительные» взлетно-посадочные полосы аэропорта, которые «уводят» самолет от населенного пункта.

Все большее распространение находят специальные шумоотражающие экраны в виде лесных насаждений или высоких заборов, которые устанавливаются преимущественно в аэропортах вблизи взлетно-посадочных полос. Такие экраны высотой около 15 м установлены, например, в международном аэропорту в Лос-Анджелесе, во Франкфуртена-Майне и др.

В поисках мер защиты человека от раздражающих и мешающих шумов исследователи обращаются и к автоматике. Так, например, в Англии испытывались приборы, автоматически закрывающие окна школы, расположенной вблизи лондонского аэропорта Хитроу, при нарастании шума от пролетающего самолета. После удаления самолета (снижения шума до установленного низкого предела) окна также автоматически открываются.

Отнесение аэродромов от городов резко сокращает или полностью исключает пролет самолетов над городской территорией, что особенно беспокоит жителей, когда взлетающие самолеты или идущие на посадку вынуждены пролетать на сравнительно небольшой высоте. Поэтому при создании новых аэропортов в принципе стремятся относить аэродромы от густозаселенных районов города на возможно большие расстояния. Однако здесь мы впадаем в противоречие со стремлением экономить время пассажиров, что в сущности и является целью и преимуществом воздушного транспорта. Так, все аэропорты Москвы отнесены от города на 20—40 км, и пассажиру требуется затратить до 1 ч, чтобы

прибыть в аэропорт. Аналогичное положение имеет место в других крупных городах Советского Союза, а также за рубежом. Вместе с тем в целях исклечения шумового дискомфорта для жителей городов высказываются предложения об отнесении крупных аэропортов на еще большие расстояния от городов (преимущественно в малозаселенные районы), а пассажиров доставлять в эти порты скоростными самолетами вертикального взлета или вертолетами, которые не требуют больших взлетно-посадочных полос. Однако такие аппараты в настоящее время дороги. Хотя шум от аппаратов вертикального взлета при наборе высоты и при посадке распространяется на относительно небольшую территорию, указанная схема представляется в высшей степени проблематичной, в частности, ввиду включения в нее третьего элемента (подъездного самолета), а следовательно, лишней пересадочной операции как при отправлении, так и по прибытии в пункт назначения.

На морских и речных судах проблема борьбы с шумом в основном сводится к снижению интенсивности его в машинных отделениях и к устранению вибрации, которая на старых судах распространялась на все помещения корабля, включая и пассажирские каюты. Методы решения этих задач частично совпадают с теми, которые используются на других видах транспорта и, в частности, на локомотивах, хотя здесь имеется своя специфика.

Одним из важных направлений ограждения вахтенного персонала (механиков) от длительного утомительного шума судовых двигателей является автоматизация управления этими двигателями с использованием современных средств электроники. Такие средства позволяют исключить постоянное нахождение вахтенного механика в машинном отделении и заменить его оператором, наблюдающим за двигателем с пульта дистанционного управления или из ходовой рубки.

Вместе с тем на судах применяются самые эффективные материалы и конструкции для шумоизоляции, имея в виду, что здесь люди работают и живут длительное время в ограниченном пространстве.

Транспортные предприятия, к которым относятся специальные транспортные заводы, железнодорожные станции, морские и речные порты, ремонтные предприятия, автобазы, крупные вокзалы и другие аналогичные объекты, оказавшиеся в связи с бурным жилищным строительством в непосредственной близости к жилым домам или даже в центре

городов, нередко создают ненормальную акустическую обстановку для населения и работы специальных учреждений типа больниц, институтов, школ и других детских учреждений и т. п. Наибольшее беспокойство людям создают наружные круглосуточные громкоговорящие установки, действующие на крупных станциях, портах и на вокзалах, а также скрежет тормозных замедлителей (на сортировочных станциях), шум передвижных дизель-электрических установок, строительных машин и оборудования, процессов, связанных с обработкой металла. Практика показывает, что исключение названных и других подобных шумов чрезвычайно затруднительно. Тем не менее при достаточном внимании к проблеме со стороны соответствующих должностных лиц возможно существенное улучшение акустического климата в таких населенных пунктах. Невозможно конкретизировать меры борьбы с подобными шумами ввиду огромного многообразия причин, порождающих их, однако снижение, например, излишней степени усиления на динамиках громкоговорящих установок, экранирование некоторых из них, перевод громкоговорящей производственной связи на радиоканалы, исключение неоправданной информации, передаваемой по громкоговорящим сетям, особенно в ночные часы, позволяет если не снять, то значительно снизить жалобы населения. Ведутся поиски уменьшения шумности других технологических процессов на указанных транспортных предприятиях за счет применения нового, менее шумного оборудования и экранирования малогабаритных установок.

* * *

В проекте Программы КПСС (новая редакция) предусмотрено, что уже до конца 2000 г. должно быть достигнуто удвоение производственного потенциала страны при его коренном качественном обновлении. Главным рычагом повышения эффективности производства будет ускорение научно-технического прогресса, который оказывает мощное воздействие и на улучшение использования природных ресурсов, сырья, материалов, топлива и энергии.

Этот основополагающий документ нашей партии ставит перед транспортом сложную задачу — обеспечивать непосредственно достижение поставленных целей и способствовать своевременному их осуществлению всеми другими

отраслями народного хозяйства. Следовательно, особая специфика и ответственность транспорта в реализации этой задачи состоит в том, что он должен своевременно, качественно и полностью удовлетворять потребности государства в перевозках и одновременно совершенствовать свою структуру и функции как отрасли народного хозяйства, обеспечивая надлежащий комфорт пассажирам и сохранность грузов, повышая надежность транспортного обеспечения, существенное улучшение показателей использования своего технического вооружения (прежде всего подвижного состава), снижение степени загрязнения окружающей среды.

В данной книге не ставилась цель освещать собственно транспортные проблемы, связанные с совершенствованием технического оснащения и перевозочного процесса для повышения эффективности работы транспорта в стране. Но здесь по-видимому уместно сказать, что проблемы эти поистине огромны.

Проектом Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года конкретизированы задания для всех видов транспорта как в части объемов предстоящих исполнению ими перевозок, так и главных путей перевооружения их технического оснащения.

Так на железнодорожном транспорте предусмотрено увеличить объем перевозок грузов на 8—10% и пассажирооборот на 7—9%, для чего необходимо, в частности, повысить пропускной и провозной способности железных дорог, увеличение перерабатывающей способности станций, строительство новых железнодорожных линий и вторых путей на однопутных магистралях, обновление и пополнение парка локомотивов и вагонов и осуществление ряда других важных организационно-технических мероприятий.

За этими лаконичными заданиями стоят поиск, исследование и реализация мер: по реконструкции пути и постоянных сооружений (мостов, тоннелей и др.) с изменением геометрии, габарита и повышением осевых нагрузок на рельс от подвижного состава; по созданию новых типов электровозов и тепловозов, в том числе в так называемом «северном» исполнении для магистралей, построенных в высоких широтах; по конструированию более грузоподъемных (в частности, на роликовых подшипниках) вагонов с более широкой их специализацией; по совершенствованию и расширению автоматизированных систем управления как на уровне сложных и трудоем-

ких технологических (производственных) операций, так и для более высоких ступеней организационной иерархии — для руководства перевозочным процессом в рамках крупных подразделений транспорта и сети в целом.

На морском транспорте предусматривается: дальнейшее развитие сети портов и ремонтных заводов; обновление флота с акцентом на специализированные, в том числе контейнерные, лихтеровозные, паромные и ледокольно-транспортные суда, а также собственно ледоколы; значительное улучшение использования флота и производственных мощностей всех береговых сооружений.

На речном транспорте предусмотрено увеличить объем перевозок грузов на 9—11% с обеспечением более высоких темпов роста транспортной работы на реках Сибири, Дальнего Востока и на малых реках страны. Подчеркнута необходимость развития перевозок в большегрузных толкаемых составах и судах смешанного плавания «река — море», а также продления периода навигации на магистральных реках. Реализация этих задач требует обновления грузового и пассажирского флота, строительства новых и реконструкции действующих портов и ремонтных заводов в первую очередь в районах Сибири и Дальнего Востока.

На воздушном транспорте предписано увеличить пассажирооборот на 17—19% при условии сокращения удельного расхода топлива на 3—5%. Для выполнения указанного задания намечается: введение в эксплуатацию новых высокоэффективных магистральных пассажирских самолетов и грузовых самолетов средней грузоподъемности; оснащение гражданской авиации воздушными судами для применения в условиях Арктики и Антарктики, на местных линиях, а также на сельскохозяйственных и специальных работах; совершенствование единой системы управления воздушным движением; ускорение внедрения автоматизированных систем управления различными процессами и операциями.

На автомобильном транспорте предусмотрено повысить объем перевозок грузов на 18—19% и пассажирооборот автобусным парком общего пользования — на 14—16% при условии экономии бензина и дизельного топлива в 1990 г. на 18—20% против 1985 г. Для выполнения настоящего задания подчеркнута необходимость преимущественного развития автомобильного транспорта общего пользования, улучшения структуры автомобильного парка, имея в виду широкое применение прицепов и полуприцепов, повышение

до 60% удельного веса в грузообороте автомобилей с дизельными двигателями, увеличение доли газобаллонных машин, пополнение автопредприятий автобусами большой вместимости и повышенной комфортабельности; развитие и совершенствование централизованных перевозок; сокращение непроизводительных простоев, порожних пробегов и нерациональных перевозок. Одновременно предусмотрено построить и реконструировать за пятилетие 167 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием, в том числе 92 тыс. км дорог внутрихозяйственного значения на селе. Предусмотрено завершить в основном в 1990 г. строительство автомобильных дорог, связывающих усадьбы колхозов и совхозов с административными центрами районов. Шире привлекать материальные, трудовые и финансовые ресурсы предприятий, организаций и колхозов для строительства и реконструкции автомобильных дорог общего пользования.

Намечено усилить работы по применению гидротранспорта угля и руды по трубам. Указывается на важность обеспечения дальнейшего комплексного и пропорционального развития промышленного транспорта, имея в виду расширение использования конвейерного, пневмоконтейнерного, канатно-подвесного и других непрерывных и специализированных его видов.

На внутригородском транспорте предусмотрено увеличить объем перевозок пассажиров на 20—25%. В связи с этим предложено осуществить меры по совершенствованию работы автобусного, трамвайного и троллейбусного парков и комплекс других мер, направленных на улучшение обслуживания населения всеми видами транспорта. Особо выделяется важность развития действующих и строительства новых метрополитенов в Челябинске, Омске, Красноярске, Алма-Ате, Риге и других крупных городах страны.

На всех видах транспорта требуется улучшение организации эксплуатационной работы, повышение степени использования наличного технического оборудования и прежде всего подвижного состава, ускорение создания и внедрения передовой техники и технологии, повышение уровня комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ, а также ремонта, обеспечения безопасности движения, улучшения взаимодействия различных видов транспорта в рамках единой транспортной системы страны.

Таким образом проект Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы

и на период до 2000 года предопределяет в указанной перспективе значительный рост как объемов перевозочной работы, так и технического вооружения всех видов транспорта.

Выше было упомянуто, что развитие транспорта потенциально обостряет экологические проблемы и прежде всего в крупных городах, но одновременно Основными направлениями предписывается всем отраслям народного хозяйства повысить эффективность мер по охране природы.

Следует подчеркнуть, что ряд заданий, сформулированных в проекте Основных направлений, непосредственно облегчают решение экологических проблем в рамках транспорта. Так, электрификация 8 тыс. км железных дорог, сооружение метрополитенов в перечисленных городах, расширение сети трамвайных и троллейбусных линий, интенсивное строительство систем трубопроводного и электрического промышленного транспорта позволят улучшить состав прежде всего атмосферного воздуха в районах их действия, а косвенно сократить загрязнение и других звеньев биосферы.

Однако, несмотря на указанные меры (которые еще предстоит реализовать), перед транспортом в целом и особенно перед автомобильным, а также морским и речным стоят исключительно масштабные и ответственные задачи по сокращению и предотвращению загрязнения окружающей среды.

Конечно, главные усилия работников транспорта и транспортного машиностроения должны быть направлены на экологическое совершенствование подвижного состава и собственно процессов движения. Но вместе с тем большого внимания требуют разнообразные и многочисленные предприятия транспорта типа специализированных ремонтных заводов, локомотивных и вагонных депо, автокомбинатов и автобаз, морских и речных портов, теплоэнергетических установок, топливных баз и заправочных станций, вокзалов, карьеров и других предприятий, число и масштабы которых по мере развития транспорта возрастают. Попутно заметим, что даже при наличии электрических видов транспорта негативное влияние на природу указанных предприятий в той или иной степени сохраняется, если здесь не применять соответствующие технологии и необходимые (к примеру очистные) сооружения.

По мере общего поступательного развития нашего государства и все большего и убыстряющегося вовлечения в производство природных ресурсов, включая такие, которые

совсем недавно считались неисчерпаемыми (воздух, вода, почва, полезные ископаемые и пр.), выявляется новый подход к сохранению биосферы — экономический. Основная сущность этого подхода состоит в определении убытков, которые понесет государство от загрязнения окружающей среды, не исключая и таких трудно доступных учету факторов, как ущерб здоровью людей. Из этой концепции вытекает необходимость найти оптимальную структуру и размещение производительных сил, а также технику и методы организации процесса производства в целом, так и в каждой отрасли народного хозяйства, в том числе на транспорте, которые не только были бы наиболее целесообразны экономически, но и отвечали законам экологии (в конечном счете законам природы). Реализация этой концепции требует разработки новых критериев и методов экономического анализа любого производства, позволяющих неукоснительно соблюдать экологические законы при возможно меньших издержках. Так, в последние годы в проекты по развитию транспортных систем включается специальный раздел по предотвращению загрязнения воздушного и водного бассейнов в районе влияния проектируемой системы. Однако редко отражаются или совсем не находят отражения меры по защите лесов, почвы, ландшафта. Еще недостаточно применяется рекультивация земель после завершения строительства. Экономическая наука должна разработать не только методы расчета, но и определенные экономические рычаги, стимулирующие применение экологически чистых образцов техники и технологии, обеспечивающие рациональное водопользование, землепользование и в целом природопользование в самом широком смысле этого слова.

Таким образом, перед транспортом, учитывая его специфические особенности, стоят может быть более трудные задачи в части повышения эффективности своей работы при обеспечении чистоты биосферы и рационального использования всех природных ресурсов, чем в других отраслях народного хозяйства. Однако современный советский транспорт, обладающий значительными основными фондами (мощным производственным оснащением), многомиллионным контингентом рабочих и служащих, располагает крупными научно-техническими силами и средствами, способными найти эффективное разрешение всех объективно-сложных проблем, стоящих перед отраслью на современном этапе.

В настоящее время в Советском Союзе развернуты

широкие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на защиту окружающей среды от загрязнения. На транспорте эти направления, как было показано в книге, сводятся в основном к совершенствованию традиционных двигателей внутреннего сгорания, включая разработку для них различных нейтрализаторов, к поиску менее токсичных по выхлопу композиций обычного углеводородного жидкого топлива с различными добавками (спиртов, воды, водорода и др.), изысканию принципиально новых видов топлива, созданию новых конструкций двигателей и в целом новых видов экологически чистых транспортных средств.

В современных условиях одним из направлений борьбы за чистоту биосферы является всемерная экономия жидкого топлива на транспорте. Большую роль в этом отношении должен сыграть преимущественно развиваемый у нас общественный городской транспорт (автобусы), позволяющий существенно снизить удельный расход топлива на единицу перевозочной работы против автомобилей индивидуального пользования, а также повышение доли в общем городском транспорте его электрических видов (трамвая, троллейбуса, метро).

На стационарных предприятиях транспорта типа заводов, депо, станций расширяется применение оборудования с материалосберегающей и энергосберегающей технологией и преимущественно с электрическим приводом. Большое значение приобретают также системы замкнутого или оборотного водоснабжения, экономящие ресурсы воды и автоматически исключаящие отравление гидросферы грязными стоками. Генеральным направлением для таких транспортных предприятий является безотходная технология производства.

Для осуществления такой грандиозной работы возникает необходимость организации более широких и скоординированных фундаментальных и прикладных исследований в системе академических и отраслевых научных учреждений с привлечением опытно-конструкторских организаций и экспериментальных заводов. Научно-технический потенциал страны в целом позволяет решить поставленные задачи, а наш социальный строй обеспечивает для этого исключительно благоприятные условия.

На ряде указанных направлений уже достигнуты определенные обнадеживающие результаты, позволяющие по мере

развертывания производства нового оборудования существенно снизить загрязнение среды обитания. Это, в частности, относится к расширению применения электрического транспорта, новых, более совершенных дизелей и газового топлива.

Успех сохранения биосферы от загрязнений в конечном счете зависит от участия в этом большом деле каждого работника транспорта. Только понимание каждым сложности экологических проблем и на основе этого строжайшее соблюдение технологической и трудовой дисциплины, а также гражданского долга позволят обеспечить гармоничное сосуществование человека, техники и природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года. Проект. М.: Политиздат, 1985. 96 с.

Народное хозяйство СССР в 1984 г. Статистический ежегодник. М.: Финансы и статистика, 1985. 607 с.

Об охране окружающей среды. Сборник документов партии и правительства 1917—1981 гг. М.: Политиздат, 1981. 384 с.

Окружающая среда и народонаселение. М.: Финансы и статистика, 1981. 104 с.

Аггесс П. Ключи к экологии. Пер с франц. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 96 с.

Адашинский С. А. Городской транспорт будущего. М.: Наука, 1979. 166 с.

Аксенов И. Я. Человек и природа. М.: Знание, 1979. 74 с.

Алхименко А. И. Охрана природы при освоении ресурсов мирового океана. Л.: Судостроение, 1982. 106 с.

Бирюков В. Е. Транспорт в одиннадцатой пятилетке. М.: Знание, 1981. 62 с.

Блехцин И. Я., Минеев В. А. Производительные силы СССР и окружающая среда. М.: Мысль, 1981. 214 с.

Бобровников Н. А. Защита окружающей среды от пыли на транспорте. М.: Транспорт, 1984. 72 с.

Владимиров В. В. Расселение и окружающая среда. М.: Стройиздат, 1982. 228 с.

Герасимов И. П. Биосфера Земли. М.: Педагогика, 1976. 96 с.

Дрейк Ч., Имбри Дж., Кнаус Дж., Турекиан К. Океан сам по себе и для нас. Пер. с англ. М.: Прогресс, 1982. 250 с.

Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Т. 7. М., ВИНТИ, 1980; т. 8, 1980; т. 10, 1981.

Колбасов О. С. Природа — забота общая. М.: Московский рабочий, 1982. 128 с.

Кутырин И. М. Охрана воздуха и поверхностных вод от загрязнения. М.: Наука, 1980. 86 с.

Лосото О. П., Крашевник М. С. Проблема чистой воды. М.: Знание, 1977. 62 с.

Малов Р. В., Ерехов В. И., Шетинина В. А., Беляев В. Б. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. М.: Транспорт, 1982. 200 с.

Опыт эксплуатации транспортных средств с прогрессивными двигателями и охрана воздушного бассейна города. Материалы симпозиума. Л.: Знание, 1978. 80 с.

Никитин Д. П., Новиков Ю. В., Зарубина Г. П. Научно-технический прогресс, природа и человек. М.: Наука, 1977. 200 с.

Олдак П. Г. Сохранение окружающей среды и развитие экономических исследований. Новосибирск: Наука, 1980. 160 с.

Перспективные автомобильные топлива. Пер. с англ. /Под ред. проф. Я. Б. Черткова. М.: Транспорт, 1982. 320 с.

Проблемы развития транспорта СССР. Единая транспортная сеть /Под ред. С. С. Ушакова, К. Ю. Скалова, В. Л. Станиславюка. М.: Транспорт, 1981. 253 с.

Развитие автомобильных транспортных средств /Д. П. Великанов, В. И. Бернадский, Н. А. Боева и др.; Под ред. Д. П. Великанова. М.: Транспорт, 1984. 91 с.

Риффо К. Будущее — океан. Пер. с франц. Л.: Гидрометеониздат, 1978. 272 с.

Степанов В. Н. Мировой океан. М.: Знание, 1974. 255 с.

Транспорт и городская среда. М.: Стройиздат, 1978. 162 с.

Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. Пер. с польск. М.: Транспорт, 1979. 198 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
--------------------	---

Часть первая

ТРАНСПОРТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БИОСФЕРУ ЗЕМЛИ

Транспорт и биосфера	1. Понятие о биосфере	12
	2. Население Земли и динамика потребления природных ресурсов	14
	3. Виды и источники загрязнений окружающей среды	16
	4. Современный транспорт: тенденции развития, влияние на окружающую среду	22
Транспорт и литосфера	1. Ресурсы суши и влияние на нее транспорта	27
	2. Экономия площадей и сохранение плодородия почв	30
	3. Утилизация твердых отходов	37
	4. Рекультивация земель	39
	5. Сохранение сложившихся гидрологических условий	40
	6. Защита почвы от загрязнения транспортными средствами	
Транспорт и гидросфера	1. Ресурсы пресной воды на Земле	42
	2. Влияние транспорта на гидросферу	45
	3. Методы очистки сточных вод, сбрасываемых предприятиями	50
Транспорт и атмосфера	1. Современное состояние атмосферы	53
	2. Влияние транспорта на атмосферу	55
	3. Контроль состояния воздушной среды	57
	4. Пути снижения концентрации загрязнителей в атмосфере	59

Часть вторая

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Автомобильный и городской транспорт	1. Специфика автомобильного и городского транспорта	65
	2. Экономия топлива и снижение загрязнения среды обитания отработавшими газами	66

	3. Совершенствование двигателей внутреннего сгорания	71
	4. Альтернативные двигатели	76
	5 Поиск новых видов топлива	86
	6 Перспективы создания электромобилей и новых видов электрического транспорта	96
Морской и речной транспорт	1. Специфика воздействия судов на окружающую среду	110
	2. Меры предупреждения загрязнения водного бассейна	115
	3. Методы ликвидации допущенных загрязнений	123
Железнодорожный, воздушный, трубопроводный и промышленный транспорт	1. Природоохранные меры на железнодорожном транспорте	134
	2. Меры предупреждения загрязнения атмосферы воздушным транспортом	140
	3. Предупреждение загрязнений биосферы трубопроводным и промышленным транспортом	143
Шумовое загрязнение среды обитания и общие направления борьбы с опасными шумами	1. Современное состояние проблемы	145
	2. Основные источники и уровни транспортного шума	148
	3. Нормирование шума и контроль за его уровнем	151
	4. Основные направления предупреждения и снижения уровня шумов	152
	Список литературы	173

*ковлевич Аксенов,
Виктор Иванович Аксенов*

**ТРАНСПОРТ И ОХРАНА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Дюлжика художника
А Е Смирнова*

*Технический редактор
Н Д Муравьева*

*Корректор-вычитчик
Е И Белукова*

Корректор В Н Яговкина

ИБ № 2661

Сдано в набор 22 05 85 Подписано в печать 21 02 86
Т-06611 Формат 84×108¹/₃₂ Бум тип № 2 Гарнитура
литературная Офсетная печать Усл печ л 9,24 Усл
кр-отт 9,66 Уч -изд л 9,83 Тираж 45 000 экз Заказ 3038
Цена 30 коп Изд № 1-5-0/7 № 2106

Ордена «Знак Почета» издательство «ТРАНСПОРТ»,
103064, Москва, Басманный туп., 6а

Ордена Трудового Красного Знамени типография изд-ва
Куйбышевского обкома КПСС,
443086 ГСП, г Куйбышев, пр Карла Маркса, 201