В.Я. Савенко
В.А. Гайдукевич

ТРАНСПОРТ

Міністерство освіти і науки України
Національний транспортний університет
Національний університет водного господарства
та природокористування

В.Я. Савенко, В.А. Гайдукевич

ТРАНСПОРТ І ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ

ПІДРУЧНИК

2-ге видання

Затверджено Міністерством освіти і науки України
як підручник для студентів вищих навчальних
закладів II–IV рівнів акредитації, які навчаються
за напрямами "Будівництво" та "Транспортні технології"

Аріетет

Київ
2007

УДК 656(075.8)
ББК 39.1я73
С12

Затверджено Міністерством освіти та науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів II–IV рівнів акредитації, які навчаються за напрямами "Будівництво" та "Транспортні технології".
Лист № 1/11-4608 від 03.11.2003 р.

Рецензенти:
Жданюк В.К., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ;
Братчун В.І., доктор технічних наук, професор, перший проректор Донбаської державної академії будівництва та архітектури, завідувач кафедри технології матеріалів та автомобільних доріг;
Лівша Р.Я., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автомобільних шляхів НУ "Львівська політехніка".

У підготовці підручника брав участь магістр УДУВГП *Бриних А.В.*

Савенко В.Я., Гайдукевич В.А.
С12 Транспорт і шляхи сполучення: Підручник. – 2-ге видання. – К.: "Арістей", 2007. – 256 с.
ISBN 966-8458-50-8

У підручнику розглянуто різні види транспорту і шляхів сполучення, наведено основний принцип їх дії, основні характеристики транспортних засобів, параметри шляхів сполучення.

Наводиться історична довідка становлення та функціонування основних видів транспорту та перспективи їх вдосконалення і розвитку. Підручник містить багато ілюструючих схем та малюнків.

Окрема увага зосереджена на питаннях впливу кожного виду транспорту на навколишнє середовище і заходи щодо попередження забруднення.

Підручник призначений для студентів всіх спеціальностей напрямів "Будівництво" та "Транспортні технології".

УДК 656(075.8)
ББК 39.1я73

ISBN 966-8458-50-8

© В.Я. Савенко,
В.А. Гайдукевич, 2007
© Арістей, 2007

ЗМІСТ

1. Історія розвитку шляхів сполучення 5
2. Загальне поняття про транспорт 14
3. Міжнародні транспортні коридори 27
4. Автотранспортний потенціал України 32
5. Автомобільний транспорт 36
   5.1. Народження і розвиток автомобільного транспорту 36
   5.2. Загальна характеристика автомобільних транспортних засобів 44
   5.3. Контрейлери та роудрейлери. 49
   5.4. Транспортно-експлуатаційні характеристики автомобільних доріг. 50
   5.5. Історія організації дорожнього руху 52
   5.6. Зниження забруднення довкілля відпрацьованими газами. 56
   5.7. Методи підвищення ефективності роботи автомобільних двигунів. 59
   5.8. Характеристика основних автовиробників світу. 67
6. Залізничний транспорт. 87
   6.1. Народження та розвиток залізниць. Паровози. 87
   6.2. Тепловози. Електровози. 95
   6.3. Пасажирські та вантажні вагони. 101
   6.4. Організація руху на залізницях. 107
   6.5. Залізнична колія. Рейки та шпали. 108
   6.6. Вокзали та вантажні станції. 114
   6.7. Природоохоронні заходи на залізничному транспорті. 119
7. Водний транспорт. 121
   7.1. Історія розвитку водного транспорту 121
   7.2. Основні види водних шляхів сполучення та їх особливості 125
   7.3. Плавзасоби 136
   7.4. Заходи з попередження та боротьби із забрудненням водних басейнів. 139
8. Повітряний транспорт. 143
   8.1. Народження та розвиток повітряного транспорту. Сучасні літаки. 143
   8.2. Інфраструктура повітряного транспорту. 150
   8.3. Гелікоптери. 154
   8.4. Дирижаблі. 163
   8.5. Екранольоти. 168

8.6. Забруднення атмосфери повітряним транспортом. 170
9. Трубопровідний транспорт. 174
9.1. Розвиток трубопровідного транспорту. 174
9.2. Значення трубопровідного транспорту. 174
9.3. Склад магістральних трубопроводів. 175
9.4. Класифікація магістральних трубопроводів. 180
9.5. Технологія будівництва трубопроводів. 181
9.6. Пневмотранспорт. 183
9.7. Забруднення навколишнього середовища трубопровідним транспортом. 186
10. Канатні дороги. 187
11. Підвісні та навісні рейкові дороги. 189
11.1. Розвиток підвісних рейкових доріг. 189
11.2. Штучні споруди для підвісних доріг. 190
11.3. Конвеєрні підвісні дороги. 192
11.4. Промислові підвісні рейкові дороги. 193
11.5. Пасажирські підвісні рейкові дороги. 196
11.6. Пасажирські навісні рейкові дороги. 200
12. Потяги на магнітному підвісі. 205
13. Міський транспорт. 209
13.1. Метрополітен. 209
13.2. Фунікулер. 217
13.3. Трамвай. 218
13.4. Тролейбус. 225
13.5. Автобус. 227
14. Транспортування електроенергії. 236
15. Шумове забруднення середовища та напрямки боротьби з шумом. 239

1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ

Відомий англійський історик Маколей цілком справедливо помітив, що, за винятком винаходу літер та друкарських станків, успіхам цивілізації більш всього допомагали та будуть допомагати ті відкриття і винаходи, які мають на меті скорочення відстаней.

Кожне вдосконалення способів пересування важливе для людства як з інтелектуальної, так і моральної точки зору, по відношенню до матеріальних вигод. Воно не тільки полегшує обмін різного роду природними багатствами і витворами мистецтва, а й сприяє усуненню різких національних та міських контрастів або принаймні їх згладжуванню, і, таким чином, служить в той же час для зближення між собою всіх членів загальнолюдської сім'ї. Тому шляхи сполучення відігравали дуже важливу роль в історії розвитку всього людства. Як розквіт народів, так і їх занепад завжди знаходились в тісних зв'язках з освітою та розвитком шляхів сполучення.

Найвизначнішим досягненням техніки є винахід за 4–5 тисячоліть до нашої ери колеса. Створений колісний візок і сьогодні є основою більшості сучасного сухопутного транспорту. Винайдення колеса дало можливість переміщувати значно більші вантажі, ніж волоком або в'юками, що, в свою чергу, примусило звертати більше уваги на вибір напрямку шляху, уникати крутих підйомів, обходити заболочені місця та інші ділянки зі значним опором руху.

При розкопках у місті Макенджо-Даро (Пакистан) було знайдено найдавніший колісний візок. Його вік оцінюється приблизно у шість тисяч років. На території України залишки колісного візка були знайдені у 1949 році у похованні III тисячоліття до н.е. і кургані Сторожова могила на березі Дніпра поблизу Дніпропетровська, в місцях проживання скіфів.

В умовах подальшого розвитку суспільства, коли почали виникати держави, поширюватись обмін і торгівля, вимоги до транспорту зросли. Збільшення обсягів перевезень та військово-адміністративні проблеми зумовили появу доріг як засобу регулярних сполучень у рабовласницьких державах стародавнього світу – Вавилоні, Персії, Римській імперії – для торгових, військових, виробничих та культових потреб.

Значення доріг для стародавнього Риму знайшло своє відображення у відомому і в наші дні вислові "Дорога – це життя".

Істотна роль у Римській імперії належала водним видам транспорту – морському та річковому, єдиним спроможним на той час перевозити велику кількість людей і вантажів на значні відстані. Як транспортні засоби використовувалися судна, що пересувалися за допомогою весел (галери, нефи), пізніше на них почали встановлювати вітрила, котрі

служили допоміжним рушієм. Значною мірою внаслідок використання водних шляхів сполучення Римська імперія підкорила Британські острови, Єгипет, Північну Африку та ряд інших територій.

Після того, як в кінці V ст. н.е. Римська імперія була зруйнована німецькими та слов'янськими племенами, на її уламках виникло багато малих держав, у межах яких розвивалося натуральне господарство. Падіння Римської імперії стало кінцем римської техніки дорожнього будівництва.

Поступово торгівельні зв'язки між державами розширювались. Зокрема, Київська Русь мала зв'язки з Візантією, Італією, Скандинавією та іншими країнами. Через Київську Русь велась торгівля Скандинавії та Середземномор'я з Малою Азією, по так званому шляху "з варяг у греки".

Відомими на той час були сухопутні шляхи з Київської Русі до міста Західної Європи Регенсбурга, соляних озер Криму – "Солоний шлях" (проходив по степах Причорномор'я), гирла Дону – "Залізний шлях" та ін. Але Київська Русь, як і інші держави того часу, не мала можливості зібрати певну кількість людей для спорудження мережі доріг, як це було в Римській імперії.

Поки торгові відносини не охоплювали собою такого великого простору, як зараз, шляхи сполучення залежали від природних умов. Завдяки відносинам між країнами, що лежали на двох цілком протилежних кінцях тодішнього світу, виникла світова торгівля, яка носила в різні епохи різний характер, а ті шляхи, по яких вона проводилася, набули з часом світового значення. Їх історія має велике значення для історії розвитку торгових відносин. Під сприятливим впливом світових торгових відносин завжди починала процвітати обласна та місцева торгівля в тих країнах, по території яких проходили такі шляхи. Цілком зрозуміло, що великі прибутки змушували різні народи прикладати всі зусилля для того, щоб тримати в своїх руках світову торгівлю та світові шляхи. Ті обставини, внаслідок яких торгова дорога губила своє значення, не залежали від людської влади, і жоден народ ніколи не міг перешкоджати змінам, що відбувалися з часом. Хоча Венеція і була сама значним чином винувата в своєму занепаді, у всякому випадку, цей занепад, насамперед, є неминучим наслідком відкриттів Колумба та Васко-да-Гами.

В давнину світова торгова дорога мала напрямок із заходу на схід, причому фінікійці, відкривши Європу, намітили для світової торгівлі цей свій шлях. Завдяки енергії греків та римлян поступово місце однієї дороги зайняла ціла мережа доріг, яка під впливом торгівлі, що швидко розвивалась, і відкритих нових земель, все більше розширювалась, отримуючи все нові кінцеві пункти.

Стежки, що тягнулися вздовж течії рік у долинах і утворилися від того, що по ним ходили протягом багатьох віків, були першими дорогами. Пройшов, без сумніву, значний проміжок часу перш ніж ці дороги набули розвитку завдяки діяльності людей. На розвиток доріг при цьому мав великий вплив розвиток засобів перевезення. На самому початку розвитку культури людина сама була своєю в'ючною твариною, і м'язова сила людей відігравала важливу роль при перенесенні вантажів; і зараз часто можна зустріти цей примітивний спосіб пересування вантажів, особливо на сході, в Китаї та в середній Африці. В Америці, до відкриття її європейцями, майже всі вантажі переносилися носильниками – каргуєро, – які були досить типовим явищем. Ще у давнину людина для перевезень користувалася деякими тваринами: верблюдами, кіньми, волами, ослами, собаками, слонами, ламами та оленями. Працездатність цих тварин досить різна. Так, наприклад, 6–8 собак, якими користуються на півночі замість оленів, протягом одного дня можуть перевезти сані з вантажем від 300 до 400 кг на відстань від 10 до 13 км. На Єнісеї собаки використовуються навіть влітку для тяги човнів по воді. В Перу (Південна Америка) інки у великій кількості користувалися ламами, здатними перевезти за день 50–60 кг на відстань до 50 км. За давніх часів у багатьох народів в'ючною твариною був віл. На сході волом повсюди користувалися як робочою твариною, а кіньми – винятково як верховими. В безмежних трав'янистих рівнинах Південної Америки, пампасах та льяносах ще і по цей час можна зустріти каравани на волах. Використання слона досить обмежене, тому що він може пройти підряд не більше 5 км. На першому плані, без сумніву, стоять кінь, віл та верблюд. Дуже велику роль відігравав верблюд в давнину, та й сьогодні в деяких місцях він є найбільш придатною твариною для перевезення вантажу. Використання різноманітних в'ючних тварин залежить від різних причин. Кожен погодиться, що між способами перевезення вантажів і географічним положенням країни є великий зв'язок. Як верблюд є незамінним у пустелі, так віл — у тих місцях, де пересування відбувається дуже вузькими гірськими стежками.

Протоптаними дорогами проходили каравани протягом тисячоліть, що давало можливість проводити значну торгівлю. Каравани у всі давні часи служили єдиним та найбільш розповсюдженим способом перевезення вантажу. В деяких частинах світу, як, наприклад, у Африці, караванний спосіб по цей час відіграє важливу роль і, можливо, збереже своє значення назавжди. Вихідними точками північно-африканських караванних шляхів є: Сокото в Гаусі та Кана в Фелаті, Какава в Борні, Вара в Бадаї. Багато з цих караванних шляхів дуже давні і по цей час служать за своїм призначенням. Але для караванної торгівлі виріс такий небезпечний конку-

рент, як залізниця. Залізний кінь може долати будь-які перешкоди. На давньому торговому шляху від морського берега до священного міста Дамаска, відомого ще в давнину як місце, де зосереджувалися найцінніші товари, перед брамою якого відбувалися бої хрестоносців, і в стінах якого збирались маси паломників, що йшли до Мекки на могилу Пророка, відомі два способи перевезення: караванний і за допомогою залізниці. Використання цих двох способів є досить зручним.

Однакове значення з караванною торгівлею мало перевезення товарів по воді, яке спочатку залежало від природних умов, а саме – від наявності суднохідних рік, морів або озер.

Спочатку засобом для перевезення служили плоти, потім – човни та кораблі. Кораблі були винайдені в різних частинах світу майже одночасно. Ствол дерева, що пливе по воді, можна розглядати як вихідну точку будівництва кораблів. Простим з'єднанням колод утворився пліт. У Китаї плоти виготовлялися з міцного бамбука, який інколи служив в якості фундаменту для цілих плаваючих поселень. На Нилі в давнину користувались глечиковим плотом, який складався із глечиків та покривався дошками. На Євфраті та на індійських річках використовують для будівництва плотів надуті шкіряні мішки, в деяких країнах Африки для такої ж мети служили гарбузи.

Утворення перших штучних доріг на суші можна вважати досить видатною подією в історії розвитку шляхів сполучення, але, на жаль, час їх будівництва для нас невідомий. Форма доріг звичайно залежала і залежить від способів перевезення. Поки людина сама заміняла собою в'ючну тварину, достатньо було вузьких стежок, якими і зараз користуються місцеві мешканці. Але з розповсюдженням перевезення вантажів з допомогою тварин та винаходом екіпажів та саней, розпочався розвиток і вдосконалення сухопутних доріг. При прокладанні доріг дерева вирубувалися, земля вирівнювалася, скелі проломлювалися, будувались мости та рились канави для стоку води.

Вже в давні часи люди розуміли велике значення більш зручних доріг для всесвітньої торгівлі, оскільки вона завжди прагнула знайти для себе найбільш вигідні шляхи та сприятливі способи пересування.

Життя вирувало на великих дорогах, по яким пішки, більшою частиною верхи, а інколи у візках тягнулись мандрівники, супроводжувані більшою або меншою групою рабів. Шляхетні люди їздили в дорогих візках, розшитих золотом, сріблом і шовком.

До IV століття люди мандрували на неосідланих конях, тому обабіч усіх доріг можна було зустріти каміння, спеціально поставлене для того, щоб було зручно заскакувати на коня. Жінки їздили так, як чоловіки – верхи (тільки Анна Люксембурзька, дочка Короля Венцала і дружина

Річарда II англійського, ввела в моду однобічну посадку дам приблизно в 1380 році).

Жінки, які не їздили на конях, користувались ношами. Верхова їзда залишалася звичайним способом пересування протягом усієї епохи Середніх віків. До XV століття і навіть пізніше королі, князі, дворяни та лицарі їздили тільки верхи.

Утворювалися нові торгові міста, де були зосередженні всі багатства Азії. Казки "Тисячі і однієї ночі" малюють картини тодішньої східної краси і розкоші. Заповідь Корана про доброзичливість значно полегшувала мандри купців. При великих дорогах споруджувалися водосховища та караван-сараї.

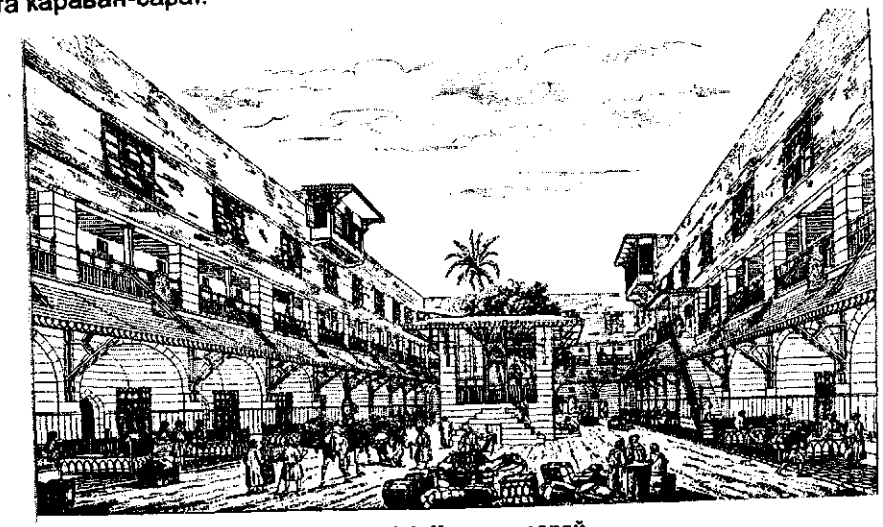


Рис. 1.1. Караван-сарай

Таким чином, на той час, коли на заході не звертали ніякої уваги на вдосконалення доріг, і мистецтво їх будування занепадало, халіфи і хани монгольської держави прагнули, щоб у їхніх колосальних державах торгові шляхи модернізувались і слугували для розвитку торгових відносин. До п'яти головних сановників у халіфаті належав також і той, хто завідував поштовою справою. 930 поштових станцій були розміщені по всій державі. Кам'яні стовпи із зазначенням величин товарного і дорожнього мита встановлювалися в пунктах для відпочинку, варта із 10000 чоловік турбувалась про безпеку доріг.

Включення Китаю до складу Великого Монгольського Царства послужило поштовхом для подальших успіхів у міжнародних торгових відносинах. Крім численних каналів, вдосконалення торкнулося і великих

доріг, обсаджених деревами, на яких на відомих відстанях було збудовано готелі та сараї для товарів. Від Пекіна розходились шляхи по різних напрямках. Вдосконалена система станцій, що забезпечувалась верховими тваринами та кур'єрами, робила сполучення швидким і безпечним. Венеціанський мандрівник Марко Поло детально розповідає у своєму відомому творі про цю організацію.

Аналогічні процеси відбувалися на той час і в Європі. Загальний стан Німеччини наприкінці Середніх віків досить добре сприяв розвитку торгівлі і торгових відносин. Керівництво країни всіма способами сприяло розквіту торгівлі, оскільки вона служила фінансовою метою країни. Заходами заохочення були різного роду пільги та привілеї, а також вдосконалення технічного рівня товарних депо, комор, підйомних кранів тощо. Підйомні крани у Вормсі, Оппенгеймі, Майнці і Бінгемі були досить продуктивними для свого часу. Духовні собори, народні свята, турніри, базари і ярмарки збирали багато людей, а численні паломники, які їздили по Рейну (від XIV до XVII-го століття), також сприяли пожвавленню торгових відносин.

Дороги, стежки, мости і будівлі на королівських дорогах були надані нагляду навколишніх графів, які і турбувались про їх стан, але пізніше ці об'єкти перейшли у підпорядкування місцевих князів. Витрати на будівництво доріг покривались дорожніми поборами. Для збільшення прибутку було запроваджено дорожню повинність, що примушувала подорожніх користуватися тільки вказаною дорогою, а це, в свою чергу, призвело до погіршення торгових відносин.

По Рейну в той час перевозились такі товари, як сіль, оселедці, різна сушена і солена риба, масло, сир, мед, а з 1668 року – різноманітні вироби із заліза. Як на морському березі, так і на березі рік мало силу берегове право (Strandrecht), на суходолі існувало домінуюче право землевласників привласнювати собі всі види товарів, які падали на землю при поломці осі або негаразді з візком. Подібне право називалось "Grundruhrecht".

Ясна річ, подібні незвичайні правові відносини не досить сприяли поліпшенню стану доріг. Також з причини повсякчасних війн становище доріг було жахливе тому, що існував страх, що завдяки хорошим дорогам буде усунена непрохідність місцевості, і війська будуть у змозі пройти по ній.

До тих пір, поки для зупинки мандрівників не влаштовувалися готелі, подорожні користувалися безкоштовним прийомом у багатьох містах, особливо по середньому Рейну. Згідно з уведеним у 1083 році Генріхом V "Божим миром", жоден домовласник не мав права відмовити мандрівнику у наданні притулку. Хазяїн мусив продавати по прийнятній ціні все, що потребував мандрівник; якщо чогось не вистачало для мандрівника, то хазяїн повинен був купити відповідні товари у свого сусіда. Якщо він відмовляв і не продавав мандрівнику необхідного ні із перших, ні із других рук, то подорожній міг звернутися до представника місцевої влади, в обов'язки якого входило негайно зібрати людей і покарати господаря. Якщо подорожній вчинив насильство або безсоромність у готелі, то хазяїн повинен був запросити сусідів, вказати їм на обставини і примусити його відшкодувати збитки. Якщо він не погоджувався, то його карали, як розбійника. Вже з XIV-го століття у Німеччині в багатьох містах, як наприклад, в Майні, були справжні готелі.

Рух транспорту не був жвавим. Від Кельна в Брауншвейг кінний екіпаж йшов вісім днів, а від Утрехта до Кельна – біля п'яти днів. Від Магдебурга в Гамбург або Любек товари доставлялись через шість днів.

Вже в VIII столітті існували торгівельні шляхи для азіатських і арабських товарів з Бухари і Персії по Хвалинському (Каспійському) морю, по Волзі через країну хозар біля гирла річки і багато інших.

Константинополь з'єднувався через Київ з Балтійським морем великим водним шляхом "із Варяг в Греки" по Дніпру, далі волоком товари пересувалися до річки Ловать, через озеро Ільмень, в місто Новгород, річку Волхов і Ладозьке озеро. На всіх цих шляхах і дотепер знаходять не тільки візантійські, але й арабські гроші.

Протягом багатьох століть Північне море мало менш вагоме значення для морської торгівлі, ніж Балтійське.

Внаслідок жвавих торгових відносин з Португалією, нідерландські гавані Брюге, Гент, Антверпен перетворились на значні ринки, куди іспанські та португальські кораблі перевозили товари з Індії та південної Європи, а кораблі, що йшли з Балтійського моря – товари з Росії та північних країн. Туди ж доставлялись дорогі рейнські і мозельські вина, а також дерево з німецьких лісів.

Внаслідок війни з Іспанією (при Філіпі II) важливе торгове значення Антверпена впало, а його місце зайняла столиця молодої республіки – Амстердам. На той час як Антверпен залишався тільки проміжним складовим містом, Амстердам вже скоро спорядив небачений у Європі торговий флот. Фабриканти і торговці, які тікали з іспанських Нідерландів з-під іспанського ярма, знайшли притулок у Голландії. Підприємливість голландців спонукала їх увійти в торгові відносини з двома Індіями. Амстердам зробився торговою метрополією Європи. На початку XVII століття торгівля і судноплавство в Нідерландах досягли найвищого розквіту.

Англія протягом багатьох століть трималася осторонь світових торгівельних шляхів. Майже до кінця XVII-го століття вона отримувала залізо зі Швеції та Німеччини. До середини XVI-го століття в Англію доставлялися тканини з Бельгії, шовк – з Франції, а ножові товари – з Італії. Надзвичайним чином розвинулись окремі галузі інженерної техніки в

Англії протягом наступних десятиліть. Якщо протягом 1740 року виробництво заліза в Англії складало лише 17 130 т, в 1796 році – вже 127 200 т. Особливо великий вплив на розвиток промисловості здійснила парова машина Уатта; завдяки їй стала можливою реалізація багатьох винаходів того часу.

Значення Англії в історії торгових відносин виділяється, головним чином, в області судноплавства; але все одно острів потребував будівництва доріг. Давні дороги в Англії були прикордонними – показували межу між графствами. Як у багатьох інших країнах, в Англії було видано чимало королівських указів, що стосувалися впорядкування доріг. Згідно з указом Генріха I (1135), ширина головних доріг мали бути такою, щоб могли роз'їхатись два вози. Один закон від 1285 року нормував відстань між деревами та чагарниками вздовж обох боків доріг у 200 футів. Але навіть після всіх цих указів дороги в Англії не стали кращими. Навіть ще в кінці XVIII-го століття дороги в Бірмінгем (одне із кращих міст королівства) були до того вдавленні в ґрунт копитами коней, що місцями вони знаходились на 12–14 футів нижче земної поверхні.

Безпосереднє сполучення між Бірмінгемом і Лондоном встановилось у 1747 році. Карета могла проїхати цей шлях за два дні. У 1755 році не було ніякого сполучення між Лондоном і Глазго. Між Ліверпулем і Манчестером диліжанси почали ходити лише в 1767 році. У 1700 році час поїздки до Лондона з Йорка становив 7 днів, із Турнбрідж-Уельса – 2 дні, з Дувра – 3 дні, з Екстера – 5 днів. У 1763 році раз на місяць їздили диліжанси, в яких можливо було доїхати від Едінбурга до Лондона за 12–18 днів.

У Франції за наказом Наполеона в 1804 році було прокладено дорогу із Майнца в Кобленц, а в 1806 році – із Майнца в Мец. У 1809 році було побудовано шосе із Майнца в Париж.

Так само, згідно з указами Наполеона, було закінчено будівництво великої дороги між Везелем та Гамбургом, яка мала на меті прискорення сполучення між північними департаментами. У 1811 році було видано наказ про початок будівництва нових доріг. Керівництво роботами здійснював дивізійний інженер Тарбе. Будівництво він закінчив через два роки.

Значно підвищилася якість будівництва, головним чином, завдяки використанню шосейних котків. Внаслідок укочування дорожнє полотно ставало дуже твердим і щільним. Перший досвід укочування відноситься до 1787 року, але масове застосування котків почалося лише у 1830 році, завдяки французькому інженеру Полонсо. До того часу укочування робили за допомогою коней та волів, але з появою парових котків було здійснено відповідну модернізацію дорожно-будівельної техніки, після чого отримувалася економія біля 30%.

Почався процес механізації будівництва доріг. Так, наприклад, для поливання кам'яних доріг застосовувалися особливі поливні дорожні машини, а для прибирання – "машини-мітли". Для отримання щебеню використовували дробарки каміння.

У деяких містах, головним чином, в нижній Німеччині, отримали велике значення дороги з клінкеру (рис.1.2). Клінкер – це цегла, що дуже обпалювалась, внаслідок чого набувала більшої міцності та стійкості до атмосферних впливів, ніж звичайна. Дороги із клінкерної цегли будувалися наступним чином:

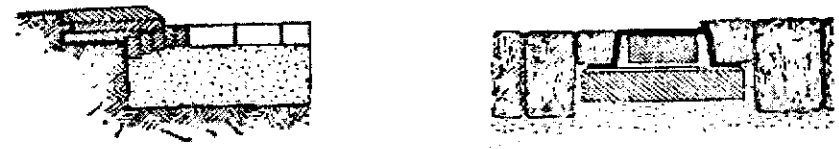


Рис. 1.2. Дорога, брукована цеглою

На пісочну основу товщиною 30–40 сантиметрів, ущільнену котками, вкладали клінкерні цеглини в декілька рядів паралельно бортовому каменю одну біля одної, а між ними йдуть ряди, перпендикулярні напрямку.

У шосе, як і у міських вулиць, розрізняли проїжджу частину та узбіччя. Ширина шосе була наступна: кам'яної дороги – 3,5–7,0 м, літньої – 3,2–5,8 м, пішохідної – 2,0–2,9 м; загальна ширина з деревами – 8,7–15,2 м. Ці розміри постійно змінювалися залежно від інтенсивності руху і загальних умов окремих областей (рис.1.3).

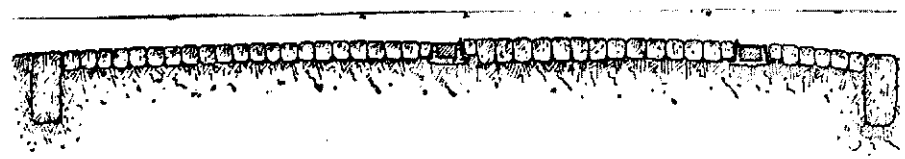


Рис. 1.3. Брукована дорога з рейками

2. ЗАГАЛЬНЕ ПОНЯТТЯ ПРО ТРАНСПОРТ

Транспорт – одна з найважливіших галузей економіки. Він є матеріальною базою для суспільного розподілу праці, спеціалізації і кооперації виробництва, торгівлі як в межах країни, так і на міжнародному рівні. Транспорт впливає на весь процес виробництва – тривалість виробничого циклу, періодичність і розмір поставок сировини, комплектуючих, вивезення готової продукції, місткість складських приміщень тощо.

Потреби транспорту частково або повністю задовольняють такі галузі промисловості: паливна, цементна, лісова, локомотиво-, вагоно-, автомобіле-, суднобудівна, авіаційна, а також енергетична, металургійна та деякі інші.

Транспорт належить до галузей матеріального виробництва, хоча він не створює нових матеріальних продуктів на відміну від промисловості або сільського господарства, а лише забезпечує переміщення людей і раніше створених матеріальних цінностей. Проте якщо транспорт не забезпечить необхідного переміщення продукту, то це рівнозначно тому, що продукт не вироблено і він не є готовим для споживання. Крім того, транспортному процесу притаманні всі три елементи, характерні для кожної галузі матеріального виробництва: сама праця, предмет праці і засоби праці. Таким чином, транспорт є галуззю матеріального виробництва, а його продукція – це переміщення вантажів і пасажирів у просторі.

Можна виділити такі особливості продукції транспорту, що відрізняють його від продукції інших галузей матеріального виробництва:

– продукція транспорту не є новим матеріальним продуктом, оскільки при якісному виконанні процесу перевезень не повинні змінюватися фізичні та хімічні властивості продукту, змінюється тільки його положення у просторі. При цьому вартість продукту зростає, оскільки до неї додаються транспортні витрати;

– продукція транспорту є одночасно і виробничим процесом;

– продукцію транспорту не можна накопичувати, оскільки вона не існує самостійно поза виробничим процесом.

Транспорт є сукупністю транспортних і допоміжних засобів, шляхів сполучення, засобів керування, зв'язку, а також різноманітних технічних пристроїв, механізмів і споруд, що забезпечують їх роботу.

Транспортні засоби – автомобілі, причепи і напівпричепи, контрейлери і роудрейлери, транспортні трактори, локомотиви, вагони, судна, літаки, гелікоптери (вертольоти) тощо.

Допоміжні засоби – контейнери, піддони, одноразова та багатообігова тара тощо.

Шляхи сполучення – автомобільні дороги, залізничні і водні шляхи, повітряні лінії, монорейкові і канатні дороги, що спеціально пристосовані та обладнані для руху транспортних засобів.

Технічні пристрої і механізми – навантажувально-розвантажувальні механізми, конвеєри, бункери, пакетоформувальні машини тощо.

До споруд, що забезпечують роботу транспорту, належать стоянки, гаражі, депо, станції технічного обслуговування, доки, ремонтні майстерні і заводи, склади, навантажувально-розвантажувальні пункти, термінали, вантажні та пасажирські залізничні станції, вокзали, аеропорти, пристані, зупинки.

Нафту, вугілля, зерно, добрива, будівельні матеріали і конструкції, машини та інші види сировини та готової продукції з моменту пред'явлення їх до перевезення і до моменту доставки та передачі споживачу називають вантажем. Транспортний процес можна розглядати як операції з предметами перевезень, тобто вантажем, і операції з транспортними засобами. Сукупності обов'язкових елементів – навантаженню, переміщенню та розвантаженню вантажів (операції з вантажем) відповідають простій транспортних засобів, рух з вантажем і простій під розвантаженням (операції з транспортними засобами). Цим елементам операцій з вантажем і транспортними засобами, що виконуються сумісно, передують підготовчі елементи операцій: з вантажем – накопичення і формування партій вантажів і їх підготовка до перевезення; з транспортними засобами – подавання транспортних засобів до місця навантаження. Якщо розвантаження характеризує закінчення циклу перевезень, то цикл доставки вантажу продовжується далі та містить операції, пов'язані з розформовуванням партії вантажу, переміщенням до місця складування тощо.

Процес переміщення вантажу не відокремлюється від транспортного засобу. Рух з вантажем (операція з транспортними засобами) і переміщення вантажу (операція з вантажем) – сумісні операції, що збігаються у часі та просторі.

Простій транспортних засобів у пункті навантаження (розвантаження) складається з часу очікування навантаження (розвантаження) і часу обслуговування, тобто власне навантаження (розвантаження), а також з часу оформлення документів, якщо ця операція повністю не суміщається з часом очікування навантаження і обслуговування. В свою чергу, навантаження (розвантаження) вантажів пов'язане з можливим очікуванням прибуття транспортних засобів.

Простої транспортних засобів при очікуванні навантаження (розвантаження), при оформленні документів і простої навантажувально-розвантажувальних засобів при очікуванні прибуття транспортних засобів мають різну тривалість і не збігаються в часі. Раціонально організувати транспортний процес, який є сукупністю операцій з вантажем (з використан-

ням навантажувально-розвантажувальних засобів) і транспортними засобами, можна тільки на основі єдиної технології.

Основними показниками роботи кожного виду транспорту є об'єм перевезень, який характеризується кількістю перевезених тонн вантажів або пасажирів, і транспортна робота, що характеризується вантажообігом в тонно-кілометрах (пасажирообігом у пасажиро-кілометрах) і визначається як добуток об'єму перевезень на їх відстань.

Поділ транспорту на види суттєво відрізняється від поділу промисловості чи сільського господарства на галузі. Види транспорту розрізняються не якісними показниками їх продукції – перевезення вантажів і пасажирів, не родом сировини використання, а природними або штучними шляхами сполучення, по яких здійснюються перевезення. Не випадково види транспорту поділяються по геосферах – наземний, водний, повітряний.

У сучасних умовах виділяють шість головних видів транспорту – залізничний, автомобільний, річковий, морський, повітряний та трубопровідний, які не є рівноцінними як за капіталовкладеннями, так і за експлуатаційними витратами. Якщо взяти середню собівартість перевезень, тобто витрат, що припадають на одиницю транспортної роботи, за 100%, то за видами транспорту вона приблизно становитиме: на автомобільному – 100%, річковому – 85%, морському – 65%, залізничному – 80%, нафтопровідному – 30% (на газопровідному дещо більше) і повітряному – 5%. При збільшенні відстані перевезень їх середня собівартість на всіх видах транспорту знижується.

При виборі виду транспорту для перевезень вантажів або пасажирів на певну відстань (за наявності відповідних шляхів сполучення) саме собівартість перевезення виступає в якості одного з головних факторів.

На початку XX століття вантажі перевозили, зокрема в Росії, практично трьома видами транспорту – залізничним, на який припадало близько 60% загального вантажообігу, річковим – 23% і морським – 16%. Але напередодні Другої Світової війни частка залізничного транспорту у вантажообігу складала вже 85%, а морського і річкового знизилась відповідно до 5 і 7%.

Значний розвиток автомобільного та трубопровідного транспорту в 50–70-х роках суттєво вплинув на розподіл перевезень між видами транспорту. В сумарному вантажообігу частка нових видів транспорту зросла, а частка традиційних дещо знизилась.

Зростання об'ємів перевезень нафти і нафтопродуктів зумовило певне підвищення вантажообігу на морському транспорті в 70-х роках. Але різке збільшення кількості нафто- і нафтопродуктопроводів надалі знизило частку морського транспорту в загальному вантажообігу.

Сукупність шляхів сполучення всіх видів транспорту складає транспортну мережу, яку поділяють на мережу магістральних ліній і низову мережу.

Мережа магістральних ліній складається зі шляхів сполучення значної довжини, які забезпечують прискорену доставку великих об'ємів вантажів і кількості пасажирів на далекі відстані.

Низова мережа може організовувати регулярні перевезення вантажів і пасажирів при транспортному обслуговуванні підприємств, організацій і населення міст, населених пунктів і об'єктів сільського господарства.

Довжина шляхів сполучення, що припадає на 1 тис. км^2 загальної площі країни (області, району), називається щільністю транспортної мережі. Цей показник, як правило, вираховується за видами транспорту (щільність мережі автомобільних доріг, залізниць тощо).

До засобів керування і зв'язку входить комплекс пристроїв, що забезпечують збирання, накопичення, переробку і передачу інформації.

Вантажообіг транспорту загального користування України у 1991 році становив 957,2 млрд. т-км. Домінуючим видом транспорту щодо вантажообігу в Україні є залізничний, оскільки на нього припадає 42,9% загального вантажообігу, тоді як на морський 27,6%, трубопровідний – 20,1%, на автомобільний – лише 8,3%.

Досвід економічно розвинутих країн світу визначає дещо інші пропорції. Наприклад, в США і країнах Західної Європи на залізничний транспорт припадає близько 30–40% загального вантажообігу, проте автомобільний – 21–11%, а в деяких країнах – навіть понад 40%. Питома вага трубопровідного транспорту в США становить 22%. Звичайно, економічні, географічні, кліматичні та інші умови, притаманні тій чи іншій країни, суттєво впливають на розподіл вантажообігу між видами транспорту.

Щодо об'єму перевезень, то автомобільний транспорт виконує близько 80% вантажних перевезень, тобто в 5 разів більше, ніж залізничний і майже в 2 рази більше, ніж всі інші види транспорту разом взяті.

Відносно незначна частка автомобільного транспорту у вантажообігу всіх видів транспорту зумовлена малою та середньою дальністю перевезень вантажів (близько 16 км). На залізничний транспорт припадає 14% об'єму перевезень вантажів, на трубопровідний – 4,5% і приблизно по 1% на всі інші види транспорту.

За сучасних умов вантажні перевезення характеризуються зменшенням вантажообігу і кількості перевезених тонн вантажів на всіх видах транспорту, що є наслідком кризових явищ в економіці України. Крім того, спостерігається підвищення частки трубопровідного і автомобільного транспорту і відповідне зниження частки залізничного та річкового транспорту при переміщенні вантажів.

Слід зауважити, що існуючі статистичні дані про об'єми перевезень по видах транспорту не зовсім адекватно відображають реальну ситуацію. Зокрема, при оцінці роботи автомобільного транспорту по перевезенню вантажів враховують об'єм перевезень і вантажообіг як автомобі-

льного транспорту загального користування, так і сільського господарст та підприємств промисловості, в той час як по інших видах транспор враховують об'єм перевезень і вантажообіг тільки транспорту загальне користування.

Зріст чисельності населення, освоєння нових районів, виникнен нових промислових центрів, збільшення частки міського населення, р виток економічних і культурних зв'язків як в середині країни, так і на м народному рівні, зумовлюють зростання пасажирообігу і кількості пере зених пасажирів. За оцінками зарубіжних економістів, через 20–30 р об'єм пасажирських перевезень подвоїться у всіх основних розвину країнах світу.

У 1991 році в Україні об'єм перевезень пасажирів і пасажиро транспорту загального користування становив відповідно 8280,3 млн. ловік та 170 млрд. пасажиро-км.

За кількістю перевезень пасажирів перше місце займає ав мобільний транспорт, яким перевозиться 89,9% пасажирів, а його па жирообіг складає 48,6% від загального. Подальше зростання частки па жирських перевезень автомобільним транспортом потребує збільшен довжини впорядкованих автомобільних доріг з твердим покриттям. На інші види транспорту відповідно припадає лише 10% об'єму перевез пасажирів і 50% пасажирообігу. В останні роки швидкими темпами в к ні зростав пасажирообіг повітряного та залізничного видів транспорту.

Розвиток пасажирських перевезень в Україні в майбутньому на в видах транспорту буде залежати від рівня розвитку промисловості, сі ського господарства і самого транспорту, а також демографічних проце у суспільстві, добробуту населення, умов праці і відпочинку.

Іноді як особливі види транспорту визначають промисловий і міськ транспорт, проте в даному випадку мова йтиме про особливі види спо чень – в межах підприємства та в межах міста, що обслуговуються різ ми видами транспорту.

Промисловий транспорт функціонує як складова частина підп ємств промисловості та сільського господарства. Він приймає безпо редню участь у процесі виробництва, виконуючи технологічні переміщ ня, а також здійснює транспортні зв'язки між підприємствами і магіст льним транспортом по доставці сировини і вивозу готової продукції. міського транспорту належить транспорт, що здійснює перевезення сажирів і вантажів у межах міста.

За характером зв'язків (крім промислового та міського) виділяють кож приміський, міжміський, міжнародний та деякі інші різновиди транс рту. Проте зауважимо, що жоден вид транспорту не обмежується обс говуванням винятково міжміських, міжнародних або міських сполучень окремих випадках можна говорити лише про переважне використан того чи іншого виду транспорту для певного виду сполучень.

Комплекс різних видів транспорту, що знаходяться у взаємній залежності і взаємодії при виконанні перевезень, складає транспортну систему. Як правило, термін "транспортна система" вживається відносно держави, регіону або великого міста.

Перевезення вантажів і пасажирів організуються одним або кількома видами транспорту. Перевезення, що виконуються одним видом транспорту, називаються перевезеннями у прямому сполученні; перевезення, що виконуються послідовно двома або більше видами транспорту, – перевезеннями у змішаному сполученні. Слід розрізняти перевезення у звичайному і прямому змішаному сполученні.

Перевезення вантажів у звичайному змішаному сполученні здійснюється кожним видом транспорту згідно з окремим транспортним документом – від постачальника до пункту перевалки і від пункту перевалки до споживача. За такої організації перевезень у пункті перевалки постачальник (або за його дорученням експедиційна організація) повинен мати складські резервуари, навантажувально-розвантажувальні механізми, транспортні засоби для доставки вантажу з пункту перевалки на склад з подальшим перевезенням у пункт перевалки для відправлення вантажоодержувачу, а також виробничий і адміністративно-керівний персонал.

Перевезення вантажів у прямому змішаному сполученні здійснюється за єдиним транспортним документом, що складається на весь шлях слідування вантажу. Вантажі передаються з одного виду транспорту на інший без участі вантажовідправника або вантажоодержувача.

Змішані перевезення потребують додаткових вантажних операцій, які зумовлюють відповідні додаткові витрати. Тому змішані сполучення доцільно використовувати у таких випадках:

– кінцеві пункти відправлення і прибуття вантажу не зв'язані одним видом транспорту: наприклад, перевезення експортно-імпортних вантажів морським транспортом. У цьому випадку морські шляхи сполучення повинні обов'язково працювати у поєднанні з внутрішніми;

– існує потреба в заміні одних видів транспорту іншими на певних ділянках, яка виникає при перевантаженні або зруйнуванні цих ділянок виду транспорту;

– використання змішаних сполучень скорочує шлях перевезення, прискорює доставку вантажу або знижує витрати, пов'язані з перевезеннями.

У змішаному залізнично-водному сполученні центральне місце посідають перевезення кам'яного вугілля, руди, зерна, лісових та будівельних матеріалів. Зокрема, вугілля Донбасу доставляється на експорт з передачею через порт Усть-Донецьк.

Взаємодія водного й автомобільного видів транспорту відбувається в портах, де значна частина вантажів передається і приймається з вантажних автомобілів, а також у пунктах відправлення і призначення, що мають під'їзних залізничних колій, куди вантажі доставляються і звідки вивозяться винятково автомобільним транспортом. У змішаному водно-автомобільному сполученні перевозять значну частину нерудних матеріалів, будівельних матеріалів, лісу. Вивіз нерудних і будівельних матеріалів автотранспортом становить близько 65% загального відправлення вантажів, оскільки більшість кар'єрів нерудних будівельних матеріалів зв'язана з вантажними причалами портів тільки автомобільним транспортом. У пунктах призначення матеріали доставляють на будівельні майданчики і склади споживача також автомобільним транспортом.

Водно-автомобільне сполучення має особливе значення при перевезенні овочів, фруктів у короткий термін їх визрівання. Контейнери з продукцією швидкого псування завантажуються прямо на полях, звідки автомобілями доставляються на судна. Потім водним шляхом вантаж перевозиться у промислові центри (райони споживання) і далі автомобільним транспортом доставляється у торговельну мережу.

Із загального об'єму перевезень морським транспортом понад 90% виконується у прямому змішаному залізнично-морському і прямому водному (за участю річкового транспорту) сполученнях. Внутрішній водний транспорт близько 90% своїх перевезень виконує за участю залізничного, автомобільного і морського видів транспорту і тільки 10% – у прямому внутрішньому водному сполученні між пунктами відправлення і призначення вантажу, розташованими на берегах судноплавних рік.

При перевезеннях вантажів за участю різних видів транспорту особливе значення має координація їх діяльності. Для ефективного використання змішаного сполучення слід враховувати пропускну спроможність ділянок шляху, на якому здійснюється процес перевезення, перевалочних пунктів, залізничних вузлів та інших елементів транспортної інфраструктури. За правильного розрахунку цих складових, можна скласти єдині графіки руху. Це означає, що коли, наприклад, залізничним транспортом доставити вантаж у морський порт, то його там вже повинен очікувати транспорт для подальшого перевезення вантажу. Координація має велике економічне значення, оскільки вантажі не будуть залежуватись на складах, і відпаде потреба у додаткових навантаженнях і розвантаженнях.

Останнім часом проведено ряд заходів з покращення організації перевезень вантажів у змішаному сполученні. Зокрема, при перевезенні експортно-імпортних вантажів порти спеціалізуються за напрямками і родом вантажів, поліпшено оперативне регулювання навантаження, що дозволяє збільшити об'єм перевезень і краще використовувати вантажно-розвантажувальне обладнання, рухомий склад.

Вплив сезонності роботи водного транспорту на розвиток змішаних сполучень може бути пом'якшений при раціональному розміщенні складської мережі ряду масових вантажів (зерна, будівельних матеріалів тощо), що дозволило б найбільшою мірою використати водний транспорт.

Плата за перевезення вантажів у змішаному сполученні складається з плати за перевезення по ділянках різних видів транспорту і плати за переробку вантажу у пунктах перевалки з одного виду транспорту на інший.

Подальший розвиток мають перевезення вантажів на суднах змішаного плавання ("ріка-море"), зокрема в Чорноморсько-Азовському басейні при вивезенні в придунайські країни вугілля та руди.

Одним з різновидів взаємодії різних видів транспорту є комбіновані перевезення. Визначення терміну "комбіновані перевезення" було схвалено Комітетом по внутрішньому транспорту ЄЕК ООН у 1966 році. Комбінованими називаються перевезення, що здійснюються на одному й тому самому транспортному засобі кількома видами транспорту. До них належать контрейлерні перевезення, перевезення залізничними вагонами на спеціальних причепах та роудрейлерні перевезення. В останні роки комбіновані перевезення набувають поширення в Західній Європі, їх об'єм становить близько 9% від загального обсягу перевезених вантажів.

Для оцінки роботи транспорту ведеться щорічна статистична звітність по всіх видах транспорту по Україні та по регіонам за параметрами:

Відправлення вантажів – загальний обсяг вантажів у тоннах (брутто), прийнятий до перевезення.

Перевезення вантажів – загальний обсяг вантажів, який навантажено та транспортовано рухомим складом окремих видів транспорту (вантажними автомобілями, залізничними вагонами, річковими та морськими суднами, літаками) або трубопроводами, вимірюється в тоннах (перекачка газу, аміаку в тоннах або кубічних метрах).

Вантажообіг – загальний обсяг вантажної транспортної роботи, який дорівнює сумі добутків перевезеного вантажу на відстань перевезення по кожній партії вантажу, вимірюється в тонно-кілометрах (по морському транспорту – у тонно-милях).

Відправлення пасажирів – загальна кількість пасажирів, прийнятих до перевезення.

Перевезення пасажирів – загальна кількість пасажирів, транспортована рухомим складом окремих видів транспорту (автобусами, легковими автомобілями, тролейбусами, трамваями, залізничними пасажирськими вагонами, річковими та морськими суднами, літаками).

Пасажирообіг – загальний обсяг пасажирської транспортної робо який дорівнює сумі добутків кількості пасажирів (групи пасажирів) на стань їх перевезення, вимірюється в пасажиро-кілометрах (на морсько транспорті – у пасажиро-милях).

Внутрішньоміські перевезення – перевезення пасажирів або в тажів у межах міста.

Приміські перевезення – перевезення пасажирів або вантажів внутрішньообласними маршрутами, довжина яких не перевищує 50 км.

Міжміські перевезення – перевезення пасажирів або вантажів внутрішньообласними і міжобласними маршрутами, довжина яких пе вищує 50 км.

Щільність шляхів сполучення – показник, що визначає довж шляхів сполучення у розрахунку на одиницю площі території.

Продукція (послуги) підприємства зв'язку – показник, який хара теризує обсяг послуг, наданих підприємствами зв'язку населенню, п приємствам, організаціям, установам та іншим споживачам (відправлен газет, журналів, листів, телеграм, грошових переказів і пенсійних випл міжміських та міжнародних телефонних переговорів).

Середня відстань перевезення – показник, що визначається ленням вантажообігу (пасажирообігу) на обсяг перевезеного вантажу лькість перевезених пасажирів).

Показники транспортної роботи в Україні за період 1990–2000 рр.

Таблиця 2

Перевезення вантажів за видами транспорту (млн. т)

Види транспорту	1990	1995	1998	1999	2000
Наземний	6167	2422	1657	1525	1481
Залізничний	974	360	335	335	357
Автомобільний	4897	1816	1081	955	904
Трубопровідний	296	246	241	235	220
Водний	119	34	18	15	15
Морський	53	21	9	7	7
Річковий	66	13	9	8	8
Авіаційний	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Усі види транспорту	**6286**	**2456**	**1675**	**1540**	**1496**

Таблиця 2.2

Перевезення вантажів залізничним транспортом загального користування (млн. т)

Різновиди вантажів	1990	1995	1998	1999	2000
Вугілля	217	102	92	92	98
Кокс	19	8	9	9	11
Нафта	52	20	23	25	27
Чорні метали	70	24	38	41	45
Ліс	5	3	3	3	3
Хліб	36	16	9	9	6
Руда	116	50	58	57	65
Цемент	19	6	4	5	4
Хім. та мін. добрива	16	5	9	10	10
Інші вантажі	424	126	90	84	88
Усі вантажі	974	360	335	335	357

Таблиця 2.3

Переробка вантажів морськими і річковими портами (торговельними та рибними)

Типи вантажів	1995	1998	1999	2000
Морські порти				
Всього перероблено вантажів, тис. т	**50647**	**71698**	**84119**	**86984**
Експортних	21916	36027	44029	42704
Імпортних	4270	4843	5085	6840
Транзитних	24461	30828	35005	37350
Питома вага в загальному обсязі вантажів, відсотків	**100**	**100**	**100**	**100**
Експортних	43	50	52	49
Імпортних	9	7	6	8
Транзитних	48	43	42	43
Річкові порти				
Всього перероблено вантажів, тис. т	**2041**	**2111**	**2464**	**2669**
Експортних	1634	1494	1876	1758
Імпортних	340	591	575	843
Транзитних	67	26	13	68
Питома вага у загальному обсязі вантажів, відсотків	**100**	**100**	**100**	**100**
Експортних	80	71	76	66
Імпортних	17	28	23	32
Транзитних	3	1	1	2

Таблиця 2

Перевезення вантажів автомобільним транспортом по регіонах (млн. т

Регіони України	1990	1995	1998	1999	2000
Україна	**4896,5**	**1816,4**	**1081,3**	**955,3**	**904,2**
Автономна Республіка Крим	208,7	46,0	21,5	17,9	16,9
Області					
Вінницька	177,0	63,9	39,4	32,1	28,3
Волинська	66,2	17,0	10,4	9,0	7,6
Дніпропетровська	836,2	308,9	226,3	189,1	195,2
Донецька	574,9	211,8	122,5	123,4	125,3
Житомирська	154,5	55,1	37,6	29,3	31,0
Закарпатська	78,3	16,0	12,2	11,6	10,7
Запорізька	191,8	57,2	48,1	60,9	31,7
Івано-Франківська	86,5	32,1	16,4	14,2	12,0
Київська	171,7	114,9	45,8	39,4	39,6
Кіровоградська	167,5	41,9	22,6	18,3	16,3
Луганська	240,8	65,3	34,8	29,7	25,7
Львівська	229,9	62,7	33,7	31,7	30,9
Миколаївська	140,2	32,4	18,6	16,4	13,6
Одеська	145,0	37,0	25,3	27,0	25,6
Полтавська	236,7	200,1	107,0	91,9	101,8
Рівненська	112,2	34,3	19,8	18,4	17,0
Сумська	99,9	35,8	25,1	20,4	20,6
Тернопільська	105,7	35,0	18,3	15,7	13,0
Харківська	199,4	61,0	36,7	31,3	27,2
Херсонська	108,7	43,0	23,6	15,9	13,2
Хмельницька	158,3	82,4	38,0	31,4	25,3
Черкаська	154,1	57,6	33,4	34,5	33,9
Чернівецька	58,6	15,8	8,2	5,5	5,6
Чернігівська	91,2	52,9	25,3	16,1	13,7
м. Київ	102,5	25,0	21,9	17,2	15,6
м. Севастополь	—	11,3	8,8	7,0	6,9

Таблиця 2

Транспортування (перекачка) вантажів трубопроводами (млн. т)

Різновиди вантажів	1990	1995	1998	1999	2000
Газ	182	174	169	161	150
Нафта і нафтопродукти	114	68	68	70	66
Аміак	–	4	4	4	4
Усі вантажі	**296**	**246**	**241**	**235**	**220**

Таблиця 2.6

Відправлення (перевезення) пасажирів за видами транспорту загального користування (млн. чол.)

Види транспорту	1990	1995	1998	1999	2000
Наземний	14917	6802	7742	7905	7820
Залізничний	669	577	502	487	499
Автомобільний	8331	3483	2403	2502	2604
Трамвайний	2007	822	1451	1457	1381
Тролейбусний	3232	1359	2718	2735	2582
Метрополітенний	678	561	668	724	754
Водний	45	12	6	5	6
Морський	26	8	4	3	4
Річковий	19	4	2	2	2
Авіаційний	15	2	1	1	1
Усі види транспорту	**14977**	**6816**	**7749**	**7911**	**7827**

Таблиця 2.7

Довжина шляхів сполучення

Довжина шляхів сполучення за видами транспорту	1990	1995	1998	1999	2000
Експлуатаційна довжина залізничних колій загального користування, тис. км	22,8	22,8	22,6	22,5	22,5
Експлуатаційна довжина річкових судноплавних шляхів загального користування, тис. км	4,0	3,7	3,0	2,4	2,4
Довжина автомобільних доріг загального користування, тис. км	167,8	172,3	168,5	168,7	169,5
З них з твердим покриттям	157,2	163,3	162,6	163,0	163,8
Експлуатаційна довжина тролейбусних ліній загального користування (одиночної лінії), тис. км	4,0	4,2	4,3	4,3	4,3
Експлуатаційна довжина трамвайних колій загального користування (у двоколійному обчисленні), тис. км	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1
Експлуатаційна довжина метрополітенних колій загального користування (у двоколійному обчисленні), км	62,4	85,9	89,0	89,0	91,7

Таблиця

Дорожньо-транспортні пригоди на дорогах і вулицях

Розподіл дорожньо-транспортних пригод за важкістю	1990	1995	1998	1999	20
Дорожньо-транспортні пригоди, тис.	50,9	43,2	36,3	34,6	33
У тому числі зі смертельним наслідком	8,7	6,8	5,0	4,7	4,
Потерпілі у дорожньо-транспортних пригодах, тис. чол.	63,1	54,4	45,7	43,5	41
з них: загинуло, тис. чол. поранено, тис. чол.	9,6 53,5	7,5 46,9	5,5 40,2	5,2 38,3	5, 36
Дорожньо-транспортні пригоди, що скоїлися у населених пунктах, тис.	37,0	37,2	26,6	25,9	25
у них: загинуло, тис. чол. поранено, тис. чол.	- -	4,3 32,9	3,0 28,7	2,9 28,1	3, 27

Ситуація на дорогах залишається небезпечною через порушен правил руху нетверезими водіями автотранспортних засобів, пішохо ми та іншими учасниками руху. За 2000 рік з вини осіб, що перебуває стані алкогольного сп'яніння, скоєно 3,3 тис. дорожньо-транспорт пригод, або кожна десята, внаслідок чого загинуло 360 чоловік (7% гальної кількості загиблих) та поранено 3,8 тис.чоловік (10% загал кількості поранених).

3. МІЖНАРОДНІ ТРАНСПОРТНІ КОРИДОРИ

У зовнішньоекономічній діяльності важливу роль відіграє міжнародний транспорт. До цієї категорії належать послуги різних видів транспорту, що їх резиденти однієї країни надають резидентам іншої.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної економічної думки свідчить, що транспортний чинник займає важливе місце в теорії розміщення, регіональній економіці та міжнародній торгівлі, причому найближчим часом його значення для національної економіки і міжнародних економічних відносин значно зросте.

Фахівці вважають, що в реальних перевезеннях дуже важливо визначити оптимальні маршрути (коридори), якими транспортуватимуться відповідні вантажі. Крім того, слід створити належні умови для пересування транспортних засобів цими маршрутами швидко, безпечно, з мінімальними витратами та максимальними зручностями як для перевізника, так і для клієнта. Де вдається знайти оптимальні варіанти поєднання таких вимог, там є інтенсивні вантажо- і пасажиропотоки. Досвід свідчить, що найбільшою мірою обсягам та якості перевезень сприяє створення міжнародних транспортних коридорів (МТК).

Формування транспортних коридорів має свою історію. Понад триста років тому на території Росії боярин Афанасій Ордін-Нащокін започаткував унікальну систему державної пошти з раціонально прокладеними трактами та станціями, доглядачами, візниками та поштовими трійками. Згідно з тим же принципом раціоналізму, в наш час на міжнародних автомобільних шляхах, залізницях, морських, повітряних та трубопровідних трасах створено розгалужену мережу проміжних вузлових станцій, аеродромів, портів, вугільних баз, газосховищ, нафтопродуктових терміналів, об'єктів сервісного обслуговування, митних переходів тощо.

Найважливішим чинником посилення ролі МТК в зовнішньоекономічній діяльності нашої країни є її так звана транскордонність. Україна має найдовші кордони серед європейських країн, а з 25 її областей (включаючи Автономну Республіку Крим), 19 – прикордонні. Сьогодні, згідно з рішенням другої пан'європейської конференції, що відбулася в березні 1994 року на острові Кріт (Греція), територією України пролягають чотири з дев'яти МТК (№ 3, 5, 7 і 9).

Коридор №3 зв'язує міста Берлін (Дрезден) – Вроцлав – Львів – Київ. Коридор №5: Трієст – Любляна – Будапешт – Чоп – Львів. Коридор № 7: водний дунайський, який проходить через українські порти Ізмаїл та Рені. І хоча Критською конференцією Україна не була включена до цього коридору, іншим правовим документом комітету з внутрішнього транспорту Європейської економічної комісії (1995 р.) українська діль-

ниця ріки Дунай (як і Дніпра) віднесена до внутрішніх водних шляхів, мають важливе значення для регулярних міжнародних комбінова перевезень. Коридор № 9: Київ (Москва) – Одеса (Кишинів) – Димит град. Нині ЄС дало попередню згоду на подовження цього коридор Александрополіса (Греція). Міста, що вказані в дужках, знаходяться відгалуженнях транспортних коридорів.

Названі транспортні коридори в межах України створюють головні прями руху вантажопотоків. Вони сходяться в найбільших транспорт вузлах: Львівському, Київському та Одеському. Через Київ проходить ридор № 9 і тут же закінчується коридор № 3. В Одесі коридор з'єднується з Євроазійським транспортним коридором.

Таким чином, Україна разом з іншими державами створює на ротший шлях перевезень вантажів (насамперед бавовни та нафт регіонів Середньої Азії та Кавказу до країн Західної та Північної Євро назад. У травні 1997 року на міжнародній транспортній конференції їн Чорноморського регіону в Києві Україна запропонувала включити її списку держав, що створюють водний дунайський коридор № 7, а та доповнити коридор № 5 відгалуженням від Львова до Мінська. Найв ливішою була пропозиція щодо продовження коридору № 9 до Зака зза і про створення транспортного зв'язку між Балтикою (Гданськ) і Ч ним морем (Одеса). Її реалізація дозволить здійснювати перевезенн Середньої та Центральної Азії через порти України до портів Балтики.

Створення МТК передбачає розвиток усіх можливих видів тра порту на конкретному напрямі: насамперед, автомобільного, залізн ного, водного, трубопровідного, а також високонасиченої інфрастр тури з його обслуговування. Функціонування коридорів потребує ве ких коштів і значної організаторської роботи з боку уряду, Міністерс транспорту України та його відповідних департаментів, інших орг виконавчої влади. Певний оптимізм вселяє затверджена Постано Кабінету Міністрів України № 346 від 20 березня 1998 року "Прогр створення і функціонування мережі міжнародних транспортних ко дорів в Україні". Вона визначає завдання не тільки щодо будівниц шляхів та розвитку інфраструктури, але й постійного пристосування змін міжнародної тарифної політики, системи зборів і платежів за народні перевезення тощо. Україні слід також приєднатися до багат міжнародних конвенцій, вимог та стандартів (нині узгоджено лише д дцять з п'ятдесяти найважливіших документів).

Функціонування та розвиток транспортних коридорів відкриває м ливість значного підвищення товарообігу між країнами Європи та Аз відтак – росту ефективності використання вигідного геополітичного ложення України. Неважко уявити майбутню прибутковість українс

частини МТК, якщо, згідно з висновками англійської консалтингової фірми Kendall, Україна має найвищий у Європі транзитний рейтинг – 3,11. Польща, яка має другий рейтинг (2,72), щороку отримує від транзиту вантажів через свою територію прибутки на суму 3,2–3,7 млрд. доларів.

Наявність на території України МТК накладає свій відбиток на функціонування всієї мережі транспортних комунікацій держави. Зокрема, вони зобов'язують її працювати у злагодженому, синхронному режимі, з більшою відповідальністю щодо дотримання графіків роботи і доставки вантажів до вузлових точок, що врешті-решт поступово змусить усю транспортну мережу працювати в режимі й на рівні функціонування МТК. Це означає, що рівень техніки, технології, організації, нормативно-правового забезпечення має бути відповідним європейському.

Прерогатива визначення територіальної структури транс'європейських коридорів, норм і правил їх функціонування, окреслення їх юридичного статусу належить міжнародним інституціям, таким, зокрема, як Комітет внутрішнього транспорту Європейської економічної комісії при ООН.

Слід відзначити, що інвестиційне забезпечення розвитку і функціонування транспортної мережі в цілому і транс'європейських коридорів зокрема, як правило, покладається на їх власників. В Україні з цією метою створено відкрите АТ "Українські транспортні коридори".

За прогнозами фахівців, тільки реалізація комплексу першочергових заходів (до 2005 року) дасть середньорічний ефект від поліпшення умов руху на автотрасах до 230 млн. грн. Модернізація залізниць повинна окупитися за 8–10 років, автомагістралей – за 6–7 років. Разом з тим комплекс першочергових заходів коштуватиме понад 3 млрд. грн., з яких 1,2 млрд. грн. передбачено профінансувати з бюджетних коштів. Інші кошти планується отримати від Світового банку, Європейського банку реконструкції й розвитку, з нетрадиційних джерел фінансування. Важливу роль у цій справі має відіграти втілення в Україні концесії на будівництво та реконструкцію автомобільних шляхів як важливого інструменту розвитку національного транспортно-шляхового комплексу. До речі, Західна Європа почала використовувати концесії у шляховому будівництві ще 20–25 років тому.

Комплексно поставити проблеми, пов'язані з розвитком національної транспортної системи, визначити завдання і шляхи їх розв'язання, дати їм належне забезпечення безумовно дозволить прийняття у майбутньому Програми "Україна-2010", а також розробку та реалізацію "Державної програми розвитку транспортної системи України". При формуванні останньої доцільно враховувати й пріоритети суміжних програм, насамперед, соціально-економічного розвитку окремих регіонів,

які вже затверджені або перебувають на розгляді у Кабінеті Міні України. Зокрема, в Карпатському регіоні розвиток транспортної си ми у напрямі Європейської інтеграції буде, поряд з іншим, стимулюю чинником для реалізації існуючих та майбутніх інвестиційних проекті

Слід наголосити, що проблема функціонування та розвитку (особливо щодо транспортування стратегічної сировини) виходить леко за суто економічні рамки і набуває геополітичного значення.

Річ у тому, що енергетичні артерії є досить прибутковим бізнесом лише для фірм-видобувників сировини та країн її походження, але й держав – транзитних територій. Особливістю України як транзитної д жави є розвинута система трубопровідних магістралей. Так, націонал газотранспортна система є за потужністю другою в Європі (після Росі за обсягом транзиту газу Україна впевнено посідає перше місце у с Вона спроможна пропустити 290 млрд. м^3 газу на рік, з яких 116 млрд. припадає на транзит, що становить 93% експорту російського газу в Є пу і задовольняє майже на чверть потреби Старого Світу.

От чому так зацікавлено, причому на найвищому рівні, обгово ються проблеми транспортування нафти і газу.

Яскравим свідченням цього стало проведення Міжнародної к ференції "Відновлення стародавнього Шовкового шляху", що відбул з Баку у вересні минулого року. Вона була присвячена налагодже транспортного коридору "Європа – Кавказ – Азія" у розвиток програ Європейського союзу TRACECA. Делегації 32 країн (із них 9, включаю Україну, на рівні президентів) розглянули можливості відновлення д ньої транспортної й інтеграційної артерії. Давній "Шовковий шлях", чинаючи з другого століття до н. е., з'єднував Японію, Китай, кра Центральної Азії, Кавказу та Європи. Це була одна з найбільших маг ралей давнини.

Особливу увагу на конференції було приділено транспортуван каспійської нафти в Європу. Як відомо, існують три варіанти: Півде Західний (Баку – Джейхан), Західний (Баку – Супса) і Північний (Ба Новоросійськ). Необхідно відзначити, що в кожного з цих варіантів є свої прихильники, так і супротивники, що пояснюється, насамперед, німи стратегічними інтересами в цьому регіоні.

Від порту Супса (Грузія) для каспійської нафти знов-таки є два ва анти транспортування в європейські країни: танкерами через прото Босфор і Дарданелли й Середземне море і країни Західної Європи а ж в Одесу і по нафтопроводу Одеса – Броди у Польщу і країни Захід та Центральної Європи. Але для втілення в життя другого варіа Україні необхідно форсувати будівництво Одеського терміналу і за ченого трубопроводу.

Питання транспортних коридорів – це питання великої політики.

Ця оцінка певною мірою стосується і проблеми поставок туркменського газу на територію України. У 1999 році Україна закупила у Туркменістана 20 млрд. м^3 газу на загальну суму 720 млн. доларів, оплативши 40% контракту валютою, а 60% – товарами та послугами. Фахівці пояснюють це рішення необхідністю диверсифікації поставок цього виду пального і розглядають туркменський газ як альтернативу поставок з Росії.

З геоекономічної точки зору, не виникає сумніву, що для забезпечення надійності поставок туркменського газу в Україну необхідна інфраструктура, що буде незалежна від РАТ "Газпром". Сьогодні Туркменістан розробляє проекти нових експортних коридорів для транспортування свого газу. Два потенційних альтернативних маршрути можуть бути цікавими для України. Один з них – проект будівництва трубопроводу в Україну через Росію, однак незалежне від "Об'єднаної газопостачаючої системи". Передбачається, що потужність гілки, яка буде відходити до України, становитиме 20–25 млрд. м^3 газу на рік. Але реалізацію цього проекту слід очікувати лише через 10–15 років. Другий проект – це трубопровід через Іран та Туреччину з виходом до Європи, за допомогою якого Туркменістан розраховує уникнути залежності від російської газопровідної мережі. Цей варіант є привабливим і для нашої держави, оскільки дасть можливість отримувати у майбутньому туркменський газ незалежно від "російської труби". На думку авторів, Україна має бути зацікавленою у сприянні втіленню в життя вищеназваного проекту.

Розвинений, ефективно працюючий транспортний комплекс, наявність на території України МТК мають велике значення для забезпечення її національної безпеки. Вони є важливою складовою воєнно-політичного потенціалу держави. Основні положення, що розкривають роль транспортної складової у підвищенні обороноздатності країни, можливостей ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій тощо, закріплені в Законах України "Про оборону України", "Про транспорт", "Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію", "Про цивільну оборону".

Таким чином, міжнародні транспортні коридори – це важлива інфраструктурна складова зовнішньоекономічного комплексу України, дієвий інструмент підвищення рівня її економічного розвитку та національної безпеки. Чітке функціонування та подальший розвиток МТК є важливою умовою розширення зовнішньоторговельних зв'язків України, збільшення валютних надходжень до бюджету, а також приєднання нашої держави до європейських і трансатлантичних політичних та економічних структур.

4. АВТОТРАНСПОРТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ

Транспорту належить вагоме місце в соціально-економічній с суспільства, який визначає загальний рівень цивілізованості держ Однією з його складових частин є автомобільний транспорт.

Цікавить нинішній стан автотранспортного потенціалу України, аліз якого може сприяти прийняттю відповідних рішень щодо його ма тнього розвитку. Дані розглянуті станом на 1 січня 2003 року.

Автобуси

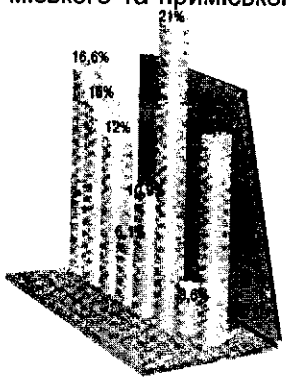
Якісний розподіл загального автобусного парку України за марк зображено на діаграмі 1.

Аналіз показує, що більше 80% автобусного парку – застарілі ма транспортних засобів, вік яких перевищує 10 років. Із усього парку в лежному стані (згідно з даними технічних оглядів органами ДАІ) зн дяться тільки 70% облікової кількості автобусів. Збільшення загаль числа автобусів за останні роки виникло за рахунок ввезення в Укр автобусів закордонного виробництва, переважно малої пасажиромі сті (мікроавтобусів).

У загальному числі автобусів тільки біля 15% відповідають су ним вимогам перевезення пасажирів. Парк автобусів, які відносяться пасажирського автотранспорту загального користування, що вико регулярні маршрутні перевезення, складає 23% від загальної кіль автобусів.

Розподіл ваги автобусів загального користування по класах прикладі Києва) показано в таблиці 4.1.

Такий розподіл автотранспортних засобів за пасажиромісткіст рактерний для всіх обласних центрів і великих міст України. Питома га мікроавтобусів в автобусному парку загального користування дос 40% та більше. Вони виконують до 50% об'єму перевезень пасаж міського та приміського сполучення. Питома вага окремих марок мі автобусів у загальній кількості їх у Києві обласних центрах показана на діаграмі 2.



Діаграма 1

Якісний розподіл загального автобусного парку України за марками транспортних засобів:

21% – автобуси закордонного виробництва (кр країн СНД);

16,6% – ЛАЗ; 16% – КАВЗ;
13,7% – РАФ; 12% – інші автобуси;
10,9% – ПАЗ; 6,1% – УАЗ;
3,6% – ЛіАЗ.

Таблиця 4.1

Розподіл автобусів загального користування по класах (на прикладі м. Києва)

Класи автобусів за пасажиромісткістю	Питома вага		
	на 1.01.1990 р.	на 1.01.2003 р.	± в порівнянні з 1990 р.,%
Особливо малий і малий	6	41	зростання у 8 разів
Середній	24	23	+2
Великий	40	20	-35
Особливо великий	30	16	-35
Всього	100	100	120

Списковий парк автобусів, що виконують міжнародні перевезення пасажирів, в тому числі і нерегулярні, складає приблизно 2500 одиниць. З них 1254 – автобуси закордонного виробництва (крім марки "Ікарус"). На їхньому рахунку престижні автобуси високого класу обслуговування складають всього 293 одиниці, або 23% ("Мерседес", "Неоплан", ДАФ, "Вольво"). Інші – моделі "Ікарус" і ЛАЗ, які за європейськими стандартами непридатні для перевезень.

Діаграма 2

Питома вага окремих марок мікроавтобусів у загальній кількості їх у Києві та обласних центрах:

39% – РАФ; 27% – "Газель";
8% – "Форд"; 8% – "Пежо";
7% – "Івеко"; 11% – інші марки.

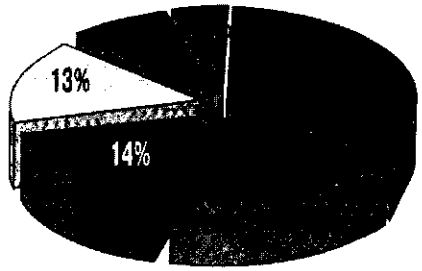
Легковий автотранспорт

Розподіл загального парку легкових автомобілів в Україні за вагою окремих марок показано на діаграмі 3.

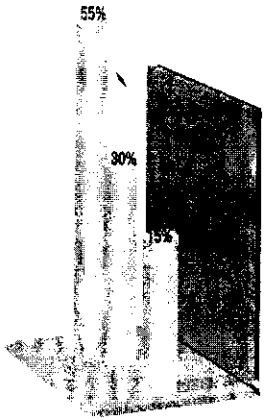
Діаграма 3

Розподіл загального парку легкових автомобілів України за вагою окремих марок:

13% – автомобілі зарубіжного виробництва; 1
4% – "ЗАЗ" усіх моделей;
19% – "Москвич" усіх моделей;
42% – "ВАЗ" усіх моделей;
4% – "Волга" усіх моделей;
8% – інші автомобілі.



За 2002–2003 роки населення України придбало більш ніж 400 т легкових автомобілів. У структурі всіх продажів автомобілі вітчизня виробництва ледь перевищили 2 процентну межу, а в структурі пр жів нових легкових автомобілів доля вітчизняних виробників стан біля 14%.



Розподіл загального парку легкових т моторів у Києві та обласних центрах по пи вазі окремих моделей показано на діаграмі 4

Згідно з експертною оцінкою, неорга ваними таксомоторними перевезеннями Україні зайнято близько 40 тис. легкових томобілів фізичних осіб.

Діаграма 4

Розподіл загального парку легкових т моторів у Києві та обласних центрах за пит вагою моделей:
55% – "Волга";
30% – інші моделі;
15% – сучасні моделі закордонного виробниц

Вантажний автотранспорт

Якісний розподіл загального вантажного автопарку України за в ми засобів показано на діаграмі 5.

Діаграма 5

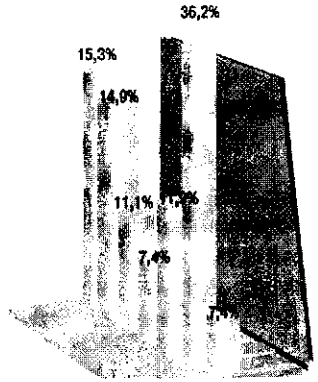
Якісний розподіл загального вантажного автопарку України за видам собів:

33% – бортові автомобілі вітчизняного виробництва та країн СНД; 3 самоскиди; 16,5% – спеціальні (фургони, цистерни, рефрижератори, лісо 9% – пікапи та фургони на шасі легкових автомобілів; 6% – сідельні т 4,5% – автомобілі зарубіжного виробництва у загальній кількості.

Питома вага сучасних вантажних автомобілів в загальному парку України складає 6–7% від загальної кількості вантажівок. Із усього парку у справному стані знаходяться біля 55% з облікової кількості, з яких менше половини виконують перевезення. З 1995 до 2003 року імпортувалися вантажні автомобілі масою більше 16 тонн, розподіл яких за марками показано на діаграмі 6.

Біля 70% парку вантажних автомобілів, що виконують міжнародні автоперевезення, – автомобілі віком більше 7 років. Половина з них – застарілі марки МАЗ та КАМАЗ.

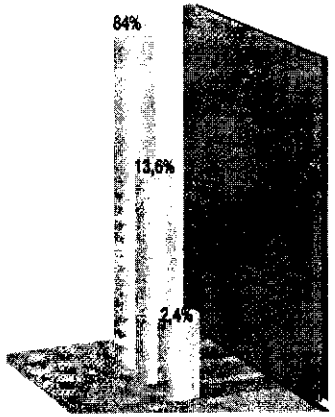
Діаграма 6



Розподіл імпортованих за період 1995–2003 роки вантажних автомобілів масою більше 16 т.:

36,2% – "Вольво"; 15,3% – "Рено";
14,9% – "Сканія"; 11,9% – ДАФ;
11,1% – МВ; 7,4% – "Івеко";
3,1% – МАН.

Розподіл автопарку України за видами рухомого складу показано на діаграмі 7.



Діаграма 7

84% – легкові автомобілі;
15,3% – вантажні автомобілі;
2,4% – автобуси.

Висновки

Аналіз автотранспортного потенціалу України вказує на його незадовільний якісний стан. У випадку неприйняття ефективних заходів щодо усунення даної ситуації, держава може потрапити в кризу провізних можливостей національного автотранспорту.

5. АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

5.1. Народження і розвиток автомобільного транспорту

У 1769 році французькому військовому інженеру Н.Ж. Кюньо лося збудувати діючу модель триколісного парового візка на дерев колесах, яку він планував використати в ролі тягача для артилерій гармат (рис. 5.1.1).

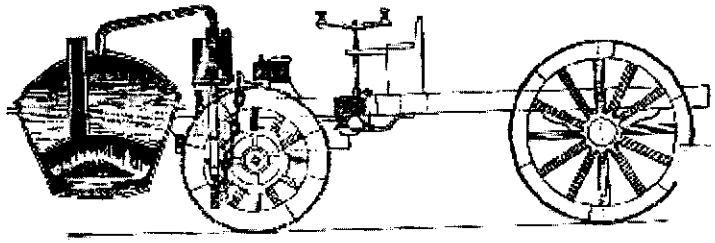


Рис. 5.1.1. Паровий вагон Кюньо

Згодом в Англії службовець фірми Дж. Уатта, винахідника пар машини, У. Мердок, а пізніше Р. Тревітік збудували візки, обладнан ровими котлами високого тиску (рис. 5.1.2).

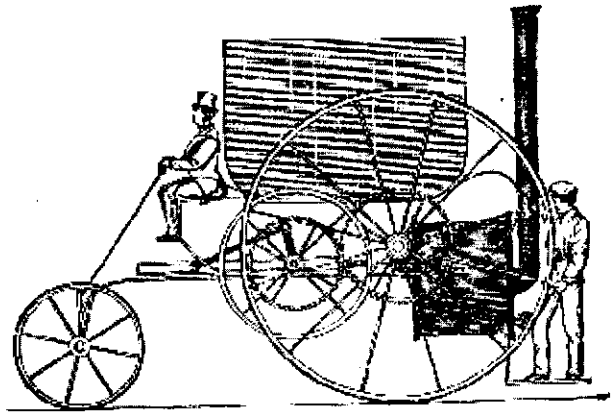


Рис. 5.1.2. Лондонський вуличний дорожній локомотив Trevithik

Значний вклад в організацію пасажирських перевезень на парових візках зробили англійці Г. Гарней і В. Хенкок. На одному з візків у 1829 році Г. Гарней проїхав близько 200 миль з Лондона до Бристоля. Парові візки "Маля" та "Підприємливість", збудовані відповідно в 1831 та 1833 роках, пасажиромісткістю 14 чоловік, за літо 1833 року перевезли, зокрема, в Лондоні по маршруту довжиною 13 км близько 4 тис. пасажирів з середньою швидкістю 19 км/год. У другій половині 30-х років в Англії було навіть створено декілька компаній, що займалися суто перевезенням пасажирів паровими візками на короткі відстані (до 15 км). Але широкого розповсюдження в світі парові візки не здобули. З одного боку, це було зумовлено недоліками їх конструкції, непристосованістю доріг і, відповідно, частими поломками, а з другого – протистоянням компаній кінних диліжансів, які вбачали в парових візках небезпечного конкурента. Наприкінці 30-х років XIX ст. парові візки в Англії припинили своє існування.

Перші конструкції автомобіля були розроблені в 1885–86 роках Г. Даймлером (рис. 5.1.3) і К.Ф. Бенцем (рис. 5.1.4) головним чином завдяки створенню легкої ефективної моделі двигуна внутрішнього згоряння. У 1887 році Г. Даймлер почав серійне виготовлення автомобілів. Вже в 1895 році у Франції відбулися перші автомобільні гонки Париж – Руан, на яких було досягнуто швидкості 24 км/год.

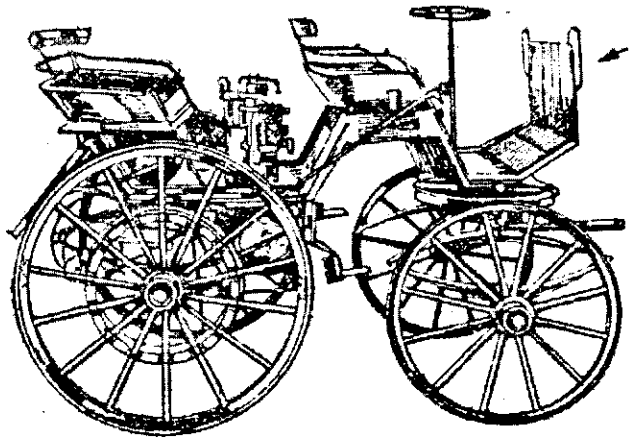


Рис. 5.1.3. Автомобіль Даймлера

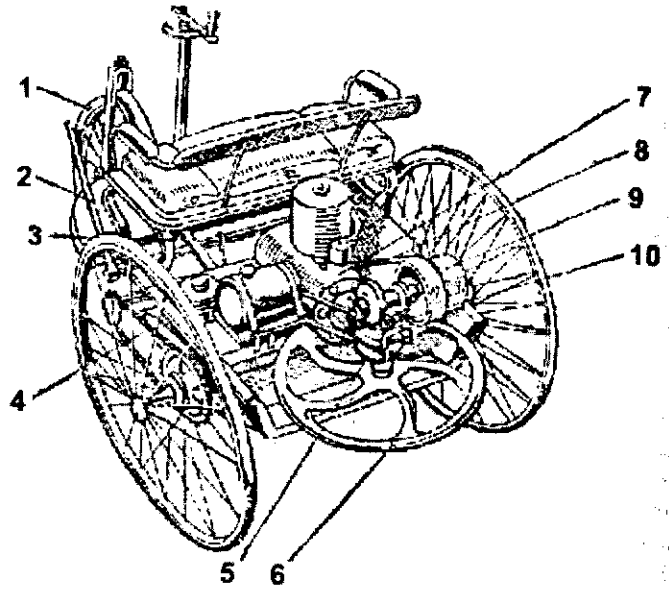


Рис. 5.1.4. Автомобіль конструкції Бенца:
1 – поворотне колесо; *2* – важіль передач; *3* – вал трансмісії; *4* – ланцюг приводу; *5* – колінчатий вал; *6* – маховик; *7* – двигун; *8* – пас; *9* – шків; *10* – кутова переда

У 1897 році Рудольф Дизель розробив новий більш економ двигун внутрішнього згоряння з запаленням від стиснення, який по застосовувати на автомобільному транспорті поряд з карбюраторн 1888 році ірландський ветеринарний лікар Денлоп запатентував в сипедну пневматичну шину, досвід використання якої для візків та в сипедів призвів до її застосування також і в автомобілях. Нововвед значно полегшило експлуатацію машин.

Початок XX століття ознаменувався бурхливим розвитком авт білебудування. У 1900 році у всьому світі налічувалось 11 тис., а в році вже 1826 тис. автомобілів.

У США, а потім і в усьому світі поширенню автомобілів сприя ганізований компанією Генрі Форда з 1909 року випуск стандартни носно дешевих однотипних автомобілів "Модель Т", які мали неп прохідність по ґрунтових дорогах. Вперше у промисловості саме н приємстві фірми "Ford Motors" було використано конвеєр.

Через нетривалий час серійні автомобілі вже володіли певни нем комфорту для пасажирів (рис. 5.1.5).

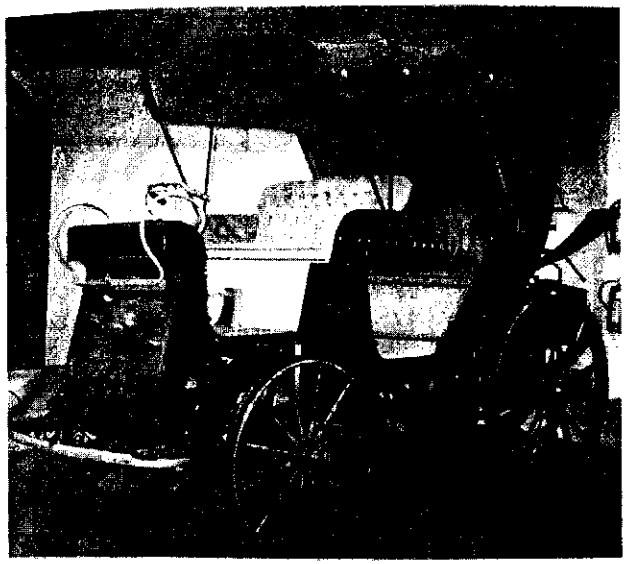


Рис. 5.1.5. Один з перших комфортабельних автомобілів

Але не всі сприймали автомобіль як явище прогресу. На фоні значного громадського неприйняття він мусив "пробивати" собі дорогу.

Найзапеклішими ворогами автомобіля були власники інших, вже розвинутих видів транспорту: залізниць та кінних екіпажів. До них приєднувались виробники екіпажів та велосипедів, торгівці кіньми, продавці сіна, а до продавців сіна – багаті селяни та фермери, які турбувалися про продаж вівса та сіна, боялися зниження цін на молоко, яйця, овочі в зв'язку з полегшенням доставки продуктів із сіл в міста на автомобілях.

У багатьох країнах були організовані офіційні общини по боротьбі з автомобілем. В Англії, наприклад, по вулицях міст ходили люди з плакатами Союзу антиавтомобілістів. На плакатах було написано:

"Мешканці Англії!
Вашому життю і вашим правам загрожують безумні автомобілісти!
Вони давлять та вбивають дітей, чоловіків та жінок.
Вони вбивають ваших собак та курей.
Вони наповнюють пилом ваші домівки.
Вони осипають пилом ваші плаття.
Вони отруюють пилом та газами повітря, яким ви дихаєте!"

"Навіть найміцніші тілом та духом люди не витримають напруги, викликаної швидкістю автомобіля! Швидкість у вісімдесят кілометрів на го-

дину неприйнятна для людської свідомості, для вух, очей і рук, що
ють жермо. Катастрофи неминучі!" – закликали тогочасні плакати.

Автомобілізм прирівнювали до алкоголізму та куріння. Лікарі
рігали від видачі автомобілістам водійських посвідчень.

На карикатурах автомобілістів зображували в страшних водо
шоломах, а пішоходів – з протигазами.

У Англії було прийнято закон, який вимагав, щоб перед кожн
томобілем бігла людина з червоним прапорцем і голосно попере
всіх про наближення автомобіля. Цей закон було скасовано тільки
році. Найбільша допустима швидкість коливалася в різних країна
до 30 кілометрів на годину. В деяких місцях навпаки – дозволялось
ти тільки дуже швидко, щоб не отруювати населення газами. По
причині автомобілям була заборонена зупинка біля садів.

Що тільки не ставили в обов'язки автомобілістам! Вони бу
бов'язані:

– не їздити після 9 години вечора по вулицях (Рим);

– не подавати сигнали на людних перехрестях, щоб не відво
увагу інших екіпажів (Шотландія);

– поступатися дорогою будь-якому іншому кінному екіпажу, о
їх більше і вони важливіші для господарства країни (Швеція);

– під страхом річного тюремного ув'язнення не наближатись
до казарм, укріплень та збройних складів, де будь-який інший
зволявся (Франція);

– при зустрічі з кіньми зупиняти не тільки автомобіль, але і
щоб не лякати тварину (Німеччина).

У ряді країн жінкам заборонялось керувати автомобілями.
деяких американських штатів не допускали автомобілі з інших
або вимагали, щоб за кермом приїжджого автомобіля обов'язково
чоловік.

Фермери наводили свої "нездоланні" аргументи і в боротьбі з
мобілем. За їх віщуваннями, з розповсюдженням автомобіля: "...
будуть тікати з придорожніх пасовищ і перестануть давати молоко
вові по природі кури через шум автомобіля перестануть нести яйц
вітря буде отруєне відпрацьованими газами двигунів. Вогненебе
автомобілі спалять дерев'яні будинки в поселеннях. Сільська міс
перетвориться на пустелю. Насамкінець, автомобілі не передбач
Біблії!"

Зараз це викликає посмішку, але як це знайомо і в нашому су
му житті! Однак прогрес не зупинити. Почалося швидке вдосконале
легкових, так і вантажних автомобілів на вимогу потреб економіки
пільства. Цей шлях наочно можна осягнути на наведених
(рис. 5.1.6, 5.1.7, 5.1.8).

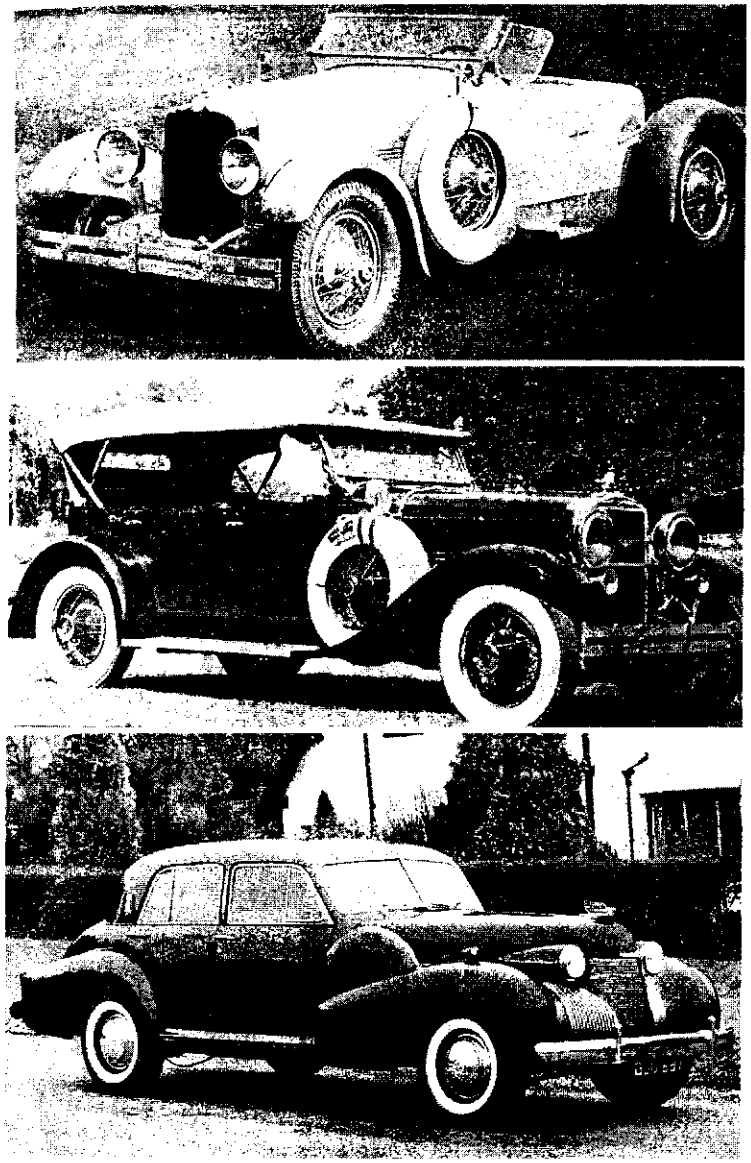
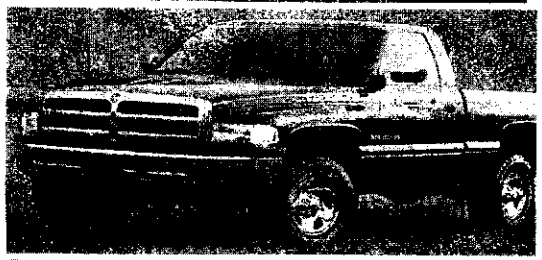


Рис. 5.1.6. Автомобілі минулого:
а, б – 30-ті роки XX століття;
в – 50-ті роки

а



б

в

Рис. 5.1.7. Сучасні автомобілі:
а – для відпочинку; *б* – для бізнесу; *в* – спеціального призначення

Рис. 5.1.8. Автомобіль майбутнього

Хоча продукція сучасного українського автомобілебудування і не займає чільних позицій на світовому ринку, ця галузь промисловості володіє в цілому непоганою базою і певними здобутками щодо випуску автобусів (м. Львів), вантажних автомобілів (м. Кременчук), автомобілів для села "Волинянка" (м. Луцьк), легкових автомобілів "Запорожець" та "Таврія" (м. Запоріжжя). Однак, з об'єктивних, а більшою мірою з суб'єктивних причин, власне народний автомобіль в Україні так і не народився. На жаль, сучасна "Таврія" не може претендувати на таке звання, хоча на рівні 1974 року, коли народився перший екземпляр цього автомобіля, вона була б конкурентноздатною в Європі в своєму класі. Але автомобіль в серію не пішов. Тільки за часів незалежної України стало відомо, що причиною послужило рішення, прийняте Політбюро ЦК КПРС про недоцільність випуску в Україні автомобіля такого рівня, оскільки "...це може сприяти зростанню національної самосвідомості українців і спровокувати націоналістичні тенденції... (!)" Як кажуть, коментарі зайві. А за 30 років вдосконалення зараз це був би першокласний вітчизняний дійсно народний автомобіль!

А може в цій галузі у нас все попереду? У рамках 8-го Міжнародного автосалону СІА'2000 фастівський завод АРІАН презентував макет автомобіля "Рута", який зовні нагадує кращі західні концепт-кари (рис. 5.1.9). Але це не концепт і не мрія, а абсолютно реальний проект.

Випробування пілотної "Рути", розробленої одним з колишніх провідних конструкторів АвтоЗАЗу, відбулося вже через тиждень після презентації. Серійне виробництво має розпочатися у Фастові.

Українське ноу-хау "Рута"— авто малого класу для двох. Її характеристики дуже привабливі: максимальна швидкість 160 км/год, незначна витрата пального, комплектація двигунами на бажання замовника, а головне, її ціна – 2 тисячі у.о.!

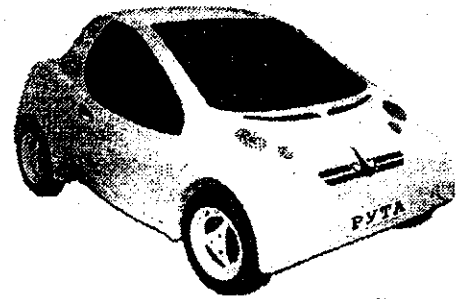


Рис. 5.1.9. Український автомобіль малого класу "Рута"

Автомобільний транспорт знаходить застосування не тільки у багатьох "земних" галузях господарства, але й стає знаряддям реалізації сміливих планів освоєння космосу! Творча думка провідних науковців світу вже вивела автомобіль за межі земної кулі. Під час експедиції "Аполлон-14" американські астронавти пересувалися поверхнею на-

шого супутника на спеціально сконструйованому автомобілі з достатньо високою швидкістю. Пробіг машини позаземного "раллі" склав більше 100 км. Під час випробування поверхні Місяця в якості "автодрому" відбулася перша у космосі дорожньо-транспортна пригода – автомобіль підскочив на пагорбі і, зачепивши якусь брилу, зім'яв бампер.

Колеса автомобіля було зроблено з плетених рояльних струн, оскільки звичайні пневматичні шини при відсутності атмосфери на Місяці одразу були б розірвані надмірним тиском повітря.

Після завершення експедиції ця поки що унікальна машина так і залишилася на Місяці як пам'ятник земному розуму.

5.2. Загальна характеристика автомобільних транспортних засобів

В Україні на автомобільний транспорт припадає близько 80% об'єму перевезень вантажів та 90% пасажирів всіх видів транспорту. Перевагами автомобільного транспорту, порівняно з іншими видами, є:

– мала залежність від пори року, часу доби, погодних умов;
– висока швидкість доставки вантажів та пасажирів;
– можливість перевезення майже будь-яких вантажів;
– висока надійність транспортного обслуговування;
– висока мобільність, тобто властивість оперативно реагувати на зміни пасажиро- та вантажообігу;
– високий рівень збереження вантажів при перевезенні;
– організація перевезень згідно з принципом "від дверей до дверей".

Недоліками автомобільного транспорту є:

– висока собівартість перевезення на великі відстані;
– значна питома енергоємність перевезень;
– шкідливий вплив на оточуюче середовище;
– високий рівень кількості дорожньо-транспортних пригод.

Автомобільні транспортні засоби (рухомий склад) за своїм призначенням поділяються на транспортні та спеціальні. Транспортні слугують для перевезення вантажів та пасажирів; спеціальні – для розміщення, транспортування та експлуатації спеціального, у тому числі технологічного, обладнання та виконання інших робіт (майстерні, компресорні установки, автокрани, пожежні машини, машини швидкої допомоги, автолавки, пересувні радіостанції тощо).

У свою чергу, транспортний рухомий склад поділяється на вантажний та пасажирський.

Відповідно до конструктивної схеми, вантажні автомобілі поділяються на одиночні автомобілі та автопоїзди, які складаються з тягача та причіпного рухомого складу. Вантажні транспортні засоби класифікуються за номінальною вантажопідйомністю на особливо малі – до 0,5 т (на базі легкових автомобілів); малі – 0,5–2 т; великі – 5–15 т; особливо великі – 15 т і більше. Вантажопідйомність автопоїзда складається з вантажопідйомності тягача та причепного складу.

Всі вантажні автомобілі (автопоїзди) поділяють також за типом кузова на універсальні – багатоцільового призначення та спеціалізовані – конструктивно призначені для перевезення одного або декількох видів вантажу. Найбільш поширеними спеціалізованими вантажними автомобілями є самоскиди, фургони, контейнеро-, панеле-, лісо-, цементо-, автомобілевози тощо.

Пасажирські автомобільні транспортні засоби за призначенням поділяються на автобуси – міські, далекого сполучення, загального призначення, екскурсійні; легкові автомобілі – загального користування (таксі), службові, прокатні та приватні.

Згідно з конструктивною схемою, автобуси поділяють на одиночні, зчленовані, автобусні поїзди (автобуси з причепом), півтора- та двоповерхові.

Основним параметром, за яким визначають розмірність автобусів, є габаритна довжина. Згідно з цим показником, автобуси поділяють на 5 класів: особливо малі – до 5 м; малі – 6–7,5 м; середні – 8–9,5 м; великі – 10,5–12 м; особливо великі – 16,5 м та більше.

Для автоексплуатаційників визначальною є номінальна місткість автобуса, визначена кількістю пасажирських місць. Залежно від типу, сидіння можуть бути твердими та м'якими. Площа підлоги пасажирського салону кузова, що відводиться для кожного пасажира, згідно з діючими нормативами, повинна становити не менше 0,315 $м^2$ на одного пасажира, що сидить, і 0,2 $м^2$ на одного пасажира, що стоїть. Виходячи з цих норм, можна, комбінуючи планування салону автобуса за кількістю місць для пасажирів, досягати різної місткості.

Класифікація легкових автомобілів здійснюється за робочим об'ємом двигуна: особливо малий клас – 0,9–1,2 л; малий – 1,2–1,8 л; середній – 1,8–3,5 л; високий – понад 3,5 л; вищий – не регламентується.

Легкові автомобілі за конструктивною схемою поділяються на закриті, відкриті, з дахом, що відкривається. За типом кузова розрізняють седан, купе, комбі, універсал та інші.

Крім дорожніх автомобілів, виділяють також позадорожні – важкі автомобілі, що не призначені для експлуатації на дорогах загального

користування навіть з капітальним покриттям. Згідно з ГОСТ 9314-59, автомобілі, осьове навантаження яких від одиночної осі перевищує 10 Вони призначенні для експлуатації на кар'єрних, лісовозних та інш дорогах, а також поза мережею доріг. До них відносяться кар'єрні авт мобілі – самоскиди БелАЗ Мінського автозаводу та інші. Згідно з клас фікацією, група має назву "позадорожні, кар'єрні".

За загальною кількістю коліс та кількістю ведучих коліс всі автом білі умовно позначають колісною формулою, де перша цифра – кіл кість ведучих коліс.

Одним із головних напрямків сучасного автомобілебудування уніфікація і стандартизація конструкцій і вузлів, тобто прагнення до б гатофункціональності, збільшення гами моделей на одній базі і, в кінц вому результаті, зменшення вартості продукції галузі. Цю тенден можна показати на прикладі фірми "Мерседес-Бенц" (рис. 5.2.1), яка в пускає широкий спектр вантажних автомобілів – від мікровантажівок автопоїздів повною вагою 38 т з двигунами потужністю від 48 до 275 (65–375 к. с./ДІН).

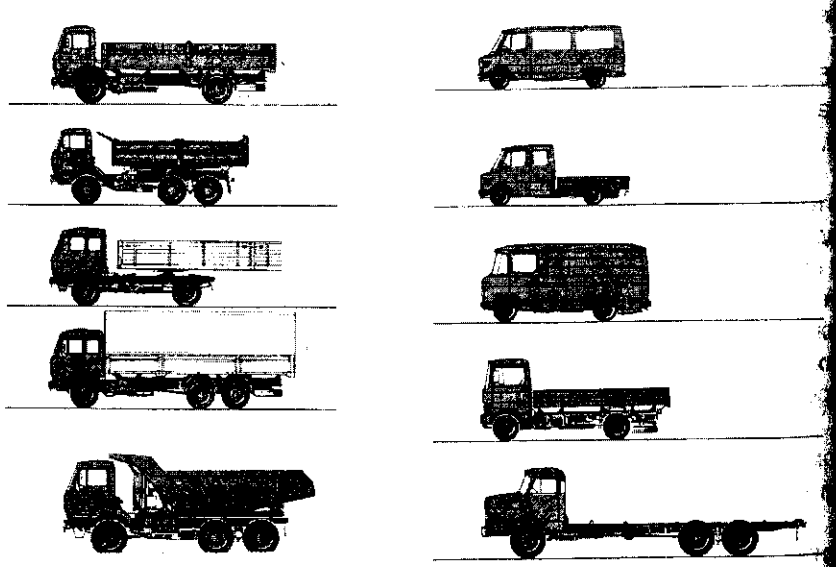


Рис. 5.2.1. Вантажні автомобілі "Мерседес-Бенц"

Окрім легкових та вантажних автомобілів, "Мерседес-Бенц" вигото ляє машини для комунального господарства, пожежної охорони зі спец

льними кузовами виробництва відомих фірм (рис. 5.2.2), а також автобуси місткістю до 184 пасажирів для лінійного міського та міжміського зв'язку (рис. 5.2.3).

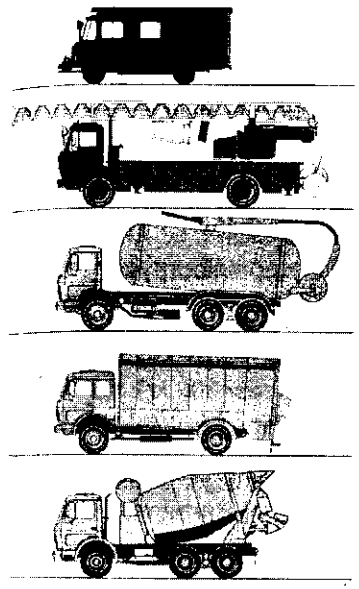


Рис. 5.2.2. Автомобілі "Мерседес-Бенц" спеціального призначення

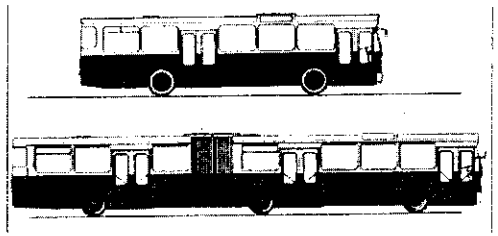


Рис. 5.2.3. Автобуси "Мерседес-Бенц"

Ще один профіль фірми – виробництво універсальних автомобілів УНІМОГ та тракторів МБ-Трак (рис. 5.2.4).

Завдяки приводу на всі колеса, блокуванню диференціала та ідеальному розподілу навантаження на осі, УНІМОГ у різних виконаннях і з різними потужностями двигуна є автомобілем високої прохідності.

Швидкозмінне обладнання, різні частини якого добре комбінуються одна з одною, перетворює УНІМОГ на спеціальну машину, яка майже в усіх сферах використання працює економніше, ніж дорога спеціалізована техніка.

МБ-Трак – сучасний повноприводний трактор, що використовується, перш за все, в сільському та лісовому господарстві.

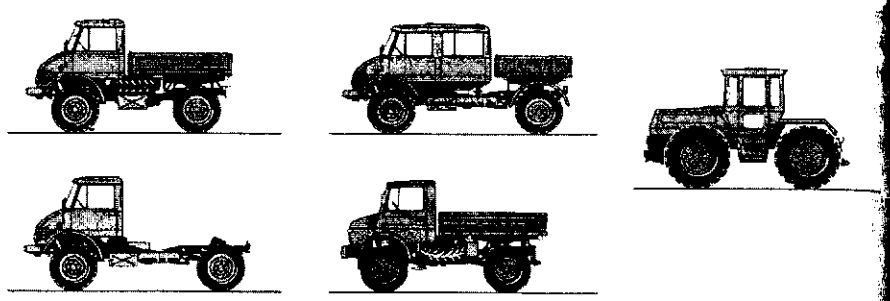


Рис. 5.2.4. "Мерседес-Бенц" УНІМОГ та МБ-Трак

Можливості фірми "Мерседес-Бенц" можна проілюструвати ще о ним напрямком – виробництвом автомобілів на замовлення. Так, д колишнього президента Грузії Е. Шеварднадзе було виготовлено бр ньований автомобіль з такими характеристиками: вага – 5 т; товщи броні – 5 см; товщина лобового скла – 8 см (при вазі 300 кг). Колеса а томобіля витримують розстріл з автоматних черг. Автомобіль здат витримати перебування в суцільному вогні протягом 10 хвилин, мож перебувати під водою протягом 1 години. Має повну автономність жи тезабезпечення, супутниковий зв'язок з усім світом. Вартість такого "д ва техніки" складає 500 тисяч доларів.

Якщо ж згадати про швидкісні характеристики сучасних автомо лів, то можна сказати, що вони обмежуються скоріше здоровим глуздо ніж технічними можливостями (рис. 5.2.5).

Рис. 5.2.5. Сучасний легковий автомобіль "Мерседес"

5.3. Контрейлери та роудрейлери

Перевезення вантажів контрейлерами та роудрейлерами виникли при взаємодії автомобільного транспорту із залізничним і відносяться до так званих комбінованих перевезень, коли вантаж на одному й тому ж транспортному засобі перевозиться кількома видами транспорту.

Контрейлер (абревіатура від англійського "container trailer" – "контейнер, який тягнуть") – це контейнер, обладнаний колесами з пневматичними балонами автомобільного типу, призначений для перевезення вантажів на залізничних платформах і переміщення їх по шосейних дорогах за допомогою автомобіля-тягача. Вантажопідйомність контрейлерів становить 6–30 т. Перевезення здійснюються не лише безпосередньо у контрейлерах – їх можна використовувати у якості звичайних контейнерів і навантажувати на залізничні платформи, кораблі, автомобільні причепи, напівпричепи, автопоїзди.

Технологічний процес контрейлерних перевезень складається з таких операцій:

- навантаження контрейлера у вантажовідправник;
- перевезення на залізничну станцію автомобільним тягачем;
- встановлення контрейлера на залізничну платформу;
- транспортування контрейлера по залізниці до станції призначення;
- зняття з платформи;
- транспортування до одержувача сідельним тягачем;
- розвантаження контрейлера вантажоодержувачем.

Переваги контрейлерних перевезень полягають у ліквідації проміжних навантажувально-розвантажувальних робіт, скороченні перебування вантажів на станціях і в портах та збільшенні за рахунок цього швидкості доставки вантажу; збереженні вантажу та зниженні витрат на складське обладнання і зберігання вантажу. Все це зумовлює зниження собівартості перевезень.

Недоліки контрейлерних перевезень – пересування значної маси самих контрейлерів, а також необхідність створення й утримання парку спеціальних залізничних платформ для можливого вписування завантажених контрейлерів у залізничний габарит висоти.

Контрейлер з комбінованою ходовою частиною, призначений для руху як по автомобільних дорогах, так і по рейкових коліях, називається роудрейлером.

Роудрейлерні перевезення вантажів здійснюються у спеціальних напівпричепах-вагонах, що мають по дві пари коліс – автомобільні і залізничні, встановлені на двох осях, кожна з яких може самостійно підніма-

тися та опускатися. В одному напівпричепі-вагоні транспортування зді
снюється і по автомобільних дорогах, і по залізницях. Залізничний пот
формується тільки з таких напівпричепів, при цьому міжвагонне зче
лення роудрейлера, що стоїть спереду, є одночасно опорою для пере
нього кінця напівпричепа-вагона, що слідує за ним. При русі по шосе р
удрейлер буксується звичайним сідельним тягачем. Місткість роудре
лера на 12% вища, ніж у звичайних контрейлерів. Розробляються проект
роудрейлерів для перевезення навалочних вантажів, вантажів швидко
псування тощо.

У випадку, коли гуртові вантажоодержувачі не мають власних зал
ничних під'їзних колій, залізничні вагони перевозяться на причепах. Пр
цьому на платформі напівпричепа встановлюються рейки, на які за д
помогою тягача накочується вагон із звичайної рейкової колії. Доста
лений на причепі залізничний вагон може бути залишений у вантаж
одержувача на спеціально встановленій рейковій ланці задля зведен
до мінімуму простою автомобілів-тягачів і причепів під час н
вантаження та розвантаження вагону. Для перевезення вагонів вик
ристовують причепи вантажопідйомністю до 60 т. Швидкість руху а
топоїзда з вагоном становить 25–30 км/год. Даний метод перевезен
широко використовувався в 30-ті роки у Західній Європі. До його недол
ків слід віднести потребу у створенні парку потужних тягачів та складн
важких трейлерів-причепів, необхідність створення обладнання дл
скочування вагонів з рейок на візки і навпаки, необхідність обладнан
спеціальних обмінних майданчиків, а також переміщення вагонів по до
рогах і вулицях населених пунктів, що потребує особливої уваги і є н
завжди можливим з причини обмежень габаритів та загальної ма
транспортних засобів.

5.4. Транспортно-експлуатаційні характеристики автомобільних доріг

Транспортно-експлуатаційні характеристики автомобільних доріг
це сукупність параметрів, що визначають технічний рівень дороги та
експлуатаційні можливості. Основними характеристиками є інтенси
ність, щільність, швидкість та склад руху, пропускна здатність, вантаж
напруженість, рівність і шорсткість дорожнього покриття, розміри геом
тричних елементів дороги, собівартість перевезень.

Інтенсивність руху – це кількість транспортних засобів, що проїж
джають через певний переріз дороги в обох напрямках за одиницю ча
(добу, годину). Інтенсивність буває середньорічна, фактична, зведен

розрахункова. Знання цих величин дозволяє правильно оцінювати транспортні потоки і їх відповідність до дорожніх умов.

Пропускна здатність дороги – це кількість автомобілів, що можуть проїхати через даний переріз дороги за одиницю часу. Порівняння розрахункової пропускної здатності з фактичною або очікуваною інтенсивністю руху дає змогу робити висновки щодо потрібної кількості смуг руху і ширини проїжджої частини дороги в цілому.

Швидкість транспортного потоку – це середня технічна швидкість автомобілів, з яких складається транспортний потік.

Щільність руху – це кількість автомобілів, що припадає на одиницю довжини дороги.

Швидкість і щільність руху залежать від типу дорожнього одягу, стану покриття проїжджої частини і від геометричних елементів дороги. Стан покриття проїжджої частини характеризується його рівністю та шорсткістю. Рівність покриття зумовлює можливість руху автомобілів з високими швидкостями. Від шорсткості залежить ступінь зчеплення шини з покриттям. Рівність і шорсткість є важливими чинниками безпеки дорожнього руху.

Крім того, для оцінки дороги використовують ще такий показник, як **вантажонапруженість**, що є загальною масою вантажів, що перевозяться по даній ділянці дороги в обох напрямках за одиницю часу.

Залежно від народно-господарської та адміністративної ролі, автомобільні дороги поділяються на дороги державного та місцевого значення; в свою чергу державні класифікуються як магістральні та регіональні, а місцеві – як територіальні та районні.

Класифікація і параметри автодоріг України визначаються основним нормативним документом ДБН В.2.3.–4–2000 "Автомобільні дороги".

Таблиця 5.4.1

Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія дороги	Розрахункова інтенсивність руху	
	Транспортних одиниць	Приведена до легкового автомобіля
Іа	понад 10000	понад 14000
Іб	понад 10000	понад 14000
II	від 3000 до 10000	від 5000 до 14000
III	від 1500 до 3000	від 2500 до 5000
IV	від 150 до 1500	від 300 до 2500
V	до 150	до 300

Таблиця 5.4.2

Параметри поперечного профілю автомобільних доріг (м)

Показник	Категорія дороги					
	Ia	Iб	II	III	IV	V
Кількість смуг руху, шт	4 6 8	4 6	2	2	2	1
Ширина смуги руху	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	4,5
Ширина проїжджої частини	2×7,5 2×11,25 2×15,0	2×7,5 2×11,25	7,5	7,0	6,0	4,5
Ширина узбіччя	3,75	3,75	3,5	2,5	2,0	1,75
Ширина зупинкової смуги	2,5	2,5	2,0	2,0	—	—
Ширина укріплення смуги узбіччя	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	—
Найменша ширина розподільчої смуги	6,0	5,0	—	—	—	—
Ширина смуги укріплення на розподільчій смузі	1,0	1,0	—	—	—	—
Найменша ширина земляного полотна	28,5 36,0 43,5	27,5 35,0	14,5	12,0	10,0	8,0

Таблиця 5.4.3

Розрахункові швидкості руху в км/год

Категорія дороги	Розрахункова швидкість		
	Основна	Допустима на складних ділянках місцевості	
		пересіченої	гірської
Ia	150	120	100
Iб	140	110	80
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	90 (80)	60	30
V	90 (60)	40	30

5.5. Історія організації дорожнього руху

Перші "дорожні знаки" з'явилися на території сучасної Великобританії у часи римської окупації острова у I столітті нашої ери. Римляни ставили "мілітарієс" – кам'яні колони висотою 60 сантиметрів, що показували відстань до наступного укріпленого поста в римських милях (1000

кроків, приблизно 1479 метрів, сучасна миля становить 1609 метрів). "Лондонський камінь", що зберігся в спеціальній ніші в стіні будинку Oversea-Chinese Banking Corporation на Каннон-стріт, вважається найдавнішим на вулицях Лондона. Існує припущення, що саме від нього римляни відмірювали відстані до своїх поселень і постів. Найдавніший милевий стовп знаходиться на вулиці Станегейт в Честерхолмі, біля Бардон-Мілл в Нортумберленді; він датується 150 роком н. е.

Офіційно встановлення милевих стовпів почалося у 1773 році після прийняття відповідного акту, що наказував "Турнпайк Трасту" спорудити на довірених йому дорогах спеціальні колони із зазначенням на них напрямку і відстані до наступного визначного місця. Відтоді в деяких сільських місцевостях залишилися зроблені з дуба покажчики.

Найперші попереджуючі дорожні знаки зобов'язані своєю появою масовому захопленню велосипедною їздою в 1880-х роках. Велосипедний союз почав ставити "дошки небезпеки" для попередження велосипедистів про різкі повороти та інші несподівані ситуації. Знаки з черепом і кістками ставилися перед крутими схилами.

Перші стандартні дорожні знаки (білі на прямокутній чорній пластині) були прийняті в 1903 році у Франції. Вони включали знаки "Перетин рівнозначних доріг", "Міст", "Крутий спуск", а також "Поворот праворуч" і "Поворот ліворуч".

У 1904 році, через рік після прийняття акту про моторні машини, що зобов'язував місцеві власті встановлювати знаки перед перехрестями, небезпечними поворотами і "крутими місцями", циркуляром Міністерства місцевого самоврядування здійснено спробу деякого впорядкування зовнішнього вигляду знаків: рекомендовано вміщувати попереджувальний знак у червоний трикутник; знак, що обмежує швидкість – у біле коло з червоною облямівкою, а заборонний знак – на фоні суцільного червоного кола.

У 1909 році на Паризькому з'їзді, присвяченому міжнародному руху моторних перевізних засобів, дев'ять європейських країн прийняли ряд знаків, які вперше отримали міжнародний стандарт. Серед них були "Нерівна дорога", "Небезпечний поворот", "Перехрестя" і "Перетин рівнозначних доріг". Британія не приєдналася до цієї угоди.

Першу класифікацію доріг у Британії було завершено у 1921 році. Дороги першого класу позначалися чорною буквою "А" і номером дороги, дороги другого класу – білою буквою "В" на чорному фоні. Були введені також нові знаки – наприклад, щит із зображенням палаючого факелу встановлювали поблизу шкіл. У 30-х роках додалися знаки із зображенням паровоза біля переїздів (1930), символи "лікар-

ня", "звуження дороги", "в'їзд заборонено" (1933), "підіймальний міст" (1934) і "СТОП – переходять діти" (1936).

Червона заголовна літера "L" у білому квадраті відмічає у Британії автомобілі тих, хто тільки вчиться водінню. Цей знак запровадив у 1935 році міністр транспорту Леслі Хорс-Белішем, слідом за введенням тестів для бажаючих отримати посвідчення водія. До 1 червня 1935 року встановлення такого знака було необ'язковим. У 1991 році Міністерство транспорту ввело зелену "L" для водіїв, які отримали права, але ще почувають себе невпевнено на дорозі. Цей знак, який не є обов'язковим, служить попередженням іншим водіям ставитися до таких автомобілів з особливою увагою.

Вперше *Правила дорожнього руху* були надруковані Міністерством транспорту Великобританії 14 квітня 1931 року. Дана брошура, ціною шилінг, слугувала як "допоміжне керівництво для належного користування шосейними дорогами і як правила добрих манер, яких повинні дотримуватися всі ввічливі і тактовні люди".

У 1949 році 30 європейських країн прийняли в Женеві єдиний набір знаків згідно з Протоколом Всесвітньої конференції ООН по дорогах і моторному транспорту. Цими знаками ми користуємося і сьогодні. Британія знову не підписалася під протоколом, і так було до 1965 року, коли комітет Ворбойза порекомендував привести вказівники на британських дорогах у відповідність з європейськими, де знаки не супроводилися пояснювальним текстом. Згідно з новими правилами, символи попереджуючих знаків розташовувалися в червоному трикутнику, заборонних – у червоному колі, а наказові знаки являли собою білий символ на синьому фоні.

Для привертання уваги туристів до визначних місць Англії та Уельсу у 1986 році на дорогах цих територій Великобританії з'явилися білі знаки на коричневому тлі. У Шотландії ж гідні уваги місця вказуються знаком із зображенням синього будяка.

У США було розроблено власну систему дорожніх знаків. Національні знаки поступово витісняються міжнародними, але й дотепер вони існують у значній кількості і містять чимало відмінностей з традиційними. Знаки, що регулюють дорожній рух, як правило, квадратні або прямокутні; всі символи – чорні або червоні на білому фоні. Червоним кольором наносяться надписи "stop" ("стій"), "yield" ("поступитися") і заборони. Попереджувальні знаки – це, головним чином, прямокутні ромби з чорними символами на жовтому тлі.

Перший сигнальний пристрій для регулювання дорожнього руху винайшов Дж.П. Кнайт – британський інженер, який займався питаннями сигналізації на залізничному транспорті. Пристрій являв собою семафор на литій залізній основі, обладнаний червоним і зеленим ліхтарями для роботи в темний час доби. 8 грудня 1868 року його було встановлено у Вестмінстері, на переході з Нью-Палас-Ярд і Брідж-стріт на площу Парламент-сквер. Призначався він, перш за все, для надання парламентарям можливості безперешкодного проходу до будівлі парламенту. Не пройшло і місяця, як констебль, приставлений керувати сигнальним пристроєм, 2 січня 1869 року отримав травми від вибуху газового апарату. У 1872 році прилад було демонтовано.

Перший електричний світлофор було встановлено Американською компанією дорожніх сигналів 5 серпня 1914 року на перехресті Юкпідавеню та 105-стріт у місті Клівленд, штат Огайо. Світлофор висотою 4,5 метри мав червоний і зелений вогні, а також попереджувальний дзвінок.

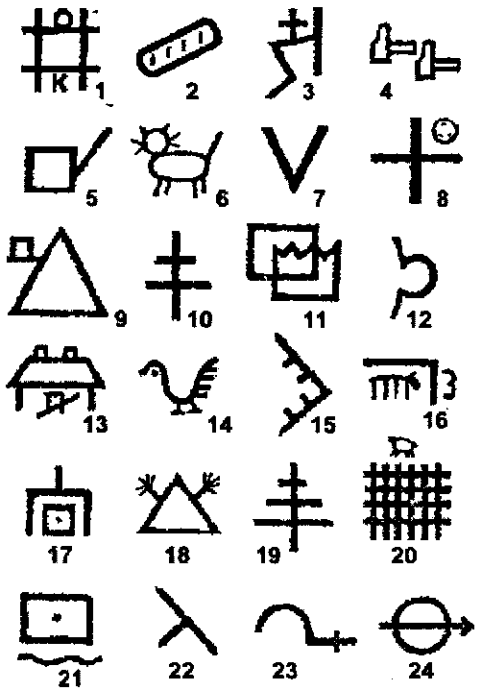
Перший керований людиною трикольоровий світлофор з'явився в 1918 році у Нью-Йорку. Пульт керування кольорами (червоним, зеленим і жовтим) знаходився в окремому приміщенні. У Британії першим подібним пристроєм став світлофор у лондонському Вест-Енді на перехресті Сент-Джеймс-стріт і Піккаділлі, встановлений у 1926 році.

Перший автоматичний світлофор з'явився у Великобританії 11 лютого 1928 року в Уолвергемптоні для експериментального одноденного випробування. Першим постійно діючим автоматичним світлофором став "електричний полісмен", встановлений 16 березня 1928 року в Лідсі на металевій опорі висотою 2,4 м. Червоний і зелений сигнали цього "регулювальника" тривали по 28 с, а жовтий – 2 с.

До 30-х років, коли світлофори почали масово завойовувати міські перехрестя, для регулювання застосовувався прилад, схожий на годинник, по "циферблату" якого, розділеному на 4 сектори (червоний, зелений і по жовтому між ними), пробігала стрілка, що рівномірно обертала-ся. Сектор, у якому вона перебувала в певний момент часу, і слугував наказом водію. Однак подібний пристрій міг адекватно регулювати рух лише за умов доброї видимості і невисоких швидкостей, оскільки його сигнал неможливо було розрізнити з далекої відстані.

Це цікаво:

Не зайвим буде зазначити, що, окрім офіційних знаків та інших стандартизованих засобів регулювання дорожнього руху, існує також і стихійна символіка, яка також іноді несе деяку корисну для подорожніх інформацію. Якщо Ви плануєте пішу мандрівку по Європі, то майте на увазі: тамтешні бродяги та жебраки мають свій власний набір "дорожніх знаків", що наносяться крейдою на стовпах, воротах і дверях як попередження або рекомендації для своїх побратимів, званих у Британії "лицарями доріг". Тут наводяться деякі з багатьох символів, що зустрічалися за останні 50 років на дорогах Британії, Франції і Північної Америки:



1. На цій вулиці добре подають.
2. Тут хороша їжа (Франція).
3. За роботу дають їжу.
4. За роботу дають гроші (Франція).
5. У цьому містечку продається спиртне.
6. У будинку добросерда жінка.
7. Якщо хворий, про тебе тут потурбуються.
8. Лікар не бере гроші.
9. Тут багаті люди.
10. Релігійна людина, з м'яким серцем (Британія).
11. Боягузливий господар: грошей дасть, щоб звільнитися.
12. Власник знаходиться вдома.
13. Будинок добре охороняється.
14. Тут підіймають тривогу (Франція).
15. Зла собака (Британія).
16. Тут три собаки: будь обережний.
17. Небезпечне сусідство.
18. Тут людина з рушницею.
19. Тут живе поліцейський.
20. Ця в'язниця брудна.
21. Небезпечна для пиття вода.
22. Тут погано (Британія).
23. Стій!
24. Йди.

Рис. 5.5.1. Самодіяльні подорожні знаки Європи та Америки

5.6. Зниження забруднення довкілля відпрацьованими газами

Автомобільний транспорт як в містах, так і за їх межами, забруднює, головним чином, атмосферу. Забруднення йде по трьох каналах:

1) відпрацьованими газами, що виходять через вихлопну трубу;

2) картерними газами;

3) вуглеводнями внаслідок випаровування палива із бака, карбюратора та трубопроводів.

У складі відпрацьованих газів автомобіля найбільшу питому вагу по об'єму мають оксиди вуглецю (0,5–10%), оксиди азоту (до 0,8%), незгорілі вуглеводні (0,2–3,0%), альдегіди (до 0,2%) та сажа. В абсолютних величинах на 1000 літрів палива карбюраторний двигун викидає з ви-

хлопними та картерними газами: 200 кг оксидів вуглецю, 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксидів азоту, 1 кг сажі та 1 кг сірчаних сполук.

Для кожного типу двигуна (карбюраторного або дизельного) при рівних умовах кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу, пропорційна витраті палива. Тому економія палива одночасно по суті означає скорочення викидів токсичних речовин.

Загальна витрата палива автомобіля знаходиться в прямій залежності від ступеня його використання. Особливо відчутна така залежність для парку вантажних автомобілів. Скорочення дорожнього пробігу та більш повне використання вантажопідйомності кожного автомобіля суттєво знижують витрату палива. Так, підвищення на 10% коефіцієнта використання пробігу дозволяє зекономити 6,5–7% палива, а підвищення на таку ж величину коефіцієнта використання вантажопідйомності – на 7–8%. Однак найбільш суттєвий вплив на скорочення витрати палива має конструкція автомобілів.

Збіг економічної та екологічної складових проблеми змусив конструкторів сучасних автомобілів якомога прискіпливіше підійти до вирішення будь-яких питань, що хоча б найменшою мірою торкаються витрати палива. Наприклад, маса автомобіля завжди була під увагою конструктора, але вона визначалась, головним чином, параметрами міцності, надійності, довговічності. Сьогодні величина маси визначається й потребами зниження витрати палива. Безпосередній вплив маси на витрату пального відчувається особливо сильно на режимах розгону та сповільнення. Основний напрямок тут – заміна сталі та чавуну легкими алюмінієвими сплавами, пластмасами, а також використання штампування замість лиття. Так, на ряді машин з легких сплавів відлито не тільки блоки циліндрів і картери коробок передач, але й виготовлено колеса, капоти, кришки багажників, бампери тощо. А у експериментальної моделі автомобіля фірми "Мерседес-Бенц", поряд з вказаним, з легких сплавів виконано також і двері. Новітня однолистова ресора масою 2 кг із карбоволокна заміняє сталеву, що важить 12,7 кг.

У згаданих аспектах важливе значення має і аеродинаміка автомобіля. Якщо раніше форма кузова легкових автомобілів визначалась, перш за все, потребами комфорту та естетики, то тепер вона диктується необхідністю зниження опору повітря при русі, особливо на великих швидкостях, коли значно підвищується витрата палива. Вимоги аеродинаміки особливо важливі для вантажних автомобілів та автопоїздів.

Вважають, що сумарна витрата енергії (палива) на подолання опору під час руху автомобіля становить приблизно 7% всієї енергії, яку витрачає автотранспорт. Задача покращення аеродинамічного стану рухомого складу полягає, насамперед, у зменшенні лобового опору по-

вітря, а також у зниженні до можливого мінімуму турбулентності повітряного потоку (завихрення).

Основними шляхами зниження опору повітря є зменшення площі поперечного перерізу автомобіля (проекції на вертикальну площину), застосування обтічних форм із заокругленням кутів на кузові, встановлення спеціальних обтічників та екранів на автопоїздах з напівпричепами, використання вертикальних і горизонтальних панелей (дефлекторів), що закривають щілини між тягачем і напівпричепом та знижують ступінь завихрення повітря. Роботи, виконані в багатьох країнах, дозволяють вважати, що зниження опору повітря на 10% дає 4–5% економії палива, а в цілому покращення аеродинамічного стану може забезпечити зменшення витрати палива до 15%.

Економічність автомобілів підвищують і іншими методами. Наприклад, для зниження опору кочення колеса використовують покришки з радіальним розміщенням корду, встановлюють мікро-ЕОМ для вибору оптимального режиму роботи двигуна залежно від умов, використовують системи вимкнення з роботи ряду циліндрів двигуна у випадку, коли від нього не потребується великої потужності тощо.

Першочергове значення для зменшення забруднення атмосфери машинами має технічний стан автомобільного й автобусного парків. Повністю справний автомобіль витрачає менше палива і вже цим сприяє зниженню рівня забруднення повітря. Але головна увага має бути направлена на справність паливної апаратури та системи запалювання.

Вивченням і практикою експлуатації, наприклад, встановлено, що одна непрацююча свіча в двигуні підвищує витрату палива на 10–15%, зниження температури охолоджувальної рідини до 35–40^{0}С – на 10–12%, несправний регулятор випередження запалювання – на 6–10%, наявність нагару в камерах згоряння – на 7–8%. Несправність однієї форсунки в дизельному двигуні підвищує витрату палива на 22–28%.

У бензинових двигунах особливо ретельно повинно проводитись регулювання карбюратора і, загалом, холостого ходу. В умовах вуличного руху двигун автомобіля працює 30% часу на холостому ході, 30–40% – з постійним навантаженням, 20–25% – в режимі розгону та 10–15% – в режимі гальмування. При цьому, в середньому, на холостому ході автомобіль викидає 5–7% оксиду вуглецю до об'єму всього викиду, а в процесі руху з постійним навантаженням – тільки 1–2,5%. При неправильно відрегульованому карбюраторі викид оксиду вуглецю на холостому ході підвищується до 15%, а іноді і більше. Одночасно на цьому режимі збільшується в 2–2,5 рази викид вуглеводнів та в 1,5 рази – альдегідів.

Не меншу роль у справі зниження витрати палива відіграють досконалість організації руху по вулично-дорожній мережі та мистецтво

водіння автомобіля, яке полягає у тому, щоб по можливості мати менше зупинок, а отже – холостого ходу, розгону та гальмування. В результаті можна зекономити до 20% палива. Слід зазначити, що при сповільненні (гальмуванні двигуном) вміст альдегідів у відпрацьованих газах підвищується у 10 разів. Таким чином, з позиції зменшення забруднення повітря необхідно прагнути вести автомобіль так, щоб він більшу частину часу рухався з постійним навантаженням.

Однак об'єктивна складність вирішення проблеми – збільшення вмісту у відпрацьованих газах оксидів азоту під час роботи двигуна з навантаженням. У ці періоди об'єм даних сполук зростає у 30–35 разів у порівнянні з режимом холостого ходу.

5.7. Методи підвищення ефективності роботи автомобільних двигунів

Необхідність захисту довкілля від забруднення відпрацьованими газами і вимоги паливної економічності поставили перед конструкторами транспортних засобів проблему пошуку прогресивних рішень щодо конструкції і принципу роботи автомобільних двигунів. Одним з подібних напрямків є розробка перспективних двигунів для майбутнього автомобільного транспорту.

В якості альтернативи карбюраторному двигуну, з'явились дизель, роторний двигун, газова турбіна, парова поршнева машина, парова турбіна, двигун "зовнішнього" згоряння (Стирлінга), інерційний двигун і деякі інші.

Дизельний двигун. Вважається, що в боротьбі за зменшення забруднення повітряного басейну дизельні двигуни можуть зіграти істотну роль. Дизель, так само як і карбюраторний двигун, відноситься до класу двигунів внутрішнього згоряння, але відрізняється від нього значно вищими ступенями стиснення, що забезпечує самозаймання палива. Зважаючи на це, відпадає потреба в системах електричного запалення; замість карбюратора використовуються паливні форсунки, завдяки яким під великим тиском здійснюється впорскування палива у циліндри.

Роторний двигун, як і карбюраторний, працює на бензині, але має принципово іншу конструкцію основного силового агрегату. У двигуні даного типу відсутні циліндри і шатунно-кривошипна група. Замість поршнів, що виконують зворотно-поступальний рух, двигун має ротор.

Не вдаючись у деталі конструкційних і техніко-економічних характеристик цього двигуна (менша маса, компактність, висока обертовість, велика питома потужність, простота виробництва, відсутність вібрацій, здатність працю-

вати на паливі з низьким октановим числом тощо), відзначимо, що він дає дещо менш токсичний викид у результаті меншого змісту оксидів азоту.

Давно запатентований німецьким механіком Ванкелем роторний двигун протягом багатьох років допрацьовувався у Німеччині, де у 1964 році було розпочато його невелике серійне виробництво. Японські промисловці, які придбали ліцензію на двигун Ванкеля, витратили деякий час на його вдосконалення і в середині 60-х років створили працездатну конструкцію. В 1967 році фірма "Тойо Когіо" почала серійний випуск автомобілів "Мацуда" з роторним двигуном і до 1980 року випустила мільйон таких автомобілів. З 1970 року автомобілі з роторними двигунами почали випускатися фірмою "Сітроєн" у Франції. Концерн "Дженерал моторс", який перекупив ліцензію у Японії, також проводив роботи над удосконаленням двигуна Ванкеля, проте дещо пізніше американці відмовилися від продовження робіт.

У зв'язку з енергетичною кризою, виробництво автомобілів з роторними двигунами не одержало великого розвитку, за винятком вищезгаданої японської фірми, яка вклала в дослідження і організацію виробництва цих двигунів великі капітали і яка продовжує їх випуск, одночасно вдосконалюючи конструкцію.

Подальше поширення роторного двигуна стримує його головний недолік – менша економічність в порівнянні з традиційним поршневим.

Газотурбінний двигун. Протягом останніх років проводяться дослідження та експериментальне конструювання газотурбінних двигунів для автомобілів. Газові турбіни, як відомо, широко застосовуються у повітряному транспорті. Вони характеризуються малою масою, рекордною питомою потужністю, компактністю, малою кількістю рухомих частин, плавністю роботи та іншими якостями.

Багато конструкторів вважають газову турбіну більш перспективною для важких вантажних автомобілів і автобусів, хоча є випадки створення також і легкових автомобілів. Так, ще на виставці 1969 року в Чікаго фірма "Шевроле" демонструвала легковий автомобіль "Астра-111" з газотурбінним двигуном потужністю 230 кВт при масі турбіни 70 кг.

У 70-х роках компанія "Вільямс" (США) розробила газову турбіну для масового легкового автомобіля потужністю 60 кВт. До переваг цього двигуна слід віднести відсутність вібрації, низький рівень шуму, можливість роботи без системи водяного охолодження і достатньо чисті відпрацьовані гази. Тоді ж було опубліковано прогнози, згідно з якими в США у 1980 році намічався випуск 50 тис. автомобілів, обладнаних такими двигунами. Проте ці сподівання не виправдалися – основна причина цього полягає в меншій економічності газових турбін у порівнянні з карбюраторним двигуном, а особливо – з дизелем.

Недостатній ККД газової турбіни пов'язаний з відносно невисокою температурою робочого процесу. Підвищення цієї температури вимагає застосування дорогих жароміцних металів і складних конструкцій турбінних лопаток. Великий інтерес становили випробування в Швеції експериментального автомобіля з газовою турбіною, в конструкції якої використано жароміцну кераміку, однак на даний час газотурбінний двигун ще залишається складним по конструкції і дорогим.

Паровий двигун. Вимога збереження в чистоті повітряного басейну змусила деяких конструкторів знову повернутися до майже забутої ідеї створення парового автомобіля, що з'явився у Франції та ряді інших країн більш ніж 100 років тому. Тихохідні, але працездатні парові "омнібуси" в Парижі їздили ще у 1873 році. Тоді ж було створено і легкові автомобілі з паровими двигунами. Один екземпляр такого чотиримісного автомобіля, побудованого французькою фірмою "Жардне-Серполле", можна бачити зараз в Національному музеї в Празі. Парова машина, розміщена під підлогою автомобіля, дозволяла йому розвивати швидкість 65 км/год. Парові автомобілі продовжували випускатися і працювати впродовж довгого часу навіть після створення двигуна внутрішнього згоряння і були остаточно зняті з виробництва на початку 30-х років.

У США, Японії, Австралії та деяких європейських країнах зроблені спроби створення зразків сучасних парових автомобілів різних категорій. Їх конструкція включає водотрубний парогенератор, двигун – парову машину високого тиску, допоміжну машину низького тиску (для приведення в дію водяного насоса і вентилятора радіатора) і допоміжне устаткування. Після запуску автомобіль готовий до руху вже через 30–45 с, оскільки пара готується малими порціями. На одному з автомобілів марки "Понтіак", переобладнаного на паромобіль, пара має тиск 5,6 МПа (56 кг/см^2) і температуру 370°С. Чотирициліндровий автомобіль розвиває швидкість до 160 км/год.

У США випущено чотирициліндровий автобус малої місткості з паросиловою установкою. Він розвиває потужність 50 кВт при 1000 об/хв (максимальний режим 2000 об/хв). Максимальна швидкість становить 106 км/год. Витрата палива – 21,3 л на 100 км пробігу.

У Австралії побачив світ паровий вантажний автомобіль вантажопідйомністю 5 т для руху зі швидкістю 88 км/год. Час на пуск складає 2 хв 15 с. Паливом є гас. Витрата води на 100 км – 13 л.

Там же було сконструйовано експериментальний легковий автомобіль з паросиловою установкою. Парогенератор (котел) вміщає лише 2,2 л води і забезпечує підготовку пари для руху через 45 с після вмикання. Основний запас води міститься в окремому баку місткістю 22,7 л. Робочий тиск пари складає 1,4–8,5 МПа (14–85 кг/см^2). Двоциліндрова парова машина при

4000 об/хв розвиває потужність 33 кВт. Автомобіль може розвивати швидкість до 152 км/год. Витрата палива (гасу або спирту) складає 9,5–11,3 л на 100 км пробігу. Маса силової установки 158 кг.

Паралельно з випуском малогабаритних поршневих автомобілів, зроблено спроби використання в якості двигуна парової турбіни. Створено, зокрема, парову турбіну потужністю 60 кВт для легкового автомобіля.

У США проводилося випробування парової турбіни з одним колесом діаметром 140 мм на автобусі. При тиску пари 63,3 кГ/см^2 і температурі 510°С турбіна розвивала потужність 160 кВт при 60 тис. об/хв.

Сам по собі паровий двигун екологічно абсолютно чистий. Він або дає викид водяної пари, або не дає ніякого. Якщо робочий цикл замкнений, відпрацьована пара конденсується і потім, у вигляді живильної води, знову поступає в котел. Однак атмосфера забруднюється відпрацьованими газами пальника котла.

Двигун Стирлінга. Останнім часом, при пошуці перспективних технічних рішень, відродився інтерес до двигуна зовнішнього згоряння, ідею якого запропонував Р.Стирлінг ще у 1816 році. Використавши цю ідею, інженери голландської фірми "Філіпс" після 20 років праці створили цілком працездатну конструкцію такого двигуна.

Повітряні двигуни досить широко застосовувалися в XIX та на початку XX сторіччя в шахтах, на підніманні води, в друкарнях, в якості суднових машин та у ряді інших областей. Принцип дії таких двигунів був простим: дно великого циліндра з поршнем нагрівалося пальником, нагріте повітря піднімало поршень, виконуючи корисну роботу, а після випуску теплого повітря поршень опускався в початкове положення. Чергова порція нагрітого повітря знову піднімала його.

Сучасний двигун зовнішнього згоряння є герметично закритим циліндром, заповненим над поршнем стислим гелієм або воднем. У процесі згоряння палива газ через стінку циліндра нагрівається і опускає поршень. Відпрацьований газ прямує в камеру охолоджування, а поршень повертається в початкове положення. Після цього порція холодного газу надходить у камеру розширення (над поршнем) для нагрівання і робочого ходу.

Двигун зовнішнього згоряння може працювати на будь-якому паливі і дає мінімальне забруднення повітря оксидами вуглецю і вуглеводнями, оскільки пальник працює в стабільному режимі з оптимальним співвідношенням палива і повітря. Він є практично безшумним.

Вважають, що при використанні тепла, наприклад, розплавленого літію, такий двигун може взагалі обходитися без пального, що є важливим і реальним при роботі в межах міста. Фірма "Філіпс" розробила акумулятори тепла енергоємністю до 23 кВт-год. На даний час побудовано досить багато дослідних зразків двигуна Стирлінга потужністю від 7 до 265 кВт, призначених для автомобілів, автобусів, суден, а також стаціонарних.

До важких і ще не повністю розв'язаних проблем відносяться складність конструкції і необхідність забезпечення протягом терміну експлуатації двигуна повної герметичності для збереження робочого тіла (гелію або водню). Проблемою є також висока вартість двигуна. Тому двигун Стирлінга поки що не може конкурувати з двигунами внутрішнього згоряння.

Інерційний двигун (маховик) є найдавнішим типом двигуна. Гончарний круг, вік якого становить більше 5 тисяч років, по суті є маховиком.

Ідея використання кінетичної енергії маховика для руху машини не є новою, проте реалізацію вона одержала лише в середині XX століття, коли у Швейцарії було випущено 17 міських автобусів, що приводилися в рух саме за допомогою інерційних двигунів – так званих жиробусів (гіробусів). Жиробуси експлуатувалися протягом 16 років.

Основу двигуна на цих машинах становив маховик масою 1,5 т (10% від маси жиробуса), який перед початком руху протягом 25 хвилин розкручувався електродвигуном до 3000 об/хв і "запасав" 9 кВт-год енергії. Після розкручування оборотний електродвигун, сполучений з маховиком, працював вже як динамо-машина і живив тягові двигуни жиробуса, який внаслідок цього міг розвивати швидкість до 50 км/год і проходити шлях до наступного заряджання (розкручування) до 5 км. Фактично швидкість жиробуса складала 20–25 км/год. На шляху 2,5 км він витрачав 60% запасу енергії і вимагав зарядки. Тому зарядні пристрої розміщувалися через 1,0–1,2 км, що відповідало і вимогам розміщення зупинок для пасажирів. Великою перевагою маховика є його екологічна чистота, відсутність токсичних викидів і шуму, а також високий ККД.

Найголовнішим недоліком даного двигуна слід визнати його малу енергоємність, і, як наслідок, незначний пробіг між заряджаннями. Проте дослідження і експерименти над ним продовжуються. В США, наприклад, спроектовано супермаховик масою 100 кг, який, згідно з розрахунками, при 30 000 об/хв може забезпечити пробіг легковому автомобілю 160 км. Хоча реалізація такого проекту принципово можлива, слід вирішити чимало складних науково-технічних задач і визначити економічну доцільність його масового впровадження.

Оригінальний легковий автомобіль розроблено і випущено наприкінці 70-х років в США. Ця машина є шестимісною з економічним двигуном потужністю 44 кВт. У багажнику змонтовано важкий сталевий махо-

вик діаметром 950 мм і масою 231 кг. Обертаючись на магнітних підшипниках у вакуумі, маховик при 15000 об/хв розвиває потужність 100 кВт. Через електрогенератор ця потужність передається тяговому електродвигуну, а потім – на ведучі передні колеса. Початкове розкручування маховика відбувається за рахунок зовнішньої електромережі. Цей автомобіль може працювати в наступних режимах: як звичайний – на двигуні внутрішнього згоряння при зупиненому маховику, і як електромобіль від маховика, що забезпечує запас ходу 36 км при швидкості 48 км/год; можливий також варіант і сумісної роботи машини в обох режимах: у межах населених пунктів водій може використовувати тільки енергію маховика, а за їх межами – економічний двигун внутрішнього згоряння, різко підвищуючи потужність силової установки за рахунок підключення енергії маховика при короткочасній необхідності прискорити розгін або підняти швидкість руху на крутому підйомі, при обгоні і в інших ситуаціях до 151 км/год.

Незважаючи на такий досить строкатий за принципом дії асортимент альтернативних автомобільних двигунів, не слід забувати, що переважна більшість світового автопарку укомплектована бензиновими двигунами і одним з напрямків подальшого підвищення ефективності їх роботи є пошук шляхів модернізації. На даний час дослідницькі і практичні роботи з удосконалення існуючих двигунів проводяться за наступними основними напрямами: поліпшення системи запалення, зміна процесів подачі палива в циліндри двигунів, влаштування додаткових приладів, що зменшують вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.

Система запалення чинить істотний вплив на процеси згоряння палива.

Безконтактне електронне запалення забезпечує більш потужний розряд на свічах і відрізняється більшою стабільністю роботи. Останнім часом система електронного запалення набуває все більшого поширення. На деяких новітніх моделях зарубіжних автомобілів ця система доповнюється мікро-ЕОМ, що автоматично змінює момент випередження запалення суміші залежно від навантаження на двигун і швидкості руху, оптимізує витрату палива і склад відпрацьованих газів.

Для поліпшення процесу згоряння палива у циліндрах широко застосовується так зване форкамерне, або факельне, запалення. Сутність його полягає в тому, що у малій форкамері збагачена суміш підпалюється електричною іскрою, а потужний факел полум'я, що утворюється при цьому, запалює основну частину більш бідної робочої суміші в циліндрі, чим призводить до інтенсивнішого згоряння палива. Такі двигуни дозволяють зменшити викид всіх токсичних компонентів, включаючи оксиди азоту, і досягати при цьому 10% економії палива.

Зміна процесів подачі палива в циліндри досягається кількома способами. Перший з них – це спроба влаштування на двигуні двох карбюраторів замість одного. Вище наголошувалося, що при роботі двигуна у режимі холостого ходу вміст токсичних речовин у викиді збільшується. Задля зменшення їх кількості при роботі двигуна потрібно відрегулювати карбюратор на збіднену або бідну суміш (1 частина бензину приблизно на 20 частин повітря), але тоді двигун не розвиватиме необхідної потужності при роботі з навантаженням і не забезпечить належної тяги і швидкості. Вихід з цього положення дає встановлення другого карбюратора, який регулюється на нормальну суміш (1 частина палива на 15 частин повітря) і живить двигун на робочих режимах. Пізніше були розроблені нові, складніші конструкції карбюраторів, здатних в одному блоці суміщати вказані функції і готувати необхідний склад робочої суміші на будь-який режим роботи двигуна.

Другий спосіб полягає у зміні клапанного механізму з метою більш тонкого розпилювання і кращого перемішування суміші під час надходження її до циліндрів. У ряді нових конструкцій передбачається регулювання висоти підйому клапанів впуску залежно від навантаження, що покращує процес заповнення циліндрів сумішшю і її згоряння.

Третій спосіб – це відмова від традиційного карбюратора і заміна його приладами (форсунками) для безпосереднього впорскування палива в трубопровід впускання або в циліндри. Ця система, вперше застосована в 1934 р. на спортивних автомобілях, забезпечує найкраще розпилювання палива і перемішування його з повітрям, а також рівномірний розподіл суміші по окремих циліндрах. При цьому способі не спостерігається осідання палива у вигляді крапель на стінках трубопроводу впускання.

Система безпосереднього впорскування особливо ефективна в поєднанні з електронним керуванням, яке автоматично дозує паливо залежно від режиму роботи двигуна. Встановлено не тільки зниження токсичності газів і економію палива, але і підвищення потужності двигунів на 10–20%.

Деякі пристрої впорскування дозволяють утворювати в зоні запалювальної свічки легко запалювану від іскри збагачену суміш. Таке пошарове сумішеутворення забезпечує надійну роботу двигуна при результуючій збідненій суміші. Вказане пошарове розділення одержують різними конструкційними рішеннями, але найчастіше застосовується направлене впорскування палива в камеру згоряння. Система знаходить широке застосування на нових автомобілях.

Методи знешкодження відпрацьованих газів почали розроблятися ще в 30-х роках, але у практичний вжиток нейтралізатори надійшли лише 30 років по тому.

Нейтралізатор – це невеликий прилад, призначений для зниження то сичності відпрацьованих газів шляхом допалювання продуктів неповно згоряння і розкладання оксидів азоту на складові елементи – азот і кисень.

Спочатку вважалося, що такі прилади мають бути дешевими і про тими у виготовленні та експлуатації. У Каліфорнії (США) в 1959 році б ло навіть прийнято штатний закон, що встановлював терміни компле тації всіх діючих автомобілів цими приладами. Подібні пропозиції пізн ше розроблялись і у ряді інших штатів США, а також у деяких країна Європи, проте їх реалізація виявилася непростою й істотно підвищил вартість автомобілів та експлуатаційні витрати.

Розрізняють два типи нейтралізаторів: термічні та каталітичні.

У термореакторі, встановлюваному за випускним трубопроводо здійснюється процес допалювання оксиду вуглецю CO і перетворен його на вуглекислий газ CO_2, а також спалювання незгорілих у цилінд вуглеводнів і альдегідів. Для інтенсифікації процесу допалювання, в к меру термореактора подається додаткове повітря. Реакція окислен проходить при температурі 500–600°C і знижує наявність вуглеводн приблизно в 2 рази, а оксидів вуглецю – в 2–3 рази.

На нових автомобілях термореактори стали вмонтовувати у випу кну систему двигуна з відповідними змінами в цій частині конструк двигуна. Каталітичні нейтралізатори, крім окислення C і CH, можу здійснювати ще і розкладання оксидів азоту NO_X.

Процес окислення C і CH є безполуменевим і протікає при прох дженні відпрацьованих газів через шар носія (наприклад, керамічн гранул) каталізатора. Найкращим каталізатором виявилася платин але цей дорогий і дефіцитний матеріал не може широко застосовуват ся. Дослідженнями встановлено, що платину певним чином можуть з мінити паладій, радій, рутеній, а також оксиди міді, хрому, нікелю, діо сид марганцю тощо.

Ефективність дії каталітичного нейтралізатора істотно залежить в температури в реакторі. Низькотемпературні реактори працюють п 100–300°C, а високотемпературні – при 300–600°C і більше. На перш моделях від високої температури корпус реактора досить швидко пр горяв і вимагав заміни. Пізніше дефект було усунено ціною ускладнен і дорожчання реактора.

Роботи зі створення нових типів і конструкцій нейтралізаторів пр довжуються у багатьох країнах, але вимоги надійності і довговічнос привели поки лише до ускладнення подібних приладів.

Ще один з варіантів полягає у зниженні токсичності відпрацьован газів у результаті їх рециркуляції, тобто повторного засмоктування циліндри (разом з порцією нової горючої суміші) з метою допалюван

C і CH і зниження кількості оксидів азоту безпосередньо в циліндрах двигуна. Однак використання даного процесу веде до деякого погіршення характеристик двигуна, якщо навіть вже не вести мову про ускладнення його конструкції.

5.8. Характеристика основних автовиробників світу

"Рено" (Renault, Regie nationale des ulines) – французька державна автомобільна компанія, що є найбільшою в цій країні. Випускає легкові, вантажні та спортивні автомобілі. Штаб-квартира знаходиться в Булонь-Біякур (маленьке містечко поблизу Парижа).

Історія компанії почалася з першого автомобіля, зібраного Луї Рено в 1898 році – легкої вуатюретки (від франц. Voituorette – візочок, возик), потужністю лише 0,75 к. с. Наступна машина, відома як "модель А" з двигуном "Де Діон-Бутон", потужністю в 1,75 к. с, на трубчастій рамі виявилася дуже вдалою, і Луї разом зі старшими братами організував компанію "Брати Рено" (Renault Frerer), що вже в 1899 році продала 15 "моделей А". Для свого автомобіля Луї сконструював коробку передач, у якій крутний момент на задні колеса передавали не ланцюги, а вал з карданними шарнірами. Ця схема головної передачі залишилася незмінною до цього часу у задньоприводних автомобілів. Брати захоплювалися автомобільними гонками і важливе місце в їх ранньому бізнесі посідали гоночні та спортивні моделі.

З 1900 року фірма переходить на випуск великих і потужних машин. Це моделі AG1 з елегантними і зручними різноманітними кузовами "капуцин", "дубль-фаетон", "ландо", рідкісні у ті часи закриті лімузини. У 1906 році на автомобільному салоні в Берліні компанія представляє свій перший автобус. Одними з перших, в 1905, "Брати Рено" випускають автомобілі-таксі з кузовом "ландоле". Ці машини, прозвані "браунінгами" за свій чорний колір і свою форму, прославилися під час Першої світової війни, коли 600 паризьких таксі "Рено" були мобілізовані в найкоротші терміни для перекидання 5 тисяч солдат до ріки Марна. На ім'я знаменитої битви таксі і отримали прізвисько "марненські". Цьому автомобілю було навіть споруджено пам'ятник! Для потреб французької армії компанія постачала й іншу техніку, судна, авіаційні двигуни (перший двигун для літака зібраний у 1908). Луї Рено сконструював навіть досить вдалі для того часу танки.

"Брати Рено" в передвоєнні роки активно співробітничали з Росією. Для імператора було виготовлено автомобіль лімузин-ландоле на шасі Рено, для спадкоємця престолу придбано "Рено-бебе" – надто простий у керуванні й експлуатації легкий автомобільчик. На

конфіскованих у царської сім'ї автомобілях, як відомо, возили і комуні тичних вождів. Таксомотори "Рено" закуплялися і для нової соціалісти ної Москви, обладнання і технології "Рено" стали основою заводу КІ пізніше знаного як АЗЛК. У 1930-і роки серед моделей фірми з'явили оригінальні автобуси з відкритою платформою.

Фірму безперервно супроводять блискучі спортивні звершенн Сам Луї Рено після загибелі свого брата вже більше не сідав за керм але автомобілі компанії незмінно прикрашали своєю присутністю чи ленні гонки. Відмітним є чудове досягнення 1923 року – першій переї через пустелю Сахару шестиколесного прототипу.

Модель "Жюв 4" з незалежним переднім приводом, що з'явилася 1935 році, стала новим словом у конструюванні автомобілів, але н знайшла визнання у свій час.

Друга Світова війна завдала компанії значних збитків. Заводи в Бі курі були зруйновані бомбардуванням союзників, сам Луї Рено був зв нувачений у співпраці з нацистськими окупантами і помер у в'язниці. 1945 відбулася націоналізація компанії – її перетворено на держав підприємство, що отримало сучасну назву. У 1946 з'являється масо модель 4CV, яка разом зі знаменитим Сітроєн 2CV "поставила фра цузів на колеса". До 1949 закінчується реконструкція заводів і до 195 року випускається 500 тисяч 4CV. У 1958 почав працювати новий з вод по виробництву двигунів "Рено" в м. Клеоні (Нормандія). Пере ньоприводний "Рено 4" стає популярним "маленьким народним авто мобілем" (випуск цієї моделі склав понад 8 мільйонів штук). Також о ладаний переднім приводом "Рено 16" з півторалітровим двигуном, 1965 став піонером впровадження у виробництво кузова "хетчбек" такого, яким ми бачимо його сьогодні. Цей автомобіль з універсал ним і комфортабельним салоном, характерною французькою м'яко підвіскою коліс став елегантним і практичним автомобілем для франц зького середнього класу.

У 1966 році "Рено" підписує угоду з "Пежо" і "Вольво" пр об'єднання технічних ресурсів. У 70-і роки у компанії починається пер од бурхливого зростання: з'являються нові заводи на півночі Франц спільні підприємства "Рено" і "Пежо". У 1979 компанія починає прос вання на престижний американський ринок. У 1982 році "Рено 9" вигото вляється в Сполучених Штатах під назвою Alliance ("Альянс") і обира ється там автомобілем року (цей автомобіль став вірним супутнико Джеймса Бонда в одному з найвідоміших фільмів з цієї серії).

Автомобілі "Рено" вписали яскраві сторінки в історію світового авто мобільного спорту. Команда "Рено" неодноразово перемагає у Формулі– в гонках "24 години Ле-Мана", раллі Париж – Дакар і інших престижни

змаганнях. З "Рено" співпрацюють видатні автогонщики наших днів – Найнджел Менселл, Ален Прост, Міхаель Шумахер.

На даний час автомобілі марки "Рено" випускаються в багатьох країнах світу: Франції, Іспанії, Бельгії, Португалії, Словенії, Туреччині, Китаї, Тайвані, Колумбії, Аргентині, Марокко, Малайзії та Уругваї. Російське виробниче об'єднання "Москвич" (колишній АЗЛК) також тісно співробітничає з прославленою французькою фірмою.

"Ровер" (Rover) – англійська компанія, що виробляє легкові автомобілі і джипи (марки "ровер" і "лендровер"). У 1966 злилася з компанією Layland ("Лейланд").

У 1887 Джон Кемп Старлі і Уїльям Саттон заснували велосипедний завод, на якому з 1889 року почалося виготовлення автомобілів. Спочатку це були прості екіпажі "Ровер 8" з моторами потужністю 8 к. с. Завдяки своїм винятковим технічним даним вони користувалися популярністю у споживачів. Фірмі вдалося вийти на ринок автомобілів середнього класу, виробляючи такі привабливі і вдосконалені моделі, як представлений у 1911 році седан "Ровер 12". При потужності двигуна 28 к. с. автомобіль розвивав швидкість 80 км. У 30-і роки фірма на деякий час намагалася вийти на ринок автомобілів вищої групи середнього класу.

Після Другої світової війни "Ровер" став першою фірмою, яка почала займати позиції на зростаючому ринку позашляхових автомобілів. Було розроблено автомобіль з повним приводом (чотири ведучі колеса), що став дуже популярним серед фермерів і військових. Знаменитий Defender ("Захисник"), довгобазова модель "Ленд Ровер", задуманий як універсальний надійний автомобіль післявоєнного періоду, ось вже 50 років випускається практично без змін і його вигляд нагадує все той же післявоєнний зразок. Модель, як і раніше, вважається кращим повноприводним "позашляховиком".

У 1970 році компанія запропонувала клієнтам нову модель Range ROVER, що унікально поєднувала прекрасну прохідність ранніх Range ROVER і комфорт дорожньої машини. Автомобіль комплектувався V-подібним 8-циліндровим алюмінієвим двигуном фірми "Б'юїк" з робочим об'ємом 3,5 л, лонжеронною рамою і витривалою пружинною підвіскою коліс, оснащеною саморегульованими пружинними елементами, що забезпечують плавність ходу. При цьому зберігалася унікальна здатність Range ROVER долати бездоріжжя. Сьогодні, після майже 30 років, цей автомобіль однаково впевнено почувається і на сільській дорозі, що розкисла, і на прекрасному шосе Французької Рів'єри.

До здобутків компанії у 80-х роках можна віднести створення ще однієї досить відомої моделі: ROVER Metro 6R4. Автомобіль є повно-

приводним, з V-подібним двигуном з шісткою, встановленою посеред ні. У 1986 на автомобільній виставці в Турині демонструвалася вер даної машини з турбодвигуном об'ємом 2,4 л, що забезпечував дос нення швидкості 152 км/год.

Автомобілі "Ровер" серії "200" випущені для європейського рин Це сучасне і доволі велике сімейство складається з шести модел обладнаних потужними двигунами у 86 і 105 к. с., що являють собо високоекономічні турбонаддувні дизелі робочим об'ємом 1994 см³ впорскуванням палива.

"Роллс-Ройс" (Rolls-Royce PLC) – англійська компанія, що вип скає дорогі престижні автомобілі класу "люкс" і двигуни.

Назва компанії зберігає пам'ять про двох її засновників – блиск чого аристократа і спортсмена Чарльза Роллса і талановитого напол гливого інженера-самоука і підприємця Генрі Ройса. Першим вдал витвором фірми став 6-циліндровий автомобіль 1906 року (моде 40/50). Цей "Срібний привид" (Silver Ghost) став ледь не найвідоміш автомобілем у світі, в якому вишуканість і досконалість ліній поєднув лася з найвищою якістю матеріалів і складання, а також з класич простою конструкцією шасі.

Конструкція, тип кузовів, обробка зазнавали постійних змін, а якіс завжди залишалася не просто високою, а недосяжною. Невеликі се отримували назви "Лондон-Единбург" (на честь автопробігу 1911 рок "Альпійський орел" (на честь альпійського раллі 1913 року), для інд випускався "Колоніал". На шасі останньої моделі під час Першої світов війни для британських збройних сил випускалися броньовики "Контин нтал".

Престиж марки "Роллс-Ройс" зріс настільки, що компанія стала п стачальником автомобілів для британського королівського дому і баг тьох аристократичних родин світу. Вітчизняному читачеві цікаво дізнат ся, що два автомобілі "Роллс-Ройс", на яких возили В.І. Леніна, були "експропрійованими", а спеціально замовленими в Англії за величезні д голодуючої Росії гроші, тобто без "роллс-ройса" радянський вождь ніб вже і не вважав себе рівним іншим повелителям світу.

Завдяки відносній економічній стабільності Британії, де платоспр можні покупці не надто постраждали від "Великої депресії", компанії і в кр зові 30-і роки вдалося зберегти свої позиції на автомобільному ринку.

У 1931 році до компанії приєднується фірма "Бентлі" з репутаці виробника дорогих і надійних спортивних автомобілів, дуже схожих з основними параметрами на "Роллс-ройс". Марка "Бентлі" зберігаєтьс до цього часу.

З 1966 року в гамі моделей компанії більш масово з'являються купе та кабріолети.

У 1971 "Роллс-ройс" збанкрутів, але статус національного надбання врятував компанію – британський уряд вклав у неї 250 млн. доларів. Після офіційного визнання банкрутства, фірму було реформовано і поділено на декілька підрозділів, один з яких отримав назву автомобільної компанії Rolls-Royce LTD, що у період з 1971 до 1987 року знаходилася під керівництвом держави.

У 1982 побачив світ автомобіль "Срібний дух" (Silver Spirit), оснащений двигуном V8. На думку фахівців, це відбулося не без впливу представницьких автомобілів "Каділлака".

Після приватизації 1987 року відбулася зміна назви компанії на Rolls-Royce PLC. В 1998 році вона була придбана концерном BMW.

Розкішні "Роллс-ройси", як і раніше, виробляються вручну, за індивідуальними замовленнями. Члени королівської родини Великобританії традиційно користуються "Роллс-ройсами" (відомо, що бажання нині покійної принцеси Діани замовити спортивну машину небританського виробництва викликало хвилю обурення).

"Сааб" (Saab, Svenska Aeroplan Aktiebolaget) – шведська компанія, що випускає легкові і вантажні автомобілі (останні виходять під маркою Scania – "Сканія"), а також авіатехніку. Контролюється концерном "Дженерел Моторс". Штаб-квартира знаходиться в Тролльхеттані.

Компанія заснована у квітні 1937 року для виробництва військових літаків. Ідея виробляти автомобілі народилася після війни, коли невелика бригада авіаінженерів на чолі з Гуннаром Лунгстрьомом приєдналася до лабораторії технічного дизайну Sixten Sason, одному з підрозділів "Сааба". Концепція Лунгстрьома лягла в основу першого дослідного зразка автомобіля малого класу Saab 92.001, випущеного наприкінці 1946 року. Тут відразу проявилися відмінні ознаки "Саабів": прекрасний аеродинамічний кузов (позначилася спорідненість з літаками), незалежна підвіска коліс. Перші автомобілі оснащувалися двопоршневими двигунами типу DKW, які пізніше були замінені більш потужними.

Компанія була піонером у багатьох починаннях, що стосуються безпеки автомобіля: вперше запровадила ремені безпеки (1962), гальмівні диски з вентиляцією, ударостійкі дверні балки. Першочерговою справою компанії є і турбота про всілякі зручності водіїв і пасажирів: модель "99" обладнано склоочисниками для фар, сидіннями з підігрівом і бамперами, що самопоновлюються. Компанія зосередила свої зусилля на удосконаленні 99-ї моделі, яка, починаючи з модифікації "900", представленої в 1978, нині відноситься до числа престижних і вель-

ми недешевих автомобілів. З 1979 року "Сааб" співпрацює з дизай
рами компанії "Ланча" (Lancia).

Сучасні автомобілі "Сааб" – це зразок "скандинавського дизайну
його елегантною простотою. Серед сучасного "автонатовпу" легко ви
няється аеродинамичність ліній дітищ компанії. Інша відмінна риса
"розумних" машин – максимальна зручність і простота керуван
Хоча кожного разу видається неможливою вигадка більших зручн
тей в масовому автомобілі, дизайнери фірми повсякчас приголомшую
споживача.

З 1968 "Сааб" об'єднався з фірмою-виробником вантажних авто
білів Scania Vabis ("Сканія Вабіс"). У 1989 році "Дженерал Моторс" п
дбав контрольний пакет акцій компанії, що послужило ще одним кр
ком до поширення її продукції на європейському ринку.

"Сітроєн" (Citroën) – французька автомобільна компанія, що
робляє легкові автомобілі. Входить в корпорацію "Пежо". Штаб-кварти
знаходиться в місті Ней-сюр-Сен.

Заснована в 1919 Андре Сітроєном як "Акціонерне товариство С
роєн" (Sociète anonyme Andre Citroën) з метою масового виробниц
недорогих автомобілів. Слідом за першою моделлю "10CV" з'являєть
"5CV" – 4-циліндрове малолітражне авто без передніх гальм, з чверт
еліптичними ресорами спереду і ззаду, позбавлене претензій і здат
їздити низькоякісними сільськими дорогами. У випуску автомобілів ко
панія використала метод Генрі Форда.

Перші таксомотори "Сітроен" з'являються у 1921 році, а до 1933 р
ку автомобілі цієї марки склали 90% паризького таксопарку.

У 1932 році було представлено "модель 7" високого класу Tracti
Avant, створену за вирішальної участі Кі Жавеля. Непропорційно вел
для періоду "Великої депресії" фінансові витрати на надання "путівки
життя" цій вдалій моделі з переднім приводом (випуск різних модифік
цій тривав до 1957 року) призвели до втрати Андре Сітроєном контрол
над власним підприємством – компанія потрапляє під контроль гру
промисловців "Мішлен".

У 1966 році "Сітроєн" і німецька фірма NSU спільно розробляю
автомобіль з двигуном Ванкеля, але створена компанія "Комотор" пр
існувала недовго. У 1965 році в "Сітроєн" вливається фірма "Пан
Левассор", яка постійно підтверджує свою репутацію найбільшого в св
виробника броньованих автомобілів. З 1976 року "Сітроєн" входить
концерн "Пежо" на правах самостійного відділення із збереженн
своєї марки легкових автомобілів.

"Сузукі" (Suzuki Motor Cc. LTD.) – японська фірма, що виробляє малолітражні і компактні автомобілі підвищеної прохідності. Штаб-квартира знаходиться в місті Хамамацу.

Фірму "Сузукі", яка спочатку займалася виробництвом ткацьких станків, було засновано у 1920 році. В повоєнний час вона постійно розширювала спектр продукції, і у 1952 році випустила перший мотоцикл, а в 1955 році – автомобіль. Зараз компанія займається випуском малолітражних і компактних автомобілів підвищеної прохідності. Серед моделей фірми – Alto, Swift, Baleno, SJ Samurai, Witara та Wagon R+.

У 1981 році було випущено першу модель Alto. Модифікація, призначена для європейського ринку, оснащена однолітровим 4-циліндровим двигуном потужністю 54 к. с. На замовлення машина випускається з п'ятиступінчатою або триступінчатою автоматичною коробкою передач. З осені 1994 року автомобілі цієї моделі виготовляються в Індії. Для підвищення попиту, 5-дверний хетчбек продається по ціні 3-дверного.

Машини моделі Swift випускаються для європейського ринку в Угорщині на підприємстві Suzuki. Випуск Swift, помітно скорочений і тепер випускаються лише 3- і 5-дверні хетчбеки у варіантах GLS і GC з економічним двигуном з об'ємом 1 л і потужністю 53 к. с. На відміну від Alto, Swift оснащено надувними подушками безпеки.

Модель Baleno випускається з кузовом "універсал" і 4-циліндровим 16-клапанним двигуном з робочим об'ємом 1,3 і 1,6 л.

У 1997 на Женевському міжнародному салоні Suzuki демонструвала модель Wagon R+. Машина базується на агрегатах моделі Alto і має чотиримісний 5-дверний кузов з новим однолітровим 4-циліндровим двигуном потужністю 65 к. с. Модель випускається в повноприводній модифікації.

"Татра" (Tatra-Přibor) – чеська фірма, що займається виробництвом автомобілів. Штаб-квартира знаходиться в місті Пршибор.

Фірма "Татра" розпочала виробництво автомобілів ще в 30-і роки з випуску моделей із заднім розташуванням двигуна, обладнаного повітряним охолоджуванням.

Компанія, дотримуючись своїх традицій і сьогодні, випустила на ринок модель Т700 з восьмициліндровим мотором робочим об'ємом 3,5 л і потужністю 200 к. с., повітряним охолодженням, розміщеним над задньою віссю і двома розподільними валами в кожній головці циліндрів, що приводяться в рух зубчатим ременем. Цей автомобіль має прекрасно оброблений дорогими матеріалами салон, регульовані сидіння. Кузов і інтер'єр автомобіля в 1996 році були піддані серйозній стилістичній доробці, і тепер це простора і зручна дорожна машина, яка задовольняє смаки найвибагливіших споживачів.

"Тойота" (Toyota Motor Corporation, Toyota Jidosha KK) – японська ав-томобільна компанія, що входить до складу фінансово-промислової груп "Тойота". Одна з найбільших автомобільних компаній світу. Випуска свою продукцію під різними марками, в тому числі "Дайхатсу". Штаб квартира знаходиться в м. Тойота.

Історія компанії бере початок 1933 року, коли було засновано відділ розробки автомобілів японської компанії Toyota Loom Works, який чере чотири роки перетворився на незалежну фірму. Перша модель, кабріоле Toyota AB, була своєрідним гібридом моделей "Крайслер" і "Форд" на шас "Шевроле". Модель мала успіх і стала основою для подальших розробок. деякими модифікаціями вона випускалася в перші післявоєнні роки. З кін ця 1950-х років компанія зробила різкий ривок і досягла успіху, розпочав ши в 1958 році експорт своєї продукції до США, а з 1962 року – до Європ (модель Corolla 1100).

У 1967 році до "Тойоти" приєдналась компанія "Дайхацу Мотор" Динаміка продажу продукції стабільно зростала, оскільки ціна високоякі сних і естетично привабливих японських автомобілів була істотно мен шою від американських та європейських аналогів. У 70-80-х роках ком панія швидко завоювала також і ринок позашляхових та спортивних ав томобілів.

У 1989 році з'являється модель Lexus LS400 з новаторським чоти рикулачковим V-подібним 8-циліндровим двигуном, оснащеним двома розподільними валами в кожній головці циліндрів.

На даний час "Тойота" експортує свої автомобілі в 140 країн світу.

"Субару" (Subaru-Fuji Industries Ltd.) – японська фірма, що випуска легкові і вантажні автомобілі, бере участь в авіабудуванні і виготовля промислове обладнання. Штаб-квартира знаходиться в Токіо.

У 1956 році компанія Fuji ("Фуджі") заснувала філіал "Субару", який спочатку випускав мопеди Rabbit ("Кролик"). Через два роки компанія ви пустила автомобіль Minicar 360 ("Міні-автомобіль 360"), розміри якого бу ли дещо більшими, ніж це могло б випливати з назви. Перша повністю самостійна розробка фірми – передньоприводна модель FE – з'явилася на ринку у 1968 році. Тоді ж компанія увійшла до складу корпорації Nissan хоч залишалася самостійною торговою маркою. Складальні підприємства компанії було відкрито за межами Японії, зокрема в Новій Зеландії і Таї ланді.

Фірма виробляє моделі Justy, Impreza, Legacy, SVX Libero та Forester.

Модель Justy, найкомпактніша з перерахованих, випускається в Японії і є аналогом Suzuki Swift (Угорщина). Автомобіль комплектується досконалим 4-циліндровим двигуном, повним приводом всіх коліс муфтою в'язкості

міжосьового диференціалу. Модель випускається в три- і п'ятидверній модифікації. Машина володіє хорошими тяговими якостями і оснащена гідропідсилювачем керма і безступінчатою трансмісією ECTV.

Автомобіль Impreza базується на вкороченій платформі Legacy. Модель випускається з чотиридверним кузовом "седан", п'ятидверним "хетчбек" і дводверним "купе". На автомобіль встановлюються двигуни трьох варіантів: об'ємом 1,6 л і потужністю 90 к. с., 2,0 л і 115 к. с. відповідно, а також 2,0-літровий бензиновий мотор з турбонаддувом потужністю 211 к. с. Машина має ефективні гальма, ергономічну панель приладів і високий технічний рівень двигунів. За додаткову ціну на модель встановлюється повний привід коліс і високоякісне обладнання. У серійну комплектацію обов'язково входять дві подушки безпеки і АБС.

Автомобіль Libero не можна зарахувати до жодної категорії – через його крихітний розмір. Машина розрахована на 6 пасажирів або 600 кг і може бути з успіхом використана для сімейних прогулянок за місто. На модель SDX-SR для більшої зручності встановлені обертові передні сидіння. Автомобілі оснащені 3-циліндровим двигуном з робочим об'ємом 1,2 л і потужністю 54 к. с. при 4600 об/хв. Кузов з великим люком і високим дахом з кожної сторони має широкі зсувні двері. На задніх дверях – однощітковий склоочисник і склообігрів. Салон компонується за бажанням клієнта, всі сидіння випускаються з підголовниками, ременями безпеки і підлокітниками.

Нова модель Forester виробляється з літа 1997 року і у вересні її було представлено на Франкфуртському автосалоні. Ця машина є автомобілем підвищеної прохідності, оснащена дволітровим оппозитним двигуном потужністю 122 к. с. і п'ятиступінчатою коробкою передач.

Крім виробництва автомобілів, Subaru бере участь в авіабудуванні, виробництві вантажних автомобілів, потягів, промислового обладнання.

"Феррарі" (Ferrari) – італійська компанія, що займається випуском гоночних та елітних автомобілів. З 1989 року є дочірньою компанією концерну "ФІАТ". Штаб-квартира знаходиться в місті Маранелло.

Компанія була заснована в 1939 році відомим гонщиком і випробувачем автомобілів "Альфа-Ромео" Енцо Феррарі і спочатку носила назву "Auto Avio Costruzioni". Профілем фірми було виготовлення різного обладнання для автомобілів. Автомобілі, виготовлені компанією, випускалися під маркою "Альфа-Ромео", згідно з укладеним між цими фірмами договором. Перший автомобіль, що носив вже власне ім'я "Феррарі", з'явився у 1946 році. Це була модель Ferrari 125 з потужним 12-циліндровим алюмінієвим двигуном, покликана втілити в життя мрію її творця: додати звичайному дорожньому автомобілю властивості гоночного без зазіхання на ком-

фортабельність. В якості торгової марки фірми Енцо Феррарі обрав жер ця, що скаче на жовтому фоні.

Загалом до початку 1954 року Енцо Феррарі випустив біля 200 авто білів у ексклюзивно-дорожньому варіанті і 250 гоночних моделей. Створ ючи свої дорожні автомобілі, Феррарі звертався до різних дизайнерсь компаній, завдяки яким його моделі не були схожими одна на одну. А модель 250 GT 1954 року поклала початок багаторічній і найвигідні співпраці з компанією "Пінінфаріна".

З 1957 до 1962 року випускався видозмінений "Ferrari 250 GT Cali nia" з хижо загостреним профілем і знімним дахом. Свою першу перем ця машина отримала в гонках Tourist Trophy 1960 року на трасі Гудвуд.

У 1987 році колектив конструкторів, очолюваний самим засно ком компанії Енцо Феррарі, підготував модель F40, позначену як "су зусиль компанії за роки її існування". Свій початок F40 веде від G 1984 року і, на перший погляд, має багато спільного з Ferrari 308GT однак є істотні технічні нововведення: турбонаддув, V-подібний циліндровий двигун повздовжнього (а не поперечного) розташуван встановлений на трубчастій рамі, посиленій несучими панелями з к лара. Потужність двигуна фантастична – 478 к. с.! Все говорить про що колишньою залишилася тільки конфігурація. Кузов цієї супермод виконано з вуглеволокна і кевлара, а її тісний салон цілком відпові спортивній суті машини: в ній відсутній навіть механізм регулюва сидінь. Вражаючі технічні характеристики і ніякого комфорту – ось де 1118-кілограмової Ferrari F40: жорстка підвіска не поглинала дорож нерівностей, кермо відгукувалося на кожну вибоїну, а прекрасний мо демонстрував нескінченну потужність. Вимогливий, нестримно енер ний і привабливий автомобіль – таким стало останнє дітище фундато фірми.

Компанія "Феррарі", що контролювалася ФІАТом ще з 1969 ро остаточно приєдналася до цієї корпорації у 1989 році. Автомобілі "Ф рарі" й дотепер мають репутацію найдорожчих у світі. Кожен з них – легенда.

"ФІАТ" (FIAT, Fabrica Italiana Automobili Torino) – найбільша лійська автомобільна корпорація. Випускає легкові, спортивні і гон автомобілі, вантажівки, різноманітну промислову і сільськогосподарс техніку. Корпорації належать також підприємства, що випускають аеро смічну продукцію. Штаб-квартира знаходиться в Турині.

Компанію заснував у 1899 році Джованні Аньєллі для збирання томобілів по ліцензії "Рено" з двигунами "Де Діон". У 1903 році у Іта було скасовано тарифи на імпортну сталь, що призвело до швид

розширення виробництва: з'явилися оригінальні легкові таксі, вантажівки, автобуси, почалося виробництво двигунів для літаків і суден.

Вперше автомобільна компанія ФІАТ зарекомендувала себе оригінальним виробником моделлю 861 з 10,5-літровим двигуном, перемігши на гонках Гран-Прі у Франції в 1911 році. Перша світова війна вивела ФІАТ у лідери італійського автомобільного виробництва. До початку 20-х років ФІАТ вже стає найбільшою компанією Італії.

У 1936 з'являється "Тополіно" (Topolino, або "ФІАТ-500") – двомісний автомобіль, обладнаний двигуном з робочим об'ємом 569 см^3 – наймініатюрніший автомобіль у світі, запущений у масове виробництво. Спочатку були винайдені форма і об'єм кузова, а лише після цього інженер Дайте Джакоза визначив порядок розташування під ним всіх вузлів і агрегатів шасі із задніми ведучими колесами, сконструювавши їх у вигляді короткої і легкої рами з отворами в лонжеронах для зниження ваги. Необхідна жорсткість отримувалась тільки після прикріплення до рами похилого кузова. В період з 1936 до 1955 років було продано більш ніж півмільйона автомобілів цієї знаменитої моделі.

Під час Другої світової війни підприємства ФІАТ зазнали значних руйнувань, а після визволення Італії їх було націоналізовано. На початку 60-х років компанія знову приватизується – на чолі концерну стають онуки Джованні Аньєллі-старшого Умберто і Джованні-молодший. Вони привнесли нові підходи до організації виробництва.

У 60-х роках ФІАТ співпрацював з СРСР при будівництві Волзького автомобільного заводу в місті Ставрополь-на-Волзі, не без іронії перейменованому комуністичною владою на честь революціонера Тольятті, який ледве не знищив компанію у 20-і роки. Дизайн і конструктивні рішення, характерні для тогочасних легкових ФІАТів, чітко прослідковуються на ранніх моделях "Жигулів".

У 1969 році до корпорації приєднується компанія "Ланча", а у 1986 – "Альфа-Ромео".

Як у минулому, так і у наші дні, основною продукцією ФІАТ є прийнятні за ціною легкові та спортивні автомобілі.

"Фольксваген АГ" (Volkswagen AG) – німецький автомобільний концерн. Виробляє легкові автомобілі, вантажівки, мікроавтобуси. Штаб-квартира знаходиться у Вольфсбурзі.

У 1934 році Фердінанд Порше, відомий німецький конструктор, отримав замовлення від націонал-соціалістичного уряду Німеччини на розробку легкового автомобіля, який би відповідав вимогам часу. Такий автомобіль було змонтовано вже 1935 року. Він отримав назву "Фольксваген", що дослівно означає "народний автомобіль". Після дворічних випробувань,

1937 року було запущено серію "VW30", а у 1938 році автомобіль набу зовнішнього вигляду, знайомого багатьом поколінням. "Фольксваген" від разу оцінили конструктори, інженери та водії. Він став предметом розмов численних публікацій. У 1938 році газета "New York Times" охрестила ав томобіль "жуком" – за зовнішню схожість. Це прізвисько настільки прижи лось, що стало візитною карткою автомобіля.

Для виробництва "народного автомобіля" 26 травня 1938 в місті Вольфсбурзі почалося будівництво найбільшого європейського авто заводу. "Фольксваген" дуже сподобався фашистським ватажкам – на ньому із задоволенням роз'їжджав сам Гітлер. Але війна, що насувала ся, не дозволила налагодити масовий випуск, і в той час автомобілів було виготовлено лише дюжину.

Потужності заводу дали про себе знати вже в повоєнний час – експорт автомобіля, що отримав світову популярність, до кінця 1948 року склав біля 50 тисяч, на внутрішньому ж ринку було продано біля 15 тисяч.

До того часу підприємство вже звільнилося від союзницького конт ролю англійців, і 6 вересня 1949 року "Фольксваген" був повністю пере даний Федеративній Республіці Німеччини. Почався новий етап розвит ку заводу, який передусім був відміченій інтенсивним нарощуванням виробництва і збільшенням збуту.

До 1950 року було випущено 100 тисяч автомобілів, до 1951 – вже 500 тисяч, а 5 серпня 1955 року відбулася урочиста церемонія з нагоди випуску мільйонного "Фольксвагена 2". Девізом цього часу в житті німців стає попу лярна фраза, пов'язана з "Фольксвагеном": "Він член моєї сім'ї".

Перевірена роками надійність і доступна ціна посилили експортні можливості автомобіля. "Фольксваген" продається вже в 150 країн світу. З'являються дочірні фірми за кордоном: у 1953 році – в Бразілії, у 1956 – у ПАР, у 1957 – у Австралії, у 1964 – в Мексиці (тут з 1998 року випускається "жук", що став справжнім "хітом сезону" серед голівудських зірок) та в інших країнах.

Об'єми продажу автомобілів "Фольксваген" на сьогодні є одними з найбільших у світі. Заводи концерну є в 15 країнах світу, продукція випускається під п'ятьма торговими марками. Крім легкових автомобілів, також здійснюється випуск вантажівок, мікроавтобусів. До складу концерну входять "Фольксваген АГ", "Ауді АГ", "СЕАТ С.А.", "Шкода автомобілова", "Фольксваген-Саксонія ГмбХ".

"Форд Мотор" (Ford Motor Company) – американська автомобільна компанія, що випускає легкові автомобілі марок "Форд", "Меркюрі", "Лінкольн", вантажівки, різноманітну сільськогосподарську техніку. "Форду" належить компанія "Ягуар". Штаб-квартира знаходиться в місті Ді-

борік (штат Мічіган), неподалік якого стояла колись ферма батьків Генрі Форда.

Компанія була заснована Генрі Фордом в 1903 році і, згідно з задумом свого творця, відразу призначалася для випуску масового дешевого автомобіля. Спочатку такою була модель "А", а у 1908 році їй на зміну прийшла модель "Т" – "жерстяний Ліззі", як її назвали карикатуристи. Нова модель виявилася такою успішною, що постійно зростаючі підприємства Форда вже не справлялися із замовленнями. У "Форд Мотор" 1913 року вперше в світі на виробництві було введено метод стандартизації взаємозамінних частин виробів і конвейєрну технологію збирання автомобілів. Це дозволило лише за один рік підняти продуктивність праці на 40–60%. Одночасно і зарплата робітників і службовців зросла так, що перевищила середню по промисловості вдвічі. До середини 1914 року побачили світ 500 тисяч автомобілів моделі "Т", а у 1923 році статистика свідчила, що кожен другий автомобіль в Америці виготовлявся на заводах "Форд".

Порівняно вдалою була лінія автомобілів Mercury, запущена в 1938 році. Формально компанією на той час керував син фундатора фірми Едсель Форд, однак його авторитет не був таким високим, як у батька. Почався застій у виробництві, що тривав до початку Другої Світової війни, коли завдяки військовим замовленням справи дещо поліпшились. Після короткочасного правління старого Форда (Едсель помер у 1943 році) 1945 року влада перейшла до Генрі Форда-другого. Зі зміною керівника компанія отримала нове життя.

Запуск у 1955 році серій моделей Thunderbird і Mustang, що стали нині класичними, зміцнив фінансове положення "Форд Мотор". З заводів у Західній Німеччині у 1967 році виходить модель Ford-Fiesta, що завоювала популярність в Європі. З середини 1980-х років масово випускається Taurus.

Купівля компанії "Ягуар" розширила гаму фордівських моделей, які за рівнем комфорту вже давно не нагадують "жерстяну Ліззі".

Цікаво, що компанія "Форд Мотор", піонер у введенні конвейєра, першою серед великих корпорацій і відмовилася від нього, оскільки, на думку її керманичів, сучасні робітники працюють з більшою віддачею і краще виконують роботу, в якій є елемент самостійної творчості.

У "великій трійці" американського автомобільного бізнесу "Форд Мотор" займає почесне друге місце за об'ємами продажу.

"Хонда" (Honda Motor Company, Honda Giken Kogyo KK) – японська компанія, що випускає легкові автомобілі і мотоцикли, різноманітну спеціалізовану техніку, а також двигуни для багатьох ма-

шин. Частину продукції випускає під маркою "Дайхатсу". Штаб-квартира знаходиться в Токіо.

Компанія заснована у 1946 році підприємливим інженером Суітіро Хонда як "Інститут технічних досліджень Хонда" і спочатку випускала невеликі двигуни і мопеди на їх основі. У 1948 році інститут перетворено в компанію з сучасною назвою, яка спочатку зосередилася на випуску мотоциклів, що невдовзі стали широко відомими. Модель "Дрім" (Dream – "Мрія") з двотактним двигуном з об'ємом 98 см^3 була першим кроком до втілення мрії Суітіро Хонда. До 1959 року "Хонда" стала найбільшою у світі компанією з продажу мотоциклів.

Створивши собі ім'я на випуску мотоциклів, з 1962 року компанія розпочала також і виробництво автомобілів. Першим її здобутком у новій галузі став вантажний фургон, а наступною моделлю – двомісний спортивний автомобіль.

У 1972 році, з появою моделі "Сівік" (Civic), "Хонда" завоювала визнання як виробник компактних недорогих автомобілів досить високої якості. У 80-і роки, коли чи не кожна компанія прагнула представити свій суперавтомобіль, модель "Хонда NSX" впевнено перемогла багатьох. Оснащена останніми технічними й електронними новинками, ця модель надійно закріпила високе місце компанії на ринку машин класу "гран туризмо". Всесвітньо відома також модель "Акорд" (Accord).

Підприємства компанії знаходяться також і за межами Японії – у 1959 році в США створене відділення компанії під назвою "Америкен Хонда Мотор Компані", а в 1982 році вона відкрила завод з виробництва автомобілів у штаті Огайо.

"Хюндай" (HYUNDAI Motor Company) – південнокорейська компанія, що займається випуском легкових автомобілів. Штаб-квартира знаходиться в Сеулі.

У 1968 році компанія HYUNDAI, спочатку відома як суднобудівна проектно-конструкторська фірма в різних областях цивільного будівництва, приступила до виробництва автомобілів. Спочатку фірма випускала по ліцензії автомобіль Ford Cortina MK I ("Форд Кортіна МК І"). У 197[illegible] році почав функціонувати відділ розробок під керівництвом Джорджа Тернбулла. У результаті, у 1985 році з'явилася модель HYUNDAI Ропу 1.3, яка призначалася для середнього класу суспільства.

Протягом 80-х років HYUNDAI успішно затвердився на експортних ринках Канади і США. Ряд моделей адаптовано для експортних ринків. Розробка компактних моделей не припинялася. Модель з кузовом типу "спортивне купе" HYUNDAI HCD-II, представлена у 1992 році, було випущено невеликою партією. Цей автомобіль орієнтований на сектор ринку, який цікавиться престижними моделями.

Південнокорейська фірма оптимістично оцінює свої перспективи. Європейці охоче купляють моделі Accent, Lantra, Lantra Combi, Coupe і Sonata, а також новий мікроавтобус H1 Starex і автомобіль малого класу MX, що дебютували на міжнародному автосалоні у Франкфурті.

"Шкода" (Škoda Automobilova A.S.) – чеська машинобудівна фірма. Штаб-квартира знаходиться в місті Млада-Болеслав.

Фундатором компанії є Еміль Ріттер фон Шкода, який заснував наприкінці 1860-х років кузню в місті Пльзені. Виробництво на його приватному підприємстві поступово розширювалося, і на кінець XIX століття утворена компанія вже випускала зброю, локомотиви та продукцію машинобудування. На початку XX століття фірмою було освоєно також випуск авіадвигунів та тракторів.

Виготовлення автомобілів "Шкода" розпочалося у 1925 році після злиття фірми з відомою чеською компанією "Лаурин та Клемент".

Окрім автомобілів, "Шкода" випускає двигуни та чимало різноманітних транспортних засобів. Продукція фірми відрізняється надійністю і довговічністю – електровози "ЧС-4" і тролейбуси "9Тр", виготовлені у 1960–70 роках, зустрічаються у країнах колишнього СРСР навіть сьогодні, й вони по праву вважаються одними з кращих у світі.

У середині 90-х років фірма "Шкода" увійшла до складу німецького концерну Volkswagen, завдяки чому чеське підприємство вдалося значно оновити. З цього моменту почалося активне розширення європейського ринку збуту компанії.

На даний час здійснюється випуск моделей Škoda Octavia і Škoda Felicia різних модифікацій, що відповідають міжнародним стандартам і продаються за досить прийнятними цінами.

Škoda Octavia LX володіє деякими позитивними рисами, що відрізняють її від подібних моделей інших німецьких фірм. Платформа автомобіля запозичена у Volkswagen Golf, на неї встановлюються 15-дюймові (на моделі LX – 14-дюймові) колеса. Машина має кузов "хетчбек", оснащена бензиновим 4-циліндровим рядним двигуном із впорскуванням палива, потужність якого 75 к. с. У комплектацію автомобіля входять дві надувні подушки безпеки, електропривід склопідіймачів, поворотно-зсувний люк на даху і протиугінний пристрій.

Модель Škoda Felicia, що випускається у варіантах "хетчбек" і "універсал", оснащується як бензиновим, так і дизельним двигуном. Наприкінці 1994 року вона змінила собою модель Škoda-Favorit.

У 1999 році почався випуск модифікації Škoda Felicia в новому виконанні, в якої вплив концерну Volkswagen став ще більш помітним. Маши-

на оснащена 4-циліндровим бензиновим двигуном з робочим об'ємом 1 л і потужністю приблизно 50 к. с., внутрішнє оздоблення практично не змінилося, а за розмірами ця модель аналогічна попередній.

"Альфа-Ромео". Назва компанії пов'язана з ім'ям Нікола Ромео, який заробив капітал на продажу обладнання для перевезення ґрунту. Друга частина назви виникає від "АЛФА" (Anonima Lombardo Fabbrica Automobili) – компанії, яку він очолив у 1915 році. Червоний хрест на білому полі і змія з короною виникла з гербу сім'ї Вісконті, герцогів Міланських. Змія, як стверджується, символізує кровожерного дракона, який, згідно з легендою, спустошував околиці Мілана в V столітті нашої ери. Хрест символізує часи першого хрестового походу (1095–1099 рр.), в якому брали участь воїни з Ломбардії. Протягом довгого часу емблему оточував лавровий вінок, що з'явився у 1926 році як пам'ять про виграш автомобілями компанії "Гран-прі" на Всесвітніх автогонках в 1925 році.

"Астон-Мартін". Назва складається з прізвища засновника компанії Леонела Мартіна та із частини назви компанії "Астон Клінтон Хілл Клаймб" в Букенгемширі, де після Першої Світової війни почали випускатися автомобілі. Емблему з крилами запропонував гонщик і журналіст С.К.Х. Саммі Девіс ("Sammy" – іронічне американське прізвисько), а йому цей образ був навіяний скарабеєм – єгипетським символом оновлення життя – і крилами яструба з єгипетського мистецтва. Спочатку чорно-біла, емблема фірми зараз має зелений колір з позолоченими крилами.

Фірму **"Ауді"** заснував у 1909 році Аугуст Хьорер відразу після того, як йому довелося залишити "Хьорер Верке" – компанію, засновану ним десятьма роками раніше. Теперішня назва фірми – це просто перекладене на латину прізвище засновника. У 1939 році суперники вирішили об'єднатися, після чого до них приєдналося ще дві компанії – ДКВ та "Вандерер". Так з'явився концорціум "Ауто-Уніон". "Фольксваген" придбав "Ауді" у 1964 році, але залишив в якості емблеми 4 кола, символізуючи злиття 4-ох компаній.

"БМВ" є абревіатурою назви "Байєрише моторенверке", компанії, яка з'явилася у 1916 році внаслідок злиття "Рапп Флюгмотореверке" та "Отто-Верке", двох найбільших підприємств з виготовлення авіадвигунів. Перша емблема, прийнята у 1917 році, містила зображення пропелера, що обертався. До 1920 року пропелер було сильно стилізовано, коло від нього розділилося на 4 чверті, зафарбовані у традиційні баварські кольори – білий та синій. Емблема, прийнята в наші дні, майже повторює попередню і вперше з'явилася на машинах та мотоциклах БМВ у 1963 році.

"Каділлак", перша модель якого була створена в 1902 році, названий на честь французького дослідника Антуана де ла Мота Каділлака, який у 1701 році заснував місто Вій д'Етруат, відомого в наш час під назвою Детройт, найбільшого виробника автомобілей у світі (штат Мічіган, США). Герб компанії виникає від давнього герба фамілії Мот. Широка полоса в 1-ій та 4-ій чверті – це "фесс", або "пояс військової честі", яким, як стверджується, хрестоносці нагороджувалися за відвагу. Дві групи птахів (по три, на честь Трійці) називаються "мерлеттес" – це геральдичні качки; намальовані чорним на золотому фоні, вони символізують "мудрість, багатство та ясність розуму". Згідно з твердженням самого Каділлака, срібні та червоні кольори в першій та третій чвертях символізували чистоту, милосердя, доброчинність.

"Ягуар" виник від фірми "Swallow Sidecar Company", створеної в Блекпулі Уільямом Ліонсом у свій 21-ий день народження, 4-го вересня 1922 року. Ліонс намагався виготовляти мотоцикли, в тому числі з коляскою. На емблемі зображувалась ластівка в польоті. Протягом п'ятьох років компанія виготовляла кузови для фірм "Остін-7", "Суіфт", "Стандарт" та "Уолселі". У 1931 році компанія "Swallow Sidecar and Coach Company" створила свою першу машину "СС"; ці дві літери зображувалися на шестикутній емблемі. У 1935 році було прийняте рішення дати нову назву фірмі, з 500 пропозицій був вибраний "Ягуар", який символізує швидкість, потужність та красу. В тому ж році, у вересні, з'явилась модель "СС Ягуар"; на її радіаторі знаходилась емблема з крилами. Через деякий час з'явилась емблема з головою ягуара. Після війни компанія перестала використовувати ініціали "СС", оскільки вони асоціювались абревіатурою спеціальних загонів гітлерівських військ, і прийняла назву "Jaguar Cars Ltd".

"Ланча" була заснована в Турині у 1906 році двома колишніми водіями-випробувачами фірми "ФІАТ" Вінченцо Ланча та Клаудіо Фоголіно. Емблемою фірми є прапор на списі ("Lancia" перекладається як "спис") на фоні рульового колеса і щита. Цей знак створив італійський піонер моторного транспорту граф Біскоретті ді Руффія в 1910 році. В цьому ж році символ компанії з'явився на автомобілі "Гамма" в більш складній формі, ніж та, що існує зараз.

"Мерседес-Бенц" засновано 1926 року під назвою "Даймлер-Бенц АГ", в цій назві об'єднувалися два прізвища (а в емблемі – символи) піонерів автомобільної індустрії – Карла Бенца, творця першого в світі триколісного автомобіля з бензиновим двигуном у 1886 році, та Готліба

Даймлера, який у тому ж році створив автомобіль на чотирьох колесах. Після смерті Даймлера в 1900 році володіти компанією стали два його сини. Звернувши увагу на емблему, брати згадали лист від батька, надісланий його дружині, з малюнком зірки, яку він сподівався побачити над заводом "Даймлер" як зірку, що приносить розквіт. У 1909 році в якості торгової марки було затверджено два зображення зірки – з трьома та чотирма променями, але визнання знайшла трипроменева, покликана символізувати велич компанії в трьох середовищах – на землі, на воді та у повітрі. Бенц же в якості товарного знаку вибрав у 1903 році рульове колесо; шістьма роками пізніше воно поступилось місцем лавровому вінку. На знак злиття обох компаній у 1926 році цей символ об'єднали з зіркою Даймлера. Сучасний вигляд емблема має з 1937 року.

У 1899 році австрійський бізнесмен, дипломат та автогонщик-любитель Еміль Джеллінек виграв автогонки "Найс Спіл Трейл" під псевдонімом "мсьє Мерседес", який взяв на честь своєї дочки (саме ім'я походить від іспанського "удача"). Наступного року Джеллінек обмовив право продавати в Австрії та Франції нову машину Даймлера "Сімплекс" під тим же ім'ям, яке скоро стало широко відомим і популярним настільки, що компанія стала присвоювати його наступним моделям. Цікаво, що Джеллінеку його псевдонім так подобався, що приблизно 1903 року він офіційно прийняв прізвище Джеллінек-Мерседес.

Назва **"МГ"** довгий час асоціювалась зі спортивними машинами. Спочатку так позначались автомобілі "Морріс Гараджес" торгового відділення роздрібної торгівлі заводу фірми "Морріс" в Коулі, недалеко від Оксфорда. Сесіл Кімбер, генеральний менеджер, вирішив модернізувати машину "Морріс Оксфорд" у 1924 році, модифікована модель отримала назву "М.Г. Супер спортс". Створена на базі "Морріс Мінор", ця машина стала першим у Британії загальнодоступним спортивним автомобілем. Емблема, яку Кімбер розробив та зареєстрував у 1928 році, як стверджується, має форму головки восьмикінцевого гвинта. Емблема ставилася на застібку капота та дверні ручки; восьмикутник також видавлювався на ковпаках коліс, на ручці коробки передач та приладовій панелі.

"Мітцубісі" є однією з найбільших компаній світу. Спочатку це було невелике підприємство, засноване у 1870 році Ятаро Івасакі, яке у 1886 році отримало нову назву – "Мітцубісі". Товарний знак у вигляді трьох ромбів походить від герба, чи "мону" прізвища Івасакі. "Мон" вперше з'явився в 1917 році як символ "Мітцубісі": "загальна відповідальність перед суспільством, чесність та взаєморозуміння між народами через торгівлю".

"Ніссан" посідає п'яте місце в світі за кількістю вироблених автомобілів. Фірму було засновано в 1933 році спільними зусиллями двох компаній – "Ніхон Сангіо" та "Тобате Імоно", які збирались виготовляти та продавати автомобілі "Датсун". Спочатку компанія називалась "Дзідоша Сейз" і в "Ніссан" була перейменована в червні 1934 року ("Ні" від "Ніхон" – Японія, "сан" від "сангіо" – промисловість). Однак для продажу на Заході ще довго використовували назву "Датсун", доки в кінці 1982 року її не було змінено на "Ніссан". На емблемі червоне коло символізує сонце, а синій прямокутник – небо. В цілому ж, знак, як стверджує компанія, виражає гасло "щирість приносить успіх".

"Пежо" бере свій початок з 1810 року, коли Жан-П'єр Пежо переробив сімейний вітряк на металообробне підприємство, яке стало виготовляти інструменти та пружини. До середини XIX століття асортимент продукції розширився до кавомолок, пружинок для пенсне, каркасів дамських кринолинів та парасольок. У 1880 роках онук Жан-П'єра Арманд переорієнтував підприємство на виробництво принципово відмінної продукції – велосипедів з дерев'яними колесами. У 1890 році фірма вперше збудувала власний автомобіль. Обсяги виробництва з кожним роком набували обертів, доки в 1900 році компанія не стала випускати по машині майже щоденно. Девіз "Пежо" в наші дні –"Лев іде від потужності до потужності". Лев, який з'явився на емблемі компанії у 1858 році, вже тоді символізував потужність. Зображення лева часто переглядалося, а його сучасний стилізований вигляд – "рампан" – сформувався у 1978 році.

Фірму "Пежо" з образом лева пов'язують ще дві обставини: батьківщина її засновника – місто Монтбельярд – є частиною історичної області Франш-Конте, на гербі якої присутній лев, а заводи компанії розміщені біля Бельфорда, де монумент Лева нагадує про безуспішну німецьку облогу 1871 року.

"Порше" названо на честь німецького дизайнера доктора Фердінанда Порше – автора багатьох винаходів. Зокрема, ще в 1897 році він збудував автомобіль, який використовував сонячну енергію, а в середині 1930-х років ним було створено проект "Фольксвагена", пізніше відомого як один з найбільш масових автомобілів. Хоча Порше заснував свою власну проектну фірму ще у 1931 році, тільки з 1948 року його син Феррі став присвоювати цю назву розроблюваним автомобілям. Їх виробництво почалося в 1950 році. Кінь на емблемі компанії запозичений з герба Штутгарта, заснованого в середині століття на місці кінного заводу (спочатку назва була "Stuten Garten" – "Сад кобил"), а роги та червоні і чорні смуги – з герба королівства Вюртемберзького. Цей об'єднаний герб з'явився в якості емблеми "Порше" в 1952 році.

"Вольво" у дослівному перекладі з латини означає "я кручуся". 1924 році Оскар Габрієлсон, комерційний директор шведської фір SKF, що виробляла підшипники, створив нову компанію в співпрац колишнім дизайнером SKF Густафом Ларсоном. На керівництво S перші проекти справили враження, і компаньйонам було виділено к дит на випуск першої тисячі машин, а також запропоновано назву Volvo, під якою фірма зареєструвалася декількома роками пізніше. П рший автомобіль "Вольво", названий "Якоб", зійшов в конвейєра у П теборзі в квітні 1927 року і ніс на радіаторі широко відому нині емблем діагональною смугою, колом зі стрілою. Коло зі стрілою, що символі вало залізо, містило натяк на шведську сталеливарну промисловіст яка надала матеріали для нової машини. У 1975 році цей символ (як також означає особу чоловічої статі, а в астрології – Марс) був з ем леми прибраний.

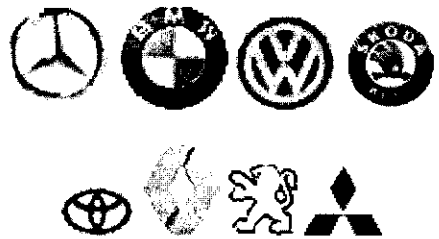


Рис. 5.8.1. Емблеми провідних світових автовиробників

6. ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

6.1. Народження та розвиток залізниць. Паровози

З розвитком цивілізації виникла нагальна необхідність транспортування на значні відстані великих об'ємів вантажів, тому людський розум невпинно працював над пошуком ефективних рішень пов'язаних з цим проблем. Ще за давніх часів було встановлено, що по колії кінь може пересувати візок у 8 разів тяжчий, ніж по звичайній дорозі.

Колійні дороги, що призначалися для перевезення вантажів, споруджувалися ще у Давньому Єгипті, Греції та Римі. Влаштовані вони були наступним чином: по брукованій камінням дорозі проходили дві паралельні глибокі борозни, призначені для кочення коліс візків. У середньовічних рудниках для пересування дерев'яних вагонів існували дороги, складені з дерев'яних рейок.

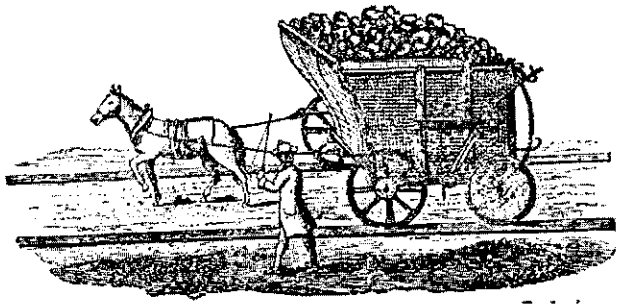


Рис. 6.1.1. Дерев'яна дорога в Ньюкестлі на Тайні в XVII–XVIII столітті

Дерев'яні рудникові колії швидко зношувалися, і приблизно у 1738 році відбулася заміна їх на металеві, які спочатку складалися з дорогих і непрактичних чавунних плит з жолобами для коліс. У 1767 році Річард Рейнольдс вклав на під'їзних коліях до шахт і рудників Колбрукдейла чавунні рейки, які, звісно, відрізнялися від сучасних: у перетині вони мали форму латинської букви U, ширина їх становила 11 см, а довжина – 150 см. Рейки прибивалися до дерев'яного бруса жолобом догори. Після переходу на чавунні рейки, колеса у візків також стали виготовлятися з чавуну. Для пересування вагонеток по рейках використовувалася м'язова сила людини або коней.

Поступово рейкові колії виходили за межі рудникового двору – їх стали прокладати до ріки чи каналу, де вантаж перекладався на судна і далі транспортувався водним шляхом.

Протягом XVIII–XIX століть колія зазнала значної еволюції, викли каної пошуком найбільш раціональної верхньої будови та рейки з наі оптимальнішим перерізом (рис. 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4).

Для запобігання сходу коліс в якості рейок використовували мет леві кутики, але таке вирішення проблеми було недосконалим, оскільк збільшувалося тертя. Згодом почали застосовуватися закраїни (ребо ди) у коліс, які, спільно з грибоподібною формою рейки в розрізі, повні тю поклали край подібним випадкам.

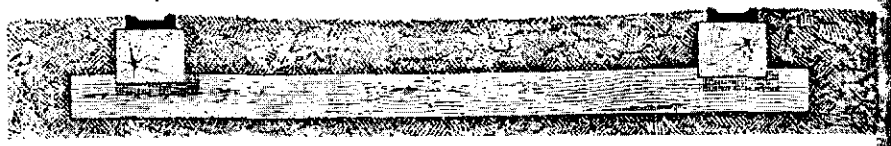


Рис. 6.1.2. Рейнольдське розташування чавунних рейок, 1767 р.

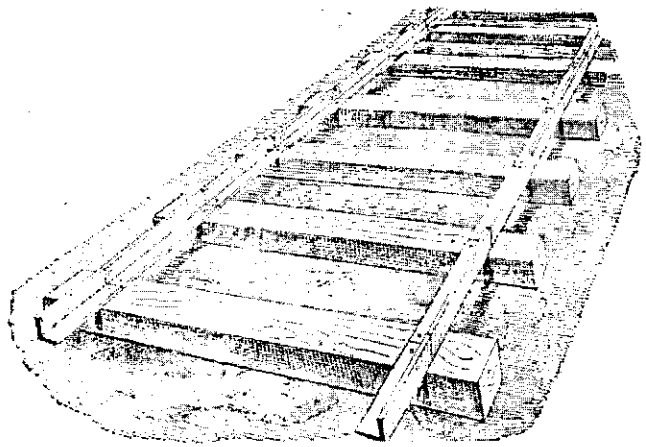


Рис. 6.1.3. Рейки Курра, 1776 р.

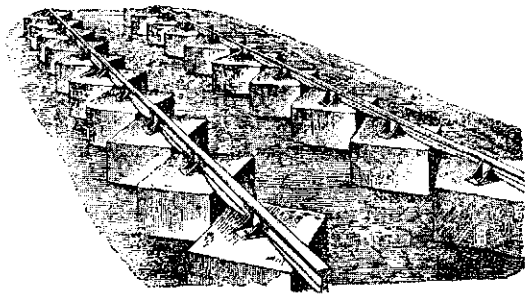


Рис. 6.1.4. Рейкова колія на залізниці Ліверпуль–Манчестер, 1830 р.

Рис. 6.1.5. Вігнольська рейка з широкою п'ятою, 1836 р.

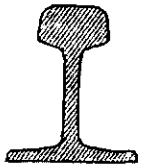


Рис. 6.1.6. Рейка прусських урядових залізниць, 1885 р.

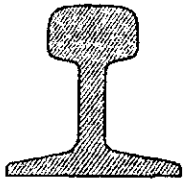


Рис. 6.1.7. Сандберзька рейка "Голіаф" бельгійської урядової дороги, 1887 р.

У 1803 році англійський винахідник парових екіпажів Річард Тревітік вирішив використати свій автомобіль в якості альтернативи кінній тязі на рейкових коліях. Адаптація конструкції машини до нового амплуа призвела до появи паровоза, на двовісній чотириколісній рамі якого знаходився паровий котел з однією трубою всередині. У котлі над паровою трубою горизонтально розміщувався робочий циліндр. Шток поршня висувався далеко вперед і підтримувався кронштейном. Рух поршня передавався колесам за допомогою кривошипа і зубчастих коліс, було і махове колесо.

Цей паровоз упродовж короткого часу працював на одній з рудникових доріг. Після швидкого виходу з ладу чавунних рейок під його вагою перевагу було надано не заміні слабких рейок більш міцними, а відмові від локомотива.

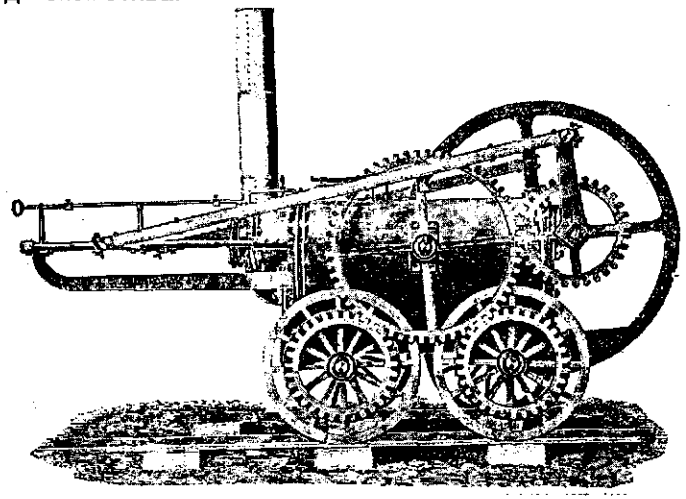


Рис. 6.1.8. Вдосконалений паровоз Тревітіка з маховим колесом, 1803–1804 рр.

Після Тревітіка, забувши про його винахід, над створенням паров за працювало чимало конструкторів. Пропонувалися варіанти машин зубчастими колесами, зі штовхачами у вигляді ніг, з тягою на ланцюз закріпленому на локомотиві і розкоченому вздовж колії тощо.

Першим дослідником, який зумів проаналізувати, узагальнити врахувати весь попередній досвід у паровозобудуванні, був Джорд Стефенсон. Відомі три типи створеного ним паровоза. Перший, назв ний "Блюхер", був побудований у 1814 році. Локомотив міг пересуват вісім візків масою 30 т зі швидкістю 6 км/год. Паровоз мав два циліндр зубчасто-колісну передачу. Пара з циліндрів виривалася назовні. Згодо Стефенсон створив конус – пристрій, що відкрив новий етап у паровозо будуванні. Відпрацьована пара стала видалятися через димар.

У 1815 році народився другий паровоз Стефенсона. Винахідник з мінив зубчасту передачу безпосереднім з'єднанням поршнів циліндрів рухомими осями за допомогою кривошипного механізму і, задля забез печення сумісної роботи ведучих коліс, з'єднав їх жорсткими тягам Стефенсон був першим паровозобудівником, який звернув увагу на к лію і на взаємодію з нею локомотива. Він змінив з'єднання рейок, обл днав паровоз підвісними ресорами, які значною мірою пом'якшували п штовхи при їзді.

Стефенсон дійшов висновку, що колія повинна бути, по можливост горизонтальною, а тому, незважаючи на дорожнечу шляхових робіт, пр будівництві залізниці вимагалося влаштування насипів і виїмок. У 182 році Стефенсон працював на будівництві першої у світі залізничної лін Стоктон – Дарлінгтон, і тоді ж він вперше заснував локомотивобудівни завод у Ньюкаслі.

Первістком завода став паровоз "Локомошен №1", який мало відр знявся від своїх попередників і розвивав швидкість 18–25 км/год. По лін Стоктон – Дарлінгтон він перевозив лише вантажі, оскільки для пересу вання пасажирських вагонів застосовувалася кінна тяга, як найнадійн ший для свого часу засіб. На найбільш крутих ділянках потяги пересу валися за допомогою канатів. У колію було вкладено як чавунні, так сталеві рейки.

Першу парову залізницю Ліверпуль – Манчестер було відкрито 183 року. З цього часу почався швидкий розвиток залізничного транспорту. тому ж 1830 році перша залізниця, протяжністю 64 км, з'явилася і в Амери ці між Чарльстоном і Огестом, паровози для якої доставлялися з Англ Потім залізничне будівництво почали одна за одною європейські країн 1832–1833 рр. – Франція, Сент-Этьєн – Ліон, 58 км; 1835 р. – Німеччина Фюрт – Нюрнберг, 7 км; 1835 р. – Бельгія, Брюссель – Мехельн, 21 к 1837 р. Росія, Санкт-Петербург – Царське Село, 26,7 км.

Паровози Джорджа і Роберта Стефенсонів

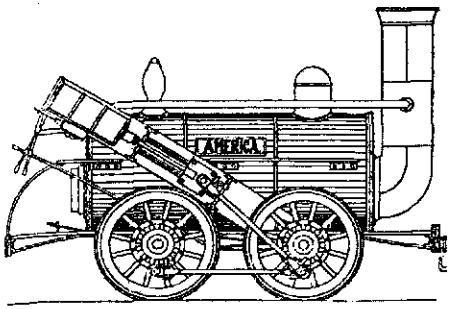


Рис. 6.1.9. Паровоз "America", 1828 р.

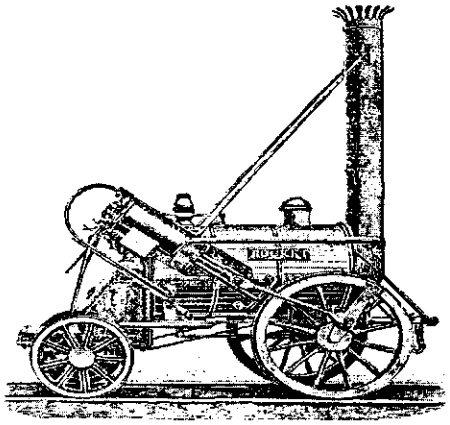


Рис. 6.1.10. Премійований паровоз "Rocket" ("Ракета"), 1829 р.

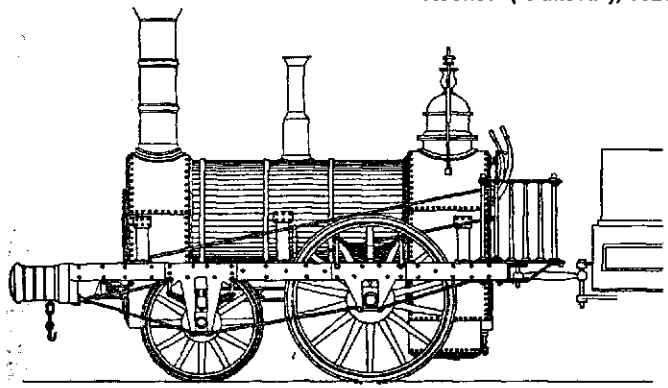


Рис. 6.1.11. Паровоз "Planet", 1830 р.

У 1834 році у Нижньому Тагілі було споруджено чавунну дорогу протяжністю 854 м з паровою тягою, локомотив для якої збудували батько і син Черепанови. Перший їх "сухопутний пароплав" (так у Росії в той час називали паровози) пересував вагони з 3,3 т руди зі швидкістю 13–15 км/год. Крім вантажу, паровоз міг везти до 40 пасажирів. Незабаром Черепанови зробили другий, більш потужний паровоз, що водив потяги масою до 16 т. Але ця дорога не вважається першою залізницею

у Росії, оскільки вона незабаром припинила своє існування – власни віддали перевагу гужовому транспорту.

Залізниці, що зародились у Англії, поширилися по усьому світу. З галом, до 1860 року було збудовано приблизно 100 тис. км залізниць, них майже 50 тис. – у США, 16,8 тис. – у Великобританії, 11,6 тис. – Німеччині і 9,5 тис. км – у Франції. Серед інших країн, у яких в цей пер од розгорталося залізничне будівництво, слід виділити Бельгію, де д 1860 року було побудовано 1,8 тис. км залізниць, та Іспанію 1,9 тис. км. У Росії в 1851 році завершилося будівництво важливої дл країни магістралі Санкт-Петербург – Москва довжиною 650 км.

У 60-х роках XIX століття, після скасування кріпосного права, значн зросли обсяги залізничного будівництва в Росії – у десятиліття з 1860 д 1870 р. вона зайняла друге місце після США по введенню в експлуатаці нових ліній. У Росії інтенсивне зростання мережі продовжувалося і далі лише російсько-турецька війна (1877–1879 рр.) трохи загальмувала це процес. Але вже з 1892 року будівництво залізниць відновилося. Їхня д вжина за 10 років розширилася більше, ніж на 20 тис. км.

У 70–80 роки XIX століття обсяги залізничного будівництва продо жували зростати. У 1880 році найбільшу довжину залізниць у Європі мал Німеччина – 33 838 км, за нею Великобританія – 28 854 км, Франція 26 189 км, європейська частина Росії (з Фінляндією) – 23 429 км і Австро Угорщина – 19 512 км. З 1890 до 1900 років темп приросту світової м режі знизився до 172,7 тис. км, але в наступне десятиліття він знову зр до 239,8 тис. км.

Тогочасні потужні парові локомотиви зовнішньо вже мало нагад вали перші малогабаритні стефенсонівські екземпляри і набули вигляд майже незмінного аж до припинення масового світового паровозобуд вання в 50–60-х роках XX століття (рис. 6.2.12, 6.2.13, 6.2.14).

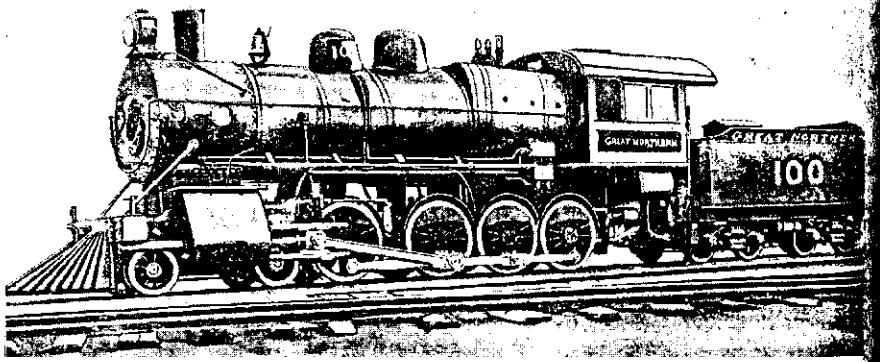


Рис. 6.1.12. Дванадцятиколісний американський товарний паровоз (Mastodon - Locomotive), 1898 р.

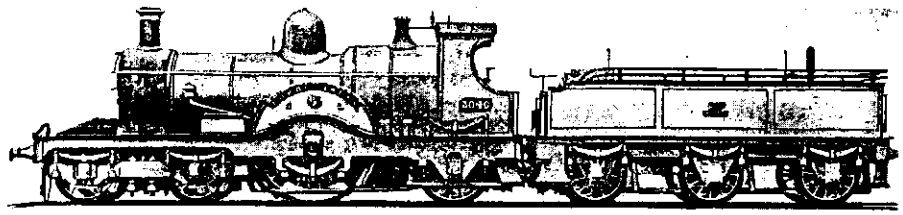


Рис. 6.1.13. Англійський паровоз 1900 р.

У 1908 році протяжність залізниць Земної кулі перевищила 1 млн. км. За період 1910–1916 рр. залізнична мережа Європи зросла на 24 764 км. Італія збільшила свою рейкову мережу на 7,6%, Голландія – на 6,4%, Німеччина – на 6,3%, Австро-Угорщина – на 4,1%, Франція – на 4,1%, Бельгія – на 3,6%, Англія – на 2,8%, Іспанія – на 2,4%. До речі, в Росії мережа збільшилася на 22,6%, а в США – на 7,9%.

Історія будівництва залізниць у період між Першою та Другою світовими війнами характеризувалася рядом особливостей.

У багатьох країнах Європи спостерігалося фактичне припинення розвитку залізничної мережі. У Великобританії будівництво нових залізниць практично не велося, те саме можна відмітити про Чехословаччину, Румунію та деякі інші країни. Однак у Німеччині за цей період мережа залізниць розширилась приблизно на 10 тис. км, майже на стільки ж зросла довжина мережі у Франції. В СРСР мережа збільшилась майже на 30 тис. км. У Бельгії довжина мережі зросла на 1,5 тис. км, у Швеції – майже на 3 тис. км, в Іспанії – на 2 тис. км. Загалом, в Європі з 1913 до 1939 років протяжність мережі зросла на 89 тис. км.

До початку Другої Світової війни приблизно половина світової залізничної мережі припадала на сім держав – США, СРСР, Великобританію, Францію, Німеччину, Італію, Японію. В цих країнах (крім СРСР та Італії) мережа досягла дуже високої щільності, яка в багато разів перевищувала щільність мережі країн Африки чи Азії. В Європі найбільшу щільність мережі залізниць мали Великобританія, Франція, Бельгія, Голландія, Данія, Німеччина, Чехословаччина, Австрія, Швейцарія. Менш розвинена мережа була в СРСР, Італії, Польщі, Угорщині, Румунії, балканських та скандинавських країнах. Залізничні лінії зосереджувалися у промислових районах.

Залізнична мережа СРСР на 1 січня 1938 року займала друге місце в світі за протяжністю та складала 85,1 тис. км. Основні залізничні лінії меридіонального напрямку сполучили Донбас, Кавказ та Нижнє Поволжя з Москвою, Ленінградом та північними районами країни. В широтно-

му напрямку важлива роль належала залізничним лініям, що йшли з Москви, Ленінграда та Донбасу на Урал та в Середню Азію. Велике значення мала Транссибірська магістраль, що сполучила райони Уралу, Сибіру та Далекого Сходу. Турксиб забезпечив найкоротший шлях з Середньої Азії в Сибір та на Далекий Схід. Зважаючи на велику площу території СРСР, вагомий відсоток якої складали неосвоєні території, щільність мережі країни все ж таки була незначною. Після Другої світової війни частково зруйнована залізнична мережа СРСР почала відновлюватися, а потім і зростати. Станом на 1989 рік її загальна довжина склала 1234,9 тис. км. Зараз довжина залізниць загального користування в країнах СНД та Прибалтики складає 150 тис. км.

У середині XX століття неодноразово піднімалося питання про можливі межі потужності паровозів, викликане наявністю конкуренції з боку інших видів локомотивної тяги та вимогами безперервного збільшення пропускної здатності доріг. Аналіз та розрахунки з урахуванням реальних можливостей існуючих на той час конструкцій та теплотехнічних якостей паровозів показали, що для європейських та американських доріг межею потужності є 5900–6600 кВт (8000–9000 л. с.), що зумовлено граничними розмірами котла. Таким чином, перехід на прогресивні види тяги – тепловозну та електричну, що відбувся в кінці 50-х – на початку 60-х років, був продиктований не межею можливостей паровоза, а вагомою перевагою нових видів тяги в енергетичній економічності, середньодобовій продуктивності, а також у скороченні числа працівників локомотивного господарства, покращенням умов праці.

Однак паровози, подібно до Атлантиди, не пішли в небуття – в ряді азіатських та африканських країн вони досі несуть трудову вахту, в основному в якості маневрових локомотивів. Ведуться розробки і щодо їх вдосконалення. На думку спеціалістів, ККД сучасного паровоза можна підняти до 15% – при цих умовах витрати на експлуатацію, за даними розрахунків, суттєво нижчі від витрат на тепловозну тягу.

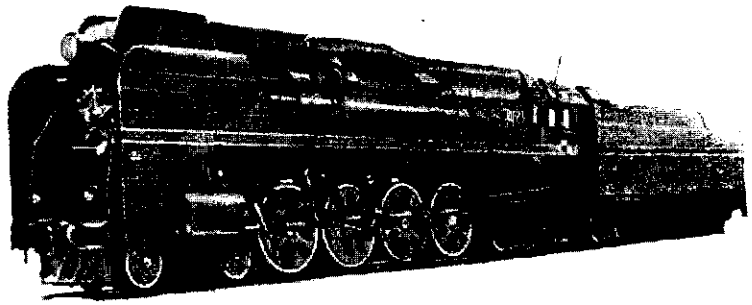


Рис. 6.1.14. Останній радянський пасажирський паровоз серії П36, 1956 р.

6.2. Тепловози. Електровози

Паровоз, винайдений Стефенсоном, панував на залізницях світу більш ніж сто років, оскільки був єдиним типом локомотива. Однак наприкінці XIX століття з'явилися двигуни внутрішнього згоряння, паливом для яких спочатку слугував газ. Вагон-газохід, що курсував Дрезденською міською залізницею у 1892 році, можна вважати першим тепловозом. Однак через надзвичайно низьку потужність його двигуна – лише 7,35 кВт (10 к. с.) – про конкуренцію з паровою тягою на магістральних лініях не могло бути й мови. Робилися спроби використання бензинових двигунів на невеликих вузькоколійних маневрових тепловозах для внутрішньозаводського транспорту.

У 1892 році Рудольф Дизель запатентував двигун внутрішнього згоряння, що отримав його ім'я. У 1897 році винахідник вперше продемонстрував новий двигун потужністю 14,7 кВт (20 к. с.) у дії. ККД дизеля був вищим, ніж у парових машин, і не залежав від його розмірів. Надзвичайно економічний, компактний, зручний та простий у будові дизельний двигун швидко набув широкого розповсюдження, в тому числі й на транспорті. Щоправда, на залізниці він почав використовуватися пізніше, ніж на інших видах транспорту. В 1912 році на лінії Вінтертур – Ромаспорн у Швейцарії пройшов випробування перший тепловоз потужністю 705 кВт (960 к. с.), створений Дизелем та Клозе. У 1913 році в Німеччині на лінії Берлін – Мансфельд спробували використати цей локомотив для руху пасажирського потяга. Однак згодом виявилося, що він непридатний для подібної роботи – велика потужність розвивалася ним лише при значних швидкостях, а при рушанні з місця та на підйомах її не вистачало. З'ясувалося, що двигун внутрішнього згоряння без спеціальної передачі між ним та ведучими колесами не може забезпечити необхідні тягові якості локомотива, що диктуються різноманітними чинниками роботи залізниці – профілем колії, швидкістю руху, масою потяга, погодними умовами тощо. Пропонувались та реалізовувались проекти тепловозів з механічною, електричною, гідравлічною, газовою та іншими типами передач. У роки Першої світової війни фірмою "Крош" (Франція) були побудовані вузькоколійні тепловози потужністю 88 кВт (120 к. с.) з електричною передачею, а заводом Болдуїна (США) – з механічною передачею автомобільного типу. В 1922 році тепловоз, аналогічний до французького зразка, було виготовлено у Швеції.

Перший у світі магістральний тепловоз серії "Е^{ш}", побудований за проектом інженера Якова Гаккеля, народився у 1924 році в СРСР. Цей

локомотив вчинив фурор на Жовтневій залізниці в Москві і послужи прототипом для багатьох подальших моделей тепловозів.

З плином часу тепловози почали все ширше завойовувати позиц на залізницях світу. Так, наприклад, вже у 1930 році в Данії на теплов зну тягу було переведено четверту частину всієї мережі. На залізниця США у 1936 році експлуатувалося 185 тепловозів середньою потужніс тю 400 кВт (540 к. с.). Перевага там надавалась маневровим теплов зам потужністю 220 кВт (300 к. с.). У 1940 році з'явилися перші багато секційні вантажні та універсальні (для вантажної та пасажирської робо ти) локомотиви. Потужність секції з одним дизелем складала 990 кВ (1350 к. с.), а з двома – 1470 кВт.

У СРСР у вантажному та пасажирському русі найбільше поширенн отримали тепловози з електричною передачею. Вантажний теплово ТЕ3 має електричну передачу постійного струму та обладнаний двотак ним дизелем 2Д100 потужністю 1470 кВт (2000 к. с.). Тепловози 2ТЕ10Л серійне виробництво яких було розпочато в 1965 році, також мають ел ктричну передачу постійного струму. Двотактний дизель 10Д100 з газо турбінним наддувом та проміжним охолодженням наддувочного повітр має потужність 2200 кВт (3000 к. с.). У подальші роки випускалися мо дифікації тепловозів типу ТЕ10 з індексами Л, В, М, С. Перші теплово 2ТЕ116 з електричною передачею змінно-постійного струму та чотир тактним дизелем Д49 потужністю 2250 кВт (3060 к. с.) в секції були в пущені в 1971 році, у 1988 році почалося їх серійне виготовлення. Пер тепловози 2ТЕ121 з електричною передачею змінно-постійного струму дизелем типу Д49 потужністю 1940 кВт (4000 к. с.) з'явилися у 1979 році.

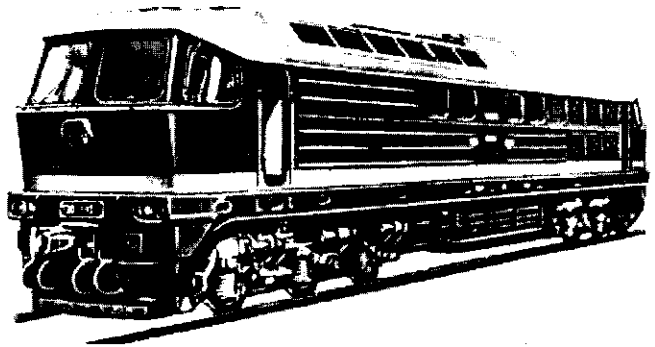


Рис. 6.2.1. Тепловоз типу М62 – один із найбільш поширених на залізницях Україн

Тепловози постійно вдосконалюються: піддаються суттєвій переробці конструкції водяної та мастильної систем охолодження дизелів, системи охолодження електричних машин, допоміжне обладнання та інші агрегати та вузли. Подальший процес тепловозобудування передбачає створення тепловозів секційною потужністю 4415 кВт (6000 к. с.).

У наш час тепловози практично повністю витіснили паровози на маневрах, за їх допомогою здійснюється понад 60% перевезень.

Умови сучасності диктують безперервне зростання швидкості руху потягів та їх маси, а отже, визначають потребу нарощення потужності локомотивів. Вже зараз відчувається необхідність у автономних локомотивах секційною потужністю 6000–7350 кВт (8000–10000 к. с.). Не менш важливою задачею є перехід локомотивів на альтернативні види палива – наприклад, газ. Ця проблема успішно вирішується при застосуванні у локомотивобудуванні газотурбінних двигунів. Газотурбовози – автономні локомотиви, в яких газова турбіна є основним силовим двигуном – вже створені та успішно експлуатуються.

Днем народження електричної тяги вважається 31 травня 1879 року, коли на промисловій виставці у Берліні винахідник Вернер фон Сіменс вперше продемонстрував збудовану ним електричну залізницю довжиною 300 м. Електровоз, що нагадував сучасний електрокар, приводився в рух за допомогою електродвигуна потужністю 9,6 кВт (13 к. с.). Електричний струм напругою 160 В передавався до двигуна по окремій контактній рейці, зворотним проводом служили рейки, по яким рухався зі швидкістю 7 км/год потяг – три мініатюрних вагончика місткістю 18 пасажирів. У тому ж 1879 році було пущено внутрішньозаводську лінію електричної залізниці протяжністю приблизно 2 км на текстильній фабриці Дюшес-Фурьє у французькому місті Брейль. У 1880 році в Росії Ф.А. Піроцькому вдалося силою електричного струму привести в рух великий вагон, що вміщував 40 пасажирів. 16 травня 1881 року було відкрито пасажирський рух на першій міській електричній залізниці Берлін – Ліхтерфельд, рейки якої було вкладено на естакаді. Дещо пізніше електрична залізниця Ельберфельд – Бремен з'єднала ряд промислових пунктів Німеччини.

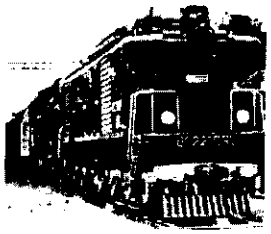
На початку свого існування електрична тяга застосовувалась на міських трамвайних лініях та промислових підприємствах, особливо на рудниках та у вугільних копальнях. Швидко далися взнаки її переваги на перевальних та тунельних ділянках залізниць, а також у приміському сполученні. В 1895 році в США були електрифіковані тунель у Балтиморі та

тунельні підходи до Нью-Йорка. Обслуговувалися ці лінії електровоз потужністю 185 кВт, що сягали швидкості 50 км/год.

Після Першої світової війни на шлях електрифікації залізниць ст ють багато країн. Електрична тяга починає вводитися на магістраль лініях з високою інтенсивністю руху. В Німеччині електрифікуються л Гамбург – Альтон, Лейпциг – Галле – Магдебург, гірська дорога в Сі зії, альпійські дороги в Австрії. Електрифікуються залізниці півночі Іта Приступають до електрифікації Франція, Швейцарія. В Африці з'яв ється електрифікована залізниця в Конго. В Росії проекти електрифік залізниць, зокрема ділянки Санкт-Петербург – Оранієнбаум, були ще Першої Світової війни. У 1926 році було відкрито рух електропотягів Баку та нафтопромислом Сабунчі.

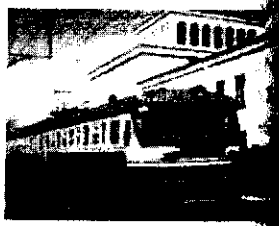
16 серпня 1932 року стала до ладу перша в СРСР магістраль електрифікована ділянка Хашурі – Зестафоні, що проходила через рамський перевал на Кавказі. Обслуговувалася вона першими елект секціями радянського виробництва серії С^с^. Наступного року в кр з'явився перший магістральний електровоз серії ВЛ-19. У 1935 році х ля електрифікації торкнулася і залізниць України – до ладу стала ділян Запоріжжя – Довгинцеве. На кінець року в СРСР вже було електрифі вано 1907 км колій та знаходилося в експлуатації 84 електровози.

Процес електрифікації залізниць України є практично безпере ним – у радянську епоху на електричну тягу переведено усі основні прямки, а за часів незалежності електричку зустріли Тернопіль, Хме ницький, Полтава, Рівне, Луцьк, Ковель (рис. 6.2.2). Електрифікація лізниць сприяє формуванню міжнародних транспортних коридорів.



а

б



в

Рис. 6.2.2. Віхи електрифікації Львівської залізниці:
а – перший електровоз на станції Мукачеве, 1954 рік;
б – прибуття першого електропоїзда у Рівне, 30 грудня 1998 року;
в – першу електричку зустрічає Ковель, 21 жовтня 2001 року

На сьогодні загальна протяжність електричних залізниць у світі сягла 200 тис. км, що складає приблизно 20% від загальної їх довжи Це, як правило, найбільш вантажонапружені лінії, гірські дороги з кру

ми підйомами та численними кривими ділянками, приміські вузли з інтенсивним рухом локальних пасажирських потягів.

Техніка, що працює на електричних залізницях, за час їх існування змінилася докорінно, однак принцип її дії залишився незмінним. Колісні осі електричного локомотива приводяться в рух за допомогою електричних тягових двигунів, що використовують енергію електростанцій. Ця енергія підводиться до залізниці по високовольтних лініях електропередач, а до електрорухомого складу – по контактній мережі. Зворотним ланцюгом служать рейки та земля.

Застосовуються три різні системи електричної тяги – постійного струму, змінного струму зниженої частоти та змінного струму стандартної промислової частоти 50 Гц. У період до Другої світової війни застосовувались дві перші згадані системи, а третя отримала визнання у 50–60-х роках, коли почався інтенсивний розвиток техніки та систем керування. В системі постійного струму до струмоприймачів електрорухомого складу підводиться струм напругою 3000 В (у деяких країнах 1500 В та нижче). Постачання такого струму забезпечуються тяговими підстанціями, на яких змінний струм високої напруги загальнопромислових енергосистем знижується до потрібного значення та випрямляється потужними напівпровідниковими випрямлячами.

Перевагою системи постійного струму на той час була здатність застосування колекторних двигунів постійного струму, що мали чудові тягові та експлуатаційні властивості. До числа її недоліків слід віднести порівняно низьке значення напруги в контактній мережі, обмежене допустимим значенням напруги двигунів. З цієї причини по контактних проводах передаються значні струми, що викликає втрати енергії та ускладнює процес струмознімання в контакті між дротом та струмоприймачем. Інтенсифікація залізничних перевезень, збільшення маси потягів призвели на деяких ділянках, електрифікованих на постійному струмі, до труднощів живлення електровозів через необхідність збільшення площі поперечного перерізу дротів контактної мережі (підвішування другого посилюючого контактного дроту) та забезпечення ефективності струмознімання. Крім того, від значних блукаючих струмів, що виникають на лініях постійного струму, зазнають корозії підземні металеві конструкції, трубопроводи та кабелі. Однак система постійного струму отримала широке поширення у багатьох країнах – вона застосовується більш ніж на половині усіх електрифікованих ліній світу.

Задача системи тягового електропостачання – забезпечити ефективну роботу електрорухомого складу з мінімальними втратами енергії при

якомога менших витратах на спорудження та обслуговування тягов підстанцій, контактної мережі, ліній електропередач тощо.

Прагненням підняти напругу в контактній мережі та виключити системи електричного живлення процес випрямлення струму поясн ється застосування і розвиток у ряді країн Європи (ФРН, Швейцар Норвегія, Швеція, Австрія) системи змінного струму напругою 15000 що має знижену частоту 16,6 Гц. У цій системі на електровозах викор товують однофазні колекторні двигуни, що мають гірші показники, двигуни постійного струму. Ці двигуни не можуть працювати на загал ній промисловій частоті 50 Гц, тому доводиться застосовувати знижe частоту. Виробіток електричного струму такої частоти потребує спор дження спеціальних "залізничних" електростанцій, не пов'язаних із за льними промисловими енергосистемами. Лінії електропередачі в системі однофазні, на підстанціях здійснюється тільки зниження напру трансформаторами. На відміну від підстанцій постійного струму, в цьо випадку не потрібні перетворювачі змінного струму на постійний, у яко яких застосовувалися ненадійні в експлуатації, громіздкі та неекономі ртутні випрямлячі. Але простота конструкції електровозів постійн струму мала вирішальне значення, що визначило її більш широке ви ристання.

50-і роки ознаменувалися створенням потужного восьмивісно двосекційного електровоза постійного струму ВЛ-8, а в подальші де тиріччя на сталеві магістралі вийшли і його наступники – ВЛ-10 та В 11. У цей же час у СРСР та Франції почалися роботи зі створення но більш економічної системи електричної тяги змінного струму промис вої частоти 50 Гц із напругою в контактній мережі 25 000 В. У цій сист тягові підстанції, як і в системі постійного струму, живляться від заг них промислових високовольтних трифазних мереж, але на них не випрямлячів. Трифазна напруга змінного струму ліній електропере перетворюється трансформаторами на однофазну напругу контакт мережі 25 000 В, а струм випрямляється безпосередньо на електрору мому складі. Легкі, компактні і безпечні для персоналу напівпровідни випрямлячі, що прийшли на зміну ртутним, забезпечили пріоритет системи. В усьому світі електрифікація залізниць розвивається по сист змінного струму промислової частоти.

На залізницях України, електрифікованих на змінному струмі, п цюють електровози ЧС-4, ЧС-8, ВЛ-60, але переважає двосекційний летень ВЛ-80 (рис. 6.2.3), який є одним з найпотужніших локомоти світу. Використання таких надпотужних локомотивів є одним з чинн зростання популярності залізничного транспорту.

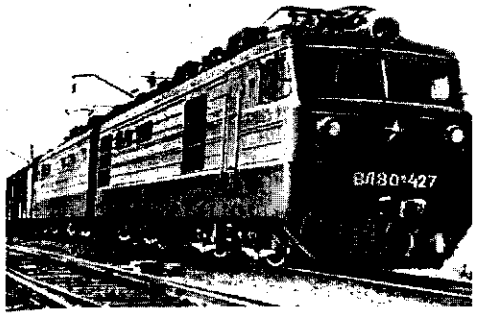


Рис. 6.2.3. Електровоз ВЛ-80 – один з найпотужніших у світі

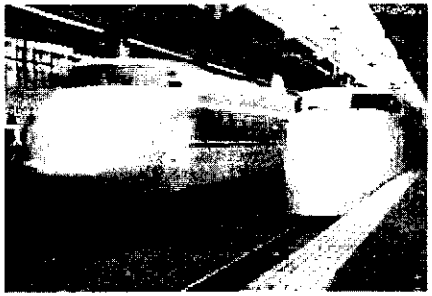


Рис. 6.2.4. Сучасні швидкісні потяги TGV та "Євростар"

З кожним роком у провідних державах світу все ширше реалізовуються проекти створення новітніх швидкісних потягів. Вперше їх рух почався у жовтні 1964 року в Японії – потяг під назвою "Куля" долав 500 км шляху з середньою швидкістю 160 км/год.

Сучасним живим втіленням найсміливіших мрій про блискавичний потяг, який, окрім того, відрізнявся б якомога вищим рівнем комфорту, є французька розробка TGV – результат 20-річних досліджень. У травні 1990 року потяг TGV було розігнано до рекордної швидкості 515,5 км/год, причому гальмівний шлях склав близько 30 км!

Потяги обладнані пристроями швидкісного струмознімання, а також оригінальним сучасним "ноу-хау" – системою підвіски, при якій візки розміщуються між вагонами, що дозволяє рухомому складу проходити криві ділянки без зниження швидкості. Середня швидкість потягів TGV наступного покоління обіцяє сягти 300 км/год.

Крім TGV, відомими швидкісними потягами є також "Євростар" (рис. 6.2.4), що курсує між Лондоном і Парижем по тунелю під Ла-Маншем, і японський "Шінкансен" ("Світло").

Керування швидкісними потягами максимально автоматизоване – на великій швидкості машиніст вже не в змозі слідкувати за сигналами дорожніх світлофорів, тому вся необхідна інформація надходить електричним шляхом по рейках безпосередньо у кабіну. У найновіших потягах процес руху повністю контролюється комп'ютером.

6.3. Пасажирські та вантажні вагони

На початку існування залізниць поняття пасажирського вагона було відсутнє. Для перевезення пасажирів використовували звичайні екіпажі, що ставилися на залізничні платформи або безпосередньо на рейки.

Обриси перших пасажирських вагонів дуже сильно нагадували карети чи старі поштові диліжанси. Багато вагонів не мали вікон і дахів; але якщо вікна і були, то не засклені. На лінії Лейпциг–Дрезден пасажирам навіть пропонували купувати маски для захисту обличчя від вітру і паровозних іскор. Вагони не опалювалися, в них не було освітлення, зручних сидінь. Пасажири страждали від тряски і шуму.

У Європі до 70-х років XIX століття широко використовувалися вагони англійського типу, які ділилися поперечними стінками на три шестимісні відділення. Багаж пасажирів містився на даху вагона. Англійська система передбачала також розподіл вагонів на класи. Найбільш зручними були вагони першого класу. У вагонах другого класу вікна заміняли вузькі отвори в стінках, вагони третього класу мали більш низькі стелі. Тогочасні пасажирські вагони залізниць США вміщали по 60–70 пасажирів. Вони не поділялися на відділення і були прохідними.

У міру розвитку залізничного сполучення пасажирські вагони вдосконалювалися. Було звернено першочергову увагу на зменшення тряски – ресори стали більш пружними. Задля зниження рівня шуму підлоги і стіни вагонів виготовлялися з внутрішнім наповнювачем.

Для освітлення використовували свічки або олію, а потім – гасові лампи. Пізніше було введено газове освітлення, з'явилися ацетиленові світильники, з часом замінені на електричні. Запровадження електричного освітлення супроводжувалось труднощами – воно вважалося занадто дорогим, оскільки кожне відділення вагона вимагало влаштування власної акумуляторної батареї. Крім того, перші електричні лампи не витримували вагонної тряски. Згодом ці питання було успішно вирішено.

Поступово покращилася і система опалення. Спочатку вагони опалювалися за допомогою металевих пічок, які, однак, остигали так само швидко, як і розжарювалися. У ряді країн з більш м'яким кліматом користувалися грілками для ніг – довгими металевими коробами, наповненими гарячою водою чи піском; на станціях кожен вагон комплектувався 10–15 такими грілками. Значним кроком вперед стала поява парового опалення, яке відразу отримало визнання завдяки пожежній безпеці та легкості обслуговування.

У 1836 році на Пенсільванській залізниці в США з'явилися прототипи спальних вагонів. У них було влаштовано триярусні полиці, а пасажирам видавалися солом'яні матраци. Постільна білизна і подушки не передбачалися.

У 1867 році на заводах Пульмана (США) було побудовано вагони, обладнані м'якими сидіннями, які на ніч перетворювалися на спальні місця. Вони розташовувалися вздовж вагона і розділялися встановленими на ніч поперечними м'якими стінками. Верхні полиці на ніч спускалися зі стелі на ланцюгах. Такі вагони курсували в Америці, а в 1873 році у дещо зміненому вигляді вони з'явилися і в Європі. Вагони нового варіанту розплановувалися на дво- чи чотиримісні купе, у яких верхнє спальне місце утворювалось при підйомі стінки дивана.

Вагони-їдальні та ресторани вперше почали будуватись у 1872 році також на заводах Пульмана. Іноді до потягів причіпляли оглядові салони-вагони, що дозволяли пасажирам милуватися краєвидом з відкритих вікон, зручно розташувавшись у кріслах на відкритій задній площадці. Деякі салони-вагони, призначені для багатих пасажирів, обладнувалися розкішними меблями, килимами, музичними інструментами.

До 30–40-х років XX століття пасажирські вагони будувалися з відносно слабким дерев'яним кузовом, який нерідко при аварії розбивався на тріски. Кузови пасажирських вагонів, що випускаються тепер, являють собою суцільнометалеву несучу конструкцію. Прагнення знизити масу вагона, усунути корозію кузова, підвищити його надійність змушує шукати нові матеріали та відповідні їм конструктивні форми. У світовому вагонобудуванні все ширше використовуються алюмінієві сплави, нержавіюча сталь, пластмаси.

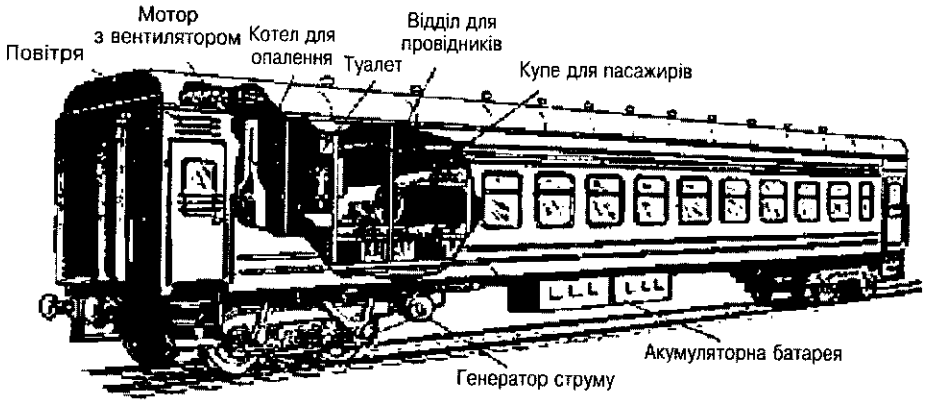


Рис. 6.3.1. Сучасний пасажирський вагон зовні і всередині

Як і у попередні століття, так і зараз, основними вимогами до пасажирських вагонів є створення максимального комфорту і зручності проїзду людей при надійному забезпеченні безпеки руху. Конструкції та устаткування сучасних пасажирських вагонів якнайкраще відповідають цим вимогам, а їхній зовнішній вигляд та інтер'єр враховують стандарти технічної естетики. Усі вагони далекого слідування мають спальні місця, водяне центральне опалення, вентиляцію, електричне освітлення від власної

динамо-машини, що приводиться в рух віссю вагона. В Україні застосо вуються комфортабельні спальні вагони з дво- та чотиримісними куп (рис. 6.3.1), а також менш зручні плацкартні вагони.

Місця у вагонах приміського сполучення – лише сидячі і, як прави ло, жорсткі. Останнім часом, у процесі капітального ремонту рухомого складу, приміські дизель- та електропоїзди розбивають на класи за ко мфортністю. Вагони першого та другого класів обладнуються м'яким кріслами, телевізорами, влаштовується бар.

Окрім пасажирських, існує й принципово інший рід вагонів, призна чення яких – перевозити різноманітні вантажі. На залізницях світу зна ходиться в обігу більш ніж 5 млн. вантажних вагонів. Конструкція сучас ного вантажного вагона створювалася протягом тривалого періоду Вдосконалення відбувалося за декількома напрямками, серед яких сл виділити наступні: підвищення вантажопідйомності, пристосуванн конструкцій вагонів до перевезень різних видів вантажів, покращенн умов для проведення навантажувально-розвантажувальних робі оснащення вагонів засобами механізації і автоматизації.

Організатори залізничних перевезень звернули увагу на таку зако номірність: чим більше вантажу можна перевезти в одному вагоні, ти економніше перевезення. Оскільки маса вантажу, що перевозиться о ним вагоном, залежить від допустимого навантаження однієї осі на ре ку, числа осей вагона і маси тари, зусилля конструкторів були спрямо вані на вирішення проблем, пов'язаних з цими факторами. У початкови період існування залізниць допустиме навантаження на рейки від о вагона складало 70–80 кН. Перші вантажні вагони, подібно до гужови візків, були двовісними, а їх вантажопідйомність становила 8–10 т пр масі тари вагона 6–7 т.

Вже в 40-х роках XIX століття почався випуск чотиривісних вагон Найбільше поширення вони отримали в США, в інших країнах процес залучення до перевезень йшов дещо повільніше.

В Росії перші серійні вантажні вагони почали випускати в 1846 ро Вони були чотиривісними на двох двовісних візках. Однак через те, ш рама і кузов вагонів були дерев'яними, їх вантажопідйомність була низ кою, і перевагу у подальшому вагонобудуванні було надано безвізкови двовісним вагонам, подібним до західноєвропейських. На залізниц СРСР такі вагони були вилучені з обігу тільки у 1965 році, але й дотеп двовісні платформи часто причіпляються до службових дрезин.

Чотиривісні вагони мають значну перевагу перед двовісними: вони в лодіють меншим коефіцієнтом тари (відношенням маси тари до вантажо дйомності вагона), оскільки зчіпні пристрої і гальма мають однакову ма незалежно від числа осей. При однаковій масі перевезеного вантажу до

жина поїзда з чотиривісних вагонів у 1,6–1,7 рази менша, ніж з двовісних. Це знижує вимогу до довжини станційних колій. Чотиривісні візки з меншим опором проходять криві ділянки колій. Опір руху потяга також знижується завдяки меншому числу міжвагонних проміжків. Усе це призводить до зменшення витрати палива. Можна назвати і ряд інших переваг чотиривісних вагонів: наприклад, скорочення часу на розформування і формування поїздів, зважування вагонів, оформлення документів тощо.

Безперервні роботи з посилення залізничної колії дозволили на початку XX століття підвищити додаткове навантаження на вісь до 17, а до 40-х років – до 20 т. Вантажопідйомність чотиривісного вагона при масі тари 20–22 т зросла до 60 т. Після Другої Світової війни робота з підвищення додаткового навантаження на вісь продовжувалася. У СРСР до кінця 80-х років його було доведено до 25 т, у США – до 30–40 т на вісь. Постійно велася робота з підвищення числа вагонних осей. У Німеччині в період перед Першою Світовою війною вже існували вагони на двох тривісних візках вантажопідйомністю до 63 т. У СРСР шестивісні вагони були створені у 1955 році, однак вони не одержали поширення перш за все через складність конструкції тривісного візка. 1969 рік ознаменувався створенням восьмивісної цистерни та напіввагона вантажопідйомністю 120–130 т. Загальна маса такого вагона склала приблизно 180 т. Нова цистерна-гігант вміщає об'єм бензину, достатній для заправлення 4 тис. легкових автомобілів. Вагони найбільшої вантажопідйомності будуються зараз в США: середня вантажопідйомність вагона наближається до 80 т, на той час, як у колишньому СРСР – приблизно 65 т.

Перші вантажні вагони були універсальними. Для вантажів, нестійких до атмосферних впливів, призначалися криті вагони, для інших вантажів – платформи. Однак переваги вагонів, спеціалізованих для перевезення окремих вантажів, далися взнаки дуже швидко. Процес насичення вагонного парку спеціалізованим рухомим складом продовжується протягом усього періоду існування залізниць. Ця тенденція збережеться й у перспективі. Спеціалізований вагон дозволяє вмістити більше вантажу. Наприклад, для перевезення автомобілів створено двоярусні платформи, значно просторіші від звичайного вагона. Для легких, але об'ємних вантажів створено вагони зі збільшеним обсягом кузовів. Наприклад, об'єм резервуару цистерни для перевезення бензину набагато більший, ніж цистерни для перевезення сирої нафти. Інша важлива перевага спеціалізованих вагонів – додаткові зручності для ефективного виконання навантаження і розвантаження вагонів. Наприклад, вантажні вагони для перевезення вугілля, обладнані бічними стінками кузова, що відкриваються, дозволяють розвантажити 60–70 т вугілля приблизно за 1 хвилину.

Спеціалізовані вагони забезпечують велику схоронність вантажів. Для вантажів, нестійких до різких ударів, створено вагони з потужними амортизаторами (такими, наприклад, як рухома хребтова балка) для гасіння ударів, що супроводжують рух потяга і маневрові роботи на станціях. Незважаючи на додаткові порожні пробіги спеціалізованих вагонів, і та ряд інших переваг забезпечують їх ефективну експлуатацію.

Для перевезення вугілля й інших сипких вантажів у 50-х роках XIX століття почали будуватися напіввагони, що являють собою платформи з нарощеними бортами і торцевими стінками. Пізніше для сипких вантажів стали використовувати вагони-хопери з перекидними кузовами, а також спеціальні напіввагони, пристосовані для вивантаження на перекидаючих пристроях.

Велику кількість спеціалізованих вагонів створено для різноманітних наливних вантажів. Спочатку це була сира нафта, потім додалися численні продукти її переробки, різні хімічні вантажі. У спеціалізованих цистернах перевозиться багато харчових продуктів – молоко, жива риба, рослинна олія, спирт.

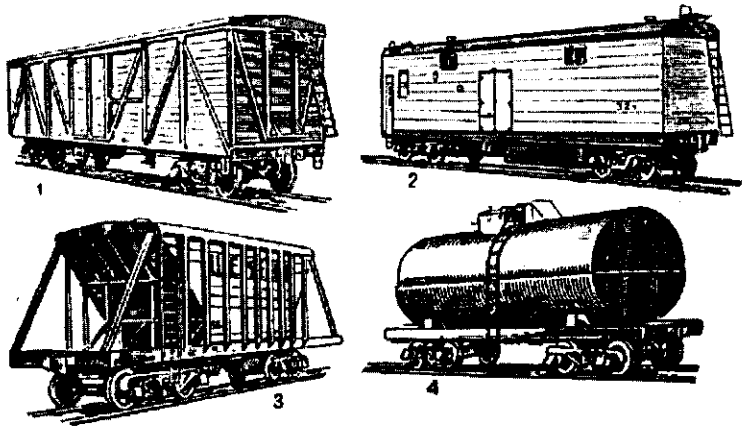


Рис. 6.3.2. Вантажні вагони різних типів:
1 – критий вагон; *2* – ізотермічний вагон для вантажів, що швидко псуються; *3* – вагон для сипких вантажів; *4* – цистерна

Типів спеціалізованих вагонів є більше 100, а їх частка у вагонному парку ряду країн сягає 80–90%. Крім напіввагонів, платформ і цистерн, це, наприклад, криті вагони для перевезення живих тварин, піввагони для гарячих окатишів, вагони для перевезення контейнерів, рефрижераторні (у тому числі і вагони-термоси), вагони для перевезення саж, довгомірних рейок і лісу, цистерни для в'язких рідин з обігрівальними пристроями тощо.

Особливим видом рухомого складу для перевезення особливо тяжких вантажів є транспортери. Це 8-, 12- і 16-вісні вагони, що дозволяють перевозити вантажі масою до 250 т. Існують і такі гіганти, як 32-вісний транспортер вантажопідйомністю 500 т. Маса його тари – 211 т, а максимальна довжина – 64 м. Цей транспортер складається з двох секцій, кожну з який можна експлуатувати як 16-вісний вагон.

Ще одним напрямком удосконалення вантажних вагонів є розвиток окремих елементів їх конструкцій: зчіпних пристроїв, гальм, пристосувань для навантажувально-розвантажувальних робіт, ходових частин і кузова. Найважливішим етапом у цій сфері став перехід на автогальма, автозчеплення та роликові підшипники.

6.4. Організація руху на залізницях

Принцип організації залізничного руху корінним чином відрізняється від автомобільного. Якщо водій автомобіля ладен сам обирати напрям і смугу руху та змушений приймати самостійні рішення відповідно до дорожньої ситуації, то першочергова задача машиніста локомотива зводиться до слідкування за правильністю приготованого маршруту та до чіткого виконання наказів, що передаються диспетчерами руху за допомогою сигналів.

На магістральних залізницях рух потягів підпорядковується диспетчерській централізації. У диспетчерському пункті знаходиться табло зі схемами станційних колій, на якому вказано розміщення всіх стрілок та світлофорів. Керування ними диспетчер здійснює, пересуваючи важільці або натискаючи кнопки на табло.

У провідних країнах пункти диспетчерської централізації повністю комп'ютерізовані. Реальність сьогодення, що дозволяє приготувати маршрут руху швидкісного потяга на ділянці більш ніж 250 км одним натисканням клавіші "миші", ще тільки 10 років тому вважалася фантастикою. Однак, поряд з такими прогресивними автоматизованими методами, на дорогах з низькою інтенсивністю руху навіть і дотепер нерідко можна зустріти стрілки і світлофори з ручним керуванням.

Кольори вогнів залізничних світлофорів загалом аналогічні до автомобільних, хоча є і деякі особливості. Окрім зеленого, жовтого й червоного кольорів з їх комбінаціями, застосовуються також білий та синій сигнали, що відповідно дозволяють або забороняють маневри на станціях. До 70-х років застосовувалися механічні сигнальні засоби, зміна показів яких здійснювалася вручну – семафори та диски.

Безпечний рух потягів на перегонах між станціями забезпечується завдяки влаштуванню колійного блокування – напівавтоматичного або авто-

матичного. Напівавтоматичне блокування – одна з перших автоматизов них систем керування залізничним рухом – поширене і тепер (рис. 6.4.1, Потяг відправляється зі станції по зеленому сигналу й прямує на перег Зелене світло вихідного світлофора при цьому автоматично змінюється червоне, а можливість вмикання сигналу, що дозволяє рух, з'являєть тільки після прослідування рухомим складом контрольного пункту, яким або прохідний світлофор шляхового поста, або вхідний світлофор насту ної станції. Система напівавтоматичного блокування застосовується лініях з відносно невеликою інтенсивністю руху, оскільки при значно русі виникають затримки потягів на станціях.

Значно підвищується пропускна здатність залізниць при впров дженні автоблокування (рис. 6.4.1, *б*). Перегін розбивається на декіль блок-ділянок, обмежених світлофорами, рейки між якими ізолюють прокладками. По рейках пропускається слабкий струм. Потяг, вступив на ділянку, замикає ланцюг, в результаті чого на прохідному світлоф зелений сигнал змінюється червоним. Після звільнення потягом ділян рейковий ланцюг розмикається, перший світлофор перемикається з че воного на жовтий, а другий – з зеленого на червоний. Після проходжен другої блок-ділянки жовтий сигнал на першому світлофорі змінюєть зеленим, а червоний на другому перемикається на жовтий.

На окремих малодіяльних лініях зберігається ще так звана еле рожезлова система, але оскільки вона витісняється прогресивними в дами колійного блокування, детально зупинятися на ній не будемо.

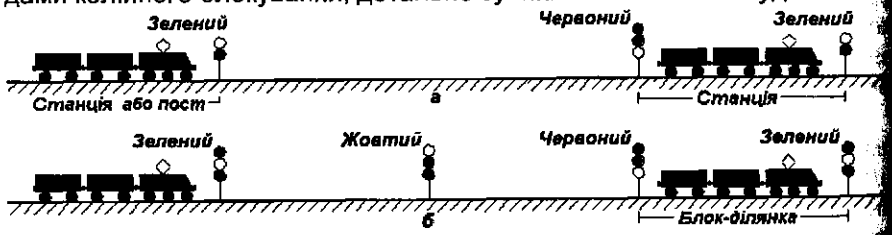


Рис. 6.4.1. Схеми організації руху потягів на перегонах:
а – напівавтоматичне блокування; *б* – автоматичне блокування

6.5. Залізнична колія. Рейки та шпали

Ширина колії на залізницях вимірюється по внутрішніх гранях го вок рейок. Здавалося б, перші будівничі залізниць мали широкі можли сті довільного вибору ширини колії: можна було, наприклад, прийнят 3 м – тоді в один вагон уміщалося б набагато більше вантажів, ніж теп

Тим часом, винахідники залізниць зупинилися на ширині колії, приблизно рівній 5 футам. В одному футі, як відомо, міститься 12 дюймів, а в одному дюймі 2,54 см. З цього випливає, що ширина колії залізниць складає приблизно 1,5 м. Чому ж вона обрана саме такою? Така ширина колії сформувалася в результаті історичного процесу розвитку колійного транспорту. Ще перші колійні дороги Давньої Греції і Давнього Риму, що являли собою заглиблення до 50 мм у кам'яній бруківці, мали ширину 1,5–1,6 м, що відповідало ширині вуличних екіпажів.

Залізницям, зокрема, передували міські "дерев'яні кінні дороги" XVI і XVII століть, ширина колії яких складала також приблизно 5 футів. На перших залізницях з кінною тягою в рудниках та вугільних копальнях використовували колії різної ширини – від 2 до 5 футів. Найбільш вдало було спроектовано залізницю Мертір – Тайефайль в Англії шириною 5 футів, що відповідало колії звичайних екіпажів. Вдалій експлуатації цієї залізниці сприяло використання рейок і коліс з ребордами. Цей принцип взаємодії системи рейка-колесо панує і понині.

Вважають, що саме ця дорога послужила для Джорджа Стефенсона зразком при будівництві у 1825 році першої залізниці з паровою тягою Стоктон – Дарлінгтон. Стефенсон спочатку прийняв ширину колії, рівну 4'6" (4 фути 6 дюймів – 1372 мм), що відповідало ширині звичайних доріг, поширених на півночі Великобританії. Однак при конструюванні паровоза йому не вдалося зручно розмістити паровий циліндр, і довелося розширити колію на два з половиною дюйми:

$$4'6'' + 2^1/_2'' = 4'\,8^1/_2'' \text{ (1435 мм)}.$$

На свої паровози Стефенсон став одержувати багато замовлень, і тому така ширина колії поширилась у Європі й Америці. Її іноді називають "стефенсонівською" чи "нормальною широкою залізничною колією".

Син Джорджа Стефенсона Роберт наполягав на більшій ширині колії (5 футів – 1524 мм чи 5 футів 3 дюйми – 1600 мм). Він виходив з припущення більш зручного розміщення частин конструйованих паровозів.

На той час мало хто замислювався про необхідність вибору ширини колії з міркувань створення єдиної мережі залізниць в одній чи декількох країнах, а тим більше – на цілих континентах. Здавалося, що це питання далекого майбутнього. У різних частинах Великобританії із самого початку будівництва приймалася різна ширина колії. У 1833 році інженер Бринель запропонував будувати Велику Західну дорогу у Великобританії із шириною колії 7 футів (2135 мм). Він вважав, що це створить більш сприятливі умови для підвищення швидкості руху. Завдяки відповідному авторському обґрунтуванню проект залізниці було реалізовано. Крім неї, ще дві великі

залізниці мали ширину колії, відмінну від стефенсонівської: 1676 і 1600 м. Таким чином, тільки на батьківщині залізниць було прийнято чотири різні ширини колії! Згодом з'явилися й інші значення.

Приблизно через 20 років після початку залізничного будівництва у середині 40-х років XIX століття – питання про ширину колії стали не найболючішими у суспільному житті країни. На станціях, де стикувалися дороги з різною шириною колії, для продовження поїздки пасажирам було потрібно пересаджуватися з одних вагонів в інші, а вантажі вимагали перевалки. Це викликало значні незручності.

Зрештою, питання було поставлене у парламенті Великобританії. На підставі думок 46 експертів, спеціальна парламентська комісія прийняла 1 серпня 1846 року білль про ширину колії. Комісією було встановлено, що будівельні витрати при ширшій колії вищі, але не вдалося показати, як вони компенсуються в процесі експлуатації ліній. До моменту прийняття білля в Великобританії було залізниць із шириною колії:

4'8 $^1/_2$" (1435 мм) – 3228 км; 5'3" (1600 мм) – 55 км;
5'6" (1676 мм) – 55 км; 6'2" (1880 мм) – 43 км;
7' (2135 мм) – 469 км.

Беззаперечним аргументом на користь більш вузької стефенсонівської колії був не тільки її найбільший кілометраж, але й нижча вартість перешивання широкої колії на вузьку, ніж навпаки.

Прийнятий парламентом Великобританії закон зобов'язував усіх власників залізниць перешити колії на ширину 4'8$^1/_2$" (1435 мм). Таким же встановлено стандарт і для всіх майбутніх доріг. У випадку недотримання закону, компанія-порушник зобов'язувалася виплачувати штраф у розмірі 10 ф. ст. з кожних 10 миль за кожен день існування. Виняток було зроблено для Ірландії, де збережено ширину колії 5'3" (1600 мм).

На Європейському континенті у плані ширини колії на початку також панував безлад. Застосовувалася, головним чином, стефенсонівська колія, але у Німеччині Баденські залізниці ввели широку колію 6'; в Іспанії, а згодом і в Португалії – колію шириною 5'6", лінія Амстердам – Арнгейм також була розширеною. Більш широку колію мали і деякі залізниці Швейцарії.

Однак такий стан речей не міг тривати довго – пересадки пасажирів і перевантаження вантажів викликали занадто великі і невиправдані втрати часу та коштів. Між державами укладалися договори про введення колії єдиної ширини. Такі угоди існували, наприклад, між містом Франкфуртом і великим герцогством Гессенським, Нідерландами і Пруссією. Союз Німецьких управлінь залізниць остаточно висловився за

стефенсонівську колію. У підсумку, вона і стала основною для більшості європейських країн.

У Росії першу залізницю Санкт-Петербург – Царське Село було побудовано з шириною колії 6' (1829 мм). Ця дорога була введена в дію в 1837 році, тобто через 12 років після будівництва Джорджем Стефенсоном залізниці Стоктон – Дарлінгтон. Це був період, коли прийнята ширина колії 4'8 $^1/_2$" зазнавала критики, і в ряді випадків будувалися більш широкі дороги.

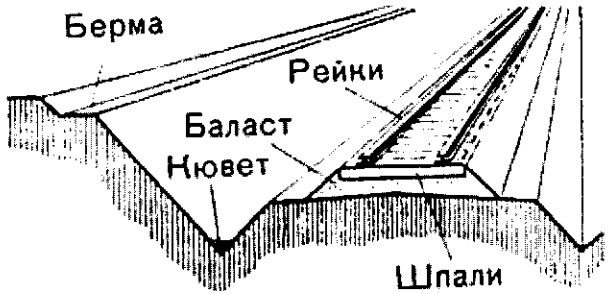


Рис. 6.5.1. Будова залізничної колії

У 1843 році почалося будівництво залізниці Санкт-Петербург – Москва. Про вибір ширини колії один з її будівельників, інженер Мельников, після ретельного вивчення залізничної справи в США, писав: "Важко припустити, щоб лінійний розмір одного з головних елементів залізниці (тобто ширини колії), прийнятий майже випадково на першій дорозі Англії, був найвигіднішим для всіх залізниць взагалі. Дотепер не проявилися ще дуже переконливі причини до збільшення чи зменшення числа 4'8 $^1/_2$"... Утім, багато хто з кращих інженерів Америки вважає, що коли б при теперішній їхній досвідченості перед ними стояло завдання призначити норму для ширини шляхів у країні, де залізниць ще не існує, то вони б зважилися на збільшення цієї ширини до 5 $^1/_2$' і навіть, можливо, до 6'.

На той час залізниць, що мають серйозне господарське значення, у Росії не існувало. Вибір ширшої, ніж 4'8 $^1/_2$", колії забезпечував більш зручне розміщення механізму паровоза, збільшення об'єму його котла, маси вантажу у вагонах, поліпшував стійкість рухомого складу.

29 вересня 1842 року було видано указ "Про заснування Комітету влаштування Петербурго-Московської залізниці". Ця дорога довжиною 650 км стала попередницею всіх залізниць Росії, а також Фінляндії. Мельников запропонував для неї колію шириною 5' (1524 мм), на 89 мм ширші від стефенсонівської. Залізниці, що надалі будувалися в Російській імперії, мали саме таку ширину колії, і лише у 60-х роках XX століття, задля уніфікації з метричною системою одиниць, в СРСР було запроваджено новий стандарт – 1520 мм, згідно з якими існуючі колії переобладнувались уже у процесі планового ремонту.

Залізниці шириною колії 1435 мм і більше зазвичай називають ш рококолійними. Більш вузькі дороги є вузькоколійними і відносяться д другорядних. Тільки в США до 1890 року довжина подібних доріг стан вила 20800 км. У Європі для вузькоколійних залізниць було встановле стандарти – 600, 750 і 1000 мм. На практиці ж в усьому світі існує до 3 різних варіантів вузької колії, починаючи з 420 мм.

У цілому на Земній кулі приблизно 75% залізниць мають стефенсон ську колію – 1435 мм, 11% доріг – більш широку колію і 14% – вузьку.

Верхня будова колії – рейки, скріплення, що з'єднують рейки м собою і з основою, шпали, баластовий шар – являє собою інженерн споруду з взаємозалежними елементами (рис. 6.5.1). Зміна в умова роботи одного з них відразу ж позначається на всіх інших. Найбіль відповідальним елементом верхньої будови колії є рейки, що першим сприймають динамічні навантаження від коліс рухомого складу.

З огляду на високі значення динамічних навантажень від рухомог складу і на необхідність роботи на вигин, усі варіанти рейок за профіле наближаються до форми двотаврової балки. Як відомо, такий обрис профілю рейки забезпечує найбільший момент інерції, а отже – наї менші граничні напруження. Раніше на залізницях застосовувалися д конструкції рейок – двоголова і з широкою підошвою. При створенні дво голової рейки вважалося, що після зносу однієї головки рейку можн буде перевернути і використати іншу її сторону, однак ця ідея не випра вдалася, оскільки знос верхньої головки від впливу коліс потяга супро воджувався зносом її нижньої частини. Російські інженери вже в перш роки розвитку залізниць вибрали рейку з широкою підошвою. Такі рейки виготовлені на Людинівському заводі, вкладались на лінії Санкт Петербург – Москва, а згодом цей профіль поширився по всіх залізниця світу.

Перші рейки були переважно чавунними. Дещо згодом було вста новлено, що сталеві рейки зношуються менше і рівномірніше, тому пе ревага при будівництві залізниць стала надаватись їм. На даний час всіх країнах застосовуються лише сталеві рейки, метал яких, крім вуг лецю, містить кремній, марганець і інші добавки, що підвищують йог якість. Широко використовувались термічно зміцнені рейки, твердіст матеріалу яких підвищена з 290–300 до 360–380 одиниць за Бринеллем що в 2–3 рази підвищує їхню стійкість проти зносу.

Профіль рейки за останні 140 років змінився мало, зате її маса зб льшилася з 20–24 до 75–77 кг/пог. м. Для ширококолійних доріг найчас тіше застосовують рейки масою 54–60 кг/пог. м у Західній Європі, 65– 75 кг/пог. м у СНД, 66–70 кг/пог. м у США, Канаді, Австралії. На швидкіс

них лініях використовуються рейки не легші 60 кг/пог. м. Однак у країнах Європи і США, а також в інших країнах, на малодіяльних і станційних коліях ще зберігаються легкі рейки масою 33–44 кг/пог. м, які, крім того, широко застосовуються на вузькоколійних дорогах. На дорогах більшості технічно розвинених країн рекомендується вкладати рейки різних типів залежно від вантажонапруженості лінії і швидкостей руху. У СНД при вантажонапруженості більш 80 млн. т. брутто на 1 км у рік – Р75; 15–80 – Р65; при меншій, ніж 15, – Р75 і Р65 старопридатні відремонтовані, зняті з головних шляхів, а також Р50.

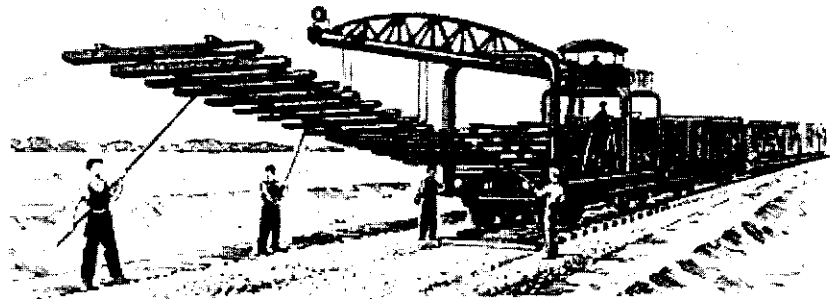


Рис.6.5.2. Будівництво залізниці за допомогою колієукладача на рейковому ходу

Технічна політика в області будівництва рейкових ниток передбачає вкладання безстикової колії від світлофора до світлофора зі з'єднанням рейок на межах блок-ділянок клеєболтовими ізолюючими стиками, здатними сприймати поздовжні зусилля до 1800–2000 кН. Для запобігання виникненню термічних напружень, на "оксамитових" коліях України через кожні 800 м влаштовуються розриви, а на зарубіжних швидкісних магістралях ця величина визначається розрахунком.

Рейки з'єднуються зі шпалами проміжними скріпленнями. Для дерев'яних шпал це, як правило, костильне з'єднання з металевими підкладками, а для залізобетонних типовим рішенням є шурупне кріплення рейки до шпали. Новим словом у техніці є впровадження проміжних скріплень пружинного типу, що забезпечує пружне з'єднання підошви рейки зі шпалою. У СНД, Японії, країнах Західної Європи проміжні скріплення з пружинними елементами є обов'язковими при влаштуванні безстикової колії. У цьому випадку немає необхідності встановлювати додаткові протиугінні пристосування, які є обов'язковими при костильному скріпленні.

Форма дерев'яних шпал мало змінилася за останні 170 років. В більшості перших залізниць укладалися непросочені шпали, дерев яких виходила з ладу через 8–12 років експлуатації. Слід зазначити, вже при будівництві дороги Санкт-Петербург – Москва шпали просо вали під тиском. У даний час на всіх дорогах світу дерев'яні шпали, вкладаються в колію, попередньо просочуються антисептиком – це п вищує термін їх служби не менше, ніж у 2 рази.

Залізобетонні шпали набули широкого застосування в Європі і А в основному після 1950 року. У США, Канаді і ряді країн Африки заліз бетонні шпали застосовують обмежено, оскільки там є можливість ви товляти шпали з дерев твердих порід. Термін служби залізобетонн шпал досягає 50–60 років. У країнах СНД безстикову колію укладаю тільки на залізобетонних шпалах з використанням пружних гумових пр кладок-амортизаторів.

Для посилення підрейкової основи усе ширше проводяться експ рименти з застосуванням рамних, блокових, а також монолітних заліз бетонних конструкцій. Однією з типових конструкцій на мостах, еста дах і тунелях є плитна підрейкова основа.

Як і на світанку залізниць, так і тепер типовими складовими бала тових призм є пісок, гравій і щебінь. Слід зазначити, що ще на доро Санкт-Петербург – Москва влаштовувалася двошарова призма: піща основна частина призми вкривалася шаром щебеню товщиною 18 см. Якісно новим рішенням, що ще перебуває в стадії експлуатаці них випробувань, є монолітне скріплення баластової призми латекса та іншими в'язкими сполуками, що в 2–4 рази може підвищити несу здатність підрейкової основи.

6.6. Вокзали та вантажні станції

Кожна подорож залізницею починається і закінчуються, як правил будинку вокзалу. Перша згадка про вокзал відноситься до XVII століт пов'язана з ім'ям Джейн Вокс. Їй належали парк і розважальний зак що розташовувалися на лівому березі Темзи в передмісті Лондона і зва ся Vauxhall. В Росії назву "вокзал" отримала одна з перших будівель пасажирів у Павловську під Петербургом, оскільки одночасно вона вико вала функції концертного залу. Завдяки цьому згодом у Росії слово " зал" стало загальним. Зовнішній вигляд вокзалів майже за 180 років нився від скромної одноповерхової будівлі в Дарлінгтоні (1825 р.) до личних монументальних споруд, оснащених новітніми технічними засо

ми і передовою технологією, здатних прийняти у свої багатоповерхові корпуси одночасно десятки тисяч пасажирів.

У XIX столітті у приміщеннях вокзалів влаштовувалися концерти, проводилися різні святкування, що наклало своєрідний відбиток на стильові особливості споруджених в ті часи будівель – вони більше нагадували палаци, ніж службові будинки.

Завдяки бурхливому розвитку промислово-економічних зв'язків, вокзал досить швидко звільнився від своїх розважальних функцій. Зі складової частини своєрідного атракціону, яким на світанку свого існування був залізничний транспорт, вокзал перетворювався на ділового посередника, слугу пасажира, пристосовуючись до його потреб, розширюючи сферу і підвищуючи якість наданих послуг.

Задача поліпшення обслуговування пасажира, створення необхідних зручностей існувала завжди. Постійне прагнення максимального спрощення пересадки пасажирів з міського транспорту на залізничний призвело до необхідності будівництва критих платформ уздовж перонних колій, для під'їзду безпосередньо до вагонів приватних екіпажів, а згодом і міського транспорту загального користування. Піонерами надання цього виду послуг стали англійські вокзали Кінгс-Крос, Паддінгтон, Сент-Панкрас та інші.

З розвитком мереж залізничних сполучень і ростом обсягів перевезень багато вокзалів перетворилися на великі вузли пересадок. З'являються різні категорії пасажирів: транзитні, які потребують підвищеної уваги до себе з боку вокзальних служб, приміські (найбільш масові) і, звичайно, пасажири далекого і місцевого сполучень, для яких даний вокзал – початковий пункт відправлення.

Кожен пасажир цінує свій час і є прихильником коротких і зручних внутрішньовокзальних маршрутів. Тут йому у пригоді стають ескалаторні лінії, підземні і надземні переходи. Організується пряме сполучення приміських зон з міськими лініями метро. На вокзалах розгортається мережа закладів громадського харчування, побутових послуг і медичного обслуговування, пошта, телеграф; надаються багато інших послуг. У необхідних випадках будуються комбіновані вокзали для різних видів транспорту: залізничного, автобусного, річкового.

Товарні станції (вантажними вони стали називатися пізніше) стали будуватись, як тільки з'явилася можливість перевезення вантажів залізничним транспортом. Спочатку ці станції, як правило, сполучалися з пасажирськими і виконували операції з пасажирами, вантажами, а також служили для пропуску транзитного вагонопотоку. Тенденція поділу ста-

нцій на пасажирські і вантажні (товарні) намітилася у 80–90-х роках XI століття, причому вантажні станції продовжували обслуговувати транзитний вагонопотік.

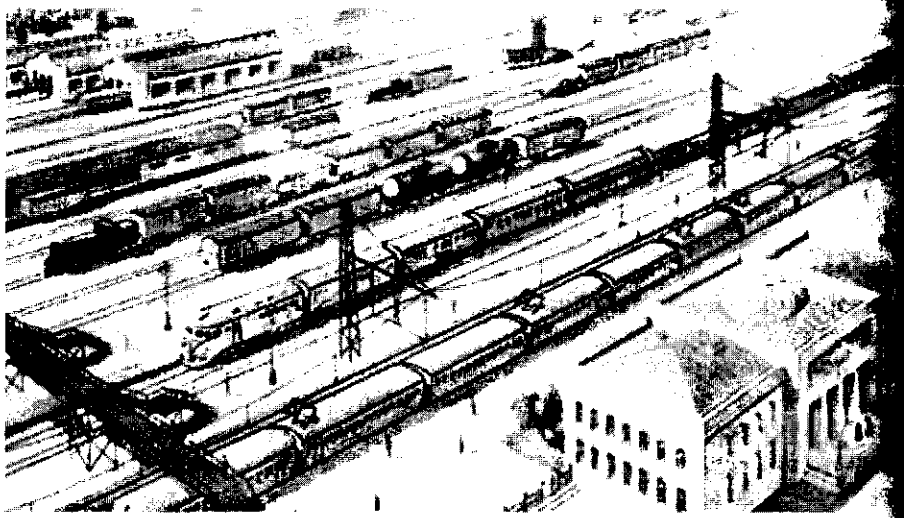


Рис. 6.6.1. Багатопрофільна залізнична станція з пасажирським вокзалом, вантажним майданчиком, сортувальною гіркою та тепловозним депо

При проектуванні перших вантажних станцій виділяли два основні типи вантажів: навалочні і пакгаузні, або поштучні. Колії та пристрої для обробки навалочних і пакгаузних вантажів розташовували по одному і тому ж принципу. В якості основних розглядалися схеми з однією і двома коліями біля складу. Першу з них застосували у більшості вантажних пунктів, значно рідше використовувалася другу, що робила можливою подачу до пакгаузу групи вагонів, довжина яких перевищувала довжину склада. Після закінчення вантажних операцій вагони пересувалися в тупик, після чого їх звідти забирав паровоз для подачі на станцію. Таким чином, біля пакгаузу відбувався кругообіг вагонів – подача йшла зліва направо, а збирання – справа наліво.

Для одержання широкого фронту навантаження в ряді випадків застосовували так названу "прогрузку", для виконання якої біля пакгаузів вкладалися дві і більше навантажувальні колії. Вагони встановлювали на них так, щоб двері одних знаходилися супроти інших, тобто вагони на другій колії можна навантажувати чи розвантажувати, проходячи через вагони, що стоять на першій колії. Однак при цьому виникали складності

з розміщенням вагонів по фронту, і було потрібно, щоб вагони на першій колії були завантажені не суцільно, а з залишком вільного простору для перепускання візків з вантажем.

Іншим способом збільшення пропускної здатності вантажних пунктів був непрямокутний обрис майданчиків. При цьому переслідувалися дві мети: встановлення великого ступеня незалежності між окремими вагонами чи вагонними групами і подовження фронту навантаження. Обидва ці показники впливають на продуктивність роботи вантажних дворів. Пакгаузним тротуарам надавали східчастої, пилкоподібної, зубцюватої в плані форми, а також споруджували їх у вигляді гребінця, причому перші три типи задовольняли першу вимогу, а при використанні пакгаузних тротуарів у вигляді гребеня збільшувався і фронт навантаження. Саме такий тип знайшов широке застосування в Англії, де на стрілочних переводах використовувалися великі кути хрестовин і надзвичайно малі радіуси відгалужень.

Для з'єднання навантажувально-розвантажувальних колій за допомогою поворотних кіл рекомендувалася схема з одним поздовжнім пакгаузом, паралельними йому коліями подачі і перпендикулярними до останніх дуже короткими вантажними коліями. Така схема була застосована в Кельні, хоча загалом у Німеччині з'єднання за допомогою поворотних кіл визнавалося неправильним.

В умовах міста станції знаходяться в стиснутих умовах, тому визнавалася доцільність двоярусних станцій. Вважалося, що вони особливо зручні там, де залізниці і міські вулиці знаходяться в різних рівнях, що часто спостерігалося в Німеччині й Англії. Однак у даному випадку серйозним недоліком стала необхідність піднімання й опускання вантажів.

Новий етап у розвитку вантажних станцій пов'язаний з появою автомобільного транспорту. Для цього періоду характерні наступні загальні принципи проектування:

– винесення вантажних дворів за межі міста, максимальне наближення їх до сортувальних станцій;

– проектування спеціальних дворів для переробки контейнерів;

– спорудження на території вантажного двору широких (до 30–35 м) автопроїздів із твердим покриттям для забезпечення вільного пересування напівпричепів і причепів (іноді автопроїзди вводять у приміщення складів);

– проектування тупикових вантажно-розвантажувальних колій (рідше зустрічаються вантажні двори з наскрізними коліями);

– спорудження гаражів, заправних станцій, складів пального для с слуговування автотранспорту залізничних компаній, що здійснюють з везення і вивезення вантажів на території вантажних дворів.

Найбільш численною стала група вантажних дворів для переробк тарно-пакувальних вантажів. Побудовано великі вантажні двори на ст нціях Сент-Луїс, Сікеро, Філадельфія, Гарвіч (США); Темпль-Ліде, Бір нгем, Дербі (Англія); Ліон – Гілотьєр, Париж – Пантин (Франція); Ульм Хейльбрунн, Бінтінхайм, Кассель (ФРН). Асоціація вантажних аген Чикаго розробила схему вантажного двору, що, власне кажучи, явл собою критий склад із внутрішнім введенням п'яти пучків тупикових ва тажно-розвантажувальних колій. Особливістю планування є наявність обидва боки будівлі бетонних проїздів шириною 31 м, що дозволяють м неврувати автомобілям будь-яких типів. До складу пункту для роботи вантажівками примикає відкрита платформа шириною 9 м, що обслугов ється козловим краном вантажопідйомністю 20 т. Ця частина вантажно двору має бетонний автопроїзд шириною 15 м.

Сучасні тенденції розвитку експлуатаційної діяльності вантажн станцій у різних країнах світу носять однаковий характер і відбивак прагнення до більш високої ефективності переробки і доставки вантаж при використанні сучасних технічних засобів. Продовжується концентр ція вантажної роботи на меншому числі великих, добре технічно оснащ них станцій.

Інтенсивний розвиток контейнерних і контрейлерних перевезе призвів до першочергового розвитку станцій, призначених для переробк та збереження вантажів. У перспективі вантажі дрібними партіями буду перевозитися на середні і далекі відстані в контейнерах. Широке пош рення на ряді залізниць одержав досвід створення центрів збору і розп ділу вантажів. Такі центри забезпечують збір вантажів від клієнтури, п необхідності складують і зберігають їх, а потім розподіляють за пунк ми призначення. При цьому перевезення по залізниці здійснюється м ршрутами між центрами, звідки окремими вагонами чи автотранспорт вантаж доставляється до пункту призначення. Основна функція центр об'єднання й організація існуючих і планованих транспортних потоків.

Спостерігається тенденція до створення на споруджуваних і реко труйованих великих вантажних станціях спеціальних сортувальних п ків із сортувальними гірками, обладнаними сучасними засобами меха зації та автоматизації (рис. 6.6.2).

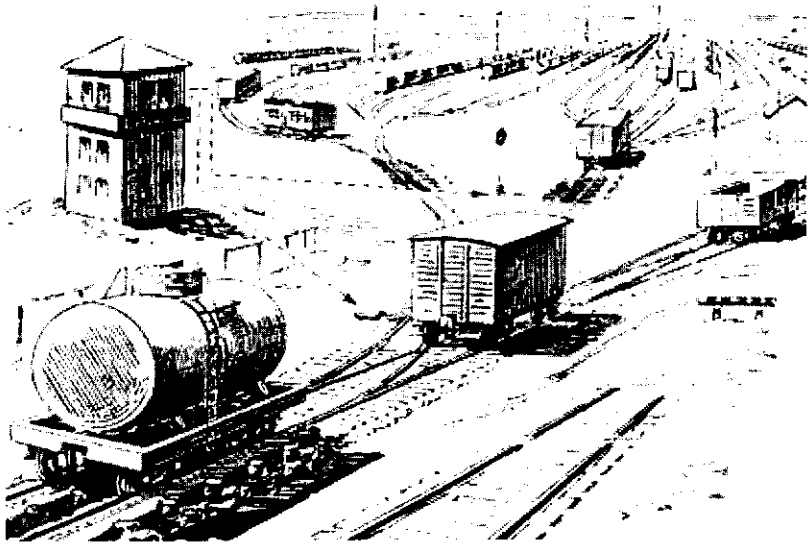


Рис. 6.6.2. Загальний вигляд сортувальної гірки

6.7. Природоохоронні заходи на залізничному транспорті

Хоча негативний вплив залізничного рухомого складу на всі ланки біосфери є очевидним, він, однак, є істотно меншим від впливу автомобіля. Так склалося, по-перше, через значну ощадливість цього виду транспорту щодо витрати палива на одиницю роботи, а по-друге – через широке розповсюдження електрифікованих залізниць.

Діяльність залізничного транспорту найбільшою мірою відбивається на атмосфері в районах, де в якості локомотива експлуатуються тепловози з дизельними силовими агрегатами. Так, основним джерелом забруднення атмосфери при роботі рухомого складу є гази, що викидаються тепловозом. З них виділяється 97–98% токсичних речовин від загальної їх маси. Решту 2–3% складають картерні гази і випари палива.

Для зменшення димності дизелів застосовуються спеціальні антидимні присадки до палива.

На загальну масу викинутої сажі істотно впливає і режим руху потягів. Якщо потяг рухається з частими зупинками, то викид в атмосферу сажі зростає, оскільки питома вага її у відроблених газах у період розгону потяга вища в порівнянні зі стадією рівномірного руху. Одночасно

збільшується й витрата палива. Таким чином, задача поліпшення реж му проходження якомога більшого числа потягів має і екологічне, і е номічне значення.

У деякому відношенні залізниці несуть відповідальність за забру нення навколишнього середовища металевим пилом у результаті д сить інтенсивного стирання чавунних гальмівних колодок. В найбільш концентрації металевий пил осідає безпосередньо на колії, а також ґрунті і рослинах поблизу трас. З деяким ступенем наближення мож вважати, що на пил перетворюється 300–350 тис. т чавуну щорічно. З стосування гальмових колодок із синтетичних і композитних матеріал істотно скорочує витрату чавуна, але супроводжується появою ново пилу. З цього боку, найкращими гальмами є електро- і гідродинаміч особливо якщо вони пов'язані з маховиками чи іншими пристроями, ш акумулюють енергію гальмування для наступного використання її в важких режимах розгону потягів при подоланні крутих підйомів.

В окремих районах виникла проблема забруднення колії і прил лих до неї ґрунтів вугільним і рудним пилом, а також деякими інши речовинами (сіллю, нафтопродуктами) у зв'язку з витоком названих ва тажів зі щілин у кузовах вагонів і здуванням пилоподібних фракцій в ром при русі.

Принцип непорушення екологічної рівноваги і незаподіяння шко природі є керівним для проектувальників і будівельників залізниць ма бутнього, а час і подальші наукові дослідження підтвердять вдаліст доречність реалізованих заходів.

7. ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

7.1. Історія розвитку водного транспорту

Подивіться на глобус: неозорі водні простори займають більше двох третин поверхні Земної кулі. Не дивно, що людина ще за найдавніших часів прагнула до підкорення водних перешкод. Першими засобами для цього були примітивні плоти, що існували вже в кам'яному віці. Історія суднобудування і судноплавства нараховує близько 8 тисяч років, що відповідає епосі неоліту (близько 8–3 тисячоліть до н. е.). Саме такий вік приписують човну, знайденому в затоці Фев-оф-Форт у Шотландії.

Дотепер наука не може сказати, у якій країні зародилося суднобудування і де вперше людина вийшла в море. Ґрунтуючись на новітніх дослідженнях, можна припустити, що це відбулося в Єгипті: давні єгиптяни в якості зручної транспортної магістралі використовували ріку Ніл. По Нілу і морях, що омивають Єгипет, з незапам'ятних часів ходили різноманітні плавучі засоби (рис. 7.1.1).

Великими майстрами-суднобудівниками і неабиякими мореплавцями давнини вважалися фінікійці. У технології суднобудування вони багато чого перейняли у мешканців острова Кріт, які, за твердженням дослідників, першими застосували кіль і шпангоути, завдяки чому збільшилася міцність корпуса судна. Припускають, що певною мірою завдяки саме цим технічним удосконаленням Кріт став провідною морською державою на Середземному морі.

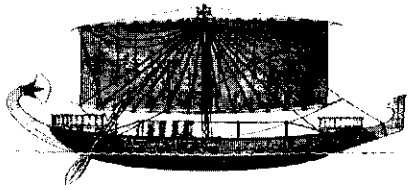


Рис. 7.1.1. Мореплавне торгівельне судно Єгипту

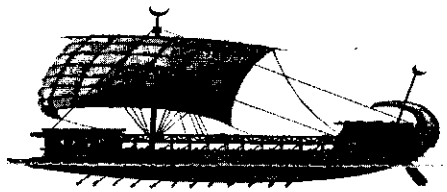


Рис. 7.1.2. Ассірійсько-Фінікійський торгівельний корабель

Поступово й інші народи – етруски, греки, карфагеняни, римляни – починають конкурувати з фінікійцями в галузі суднобудування (рис. 7.1.3, 7.1.4). Прагнення підвищити швидкість, маневреність, силу удару тарана об ворожий корабель призвели до появи суден з двома, трьома, чотирма і навіть п'ятьма ярусами весел. Завдяки створенню таких надпотужних для свого часу кораблів Рим не мав суперників на морі впродовж кількох століть.

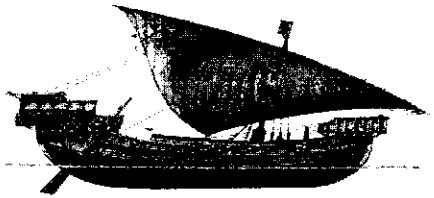


Рис. 7.1.3. Генуезький торгівельний корабель

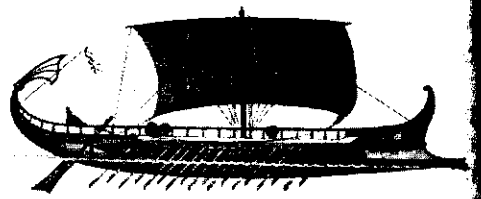


Рис. 7.1.4. Грецька бирема

Винайдення вітрила набагато поліпшило маневреність кораблів і дозволив долати значні відстані. Однак перше вітрильне озброєння складалося з прямого рейкового вітрила, що могло використовуватися тільки при побіжному вітрі. Приблизно у VIII–IX століттях у районі Середземномор'я входять у вжиток так звані латинські вітрила (Latina vela), завдяки яким став можливим також рух і проти вітру.

Візантійська держава, яка виникла після розпаду Римської імперії (IV століття), теж володіла сильним флотом, що складався в основному з дромонів – суден із двома ярусами весел, двома щоглами й озброєних катапультою. Вони обладнувалися спочатку чотирикутними (прямими), а пізніше – латинськими вітрилами. За зразком цих суден було створено північноєвропейський дромон.

Незалежно від еволюції судноплавства в Середземному морі, мореплавання і суднобудування розвивалися й у Північній Європі, де в VII–XI століттях панували відважні та войовничі вікінги. Свої великі бойові кораблі вони іменували дракарами або драконами.

Неабиякими мореплавцями були і жителі Давньої Русі. Відомо, що східні слов'яни плавали на човнах-турах (ладьях) по Чорному і Середземному морях ще у VI–VIII століттях. Пізніше, у XVI–XVIII століттях, грозою для турецьких галер в цій акваторії стали козацькі чайки.

Надзвичайно плідним для суднобудування виявилося XI століття. Необхідність перевезення величезних мас вантажів послужила причиною появи великих вітрильних суден. До кінця XI – початку XV століть великі торгівельні судна почали будуватися з трьома чи навіть з чотирма щоглами з прямим вітрильним оснащенням. Військові судна – галери – озброювали латинськими вітрилами. З такими кораблями світ вступив в епоху Великих Географічних Відкриттів.

Особливо важливим періодом в області суднобудування і мореплавства стало XIII століття. У Європі з'являються перші цілком вітрильні кораблі. Застосування на них начіпного керма дозволило впевнено

використовувати і бічні вітри. В тому ж столітті почали широко застосовувати компас, винайдений дещо раніше у Китаї.

У XIII столітті на морських шляхах Середземномор'я панували Венеція, Генуя, Піза, де існували великі торгівельні флоти. Відомо, що ці могутні міста-республіки надавали торгівельні судна в оренду багатьом країнам. Так, наприклад, король Франції Людовік IX у 1270 році орендував у Венеції цілий флот для проведення восьмого хрестового походу. У тому ж столітті часто зустрічалося і типове середземноморське каботажне судно з однією щоглою і похилим латинським вітрилом. Керувалося воно за допомогою двох стернових весел, хоча на півночі Європи вже набули широкого вжитку начіпні керма.

З найдавніших часів, протягом тисячоліть, людство використовувало в якості "доріг" для плавзасобів ріки, озера та прибережні акваторії морів, уздовж яких тоді переважно і відбувалося заселення. Перші історичні відомості про існування портів відносяться до III тисячоліття до нашої ери. Більш ніж за 500 років до н. е. на складних для плавання весельних і вітрильних суден ділянках деяких рік (у тому числі Тигра і Євфрата) велися роботи з регулювання їх русел.

Високого рівня використання водних шляхів і мистецтва створення транспортних каналів досягли в Китаї. Спорудження кожного каналу реєструвалося в літописах і створювало будівельнику голосну славу. Охорона і спостереження за цими спорудами доручалися важливим державним сановникам. Жоден мандарин не міг претендувати на звання вченого, не володіючи всіми знаннями про канали своєї провінції. Губернатори ж повинні були знати історію, розміри і способи розрахунку гребель, шлюзів, мостів та каналів. Організація водного господарства була головною задачею суспільної влади, особливо в контексті того великого значення, яке мала культура рису для всієї Піднебесної імперії. Ніяких податків за користування водними шляхами в Китаї не стягувалося в жодній формі, що забезпечувало доступність каналів для користування і зробило їх популярними засобами транспортного сполучення. Судна внутрішнього плавання мали одну щоглу й одне вітрило, вантажопідйомність їх досягала 1200–3600 тонн; по суші їх пересування здійснювалося зазвичай 10–12 конями.

За свідченнями Марко Поло, в Гангчу-фу існувало до 12 000 мостів, розміщених так високо над головними каналами, що судна могли вільно проходять під ними зі своїми щоглами. Ці внутрішні водяні шляхи служили для місцевої торгівлі. План міста Су-чеу дає уяву про велику кількість місцевих водяних шляхів в Китаї (рис. 7.1.5).

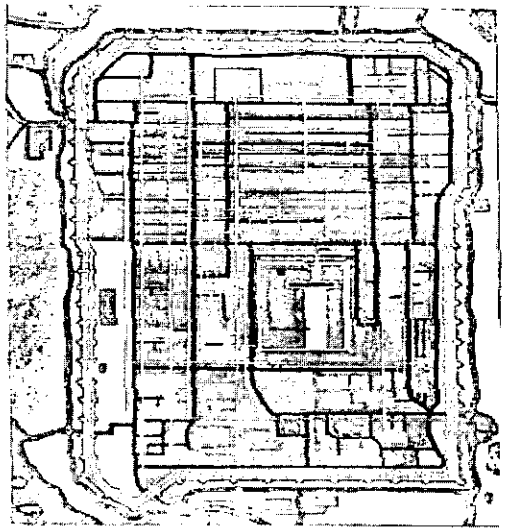


Рис. 7.1.5. План міста Су-чеу

Після винайдення парової машини було докладено всіх зусиль для якомога скорішого застосування сили пари для цілей судноплавства. Перше парове судно, збудоване в 1776 році маркізом Клодом Жоффруа, виявилося недостатньо придатним для експлуатації, а його винахідник не зустрів необхідної підтримки. Прогулянкова шлюпка, збудована у 1788 році Симінгтоном, теж показала незадовільні результати при випробуванні на каналі Clyde (рис. 7.1.6).

Побудувати перший великий пароплав "Clermont", в насмішку прозваний народом "дурістю", вдалося Роберту Фултону. Цей пароплав, після того, як винахідник піднявся на нього при загальному презирливому сміху юрби, велично і безпечно пройшов від верфу до ріки Гудзон. У 1816 році перший пароплав з'явився й у Європі на Рейні – так зване англійське розважальне судно викликало загальний подив (рис. 7.1.7).

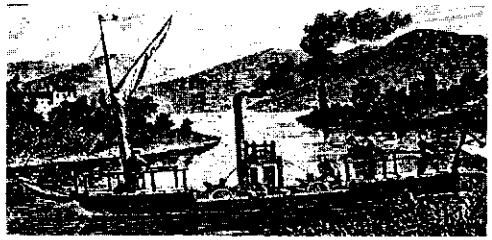


Рис.7.1.6. Паровий човен Милера, Тайлора і Симінгтона, 1789 р.

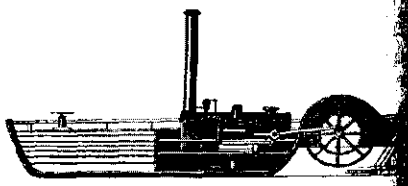


Рис.7.1.7. Розріз пароплава "Charlotte Dundas"

7.2. Основні види водних шляхів сполучення та їх особливості

Водний транспорт складається з таких технічних елементів:

- **шлях** – природний або штучний водотік чи водоймище;
- **рухомий склад** – судна для переміщення вантажів та пасажирів, а також технічний флот для обслуговування водних шляхів;
- **порти та пристані** – пункти вантажних і пасажирських операцій та обслуговування рухомого складу, обладнані складськими приміщеннями та вантажно-розвантажувальними пристроями.

За умовами вітро-хвильового режиму всі внутрішні шляхи (канали, річки, озера) поділяються на чотири розряди – М, О, Р та Л – на основі максимальної висоти та довжини хвилі з повторністю 4% за період навігації. Якщо висота хвилі складає 3 м, а довжина 40 м, водний шлях відносять до розряду М; відповідно 2 м та 20 м – О; 1,2 м та 12 м – Р. До розряду Л відносять шляхи, що не входять до розряду Р, наприклад річки Ока, Дністер та верхні плеса усіх великих рік.

Залежно від водотоків та водоймищ водні шляхи поділяються на морські – океани, моря, протоки, затоки, гирла великих річок, морські канали, та річкові (внутрішні) – річки й озера в природному стані, шлюзовані річки, судноплавні канали, штучні озера та водосховища. Водні шляхи прийнято поділяти на зовнішні та внутрішні. Зовнішні водні шляхи – моря й океани – використовують для судноплавства в основному в природному стані, лише на підходах до морських портів, розташованих на мілководних прибережних ділянках чи в гирлах річок, де глибини недостатні для проходу великотоннажних суден, до складу зовнішніх водяних шляхів входять штучні ділянки – морські канали. Прикладами таких каналів можуть служити морський канал на підході до Фінської затоки з Балтійського моря (рис. 7.2.1) і Волго-Каспійський канал біля гирла ріки Волги в Каспійському морі.

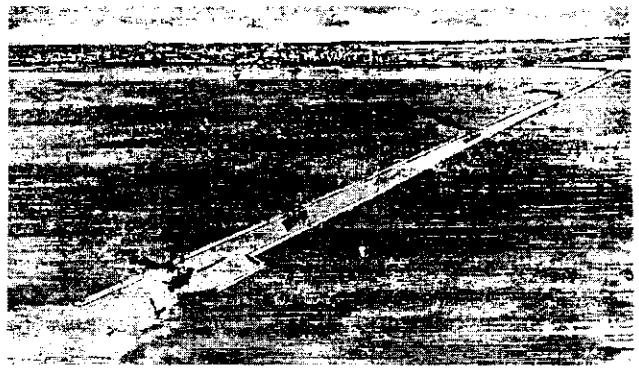


Рис. 7.2.1. Морський канал Кронштадт – Петербург у Фінській затоці

До штучних зовнішніх водяних шляхів іноді відносять канали мі морями й океанами: наприклад, Панамський канал між Атлантичним Тихим океанами. Але оскільки вони прокладаються по суші через водо діли, часто по долинах річок і озер, то є підстави віднести їх до внутрі шніх водних шляхів, хоча ними користуються і морські судна.

Обхідні судноплавні канали іноді будують між гирловими ділянкам річок, що впадають у моря, для запобігання перевалки вантажів з річко вих суден на морські, а потім знову на річкові. Прикладом подібних спо руд можуть служити відкриті канали в США (рис. 7.2.2).

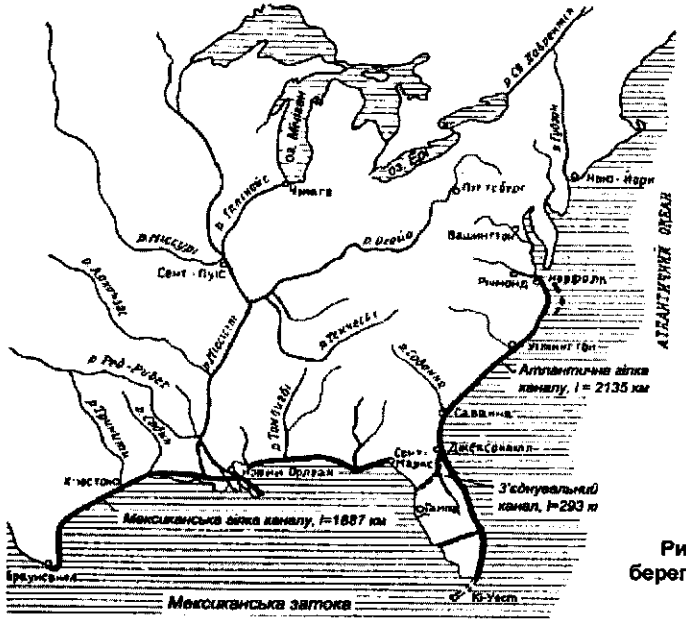


Рис.7.2.2. Обхідні берегові канали в США

У Північній Америці у XVIII столітті розпочалися роботи з втілення проектів з'єднання берегів океану з головними ріками й озерами країн за допомогою штучних водних шляхів, що і зумовило появу численних каналів, для будівництва яких залучалися громадські кошти.

Протягом 1701–1793 років не менше 100 підприємств займалися риттям каналів, однак реалізувати насилу вдалося лише четверту час тину проектів. Причиною припинення робіт стало те, що до початку епо хи механізації праці спорудження каналів велося вручну, а це вимагал значних витрат часу та робочої сили на виконання великих об'ємів зем ляних робіт, і, як наслідок, мало місце відчутне підвищення загально вартості будівництва.

З появою парової машини було створено перший екскаватор (землечерпалку), що дало можливість реалізувати грандіозні проекти – зокрема побудувати Суецький канал (рис. 7.2.3).

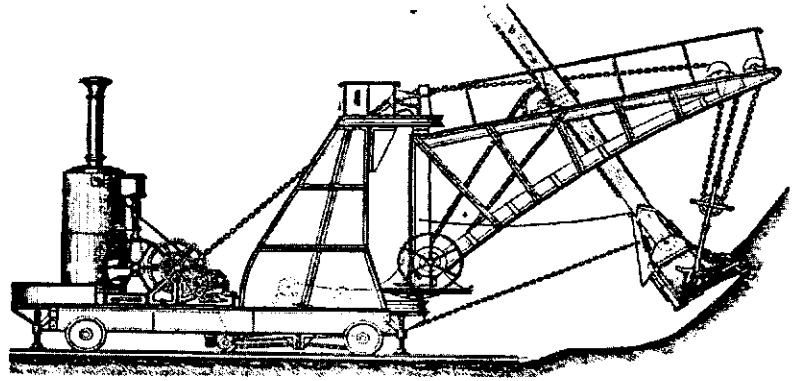


Рис. 7.2.3. Землекопач, що застосовувався при будівництві Суецького каналу

Наприкінці XVIII століття виникла нагальна необхідність влаштування короткого водного шляху між європейськими портами та Азією без огинання Африканського континенту. З'явилася ідея будівництва судноплавного каналу на Суецькому перешийку, що з'єднав би Середземне море з Червоним. Вперше увагу на можливість реалізації такого проекту звернули учасники французької експедиції в Єгипет ще при правлінні Наполеона Бонапарта. Нівелювання, виконане французькими інженерами з докладенням чималих зусиль і пов'язане з постійною небезпекою для життя, дало несподівані результати: виявилося, що рівень Червоного моря є на 10 метрів вищим, ніж Середземного. Цей результат анітрохи не відповідав дійсності і був зумовлений помилками спостережень.

Згодом компанією Linant de Belle-fonds нівелювання перешийка було виконано вдруге. Згідно з результатами повторних геодезичних вишукувань, можливість втілення проекту підтверджувалася безсумнівно. Завдяки Фердинанду Лессепсу, тодішньому французькому віце-консулу в Олександрії, про цю ідею згадали, що послужило поштовхом до початку будівництва. Відомим є цілком справедливе зауваження з цього приводу, висловлене одним дотепним мореплавцем: "Христофор Колумб шукав морський шлях в Індію, Васко-де-Гама знайшов його, а Фердинанд Лессепс – зробив".

Хоча концесію на будівництво було отримано ще 5 січня 1856 року, початок робіт припав лише на квітень 1859 року, а у 1869 році відбулося урочисте відкриття Суецького каналу для руху суден.

Будівництво штучних водних шляхів відбувалося у всьому світі. другій половині XIX століття для потреб судноплавства та, частков меліорації у різних кінцях Земної кулі було споруджено чимало канал (рис. 7.2.4).

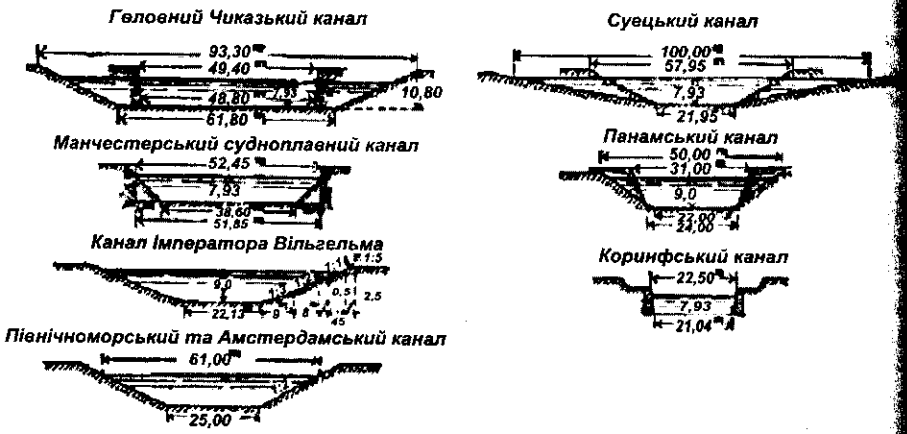


Рис. 7.2.4. Поперечні розрізи морських каналів

Відокремленість басейнів різних річок вододілами викликає необхі ність створення у ряді випадків штучних водяних шляхів чи їх окремих д лянок – будівництво річкових гідровузлів, судноплавних каналів, воднотр нспортних з'єднань між басейнами.

Наприкінці XIX – на початку XX століття у Німеччині було споруджен нові ділянки Середньонімецького каналу, канали Ліппе, Рейн – Герне т інші. У США побудовано кілька судноплавних каналів і шлюзів у верхн течіях річок Огайо, Міссісіпі та інших. Нові канали на суходолі створювал ся також у Франції та Бельгії.

Горбистий рельєф місцевості значно ускладнює задачу поєднанн двох водних басейнів, оскільки в таких умовах вимагається будівництв каналів і штучних споруд (бетонних русел, шлюзів, підйомників тощо). Гр ндіозність подібних проектів можна відчути на прикладі схеми Біломорськ Балтійського та Волго-Донського каналів.

Біломорсько-Балтійський канал, введений в експлуатацію в 1933 роц з'єднав Біле море з Онезьким озером (рис. 7.2.5), яке через річку Свір, Л дозьке озеро і Неву має вихід до Балтійського моря.

Довжина каналу від Онезького озера до Білого моря складає 227 к На короткому південному схилі протяжністю 10,9 км, у долині р. Повенчан ки розміщено гідровузли із шістьма двокамерними шлюзами й одним одн камерним із загальним падінням рівня води близько 70 м.

Вододільний б'єф каналу має довжину 22,6 км і включає верхів'я ріки Повенчанки, три озера та канали, що їх з'єднують.

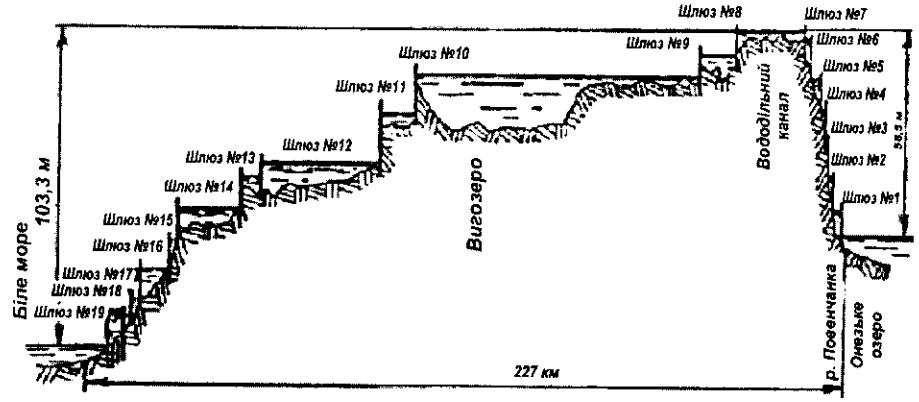


Рис. 7.2.5. Поздовжній профіль Біломорсько-Балтійського каналу

На північному схилі, що має довжину 188,5 км, судновий хід на ділянці протяжністю 140 км проходить по п'ятьох озерах і старому руслі р. Виг. На цьому схилі розташовані гідровузли з 12 шлюзами (у тому числі сімома двокамерними), розділені б'єфами довжиною від 1,3 до 87 км. Загальне падіння, що долається шлюзами, складає близько 100 м.

Усі шлюзи мають близькі значення величин напорів: двокамерні – від 10 до 11 м, однокамерні – від 4,5 до 5,6 м. Голови шлюзів бетонні, а стіни і днища камер – зрубові. Водозливні греблі – бетонної та зрубової конструкції. Відбувається поступова заміна шлюзових дерев'яних конструкцій, що експлуатуються вже понад 70 років, на бетонні.

До складу споруд каналу входять, крім того, земляні, кам'яно-земляні і кам'яно-накидні греблі, а також велике число дамб. На північному схилі каналу після Другої світової війни побудовано п'ять гідроелектростанцій.

Завдяки Волго-Донському каналу, збудованому у 1952 році, судна річкового флоту отримали можливість глибоководного виходу з Волги в Чорне море. Одночасно забезпечувалося зрошення й обводнювання посушливих земель на лівобережжі Дону та на вододілі між Волгою і Доном, а також створювалась ГЕС – потужне джерело електроенергії.

До складу Волго-Донського водного шляху входять шлюзований судноплавний канал між Волгою і Доном та Цимлянский гідровузол на Дону з водоймищем. Волго-Донський судноплавний канал має загальну довжину 101 км. Від Волги канал піднімається дев'ятьма шлюзами на 88 м до вододільного б'єфу, і спускається на 47 м до Дону чотирма шлюзами, входячи в Цимлянське водоймище (рис. 7.2.6).

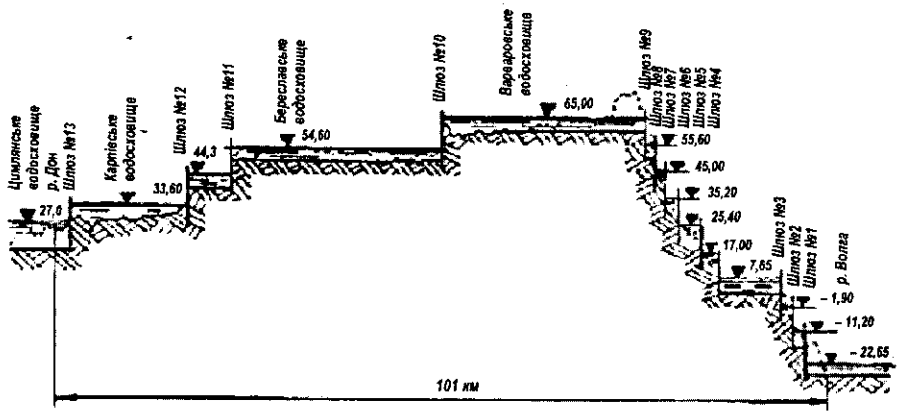


Рис.7.2.6. Поздовжній профіль Волго-Донського судноплавного каналу

На ділянці 45 км канал проходить через водоймища і озера, а на довжині 56 км – через штучне річище. Водосховища і б'єфи каналу утворені трьома земляними греблями і 17 дамбами; довжина б'єфів складає від 1 до 27 км. Живиться канал водою з Цимлянського водосховища, для чого служать розташовані на Донському схилі каналу дві водозливні й одна дериваційна насосні станції, кожна з яких обладнана трьома насосними агрегатами продуктивністю по 15 м^3/сек; найбільший розрахунковий напір на насосних станціях – від 15,5 до 24,5 м.

Завдяки вже спорудженим каналам обсяг водних перевезень значно зріс. Стало можливим судноплавство між Балтійським, Чорним та Каспійським морями, активізувалися надзвичайно важливі для економіки України морські перевезення на Чорному морі (рис. 7.2.7).

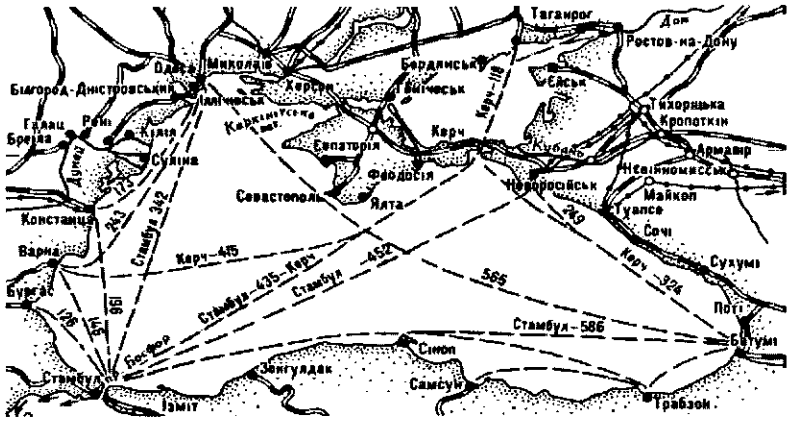


Рис. 7.2.7. Схема морських перевезень на Чорному морі

Морські перевезення зовнішніми водними шляхами прийнято поділяти на зовнішні (експорт і імпорт) та каботажні (внутрішні) – між портами однієї країни.

Водний транспорт в Україні має широку перспективу подальшого розвитку за рахунок вдосконалення перевезень в басейні Дніпра та залучення до цього процесу таких річок, як Дністер, Прип'ять, Інгулець та інших для місцевих перевезень.

Внутрішні водні шляхи поділяють на природні та штучні. Природними внутрішніми водяними шляхами є вільні ріки й озера в їх первинному стані.

На внутрішніх водних шляхах за останні роки набули широкого застосування судна змішаного плавання типу "ріка – море", які можуть виходити через гирла річок у море, плисти по ньому до портів чи входити у гирла інших рік. Вантажі на суднах можна перевозити по малих ріках навіть при невеликих глибинах – всього 0,5–0,7 м, але вартість перевезень вантажів суднами з таким осіданням може бути досить високою.

Природні водні шляхи можуть бути судноплавними чи винятково сплавними. Довжина сплавних річок значно перевищує довжину рік, що використовуються для судноплавства.

Меженні глибини на річках у природному стані часто не відповідають техніко-економічним умовам судноплавства. В таких випадках для збільшення судноплавних глибин проводять спеціальні роботи з поглиблення дна та регулювання його рівня, на "мандруючих" річках – спрямлення русел (рис. 7.2.8). Однак можливості збільшення рівня придатності річок для судноплавства обмежуються гідрологічними умовами, а межі такого збільшення – й економічними факторами.

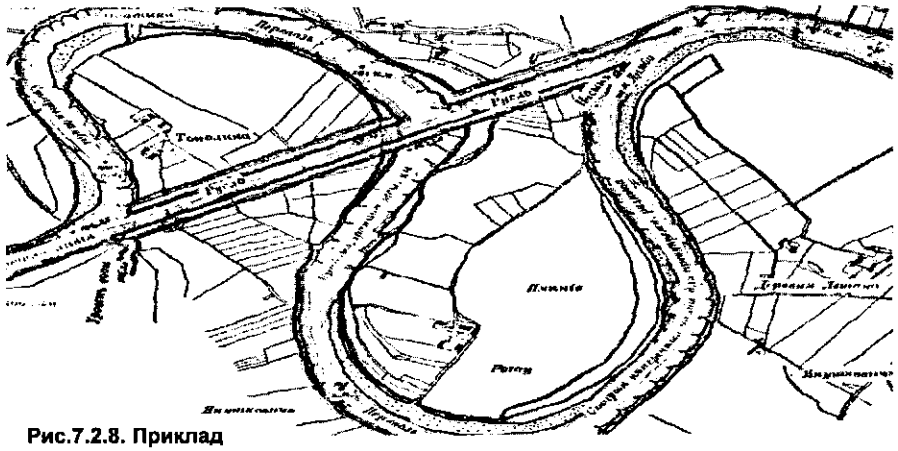


Рис.7.2.8. Приклад спрямлення русла

У тих випадках, коли судноплавний канал проходить по суходолу на високих насипах, при перетинанні з автомобільною дорогою під ним іноді влаштовують тунель (рис. 7.2.9).

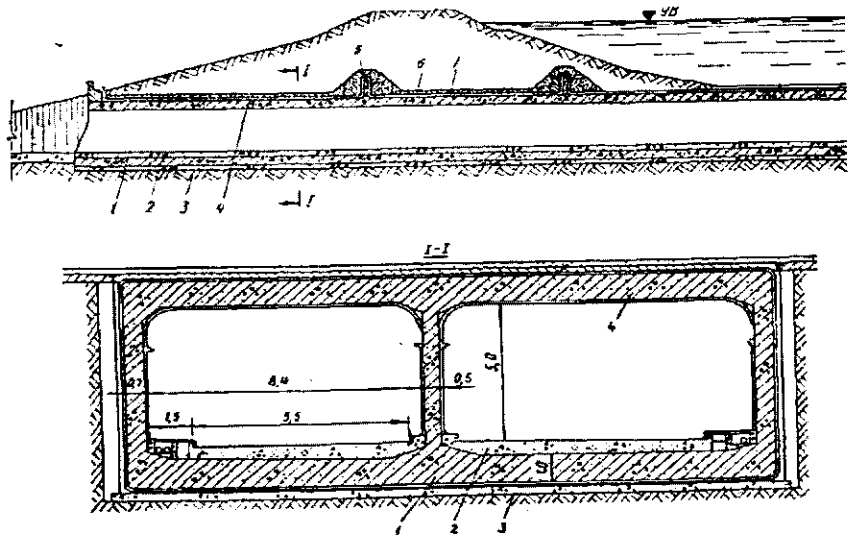


Рис.7.2.9. Тунель для автомобільної дороги під судноплавним каналом:
1 – нижній ригель; *2* – бетонне покриття дороги; *3* – бетонна підготовка; *4* – верхній ригель; *5* – діафрагма; *6* – шар глиняної гідроізоляції; *7* – рулонна гідроізоляція

Внаслідок високої вартості будівництва судноплавних каналів, значення лінійних розмірів їх живого перерізу часто приймають мінімальні, допустимим для одностороннього руху суден. Іноді, відповідно до умов рельєфу, траса каналу сама може пролягати у тунелі (рис. 7.2.10) або проходити по мосту (рис. 7.2.11).

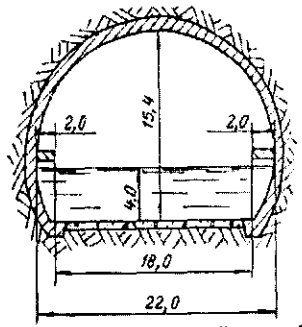


Рис.7.2.10. Поперечний переріз Ровського судноплавного тунелю

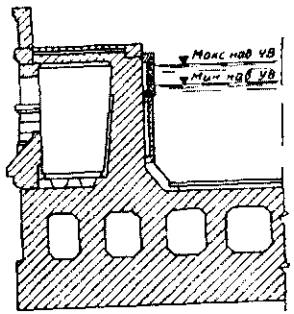


Рис.7.2.11. Поперечний переріз моста-каналу

Конструкції судноплавних мостів та тунелів відрізняються від дорожніх лише нижньою частиною, яка повинна бути водонепроникною. Конструкція каналу в поперечному перерізі залежить від умов місцевості та практичних відміток рівня води в каналі (рис. 7.2.12, 7.2.13).

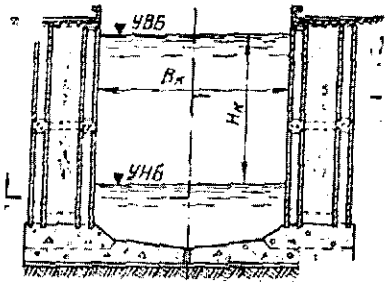


Рис. 7.2.12. Канал на суходолі

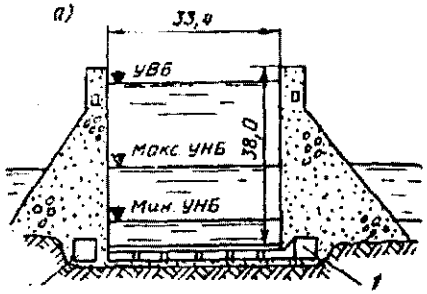


Рис. 7.2.13. Канал в заплаві

На судноплавних річках, де збудовано гідроелектростанції, існує проблема долання перепаду між нижнім та верхнім б'єфом. Для цього будують спеціальні шлюзові камери (наприклад, на ДніпроГЕСі) або вертикальні чи похилі суднопідйомники, в яких здатні розміститися навіть великі судна (рис. 7.2.14, 7.2.15).

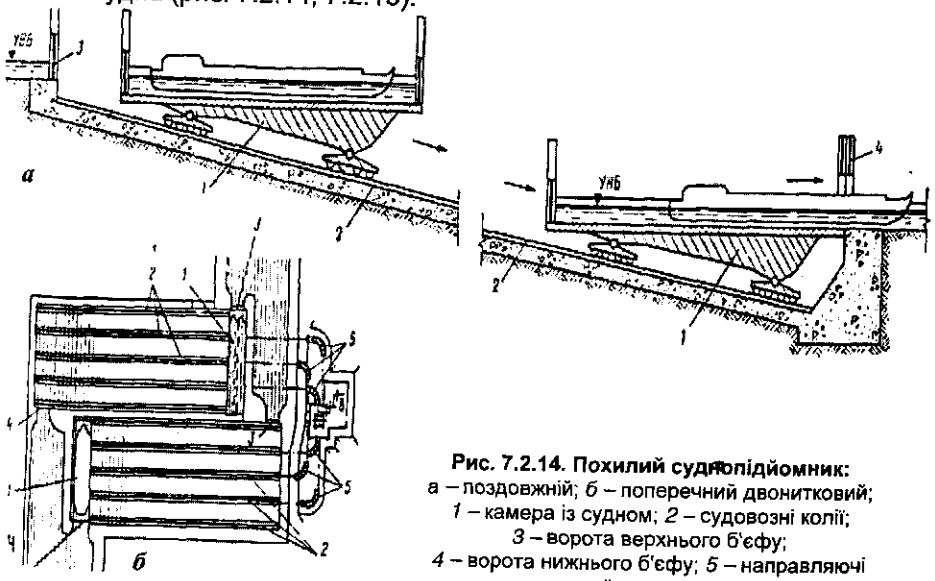


Рис. 7.2.14. Похилий суднопідйомник:
а – поздовжній; б – поперечний двонитковий; *1* – камера із судном; *2* – судовозні колії; *3* – ворота верхнього б'єфу; *4* – ворота нижнього б'єфу; *5* – направляючі пристрої тягових каналів

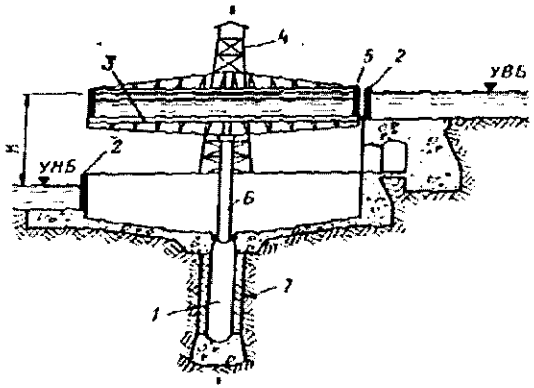


Рис. 7.2.15. Вертикальний двонитковий гідравлічний суднопідйомник на Центральному каналі в Бельгії:

1 – циліндр (шахта); *2* – підйомні ворота б'єфу; *3* – камера; *4* – направляючий каркас; *5* – ворота камери; *6* – поршень; *7* – чавунне лицювання шахти

Уздовж водних шляхів сполучення будуються причали для вантаж них та пасажирських суден. Конструкції цих споруд визначаються хара тером водотоку, глибиною води, рельєфом берегів та ґрунтами, що складають, і можуть бути дуже різноманітними (рис. 7.2.16, 7.2.1 7.2.18). При проектуванні причалів і набережних застосовують відповід конструктивні рішення.

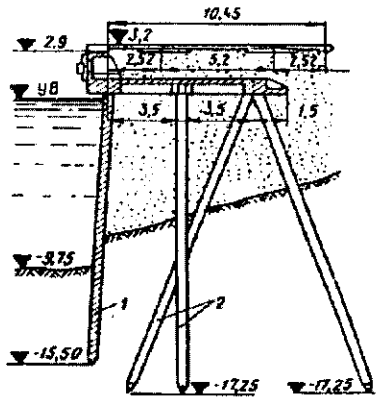


Рис. 7.2.16. Причальна споруда з переднім шпунтом і козловими палями:

1 – залізобетонний шпунт; *2* – залізобетонні палі

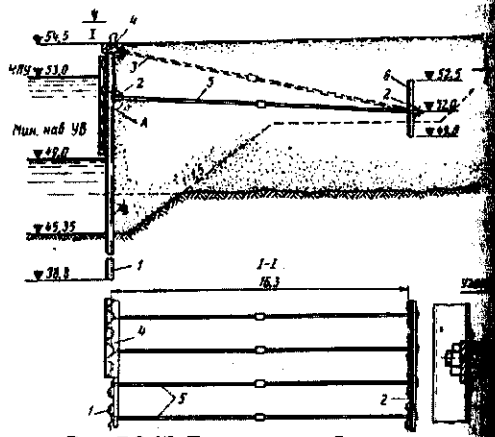


Рис. 7.2.17. Причальна набережна з анкеруванням сталевого шпунта:

1 – шпунт типу Л-III; 2 – розподільчий пояс зі швелерів; *3* – анкерна тяга тумбового масиву; *4* – залізобетонна шапкова балка; *5* – анкерна тяга; 6 – анкерна плита з відрізків того ж шпунт

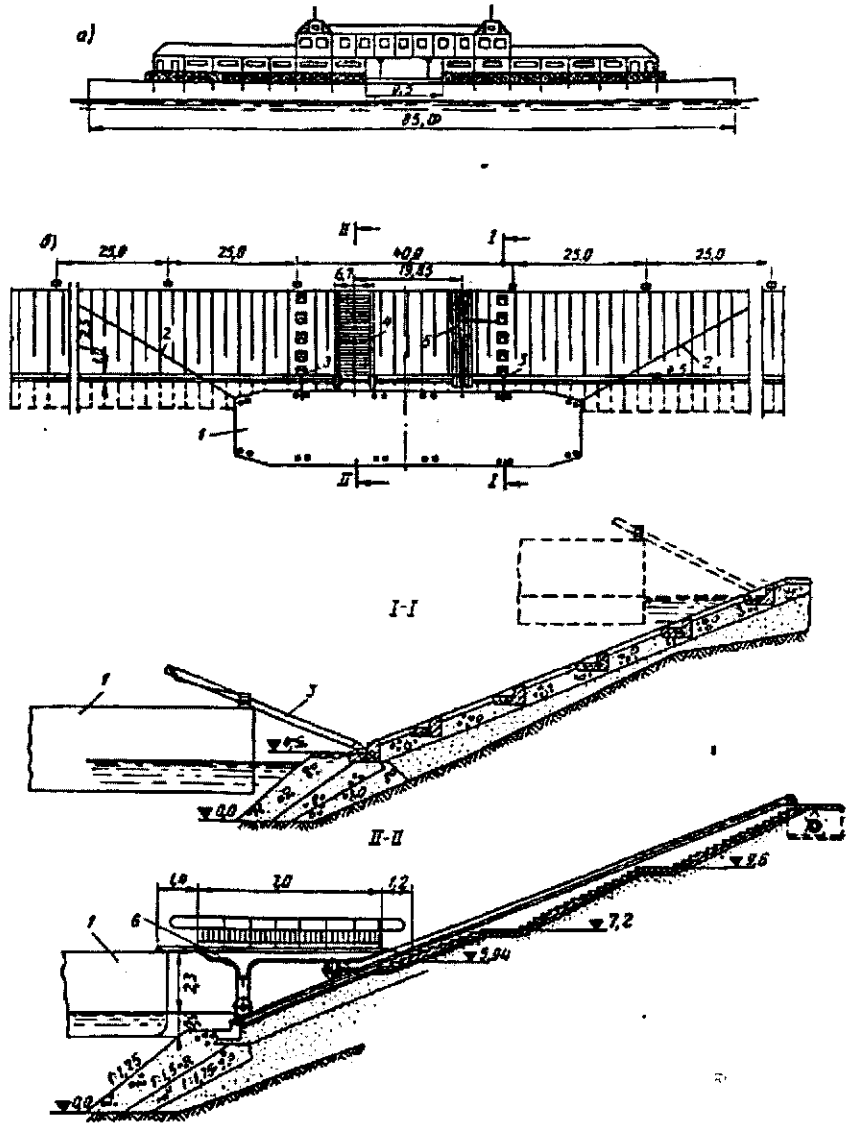


Рис. 7.2.18. Плавучі причали:

а – дебаркадер; *б* – понтон із підпірним пристроєм і берегова косякова платформа; *1* – понтон; *2* – причальний канат; 3 – підпірні палі; *4* – сходи; *5* – колії підйомника для багажу; *6* – косякова платформа

7.3. Плавзасоби

На водних просторах світу експлуатуються судна, різноманітні з конструкцією та профілем роботи.

За призначенням річкові та морські судна поділяються на:

– транспортні: вантажні, пасажирські, вантажо-пасажирські, буксирні;
– технічні: поглиблювачі дна, плавучі доки, крани;
– промислові: риболовецькі, звіробійні;
– спеціальні: криголами, рятувальні, пожежні, дебаркадери;
– спортивні.

За способом пересування кораблі поділяють на самохідні, обладнані власним двигуном (теплоходи, пароплави, газоходи, дизельелектроходи, атомоходи) і несамохідні.

Вантажно-пасажирські судна транзитного і місцевого сполучення служать для перевезення по визначених лініях пасажирів і терміновиг вантажів. Залежно від категорії водного шляху, довжини і пасажиронап руженості цих ліній вантажно-пасажирські судна можуть мати різні ро міри та місткість. Рекордсменами в цій категорії є пасажирські трипалу бні судна, які широко використовуються для туристичних рейсів різно тривалості, а також в якості плавучих будинків відпочинку.

Пасажирські судна приміського та місцевого сполучення, як прави ло, тихохідні (рис. 7.3.1). У зв'язку з цим для обслуговування місцеви ліній довжиною 50–500 км останнім часом широко застосовуються шви дкісні судна на підводних крилах. Такі судна, типу "Метеор", беруть н борт 150 пасажирів і можуть розвивати швидкість 70–80 км/го (рис. 7.3.2). Крім того, розпочалося будівництво невеликих пасажирс ких суден і на повітряній подушці, що можуть плавати на мілководді, отже – експлуатуватися на малих річках.

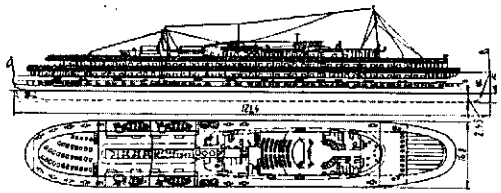


Рис. 7.3.1. Пасажирський трипалубний теплохід класу "О" пасажиромісткістю 440 чол. для місцевих ліній

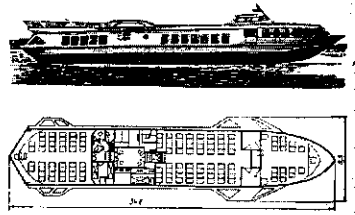


Рис. 7.3.2. Пасажирське судно місцевого сполучення на підводних крилах типу "Метеор"

Буксирні судна служать для переміщення за їх допомогою по водяних шляхах несамохідних вантажних барж.

Службово-допоміжними називаються судна, що обслуговують водний транспорт: портові і шлюзові буксири-штовхачі, криголами, катери судноплавної служби, плавучі майстерні тощо.

До складу технічного флоту входять днопоглиблювальні снаряди та судна, що виконують шляхові й експлуатаційні роботи.

Вантажні судна можуть бути самохідними та несамохідними (рис. 7.3.3, 7.3.4). Вибір способу переміщення останніх не залежить від водних шляхів та типу вантажу. Несамохідні судна використовують переважно на внутрішніх водах для перевезення навальних вантажів: піску, щебеню, лісу тощо.

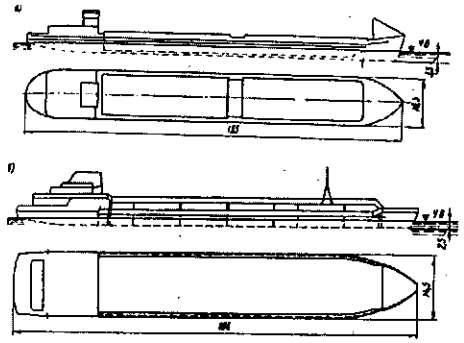


Рис. 7.3.3. Самохідні вантажні судна: *а* – сухогрузний теплохід класу "О" вантажопідйомністю 4900 т; *б* – наливний теплохід класу "О" вантажопідйомністю 2150 т

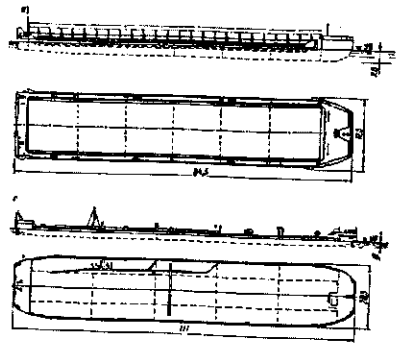


Рис. 7.3.4. Несамохідні вантажні судна: *а* – сухогрузне судно класу "О" вантажопідйомністю 3000 т; *б* – наливне судно класу "О" вантажопідйомністю 3000 т

Однією з найважливіших характеристик судна є його водотоннажність. Масовою водотоннажністю при повному завантаженні є маса судна з повним вантажем, виражена в тоннах. Вона дорівнює масі витісненої судном води, тобто об'єму підводної частини судна, помноженому на питому масу (густину) води. Як відомо, густина прісної води дорівнює одиниці.

Всі судна, незалежно від їх розмірів та призначення, повинні володіти відповідними мореходними (навігаційними) якостями, що забезпечують безпеку та зручність плавання.

Основні мореходні (навігаційні) якості суден:

Плавучість – здатність повністю завантаженого судна триматись в воді у вертикальному положенні.

Стійкість – здатність судна, що виведене з рівноваги дією зовнішн бокових сил (вітром, хвилями), знову повертатись у вихідне положенн після припинення дії цих сил.

Непотоплюваність – здатність судна лишатися на плаву і не пер кидатись, зберігаючи свої навігаційні якості, при пошкодженні та затоп ленні одного або декількох відсіків.

Маневреність (керованість) – здатність судна під впливом руль вого керування легко і швидко змінювати напрямок свого руху.

Як зазначалося вище, останнім часом все більшого поширення н бувають перевезення на змішаних лініях "ріка – море", для роботи яких будуються вантажні судна підвищеної міцності, обладнані відповід до умов морського плавання та роботи як у вітчизняних, так і в зарубіжн портах. Для цих суден встановлено клас "М-СГ" і розрахункову висо хвилі 3,5 м. Вони мають дозвіл плавати, крім внутрішніх шляхів, всьому Азовському морю та в 20-мильній прибережній зоні Чорного іншіх морів.

Окрім навігаційних, беруться до уваги також експлуатаційні якості:

Вантажність судна – кількість вантажу в тоннах, який судно мо взяти при визначеному зануренні (осадці). Розрізняють повну та чи вантажність суден. Повна вантажність (дедвейт) визначається ма вантажу, пасажирів з багажем, екіпажу з його багажем та всіх судно запасів (палива, мастил, харчів, води та ін.), чиста вантажність – ма вантажу та пасажирів з багажем.

Місткість – об'єм приміщень судна, виражений в м^3, де може титись вантаж, пасажири, екіпаж та суднові запаси.

Швидкість ходу суден внутрішнього плавання вимірюється в к метрах на годину, а морських – у вузлах (миль/год).

Автономність – час, протягом якого судно може працювати, не повнюючи запасів.

У судноплавстві існує поняття каботажу, тобто плавання між пор однієї країни. Застосовується лоція – посібник для плавання в окре басейні з детальним описом його навігаційних особливостей. Водні хи оснащуються маяками та навігаційними знаками, що виставляють берегах водоймищ або безпосередньо на фарватері. Ці знаки вра ють при виборі траєкторії руху суден.

Сучасні плавзасоби вражають своїми габаритами та потуж двигунів. Вони будуються за потребою ринку. Найбільше пасажир судно сучасності, що носить назву "Queen Mary II", сягає в дов

330 м (як 3 футбольних поля), а у висоту – 72 м. В його трюмі могла б розміститися статуя Свободи. Корабель має 12 пасажирських палуб для 3400 пасажирів. Переміщується цей гігант за допомогою 6 двигунів потужністю 72 тис. к. с. Витрати палива сягають 2,5 т щохвилини! Вага судна 100 тис. тон, а вартість – півмільярда доларів.

Велике майбутнє мають судна на повітряній подушці. Першу модель-прототип було створено ще у 1872 році в Англії. Принцип дії такого судна полягає в тому, що повітря під тиском подається під дно і піднімає його з води, зменшуючи опір руху, що дозволяє долати мілководдя та виходити на берег. Практичне застосування подібних суден почалося на початку 60-х років XX століття в Англійській армії. Десантні судна на повітряній подушці без проблем долають заміновані території, оскільки вони мають низький питомий тиск. У процесі випробувань, виконаних з метою оцінки можливостей таких суден, катер на повітряній подушці пройшов 560 км по пустелі Сахара.

У 1963 році збудовано перше пасажирське судно, яке розпочало комерційні перевезення. Швидкість його складає 100 км/год, а сам катер здатен долати перешкоди до 2 м висотою. Доступними для таких суден є 70% світової берегової лінії. Так само легко вони прямують по поверхні криги, ковзаючи по ній або виконуючи роль криголама. Крига товщиною в 1 м руйнується від вібрації, продуктивність роботи складає 7 км^2 за 1 годину.

В США зараз експлуатується 91 судно на повітряній подушці. Найбільшими в світі є два пасажирські судна "CRAFT" (Англія). Вони перевозять пасажирів через Ла-Манш вже впродовж 30 років – за цей час перевезено 70 мільйонів пасажирів та 10 мільйонів автомобілів. За один рейс судно бере на борт 380 пасажирів та 50 автомобілів. Протока Ла-Манш між Англією та Францією долається за 25 хвилин при середній швидкості 125 км/год. Вага судна – 300 т, ширина 27 м. Корабель обладнано чотирма двигунами з пропелерами по 6 метрів у діаметрі, витрата пального складає 5 т за годину. Цей вид транспорту вважається найбільш безпечним в світі.

7.4. Заходи з попередження та боротьби із забрудненням водних басейнів

Забруднення середовища водяним транспортом відбувається за двома напрямками: по-перше, морські і річкові судна забруднюють біосферу відходами, що отримуються в результаті експлуатаційної діяль-

ності, а по-друге – викидами у випадках аварій токсичних вантажів, зде більшого нафти і нафтопродуктів.

В умовах звичайної експлуатації основними джерелами забруднен ня є суднові двигуни і, насамперед – головна енергетична (силова установка; а також вода, що використовується для миття вантажних та нків та баластова вода, що зливається за борт.

За оцінками фахівців, у моря та океани виливається до 10 млн. т нафти та нафтопродуктів щорічно. Тим часом відомо, що кожна тонн розлитої нафти може покрити плівкою водяну поверхню площею 12 км². На основних морських шляхах забруднення нафтою є найбільшим. Се ред цих шляхів можна виділити такі маршрути: Перська затока – півден ний край Африки – Європа і далі по Північній Атлантиці до США; Перс ка затока – Індійський океан – Японія. Найзначніша частина забруднен ня припадає на район Перської затоки, звідки починає свій шлях 60% усієї перевезеної морем нафти. Близько 100 найбільших танкерів про ходить через Ормузьку протоку щодня, скидаючи там забруднені бал стові води.

Несприятлива екологічна ситуація скалалась і у водах Середземн го, Карибського, Японського морів. В останні роки подібна небезпе з'явилася й Північному морі на узбережжі Норвегії та Великобританії.

Океанологи вважають, що забруднення поширилося на 10–15% п верхні Світового океану.

Варто відмітити, що в екваторіальній зоні нафта піддається біль швидкому розкладанню, ніж у північних широтах, а у води Арктики т останні роки її стало надходити набагато більше. За даними океанологів моря та океани нафта й інші вуглеводні надходять: із суден, що знаходят ся в морі – 28%, зі стоком рік – 28%, з берегів – 16%, із суден, що зна дяться в портах – 14%, з атмосфери – 10%, іншими шляхами – 4%.

До основних заходів з попередження забруднення водного басей транспортними суднами відносяться:

– заборона скидання забруднюючих відходів із судів у внутріш водоймах;

– прийняття міжнародних угод про припинення скидання із суд усіх видів відходів і зливання нафтовантажів та забрудненої ними во у відкритих морях і океанах;

– обладнання суден додатковими засобами і установками з утил зації чи знищення деяких видів відходів, а також для тимчасового на пичення частини відходів з наступною здачею їх на берег для знищен або переробки;

– розробка нових конструкцій суден, що більшим ступенем гарантували б захист нафтовантажів і нафтопалива навіть в аварійних ситуаціях.

За межами 12-мильної зони (якщо немає загальної заборони) з морських суден можна скидати воду, якщо вона містить не більше 100 частин нафти на 1 млн. частин води. Фактично забруднення нафтою стічних вод суднових енергетичних установок значно перевищує зазначену допустиму межу і в ряді випадків може перевищувати її в 50–100 разів. Таких забруднених вод на сучасному судні накопичується 1–3 м³ за добу на стоянці і 3–15 м³ на ходу.

Комплектація річкових і морських суден новітньої будови очисним та утилізаційним устаткуванням передбачається проектами.

У багатьох країнах світу ведеться розробка також фізико-хімічних методів видалення нафтових плям з поверхні рік і морів. З даною метою у Нідерландах було створено судно "Геопотіс". Це судно обладнане двома штангами до 20 м довжиною, що розміщені в середині з обох бортів. На штангах є 40 патрубків з отворами, по яких на забруднену поверхню викидається пісок, попередньо оброблений спеціальним хімічним реагентом. Потрапляючи на нафтову плівку, кожна піщинка абсорбує нафту і опускає її на дно. При одному проході судно захоплює смугу близько 40 м. Компанія "Шелл", що випробувала судно біля берегів Нідерландів, відзначила достатньо високу швидкість знищення нафтової плями. Аналогічний експеримент, проведений у водах Кувейту, показав, що плівка зі 100 т нафти може бути затоплена протягом 45 хвилин. Чистий пісок забирається землесосним устаткуванням із дна моря (ріки, озера). Землесосне судно, здатне взяти на борт 10 тис. т піску, здатне протягом двох діб затопити 10 тис. т розлитої нафти. Судно може працювати при хвилюванні моря до 5 балів.

Розроблено хімічні препарати – абсорбенти, що у вигляді порошків чи рідин розпилюються над нафтовою плівкою. Абсорбенти поглинають нафту, вступають з нею у реакцію та розкладають її, утворюючи нові, як правило, нешкідливі хімічні сполуки, що залишаються у воді.

До категорії хімічних реагентів для боротьби з розливами нафти відносяться і так звані диспергенти – речовини, що знижують поверхневий натяг нафтової плівки і розбивають її на крапельки. У результаті поліпшуються обмінні процеси з атмосферою, забезпечується проникнення сонячного випромінювання, а також прискорюється розкладання нафти. Але деяка частина продуктів розпаду залишається в товщі води чи випадає на дно. У цьому зв'язку, а також через токсичність самих хімічних засобів боротьби (реагентів) ці методи можуть застосовуватися тільки у визначених екологічних умовах.

На даний час інтенсивно ведуться пошуки новітніх препаратів. Польські вчені запропонували порошок, що, всмоктуючи нафту, залишається на плаву і може бути вилучений з поверхні води. Аналогічні властивості має шведський матеріал, отриманий з відходів паперової промисловості. Відштовхуючи воду, він усмоктує в 7 разів більше нафти, ніж складає його власна маса. Після збору грудок і віджимання нафти брикети, що залишаються, використовують як паливо. У Великобританії випробувано реагент, що перетворює нафту на каучукоподібну масу, грудки якої порівняно легко вилучаються з поверхні води.

Перспективним, хоча й у багатьох випадках проблематичним, способом нейтралізації нафтопродуктів, що потрапили у воду, варто визнати біологічний метод. Насамперед, це очищення вод за допомогою водоростей, що засвоюють забруднювачі, що містяться у воді, у тому числі і вуглеводні.

8. ПОВІТРЯНИЙ ТРАНСПОРТ

8.1. Народження та розвиток повітряного транспорту. Сучасні літаки

Мабуть, в усі часи людина, дивлячись у небо, заздрила птахам і прагнула відчути радість польоту. Саме такі почуття яскраво відображені у фільмі А. Тарковського "Андрій Рубльов". Створити який-небудь літальний апарат прагнув ще Леонардо Да Вінчі, але мрії перетворились на реальність лише у 1873 році, коли брати Монгольф'є здійснили політ на повітряній кулі.

Винахідником літака вважається Олександр Можайський, який у 1882 році збудував за власним проектом "повітроплавальний снаряд". Через недосконалість конструкції цей літальний апарат не зміг довго протриматись у повітрі і загинув при випробуваннях. Авторами першого функціонуючого літака вважаються брати Орвіл та Уілбур Райт – у 1903 році вони піднялися в повітря на літальній машині, обладнаній двигуном внутрішнього згоряння. Політ тривав 59 секунд.

Незабаром, вже у 1913 році, київський авіаконструктор Ігор Сікорський збудував літак "Ілля Муромець", здатний піднімати 15 чоловік. Рівень досконалості літаків зростав з неймовірною швидкістю. У 1916 році у небі над Києвом льотчик Нестеров вперше виконав фігуру вищого пілотажу – мертву петлю, пізніше відому, як петля Нестерова.

Авіаперевезення перестають бути екзотикою, народжується повноправний вид транспорту. Масове обговорення вражаючих можливостей повітряних суден відбувалось у 30-х роках в СРСР, коли у 1934 році льотчиками полярної авіації було врятовано екіпаж пароплава "Челюскін", затертого кригою, а трьома роками пізніше В.П. Чкалов, Г.Ф. Байдуков та А.В. Беляков з пропагандистською метою здійснили переліт з Москви до Портленда (США) через Північний полюс на відстань 8583 км.

Потреби військової доби в Другу Світову війну значно прискорили розвиток авіації: поруч з поршневими в цей час з'являються і турбінні двигуни, а пізніше – реактивні.

Народжений у 1946 році літак місцевих ліній та сільгоспавіації АН-2 – легендарний "кукурузник" – літає і понині (рис. 8.1.1). Більше того – на машини такого типу почали ставити сучасні двигуни, що вдихають в них нове життя.

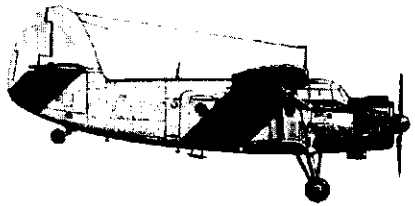


Рис. 8.1.1. Літак АН-2

Провідними країнами випуску літаків як цивільного, так і військового призначення стають США, Німеч-

чина, Англія, Франція, Італія, СРСР. У зоні впливу Радянського Союзу у 60-ті роки етапними стають літаки ТУ-114, Іл-18, ТУ-104, а згодом – ТУ-154, Іл-62. Швидкості зростають до 1000 км/год, а кількість пасажирів до 200 чоловік.

У Європі об'єднаними зусиллями випускається аеробус А-300. Головними авіабудівними компаніями США стають Боїнг та Локхід, на заводах яких будуються літаки місткістю до 500 пасажирів.

Україна є 6-ю країною в світі, що володіє повним циклом авіаційного виробництва: від проектування до будівництва. Провідним підприємством в цій галузі є авіаційний науково-технічний комплекс ім. Антонова (м. Київ), де 1997–2001 роках було розроблено та реалізовано проекти літаків багатоцільового призначення АН-70, АН-140, які за багатьма параметрами є світовими лідерами у своєму класі.

АН-70 належить до нового покоління оперативно-тактичних військово-транспортних літаків короткого злету і посадки. Він забезпечує доставку практично всієї номенклатури озброєння і військової техніки мотострілкової дивізії. З літака можливе парашутне десантування особового складу і техніки, у тому числі і мононантажів масою до 20 т з великих і малих висот, вантажна кабіна літака розрахована на перевезення 300 солдатів з особистою зброєю чи 206 поранених і хворих. Перший політ літака АН-70 відбувся 16 грудня 1994 року, а 24 квітня 1997 року піднялася в повітря друга машина такого типу. Конструктивно літак являє собою чотирьохдвигунний високоплан із невеликим стрілоподібним крилом. Герметичний вантажний відсік займає майже весь об'єм фюзеляжу літака. АН-70 є на 30% просторішим, ніж транспортний Іл-76, що дозволяє, наприклад, в два ряди розміщувати у ньому колісну техніку. Ефективність використання внутрішнього простору підвищується завдяки можливості розміщення вантажу масою до 5000 кг на відкидному люці-рампі.

Внутрішнє десантно-транспортне обладнання забезпечує оперативність і автономність навантаження та повітряне десантування. Комплекс навантажувального устаткування включає чотири електротельфери з сумарною вантажопідйомністю 12 т, дві бортові електролебідки зі стискуючим зусиллям по 1,5 т. За бажанням замовника, літак може бути укомплектовано другою палубою, що легко знімається, чи рольтанговим устаткуванням для автоматизації операцій з контейнерами. У носовій частині фюзеляжу знаходиться обладнана кольоровими багатофункціональними індикаторами тримісна кабіна екіпажу та двопалубний відсік для осіб, які супроводжують вантаж на борту.

Залежно від способу застосування і злітної маси АН-70, його багатоколісне шасі забезпечує можливість зльоту як з бетонних злітно-посадкових смуг довжиною 1800 м з невисокою міцністю покриття, так і з ґрунтових майданчиків довжиною 600–800 м з низькою міцністю ґрунту. У режимі короткого злету та посадки при старті з ґрунтових майданчиків довжиною 600–900 м літак забезпечує перевезення 20–36 т вантажу на дальність 1450–3000 км.

Силова установка літака складається зі встановлених у мотогондолах під крилом чотирьох двигунів Д-27 з гвинтовентиляторами СВ-27. Ця силова установка забезпечує одержання високої крейсерської швидкості при 20–30% економії палива в порівнянні із сучасними літаками з турбореактивними двигунами. АН-70 оснащено сучасним бортовим радіоелектронним устаткуванням, об'єднаним у цифровий інтегральний комплекс. Це обладнання забезпечує експлуатацію літака на всіх широтах у будь-який час доби в простих та складних метеорологічних умовах, польоти над місцевістю, позбавленою орієнтирів, зліт і посадку на необладнаних ґрунтових аеродромах. Експлуатація на необладнаних аеродромах забезпечується і завдяки наявності бортових засобів контролю та діагностики. Технічне обслуговування літака базується на застосуванні стратегії технічної експлуатації згідно з його станом.

На базі АН-70 можливе створення літака далекого радіолокаційного виявлення і наведення, командного пункту, паливозаправника, пошуково-рятувального літака тощо.

Модифікації літака:

АН-70Т – транспортний літак з чотирма двигунами Д-27 для цивільної авіації. Забезпечує перевезення 35 т вантажу на дальність 3800 км, а 20 т – на 7400 км. Можливість експлуатації на бетонних і ґрунтових злітно-посадкових майданчиках довжиною 1300 м дозволяє експлуатувати його на всій аеродромній мережі СНД.

АН-70ТК – варіант АН-70Т з вантажно-пасажирською кабіною.

АН-70-100 – модифікація літака з двома двигунами Д-27. Літак має меншу злітну масу і спрощене шасі, на ньому змінено ряд систем і агрегатів. При застосуванні на злітно-посадкових майданчиках довжиною 2500 м він здатен перевозити вантаж масою 30 т на дальність 1000 км, а 20 т – на 4330 км із винятково високою паливною ефективністю.

АН-77 – модифікація з чотирма двигунами CFM56-5A1 і авіонікою західного виробництва.

АН-7Х – модифікація, запропонована в якості варіанту основного транспортного літака для європейських країн НАТО.

Тактико-технічні характеристики літака АН-70:

Рік прийняття в експлуатацію	2000
Розмах крила, м	44,06
Довжина літака, м	40,73
Висота літака, м	16,38
Маса, кг:	
- порожнього спорядженого літака	73000
- нормальна злітна	111000
- максимальна злітна	130000
Об'єм резервуарів для палив, л	38000
Тип двигуна	4 ТВД Прогрес Д-27
Тяга, кН	4 х 14000
Максимальна швидкість, км/год	890
Крейсерська швидкість, км/год	800
Практична дальність, км	7400
Практична стеля, м	12000
Дальність дії	1350
Екіпаж, чол	2
Корисне навантаження	300 солдатів чи 206 поранених чи до 47000 кг

Літак АН-225 "Мрія" (рис. 8.1.2) було створено для задоволення по треб радянської космічної програми у сфері транспортування вантажів а зокрема – космічних кораблів багаторазового використання "Буран" компонентів ракетної системи "Енергія". Літак, природно, міг перевозити і великогабаритні вантажі іншого призначення з розміщенням їх як без посередньо у фюзеляжі літака, так і "на спині".

Крім виконання чисто транспортних операцій, планувалось використання АН-225 в якості першої ступені космічного комплексу для комерційних запусків корисних вантажів у космос у варіанті авіаційного ракетно-комічного комплексу "Світязь", що дозволяв вивести до 9 т корисного вантажу на низькі навколоземні орбіти, і багатоцільової авіаційно-космічної системи "МАКС", що забезпечував можливість виведення на низькі орбіти 2 космонавтів і 10 т вантажу.

Через велетенські розміри літака цех, у якому його збирали, зростав разом з ним – подібна практика авіабудування не мала світових аналогів! Перший політ дослідного зразка АН-225 відбувся 21 грудня 1988 року. Завдяки широкій уніфікації вузлів і агрегатів нового літака з устаткуванням АН-124 "Мрія" стала "реальністю" за рекордно короткий термін – лише 3,5 роки.

На жаль, згодом цей унікальний літак, що виконав лише кілька демонстраційних польотів та перевіз на своїй спині космічний корабель "Буран", втратив своє стратегічне значення і протягом десятиліття вкривався іржею. Лише у 2002 році було прийняте рішення про його реанімацію та

пристосування для комерційних перевезень. Йде мова також і про будівництво другого літака АН-225 та створення його пасажирського варіанту – своєрідного "літаючого міста".

АН-225 "Мрія" на сьогодні залишається найбільшим літаком світу.

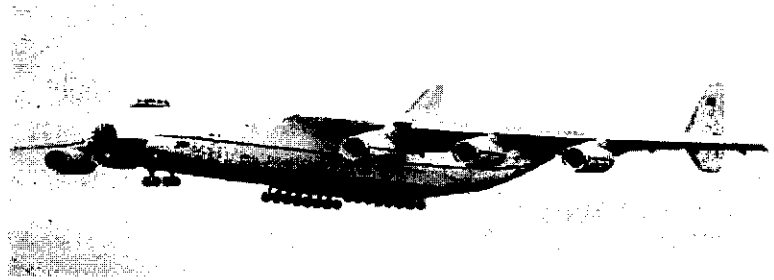


Рис. 8.1.2. Літак АН-225 "Мрія" – найбільший у світі

Фюзеляж АН-225 має поперечний переріз, аналогічний літаку АН-124, однак довжина його істотно збільшена. Вантажна кабіна літака має довжину 43 м, ширину 6,4 м, висоту 4,4 м. Всередині кабіни можна розмістити 16 стандартних контейнерів, 80 легкових автомобілів, автосамоскиди типу БелАЗ, Коматцу, Юклід. З метою зменшення ваги було вирішено відмовитися від заднього вантажного люка, однак збережено носовий люк, що відкидається вгору, і систему присідання передніх стійок шасі. Значних змін зазнали основні опори, хоча їх конструктивні переробки були мінімальними. Замість п'яти двоколісних стійок з кожного борту на нову машину встановлено сім.

Чотири останніх ряди двоколісних візків при маневруванні на злітно-посадковій смузі самоорієнтуються, а при зльоті і посадці – стопоряться. Розвертається літак на смузі шириною 60 м.

Крило АН-225 також являє собою модифікацію крила АН-124. Воно доповнено новою центральною секцією, збільшено його розмах. Для забезпечення можливості перевезення великогабаритних вантажів "на спині" на літаку встановлено два вертикальних кіля. Завдяки цьому на зовнішній підвісці можуть перевозитися вантажі, габарити яких перевищують можливості інших транспортних засобів: наприклад, ректифікаційні колони діаметром 7–10 м і довжиною до 70 м.

У силовій установці АН-225 використано шість турбовентиляторних двигунів Д-18Т сумарною тягою 140 400 кгс. Двигуни встановлено на пілонах – по три під кожною консоллю крила.

"Мрія" комплектується бортовим радіоелектронним устаткуванням, також майже аналогічним до того, що встановлене на літаку АН-124.

Тактико-технічні характеристики літака АН-225 "Мрія":

Рік прийняття в експлуатацію	1988
Розмах крила, м	88,40
Довжина літака, м	84,40
Висота літака, м	18,20
Маса, кг	905,0
- порожнього спорядженого літака	250000
- максимальна злітна	600000
Паливо, кг	300000
Тип двигуна	6 ТВД Прогрес (Лотарев) Д-18Т
Тяга, кН	6 x 229,47
Крейсерська швидкість, км/год	850
Практична дальність, км	15600
Практична стеля, м	11000
Дальність польоту, км	4500
Екіпаж, чол	6-7
Корисне навантаження	250000-450000 кг вантажу

На сьогоднішній день пасажирські та вантажні авіаперевезення здійснюються літаками багатьох типів. Одними з найбільш прогресивних зарубіжних моделей повітряних суден сучасності є літаки А3ХХ та А300-600ST.

А3ХХ – далекомагістральний пасажирський літак нового покоління (рис. 8.1.3), розроблений західноєвропейським консорціумом Airbus. Виготовлено його з застосуванням новітніх технологій і стандартів економічності і комфортності. Машина має дворівневий пасажирський салон підвищеної комфортності місткістю від 481 до 656 пасажирів.

Існує, крім того, вантажна модифікація цього літака – А3ХХ-F – з максимальним корисним навантаженням у 150 т. Дальність польоту літака складає, залежно від навантаження, 7650–8750 морських миль (14168–16205 кілометрів). На літаку встановлено нові турбовентиляторні двигуни фірми CFM International з тягою 311 кН.

Тактико-технічні характеристики літака А3ХХ:

Розмах крила, м	79,80
Довжина літака, м	73,00
Висота літака, м	24,10
Маса, кг:	
- порожнього спорядженого літака	249000
- максимальна злітна	560000
Об'єм резервуарів для палива, л	325000
Тип двигуна	4 ТВД CFM International
Тяга, кН	4 x 308-311
Максимальна швидкість, км/год	990
Крейсерська швидкість, км/год	960

Практична дальність, км	15100
Практична стеля, м	--
Екіпаж, чол	2
Корисне навантаження	555 пасажирів

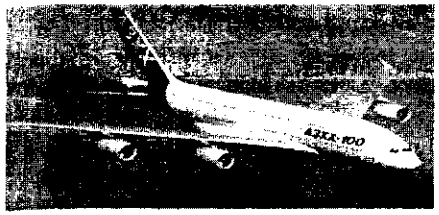


Рис. 8.1.3. Пасажирський літак А3ХХ

Рис. 8.1.4. Важкий транспортний літак А300-600ST Beluga

А300-600ST (Super Transport) Beluga (рис. 8.1.4) – важкий транспортний літак, розроблений компанією Special Transport Aircraft International (SATI) на базі транспортного літака консорціуму Airbus Industries A300-600R. Літак призначений для перевезення великогабаритних вантажів і є наступником застарілих вантажних літаків Aero Spacelines Super Guppy. Компанію SATI було утворено у жовтні 1991 року на паритетних засадах французькою фірмою "Aerospatial" і німецькою "Dasa". Роботи над створенням літака розпочалися на авіазаводі в Тулузі, і 13 вересня 1994 року дослідна машина зробила свій перший демонстраційний політ. А300-600ST одержав французький сертифікат DGAC у жовтні 1995 року після 365 годин випробувальних польотів. Експлуатація літака почалася у січні 1996 року. Всього було побудовано 4 літаки, що злетіли відповідно в 1996, 1997 і 1998 роках. Планується випустити до 15 літаків.

Тактико-технічні характеристики літака А300-600ST Beluga:

Розмах крила, м	44,84
Довжина літака, м	56,16
Висота літака, м	17,25
Маса, кг:	
- порожнього спорядженого літака	86500
- максимальна злітна	160000
Об'єм резервуарів для палива, л	46900-55000
Тип двигуна	2 ТВД General Electric CF6-80C2A8
Тяга, кН	2 x 2x 262,40
Максимальна швидкість, км/год	820
Крейсерська швидкість, км/год	765
Практична дальність, км	5200
Практична стеля, м	---
Екіпаж, чол	2
Корисне навантаження, кг	45000 (максимально 47600)

Знаменною подією для світового авіабудування стало створенн надзвукового літака цивільної авіації. У 1966 році з'явився дослідни зразок лайнера, розробленого за спільним французько-англійськи проектом, що отримав назву "Конкорд" ("Згода"), а двома роками пізніш в СРСР за його подобою з мінімальними конструктивними відмінност ми було збудовано літак ТУ-144. Злітна маса літаків складала 175 т, швидкість сягала небувалих для пасажирських літаків значень – 220 2500 км/год!

Серійне виробництво "Конкордів" розпочалось у 1970 році. Англ французька розробка, на відміну від її невдалої радянської копії, отр мала путівку в життя, і протягом 31 року стрілоподібні красені перетина Атлантику за рекордно короткий час – 3,5 години. Рейси виконувалися Лондона та Парижа до Нью-Йорка сімома та п'ятьма літаками відпові но, вартість квитків в обидва кінці становила 13 000 євро. Застосуванн таких машин на трансокеанських трасах було особливо виправданим при використанні надзвукових літаків над суходолом утворена ни ударна хвиля спричиняла б відчутний дискомфорт жителям населен пунктів.

На жаль, після резонансної катастрофи в 2001 році, експлуатаці "Конкордів" було заборонено, через що вони перетворилися на музе ний експонат. Ясна річ, технічні рішення і розробки, використані у ц літаках, слугуватимуть основою для майбутніх проектів.

8.2. Інфраструктура повітряного транспорту

Аеропорт – це комплекс споруд та обладнання, що забезпечує те нологічні процеси з обслуговування пасажирських, вантажних та пошт вих перевезень.

Аеропорт можна умовно поділити на аеродром з приаеродромн територією та на службово-технічну територію.

Аеродром – головна частина аеропорту. Це спеціально обладна ділянка землі, на якій відбувається зліт, посадка, рулювання, стоянка обслуговування польотів повітряних суден.

Приаеродромна територія (ПТ) – це місцевість, що прилягає до а родрому у встановлених межах, в повітряному просторі якої відбуває ся маневрування повітряних суден.

Службово-технічна територія (СТГ) – частина території аеропор де розташовуються будівлі та споруди, призначені для технологічн операцій з обслуговування повітряних пасажирських, вантажних та п штових перевезень.

За призначенням аеропорти цивільної авіації поділяються на міжнародні, державні та місцеві. Аеропорт відносять до тієї чи іншої групи залежно від повітряних ліній, які він обслуговує.

Існує також поділ аеропортів на класи за річними обсягами пасажирських перевезень:

Клас аеропорту	Річні обсяги перевезень, тис. чол.	Річна інтенсивність руху літаків, тис. посадок
I	7000...10000	70...87
II	4000...7000	45...70
III	2000...4000	36...57
IV	500...2000	20...50
V	<500	<20

Аеропорти з річним обсягом пасажирських перевезень понад 10 тис. чол. відносять до позакласових.

Будівлі та споруди аеропортів за призначенням поділяються на групи:

– обслуговування пасажирських перевезень;

– обслуговування вантажних та поштових перевезень;

– технічного обслуговування повітряних суден, керування повітряним рухом;

– забезпечення паливно-мастильними матеріалами.

Аеровокзал – головна будівля СТТ. Безпосередньо в аеровокзалі обслуговують пасажирів, які вилітають, прилітають, а також транзитних. На території аеровокзалу знаходяться операційні зали, довідкове бюро, приміщення для чекання, ресторан, кафе тощо. В аеровокзалах міжнародних аеропортів передбачаються пункти митного контролю.

Основний експлуатаційний показник роботи аеровокзалу – його пропускна здатність, що визначається кількістю пасажирів, які можуть бути прийняті протягом години із забезпеченням усіх санітарно-технічних та виробничо-технологічних нормативів.

За пропускною здатністю аеровокзали поділяються на малі – до 400 пас/год, середні – 400–1000 пас/год, великі – 1000–2500 пас/год, та надвеликі – понад 2500 пас/год.

Авіаційно-технічна база (АТБ) призначена для обслуговування повітряних суден та розташування їх на збереження. До складу АТБ входять ангар для технічного обслуговування та ремонтних робіт, ангар для миття, ангар-сховище, механічні майстерні.

Ангари-сховища з полегшених конструкцій споруджують в аеропортах VI і V класів, розташованих в районах, де температура повітря про-

тягом тривалого періоду становить 20°С. Ангари-сховища розраховують на 1–2 літаки, їх площа 2,3...5,4 тис. м^2.

Командно-диспетчерський пункт (КДП) розміщується у двох приміщеннях: управління повітряним рухом (УПР) та передполітної підготовки. Приміщення передполітної підготовки розташовують біля пасажирського перону. Тут знаходяться диспетчери, відповідальні за підготовку польотів, рулювання, зліт та посадку літаків.

Питання технічної експлуатації аеродромів в аеропортах підпорядковуються відділам наземних споруд, які відповідають, крім того, й за утримання і ремонт виробничих, громадських та житлових будівель СТТ.

В аеропортах високих класів експлуатацію аеродромів виконує окремий підрозділ – аеродромна служба. Вона має на озброєнні техніку для боротьби зі сніговими заносами та ожеледицею (теплові машини на базі відпрацьованих реактивних двигунів), поливально-мийні машини та інше устаткування. Перспективними заходами боротьби з зимовою слизькістю злітно-посадочної смуги є пара та електропідігрів.

До складових частин аеродрому відносяться такі елементи:

Злітно-посадочна смуга (ЗПС) – територія аеродрому, спеціально підготовлена та оснащена для зльоту та посадки літаків. Вона може бути ґрунтовою (ГЗПС) або мати штучне покриття (ШЗПС). Деякі аеродроми мають лише ГЗПС або ШЗПС. Проектування ЗПС здійснюється з деяким запасом довжини на випадок помилки в пілотуванні з вини екіпажу чи з інших причин.

ЗПС може бути обладнана радіотехнічними засобами, які в сукупності з бортовим обладнанням повітряного судна забезпечують успішну посадку без участі пілота чи за його частковою участю.

Ґрунтова ЗПС є резервною, тому її утримують в постійній експлуатаційній готовності. Вона використовується при аварійних посадках та при ремонті ШЗПС.

Бокова смуга безпеки (БСБ) – це підготовлена ділянка, що прилягає до бокової межі ЗПС і використовується для запобігання випадковому скоченню літака за межі ЗПС при зльоті та посадці.

Рулювальні доріжки (РД) з'єднують між собою різні елементи аеродрому і призначені для рулювання та буксирування літаків.

Кількість та розміщення РД залежить від інтенсивності руху літаків, їх типів, загального компонування аеропорту.

За своїм призначенням РД поділяються на магістральні, з'єднувальні та допоміжні. Магістральні РД призначені для пересування літаків від перону до кінця ЗПС і назад по найкоротшій відстані.

З'єднувальні РД з'єднують магістральну РД з ЗПС у місцях імовірного закінчення пробігу літаків. Основне призначення цих доріжок – скорочення довжини рулювання та часу перебування літаків на ЗПС для збільшення її пропускної здатності.

Допоміжні РД пов'язують перон, місця стоянки літаків та окремі майданчики спеціального призначення з магістральною РД та пероном.

При щорічному зростанні обсягів авіаперевезень виникає потреба у збільшенні пропускної здатності аеропортів. Розрахунки спеціалістів показують, що при подальшому необмеженому розвитку цивільної авіації в Європі через 10–12 років пасажиропотік збільшиться вдвічі, а через 15 років збільшиться вдвічі і кількість зльотів-посадок в аеропортах. Такий зріст інтенсивності польотів породжує багато проблем: в першу чергу, необхідність серйозних і негайних вкладень в наземну інфраструктуру, центральне місце в якій займають аеропорти.

Необхідно розвивати так звані аеропорти-хаби, забезпечувати їх пропускну здатність.

Хоча аеропорти-хаби і мають потенціал розвитку, існучі плани нарощування ними пропускної здатності сильно відстають від потреби. До 2005 року в 29 аеропортах будуть введені в експлуатацію нові термінали, але цього явно недостатньо.

Нові аеропорти повинні мати зручні зв'язки з іншими видами транспорту. Час, проведений у дорозі від і до аеропорту, інколи дорівнює тривалості польоту, тому, враховуючи інтенсивний розвиток наземних транспортних систем, все частіше пасажиропотоки переключаються з коротких місцевих авіаційних маршрутів на наземний транспорт. Розумний перерозподіл пасажирів між різними видами транспорту може частково вирішити проблему перевантаження великих аеропортів.

Подібний перерозподіл може бути ефективно реалізований тільки в тому випадку, якщо пересадки з одного виду транспорту на інший будуть зручними. В ряді аеропортів термінали залізниць вже інтегровано в будівлі аеровокзалів, і ця тенденція повинна якомога повніше реалізовуватись в аеропортах, які будуються.

Необхідно внести фундаментальні зміни в організацію повітряного руху. Існуюча на даний час у Європі система організації повітряного руху (ОПР) не може впоратися зі своїми функціями, оскільки вона породжує затримки рейсів і наносить збитки авіакомпаніям.

Прямі і непрямі збитки від недосконалої роботи ОПР склали у цілому по Європі 2,5 млрд. євро. Оптимізація роботи системи ОПР здатна привести до економії палива на 5–6%, що означає не тільки економічну вигоду, але й зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. На жаль, авіакомпанії не можуть безпосередньо впливати на розвиток системи ОПР. Євроконтроль – організація, відповідальна за інтеграцію систем ОПР у цілому по Європі, не маючи законодавчих прав, не зможе кардинально змінити ситуацію, а асоціація європейських авіакомпаній вже давно виступає за створення єдиної авіаційної влади Європи.

Як і будь-яка промислова діяльність, повітряний транспорт чинить негативний вплив на навколишнє середовище у вигляді шуму і викиду шкідливих речовин. Авіакомпанії спільно з виробниками авіаційної техніки роблять все можливе для зниження такого впливу, переходячи на експлуатацію більш досконалих літаків і гелікоптерів. Разом із тим, значні резерви полягають у покращенні роботи аеропортів, зниженні часу чекання зльоту і посадки, оптимізації маршрутів польоту.

8.3. Гелікоптери

Зручність використання гелікоптерів полягає у тому, що вони можуть підійматися в повітря і приземлятися практично вертикально, не потребують великих земельних ділянок. Тому в багатьох країнах гелікоптер застосовують для зв'язку центра міста з іншими районами, при цьому гелікоптерні майданчики роблять на дахах будинків, площах, в парках.

Для експлуатації гелікоптера необхідний комплекс наземного обладнання. Гелікоптер не потребує аеродрому, а основною спорудою гелікоптерної станції є площа, підготовлена і спеціально обладнана для зльоту, посадки й обслуговування гелікоптерів. До гелікоптерних станцій належать одна або декілька зльотних смуг, рульові доріжки, місце стоянки гелікоптерів, перон, швартувальні та девіаційні майданчики та інженерно-технічні споруди (рис. 8.3.1).

Рекомендовані розміри земельних ділянок, відведених для влаштування гелікоптерних станцій, розрахованих на 10 зльотів-посадок у годину пік, складають для легких гелікоптерів 0,01 км^2, середніх – 0,015 км^2, важких – 0,025 км^2. Співвідношення площ гелікоптерної станції та службово-технічної території приймають 2:1.

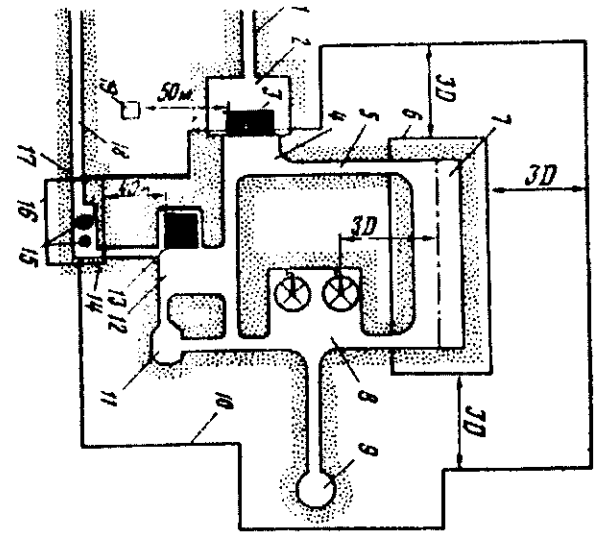


Рис. 8.3.1. Схема генерального плану гелікоптерної станції:
1 – під'їзна автомобільна дорога; *2* – привокзальна площа; *3* – службово-пасажирська споруда; *4* – перон; *5* – рульова доріжка; *6* – злітна смуга; *7* – злітно-посадочна смуга; *8* – групове місце стоянки; *9* – майданчик; *10* – огородження; *11* – швартувальний майданчик; *12* – переддоковий майданчик; *13* – док технічного обслуговування гелікоптерів; *14* – шлагбаум; *15* – склад збереження паливно-мастильних матеріалів; *16* – огородження складу ПММ; *17* – ворота складу ПММ; *18* - під'їзна дорога до складу ПММ; *19* – метеомайданчик; *D* – діаметр гвинта гелікоптера

Основними роботами з проектування ліній гелікоптерного транспорту є визначення розмірів гелікоптерних станцій та розміщення їх на трасі. Розміри гелікоптерної станції (її клас) залежать від типу експлуатованих на лінії гелікоптерів, які поділяються на три вагові категорії: легкі – зі злітною масою до 4 т, середні – від 4 до 12 т, важкі – більше 12 т.

Гелікоптерні станції, залежно від річного об'єму пасажироперевезень, тобто сумарної кількості всіх прилітаючих, відлітаючих і транзитних пасажирів, поділяють на три класи: 1 – з об'ємом пасажирських перевезень більше 30 тис. чол.; II – від 15 до 30 тис. чол. включно; III – до 15 тис. чол.

Довжину квадратних в плані наземних посадочних майданчиків приймають такою: для гелікоптерів I категорії – 80 м, II категорії – 50 м і III категорії – 35 м.

Максимально допустимі уклони злітно-посадочної смуги постійних наземних гелікоптерних станцій наведені в табл. 8.3.1.

Таблиця 8.3.1

Максимально допустимі уклони елітно-посадочних смуг гелікоптерних станцій

Покриття ЗПС	Вид уклону	Категорії гелікоптерів		
		I	II	III
Ґрунтове	Повздовжній	0,025	0,03	0,03
	Поперечний	0,02	0,02	0,02
Штучне	Повздовжній	0,02	0,025	0,025
	Поперечний	0,015	0,015	0,015

Повздовжні і поперечні уклони майданчиків, розміщених на дахах будівель і платформах, не повинні перевищувати 0,01.

Максимальний повздовжній уклон рульових доріжок повинен перевищувати 0,03, а поперечний – 0,02.

Значення ширини рульових доріжок і радіуси їх заокруглень із ЗПС, місцем стоянки і пероном наведено в табл. 8.3.2.

Таблиця 8.3.2

Характерні розміри гелікоптерних станцій

Розміри елементів гелікоптерних станцій	Категорія гелікоптерів		
	I	II	III
Ширина рульових доріжок, м	15	8	6
Радіуси спряження, м	28	16	12
Ширина смуг знепилювання, м	12	8	4

Уклони поверхонь місць стоянки, незалежно від типу покриття, не повинні перевищувати 0,015. Перони гелікоптерних станцій всіх класів розраховують на стоянку одного рейсового гелікоптера. Форма і розмір перону повинні забезпечувати стоянку гелікоптера, зручність керування і маневрування, розміщення спецмашин, комфортні умови посадки і висадки пасажирів. Відповідно до цих вимог визначаються необхідні розміри гелікоптерної станції (табл. 8.3.3).

Таблиця 8.3.3

Необхідні розміри гелікоптерних станцій

Вагова категорія гелікоптерів	Розмір земельної ділянки (га) при інтенсивному руху гелікоптерів в годину "пік"	
	до 10 злетів-посадок	до 20 злетів-посадок
Легкі	1,0	1,5
Середні	1,5	3,5
Важкі	2,5	5,0

Гелікоптерні станції можуть бути розміщені на спеціально відведених земельних ділянках, на дахах будинків або на платформах, припіднятих над рівнем води або землі. Вибір того чи іншого типу станції залежить від місцевих умов (характеру і щільності забудови, присутністю або відсутністю територій або акваторій з задовільними умовами тощо).

Технічний прогрес в галузі будівництва гелікоптерів вже у найближчий час призведе до збільшення місткості "повітряних автобусів", зниження рівня шуму та собівартості перевезень, що забезпечить розширення сфери впливу повітряного транспорту на міських лініях. У перспективі область найбільш доречного застосування гелікоптерів в умовах міста буде обмежуватися сполученнями, що потребуватимуть високої швидкості при незначному пасажиропотоці.

Недоліками гелікоптерного транспорту є мала перевізна здатність, висока собівартість перевезень, значний шум, особливо при злеті. Провізна здатність є прямою функцією місткості, а відповідно, і польотної ваги гелікоптера. Сучасні гелікоптери забезпечують провізну здатність лінії лише 250 пас/год. Збільшення польотної ваги гелікоптерів може в найближчі роки збільшити провізну здатність до 500–600 пас/год.

Хоча швидкість доставки пасажирів гелікоптером у 4–7 разів вища, ніж автобусом, собівартість перевезення пасажирів цим видом транспорту ще є доволі значною. Вартість 1 пас-км різко знижується зі збільшенням вантажопідйомності гелікоптера. Так, якщо собівартість перевезень 4-місним гелікоптером складає 100%, то при наявності на борту 10 пасажирських місць – 51%, а при 60 – 14%. Вартість польоту на 25-місному гелікоптері по маршруту протяжністю 200 км дорівнює вартості проїзду в автобусі на таку саму відстань, однак міські перевезення пасажирів на гелікоптерах в теперішній час обходяться приблизно в 15 разів дорожче, ніж на трамваях.

Вказані недоліки відчутною мірою стримують широке використання гелікоптерів, тому в кожному окремому випадку необхідно робити техніко-економічне обґрунтування доцільності цього виду транспорту. Однак немає сумніву, що технічний прогрес в гелікоптеробудуванні, зокрема перехід від поршневих двигунів до газотурбінних, дозволить уже в недалекому майбутньому підвищити провізну здатність, що призведе до здешевлення перевезень, а рівень шуму при злеті "повітряних автобусів" знизиться до мінімуму.

Сучасні гелікоптери,
що використовуються для перевезення пасажирів та вантажів

Тактико-технічні характеристики гелікоптера Bell Model 407 (рис.8.3.2):

Діаметр несучого гвинта, м	10,7
Довжина, м	12,7
Висота, м	3,7
Маса, кг:	
- порожнього спорядженого гелікоптера	1178
- злітна	2267
Об'єм резервуарів для палива, л	46900-5500
Тип силової установки	1х ГТД Allison 250-34
Злітна потужність силової установки, кВт	60
Максимальна швидкість на рівні моря, км/год	25
Крейсерська швидкість на рівні моря, км/год	24
Дальність польоту, км	60
Статична стеля без урахування впливу землі, м	247
Статична стеля з урахуванням впливу землі, м	344
Динамічна стеля, м	546
Екіпаж, чол	
Кількість пасажирів, чол	
Корисне навантаження всередині фюзеляжу, кг	108
Корисне навантаження на зовнішній підвісці, кг	120

Рис. 8.3.2. Гелікоптер Bell Model 407

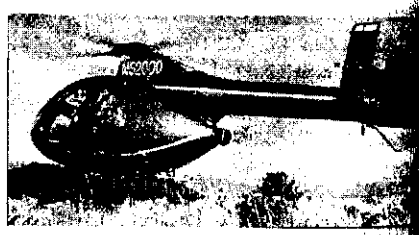


Рис. 8.3.3. Гелікоптер MD520N

Легкий багатоцільовий п'ятимісний гелікоптер типу MD52 (рис. 8.3.3) є одним з найбільш популярних. Перший політ його дос ного прототипа відбувся 1 травня 1990 року, а перший серійний гелік тер, призначений для цивільних цілей, піднявся у повітря 28 чер 1991 року. Випущено більше 70 таких машин – цивільних і військов Експлуатуються вони у 24 країнах світу.

Гелікоптер збудований за одногвинтовою схемою, із систем NOTAR замість рульового гвинта, одним газотурбінним двигуном та

жним шасі. Фюзеляж має загальну кабіну, у якій разом з пілотом можливе розміщення 7 пасажирів чи вантажів масою до 900 кг. Доступ у кабіну здійснюється через четверо дверей – по двоє з кожного боку. Гелікоптер пристосований також для перевезення вантажів масою 1027 кг на зовнішній підвісці під фюзеляжем.

Понад 10 років тому фірмою Kaman було проведено аналіз ринку цивільних гелікоптерів, в результаті якого виявлено відсутність машин, спеціально спроектованих для операцій на лісозаготівлях, боротьби з пожежами та для перевезення вантажів на зовнішній підвісці. Менеджери фірми дійшли висновку про існування широкого ринку збуту для легких гелікоптерів – літаючих кранів. Фірма почала розробку такого гелікоптера, що отримав назву K-MAX (рис. 8.3.4). На цій моделі застосовуються перехресні несучі гвинти, що забезпечують створення значної підіймальної сили. Подібна схема розміщення несучих гвинтів є найбільш ефективною при виконанні операцій з вертикальним підніманням вантажів, оскільки вона забезпечує зменшення витрат потужності, маси конструкції, рівня шуму, вібрації, витрат на технічне обслуговування, а також безпеку, зв'язану з наявністю рульового гвинта. Недоліком машини є мала швидкість – 185–210 км/год, однак операції по вертикальному підніманні вантажів зазвичай містять перельоти на невеликі відстані. Дослідний гелікоптер K-MAX вперше піднявся в небо 23 грудня 1991 року, а перша публічна демонстрація відбулася 22 березня 1992 року. Серійний вертоліт вперше полетів 12 січня 1994 року. Всього збудовано 6 гелікоптерів, ціна кожного складає 3,5 млн. доларів. Вартість однієї години роботи K-MAX – 1000 доларів.

Рис. 8.3.4. Гелікоптер K-MAX

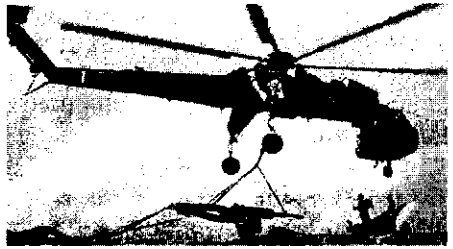


Рис. 8.3.5. Літаючий кран типу В-60

Першим літаючим "підйомним краном" конструктора Сікорського був гелікоптер В-60. Дослідний зразок вперше злетів 2 березня 1969 року; він був здатен підняти 5443 кг корисного вантажу під балкою фюзеляжу. В останні десятиліття гелікоптери цього типу різних модифікацій у великій кількості передавалися підрозділам Національної гвардії США, а 1 лютого 1992 року компанія "Сікорський" продала права на гелікоптер фірмі Ericsson Air Crane.

Тактико-технічні характеристики гелікоптера-крана В-60:

Рік прийняття в експлуатацію	1964
Діаметр головного гвинта, м	21,95
Діаметр хвостового гвинта, м	4,88
Довжина, м	21,46
Висота, м	5,67
Маса, кг	
- порожнього гелікоптера	7820
- нормальна злітна	17237
- максимальна злітна	19051
Потужність, кВт	
- при злеті	2 x 3355
- при польоті	2 x 2982
Максимальна швидкість, км/год	202
Крейсерська швидкість, км/год	160
Швидкість підйому м/хв	405
Практична стеля, м	4745
Статична стеля, м	3230
Дальність дії	370
Екіпаж, чол	2
Корисне навантаження, кг	9072

Транспортування вантажів гелікоптером можливе як з укладання їх всередині фюзеляжу, так і з закріпленням на зовнішній підвісці довжиною 20–60 м; транспортування вантажів усередині фюзеляжу є більш доцільним, якщо вантажі перевозяться на значні відстані.

Гелікоптери оснащуються електролебідками, швартувальними стропами, сітками для кріплення дрібних вантажів, настилом для встановлення гусеничних машин тощо. Навантажувально-розвантажувальні операції під час перевезення вантажів усередині фюзеляжу є дуже трудомісткими.

Транспортування вантажів на зовнішній підвісці не викликає жодних технічних ускладнень, однак із збільшенням довжини підвіски зростає амплітуда розгойдування вантажу, причому тяжчі вантажі розгойдуються менше. Як наслідок, збільшення довжини підвіски ускладнює пілотування гелікоптера.

Розташування габаритних вантажів у польоті найбільшими розмірами перпендикулярно до напрямку польоту призводить до збільшення лобового опору. Застосування стабілізуючих пристроїв збільшує стійкість вантажів у польоті і дозволяє їх орієнтувати.

При транспортуванні вантажу на значні відстані без дозаправлення в місці розвантаження значно знижується маса вантажу, що може нести

гелікоптер. Так, при дальності польоту 60 км маса вантажу, перевезеного гелікоптером МІ-6, складає 7,3 т, при дальності 200 км – 3,3 т.

Гелікоптери пропонується застосовувати для транспортування бурових установок, опор ліній електропередач, одноповерхових будинків у важкодоступні райони (рис. 8.3.6).

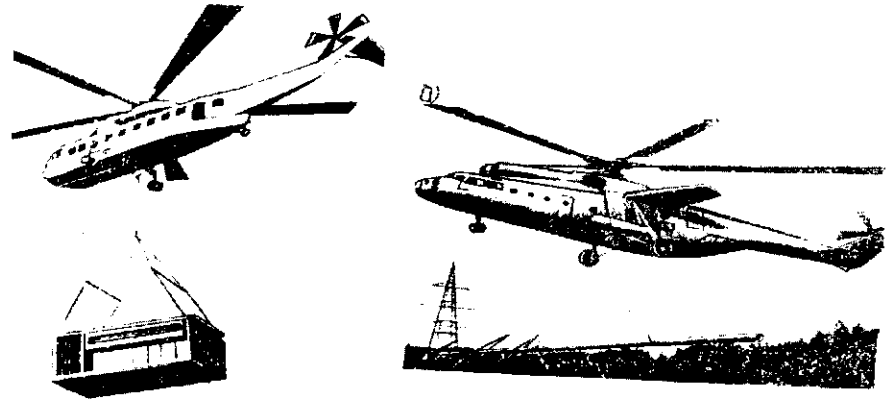


Рис.8.3.6. Гелікоптерне транспортування на зовнішній підвісці:
а – стандартного будинку; *б* – щогли лінії електропередач

Застосування гелікоптерів для транспортування вантажів, у порівнянні з використанням тракторних потягів, у північних країнах дає можливість на 10–12% знизити вартість перевезень і скоротити терміни доставки вантажів. Так, при використанні гелікоптера МІ-6 при перевезеннях на відстань 50–200 км, у порівнянні з тракторним потягом з 6 тракторів термін доставки вантажів скорочується в 50–80 разів.

У горах Грузії при будівництві греблі гелікоптером МІ-4 доставляли будівельні матеріали, що дозволило в 10 разів знизити вартість будівництва.

Гелікоптери перевершують літаки за деякими важливими показниками: вони здатні перевозити на зовнішній підвісці великогабаритні вантажі, незалежні від аеродромів, однак поступаються літакам у вантажопідйомності, дальності і швидкості польоту, економічності.

При транспортуванні вантажів гелікоптером вантажопідйомністю 8 т (за даними Англії) вартість 1 т-км при перевезенні на відстань 30 км складає близько 40 фунтів стерлінгів. При перевезенні вантажними автомобілями вартість 1 т-км складає 2 ф. ст. Зменшити вартість перевезення вантажів гелікоптерами можна, наприклад, при збільшенні кількості льотних годин на рік до 3000 – тоді вартість 1 т-км знизиться до 25,5 ф.ст.

В Україні порівняльна оцінка різних видів транспорту по собівартос перевезення 1 т вантажу має таку послідовність (від найдешевшого д найдорожчого): морські перевезення, річкові, залізничні, перевезення л таками і гелікоптерами. Як бачимо, в нашій країні експлуатація гелікопт рного транспорту дорожча, ніж будь-якого іншого.

На будівельно-монтажних роботах гелікоптери використовуються з початку 60-х років. Успішне їх застосування в цій галузі обумовлене та кими особливостями: здатністю гелікоптерів зависати над заданою точ кою, можливістю вертикального злету і посадки, широким діапазоно швидкостей, великою висотою підйому вантажу. Гелікоптери вик ристовують при монтажі кроквяних ферм і плит перекриттів антенно баштових споруд, при встановленні технологічного устаткування, дл демонтажу будівельних конструкцій, при будівництві ліній електро передач тощо (рис. 8.3.7, 8.3.8).

Однак, зважаючи на наведені вище недоліки гелікоптерів, вартіст будівельно-монтажних робіт з їх використанням залишається високою.

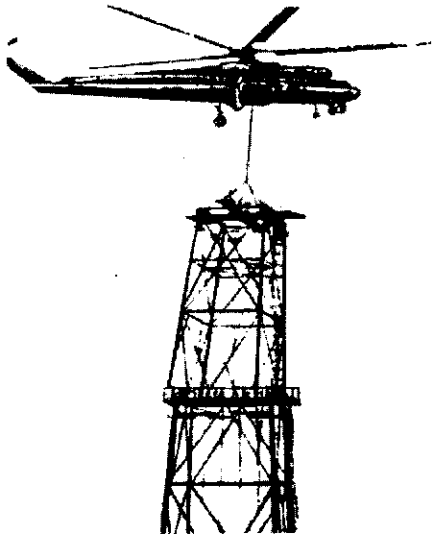


Рис.8.3.7. Демонтаж щогли, Канада

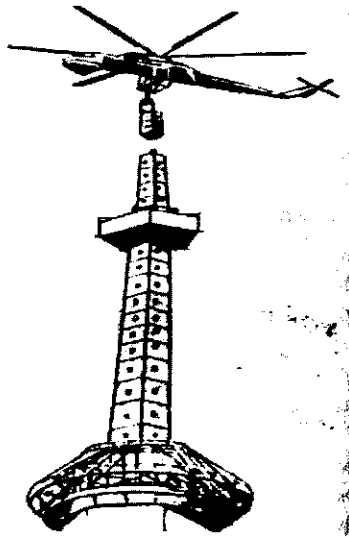


Рис.8.3.8. Монтаж секції вежі з антеною в м. Торонто, Канада

Застосування гелікоптерів для проведення монтажних ро пов'язано з деякими труднощами, оскільки в даному випадку для точ го наведення конструкції на кріпильні елементи гелікоптер повинен реміщуватися в трьох вимірах. Тривимірна координація зміни реж

польоту гелікоптера при сильних повітряних потоках є для пілота складним завданням, що вимагає високої майстерності.

За рік фірми США в середньому близько 1000 разів використовують гелікоптери на будівельно-монтажних роботах. На ці роботи витрачається до 60 млн. дол. і 250 тис. льотних годин. У США та Канаді такі роботи виконують за допомогою гелікоптерів американського виробництва.

8.4. Дирижаблі

Дирижабль – це керований аеростат, обладнаний двигуном. Для створення підіймальної сили він має оболонку, заповнену легким газом – воднем чи гелієм, яка одночасно служить і корпусом. Форма корпуса – сигароподібна, на його кормовій частині кріпляться горизонтальні і вертикальні рулі для керування дирижаблем у польоті. До нижньої частини корпуса кріпиться одна чи декілька гондол. Є проекти дирижаблів з різною формою корпуса. Дирижаблі будують трьох типів: м'які, напівтверді і тверді. У м'яких дирижаблях задля збереження форми корпуса тиск газу в оболонці трохи перевищує атмосферний. У напівтвердих дирижаблях нижня кільова частина оболонки має тверду форму. У твердих дирижаблях корпус виконаний у вигляді каркаса з металу чи дерева. У м'яких і напівтвердих дирижаблях еластичний корпус-оболонка заповнюється газом. У твердих дирижаблях газ міститься всередині корпуса у газових мішках.

Функціонуючий прототип дирижабля, обладнаний паровим двигуном, створив у 1852 році французький винахідник А. Жиффар. У 1900 році у Німеччині було збудовано перший жорсткий дирижабль "Цепелін", а всього за період з 1900 до 1923 року в цій країні було випущено 130 дирижаблів з твердою оболонкою.

Після Першої світової війни будівництво дирижаблів типу "Цепелін" розпочалося у Великобританії, а з 1924 року їх виробництво налагодилося і в США, де у 30-х роках було збудовано великі дирижаблі ZRS-4 і ZRS-5. Для військових цілей в Америці випустили дирижабль-авіаносець на 5 літаків, які причіплялися і відчіплялися на льоту спеціальними гачками під гондолою. Ця унікальна машина загинула у 1933 році через необачливість.

Німецький дирижабль "Цепелін" мав довжину 300 м, діаметр 30 м, об'єм балону 80 000 м^3 і заповнювався воднем. Він здійснив 10 рейсів через Атлантику за маршрутом Франкфурт–Нью-Йорк, але 6 травня 1937 року цей велетень загорівся від дії статичної електрики при польоті на висоті 70 м і згорів за 30 секунд. З 97 пасажирів врятувалося лише 35.

Ясна річ, подібні події затримували розвиток дирижаблебудуванн але не могли зупинити прогрес у цій галузі.

З 1951 року у США було створено п'ять нових типів дирижабліі Одну з найбільш досконалих конструкцій має дирижабль "Аегоп-111" збудований у 1964 році.

Дирижабль "СРСР У-12" під час Великої Вітчизняної війни викона 566 рейсів. У 1945 році він здійснив 57 польотів у Арктику.

За минулі роки у всіх країнах світу було побудовано 800 м'яких ди рижаблів і 162 твердих, з останніх чотири заповнювалися гелієм, а інші воднем.

Технічні характеристики сучасних дирижаблів:

Висота польоту, м..... до 10 тис.
Вантажопідйомність, т..... до 1000
Допустима швидкість вітру в польоті, м/с..... до 40
Наповнювач..... водень, гелій
Паливо..... будь-яке, у тому числі ядерне
Двигун..... будь-який, у тому числі атомний
Швидкість польоту, км/год..... до 500

Переваги дирижаблів:

- велика вантажопідйомність (до 1000 т);
- відсутність габаритних обмежень при транспортуванні вантажів;
- широкий діапазон швидкостей (від 0 до 500 км/год);
- зависання над заданою точкою;
- вертикальний зліт і посадка;
- тривала автономність польоту (до 15 діб);
- велика дальність польоту (до 15 тис. км);
- більш повне використання вантажопідйомності при транспорт ванні вантажів у порівнянні з літаками;
- висока економічність;
- зміна напрямку польоту без великих радіусів розвороту.

Дирижабль володіє тривалою автономністю польоту. Так, рекорд тривалість безупинного польоту при випробуваннях дирижабля ZPG (США) у 1957 році склала 264 годин (11 діб). Дирижабль "Цепелін" зд снив із трьома проміжними посадками кругосвітній переліт протяжніст 35 тис. км за 21 добу. Полярний дослідник Амундсен на дирижаблі в конав безпосадочний переліт з острова Шпіцберген через Північний п люс на Аляску за 71 годину.

Тривалість автономного польоту може бути ще збільшена при д заправленні в повітрі (виконання подібного маневру вже відпрацьова в США), а застосування атомного двигуна дозволить дирижаблю про

тати до 500 тис. км без дозаправлення при масі ядерного палива 500 г. (рис. 8.4.1).

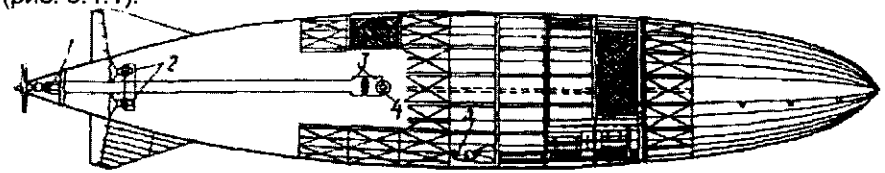


Рис.8.4.1. Проект дирижабля з атомним двигуном:
1 – газова турбіна потужністю 4000 к.с.; *2* – турбовентилятори потужністю 1000 к.с.; *3* – турбонасоси; *4* – реактор; *5* – ангар для літака

Дальність польоту дирижаблів дозволяє використання даного виду транспорту для перевезення будівельних вантажів з промислових центрів у віддалені райони без проміжних посадок.

Широкий діапазон швидкостей дозволяє дирижаблю успішно виконувати доставку будівельних вантажів, здійснювати монтаж і точну установку в проектне положення конструкцій і агрегатів.

Здатність дирижабля злітати і сідати вертикально є дуже важливою для транспортування вантажів, конструкцій і виробів, особливо при виконанні будівельно-монтажних робіт, що ведуться в стиснених умовах та важкодоступній місцевості.

Дирижабль є економічним, насамперед, за принципом свого польоту, оскільки енергія його двигуна витрачається тільки на горизонтальне переміщення. В результаті цього дирижаблі потребують встановлення двигунів приблизно в 15 разів меншої потужності, ніж у літака, і в кілька разів меншої, ніж у гелікоптера.

Зміна напрямку польоту без великих радіусів розвороту особливо ефективна при виконанні будівельно-монтажних робіт, оскільки вона дозволяє дирижаблю легко маневрувати в межах будівельного майданчика.

Однак дирижаблі мають у порівнянні з літаками та гелікоптерами деякі експлуатаційні недоліки:

- складність регулювання підйомної сили;
- труднощі наземного обслуговування при посадці і злеті;
- залежність від швидкості вітру при введенні і виведенні з ангара;
- значні втрати газу при експлуатації;
- залежність вантажопідйомності від висоти перебування дирижабля над рівнем моря;
- залежність від атмосферних умов (схильність до ударів блискавки й електростатичних розрядів);
- висока вартість наповнювача – гелію;
- значна вартість ангарів;
- залежність вантажопідйомності від температури повітря.

Але, незважаючи на вказані вади дирижаблів, транспортування ва тажів за їх допомогою інколи є єдиним можливим способом достав Дирижаблі можуть успішно застосовуватися для перевезення вантажі у тому числі будівельних, особливо великогабаритних з масою до кіл кох сотень тонн: це конвертори, сталерозливні ковші, обичайки домн них печей, технологічні установки для хімічних заводів, гідроагрегат турбіни, трансформатори, котли, реактори, водонагрівачі, нафтопере робні вежі, перекриття, радіотелевізійні щогли, вишки, баки водонапір них башт тощо (рис. 8.4.2). Перевезення таких вантажів звичайними за собами затруднене, а часом, через велику масу і габарити чи відсут ність транспортних шляхів, неможливе. Це призводить до необхідност виготовлення, перевезення і монтажу великих агрегатів по частинах, подібна практика здорожує виробництво і змушує вести налагодженн обладнання на місцях, а не в заводських умовах.

Перевезення великогабаритних вантажів звичайними видами тран спорту, навіть за наявності транспортних шляхів, надзвичайно складн оскільки цей процес вимагає створення спеціальних трейлерів і тягачі реконструкції під'їзних шляхів, зняття ліній зв'язку над дорогами, посил лення мостів тощо. Доставка великогабаритних вантажів літаками част практично виключається, якщо габарити і маса вантажів перевищують обмежені розміри вантажного відсіку і вантажопідйомність літака. Літа ки, крім того, вимагають обладнання аеродромів.

Для перевезення вантажів на зовнішній підвісці гелікоптера габари ти значення не мають, але перешкодою є його обмежена вантажопідйо мність. Крім того, ва тість авіаперевезен вантажів є високою.

Для транспортува ння великогабаритни вантажів проектуються дирижаблі різних кон трукцій.

Для роботи в ра йонах крайньої Півно розроблено проект дирижаблів, що враху вують специфічніст експлуатації в особли во суворих умова (рис. 8.4.3).

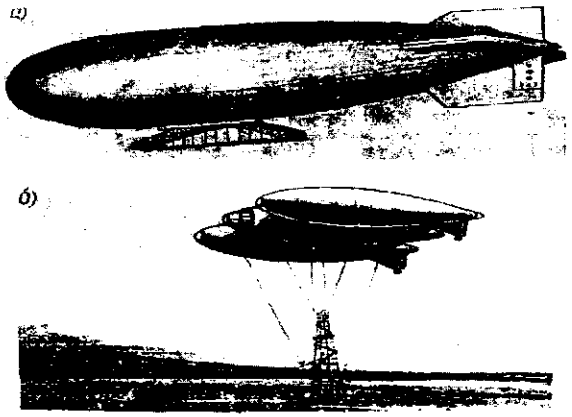


Рис. 8.4.2. Можливості використання дирижаблів для транспортування:
а – мостової ферми; *б* – бурової вишки

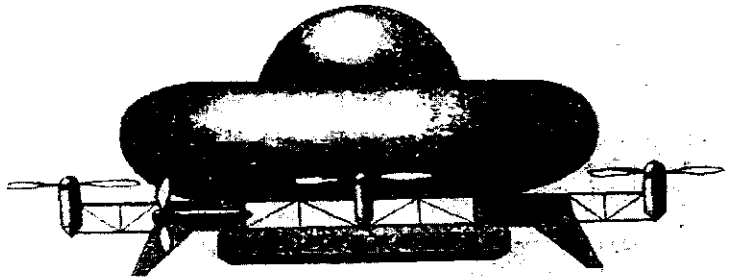


Рис. 8.4.3. Проект дирижабля для роботи в умовах крайньої Півночі

Дирижабль може транспортувати вантаж масою 500 т на відстань, що вдвічі перевищує можливості транспортного літака "Boeing-747" при переміщенні ним вантажу масою 50 т, при цьому вартість перевезення дирижаблем складає біля $^2/_3$ від вартості перевезення вантажу меншої маси літаком. Вартість транспортування вантажів дирижаблями в 3 рази нижча, ніж літаками, і в 10–20 разів нижча, ніж гелікоптерами. Якщо вартість перевезення вантажу для літака прийняти за одиницю, то для гелікоптера вона складе 5,65, а для дирижабля – лише 0,325.

Великий дирижабль типу "Європа" можна за багатьма критеріями порівняти з океанським лайнером. Він може знаходиться в польоті до 6800 годин на рік (близько 283 днів), а отже решту 77 днів у році буде витрачено на вантажно-розвантажувальні операції й обслуговування. Середня оптимальна швидкість дирижабля – близько 200 км/год. Збільшення швидкості до 250 км/год призведе до зростання маси і потужності двигуна, а також до збільшення витрат палива приблизно на 33%.

Для визначення області оптимального застосування повітроплавальних і авіаційних засобів при рішенні будівельних задач користуються діаграмою (рис. 8.4.4).

Порівняльний техніко-економічний аналіз показав, що у визначених умовах сучасний дирижабль володіє рядом переваг перед літаком і гелікоптером як транспортний засіб, а як будівельно-монтажний засіб – перед гелікоптером і піднімальним краном.

Рис. 8.4.4. Графік областей економічно доцільного застосування літальних апаратів для транспортування вантажів і виконання будівельно-монтажних робіт:
1 – дирижаблі; *2* – гелікоптери; *3* – літаки

За результатами розрахунків, витрати на перевезення вантажі рижаблями вантажопідйомністю 200 т і при наповненні їх гелієм о дуть приблизно 1,7 коп./(т/км).

При співставленні вартості перевезень на дирижаблях з варт залізничних і морських перевезень варто враховувати, що дирижаб вимагають обладнаних станцій або пристаней і можуть експлуатуват цілий рік незалежно від кліматичних природних умов. Дана переваг особливо важливою при транспортуванні вантажів і монтажі об'єкт віддалених районах.

За останні 25 років у світовій практиці будівництва й експлуат дирижаблів було вирішено ряд задач: механізовано маневри причал вання, дозаправлення пальним у повітрі, розроблене надійне пілот но-навігаційне устаткування, створено спеціальний автопілот, що вищує безпеку польоту і полегшує керування при зависанні над з ною точкою місцевості під час виконання різних робіт. Завдяки цим сучасні дирижаблі можуть знайти широке застосування в багатьох г зях народного господарства.

Дирижаблі нового типу розробляють у Німеччині, Великобрит США, Франції, Канаді й інших країнах. Так, Чиказький технологічний ститут розробляє грандіозні дирижаблі майбутнього, які будуть при дитися в рух за допомогою 100 сонячних двигунів.

Цей значною мірою незаслужено забутий вид транспорту має ш кі перспективи – як кажуть, все нове – це забуте старе.

8.5. Екранольоти

Екранольоти (екраноплани) – це повітряні апарати, здатні літ тільки низько над водою, сідати і злітати з її поверхні. Вони є н прив'язаними до неї.

По суті, екраноліт – це літак, але, на відміну від останнього, його діймальна сила складається з двох складових замість однієї. Пер котра притаманна всім літакам, є загальновідомою: застосовується к ло з визначеним профілем, верхня частина якого обтікається повітр швидше, ніж нижня, що призводить до збільшення тиску під його пов хнею. Друга складова характерна винятково для екранольота: кри що рухається в безпосередній близькості від поверхні землі чи во (екрану), ущільнює під собою повітря, перетворюючи його на своєрід клин, вбитий між машиною і поверхнею. Застосування такого принци руху робить екраноліт набагато економнішим від літака. Теоретично, інших рівних умов, вантажопідйомність машини, що ковзає над водо може бути на 40% більшою.

Ідея такого транспортного засобу народилася в СРСР для реалізації планів щодо можливої військової акції в Ірані. Це зумовило б потребу у швидкому перекиданні численного десанту від Астрахані через Каспійське море до берегів Ірану. Саме тому тривалий час всі роботи були засекречені, а побудований літальний апарат отримав неофіційну назву "Каспійський монстр" (рис. 8.5.1), розміри якого дійсно вражали.

Екраноплан мав довжину 92 м, висоту 22 м, розмах крила 37 м. Днище корпуса було влаштовано по-корабельному, хоча зовні машина нагадувала собою звичайний літак. На передньому пілоні розміщувалося 8 турбореактивних двигунів тягою по 10 т кожний – їхня потужність використовувалася, в основному, при старті. На килі кріпилися ще два таких двигуни, достатніх для підтримки крейсерського режиму. Але, незважаючи на велетенські розміри і значну масу, машина продемонструвала феноменальні експлуатаційні якості. Вона стійко йшла над екраном на висоті 3–4 м з крейсерською швидкістю 400–450 км/год.

Рис. 8.5.1. Екраноплан "Каспійський монстр"

Рис. 8.5.2. Екраноліт "Орля" для пасажирських перевезень

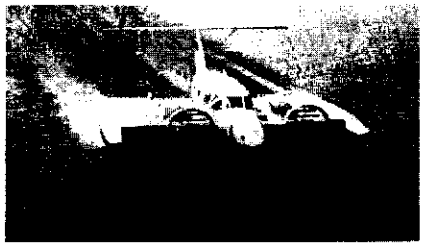


Рис. 8.5.3. Екраноліт "Волга-2"

Другу модель екранольоту було вирішено "стилізувати" під літальний апарат цивільного призначення (рис. 8.5.2). Нова машина отримала назву "Орля" ("Орлёнок").

Злітна маса цього двопалубного корабля місткістю 200 пасажир
склала 110 т. Відстань 2000 км екраноліт долав зі швидкістю 400 км/го
причому зліт і приводнювання він міг здійснювати при хвилюванні во
ної поверхні в 4 бали.

З часом ситуація в світі змінилася і військове відомство СРСР, а зн
дом і Росії, втратило цікавість до проекту, а про цивільне застосуванн
ковзаючих над водою літаків мова більше не йшла. Так було втрачен
майже доведений до ладу і придатний для практичного використанн
транспортний засіб, що ґрунтувався на принципах екранольоту, однак пр
саму ідею не забули і пізніше її було експериментально реалізовано н
прикладі малогабаритної подібної машини "Волга-2" (рис. 8.5.3).

Екраноліт "Волга-2" приводять у рух два серійних двигуни ВАЗ-41
потужністю по 95 кВт, що обертають 4-лопатеві гвинти. Крейсерськ
швидкість машини складає 120 км/год, а дальність ходу без дозапра
лення – 500 км.

Очевидно, що в Україні, яка володіє значними водними просторам
в басейні Дніпра, Десни, Прип'яті, Дністра та інших річок, а також в а
ваторії Чорного та Азовського морів, такий швидкий та зручний тран
портний засіб міг би зайняти гідну нішу як на ниві пасажирських перев
зень, так і у сфері транспортування вантажів.

8.6. Забруднення атмосфери повітряним транспортом

Повітряний транспорт впливає, головним чином, на атмосфер
Особливості впливу літальних апаратів на середовище пов'язані, п
перше, з тим, що сучасний парк літаків і гелікоптерів має газотурбінні дв
гуни (ГТД). Літаки старих типів з поршневими двигунами внутрішньо
згоряння (ДВЗ) складають невеликий відсоток від загальної кількості м
шин, а питома вага їх токсичних викидів ще менша. Навіть у США, де е
плуатується більш ніж 170 тис. приватних літаків із ДВЗ, ними спожив
ється лише 5–6% палива, що витрачається авіацією. По-друге, ГТД пр
цюють на авіаційному гасі, хімічний склад якого трохи відрізняється
автомобільного бензину і дизельного палива. І, по-третє, основна ма
відпрацьованих газів викидається літальними апаратами безпосередн
в повітряний простір на порівняно великій висоті, і лише незначна їх ч
тина потрапляє в приземний шар атмосфери при злеті, посадці та ма
вруванні на майданчиках в межах аеродромів.

Загальна кількість викидів токсичних речовин апаратами цивільної авіації може бути приблизно оцінена обсягом споживаного авіацією палива, що складає приблизно 4% від загальної витрати палива на всіх видах транспорту. Таким чином, частка забруднень, внесених авіатранспортом в атмосферу, є невеликою, і до того ж токсичні речовини розсіюються у значному об'ємі повітря.

Проте конструкторами авіаційних двигунів ведеться неабияка науково-експериментальна робота з подальшого зниження вмісту токсичних компонентів у відпрацьованих газах, яка має важливе значення у зв'язку зі зростанням обсягів авіаперевезень у перспективі і збігається з вимогами економії рідкого палива. Необхідність цієї роботи зумовлена також жорстким нормуванням токсичності відпрацьованих газів, дотримання якого вимагає Міжнародна організація цивільної авіації.

Відпрацьовані гази ГТД складаються, головним чином, з оксидів вуглецю, незгорілих вуглеводнів, оксидів азоту та сажі. У крейсерському режимі польоту, коли двигуни працюють найбільш оптимально, вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів падає, але зростає виділення оксидів азоту. Найбільший викид сажі відбувається при злеті і наборі висоти, коли двигуни працюють у форсажному режимі і, як правило, на збагаченій суміші.

Для зниження питомого змісту токсичних речовин у газах, поряд з вдосконаленням експлуатованих типів ГТД, створюють нові ГТД з новими конструкціями камери згоряння, системи впорскування паливно-повітряної суміші, компресорами, що забезпечують найвигідніше співвідношення в суміші палива і повітря, краще розпилення і перемішування суміші і більш повне її згоряння. Створюють нові двозонні камери, причому одна з цих зон забезпечує найкраще згоряння палива на режимі малої тяги, а друга зона разом з першою дозволяє оптимізувати процес горіння на режимах злету, набору висоти і крейсерського польоту. В останньому випадку процес горіння в другій зоні йде при меншій температурі, що дозволяє знизити виділення оксидів азоту.

Зменшення загальних витрат палива, а отже і викиду токсичних речовин, досягається також удосконаленням методів експлуатації літаків, а саме: підвищенням ступеня заповнення літаків корисним навантаженням, зменшенням пробігу літаків на аеродромах шляхом буксирування їх тягачами на старт, доставкою пасажирів від літаків у вокзал і на посадку автобусами чи рухомими конвеєрами задля забезпечення перебування літака на стоянці, максимально наближеній до злітно-посадочної смуги. Крім того, тривають роботи з розробки літальних апаратів з кращими аеродинамічними характеристиками.

На магістральних літаках у майбутньому очікується широке викори стання нових конструкцій крил (так званого критичного профілю), щ дозволить істотно зменшити будь-який опір повітря в польо (рис. 8.6.1); потужних систем механізації крила у вигляді закрилків на складнішої будови, що знижують витрату палива на злеті; поліпшени форм з'єднання окремих елементів (наприклад, крила з фюзеляжем Вивчаються й інші напрямки вдосконалення літальних апаратів, що мо жуть принести більш плідні результати.

Авіадвигуни перспективних літальних апаратів повинні володіт вищими значеннями параметрів робочого процесу (температури, тиску Це може бути досягнуто завдяки впровадженню двоконтурності і пода льшому підвищенню рівня тиску повітря в компресорах, а також завдяк створенню нових особливо жароміцних матеріалів.

Пошук нових більш "чистих" видів палива приводить дослідників д висновку про перспективу використання водню в якості пального. Вла тивості цього газу вже розглядалися стосовно проблем автомобільно транспорту.

Незважаючи на недоліки водню як транспортного палива, пов'яза з його малою щільністю і низькою температурою кипіння (20°С), він в знається більш перспективним для повітряного транспорту, ніж для во інших видів. При цьому чим вища швидкість і маса літака, тим доцільн ше застосування водневих двигунів. А для гіперзвукових апаратів швидкостями польоту 6–7 М* водень розглядається як єдине прийнят паливо.

Менш ймовірною вважається пропозиція щодо використання на л тальних апаратах електроенергії та електродвигунів. Можливо, у ві носно недалекому майбутньому деяку частку транспортної роботи й зьмуть на себе электролітаки, але лише за умови винайдення легких енергоємних акумуляторів і паливних елементів. Реальність цієї і підтверджена першими дослідами, здійсненими в 1980 році у Канаді Великобританії. Канадський мікробіплан "Солар Райзер" і англійськ моноплан "Солар-1", сконструйовані подібно до планера, на тязі еле родвигуна потужністю 2 кВт і акумуляторів змогли піднятися на висо 12 і 25 м відповідно та подолати близько 1 км. Підзарядка акумулято передбачалася від сонячних батарей, розміщених на верхній повер крила. На даний час зроблено і деякі інші спроби створення подібн літальних апаратів.

* М – число Маха – одиниця виміру швидкості, рівна швидкості звуку в повітрі (прибли 1200 км/год).

Рис. 8.6.1. Сучасний літак у польоті над узбережжям океану

9. ТРУБОПРОВІДНИЙ ТРАНСПОРТ

9.1. Розвиток трубопровідного транспорту

Трубопроводи як комунікації, призначені для переміщення рідин, відомі ще з давніх часів (наприклад, водопроводи стародавнього Риму). Проте для перекачування нафти перший трубопровід довжиною 6,5 км було збудовано в США тільки у 1865 році. Широке розповсюдження наприкінці XIX – початку XX століття двигунів внутрішнього згоряння зумовило розвиток нафто- та газодобувної промисловості.

Високі технічні та економічні показники трубопровідного транспортування нафти, нафтопродуктів і газу, особливо у великих кількостях, зумовлюють потребу створення трубопроводів для переміщення сипких вантажів у воді або в іншій рідині. Трубопровідні системи для сипких вантажів працюють у США, Бразилії та інших країнах. У водному середовищі транспортується вугілля та рудні концентрати. Найдовшим є вуглепровід Блек – Меса в США протяжністю 437 км.

В останні десятиліття на території колишнього СРСР будувалися такі найзначніші трубопроводи: Транссибірський (Башкірія – Красноярськ – Іркутськ) довжиною 3,7 тис. км, Самотлор – Самара (2,3 тис. км), Ставрополь – Москва (1,2 тис. км). Та найвідомішим лишається збудований у 1960–1964 роках найдовший у світі (5,1 тис. км) нафтопровід "Дружба" з трубами діаметром 1020 мм. Перекачувальні станції з агрегатами продуктивністю 7000 м^3/рік розташовані через 80–1000 км і живляться від спеціально спорудженої лінії електропередач. У 70-х роках було введено в дію другу чергу цього нафтопроводу, і зараз загальна довжина цієї системи перевищує 10 тис. км.

У 2002 році в Україні збудовано нафтопровід Одеса – Броди – Західний кордон, який має для України стратегічне значення.

9.2. Значення трубопровідного транспорту

Магістральні трубопроводи, забезпечуючи швидке й економічно ефективне транспортування різних продуктів від родовищ чи місць виробництва до споживачів, сприяють значному зниженню транспортних витрат і, як наслідок, скороченню вартості продукції, що передається.

Ефективність трубопровідних магістралей, незважаючи на їх відносно значну металоємність, обумовлюється можливістю доставки продукту до споживача найкоротшим у порівнянні з іншими видами транспорту шляхом, великою пропускною здатністю, автоматизацією процесів

перекачування, незалежністю від сезону і погодних умов, незначними термінами будівництва, мінімальними втратами продукту, що транспортується. Собівартість транспортування трубопровідним транспортом у середньому складає 36% собівартості залізничних перевезень, 71% – річкових і 100% – морських. При застосуванні нових великорозмірних трубопроводів ці величини відповідно становлять 26%, 50% та 71%.

У наш час по трубопроводах транспортується більше $^2/_3$ палива.

Вперше у світовій практиці спроектовано і побудовано магістральні газо-, нафто- і нафтопродуктопроводи з труб діаметром 1220–1420 мм, розрахованих на робочий тиск 6,4–7,5 МПа. Вантажообіг трубопровідного транспорту в перерахуванні на умовне паливо в 1980 році склав 2,6 трлн. т-км, що перевищує вантажообіг інших видів транспорту, за винятком залізничного. До 1986 року частка трубопроводів у загальному об'ємі транспортування вантажів сягла 30,8 %. Новий етап розвитку трубопровідного транспорту пов'язаний з будівництвом етано-, етилено-, аміакопроводів та інших магістралей, що в 2–3 рази прискорює доставку цих продуктів, дозволяє покращити технологічну схему виробництва. Переваги використання трубопроводів є вагомими для гідротранспортування твердих матеріалів (пульпопроводів). Передбачається підвищення якості будівництва об'єктів трубопровідного транспорту та забезпечення вищого ступеня їх експлуатаційної надійності, значне зростання пропускної здатності магістралей, здійснення заходів щодо поліпшення систем автоматизації перекачувальних станцій, розробка та впровадження технології будівництва трубопроводів у районах зі складними природно-кліматичними умовами.

Створення потужних багатониткових систем газо- і нафтопроводів нового технічного класу є вирішальною передумовою збільшення ресурсів паливного балансу, поліпшення його структури, швидкого залучення у виробничий оборот нових родовищ.

9.3. Склад магістральних трубопроводів

Магістральні трубопроводи – це капітальні інженерні споруди, розраховані на тривалий термін експлуатації і призначені для безперервного транспортування на значні відстані природних і штучних газів (у газоподібному чи рідкому стані), нафти, нафтопродуктів, води, твердих і сипких тіл, зважених у потоці повітря чи води, від місць їх видобутку (початкова точка трубопроводу) до місць споживання (кінцева точка). Залежно від виду продукту, що транспортується, трубопроводи мають відповідні до їх цільового призначення назви: газопровід, нафтопровід, нафтопро-

дуктопровід, конденсатопровід, водопровід, трубопровід пневмоконтейнерного транспорту тощо.

Під технічним коридором магістральних трубопроводів розуміють систему паралельно прокладених по одній трасі трубопроводів, призначених для транспортування нафти (нафтопродукту і зріджених вуглеводневих газів) чи газу (газового концентрату).

У межах одного технічного коридору допускається прокладати:

- для транспортування нафти (нафтопродукту) – не більше двох трубопроводів діаметром 1220 мм і не більше трьох трубопроводів діаметром 1020 мм і менше;
- для транспортування газу (газового конденсату) – не більше шести трубопроводів діаметром 1420 мм.

Магістральний трубопровід – споруда лінійного типу, що має у своєму складі ряд об'єктів, призначених для збору, підготовки, збереження і перекачування продукту, що транспортується. Склад споруд і їх призначення залежить від типу трубопроводу.

Магістральний газопровід (рис. 9.3.1) включає наступні групи споруд: головні, лінійні, компресорні і газорозподільні станції, підземні сховища газу, об'єкти зв'язку, системи електрозахисту споруд від корозії, допоміжні споруди (ЛЕП, водозабори, каналізація тощо), об'єкти ремонтно-експлуатаційної служби, адміністративні і житло-побутові споруди.

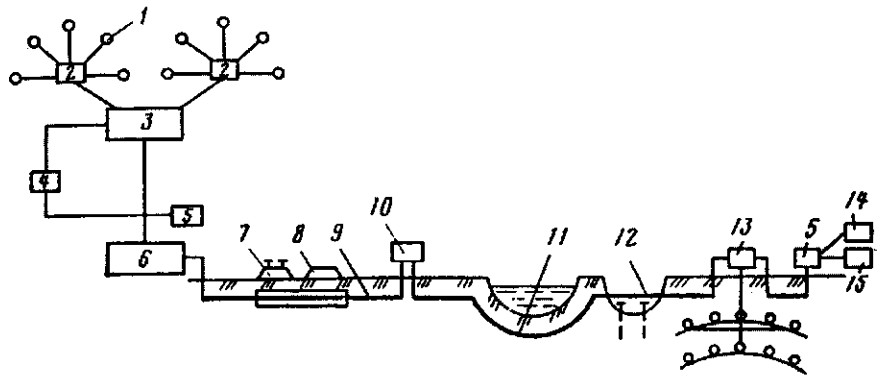


Рис. 9.3.1. Принципова схема газопроводу з об'єктами підготовки, транспортування і розподілу газу:
1 – газові свердловини; *2* – установка попередньої підготовки газу; *3* – установка комплексної підготовки газу; *4* – газопереробний завод; *5* – газорозподільча станція; *6* – головна КС; *7* – перехід під залізницею; *8* – перехід під автомобільною дорогою; *9* – магістральний газопровід; *10* – проміжна КС; *11* – підводний перехід; *12* – повітряний перехід; *13* – станція підземного збереження газу; *14* і *15* – споживачі газу

Магістральні нафто- та нафтопродуктопроводи (рис. 9.3.2) включають наступні групи споруд: головні і лінійні споруди, головні та проміжні перекачувальні станції, теплові станції для підігріву високов'язких продуктів, кінцеві пункти прийому продуктів. Споруди об'єктів нафтової та газової промисловості можна розділити на дві групи:

- лінійні (магістральні трубопроводи);
- наземні чи майданчикові (промислові об'єкти, нафтоперекачувальні і компресорні станції, резервуарні парки тощо).

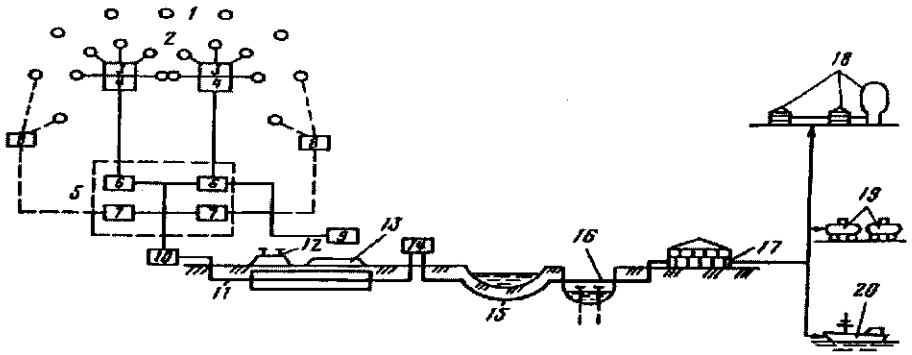


Рис. 9.3.2. Принципова схема нафтопроводу з об'єктами підготовки і транспорту нафти:
1 – нагнітальні свердловини; *2* – нафтові експлуатаційні свердловини; *3* – автоматизована групова замірна установка; *4* – установка первинної сепарації; *5* – центральний збірний пункт; *6* – установка комплексної підготовки нафти; *7* – установка підготовки нафти; *8* – кущова насосна станція; *9* – газопереробний завод; *10* – головна нафтоперегонна станція; *11* – магістральний нафтопровід; *12,13* – переходи під залізницею та автомобільною дорогами; *14* – проміжна нафтоперегінна станція; *15* – підводний перехід; *16* – повітряний перехід; *17* – кінцевий розподільчий пункт (нафтобаза); *18* – нафтопереробний завод; *19* – нафтоналивна залізобетонна естакада; *20* – морська (річкова) естакада наливу нафти

Залежно від положення магістрального трубопроводу щодо поверхні ґрунту можуть використовуватися такі принципово різні конструктивні схеми його прокладання: підземна, напівпідземна, наземна і надземна.

Магістральні трубопроводи повинні прокладатися, як правило, нижче рівня земної поверхі – під землею, а застосування інших схем допускається тільки як виняток, при відповідному обґрунтуванні.

Підземна схема вкладання є найбільш поширеною (98% від загальної протяжності) і передбачає вкладання трубопроводу в ґрунт на глибину, що перевищує діаметр труб (рис. 9.3.3, *а-д*).

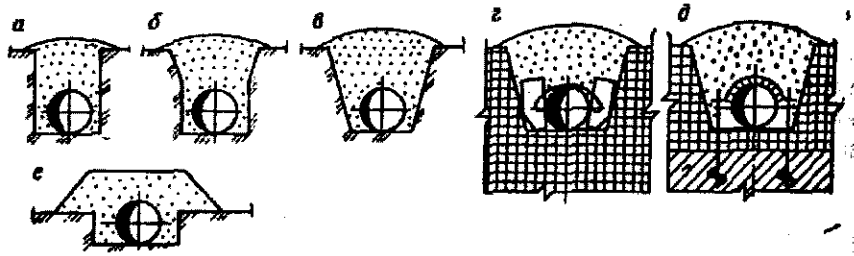


Рис. 9.3.3. Підземна (*а-д*) і напівпідземна (*е*) схеми укладання:
а – з вертикальними бічними укосами; *б* – з комбінованими укосами; *в* – з похилими бічними укосами; *г* – навантаження одиночними вантажами; *д* – навантаження металевими гвинтовими анкерними пристроями

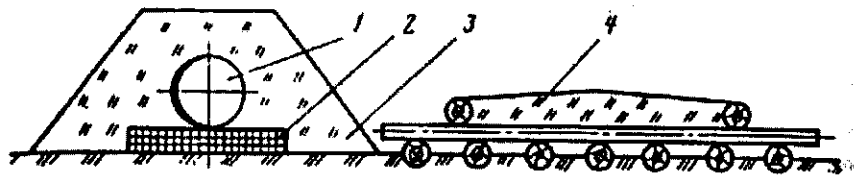


Рис. 9.3.4. Наземна схема укладання:
1 – трубопровід; *2* – торф'яна чи хворостяна підготовка; *3* – обвалування чи насип з піщ ного ґрунту; *4* – лежнєва дорога.

При підземному укладанні досягається максимальна механізац всіх видів робіт, не захаращується територія, після закінчення будівни тва відновлюється використання орних земель, відсутній вплив сонячн радіації й атмосферних опадів, трубопровід знаходиться в стабільн температурних умовах.

Напівпідземна схема укладання (рис. 9.3.3, *е*) застосовується при ретинанні коридорів двох трубопроводів, а також при перетинанні тру проводом заболочених і солонцюватих ділянок, за наявності підстил чих скельних порід. Трубопровід вкладається у ґрунт на глибину, менш його діаметр, з наступним обвалуванням виступаючої частини.

Наземна схема укладання у насипі (рис. 9.3.4) використовуєтьс сильно обводнюваних і заболочених районах. Недоліком даної схем слабка стійкість ґрунту насипу і необхідність спорудження великого ч ла водопропускних споруджень.

Надземне прокладання лінійної частини (рис. 9.3.5), а також ок мих ділянок магістральних трубопроводів рекомендується в пустель районах, районах гірських виробіток і зсувів, на ділянках вічномерз ґрунтів і боліт III типу, а також при подоланні природних і штучних решкод.

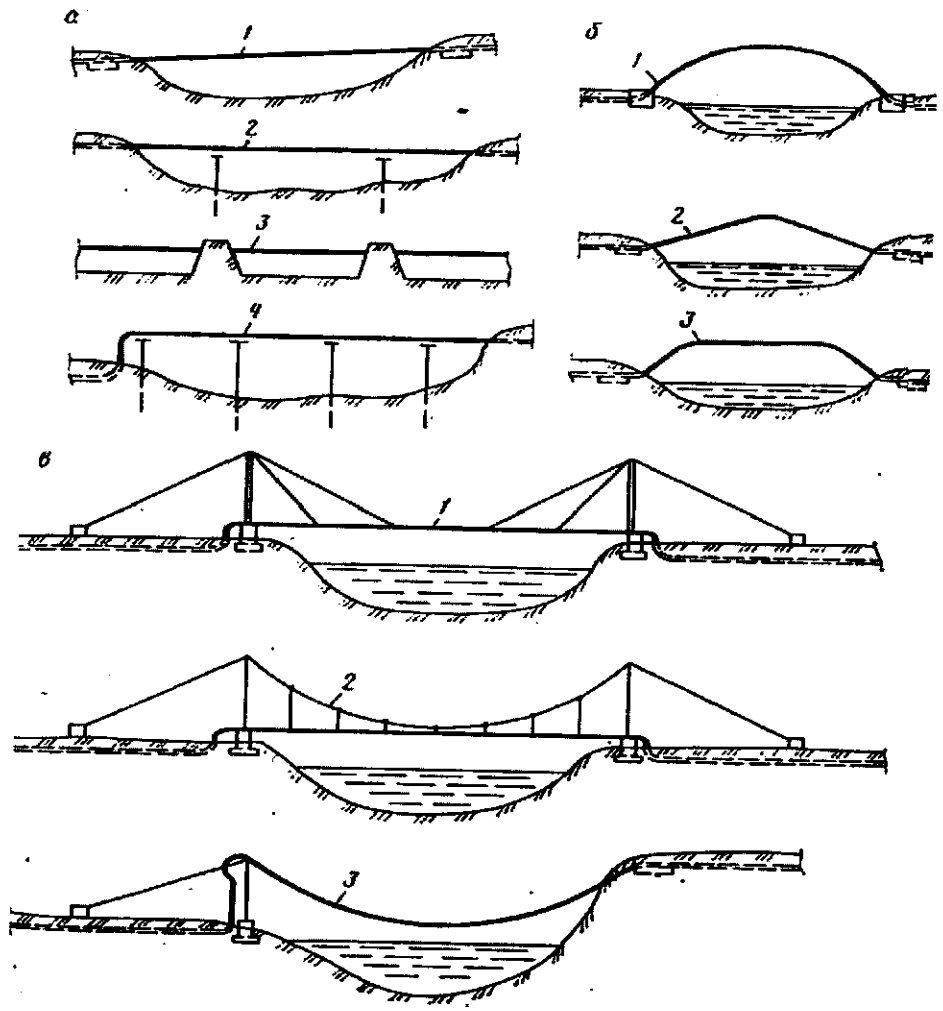


Рис. 9.3.5. Надземна прокладка окремих ділянок магістральних трубопроводів:
а – балочі системи: *1* – однопрогінний трубопровід; *2* і *3* – багатопрогінні трубопроводи на пальових опорах і земляних призмах відповідно; *4* – трубопровід з Г-подібним компенсатором;
б – арочні системи: *1* – однотрубний перехід по круговій чи параболічній формі обрису осі; *2* – трикутний; *3* – трапецеїдальний;
в – висячі системи: *1* – вантовий перехід; *2* – гнучкий перехід; *3* – самонесучий перехід

9.4. Класифікація магістральних трубопроводів

Магістральні трубопроводи поділяються на класи залежно від:

– нормативного робочого тиску:
I клас – 2,5 МПа < p ≤ 10 МПа;
II клас – 1,2 МПа < p ≤ 2,5 МПа.

– умовного діаметра D_y :
I клас – 1000 мм < D_y ≤1200 мм;
II клас – 500 мм < D_y ≤ 1000 мм;
III клас – 300 мм < D_y ≤ 500 мм;
IV клас – D_y ≤ 300 мм.

Чим вищий клас трубопроводу, тим більшу небезпеку він становить у випадку руйнування, тому вісь трубопроводів вищих класів повинна знаходитись на більшій відстані від найближчих населених пунктів чи промислових підприємств.

Магістральні трубопроводи проходять по ділянках з різним рельєфом місцевості, гідрогеологічними умовами, перетинають водні перешкоди, автомобільні дороги та залізниці, електричні підземні кабелі і повітряні високовольтні лінії електропередач, лінії зв'язку тощо. Лінійна частина та окремі ділянки магістральних трубопроводів підрозділяються на категорії I, II, III і IV.

Підвищення ефективності трубопровідного транспорту здійснюється за наступними основними напрямками: збільшення діаметра споруджуваних трубопроводів; збільшення робочого тиску; поліпшення параметрів перекачування (охолодження газу).

Основним матеріалом для труб є маловуглецева і низьколегована будівельна сталь. Труби за способом виготовлення підрозділяються на безшовні – гарячодеформовані і термооброблені, та зварені – прямошовні, спірально-шовні та багатошарові. За конструкцією стінки розрізняють труби з монолітною стінкою, багатошарові, бандажовані з конструкцією типу "труба в трубі" і заповненням міжтрубного простору неметалевими матеріалами. За призначенням труби залежно від умов експлуатації, розділяються на три групи:

I група – труби з маловуглецевих сталей з межею міцності до 490 МПа, призначені для експлуатації при температурі ≥ 0°С та тиску до 5,4 МПа;

II група – труби з маловуглецевих низьколегованих сталей з межею міцності від 490 до 540 МПа, призначені для експлуатації в північних районах при температурі ≥ –40°С і тиску до 5,4 МПа;

III група – труби з низьколегованих сталей з межею міцності 540 МПа і вище, призначені для експлуатації при температурі нижче –40°С і тиску до 9,8 МПа.

9.5. Технологія будівництва трубопроводів

Трубопровід, що вкладається у болотистому й обводненому ґрунті, повинен закріплюватися, якщо він має позитивну плавучість. Труби закріплюються одиночними більш важкими залізобетонними або чавунними вантажами, суцільним монолітним чи збірним бетонуванням, металічними анкерними пристроями, засипанням мінеральним ґрунтом (рис. 9.5.1).

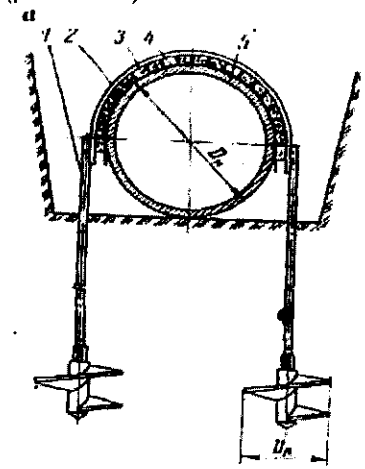


Рис. 9.5.1. Анкерні пристрої:
1 – анкер; *2* – хомут;
3 – футерувальний мат;
4 – прокладка з декількох шарів бризолу; *5* – трубопровід

Найбільшого поширення набули навантажувачі із залізобетонних елементів типу УБО зі зниженим центром ваги (рис. 9.5.2).

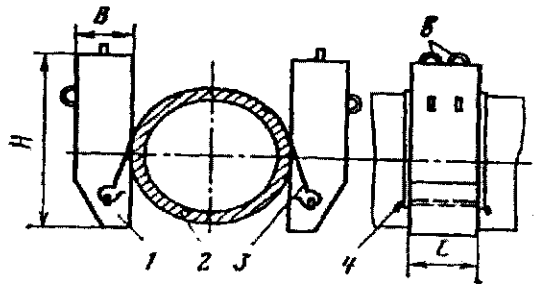


Рис. 9.5.2. Навантажувач типу УБО:
1 – блок залізобетонний; *2* – трубопровід;
3 – сталевий сполучний пояс; *4* – скоба;
5 – монтажні петлі

Для баластування трубопроводів на переходах через водяні перешкоди, болота III типу, де застосовується метод протягування, використовуються чавунні чи залізобетонні кільцеві навантаження.

Задля забезпечення надійної і тривалої експлуатації сталевих трубопроводів застосовується комплексний захист їх від ерозії за допомогою різноманітних ізоляційних покриттів нормального чи підсиленого типу в поєднанні з методами електрохімічного захисту: катодним та протекторним.

Ізоляційні покриття нормального типу наносяться в польових умовах і складаються з ґрунтівки, одношарової полімерної ізоляційної стрічки та захисної оболонки. Підсилене покриття відрізняється подвоєним числом шарів полімерної ізоляційної стрічки. В якості ґрунтівок під полімерними стрічками можуть влаштовуватися клейові, бітумно-клейові чи бітумні прошарки.

На даний час промисловістю випускаються труби, ізольовані в заводських умовах поліетиленовими або епоксидними покриттями товщиною відповідно 2,5–3 і 0,25–0,5 мм, що відрізняються високими механічними властивостями, доброю адгезією до металу, хімічною стійкістю до різноманітних агресивних середовищ, термо- і морозостійкістю, технологічністю.

Застосовуються також комплексний метод захисту трубопроводів від ерозії, до складу якого входять пасивний захист ізоляційними покриттями й активний електрохімічний захист – наприклад, катодний.

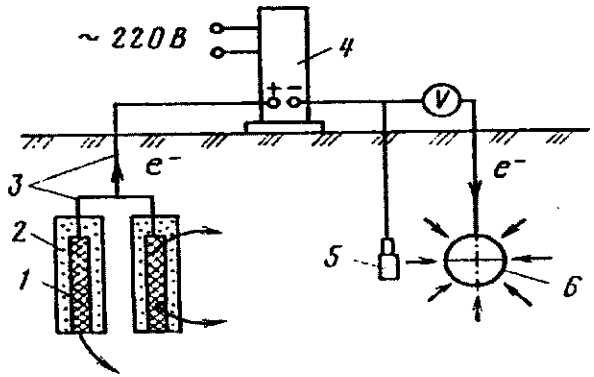


Рис. 9.5.3. Схема катодного захисту:
1 – анодне заземлення; *2* – активатор; *3* – сполучні кабелі; *4* – мережева катодна станція; *5* – мідносульфатний електрод; *6* – трубопровід

Катодний захист підземних трубопроводів від ерозії досягається створенням електричного поля від зовнішнього джерела струму, що забезпечує катодну поляризацію трубопроводу. Основними елементами системи катодного захисту є катодна станція, анодне заземлення і зовнішня електрична мережа (рис. 9.5.3).

Ізоляційно-вкладальні роботи на трасі здійснюються комбінованим способом, при якому очищення, ізоляція та вкладання трубопроводу виконуються у єдиному технологічному потоці вузьким рухомим фронтом (рис. 9.5.4).

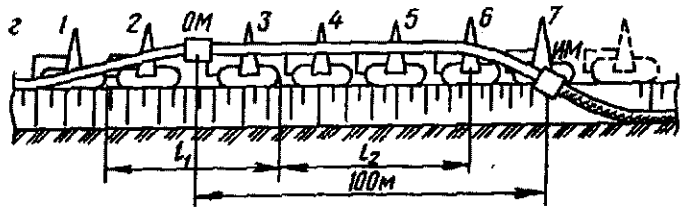


Рис. 9.5.4. Схема розташування трубоукладачів і машин в ізоляційно-укладальній колоні при сполученому способі проведення робіт і різному діаметрі трубопроводу:
DH =1420 мм; *1–7* – місця розташування трубоукладачів (по ходу колони);
ОМ і *ИМ* – відповідно очисна й ізоляційна машини; *l* – відстані між трубоукладачами

9.6. Пневмотранспорт

Система контейнерного пневматичного транспорту складається з таких основних елементів: навантажувально-розвантажувальних станцій, транспортних трубопроводів, рухомого складу (контейнерів), повітрянонадувних станцій, засобів автоматики і зв'язку, ділянок технічного обслуговування.

Середня швидкість руху контейнерів у трубопроводах становить 10 м/с. Траса транспортних трубопроводів повинна бути, по можливості, прямою. Мінімальний радіус повороту – 50 м, максимальний повздовжній ухил – 50%.

Навантажувальний (розвантажувальний) комплекс складається залежно від виду вантажу і визначається проектом. Він, як правило, має камеру прийому-запуску для гальмування, установки контейнерів у трубопровід, накопичувальні склади, повітрянонадувні станції з турбокомпресорами, вентиляторами, вакуум-насосами.

Перші спроби створити пневматичну дорогу в трубах, по яких за рахунок перепаду тиску повітря пересувалися б екіпажі з пасажирами, починалися ще в 40-х роках XIX століття в Англії. Але такі споруди виявилися ненадійними і недовговічними, а сам принцип зберігся тільки у вигляді пневматичної пошти.

З часом, поступово створювалися передумови для ренесансу "добре забутої" ідеї. З'явилося те, чого так не вистачало в XIX столітті: міцні, стійкі до корозії, надійно зварені сталеві труби великих діаметрів, потужні компресорні установки-повітродувки, легкі синтетичні матеріали, особливо стійка до зносу гума, автоматика.

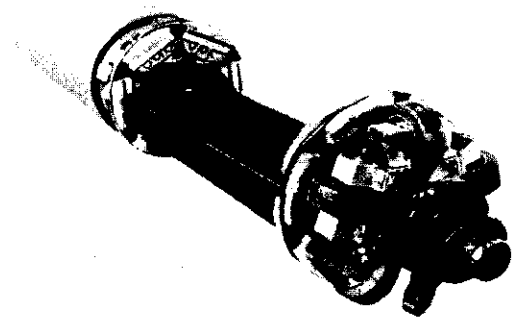


Рис. 9.6.1. Пневмоконтейнерна система "Ліло-1"

У листопаді 1971 року в Грузії було відкрито нову транспортну лінію, у якій контейнери з будматеріалами – галькою і щебенем – приводилися в рух тільки силою вітру, що дме в трубі. Це стала перша у світі вантажна пневматоконтейнерна система "Ліло-1" (рис. 9.6.1).

Зовні пневмосистеми нагадують газопроводи зі стандартних металевих

труб діаметром до 1200 мм. У майбутньому, можливо, вдасться перейти на дешеві матеріали – залізобетон і навіть пластмаси. Перепад тисків забезпечується розташованими вздовж траси повітренадувними станціями, що витрачають у середньому не більше 1 кВт-год енергії на т-км перевезення. Перепад тиску зовсім незначний – не більше 6–10 атмосфер при куті підйому до 3°. Такий тиск рухає потяги з 6–12 контейнерів, навантажених будівельним камінням, зі швидкістю до 60 км/год. Вантажопідйомність кожного контейнера – 4,5 тонни.

П'ять коліс, "взутих" у гумові шини, м'яко котяться по внутрішній поверхні труби. На початку і в хвості контейнерного потяга встановлюються спеціальні пристрої –"пневмовози", що виконують роль поршнів: між їх гумовими та капроновими манжетами і стінками труби залишається невеликий зазор. Одночасно вони служать також і "щітками", що при необхідності чистять "дорогу" від іржі та бруду.

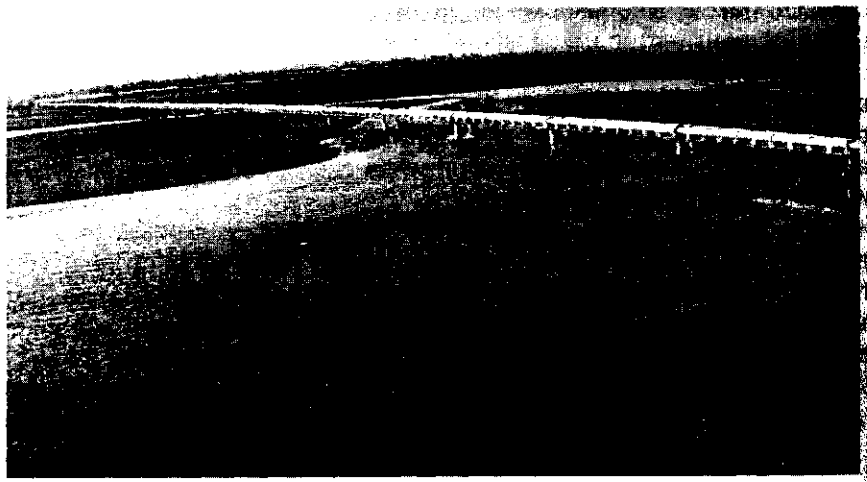


Рис. 9.6.2. Траса пневмопроводу

Пневмотранспортні трубопроводи можуть бути прокладені будь-де над річкою, полем, озером тощо (рис. 9.6.2). Для них не грає ролі характер місцевості: трубу можна протягнути хоч по дну озера, через болото або під вулицею. У контейнерів немає двигунів, вони не потребують рідкого чи газоподібного палива, рейок, контактної мережі уздовж траси.

Система пневмотранспорту керується програмою, закладеною в електронній мікросхемі. Точно по команді контейнери подаються на на вантажувальну станцію, завантажуються через люки, що відкриваються

Майже без шуму контейнерний потяг швидко йде по трубі, контейнери погойдуються, але перевернутися не можуть, оскільки мають ледь зміщений центр ваги. Вантаж доставляється без втрат. На станції призначення потяг гальмується створюваною ним при вході в тупик повітряною подушкою і власним пневматичним гальмом. Відповідно до програми, на заданій ділянці труби контейнери перевертаються над люками розвантаження, за хвилину звільняються від вантажу і рушають у зворотний рейс.

Пневмосистеми можуть мати відгалуження, завдяки яким забезпечується доставка вантажів за потрібними адресами.

Очікується, що простота і висока економічність цього виду транспорту зроблять його масовим. Лише 60 робітників (разом з ремонтною бригадою) обслуговують пневмотрасу "Ліло-2" довжиною 42 км неподалік Тбілісі. Обсяг перевезень нею (близько 2 млн. тонн у рік) такий самий, як 300 самоскидами, що споживають тисячі тонн пального і потребують праці більше тисячі чоловік.

Підраховано, що впровадження 100 таких систем довжиною по 10–12 км, продуктивністю 3 млн. т для сипких вантажів, у рік забезпечує вивільнення 6500 автомобілів-самоскидів, 26 тисяч чоловік обслуговуючого персоналу, 550 тисяч тонн дизельного палива. Річний економічний ефект – близько 190 млн. доларів.

Серйозні роботи в цій області ведуться в США, Англії та інших країнах, але на сьогодні найбільш досконалими є системи промислового пнемотранспорту "Транспрогрес". Ще 10 років тому японська фірма "Сумітомо" закупила ліцензію на систему "Транспрогрес" для перевезення сипких матеріалів і побутових відходів у містах.

До речі, для останньої мети такий транспорт є надзвичайно зручним як з економічної, так і з екологічної точки зору. По двотрубній лінії довжиною 10,3 км в одному з районів Санкт-Петербурга усього за 15 хвилин сміття доставляється на завод для біологічної переробки на добрива, де за рік утилізується півмільйона кубометрів побутових відходів. Можливість влаштування пневмоконтейнерно-вакуумних систем збору побутового сміття повинна враховуватись при проектуванні і реконструкції міських територій.

Інше застосування пневмотранспорту – внутрішньозаводські системи, що легко й органічно включаються в технологічний потік. Діаметр труб у цьому випадку становить 600 мм, вантажопідйомність контейнера – до 500 кг. У бібліотеках використовують трубопроводи прямокутного перерізу (20 х 40 см) і контейнери вантажопідйомністю 25 кг.

9.7. Забруднення навколишнього середовища трубопровідним транспортом

Трубопровідний транспорт є найбільш екологічно безпечним. Його головний елемент – трубопровід – більшою частиною розміщується в закритій траншеї і при грамотному будівництві не порушує ні структури ґрунту, ні ландшафту. Його енергетичний елемент – компресорні і перекачувальні станції – за наявності газотурбінних чи дизельних приводів розташовується, як правило, поза межами міст і, у всякому разі, поза житловими масивами, і тому не загрожує значним забрудненням повітря. За наявності електроприводу питання небезпечного забруднення атмосфери знімається взагалі.

Проте існують специфічні аспекти несприятливого впливу трубопровідного транспорту на природу. Це, насамперед, відчуження на його користь значної смуги землі, по якій пролягає траса. При спорудженні паралельно трасі трубопроводу ще й лінії електропередач (ЛЕП) смуга відчуження значно розширюється.

При трасуванні трубопроводів через ріки, озера і морські протоки, труби особливо ретельно перевіряються на відсутність прихованих дефектів у металі і надійно ізолюються від корозії. Крім того, в процесі експлуатації ці підводні ділянки знаходяться під безперервним контролем приладів і періодично оглядаються водолазами. Ці роботи можуть гарантувати справність функціонування трубопроводів і звести до мінімуму імовірність аварійного забруднення водойм.

З плином часу стають можливими прориви трубопроводів, внаслідок чого виникають загрози пожеж, забруднення середовища або загибелі людей. Прикладом може бути жахлива трагедія, що сталася на ділянці транссибірської залізниці у 1988 році: внаслідок недбалості обслуговуючого персоналу на магістральному газопроводі відбувся значний викид газу, який поширився на велику площу в безлюдному районі тайги і вночі накрив залізничну колію. Пасажирський потяг, що проходив нею, став причиною загоряння і вибуху всієї газової маси. У велетенському полум'ї одночасно опинився весь потяг і цілий регіон тайги. Заживо згоріли сотні людей і вигоріло декілька десятків квадратних кілометрів тайги.

Велику загрозу несуть малі і тривалі протікання нафтопродуктів у водоносні горизонти. У населених пунктах вздовж трубопроводів у колодязях з'являються нафтові плями, а вода стає непридатною для вживання. Запобігти цьому можна завдяки постійному моніторингу трубопроводів.

10. КАНАТНІ ДОРОГИ

Канатні дороги застосовуються для промислової експлуатації та для пасажирських перевезень.

Промислові канатні дороги використовуються для перевезення вугілля, руди, сировини та інших насипних матеріалів з крупністю частинок до 250 мм за допомогою вагонеток, підвішених на канатах.

Такі дороги є найбільш ефективними в умовах пересіченої місцевості, оскільки можливим є прокладання їх траси навпростець і відпадає потреба у будівництві мостів та інших штучних споруд (рис. 10.1).

Конструктивні розміри канатних доріг (опор, вагонеток, канатів тощо) проектують відповідно до потреб виробництва, за продуктивністю і дальністю переміщення вантажів. Продуктивність таких доріг може становити до 500 т/год, а довжина – до 30–50 км. Швидкість руху вагонеток приймають для доріг з коловим рухом не більше 4 м/с, а з маятниковим – не більше 12,5 м/с. Системи завантаження забезпечують наповнення вагонеток вантажем за 10–12 с.

Задля забезпечення плавності руху вагонеток, існує необхідність уникнення різких переломів профілю і правильного вибору кроку несучих опор, який може становити 100–500 м. Ширина колії (відстань між несучими канатами) повинна складати 3, 4, 6 м. Несучі канати для подібних доріг влаштовуються спіральними, закритої конструкції, такими, що не розкручуються, з дроту вищої марки без покриття або оцинкованими. Діаметр канату, залежно від його призначення (несучий, тяговий, розчалочний, сітьовий), вибирається такий: 30,5; 32; 34; 35,5; 38,5; 40,5; 45; 47; 50; 51; 52; 55; 60 мм.

Розвантаження вагонеток може бути автоматичним – електромагнітним або пневматичним. Канатні промислові дороги обладнуються такими основні спорудами: станціями, запобіжними пристроями, лінійними опорами, переходами, естакадами, галереями.

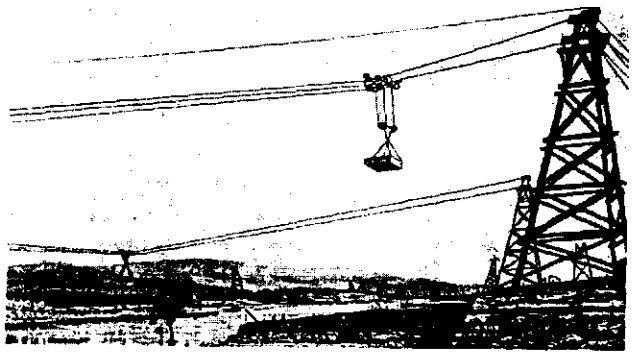


Рис. 10.1. Канатна дорога на будівництві Чиказького каналу

Конструкції основних споруд розраховуються за не-

сприятливими комбінаціями навантажень при будівництві та експлуатації. Такими навантаженнями є вага конструкцій, рухомого складу, вантажів або пасажирів, а також сили натягу канатів, дія вітру, температурні напруження тощо.

Канатні дороги пасажирського призначення використовуються переважно в індустрії туризму або спорту. Їх будівництво ведеться за принципом, аналогічним до промислових доріг: теж присутні опори, несучі канати, вагончики. Однак конструктивні рішення є суттєво іншими, оскільки має забезпечуватись зручність, компактність, а головне – безпека руху на таких дорогах. Дороги пасажирського призначення можуть бути буксирувальними (для лижників), штангового типу. Вони споруджуються на невеликих схилах довжиною 600–1500 м. Орієнтовна вартість такої буксирувальної канатної дороги – 30 тис. доларів.

Пасажирські канатні дороги можуть бути відкритого типу – на 2–5 чоловік (рис. 10.2), або закритого, де пасажири перевозяться у вагончиках місткістю від 10 до 150 чоловік (рис. 10.3).

Технічні характеристики пасажирських канатних доріг:

Тип дороги	БКД 500	БКД 1000
Довжина дороги	до 500 м	до 1500 м
Пропускна здатність	до 500 чол./год.	до 1000 чол./год.
Потужність приводу	до 15 кВт	до 55 кВт
Швидкість руху	1,9–2,3 м/с	2,6 м/с
Найбільший середній кут нахилу	до 15 градусів	до 35 градусів

Рис. 10.2. Пасажирська канатна дорога відкритого типу

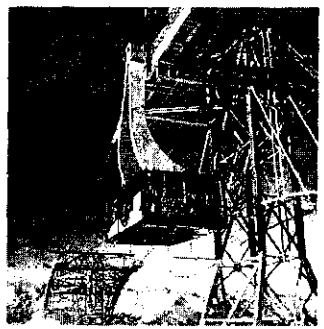


Рис. 10.3. Пасажирська канатна дорога закритого типу

Найдовша в світі пасажирська канатна дорога (7,5 км) збудована в Австралії. Розташована вона на висоті 47 м над джунглями і має 135 вагончиків, що долають весь шлях за 30 хвилин. Головна її задача – не нашкодити природі, тому проектні роботи тривали 7 років, будівництво – 1 рік, а для спорудження несучих опор використовувались гелікоптери.

11. ПІДВІСНІ ТА НАВІСНІ РЕЙКОВІ ДОРОГИ

11.1. Розвиток підвісних рейкових доріг

Підвісні дороги вперше були запроектовані в 1821 році в Німеччині. Через 5 років їх винахідник Робінзон Пальмерталь збудував пробну подібну дорогу з кінською тягою в саду Ельберфельдського музею. Вона виявилася придатною для експлуатації, і за її зразком мала бути побудована залізниця між Барменом та Ельберфельдом для перевезення вугілля. Однак цей проект залишився нереалізованим і забутим, і лише у 1870 році англієць Фелль, піддавши його значному удосконаленню, побудував у Ланкаширі на особливих опорах підвісну дорогу довжиною 160 метрів, названу ним "висячою".

Вагони цієї дороги сідлоподібно охоплювали обидві рейки, що утворювали колію завширшки $1^1/_2$ англійських дюйми (475 мм) і впиралися у нижні поздовжні бруси за допомогою шківів. В рух вагони приводилися за допомогою нерухомо встановленої парової машини, зв'язаної з ними нескінченним канатом, швидкість їх доходила до 24 км/год. Через два роки Фелль побудував аналогічну дорогу у відомому військовому таборі Aldershot. З тих пір почали з'являтися численні проекти подібних доріг. У 1875 році в Сирії Гаддан побудував таку ж дорогу досить значної протяжності, однак у дещо зміненому вигляді.

Найбільший підйом на підвісній дороги системи Еноса (Німеччина) досягав 45‰, а найменший радіус кривизни її головної лінії дорівнював 90 м. Балки, що служили для підтримки полотна, мали Т-подібну форму (рис. 11.1.1). Між однорейковими коліями, розташованими на відстані 4 м одна від одної, знаходився місток для службовців.

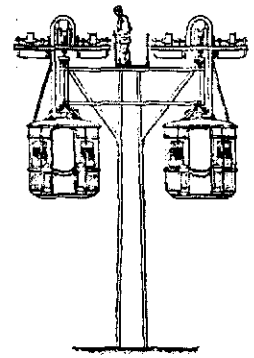


Рис. 11.1.1. Підвісна дорога системи Еноса

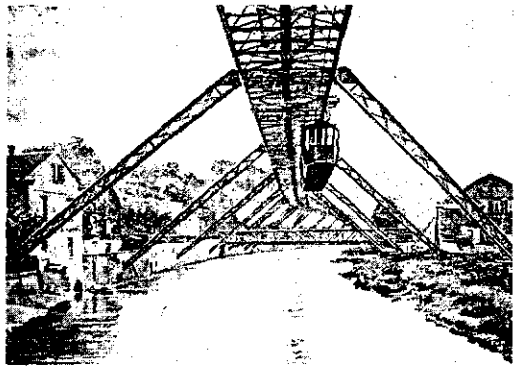


Рис. 11.1.2. Підвісна дорога системи Лангена у Вупперталі

У 1901 році у німецькому місті Вупперталі було споруджено першу монорейкову підвісну пасажирську дорогу за системою інженера Лангена довжиною 15 км (рис. 11.1.2). Перевезення здійснювалися двовагонними секціями місткістю 160 пасажирів (рис. 11.1.3). Технічна характеристика цієї дороги, що перебуває в експлуатації і на даний час після модернізації в 1956 році, наступна: розрахункова швидкість руху – 60 км/год, мінімальний радіус кривих – 90 м, крок металевих П-подібних опор – 21–33 м, інтервал руху – 2 хв. Рухомий склад дороги також удосконалено – тепер він представлений зчленованими трисекційними вагонами (рис. 11.1.3).

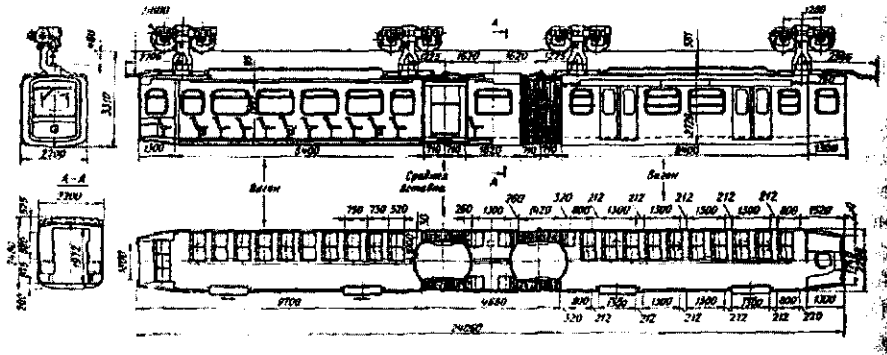


Рис. 11.1.3. Зчленований вагон Вуппертальської підвісної дороги

Високий ступінь безпеки руху достатньо переконливо ілюструється тривалим досвідом експлуатації дороги у Вупперталі, де на мільярд перевезених пасажирів не було зареєстровано жодного смертельного випадку. Вуппертальська дорога не тільки збереглася до наших днів, а увійшла у XXI століття в ідеальному технічному стані, працює і сьогодні приваблюючи туристів зі всього світу.

Сучасні підвісні дороги мають різне призначення, конструктивні рішення і матеріали.

11.2. Штучні споруди для підвісних доріг

До штучних споруд підвісних монорейкових доріг відносяться мости, шляхопроводи та тунелі. Мости і шляхопроводи застосовують в тих випадках, коли прольотів балок або ферм естакад недостатньо для перетинання дорогою перешкод, що зустрічаються на її шляху, наприклад, річок. Прикладом арочного мосту може служити міст для двоколійної пасажирської дороги у Вупперталі (рис. 11.2.1). Проліт мосту – 91,6 м, арка – суцільна металева, несуча балка для двоколійної дороги – металева ферма – продовження ферм естакади.

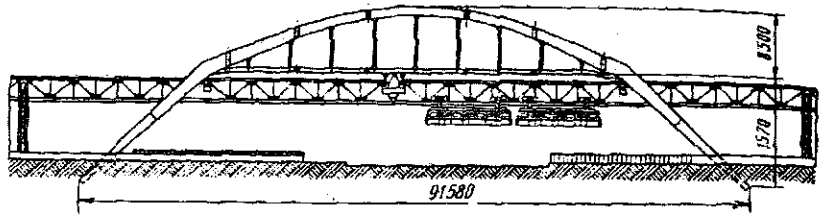


Рис. 11.2.1. Арочний металевий міст двоколійної пасажирської підвісної дороги у Вупперталі

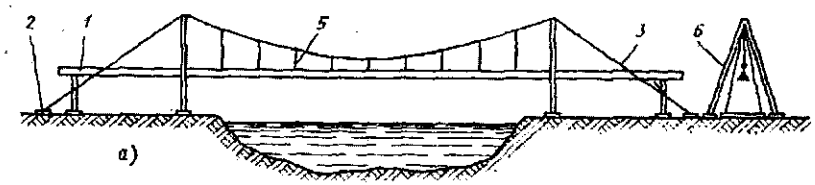


Рис. 11.2.2. Висячий міст для підвісної дороги

Для підвісних монорейкових доріг застосовують також гнучкі висячі канатні мости. Висячі мости, споруджені за звичайною схемою (рис. 11.2.2), володіють підвищеною деформативністю, особливо при половинній завантаженості прольоту або за наявності рухомого навантаження і потребують влаштування масивної несучої балки (ферми) мосту. За допомогою похилих підвісок, підпружних канатів та інших елементів вдається значно зменшити деформативність мостів при повному і половинному їх завантаженні, а також зменшити небезпеку руйнування мосту від автоколивань, що виникають при сильних вітрових навантаженнях.

Витрати сталі для суцільнометалевих висячих мостів:

Проліт мосту, м.....	50	100	300	600	1000
Витрати сталі на 1 м мосту, кг.....	285*	456*	800	1000	1400

* Для одноколійної вантажної дороги з інтенсивністю рухомого навантаження 15 кН/м.

У якості балок жорсткості для висячих мостів можна застосовувати балки, виготовлені з дерева – такі як у висячих мостах для автомобільного транспорту.

Конструкція перетину тунелів для підвісних доріг залежить від габаритів рухомого складу. Для двоколійних пасажирських доріг перетин тунелю підвісних колій та метрополітенів приблизно однаковий і є дещо меншим від перетину тунелів для підземних трамваїв та електричних залізниць з верхнім контактним струмознімачем.

11.3. Конвеєрні підвісні дороги

Конвеєрна дорога складається з підвісної рейкової колії, до візків якої замість окремих кузовів вагонів підвішено суцільну жолобувату стрічку, що транспортує вантажі. Подібну систему з назвою "ASBZ" було розроблено в Німеччині (рис. 11.3.1).

Несуча конструкція конвеєрного підвісного потягу "ASBZ" являє собою двоколійну залізобетонну естакаду з розміщенням колій однієї над одною. В якості тягового двигуна у конвеєрному потязі застосовано трифазний асинхронний лінійний електродвигун з розміщенням нерухомої первинної обмотки (статора) на верхній будові колії, а реактивної шини (ротора) – на рухомому пристрої, що складається з контактної мережі та струмознімачів.

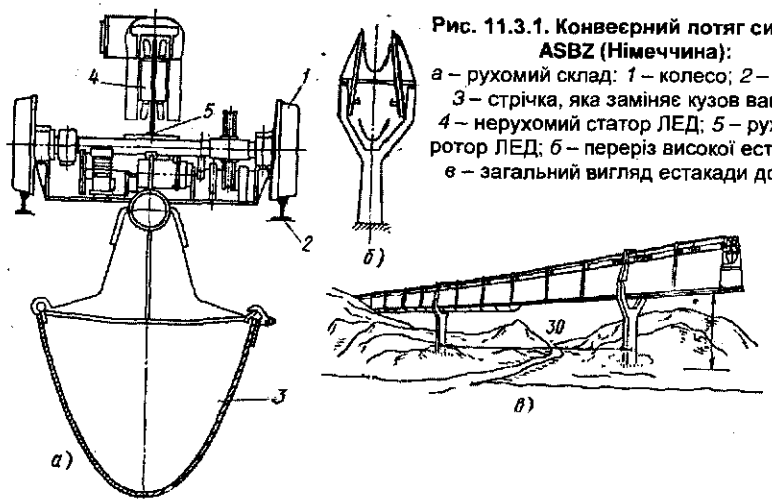


Рис. 11.3.1. Конвеєрний потяг системи ASBZ (Німеччина):
а – рухомий склад: *1* – колесо; *2* – рейка; *3* – стрічка, яка заміняє кузов вагону; *4* – нерухомий статор ЛЕД; *5* – рухомий ротор ЛЕД; *б* – переріз високої естакади; *в* – загальний вигляд естакади дороги

Технічна характеристика конвеєрного потягу "ASBZ":

Продуктивність, т:	
річна	36
годинна	5500
Швидкість руху, км/год	80
Рухоме навантаження на колію, кН/м	22
Коефіцієнт тари	0,25
Довжина возу, м	6
Довжина секції, м	84
Довжина звичайного потягу, м	420
Вантажопідйомність потягу нетто, т	693
Висота естакади на світлі, м	4.5
Відстань між стійками, м	30

11.4. Промислові підвісні рейкові дороги

Розрізняють чотири основних типи підвісних рейкових доріг, які характеризуються способом поєднання системи колесо–рейка.

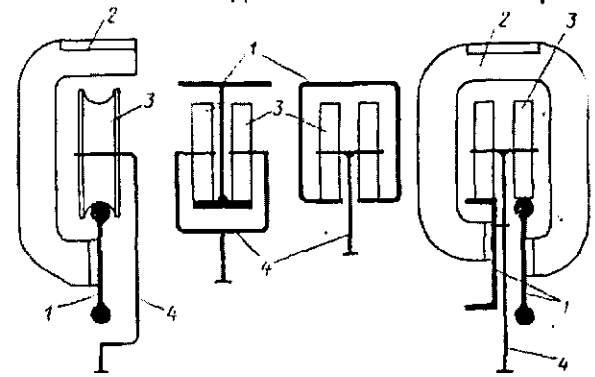


Рис. 11.4.1. Типи підвісних рейкових доріг:
а – однорейкова дорога з коченням коліс візка по поверхні рейки; *б* – те ж, з коченням коліс по нижніх полицях рейки; *в* – те ж з коритоподібною рейкою; *г* – дворейкова підвісна дорога;
1 – рейка; *2* – скоба для підвіски рейки; *3* – колеса візка; *4* – сережка для підвіски вантажу

Перший тип (найбільш ранній) – одноколійна, однорейкова дорога з коченням коліс візка зверху рейки, з односторонньою сережкою для підвіски мосту візка або рами підвісного вагону (рис. 11.4.1, *а*).

Другий тип – двоколійна підвісна однорейкова дорога з коченням коліс візка по нижніх полицях двотаврової або таврової рейки та з двосторонньою П-подібною сережкою-підвіскою для кріплення мосту візка або рами вагона до колісної пари (рис. 11.4.1, *б*).

Третій тип – двоколійна однорейкова дорога з коритоподібною рейкою та з Т-подібною сережкою для підвіски мосту візка до колісної пари (рис. 11.4.1, *в*).

Четвертий тип – двоколійна дорога з Т-подібною сережкою-підвіскою та рейкою, що складається з двох профілів (рис. 11.4.1, *г*).

Сталеві рейки підвісних доріг виготовляють гарячекатаними з універсальних та спеціальних профілів, гнутими зі смуги, складеними з різних профілів та зварюваними, в тому числі біметалічними (зі сталі двох марок). На спеціальних дорогах при ходових колесах візка на пневматичних шинах рейки можуть виготовлятися зі збірного залізобетону. Для деяких доріг малої вантажопідйомності при колесах із полімерних матеріалів або текстоліту застосовують рейки з алюмінію.

За призначенням дороги підрозділяються на вантажні, пасажирські та змішані (вантажно-пасажирські).

За джерелом енергії дороги бувають ручні, електричні постійного струму з живленням від контактної мережі і від акумуляторної батареї, електричні змінного струму з живленням від гнучкого кабелю і від контактної мережі, тепловозні з живленням від карбюраторного двигуна внутрішнього згоряння, дизеля або газової турбіни, пневматичні з живленням від мережі стисненого повітря.

За способом реалізації сили тяги розрізняють дороги зі штовханням вантажу, тягою від моторних ходових коліс, спеціального тягача (підвісний локомотив), лінійного електродвигуна, ланцюга або каната з роз'ємним з'єднанням його з візком, а в особливих випадках – з тягою від повітряного гвинта або реактивною.

Реалізація сил тяги і гальмування для підвісних рейкових доріг можлива за допомогою:

– всіх ходових коліс, які можуть працювати при прикладенні до них обертового моменту як тягові (гальмівні) колеса;

– тягових коліс, притиснених до нижньої полиці чи до бокових стінок рейки;

– тягового каната або ланцюга;

– зубчатого колеса або зірки при зубчатій рейці;

– реактивного струменю двигуна або повітряного гвинта;

– магнітних сил лінійного електродвигуна.

Джерелом енергії для підвісних рейкових доріг зазвичай є електроенергія. Рідше споруджуються дороги з приводом від двигуна внутрішнього згоряння, і тільки в особливих випадках для живлення підвісних доріг використовують стиснене повітря.

Підвісний тепловоз із дизель-електричним приводом для доріг середнього типу (рис. 11.4.2) має чотири тягових візки, кожен з яких обладнаний своїм тяговим електродвигуном і тяговим колесом. До візків кріпиться кузов тепловоза з двома кабінами керування, внаслідок чого локомотив може здійснювати двосторонній човниковий рух.

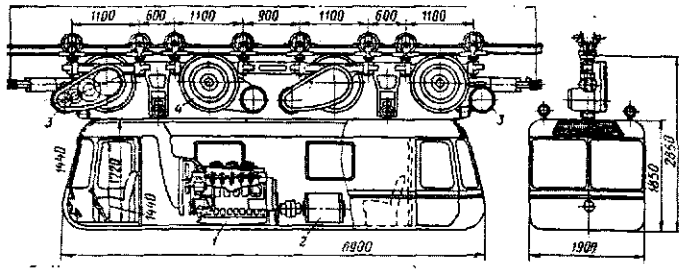


Рис. 11.4.2. Підвісний тепловоз з дизель-електричним приводом: *1* – дизельний двигун; *2* – генератор струму; 3 – тяговий електродвигун; *4* – тягове колесо

Підвісні дороги універсального призначення можуть обладнуватися критими вантажними вагонами (рис. 11.4.3), ізотермічними вагонами, цистернами, контейнеровозами тощо.

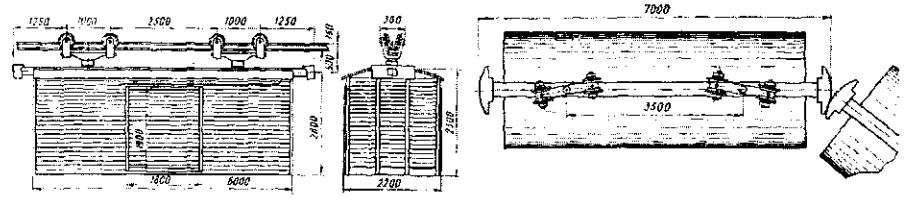


Рис. 11.4.3. Критий 10-тонний вантажний вагон для підвісних доріг середнього типу

Естакади для підвісних рейкових доріг проектують, враховуючи призначення дороги й умови роботи. Від їх надійності залежить працездатність дороги і безпека перевезень. За матеріалом естакади можуть бути дерев'яними, металевими та залізобетонними. Найбільше поширення для підвісних доріг одержали металеві естакади. Вони індустріальні у виготовленні, технологічні при монтажі, легкі та найбільш дешеві. Однак за строком служби металеві естакади поступаються залізобетонним, а при експлуатації вони потребують захисту від корозії.

Залізобетонні естакади підвісних монорейкових доріг виконують, як правило, балочними із збірного залізобетону з болтовими металевими конструкціями стикових з'єднань (рис. 11.4.4). Витрати бетону на естакаду для легкої підвісної дороги з інтенсивністю рухомого навантаження $p_e = 10$ кН/м, не враховуючи бетон для влаштування фундаментів, складає приблизно 200 м^3/км, для важких доріг вона доходить до 2600 м^3/км. Для вантажних двоколійних доріг важкого типу на спорудження залізобетонної естакади витрати становлять 1400–1800 м^3/км.

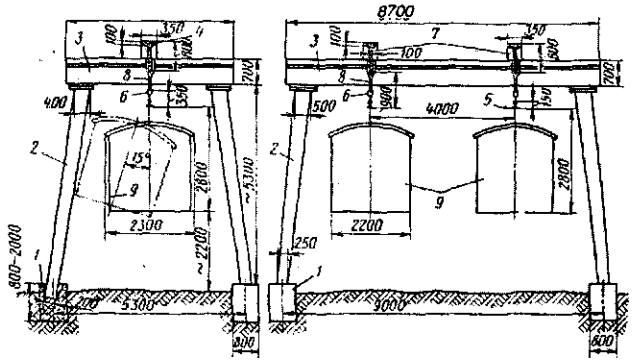


Рис. 11.4.4. Залізобетонна естакада з П-подібними нахиленими стійками для одноколійних та двоколійних підвісних доріг середнього типу: *1* – бетонний фундамент; *2* – стійка залізобетонна; *3* – ригель стійки (з/б); *4* – залізобетонна несуча балка; *5* – верхній закріпний вузол; *6* – нижній закріпний вузол; *7* – рейка; *8* – тяга; *9* – габарит рухомого складу

11.5. Пасажирські підвісні рейкові дороги

Після Другої світової війни для розвитку найбільших міст світу виникла потреба у створенні ліній швидкісного позавуличного транспорту, що міг би зняти частину потоків з перевантаженої вуличної мережі та збільшити загальний рівень швидкості та безпеки руху. Висока вартість будівництва метрополітену змусила звернутися до незаслужено забутої ідеї влаштування доріг на опорах.

Принципові схеми таких доріг різні. В підвісній системі існують види: американська система, французька та японська (рис. 11.5.1).

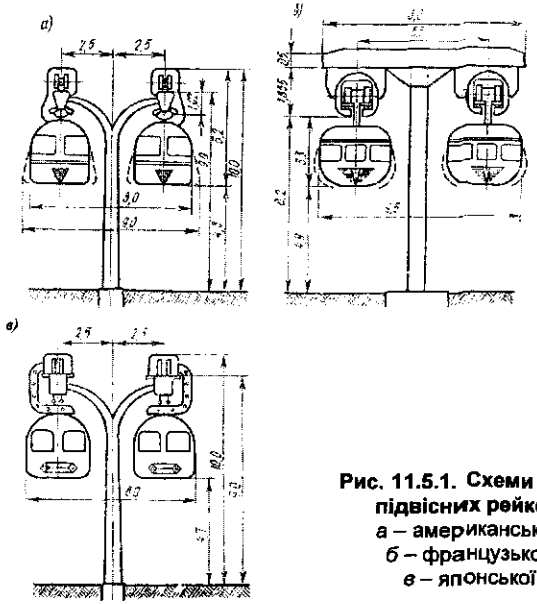


Рис. 11.5.1. Схеми пасажирських підвісних рейкових доріг:
а – американської системи;
б – французької системи;
в – японської системи

Недоліки підвісної системи – більш складні та дорогі несучі балки і опори, ніж у навісної монорейкової дороги .

Переваги підвісної системи:

- більш легкий, простий та дешевий вагон; коефіцієнт тари підвісного вагону 204 кг/місце, навісного – 316 кг/місце;
- високий ступінь стійкості вагона при відхиленні на кривих;
- вищі аеродинамічні якості вагона, що дають можливість в 1,5–2 рази зменшити потужність двигунів;
- захищеність поверхні кочення від атмосферних впливів;
- спрощене влаштування стрілочних переводів.

Розташування мережі підвісних доріг доцільно на розподільчій смузі посередині вулиці. Таке рішення є оптимальним в умовах обмеженого простору населених місць, особливо великих.

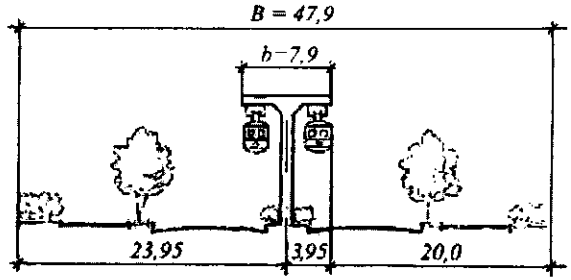


Рис. 11.5.2. Ширина вулиці з підвісною дорогою

Необхідна повна ширина вулиці (м) у смугах забудови (рис. 11.5.2) визначається за формулою $B = 2L + b$, де L – відстань від вагону до будівлі в метрах, b – ширина полотна підвісної дороги, м.

При $L=20$ м і $b=8$ м необхідна повна ширина вулиці складає 48 м.

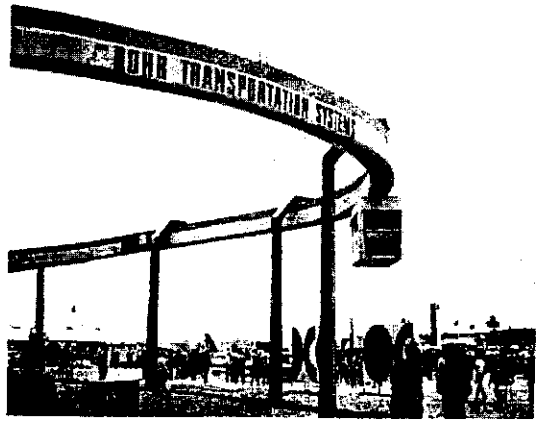


Рис. 11.5.3. Підвісна дорога в аеропорт

Влаштування навісних доріг між аеропортом та містом допомагає зняти напругу на цьому традиційно завантаженому пасажирами напрямку (рис. 11.5.3).

Згідно з американськими даними, вартість 1 км підвісної дороги в Хьюстоні, включаючи вартість рухомого складу, склала 312,5 тис. дол. проти 1000 тис. дол. за 1 км звичайної автомобільної дороги, 4000 дол. за 1 км автостради і 7500 тис. дол. за 1 км лінії метрополітену.

Вартість 1 км лінії підвісної дороги в Шатонефі (Франція) склала 12–15 млн. франків проти 70–100 млн. франків за 1 км підземної лінії метрополітену. Німецькі спеціалісти вважають, що якщо за 100% прийняти вартість будівництва підземного метрополітену, враховуючи витрати на рухомий склад, то спорудження підвісної дороги складе лише 15%, трамвайної колії – 30%, залізниці – 50%. Експлуатаційні витрати на підвісному транспорті на 15–20%, а за деякими даними, на 20–30% нижче, ніж на трамвайному транспорті.

Для перевезення людей на підвісних однорейкових дорогах використовуються пасажирські вагонетки та вагони (рис. 11.5.4).

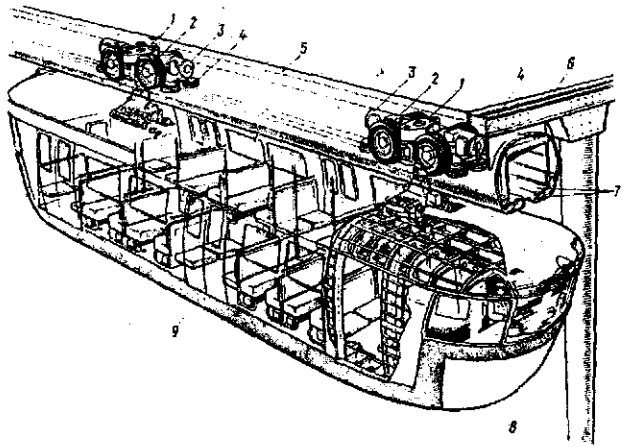


Рис. 11.5.4. Схема влаштування підвісного пасажирського вагону для дороги з коробчатою рейкою:

1 – візок вагону; *2* – колеса з пневматичними шинами; *3* – тягові електродвигуни; *4* – направляючі горизонтальні колеса; *5* – коробчаста підвісна рейка; *6* – опора естакади підвісної колії; *7* – доріжка кочення коліс візків вагонів; *8* – кабіна машиніста; *9* – кузов вагону

Провізна здатність підвісних рейкових доріг залежить від місткості потяга (вагона) та інтервалу руху. Верхньою межею провізної здатності підвісної однорейкової дороги є $Q_{год\ max}$ = 50 тис. пасажирів за годину. Нижнє значення провізної здатності – 500 пасажирів за годину, що відповідає середньодобовому пасажиропотоку в одному напрямку біля 9 тис. пасажирів за добу і є нижньою межею економічної доцільності будівництва відособленої швидкісної рейкової дороги. Слід зазначити, що при більшому інтервалі руху потягів швидкісна дорога не має сенсу, оскільки час, що витрачається пасажиром на поїздку "від дверей до дверей" різко збільшується. Частота руху на підвісних швидкісних дорогах для одиночних вагонів і коротких секцій (2–3 вагона) може бути прийнята до 60 пар потягів за годину, а для довгих секцій (потягів) – до 50 пар потягів за годину, що трохи вище, ніж у метрополітена (48 потягів за годину) і не поступається частоті руху на новій швидкісній залізниці на відокремленому полотні БАРТ в Сан-Франциско: 57 потягів за годину при середній швидкості руху 75 км/год.

У схемах естакад для двоколійних підвісних пасажирських доріг з коробчатою рейкою застосовуються Т-подібні конструкції опор (рис. 11.5.5). Проліт балок на естакадах складає 30 м. При збільшені прольотів Т-подібним опорам надають в плані форму букви Х, що дозволяє, зберігаючи уніфіковану конструкцію балок естакади, збільшити відстань між стійками вдвічі. Цей прийом було застосовано при будівництві Токійської монорейкової пасажирської дороги.

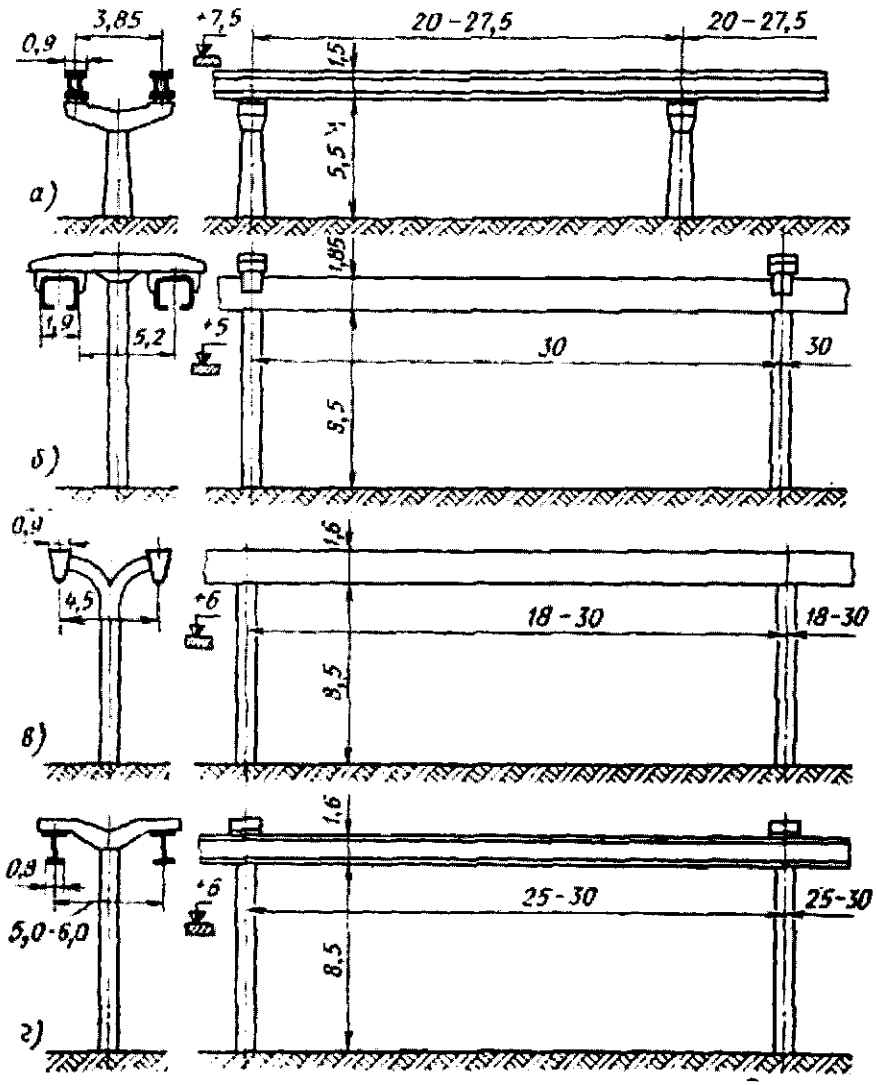


Рис. 11.5.5. Естакади для різних типів пасажирських однорейкових доріг:
а – навісна дорога "Альвег", витрата залізобетону 2000 м^3/км; *б* – підвісна дорога "Сафеж", витрата залізобетону 2600 м^3/км або сталі 2200 т/км, або бетону 800 м^3/км і сталі 2000 т/км; *в* – підвісна дорога "Гудела", витрата сталі 1300 т/км; *г* – підвісна дорога з двотавровою рейкою-балкою, витрата сталі 1000 т/км або залізобетону 1800 м^3/км

11.6. Пасажирські навісні рейкові дороги

У навісних монорейкових системах, на відміну від підвісних, переміщення рухомого складу здійснюється по верхній стороні несучої балки. Останнім часом широке застосування знаходить навісна система "Альвег", запропонована шведським інженером А. Гріном (рис. 11.6.1).

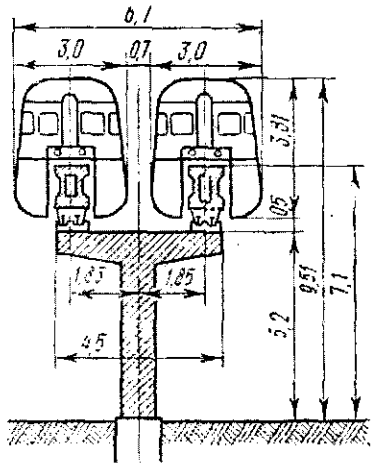


Рис. 11.6.1. Навісна пасажирська монорейкова система "Альвег"

Недоліки навісної системи:

– незахищеність поверхні кочення від атмосферних впливів (дощу, снігу), що погіршує умови зчеплення;

– зменшений корисний об'єм вагона, оскільки колеса розміщуються в габаритах кузова;

– відносно невелика стійкість вагона, оскільки його центр ваги розміщений вище колісної осі, що змушує застосовувати криві великих радіусів на поворотах;

– маса тари вагона більша, ніж при підвісній системі.

Переваги навісної системи:

– більш проста будова несучої балки, ніж при підвісній системі;

– менша висота опор.

На рис. 11.6.2 та 11.6.3 показано схеми одноколійної та двоколійної доріг навісного типу.

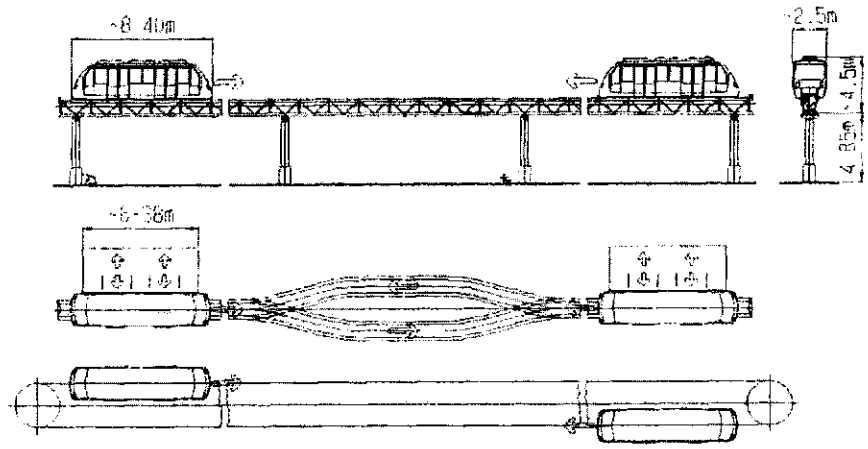


Рис. 11.6.2. Схема одноколійної навісної рейкової дороги з роз'їздом

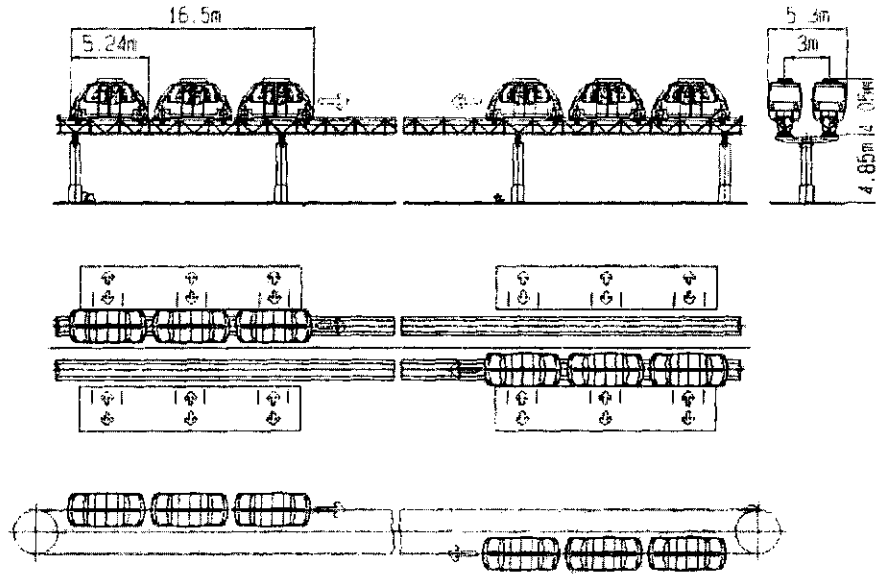


Рис. 11.6.3. Схема двоколійної навісної рейкової дороги

Навісні дороги різних типів працюють в містах США, Японії, Франції, Італії, причому це переважно короткі лінії експериментального або атракціонного характеру. Так, лінія дороги в Кельні (Німеччина) має довжину 1,5 км, в Шатонефі (Франція) – 2,0 км, в Сіетлі (США) – 1,6 км. Навісну дорогу найбільшої протяжності довжиною 13,2 км було збудовано у 1964 році в Токіо в зв'язку з відкриттям Олімпійських ігор. На лінії курсує п'ять шестивагонних потягів. Кожний потяг довжиною 59,4 м вміщує 498 пасажирів. Всі вагони є моторними, ширина їх 3,02 м, а висота – 4,3 м. Максимальна швидкість потягів – 53 км/год, інтервал руху складає 7,5 хвилин у годину "пік". В останні роки у Токіо було споруджено ще шість ліній для забезпечення швидкісних масових перевезень пасажирів у найважливіших напрямках.

Подібні дороги ефективно експлуатуються і в США. Наприклад, у Детройті автоматичні потяги перетинають центр міста по елегантній лінії, зупиняючись на 13 станціях (рис. 11.6.4). Переміщення рухомого складу здійснюється завдяки лінійним індукційним двигунам.

Крім винятково внутрішньоміського сполучення, навісні дороги застосовуються для доставки людей з готелів та інших громадських закладів до парків відпочинку (рис. 11.6.5).

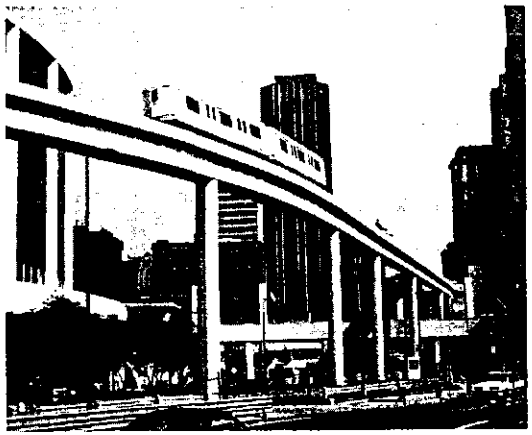


Рис. 11.6.4. Навісна система перевезення пасажирів у Детройті

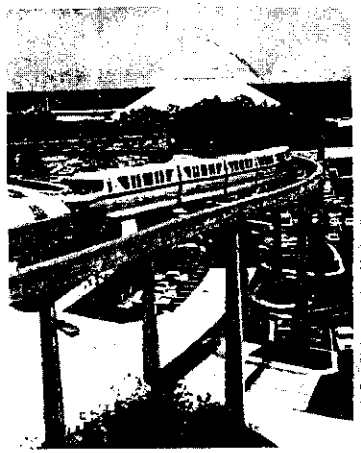


Рис. 11.6.5. Дорога в парку "Світ Діснея" (м. Орландо, Флорида)

При трасуванні навісних ліній велике значення має ширина вулиць. Розрахунки свідчать, що для полотна навісної дороги (НМД) системи "Альвег" потрібен вільний габарит по ширині 4,2 м (одноколійна лінія) і 7,9 м (двоколійна лінія при відстані між осями колійних балок 3,7 м).

Для забезпечення вільної висоти 4,5 м над поверхнею вулиці, верх колійної балки НМД повинен знаходитися на відмітці 6,35 м, а низ – на висоті 4,95 м, при цьому дах вагона буде знаходитися на висоті 9,06 м. При перетині ліній НМД повинна, звичайно, враховуватись висота вагону – 4,56 м, котра і визначає різницю висотного положення колійних балок ліній, що перетинаються. Потреба в додатковій ширині вулиці при будівництві такої дороги мінімальна – для розміщення опор достатньо центральної розділювальної смуги завширшки 2,2 м.

Зупинкові пункти влаштовуються у вигляді платформ шириною 5 м і довжиною, яка відповідає кількості вагонів у потязі. При цьому, відповідно, необхідна ширина вулиці збільшується. До платформи на рівні 4,5 м підводяться позавуличні пішохідні переходи.

У тому випадку, якщо ширина вулиць не дозволяє розмістити трасу дороги або це небажано, то лінія може трасуватися поза вулицями по квартальних територіях. При такому рішенні може бути забезпечена оптимальність траси внаслідок незалежності її від напрямку вулиці. Влаштовуючи зупинкові пункти всередині кварталів, необхідно передбачати зручні підходи до них від усіх прилеглих вулиць. У найбільш обмежених умовах допускається проведення лінії монорейкової дороги і крізь будівлю (рис. 11.6.6).

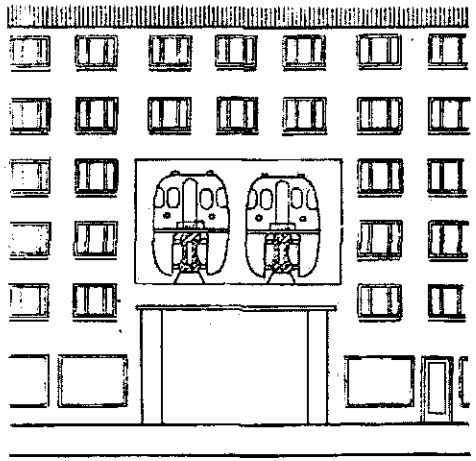


Рис. 11.6.6. Траса навісної дороги на перетині з будівлею

Лінії навісного монорейкового пасажирського транспорту вважаються рентабельними при достатньо великих і стійких пасажиропотоках (не менше 7–10 тис. пас/год). Враховуючи складність трасування ліній навісного транспорту в районах зі сформованою капітальною забу-

довою, найбільш доцільно трасувати лінії по незабудованих територіях або в периферійних районах на вулицях шириною не менше 50 м.

Будівництво таких ліній в тісно забудованих центральних районах значно ускладнюється наявністю щільної мережі підземних комунікацій, розташованих під вулицями, що дуже перешкоджає розміщенню фундаментів опор. Не слід нехтувати і тим, що споруди транспорту, як правило, не гармонують зі сформованим архітектурним обличчям міста, а експлуатація потягів на високих швидкостях спричинює чимале шумове і вібраційне забруднення міського середовища.

Враховуючи викладене, можна зробити висновок, що область доцільного використання пасажирських підвісних і навісних доріг визначається нижчеперерахованими основними зв'язками:

а) основне місто ↔ населені пункти другого порядку в груповій системі розселення;

б) найкрупніше та крупне місто ↔ місця масового відпочинку;

в) житлові райони найкрупнішого та крупного міста ↔ промислові зони;

г) житлові райони ↔ місця прикладення праці в крупних роз'єднаних промислових комплексах;

ґ) периферійні станції метрополітену ↔ аеропорти.

12. ПОТЯГИ НА МАГНІТНОМУ ПІДВІСІ

Перший ескіз подібного виду транспорту був представлений Робертом Годдардом, піонером ракетної техніки, в журналі "Саєнтіфік Амерікан" ("Американський науковець") у 1909 році. У 1912 році француз Еміль Башле запатентував перший проект магнітної колії.

Існують два основних принципи магнітної підвіски: електромагнітний (принцип притягання) та електродинамічний (принцип відштовхування).

При електромагнітному підвісі при подачі струму вагон притягується до рейок, однак між ним і рейками залишається зазор. Такий підвіс може працювати і при перебуванні вагона у стані спокою відносно колії. Рух вагона здійснюється за допомогою лінійного електродвигуна, ротор або статор якого вбудовані в напрямну рейку.

При електродинамічному підвісі у вагоні розташовано охолоджені до кріогенних температур електромагніти, а на напрямній рейці – лист (чи котушки) з матеріалу, що є добрим провідником (наприклад алюмінію). При русі магніта над провідною площиною в ній виникають електричні струми, що генерують магнітне поле. Це магнітне поле взаємодіє з полем електромагнітів таким чином, що вони, а отже, і вагон, відштовхуються від направляючої рейки. Таке індуковане магнітне поле з'являється тільки при русі вагона, тому вагон при нульовій швидкості не може знаходитись у підвішеному стані. При цьому способі підвіски рухомий склад повинен мати колеса для здійснення розгону до швидкості 40 км/год, при якій починає працювати система магнітного підвісу.

Як видно з опису двох основних принципів магнітного підвісу, технічно більш складною є реалізація електродинамічного принципу. Тому першими реальними проектами стали транспортні системи з електромагнітним підвісом.

Розглядаються два можливі варіанти транспортної системи на магнітному підвісі: високо- та малошвидкісна. Це принципово різні системи, хоча мають окремі спільні технічні характеристики: наприклад, обидві потребують приблизно однакових об'ємів будівельно-монтажних робіт. Однією з відмінностей між ними є застосування для малошвидкісної системи живильних пристроїв, розташованих за межами верхньої будови колії, які є більш дешевими та ефективними, ніж аналогічні пристрої високошвидкісної системи, що розташовуються безпосередньо у колії.

У 1984 році в аеропорті міста Бірмінгем (Англія) вступив у комерційну експлуатацію та почав регулярні перевезення пасажирів перший малошвидкісний потяг на магнітному підвісі МАГЛЕВ. Протяжність двоколійної лінії – 620 м. Кожною колією зі швидкістю 40 км/год пересувається двова-

гонний потяг без машиніста, керування яким здійснює комп'ютер. Весь шлях від аеровокзалу Бірмінгемського аеропорту до залізничної станції потяг проходить за 90 секунд. Кожен вагон вміщує 40 пасажирів. Враховуючи таку місткість, максимальна пропускна здатність системи МАГЛЕВ може досягати 3200 пас/год в одному напрямку. В години "пік" потяг курсує безперервно, в інший час – за потребою.

Вагон системи МАГЛЕВ має чотири пари електромагнітів. Ці магніти взаємодіють зі сталевими "утримуючими рейками" на кожній стороні Т-подібної колії (рис. 12.1). Висота підвісу вагона складає 15 мм. Поздовжнє переміщення потяга здійснюється лінійним електричним двигуном. Бортовий комп'ютер потяга контролює стан магнітної підвіски, швидкість та допоміжні системи. Безпека руху забезпечується за допомогою спеціальної автоматики.

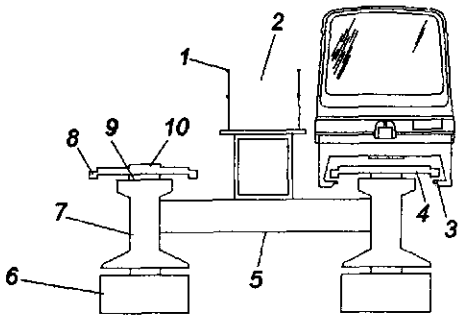


Рис. 12.1. Система МАГЛЕВ, яка використовується в ряді аеропортів Англії:

1 – перила; *2* – прохід; *3* – магніт; *4* – лінійний індукційний двигун; *5* – поперечна бетонна балка естакади; *6* – опора естакади; *7* – головна опорна балка; *8* – утримуюча рейка; *9* – сталева шпала; *10* – брус з реактивною пластиною

Вага одного вагона системи МАГЛЕВ – 5 т. Потяг може долати малі заокруглення з радіусом більше 8 м і підйоми не крутіше 50‰.

Малошвидкісна система МАГЛЕВ практично безшумна, не забруднює атмосферу. Високошвидкісний потяг на магнітному підвісі до 300–350 км/год продукує менше шуму, ніж звичайний, однак при більших швидкостях аеродинамічний шум стає його основним недоліком.

Найбільш інтенсивно та успішно роботи зі створення високошвидкісних потягів на магнітному підвісі ведуться у Німеччині, де вже створено серію потягів "Трансрапід" (рис. 12.2). У потязі "Трансрапід-07" використано електромагнітну систему підвісу вагона на висоті 10 мм. Довжина кожного вагона місткістю 196 пасажирів – 54 м, маса – більше 100 т. Ширина вагона – 3,7 метра, висота – 4,2 м. Розрахункова швидкість руху – до 500 км/год, максимальне прискорення – 0,8 м/с^2. В якості рушія використовується синхронний лінійний електродвигун з максимальною силою тяги 45 кН. Несуча і магнітна системи складаються з так званого магнітного колеса, 32 несучих

та 28 ведучих магнітів. При осіданні потяга функцію руху приймає шасі, обладнане полозами для ковзання.

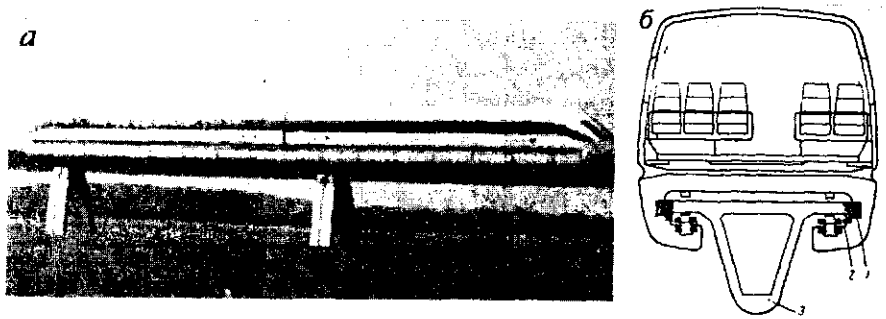


Рис. 12.2. Швидкісний потяг на магнітному підвісі "Трансрапід":
а – загальний вигляд потяга; *б* – поперечний переріз вагона і системи підвісу; *1* – керуюча та гальмівна шини; *2* – поздовжній статор; *3* – залізобетонна балка

Первісток "Трансрапіда" досягнув на дослідній естакаді швидкості 250 км/год ще восени 1971 року, а сьогодні потягами цього концерну вже засвоєно швидкісний рубіж 500 км/год. Федеральний уряд запропонував керівництву "Трансрапіда" розпочати з 1999 року експлуатацію електромагнітних магістралей, що зв'язують східні і західні землі Німеччини: Бонн – Берлін, Штутгарт – Дрезден, Ганновер – Лейпциг, Гамбург – Берлін. Сьогодні ці плани реалізовано, й інтервал руху вагонів становить 10 хвилин.

Виконано розрахунки області застосування потяга на магнітному підвісі на маршруті "місто–аеропорт" (рис. 12.3). При цьому враховувалися рух без зупинок і забезпечення всіх пасажирів місцями для сидіння. Мінімальний інтервал руху прийнято: для автобуса – 1 хвилина, для потяга на магнітному підвісі – 6 хвилин; експлуатаційні швидкості: автобуса – 60 км/год, потяга на магнітному підвісі – 320 км/год. Область ефективного застосування потягів на магнітному підвісі, в порівнянні з автобусом, починається при пасажиропотоках 12–14 млн. пасажирів на рік в обох напрямках.

У Німеччині проведено також аналіз можливих областей застосування потягів на магнітному підвісі на міжміських маршрутах (рис. 12.4).

Кошторисна вартість будівництва системи потяга на магнітному підвісі оцінюється у розмірі біля 10% вартості еквівалентної за пропускною здатністю традиційної залізничної лінії. Споживання електроенергії такої транспортної системи, за розрахунками, не перевищує 60% енергії, що споживається традиційними транспортними системами, а витрата

на її утримання складає лише 15% від витрат на утримання традиційного колісного рейкового транспорту.

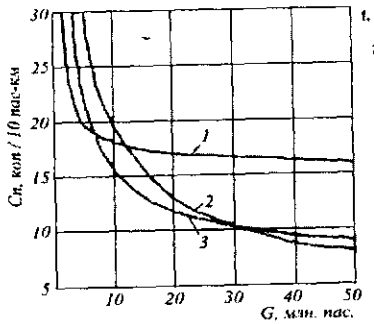


Рис. 12.3. Області застосування окремих видів транспорту на маршруті "місто-аеропорт" (при вартості 1 пас. 1 грн):
1 – автобус; *2* – потяг на магнітному підвісі; *3* – залізничний транспорт; $C_п$ – приведені витрати; *G* – пасажиропотік

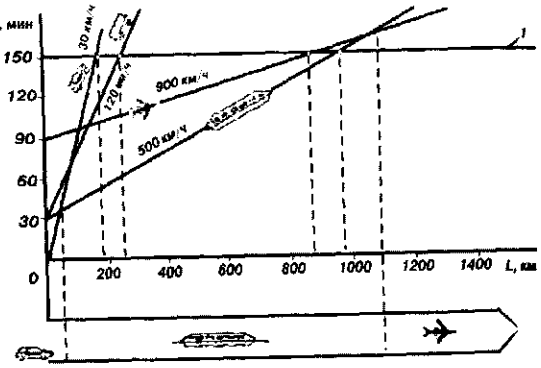


Рис. 12.4. Можливі області застосування потяга на магнітному підвісі (для умов Німеччини):
1 – обмеження по часу поїздки; *t* – тривалість поїздки; *L* – відстань

13. МІСЬКИЙ ТРАНСПОРТ

13.1. Метрополітен

Метрополітен (від англ. "metropolitan" – "столичний") вперше з'явився у Лондоні, де ідея його будівництва зумовлювалася проблемами міста: значною кількістю людей у портовій та промисловій зонах, вузькими вулицями, негативним впливом клімату. На противагу наземним видам транспорту, підземні залізниці були захищені від опадів, могли прокладатися навпростець під будинками, володіли достатньо високою провізною спроможністю та швидкістю сполучення.

Тому, незважаючи на інженерні складності, ідею було реалізовано, і в 1863 році почалася експлуатація перших підземних вагонів. З того часу метрополітен, завдяки своїм перевагам, почав завойовувати позиції в багатьох містах планети.

Таблиця 13.1.1

Найстаріші метрополітени світу

Місто	Рік відкриття метрополітену	Середня відстань між станціями	Пасажироперевезення, млн. пас/рік	Швидкість сполучення, км/год
Афіни	1925	0,60	-	28,0
Барселона	1924	0,44	210,7	24,5
Берлін	1902	0,85	142,0	28,0
Бостон	1898	0,90	169,0	39,0
Будапешт	1896	0,40	21,9	14,0
Буенос-Айрес	1911	0,60	400,0	25,0
Вена	1900	1,10	73,5	24,3
Гамбург	1912	1,20	145,0	24,0
Глазго	1897	0,70	33,0	22,0
Лондон	1853	1,30	669,0	33,0
Мадрид	1919	0,60	392,0	40,0
Неаполь	1925	1,40	-	35,0
Нью-Йорк	1894	0,75	13,2	29,0
Осло	1928	1,20	80,0	38,0
Париж	1900	0,51	1161,0	22,0
Токіо	1925	0,95	302,0	27,0
Філадельфія	1908	0,85	134,0	27,0
Чикаго	1892	0,75	161,0	35,0

В Україні лінії метро мають Київ, Харків та Дніпропетровськ. Будівництво метрополітену вже ведеться в Донецьку, розробляються також проекти міських підземних залізниць і для Одеси та Запоріжжя.

Лінії метрополітену можуть бути надземними, розташованими на естакаді, підземними, що проходять в тунелях, і наземними, якщо їх прокладено на насипі, у виїмці або навіть в одному рівні з іншими видами транспорту при повній ізоляції полотна.

За принципом влаштування схеми ліній метрополітену розподіляються на три групи:

– мережа роз'єднаних, не зв'язаних між собою ліній, що розв'язуються в пунктах перетину в різних рівнях (рис. 13.1.1, *а*);

– мережа взаємопов'язаних ліній зі стрілочними переводами в пунктах перетину (рис. 13.1.1, *б*);

- комбінована мережа, що складається з роз'єднаних ліній з розгалуженнями в окремих найбільш важливих напрямках (рис. 13.1.1, *в*).

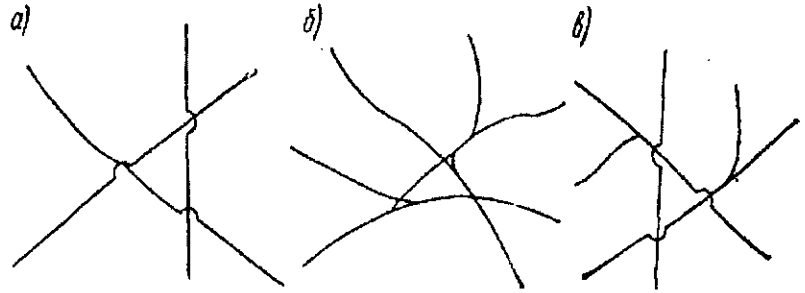


Рис. 13.1.1. Схеми ліній метрополітену за ступенем їх взаємопов'язаності

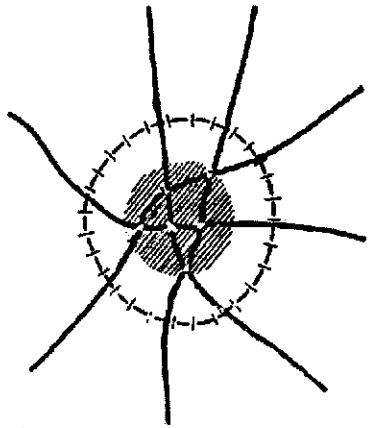


Рис. 13.1.2. Оптимальна схема ліній метрополітену

Мережа роз'єднаних ліній має безперечну перевагу перед взаємопов'язаними лініями, оскільки при ній забезпечується найкраща організація руху в умовах повної безпеки при найбільшій частоті і високій швидкості руху. Недолік цієї схеми полягає у неможливості розвитку маршрутної системи і виникненні потреби у пересадках для пасажирів.

За першою схемою побудовані метрополітени в містах України, а також у Парижі, за другою – в Нью-Йорку та Лондоні, а мадридський метрополітен є характерним прикладом третьої схеми.

При оптимальній схемі метрополітену (рис. 13.1.2) радіальні лінії, що є основними, сходяться в центрі міста. Задля уникнення перевантаження центральних станцій, перетини радіальних ліній розосереджуються і організуються в декількох центральних станціях. В крупних містах і за наявності густонаселених периферійних районів передбачається влаштування кільцевої лінії.

Реальні географічні, ґрунтові та гідрологічні умови суттєво впливають на планувальні схеми метрополітенів, що яскраво видно на прикладі схеми метрополітену Нью-Йорка (рис. 13.1.3).

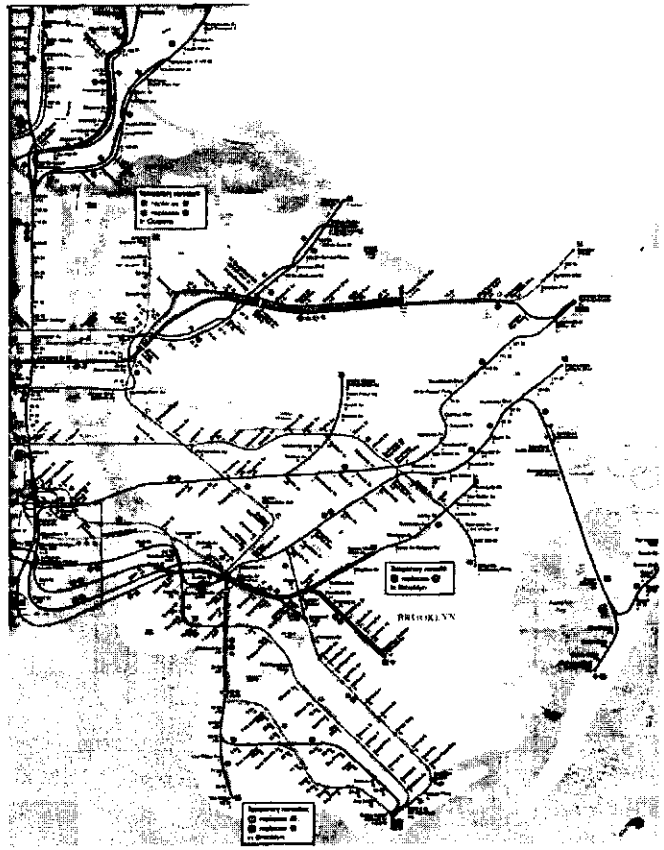


Рис. 13.1.3. Схема метрополітену Нью-Йорка

Як правило, для однієї колії будуються тунелі круглого перерізу з лицюванням чавунними або залізобетонними тюбінгами (рис. 13.1.4).

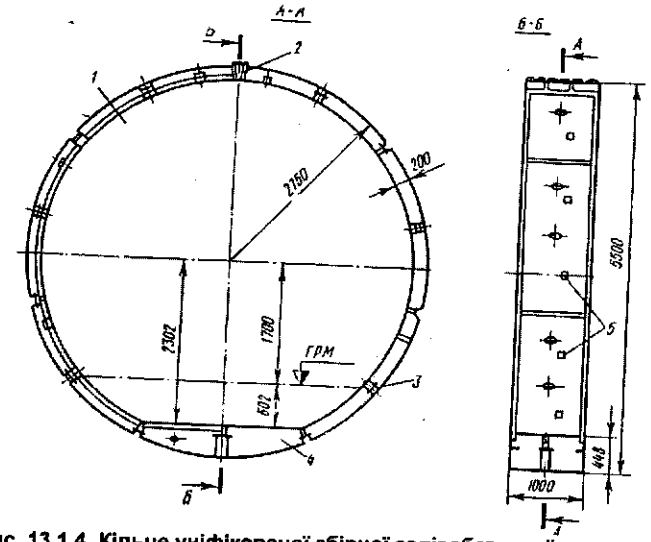


Рис. 13.1.4. Кільце уніфікованої збірної залізобетонної конструкції:
1 – нормальні балки; *2* – вкладиші; *3* – отвір для нагнітання цементного розчину за конструкцією; *4* – лотковий блок; *5* – пластина для кріплення кабельних кронштейнів та обладнання

Тунелі мілкого закладання простіші в будівництві. Їх влаштовують у відкритій траншеї вздовж вулиці. В підготовлену траншею вкладають залізобетонну секцію із збірного і попередньо напруженого залізобетону (рис. 13.1.5).

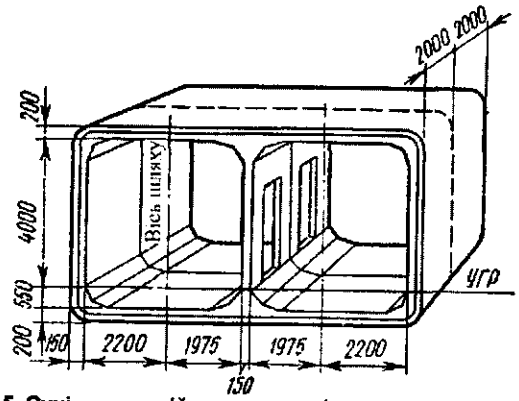


Рис. 13.1.5. Суцільносекційна конструкція двоколійного тунелю

Попереднє обґрунтування доцільності будівництва метрополітенну виконується згідно з графіком (рис. 13.1.6).

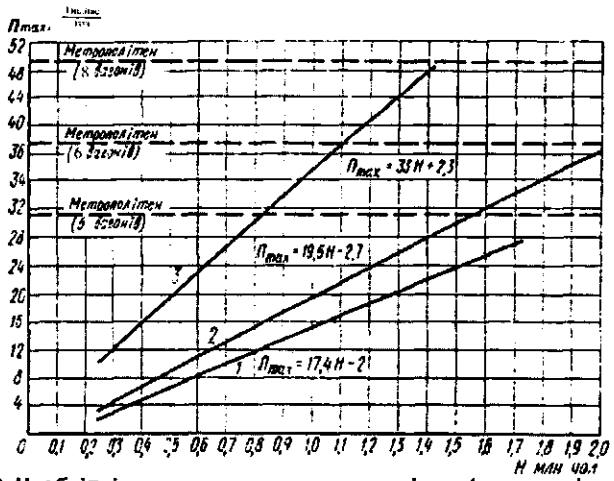


Рис. 13.1.6. Необхідність застосування метрополітену (за критерієм потужності пасажиропотоку $П_{max}$ та населеності міста)

При проектуванні ліній метрополітену, відповідно до технічних умов, радіуси кривих приймають не менше 500 м на головних коліях, 150м – на службових та 75 м – на паркових. Як виняток, на головних коліях підземних ліній допускаються криві радіусом 300 м, на службових лініях – 100 м та на паркових – 60 м. Однак існуючі старі метрополітени в різних містах світу характеризуються значно меншими радіусами заокруглень на головних коліях: у Нью-Йорку зустрічаються криві радіусом 107 м, в Чикаго та Бостоні – 100 м, а в Парижі – 75 м. На перегонах підземних ліній метрополітену значення поздовжнього ухилу траси повинно знаходитися в межах від 3‰ до 40‰ (рис. 13.1.7).

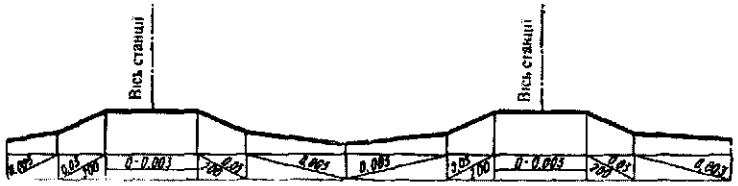


Рис. 13.1.7. Схема поздовжнього профілю лінії метрополітену

Відстані між станціями приймають з умови забезпечення високих швидкостей сполучення та найменшого часу пішохідної доступності (10–12 хвилин). Оптимальною вважається довжина перегону 1000–2000 м. У центральних районах міста цю відстань зменшують до 700–800 м, а в районах, віддалених від центра міста та на позаміських ділянках – збільшують.

Високі швидкості сполучення забезпечуються шляхом збільшення довжини перегону та застосування більш технічно досконалого рухомого складу. В Парижі при середній довжині перегону 520 м швидкість сполучення складає 25 км/год, а на московському метрополітені – відповідно 1500 м та 45 км/год.

За положенням на мережі, станції метрополітену можуть бути проміжними, пересадочними та кінцевими. Залежно від кількості платформ та їх розміщення розрізняють станції з однією острівною платформою (рис. 13.1.8) та з двома бічними платформами; рідше застосовуються станції комбінованого типу – з трьома платформами.

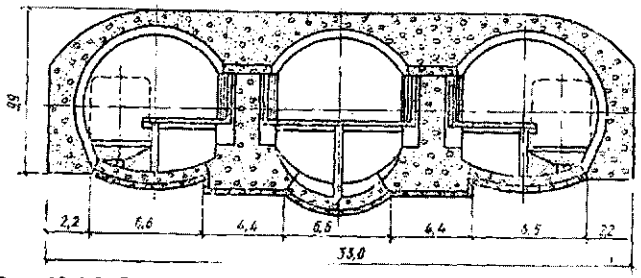


Рис. 13.1.8. Станція глибокого закладання острівного типу

У пунктах перетину ліній метрополітену влаштовують пересадочні станції. Оптимально запроектована мережа метрополітену повинна забезпечувати можливість доступу пасажира до будь-якої станції будь-якого напрямку з однією або максимум з двома пересадками без виходу на поверхню.

Задля забезпечення пропуску п'ятивагонних потягів мінімальна довжина станцій складає 100 м.

Станції метро забезпечуються зручним вертикальним транспортом для підйому пасажирів з посадочних платформ на поверхню землі. Найбільш широко використовується ескалатор зі швидкістю руху стрічки 0,94 м/с, при якій по вертикалі забезпечується швидкість підйому 0,47 м/с. Ескалатори є економічно вигідними при пасажирообороті більше 9 тис. чол./год і висоті підйому до 50 м.

На прямих ділянках ліній метрополітену в Україні приймається ширина колії 1520 мм, що відповідає стандарту ширококолійних залізниць.

У метрополітені застосовується електрична тяга з рухомим складом, обладнаним двигуном постійного струму. Живлення тягової мережі здійснюється постійним струмом 825 В. Електроенергія для живлення рухомого складу подається по третій контактній рейці, що підвішується з лівого по ходу боку колії на спеціальних кронштейнах. Вагонний струмоприймач ковзає по ній і знімає струм. Контактна рейка по всій довжині закрита в дерев'яний короб.

Рис. 13.1.9. Дизайн сучасного вагону метро

Сучасні вагони метро (рис. 13.1.9) повинні забезпечувати високий рівень пасажирообігу та максимальну комфортність перевезень. Для цього вони обладнуються більшою кількістю дверей задля пришвидшення процесу посадки та висадки пасажирів, потужною вентиляцією та надійним освітленням. Крім того, для забезпечення захисту від шуму та вібрації, вагони виготовляють з новітніх матеріалів та оснащують сучасною пом'якшеною підвіскою.

Найстарішим метрополітеном в Україні є київський (рис. 13.1.10), відкритий у листопаді 1960 року. Щодня ним користуються близько 1,5 млн. чоловік, середня дальність поїздки становить 8,5 км. Функціонують три лінії з 43 станціями: Святошино-Броварська, Куренівсько-Червоноармійська та Сирецько-Печерська, загальною довжиною 57,1 км. За останні роки темп будівництва зріс – за довжиною ліній київське метро ввійшло у першу десятку Європи.

Проект програми розвитку київського метрополітену на період до 2010 року передбачає продовження будівництва на дільниці Святошино-Броварської лінії від станції "Святошин" до масиву Новобіличі. Спорудження станцій "Проспект перемоги" та "Проспект Палладіна" планується здійснити протягом 2,5 років.

Розпочалося будівництво дільниці Куренівсько-Червоноармійської лінії від станції "Либідська" до "Вулиця Трутенка" завдовжки 4,7 км з оборотним електродепо. Першу чергу цієї дільниці (до станції "Васильківська") буде споруджено до 2007 року. Триватимуть роботи й на Сирецько-Печерській лінії – від "Дорогожичів" до "Сирецької", яку буде споруджено неподалік однойменної залізничної станції. Далі гілка метро піде до станції "Виноградар", яка повинна прийняти пасажирів у 2009 році. Досить значний термін пояснюється як протяжністю лінії (3,6 км), так і необхідністю спорудження оборотного електродепо.

Роком пізніше планується здати в експлуатацію першу дільницю Подільсько-Вигурівської лінії від станції "Вокзальна" до станції "Глибочицька" (3,5 км).

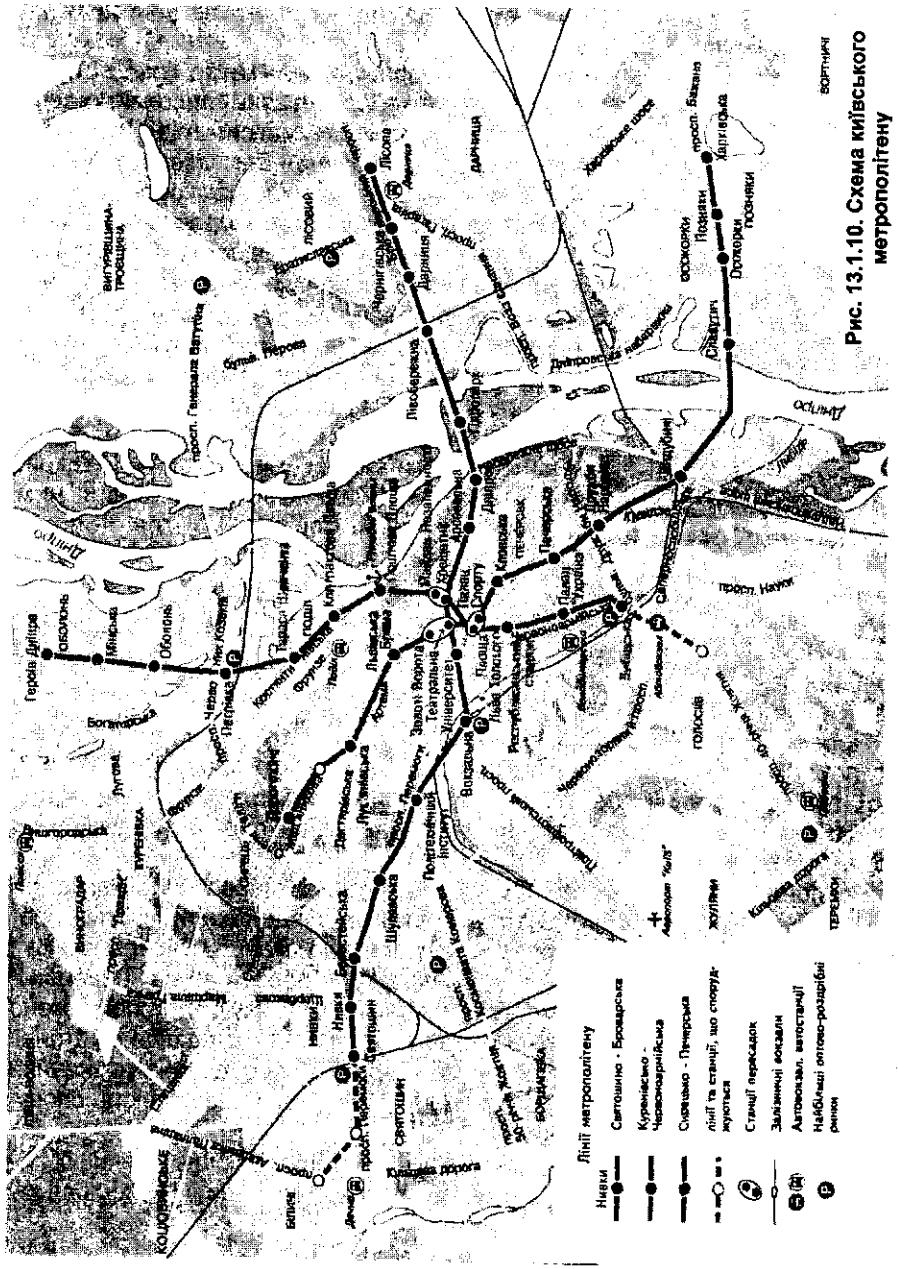


Рис. 13.1.10. Схема київського метрополітену

13.2. Фунікулер

По суті, фунікулер являє собою залізницю на канатній тязі, пристосовану для переміщення пасажирів по крутому схилу – це, начебто, трамвай, але такий, що долає значні перепади висот на невеликій відстані. Перші фунікулери з'явилися в альпійських областях Італії та Австрії у 1854 році, де у модернізованому вигляді вони експлуатуються і сьогодні (рис. 13.2.1), приваблюючи численних туристів.

Схили, по яких прокладається лінія фунікулеру, можуть мати ухил до 30°, тому, для зручності пасажирів, сидіння у вагонах розміщуються сходинкоподібно. Вагон при русі вгору тягнеться за допомогою каната іншим вагоном – тим, що прямує донизу. Канат, який сполучає вагони, протягується вздовж колії і перекидається на її кінці через великий блок, що обертається електродвигуном.

За таким принципом працює, наприклад, київський фунікулер (рис. 13.2.2), лінію якого прокладено від Михайлівського собору до річкового вокзалу. Раніше в Україні був ще один фунікулер – в Одесі від пам'ятника Дюку до морського вокзалу, вздовж Потьомкінських сходів.

Найбільшим є фунікулер, збудований в горах Австрії. Місткість його вагона складає 180 чоловік, а колії розташовані на опорах по схилу. Підйом відбувається на електротязі по зубчатих рейках за допомогою канатів.

Цей вид транспорту має специфічне застосування і влаштовується на дуже пересіченому рельєфі. Його пропускна здатність досить обмежена. Незважаючи на те, що вагончик уміщує лише до 40 пасажирів, швидкість руху є низькою, оскільки на фунікулері понад усе – безпека руху.

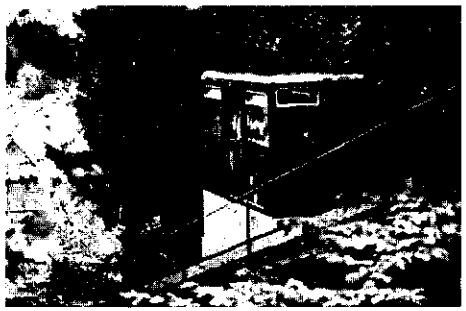


Рис. 13.2.1. Фунікулер в Альпах

Рис. 13.2.2. Загальний вигляд київського фунікулера

13.3. Трамвай

Трамвай належить до вуличного рейкового транспорту і є одним з найдавніших засобів міських громадських перевезень. До впровадження електричної тяги наприкінці XIX століття, пересування трамвайних вагонів здійснювалося кіньми ("конка", рис. 13.3.1), а згодом – силою парового двигуна. Лінію електричного трамваю вперше було споруджено у 1881 році в Берліні. Її будівництво очолював англійський інженер О'Трем, ім'ям якого цю дорогу згодом і було названо – "tramway" (way – англійською "дорога"). З часом так почали називати загальну інфраструктуру даного виду транспорту та її елементи, зокрема вагони.

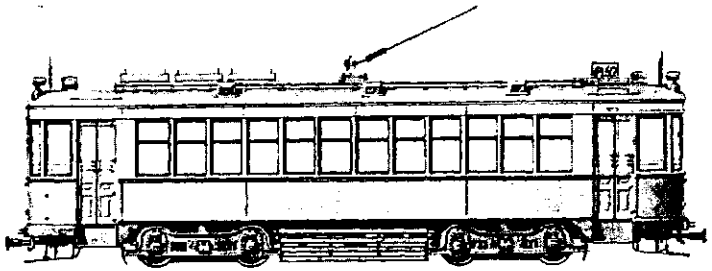
Одинадцять років по тому в Києві відбулося відкриття першої в Російській імперії трамвайної лінії на електричній тязі. Піонерний маршрут з'єднав Поділ з Хрещатиком. Наступними "трамвайними містами" на території сучасної України стали Харків (1892 рік), Львів (1894 рік) та Чернівці (1897 рік).

Тогочасні трамваї являли собою здебільшого двовісні вагони з дерев'яним кузовом, часто відкритого типу – без заскління вікон. Двері відкривалися вручну або були взагалі відсутні. Існував поділ вагонів на класи за комфортністю. На відміну від сучасних трамваїв, вагони початку XX століття пристосовувались для човникового руху і обладнувались двома кабінами для водія (рис. 13.3.2). Струмознімання з підвісної контактної мережі здійснювалось за допомогою бугеля – металевого дугоподібного струмоприймача. Пізніше для цієї мети було пристосовано штангу на зразок тролейбусної та пружинний пантограф.

Рис. 13.3.1. Кінний трамвай у Києві

Рис. 13.3.2. Загальний вигляд трамвайного вагона початку XX століття

У першій половині XX століття електричний трамвай, завдяки своїм численним перевагам, завойовував все більше крупних міст, що потребували якісного та дешевого пасажирського сполучення. Вагони зазнавали невпинної модернізації – тепер вони виготовлялися повністю засклениими, а через збільшення їх місткості і, як наслідок, навантаження на осі, вони обладнувалися двома двовісними візками (рис. 13.3.3).



Трамвайні вагони КМ та КП
(відмінні дані КП подані в дужках)

Рік випуску	1929–1933
Число осей	4
Габарити, м	
довжина по буферах	13,37 (13,25)
довжина кузова	9,1 (9,2)
ширина кузова	2,14
висота від головки рейки	3,4
Число місць для сидіння	24/38
Потужність тягового двигуна, кВт	40
Максимальна швидкість, км/год	42

Рис. 13.3.3. Трамвай серій КМ та КП

У післявоєнні роки трамвайне сполучення в Україні почало втрачати популярність – було відкрито лише дві системи у малих містах: Конотопі та Авдіївці. На противагу ж відбулося скасування руху трамваю в Чернівцях та Сімферополі і заміна його альтернативою – тролейбусом, лінії якого за цей же період відкрилися в 24 містах республіки. У багатьох містах на користь тролейбуса скорочувалась кількість трамвайних ліній. Це зумовлювалося, головним чином, не стільки прагненням оптимізації транспортної мережі і забезпечення зручності для пасажирів, скільки бажанням знищення трамваю як пережитку "буржуазної епохи".

В Україні загальна протяжність мережі трамвайних ліній на сьогодні лише в 1,4 рази більша, ніж до Другої світової війни, в той час як тролейбусних – майже в 50 разів.

Генпланами міст України не передбачається організація нових трамвайних господарств, в тому числі і в містах з проектною чисельністю населення понад 300 тис. чоловік (наприклад, в Херсоні та Севастополі), хоча міста, що мають понад 250 тис. жителів, обслуговуються трьома основними видами міського масового пасажирського транспорту: автобусом, тролейбусом і трамваєм. У 14 містах з існуючим трамвайним рухом цей вид громадського транспорту є основним на перспективу, а розвиток тролейбусних мереж планується у 50 містах, більшість з яких вже мають тролейбусне сполучення. Планується скасування безперспективних трамвайних систем та і заміна їх тролейбусними – наприклад, ліквідація останнього маршруту в Житомирі.

У багатьох містах з населенням 300–500 тис. чол. трамвайна мережа є досить розвиненою. Трамвай характеризується високою провізною здатністю (12–17 тис. пас./год та виконує значний процент загального об'єму пасажирських перевезень в містах. Основний вплив на завантаженість трамвайної мережі чинить місцезнаходження її в плані міста. Прагнення ліквідації трамвайних ліній в центральних районах міста спричинює різке скорочення об'єму перевезень трамваєм і перерозподіл пасажиропотоку на автобус та тролейбус, що не завжди є економічно виправданим. Залежність напрямку трамвайних ліній від планувальної схеми житлових і промислових районів призвело до того, що в таких умовах коефіцієнт непрямолінійності більшості маршрутів трамваю перевищує 1,5 (проти рекомендованого 1,2), а в окремих випадках його величина рівна 2–2,25, тобто пасажир долає в 2 рази більшу відстань і витрачає, відповідно, в 2 рази більше часу на поїздку.

Для багатьох трамвайних систем характерне перевантаження центрів міст трамвайними маршрутами, що стає причиною збільшення інтервалів руху і витрат часу на очікування транспорту.

Прихильники трамваю вказують на його значні переваги перед нерейковим транспортом: високу провізну здатність, мінімальне використання пасажирами площі вулиці, малу собівартість перевезень, сприятливі санітарно-гігієнічні характеристики тощо. Відзначається, що нерозумно саме зараз, коли у великих містах відчувається гостра нестача "вуличних поверхонь", ліквідовувати транспорт, який здійснює найбільшу роботу при мінімальному використанні поверхні вулиць.

Однак не можна забувати і про серйозні недоліки трамвайного транспорту, що особливо гостро відчуваються саме в центральних районах великих міст зі щільною забудовою та вузькими вулицями. В таких умовах трамвайні колії в середній зоні вузької проїжджої частини, в місцях зупинкових острівців, де відбувається скупчення пасажирів, різко погіршують умови руху нерейкового транспорту та значно підвищують аварійність. Крім того, трамвай створює шум.

Але з плином часу трамвайний транспорт звільняється від вад. Сучасний трамвайний вагон є дуже комфортабельним, має привабливий дизайн, великі площі засклення. Він прикрашає місто своїм зовнішнім виглядом, його мережі допомагають вирішувати транспортні проблеми. Завдяки низькій посадці вагон стає безпечним – під його колесо неможливо потрапити навіть при бажанні. Вхід і вихід здійснюються майже в одному рівні з тротуаром, а модернізована ходова частина не створює шуму. Такий трамвай має велике майбутнє (рис. 13.3.4, 13.3.5).

Рис. 13.3.4. Сучасний трамвай в Монпельє (Франція)

Рис.13.3.5. Трамвай у Європі

Переважна більшість проектованих трамвайних ліній є двоколійними з центральним розміщенням колій по осі вулиці. За наявності бульвару (на нових магістральних вулицях не практикують) трамвайні колії можуть прокладатися по обидві його сторони одноколійними; якщо ж трамвайна лінія проектується на вулиці з односторонньою забудовою (набережна, вулиця вздовж зеленого масиву), доцільним стає асиметричне розміщення колій уздовж незабудованої сторони.

По відношенню до проїжджої частини вулиці трамвайні колії розміщують в одному рівні з нею, на відокремленому або на власному полотні (рис. 13.3.6). У першому випадку головки рейок знаходяться на рівні з дорожним покриттям – трамвайне полотно складає ніби єдине ціле з проїжджою частиною. Це дає можливість автотранспорту використовувати трамвайне полотно при обгонах, об'їзді перешкод тощо (рис. 13.3.6, *а*).

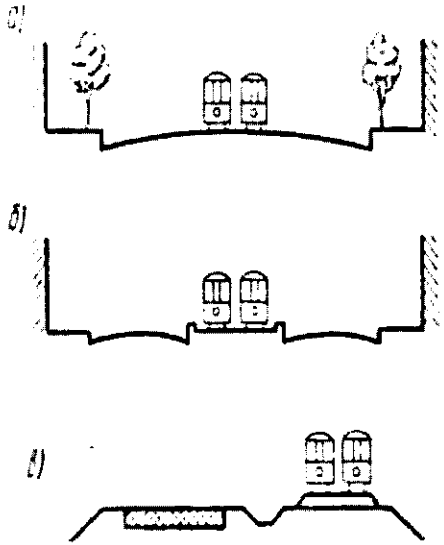


Рис.13.3.6. Типи розміщення трамвайного полотна

При влаштуванні відокремленого полотна, його ізолюють від проїжджої частини бортовим каменем, що виключає заїзд на колію інших видів транспорту. Застосування відокремленого трамвайного полотна є практично можливим на вулицях шириною не менше 35 м (рис. 13.3.6, *б*). Там, де ширина вулиці допускає влаштування відокремленого полотна, необхідно реконструювати трамвайні колії і перевести їх з полотна в спільному рівні з проїжджою частиною на відокремлене. На нових магістральних вулицях трамвайні лінії повинні проектуватися тільки на відокремленому полотні (рис. 13.3.6, *в*).

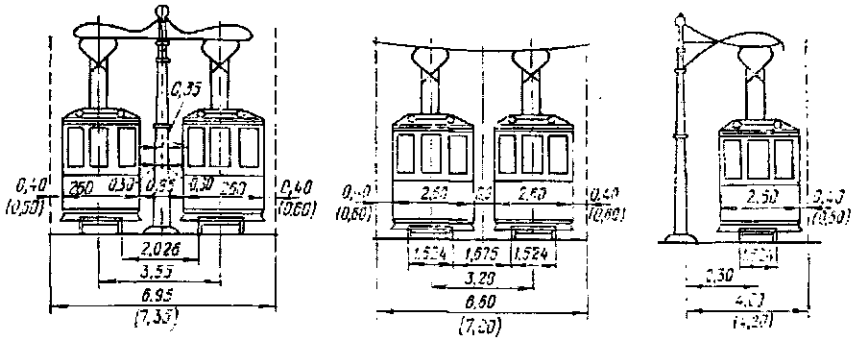


Рис. 13.3.7. Габаритні розміри трамвайного полотна

Полотно лінії трамваю проектують залежно від габаритних розмірів рухомого складу, що передбачається експлуатувати (рис. 13.3.7).

Поздовжній профіль трамвайної колії, прокладеної по міським вулицям, повинен співпадати з поздовжнім профілем проїжджої частини. Величина поздовжнього ухилу власне трамвайного полотна обмежується силою тяги з умови зчеплення коліс та безпекою руху. Найбільші поздовжні ухили для трамвайних колій встановлюють на прямих ділянках (при одному моторному вагоні): для одиночних трамваїв – 90‰; для двовагонних потягів – 80‰; для тривагонних – 60‰. Оптимальними для трамвайних колій вважаються криві з радіусами 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 150, 200 м і далі через 100 м до 1000 м. Радіуси більше 2000 м застосовувати не рекомендується. При сполученні прямих з кривими ділянками малих радіусів (до 10 м) повинні застосовуватися перехідні криві.

Застосування звичайного трамваю на протяжних позаміських маршрутах, наприклад, на під'їздах до аеропортів, пов'язане з наступними негативними чинниками: відносно низькою швидкістю руху, труднощами організації руху, високим рівнем шуму. Задля викорінювання даних вад виникла ідея модернізації трамваю. Було запропоновано наступні шляхи підвищення ефективності його експлуатації: відведення відокремленого полотна, в тому числі у виїмках та на насипах; прокладання колій в особливо важких та щільно забудованих цінних ділянках (частіше за все – у центрі міста), в тунелях; збільшення відстані між зупинками; застосування рухомого складу, що відрізняється високими динамічними якостями, з вузлами, що створюють менше шуму; застосування автоматизованих систем керування рухом.

За кордоном застосовують різні назви швидкісного трамваю: легкий рейковий транспорт, полегшений метрополітен, "пре-метро" (тобто перший етап майбутнього метрополітену).

За провізною здатністю цей вид транспорту займає проміжне положення між метрополітеном та автобусом або тролейбусом.

Специфіка швидкісного трамваю вимагає спеціального рухомого складу, вагони якого, подібно до потягів метро, повинні мати вхідні двері з обох сторін – задля можливості використання на лініях станцій як з острівними платформами, так і з двома платформами по кожен бік колії. Однак в Україні на лініях швидкісного трамваю експлуатуються потяги зі звичайних трамвайних вагонів (рис. 13.3.8). При цьому на тунельних ділянках, де станції мають острівні платформи, застосовується лівосторонній рух (рис. 13.3.9).

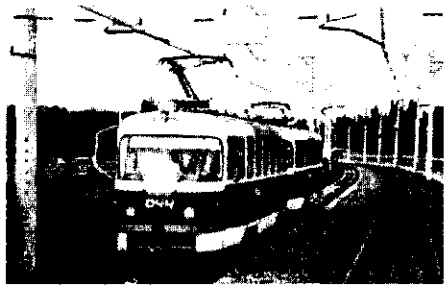


Рис. 13.3.8. Лінія швидкісного трамваю у Кривому Розі

Рис. 13.3.9. Підземна ділянка лінії швидкісного трамваю з лівостороннім рухом

Першу в Україні лінію швидкісного трамваю протяжністю 9,3 км було споруджено в 1978 році в Києві. Вартість 1 км лінії склала біля 1,5 млн. крб. Шістьма роками пізніше подібну лінію збудували і в Кривому Розі – місті, що простягається на відстань понад 100 км.

Найбільш економічно доцільним рішенням є влаштування полотна трамваю в єдиному комплексі з швидкісною автомобільною магістраллю або вулицею, як це яскраво видно на прикладі київської системи.

Висока швидкість та безпека руху на ній забезпечується завдяки влаштуванню безстикової рейкової колії поліпшеної конструкції з використанням залізничних рейок типу Р65. Основні колії – шпальні, на щебеневому баласті (рис. 13.3.10). Під баластною призмою влаштовується піщаний підстилаючий шар. Шпали залізобетонні, кількість їх приймається з розрахунку на 1 км одиночної колії: на проміжних ділянках – 1680 шт., на кривих – 1840 шт.

З метою запобігання переходам трамвайних колій у невстановлених місцях обабіч колії влаштовується металеве огородження висотою не менше 1,2 м.

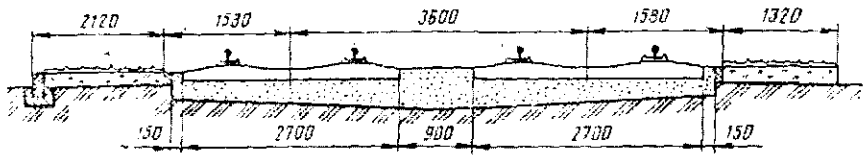


Рис. 13.3.10. Конструкція колії лінії швидкісного трамваю у Києві

Живлення тягової контактної мережі швидкісного трамваю здійснюється постійним струмом напругою 600 В.

У якості рухомого складу на київських швидкісних трамвайних лініях застосовуються потяги, складені з трьох вагонів Т-3, що мають підвищені динамічні характеристики. Максимальна швидкість руху складає 65 км/год, середня швидкість – 35 км/год. Пропускна здатність лінії – до 40 пар потягів на годину за умови застосування автоматичної системи регулювання швидкості.

Довжина платформ станцій є на 2–3 м більшою, ніж трамвайного потяга, ширина їх становить не менше 3 м. Згідно з вимогами експлуатації тривагонного потяга, довжина платформи повинна бути 52 м, а відстань між станціями – 800–1200 м. Кінцеві пункти влаштовують у вигляді петлі чи кільця радіусом від 20 до 50 м. На кожному кінцевому пункті для можливості відстою потяга влаштовують тупик відповідної довжини з поздовжнім ухилом до 2,5‰. Кінцеві зупинки обладнуються санітарно-побутовими та службовими приміщеннями для бригад, лінійних слюсарів, чергових по станції, а також буфетами та кімнатами відпочинку для поїзних бригад.

За даними чеських спеціалістів, до сучасного швидкісного трамваю пред'являються наступні вимоги: швидкість на перегонах – 80 км/год; максимальний поздовжній ухил траси – 45‰; радіуси кривих у тунелях – 300 м; те ж, на станціях – 800 м; довжина платформи – 70–100 м; діаметр тунелів – 5,6 м; відстань між зупинками – 1,0–1,5 км. Ширина трамвайного полотна повинна становити 10–11 м, а в районі станцій – 16,5–18 м. Використання швидкісного трамваю вважається доцільним на маршрутах з потоками від 10–12 до 25 тис. пасажирів в одному напрямку в годину "пік".

Швидкісний трамвай є міським та приміско-міським пасажирським транспортом, призначеним для зв'язку жилих районів з промисловими зонами, центром міста та місцями відпочинку. Його можна розглядати як альтернативу іншим видам транспорту на під'їзних шляхах до аеропортів, у сфері транспортного обслуговування житлових масивів та рекреаційних територій тощо.

13.4. Тролейбус

Тролейбус – це безрейковий вид електрифікованого міського пасажирського транспорту. Його винахідником є Вернер фон Сіменс, який у 1882 році вперше реалізував ідею влаштування безрейкового трамваю, збудувавши тролейбусну лінію в пригороді Берліна – Шпандау. Перші "електричні омнібуси" Сіменса ще не були тролейбусами у загальноприйнятому розумінні: хоча їх і приводила в рух електроенергія, отримувана від зовнішнього джерела, струмознімання на цих машинах здійснювали не жорсткі штанги, а візок, що котився по дротах і з'єднувався з рухомим складом за допомогою гнучкого кабелю (рис. 13.4.1). Такий спосіб був не досить надійним, оскільки під вагою візка дроти значно прогиналися, а сам він досить часто зіскакував з лінії.

Після винайдення на початку XX століття штангового струмознімача тролейбус набув звичного вигляду. З того часу, завдяки своїм перевагам, цей вид транспорту здобув велику популярність у містах Європи та Америки. Одним з перших міст в СРСР, де відбулося відкриття тролейбусного руху, став Київ – у 1935 році на його центральних вулицях почалася експлуатація семи машин марки "ЛК-5" (рис. 13.4.2). У період до Другої світової війни в Україні тролейбус з'явився також у Харкові та Чернівцях (місто на той час входило до складу Румунії) – у 1939 році.

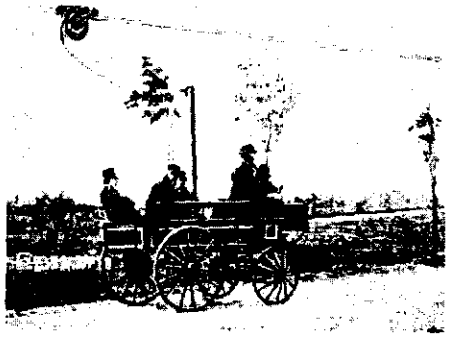


Рис. 13.4.1. Прототип тролейбуса, 1882 р.

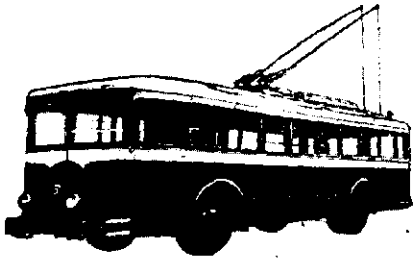


Рис. 13.4.2. "ЛК-5" – перший тролейбус в Україні

У 50–70-х роках у містах України, що швидко зростали, відбувався бурхливий розвиток тролейбусного транспорту. Нові лінії масово прокладалися до нових житлових районів, а подекуди їх споруджували в якості альтернативи до трамвайних маршрутів.

Окрім міського сполучення, тролейбус знайшов застосування і на міжміських трасах – наприклад, лінія Сімферополь – Ялта, яка є найдов-

шою в світі (94 км), використовується для доставки пасажирів від аеропорту та залізничного вокзалу Сімферополя до Кримського узбережжя.

Міські лінії тролейбуса проектуються на вулицях з капітальним покриттям і широкою проїжджою частиною – не менше 9 м при максимальному поздовжньому ухилі не більше 80‰ (на коротких ділянках довжиною не більше 30 м допускаються ухили 90‰). Розташовуються тролейбусні лінії зазвичай у межах першої та другої смуг руху. У зв'язку з цим відстань від найближчого дроту лінії до борту тротуару приймають від 1,75 до 4,0 м залежно від ширини проїжджої частини вулиці, інтенсивності руху та кліматичних умов.

Позаміські дороги, на яких пропонується використання тролейбуса, повинні проектуватися для спільного руху тролейбусів і автомобілів. Задля забезпечення високих швидкостей руху тролейбуса при сучасних конструкціях струмознімачів радіуси кривих у плані повинні становити не менше 200 м. Рекомендовані допустимі швидкості руху: на горизонтальних ділянках – до 60 км/год, на спусках з ухилом до 50‰ – до 50 км/год, на спусках до 80‰ – до 40 км/год.

Максимальні поздовжні ухили обмежуються значеннями, при яких швидкості руху автобусів і вантажних автомобілів близькі до швидкостей тролейбуса на підйомах. Ця вимога забезпечується при поздовжніх ухилах не вище 50–60 ‰. На підйомах з ухилом більше 50‰ передбачають додаткову (третю) смугу для руху автобусів і вантажних автомобілів. Середня смуга використовується легковими автомобілями і тролейбусами, що мають при русі на підйом високі швидкості.

Зупинки тролейбусів потрібно розташовувати на прямих ділянках з ухилом не більше 40‰ на відстані не ближче 20 м до перехрестя. Довжина зупинок приймається до 40 м, а ширина – до 3 м залежно від кількості маршрутів. Кінцева зупинка обладнується майданчиком для розвороту з радіусом мінімум 28 м. На кінцевих пунктах повинні споруджуватись службові та санітарно-побутові приміщення.

Контактна мережа тролейбуса складається з двох дротів, з яких правий за напрямком руху має знак "–". Дроти виготовляються з міді або сплаву сталі з алюмінієм, висота їх підвішування над дорожнім покриттям повинна становити 5,8 м.

Пропускну здатність тролейбусних ліній визначають в годину "пік", причому всі місця для сидіння мають бути зайняті, а на 1 м^2 вільної площі повинно припадати 4,5 стоячих пасажирів. При проектуванні тролейбусної мережі інтервал руху приймають рівним 50 с.

Провізна здатність звичайної тролейбусної лінії близька до провізної здатності автобусної лінії та складає близько 5000 пас./год в одному напрямку.

Як зазначалося вище, у деяких містах колишнього СРСР та України зокрема, у 60-х роках мала місце політика заміни трамвайного транспорту тролейбусним. У переважній більшості випадків така заміна не була адекватною – одиночні тролейбуси не могли забезпечити провізну здатність, на яку розраховувалися трамвайні потяги. Задля вирішення цієї проблеми у 1966 році в Києві інженер В. Веклич розробив так звану "систему багатьох одиниць", яка передбачала зчеплення тролейбусних машин у двохсекційні потяги (рис. 13.4.3). На жаль, в наш час це унікальне досягнення вітчизняної інженерної думки вже майже повністю перетворилося на артефакт історії, оскільки з появою зчленованих тролейбусів необхідність у потягах відпала сама собою.

Рис. 13.4.3. Потяг з тролейбусів "Шкода-9Тр" у Києві

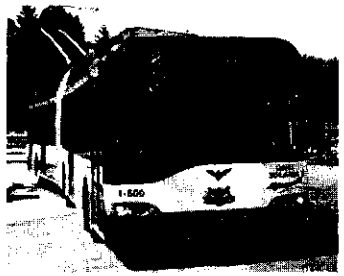


Рис. 13.4.4. Сучасний тролейб "Соляріс-Тролліно-18"

Сьогодення диктує свої вимоги до тролейбусного рухомого складу: прогресивні технології передбачають випуск тролейбусів з низьким рівнем підлоги, економічнішим двигуном та новітнім дизайном (рис. 13.4.4). Усі елементи тролейбусного транспорту повинні органічно гармонувати з планувальною структурою сучасних міст.

13.5. Автобус

Коріння історії розвитку автобусного транспорту слід шукати у 1662 році, коли у Парижі для масових пасажирських перевезень було застосовано кінний екіпаж, влучно названий омнібусом (від латинського "omnibus" – "для всіх"). Через понад століття, у 1839 році, перший громадський омнібус промчав і вулицями Лондона. Однак навіть і пізніше, під час Всесвітньої британської виставки 1851 року, двоповерхові "автобуси на вівсяній підгодівлі" ще викликали у публіки ажіотаж.

Наприкінці XIX століття на омнібусах почали застосовуватися двигуни, різноманітні за конструкцією та принципом дії, як альтернатива кінній тязі. Приблизно з 1905 року переважна більшість пасажирських

екіпажів комплектувалася бензиновими двигунами. В цей же час закінчилися експерименти з паровими й акумуляторними машинами.

Перші машини, які повноправно можна назвати автобусами, курсували за маршрутом Бюссінг – Де Дьєн-Бутон у Франції. З 1910 до 1920 року кількість сидячих місць у двоярусних автобусах виросла з 34 до 46, а вже наприкінці 20-х років з'явилися перші тривісні 12-тонні автобуси моделі "LT", розраховані на 70 пасажирських місць. Загалом їх було випущено 1400 одиниць. Шестилітровий бензиновий двигун, що встановлювався на "LT", мав потужність 95 к. с.

У 1931 році у Британії було виготовлено автобус з дизельним двигуном, робочий об'єм якого складав 8 літрів, а потужність – 95 к. с. Тоді ж з'явилися і напівавтоматичні коробки передач.

З 1939 року транспортні підприємства Лондона вирішили поставити крапку на розмаїтті марок автобусів: вони запропонували єдину модель – дуже маневрену двохосьову машину "RT" на 56 пасажирських місць. Однак серійне виробництво подібних автобусів компаніями "АЕК" і "Лейланд" почалося тільки після 1945 року. Обсяг випуску моделі "RT" перевершив усі раніше відомі показники і досяг 7000 одиниць.

Наступник цієї моделі – "Road Master" (чи скорочено "RM") – обачив світ у 1954 році. На "RM" незмінними залишилися відкрита задня площадка і маленька кабіна водія, розташована поруч із двигуном. Завдяки своїй малій вазі "RM" міг узяти на борт до 64 пасажирів. Автобус, що мав довжину 8,4 метри, залишився зовні компактним транспортним засобом, і, можливо, через це було випущено 2800 автобусів із класичною задньою платформою.

Останній двоярусний міський маршрутний автобус подібної конструкції одержав дозвіл на експлуатацію в березні 1968 року. Після цього почалася ера автобусів із двигуном, установленим ззаду. Незважаючи на це, на думку британців, до сьогоднішнього дня їхні двопалубні автобуси відрізняються від машин, що випускаються на континенті, своїми численними особливостями. Британські автобуси мають довжину 10 метрів, оскільки максимальне навантаження на ведучу вісь – 10,5 т – не допускає влаштування довшого і важчого кузова. Більшість двоярусних автобусів повинні мати єдині двері – як для пасажирів, що входять, так і для пасажирів, що виходять. Незважаючи на те, що консервативні англійці визнають і нові машини, їхня любов, як і раніше, належить старим добрим маршрутним автобусам з відкритою задньою площадкою. Втім, вони завжди вважали їх найкращими.

Більшість сучасних міських двопалубних автобусів випускається компанією "Вольво" на колишніх заводах "Лейланд". Ходові частини для двоярусних автобусів постачають компанії "ДАФ" та "Сканія". Виробництвом кузовів займаються фірми "Александер", "Оптаре", "Денніс", а також підприємства, розташовані в північних графствах Англії. Найсучасніший двоярусний автобус довжиною 10,2 метри на 80 пасажирських місць розробляє фірма "Оптаре".

У рік ювілею лондонці виступають за подальше існування своїх червоних двоярусних автобусів з відкритою задньою площадкою. Прагнучи підтримати даний запал, транспортні підприємства британської столиці пообіцяли своїм пасажирам вступити у наступне тисячоліття з подібними маршрутними автобусами. Як доказ, вони оголосили про те, що 40 червоних автобусів будуть оснащені новими двигунами компанії "Сканія" Подібна акцію вже було проведено в 1990 році, коли 300 автобусів обладнали силовими агрегатами фірм "Івеко" та "Каммінс". Ще тоді на автобусах, що пройшли випробування, не було змінено нічого, крім двигунів.

Рис. 13.5.1. Лондонський автобус-двійник

У Лондоні щодня 3,7 мільйона пасажирів користуються автобусами та 2,5 мільйона – послугами метро. Задля привернення уваги громадян до наземних видів транспорту підприємства Лондона розробили так званий "двійник", який наполовину складається з автобуса, наполовину – з вагона метро (рис. 13.5.1).

Щодня 5000 автобусів, з них 3200 двоярусних, виїжджають на 700 маршрутів з 17-ма тисячами зупинок та з 35-ма автовокзалами. Серед них – 500 двоярусних автобусів 50–60-х років, які виконують свою задачу так само успішно, як і їх сучасні "брати".

У 2000 році у Мадриді відбулося підбиття підсумків конкурсу на звання кращого міського автобуса. Випередивши найближчого конкурента на 11 очок, переможцем став "MAN NL263".

Звання присвоєно за результатами порівняльного тесту. На суд 13 європейських журналістів було винесено п'ять автобусів, що представляють найбільших виробників вантажно-пасажирської техніки в Європі: "Мерседес-Сітаро", двоповерховий "Неоплан", "Івеко-сітікласс", "Сканія-Омнісіті" та "Ван Хул". Конкуренція була досить жорсткою, тому жоден з учасників тесту не зміг покласти інших "на лопатки" за всіма критеріями. Так, 260-сильний турбодизель "Мана" дозволив йому зайняти перше місце у категорії динаміки розгону, однак він же змусив поступитися місцем

характеристиками, а зовнішнє оформлення автобусів та ергономіка інтер'єра. Тут "MAN NL263" виявився на висоті. Велика площа засклення, відсутність сходинок при вході, цілком рівна підлога (N у позначенні машини відповідає голландському niederflur – "з низькою підлогою", а L – linien, означає "маршрутний") в принципі, давно не є новиною для європейського ринку.

На всі колеса встановлено дискові гальма та контрольовану електронікою гідравлічну підвіску, завдяки якій забезпечується комфортабельна їзда та високий рівень безпеки руху.

В автобусні парки міст Західної Європи продовжують надходити автобуси з газовим двигуном: нещодавно голландське місто Утрехт підписало контракт на постачання 15 зчленованих і 25 одиночних машин Van Hool, оснащених газовим двигуном DAF. Вертикально розташований агрегат з робочим об'ємом 8,65 л, що працює на зрідженому газі, розвиває потужність 230 к. с. при 2000 об/хв і 940 Нм при 1200 об/хв. Як затверджує DAF, у порівнянні з аналогічним дизелями, викид такого двигуна чистіший на 70%, а рівень шуму нижчий рівно в два рази. Дві 300-літрові ємкості для збереження газу розташовані на даху; їхнього запасу вистачає на 450 км пробігу автобуса-"гармошки", а процес заправлення триває всього 2,5 хвилини.

Рис. 13.5.2. Автобус Scania L94 з причепом, зібраний у Тарту, на вулицях Таллінна

Шведські автобуси виготовляють в Естонії. Збиральне підприємство BaltScan, розташоване в місті Тарту, побудувало вже більше ста машин, які з 1995 року збираються на шасі Scania L94 з кузовом швейцарської фірми Hess (рис. 13.5.2); причому кузов не сталевий, а алюмінієвий, зібраний на болтах.

До недавніх пір підприємство випускало лише одиночні автобуси, а тепер до них додалися і незвичайні причепи: у години "пік" їх можна приєднувати до машин, а коли потік спаде – знову відчіпляти. Автобус номер 100 з чотирнадцятьма "побратимами" експлуатується в Таллінні, де працює вже біля двохсот автобусів марки Scania.

росництва автобусів – після таких компаній, як "Аятс", "Обредос", "Ірізар" і "Нозі". На останньому автосалоні в Ганновері вона представила висококомфортабельний автобус малого класу "Маго" (рис. 13.5.3).

Машина виконана на шасі Iveco 45-12S. Компактний 4-циліндровий двигун потужністю 116 к. с. повністю розміщений у носовій частині кузова, і тому в салоні немає виступаючого кожуха. Коробка передач – механічна, 5-ступінчаста.

Каркас кузова виготовлено зі сталі, обшивку – з алюмінію або нержавіючої сталі. Передня і задня панелі, дах, а також бампери – пластмасові. Кузов відрізняється виразним, підкреслено аеродинамічним дизайном. Сильно скошена назад і закруглена носова частина, надзвичайно велика площа засклення, інтегровані бампери і "зализи" біля колісних ніш – характерні риси зовнішнього вигляду цього автобуса.

У салоні встановлено "спальні" крісла літакового типу, є установка штучного клімату. Подвійне скління вікон забезпечує добру тепло- і шумоізоляцію. До устаткування входять відео- і аудіоапаратура, бар.

Рис. 13.5.3. Автобус малого класу "Маго"

Автобуси "Маго" випускаються також на шасі MAN L2000 із двигуном потужністю 155 к. с. або 223 к. с. Ця машина, зберігаючи практично той же дизайн, має більшу довжину – 8,51 м замість 7,40 м. Автобус на шасі Iveco вміщує 25 пасажирів, на шасі MAN – 28.

Світовий ринок випуску автобусів має таку географію:
Європа – 26%;
Північна Америка – 6%;
Південна Америка – 37%;
Японія – 13%;
інші країни – 18%.

У Європі виробники автобусів за об'ємом випуску розташовуються в такій послідовності: Мерседес-Бенц, Вольво, МАН, Сканія, Рено (RVI).

Найбільший у світі міжміський автобус, створений бельгійською фірмою "Ван Хоол", занесено до Книги рекордів Гіннеса. При довжині 15 м, висоті 4 м і ширині 2,6 м ця двоповерхова тривісна машина має відстані між осями по 7 м. На верхньому поверсі розміщені крісла для 57 пасажирів, внизу – салон на 12 місць, багажне відділення, туалет і кух-

ня. Ходову частину виготовляє шведська фірма "Вольво". Автобус почав свою роботу в Європі з обслуговування лінії "люкс" між шведськими містами Луллео і Сундсваль, долаючи щодня 750 км.

В Україні регулярне міське автобусне сполучення вперше відкрилося в 1925 році у Києві, де на маршрутах почали працювати машини "Мерседес Даймлер" та "ФІАТ". Завдяки мінімальній вибагливості до умов експлуатації та обслуговуючої інфраструктури, автобус дуже швидко став основним видом громадського транспорту у багатьох містах.

За радянських часів автобусні парки українських міст комплектувалися переважно машинами російського ("ЛіАЗ") та угорського ("Ікарус") виробництва. Після припинення масових поставок рухомого складу цих марок перевага почала надаватися вітчизняному виробнику.

Зараз в Україні головним підприємством з випуску автобусів є Львівський автобусний завод. Перехід на ринкові умови виробництва створив певні проблеми для його успішного функціонування, але поступово ситуація стабілізувалася, а обсяги виробництва почали зростати.

Останнім часом львівські автобусобудівники, відповідно до європейських тенденцій, зробили впевнений крок у майбутнє – створили міський автобус з низькою підлогою. Якщо, наприклад, у "Ікарусів-260" підлога піднята на 92 см від дороги, а в салон ведуть три сходинки, то в новій моделі її рівень становить лише 36 см, і сходи повністю відсутні. На зупинці цей автобус, що отримав назву "Тур", при потребі опускає свій кузов на 5–6 сантиметрів, а при подоланні нерівностей – навпаки – піднімає, знову ж, на 5 сантиметрів (це забезпечує електронна система kneeling, що керує пневмопідвіскою). Ще одна особливість цієї машини в тому, що в неї не троє дверей, як звичайно, а четверо.

На даний час збудовано тільки один зразок, який проходить дослідну експлуатацію у Львові. Але, схоже, машина має непогані перспективи: по-перше, малі партії може випускати сам Укравтобуспром, а по-друге, цей автобус, а також зчленований його варіант та тролейбус на його базі планує виробляти Південний машинобудівний завод. Не виключено, що новинкою зацікавиться і ЛАЗ, тому що Укравтобуспром розташовано безпосередньо за його огорожею, а конструкції нинішнього ЛАЗа-52522 виповнилось вже чверть століття.

Спеціальні автобуси для школярів нещодавно розроблено й впроваджено у серійне виробництво на ЗАТ "Бориспільський автозавод", що у Київській області (рис. 13.5.4).

На вулицях Черкас з'явився автобус, виготовлений у цьому місті. Машина відповідає всім європейським стандартам. Автобуси "Богдан" – а саме так назвали творці своє дітище – почали освоювати також маршрути Києва та деяких інших міст країни (рис. 13.5.5). Новинку створив колектив Черкаського авторемонтного заводу у співпраці з концерном "Укрпромінвест", львівським ВАТ "Укравтобуспром" і всесвітньовідомим концерном "Ісудзу". "Богдан" розрахований майже на 50 пасажирів, має широкий прохід, зручні сидіння, можливості швидкої посадки і висадки, і, що дуже важливо, невеликі витрати дизельного пального на кілометр пробігу. Вартість експериментального зразка машини майже утричі нижча, ніж імпортних аналогів.

Рис. 13.5.4. Шкільний автобус

Рис. 13.5.5. Автобус "Богдан"

Рис. 13.5.6. Автобус ЛАЗ класу люкс

За випуск продукції відмінної якості Львівський автобусний завод одержав сертифікат міжнародної якості ISO 9001, а до річниці оновленого заводу було випущено перший "Лайнер–10Л" класу люкс (рис. 13.5.6). До традиційної комплектації додано сучасну аудіосистему, відеоустаткування з рідкокристалічним екраном, кондиціонер. Кузов вкритий антикорозійним покриттям із зовнішньої та внутрішньої сторони. Незабаром автобус цієї моделі піде у серійне виробництво. Створено також модель для перевезень школярів ЛАЗ-А1414N "Шкільний", усі 49 крісел у якій встановлено по ходу руху й оснащено підголівниками та ременями безпеки.

Львівський автобусний завод відвідували представники автобусного підрозділу Mercedes-Benz, розглядається можливість спільного виробництва автобусів та вантажівок.

На даний час автобус є одним з головних різновидів міського транспорту, яким здійснюється близько 50% перевезень пасажирів. Завдяки своїй мобільності і порівняно низьким капіталовкладенням він набув поширення як у великих містах, де він використовується у поєднанні з іншими видами транспорту, так і в малих, де є, як правило, єдиним видом міського громадського транспорту.

Згідно з конструктивною схемою, автобуси поділяються на одиночні, зчленовані, автобусні поїзди (автобуси з причепом), півтора- та двоповерхові. Переважна більшість автомобілів – одиночні. Шарнірно-зчленованими виконуються автобуси найбільшої місткості для забезпечення кращої їх маневреності на вулично-дорожній мережі міст (рис. 13.5.7). Автобуси з пасажирськими причепами з міркувань безпеки застосовуються обмежено.

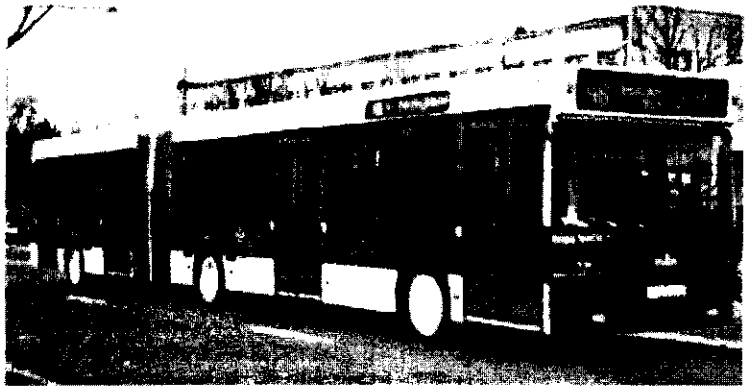


Рис. 13.5.7. Зчленований автобус МАЗ-105

Основним параметром, за яким визначають розмірність автобусів, є габаритна довжина. Згідно з цим показником, автобуси поділяють на 5 класів: особливо малі – до 5 м; малі – 6,0–7,5 м; середні – 8–9,5 м; великі – 10,5–12 м; особливо великі – 16,5 м та більше. За даною класифікацією, структура автобусного парку в Україні не є оптимальною. Автобусний парк повинен складатись з особливо малих автобусів – 4,1%, малих – 23%, середніх – 31%, великих – 40,2%, особливо великих – 4,7%. Відчувається нестача великих автобусів на 2,1%, особливо великих – на 0,8%, особливо малих – на 0,6%. Одночасно є надлишок автобусів малого (0,6%) та середнього (2,9%) класів.

Залежно від розмірів та інших умов у містах повинні застосовуватися наступні види громадського транспорту загального користування:

Тільки автобус:

– всі міста з населенням до 70 тис. чол.;

– міста з населенням 70–100 тис. чол., що не є курортно-санаторними центрами з високою рухливістю населення (понад 300 поїздок на рік);

– міста з населенням 100–150 тис. чол. і рухливістю населення менш ніж 250 поїздок на рік.

Автобус та один з видів міського електротранспорту:

– міста-центри лікування та масового відпочинку (типу Євпаторії) з населенням понад 70 тис. чол. і високою рухливістю населення;

– міста з населенням 100–150 тис. чол., що мають рухливість населення понад 250 поїздок на рік та площу забудови 15–20 км^2;

– всі міста з населенням 150–300 тис. чол.

Автобус і два види міського електротранспорту (трамвай та тролейбус):

– міста з населенням 300–1200 тис. чол.

Автобус, тролейбус, трамвай та метрополітен:

– міста з населенням понад 1,2 млн. чол. (за умови, що протяжність ліній метрополітену буде більшою, ніж 10 км).

Прогрес неухильно йде вперед, і паралельно з удосконаленням існуючих видів міського пасажирського транспорту проводяться дослідницькі роботи з пошуку перспективних його варіантів. Спеціалістами фірми Renault розроблено так званий "трамбус" – гібридний вид транспорту, що поєднує у собі переваги трамвая, тролейбуса та автобуса (рис. 13.5.8). Цілком можливо, що його масове впровадження у містах Європи станеться вже найближчим часом.

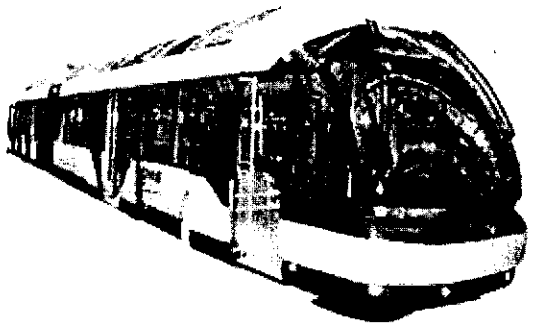


Рис. 13.5.8. "Трамбус" – міський пасажирський транспорт майбутнього

14. ТРАНСПОРТУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Електрична енергія, яка використовується для потреб народного подарства, виробляється на теплових, атомних, гідравлічних, приплив та, останнім часом, вітрових станціях. Місце розташування цих ста визначається об'єктивними факторами: наявністю річок, значних пер дів рівня моря в період припливів, вітрів, що постійно дмуть тощо. Інш словами, місця вироблення та споживання електроенергії не співпа ють, тому існує необхідність її транспортування.

Основними складовими проблеми передачі електроенергії на стань є пошук матеріалів для виготовлення дротів з якомога менш втратами електроенергії за рахунок опору в лініях передач та розро раціональних конструкцій опор мереж і технологій будівництва. Ш комасштабне будівництво електричної мережі, освоєння пере 750 кВ і роботи в області ліній надвисокої напруги (вище 1000 кВ) ви гають ґрунтовних комплексних досліджень, спрямованих на підвищ економічних показників та надійності повітряних ліній в процесі експлуа ції.

На сьогоднішній день все ширше надходять у вжиток дроти з ал мінієвих сплавів типу алдрею і алмереку, які в ряді країн Західної Євр пи (Франція, Бельгія, Голландія, Швейцарія) витіснили сталев алюмінієві дроті. В Америці алдрей використовується на лініях напруг 500 кВ, причому область його застосування розширюється.

Характеристики алдрею дуже близькі до сталеалюмінієвих дро Переваги, що зумовлюють популярність цього сплаву, такі:

- низька вартість;
- можливість використання рівного і навіть меншого діаметру, ніж сталеалюмінієвого дроту з аналогічною провідністю при близьких більших механічних напругах;
- зменшення стріл провисання дроту, в порівнянні зі сталево-алюм нієвим, за рахунок його меншої питомої ваги;
- можливість збільшення прольоту чи зменшення висоти опор з під вищенням техніко-економічних показників ліній. Особливо значни ефект досягається при використанні дротів великого діаметру і в місцях з невеликим зовнішнім навантаженням;
- простіший та дешевший монтаж алдреєвих дротів;
- економія сталевого дроту;
- захищеність від вібрації.

Підвищенню економічності повітряної лінії електропередач високої напруги сприяє також вдосконалення способів монтажу з'єднань дротів

та натяжних затискачів. Великий інтерес становить розроблений у Норвегії "вибуховий" спосіб, завдяки якому забезпечується висока продуктивність праці при монтажі лінії і, як наслідок, здешевлення будівельно-монтажних робіт.

Серйозні аварії, спричинені ожеледицею на ряді ліній, вимагали звертання більшої уваги на проблему зледеніння дротів. Навантаження від ожеледиці можна оцінити в 20–30 кг/м дроту. В особливо небезпечних районах необхідно враховувати перенавантаження навіть для особливо міцних дротів площею поперечного перерізу 500–600 мм². У гірських районах Італії, Швейцарії і Франції проводяться спеціальні вимірювання ожеледних навантажень, а також дослідження ефективності електрообігрівання.

Значна увага приділяється розробці металевих конструкцій опор. При цьому ретельно вивчаються всі можливості зниження їх ваги та вартості. З цією метою пропонуються спеціальні тонкостінні профілі, уточнюються методи розрахунку для отримання оптимальної конструкції. Остаточне доведення опори до працездатного стану проводиться на основі натурних випробувань.

З тонкостінних профілів розглядаються холодногнуті кути, зварені у вигляді таврів або коробчаті. Хоча найбільший момент інерції забезпечується при куті 30° між полицями кута, практично для поясів може бути застосований кут 60° в опорах з тригранними стійками. Розкоси можуть виготовлятися з меншими кутами. Таври дозволяють підвищити момент інерції в цілому і в найбільш небезпечному напрямку. Виготовлення всіх цих профілів передбачається з рулонної сталі, що забезпечує вищу точність розмірів та, відповідно, зниження запасів на допуски.

Немаловажним чинником при будівництві ЛЕП є вибір найкращої схеми опор. Перевага надається опорам у формі широкобазної рюмки, а для опор з відтяжками – V-подібним конструкціям (рис. 14.1).

При оцінці вільностоячих опор слід враховувати, що остаточні розміри їх стержнів встановлюються після випробувань, причому в реальних умовах працездатність опори часто виявляється вищою, ніж це випливає з розрахунків.

Проводяться дослідження моделей опор в аеродинамічній трубі, випробування на навантаження і вібрацію реальної опори. В результаті отримується цінна інформація для розрахунку та підтвердження забезпечення несучої здатності опори. Результати досліджень враховуються при проектуванні високовольтних ліній.

Найбільш поширеними є опори з кутової сталі, оскільки вони дозволяють зручно застосовувати комбінації з секцій.

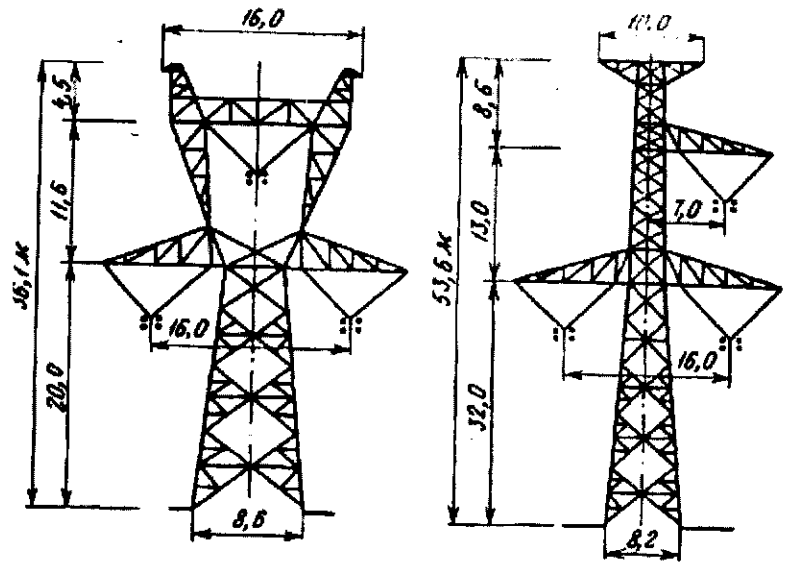


Рис. 14.1. Можливі конструкції металевих опор

Крім того, знаходять застосування й опори зі сталевих труб, запо нених бетоном. Оскільки така конструкція є елементом, що ідеаль сприймає стискуючі зусилля, її використання дозволяє збільшити нав нтаження в основі опори і набагато знизити вагу сталі в порівнянні опорами з кутових профілів. До того ж, кругла форма сприяє зменше ню тиску вітру і зниженню об'єму фундаменту, що є вагомою перева опор такого типу перед металевими.

При проектуванні опор велика увага приділяється розробці захо зі здешевлення фундаментів, вартість яких є доволі значною. Циліндр чні набивні фундаменти, які широко використовувались у США, теп отримали значне поширення і в Європі.

При якісній розробці проекту та ретельному виконанні будівельно-монтажних робіт надійність функціонування мереж ліній електропере дач може бути дуже високою, а застосування для дротів надпровідних матеріалів вирішить проблему втрати електроенергії при її транспорту ванні.

15. ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ СЕРЕДОВИЩА ТА НАПРЯМКИ БОРОТЬБИ З ШУМОМ

З розвитком усіх видів транспорту проблема боротьби з шумом продовжує загострюватися. У другій половині XX ст., за деякими оцінками, інтенсивність шуму в розвинутих країнах подвоювалася кожні 5–10 років, тобто росла швидше, ніж збільшувалося споживання енергії.

Вплив шуму на кожну людину складний і неоднозначний. Об'єктивними критеріями вважаються рівень (інтенсивність) і висота звуків, що складають шум, а також тривалість його впливу (рис. 15.1). Інтенсивність вимірюється по логарифмічній шкалі в децибелах (дБА) і означає величину тиску, що спричинюється звуковими хвилями на барабанну перетинку людського вуха. Шум у 1 дБА дуже важко уловити людині з винятково гострим слухом. Шум від нормального подиху людини оцінюється 10 дБА, і такий рівень приймають за поріг чутності для більшості людей з нормальним слухом. Шепіт створює шум у 20 дБА.

Відпочинок і сон вважаються повноцінними, коли шум не перевищує 25–30 дБА. В установах та на підприємствах шум досягає 40–60 дБА. На гучних підприємствах деякі категорії людей працюють при шумі до 70 дБА. Короткочасно допустимий шум – 80 дБА. Більш сильний шум шкідливий. Больовий поріг, після досягнення якого можливе безпосереднє ушкодження слухового апарата, лежить у межах 120–130 дБА.

Необхідно звернути увагу на те, що якщо шум зріс з 40 до 60 дБА, то по звуковому тиску це зростання не в 1,5 рази, а в 100 разів, оскільки для визначення рівня шуму застосовується логарифмічна шкала. Для ілюстрації можна привести такий приклад: постріл артилерійської гармати оцінюється по шкалі у 150 дБА і перевищує абсолютний мінімум чутності (1 дБА) у 150 разів, а по звуковому тиску звук зброї більше приблизно в 10^{15} разів.

Висота звуків визначається частотою коливань їх джерела і вимірюється в герцах (Гц), тобто числом періодів (коливань) за секунду. У діапазоні чутних людиною звуків (від 16 до 20 000 Гц) високочастотні шуми вважаються більш шкідливими.

У загальній гамі шумів є і нечутні людиною звуки, що відносяться до категорії ультра- та інфразвуків. Встановлено, що ультра- та інфразвуки шкідливо впливають на організм людини, викликаючи, насамперед, розлад нервової системи. Інфразвуки частотою 6–19 Гц вже вважаються дуже небезпечними, а при 4 Гц, внаслідок збігу їх частоти з власною частотою коливань систем людського тіла, настає явище резонансу, що може привести до смерті. Джерелами інфразвуків вважаються грози, урагани, сильні вітри, землетруси та інші явища природи. Зазвичай інфразву-

ки мають малу інтенсивність. Дослідженнями в США встановлено між підвищенням інтенсивності інфразвуків і ростом дорожньо-транспортних пригод.

Рис. 15.1. Шкала шумів та звукового тиску

Тривалість шумового впливу, зокрема підвищеної інтенсивності, впливає на функції слухового апарату та на загальний стан здоров'я людини. Так, Всесвітня організація охорони здоров'я констатувала: "Якщо оцінювати професійні захворювання виходячи з загальної суми виплачуваних компенсацій по непрацездатності, то з усіх професійних захворювань перше місце займає втрата слуху".

Основними джерелами зовнішнього шуму є транспорт, а також деякі види виробництва та будівництво. У містах, на магістралях, на станціях, у портах, на аеродромах зовнішній шум створюють, головним чином, транспортні засоби.

Встановлено, що інтенсивність шуму (у дБА) складає від:

легкового автомобіля:.....70–80
автобуса:.....80–85
вантажного автомобіля:.....80–90
мотоцикла:.....90–95
моторного човна:.....90–95
потяга метро:.....90–95
звичайного потяга:.....95–100
літака на злеті:.....110–130

Зазначені цифри характеризують усереднений рівень шуму. Залежно від типу двигуна, швидкості руху, режиму роботи, технічного стану засобу і ряду інших факторів інтенсивність шуму може істотно коливатися.

Автомобільні засоби за інтенсивністю шуму розрізняються досить різко. До "найгучніших" відносяться важкі вантажні автомобілі і автопоїзди з дизельним двигуном (90–95 дБА), до "найтихіших" – легкові автомобілі високих класів (65–70 дБА). Автобуси займають середнє положення (80–85 дБА).

Джерелами шуму на автомобілі є двигун, коробка передач, ведучий міст, вентилятор, вихлопна труба, всмоктувальний трубопровід, шини. При швидкості руху до 70–80 км/год під навантаженням основним джерелом шуму на автомобілі є двигун. За межами зазначених швидкостей найзначніший шум створюють шини.

Залізничні потяги, включаючи і метро, створюють шум інтенсивністю до 95–100 дБА, причому основними його джерелами є ходові частини локомотивів і, особливо, вагонів. Згідно з результатами досліджень, суцільнокатані колеса менш гучні, ніж бандажні. Значний шум створюють двигуни й окремі агрегати локомотивів і моторних вагонів (моторкомпресори, вентилятори), особливо на форсованих режимах роботи. В міру збільшення швидкості руху, інтенсивність зовнішнього шуму від потягів зростає, причому на деякій стадії з'являється аеродинамічна складова. Японськими дослідженнями виявлено, що зовнішній шум (у 25 м від потяга) росте залежно від швидкості за квадратичним законом, а під вагонами – за кубічним.

Значними випромінювачами шуму є мости, особливо металеві, а також естакади. При зростанні швидкості руху інтенсивність шуму на мостах зростає швидше, ніж на відкритих відрізках шляху (поза мостом). Дослідження показали, що в системі "колесо–рейка" інтенсивність і частотна характеристика шуму знаходяться в прямій залежності від геометрії та точності обробки поверхонь кочення колеса і рейки. Рифлення на цих поверхнях істотно підвищують інтенсивність шуму.

Джерелами інтенсивного шуму є літаки, особливо при випроб двигунів перед злетом і на злеті. Так, за французькими даними, шу сучасного великого реактивного літака досягає 155–160 дБА.

Великі морські та річкові судна під час руху не створюють знач зовнішнього шуму. Джерелами шуму на суднах є гвинти, вода, що об корпус, а також встановлені на відкритих палубах допоміжні машини, працюють переважно в портах при завантаженні та розвантаженні суд а також при їх технічному обслуговуванні та ремонті.

Всі транспортні засоби обладнуються сигнальними сиренами, гуд ми чи свистками, що продукують звуки значної інтенсивності. Найбі потужні сигнальні сирени, що використовуються, в основному, при ру тумані та в інших небезпечних ситуаціях, встановлюються на морськ великих річкових суднах. Однак через низький тон звуки від таких си сприймаються з меншим роздратуванням, ніж від різких гудків лок тивів, хоча на багатьох сучасних тепловозах і електровозах також в новлено сирени низького тону. Менш потужними сигнальними прис ями комплектуються автомобілі, однак і вони на відстані 2–3 м ство ють звуки 95–100 дБА.

Таким чином, транспортні засоби є джерелами, насамперед, зо шніх шумів, що турбують усіх людей, які знаходяться в межах досяжно звуку.

На транспортних засобах генеруються, крім того, внутрішні шу що впливають на пасажирів та обслуговуючий персонал (механіків ден, машиністів локомотивів, водіїв автомобілів, пілотів літаків). У м шинних відділеннях суден, локомотивів, де працюють головні двигу (звичайно дизелі), шум досягає 80–100 дБА, а в безпосередній близь сті від двигуна – ще вище.

Сумарний шум від великих транспортних потоків досягає високо рівня (90–95 дБА).

Японські фахівці підрахували, що енергія всього шуму в межах їхн країни еквівалентна 18–30 тис. кВт-год на добу.

Від транспортного шуму в даний час страждають, насамперед, ж телі міст, а також селищ, що знаходяться поблизу великих автомагіс ралей, залізничних ліній і станцій, морських і річкових портів, аеродро мів, автопідприємств.

Нормування транспортних шумів здійснюється вже багато років.

На даний час у ряді країн законами встановлено гранично допусти мі рівні шуму для підприємств, окремих машин, транспортних засобів. З цією метою протягом останніх 10–15 років було створено компетентні комісії, рекомендації яких затверджені відповідними урядовими органа-

ми як обов'язкові норми граничної "гучності" як нових транспортних засобів, так і тих, що знаходяться в експлуатації. Наприклад, прийнято міжнародні норми, згідно з якими до експлуатації на міжнародних лініях допускаються літаки, що генерують шум не вище 112 дБА вдень і 102 дБА вночі.

Нормованим є також шум від автомобілів, автобусів і мотоциклів.

Європейською економічною комісією ООН розробляються відповідні міжнародні норми (спочатку Правило № 9, потім Правило № 51), що визначають рівні шуму, вироблені автомобільними транспортними засобами. Починаючи з моделей 1985 року, максимально припустимі рівні шуму складають: для легкових автомобілів – 80 дБА, для автобусів і вантажних автомобілів залежно від маси і місткості – відповідно від 81 до 85 і від 81 до 88 дБА. Причому в міру заміни одних правил іншими норми посилюються.

Наявність нормативів і знання фактичного положення по інтенсивності і джерелах шумів дозволяє обґрунтовано планувати заходи щодо боротьби з надмірними шумами.

На автомобільному транспорті зниження рівня шуму залежить від утримання у справному стані проїжджих частин вулиць і доріг, а також кожного автомобіля. Неприпустимими факторами є наявність вибоїн, широких і глибоких тріщин у покриттях, розкриття швів між бетонними плитами, просідання оглядових колодязів різних комунікацій, нерівностей, що створюють зайву вібрацію у рухомому складі і викликають підвищений шум при русі. З іншого боку, не можна допускати до експлуатації автомобілі, що "гримлять" через ослаблення болтових з'єднань у ходовій частині кузова і мають незакріплені борти чи перевозять у кузові предмети, що продукують шум.

Більш складною науково-технічною проблемою є боротьба з "нормальними" шумами, що притаманні експлуатованим нині конструкціям автотранспортних засобів. На даний час усі заводи автомобільної промисловості удосконалюють методи й апаратуру для попереднього контролю вібрації і гучності основних агрегатів і автомобіля в цілому.

До числа основних протишумових заходів входить створення менш гучних двигунів. Цьому сприяє ретельна обробка колінчатих валів і шатунно-кривошипного механізму, використання високоякісних підшипників, шумоізоляція клапанного розподільчого механізму й інші вдосконалення. В системах живлення сучасні повітряні фільтри конструюються так, щоб не тільки очищати засмоктуване повітря від пилу, але і глушити шум всмоктування. Особливо велику роль у зниженні шуму від автомобільних двигунів грає глушник. Новітні конструкції глушників усередині корпуса мають досить складні за конфігурацією розширювальні камери, канали,

інтерференційні елементи, що різко знижують рівень шуму. На ... автомобілях ставлять по два глушники.

У всіх з'єднаннях, де можлива поява скрипу, використовую... прокладки з гуми, пластиків чи інших спеціальних матеріалів. У с... мах передньої і задньої підвіски застосовуються різні пружні обмеж... що перешкоджають виникненню надто великих амплітуд коливан... зм'якшують шум при ударах. Усі колеса автомобілів ретельно бала... ються.

Внутрішні поверхні салону автомобілів покривають вібропогли... чими мастиками. На деяких автомобілях аналогічним способом об... ляють і внутрішні поверхні капотів та інших вібруючих елементів ку... При обробці інтер'єрів салонів переслідуються не тільки естетичні ці... і забезпечується теплоізоляція та шумоізоляція, що знижує стомлюва... водія і пасажирів.

На міському транспорті, крім автомобілів, найбільший шум о... чинюють рейкові види: потяги метро та трамваї.

При створенні нового рухомого складу метрополітену замість ме... лу більш широко застосовуються різні амортизуючі матеріали. Та... введенням пружної прокладки між центром колеса і бандажем, по... знизилася вібрація і шум. Використовуються гумові елементи в рес... ному підвішуванні вагонів, але, як показує досвід, кращі результати... ють пневморесори. Рама візка спирається на букси також через амо... зуючі резино-металеві пакети. Істотно знижують вібрацію кузова ваго... як наслідок, шум гідравлічні амортизатори. Підвіска двигунів і допоміж... машин і механізмів здійснюється також із застосуванням пружних ма... алів і деталей. Конструкція підлоги, обшивка й оздоблення кузова ваго... виконуються з урахуванням зниження як зовнішнього, так і внутрішнь... шуму.

Проблема зниження шуму на метрополітені радикально вирішує... ся при застосуванні коліс на пневматичних шинах. Найбільший до... експлуатації таких потягів має Франція, оскільки одна з ліній паризьк... метро вже багато років експлуатує вагони такої системи. Зауважимо, ... в конструкції цих візків збережено і звичайні металеві колеса, що за... шаються трохи піднятими над рейками. Якщо відбувається розгерме... зація пневматичної шини, візок опускається і на рейки стають звича... металеві колеса.

Хоча візки з пневматичними шинами значно складніші і дорожчі, ... звичайні, прагнення знизити шум на лініях метрополітену призводить ... висновку про доцільність застосування вагонів метро на пневмохо... Саме таку конструкцію було прийнято на новому метрополітені Монреа... (Канада).

Досвід експлуатації метрополітенів зайвий раз довів доцільність застосування колії зі звареними рейками. Разом з тим встановлено, що при використанні для спорудження станцій і тунелів метро традиційних матеріалів (сталі, бетону, мармуру) істотно ускладнюється і боротьба з шумом. Тому зараз досліджуються можливості застосування нових матеріалів, а також конструкцій, що відповідали б поставленій задачі. Об'єктом турботи конструкторів є також ескалатори.

За тими ж напрямкам проводиться робота зі зниження гучності трамвайних потягів. Потрібно підкреслити, що нові конструкції вітчизняних і закордонних трамвайних вагонів стали незрівнянно менш шумними. Значно знижується рівень шуму і при застосуванні жолобуватих трамвайних рейок на гумових підкладках.

Що стосується тролейбуса, то його варто визнати порівняно тихим видом міського транспорту, хоча і тут є необхідність подальшого зниження гучності електродвигунів та ходових частин.

Задля зниження рівня надмірних транспортних шумів житлові квартали ізолюються від магістралей шумозахисними лісосмугами. Посадка вздовж доріг з інтенсивним рухом щільних дерев та чагарників, а в окремих випадках спорудження антишумових екранів (парканів) може значно послабити шум у житлових будинках.

Для проектних і будівельних організацій міст вже стало правилом враховувати при зведенні всіх міських споруд рівень транспортного шуму. У цьому відношенні вироблено ряд типових досить ефективних рішень. Так, при плануванні нових вулиць житлові будинки прагнуть якомога далі відсунути від завантажених транспортних магістралей. Ближче до осі вулиці влаштовують магазини, будинки побутового обслуговування тощо. Утворюючи звукову тінь, ці споруди виконують роль екранів для житлових будинків. Одне з планувальних рішень полягає в тому, що прилеглі до магістралі житлові будинки розміщуються не вздовж неї, а торцевою стороною. На вікнах ставиться подвійне і потрійне засклення з ущільнювачами. Шукаються й інші методи і засоби захисту населення від транспортних шумів.

На залізницях зниження зовнішнього шуму від потягів, що рухаються – задача надзвичайно важка. Проте в останні роки намітилися напрямки, що дозволяють більш-менш істотно знизити його рівень.

Великий вплив на рівень зовнішнього шуму має якість утримання колії. Колія, що утримується в точній відповідності із заданими параметрами і нормами щодо прямолінійності в профілі і плані, криволінійності на заокругленнях, ширини, щільності підбиття шпал, справності стиків, сприяє зниженню рівня шуму від потягів. Безстикова конструкція колії менш шумна, ніж традиційна.

Широке впровадження залізобетонних шпал замість дерев'яних робить колію більш жорсткою і сприятливою для підвищення інтенсивності шуму, але, з іншого боку, застосування амортизуючих прокладок між такими шпалами і металевою підкладкою, на яку безпосередньо спирається рейка, зменшує жорсткість колії і знижує інтенсивність шуму. Надія зводиться до пошуків матеріалу для амортизуючих прокладок з кращими характеристиками.

На сталевих мостах з безбаластовим укладанням рейок рівень шуму істотно вищий, ніж на мостах з бетонним настилом, баластовою постіллю дерев'яними шпалами. Звідси випливає прямий висновок: у густонаселених районах, де житлові та інші будинки розташовані поблизу мостів, мости повинні мати настил (краще бетонний) і баластову постіль. У малій висоті пролітних конструкцій, що не допускає вкладання баластового шару, доцільно вкладати рейки безпосередньо на залізобетонний настил. Застосування при цьому пружних підкладок сприяє подальшому зниженню шуму.

Пішохідні доріжки зі сталевою обшивкою значно підсилюють шум від мосту. Для зниження рівня цього шуму пішохідний шлях укладають ґратчастими чи бетонними плитами з надійним закріпленням усіх болтових та інших з'єднань задля запобігання вібрації окремих деталей. Однак зазначені заходи кардинально не вирішують проблему, тому на надшвидкісній лінії Токіо–Хаката (Японія) з метою зниження шуму металеві частини мостів і шляхопроводів було замінено на залізобетонні.

І все ж таки головні резерви зниження шуму на залізницях полягають в удосконаленні рухомого складу і, насамперед, ходових частин вагонів і локомотивів. Ця робота ведеться конструкторами й експлуатаційниками як для існуючих конструкцій, так і при розробці нових машин, агрегатів і вузлів, спроектованих з урахуванням необхідності зниження або практично повного усунення шуму.

Нерідко значний шум виникає від вібрації гальмових тяг у вагонах при їх ударах по направляючих чи близько розташованих деталях. Попередження зайвої вібрації за допомогою "заспокійливих" пристроїв, застосування прокладок, що амортизують удари, може різко скоротити і навіть цілком усунути багато видів шумів. Шуми часто виникають від зайвих коливань у результаті великих зазорів, що виникають при зносі. Тому більш суворе нормування і дотримання зазорів також є важливим заходом боротьби із шумом.

Більшість зазначених заходів, знижуючи зовнішній шум, одночасно зменшують його інтенсивність і всередині вагона чи локомотива, що є надзвичайно важливо для комфорту пасажирів і зняття зайвої стомлюваності службового персоналу, особливо локомотивних бригад та інших

осіб, відповідальних за безпеку руху. У вікнах використовують подвійне засклення та гумові ущільнювачі.

Велика увага приділяється зниженню внутрішнього шуму від агрегатів і машин, розміщених усередині кузова транспортного засобу. Так, у сучасних пасажирських вагонах електричні двигуни, вентилятори, насоси та інше обладнання ставлять, як правило, на амортизаторах, покривають шумопоглинальними кожухами, ізолюють від пасажирських приміщень. У системах вентиляції і кондиціювання повітря істотне зниження шуму дає заміна металевих трубопроводів пластмасовими.

В окремих районах, де залізниця проходить у безпосередній близькості від густозаселених кварталів чи установ типу лікарень, шкіл, виникає необхідність екранувати її цілком за допомогою шумопоглинальних стін (парканів). Такі екрани широко застосовуються в Японії. Там же на окремих відрізках естакад верхня будова колії вкрита шумопоглинальними матеріалами.

На повітряному транспорті складною науково-технічною задачею є зниження рівня шуму від літаків та гелікоптерів. Головними джерелами шуму на літальних апаратах є двигуни і, насамперед, система викиду відпрацьованих газів, а також система всмоктування повітря. Значний шум створюється повітряними гвинтами (на гвинтових літаках і гелікоптерах) і повітряним потоком, що обтікає апарат у процесі польоту.

У боротьбі з шумом зусилля дослідників і конструкторів спрямовані, в першу чергу, на систему викиду газів. З цією метою проводяться експерименти з різними за конфігурацією викидними соплами турбінних двигунів. Зокрема, виявлено, що заміна звичайних круглих у перетині сопел на зірчасті (ребристі) знижує рівень шуму від викиду.

Найпростіший спосіб зниження рівня шуму на злеті (коли двигуни літака працюють у форсажному режимі і шумлять найсильніше) – це зменшення ступеня форсажу. Але оскільки при цьому падає сила тяги двигунів, доводиться знижувати злітну масу літака, тобто корисне (комерційне) навантаження. Так, для деяких типів літаків зниження шуму на 10 дБА вимагає зменшення комерційного навантаження на сім пасажирів.

Один із шляхів зниження шуму від двигунів полягає в "дробленні" потрібної потужності, для чого на літаку встановлюють не один, а два двигуни, при цьому потужність не змінюється. Власне кажучи, ця ж закономірність використовується конструкторами при створенні для літаків так званих двоконтурних двигунів замість одноконтурних. Хоча двоконтурний двигун за питомою потужністю майже в 2 рази сильніший, шум від нього нижчий і не перевищує 100 дБА.

Інтенсивність шуму від повітряного потоку, що обтікає літак (гел
птер) у процесі польоту, залежить від багатьох чинників, серед
найбільшу роль відіграють швидкість і висота польоту, а також розм
конфігурація (архітектоніка) літака. Для зниження інтенсивності вібра
шуму від повітряного потоку удосконалюються аеродинамічні фор
кожного літального апарата, а в рамках кожної прийнятої конструк
застосовують вібро- і звукоізоляцію обшивки або вишукують більш
хий" матеріал. Так, у Японії розроблено сплав на основі заліза з доб
ками хрому й алюмінію з більшим шумозахистом, ніж у звичайних ма
ріалів. Особливо ретельно звукоізолюють ті частини фюзеляжу, де з
ходяться пасажири і члени екіпажу. Внутрішні поверхні салонів і різ
приміщень, двері, перегородки вкривають вібро- та звукопоглинаючи
панелями, у стиках використовують гумові ущільнювачі. Кріплення
них видів устаткування здійснюється за допомогою пружних елемен
Є і чимало інших заходів, що дозволяють значно знизити шум від дв
нів і повітряного потоку.

Особливу проблему створюють надзвукові літаки, що мають двиг
ни сумарною потужністю близько 370 тис. кВт. У момент переходу лі
ка від дозвукової швидкості до надзвукової виникає удар повітряної х
лі, що сприймається як постріл гармати чи короткий розкат грому. За
уникнення несприятливого впливу ударної хвилі на живі організми і с
руди, надзвукові літаки можуть переборювати "звуковий бар'єр" тіл
на великій висоті і поза межами великих населених пунктів. Разом з т
момент переходу до надзвукової швидкості найчастіше не помічаєт
пасажирами на борту надзвукового лайнера.

Велика робота проводиться органами цивільної авіації щодо зн
ження рівня шумового дискомфорту для жителів міст, особливо розт
шованих поблизу аеропортів.

Для кожного типу літаків вироблено і запропоновано екіпажам (у в
гляді інструкції) спеціальні прийоми пілотування в районі кожного аер
порту з метою можливого зменшення інтенсивності шуму та обмежен
території його впливу. Зокрема, пілоти на злеті піднімають літак по як
мога більш крутій траєкторії. Диспетчери при будь-якій можливості ви
користовують "кращі" злітно-посадочні смуги аеропорту, що "ведуть
літак подалі від населеного пункту.

Все більше поширення знаходять спеціальні шумовідбиваючі екра
ни у вигляді лісових насаджень чи високих парканів, що встановлюються
переважно в аеропортах поблизу злітно-посадочних смуг. Такі екрани
висотою близько 15 м встановлено, наприклад, у міжнародному аеропо
ртах Лос-Анджелеса, Франкфурта-на-Майні та інших міст.

У пошуках способів захисту людини від дратівних і заважаючих шумів дослідники звертаються і до автоматики. Так, наприклад, в Англії випробувалися прилади, що автоматично закривають вікна школи, розташованої поблизу лондонського аеропорта Хітроу, при наростанні шуму від літака, що пролітає поряд. Після віддалення літака (зниження шуму до встановленої низької межі) вікна також автоматично відкриваються.

При проектуванні нових аеропортів, в принципі, прагнуть відносити аеродроми від густозаселених районів міста на якомога більші відстані. Однак тут виникає протиріччя з прагненням заощадження часу пасажирів, що в сутності, і є метою і перевагою повітряного транспорту.

На морських і річкових судах проблема боротьби з шумом зводиться, головним чином, до зниження його інтенсивності в машинних відділеннях суден і до усунення вібрації, що на старих суднах поширювалася на всі приміщення корабля, в тому числі й на пасажирські каюти. Методи вирішення цих задач частково збігаються з тими, що використовуються на інших видах транспорту і, зокрема, на локомотивах, хоча тут існує своя специфіка.

Одним з важливих напрямків захисту вахтового персоналу (механіків) від тривалого стомлюючого шуму суднових двигунів є автоматизація керування ними з використанням сучасних засобів електроніки. Такі засоби дозволяють виключити постійне перебування вахтового механіка в машинному відділенні і замінити його оператором, що спостерігає за двигуном з пульта дистанційного керування чи з ходової рубки. Разом з тим для корабельних конструкцій застосовуються найефективніші матеріали для шумоізоляції, оскільки люди, що обслуговують судна, працюють і живуть тривалий час в обмеженому просторі.

Транспортні підприємства, до яких відносяться спеціальні транспортні заводи, залізничні станції, морські і річкові порти, ремонтні майстерні, автобази, великі вокзали та інші аналогічні об'єкти, що у зв'язку з бурхливим житловим будівництвом опинилися у безпосередній близькості до житла, нерідко створюють несприятливе акустичне середовище для проживання населення і роботи спеціальних закладів типу лікарень, інститутів, шкіл, дитячих установ. Найбільше занепокоєння людям створюють зовнішні цілодобові гучномовні установки, що діють на великих станціях, портах і на вокзалах, а також шум пересувних дизель-електричних установок, будівельних машин і устаткування, процесів, пов'язаних з обробкою металу. Практика показує, що позбутися названих та інших подібних шумів надзвичайно важко. Проте, при достатній увазі до проблеми з боку відповідних посадових осіб, істотне поліпшен-

ня акустичного клімату в таких населених пунктах є ймовірним. Ко тизувати заходи боротьби з подібними шумами неможливо через маніття причин, що породжують їх, однак зниження, наприклад, за ступеню посилення на динаміках гучномовних установок, екрану деяких з них, переклад функцій гучномовного виробничого зв'язк радіоканали, виключення передачі по гучномовних мережах недоц інформації, особливо в нічні години, дозволяє якщо не зняти, то зн знизити скарги населення та поліпшити комфорт проживання.

Ведуться пошуки зменшення шуму від інших технологічних пр сів на зазначених транспортних підприємствах за рахунок застосув нового, менш гучного устаткування й екранування малогабарит установок.

Література

1. Адасинский С.А. Городской транспорт будущего. – М.: Наука,1979. – 166 с.

2. Аксенов И.Л. Единая транспортная система. – М.: Транспорт,1980. – 213 с.

3. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986. – 175 с.

4. Аксенов И.Я. Транспорт: История, современность, перспективы, проблемы. – М.: Наука, 1985. – 176 с.

5. Альхименко А.И. Охрана окружающей природы при освоении ресурсов мирового океана. – Л.: Судостроение, 1982. – 106 с.

6. Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б, Цукерберг С.М. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. – М.: Транспорт,1984.– 332 с.

7. Бобровников Н.А. Защита окружающей среды от пыли на транспорте. – М.: Транспорт,1984. – 72 с.

8. Заворицкий В.Й., Кизима С.С., Ткачук В.М., Воркут Т.А. Транспорт і шляхи сполучення: Навчальний посібник / Під ред. В.Й. Заворицького. – ІЗМН,1996. – 172 с.

9. Кутырин И.М. Охрана воздуха и поверхносных вод от загрязнения. – М.: Наука,1980. – 86 с.

10. Маслов Р.В., Ерехов В.И., Щетинина В.А., Белуев В.Б. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. – М.: Транспорт, 1982. – 200 с.

11. Правдин Н.В., Мигрей В.Я., Подкопаев В.А. Взаимодействие различных видов транспорта. – М.: Транспорт, 1989. – 208 с.

12. Развитие автомобильных транспортных средств / Сост.: Д.П. Великанов, В.И. Бернадский, Н.А. Боев. – М.: Транспорт, 1984. – 91 с.

13. Транспорт 2002: Справочник. – Одесса: Изд-во "Судоходство", 2002. – 302 с.

14. Транспорт в градостроительном освоении Севера (обзор). Серия "Градостроительство". – М.,1975. – 43 с.

15. Транспорт и модели планировочной структуры города (обзор). – М., 1973. – 45 с.

16. Транспорт на торфяных предприятиях. – М.: Недра, 1977. – 124 с.

17. Транспортирование строительных конструкций / Сост.: А. С
ков, В.И. Пастушенко, А.А. Ищенко. – К.: Будівельник, 1978. – 126 с.

18. Транспортирование твёрдых материалов по стальным тр
проводам: Пер. с англ. – М.: Недра, 1966. – 164 с.

19. Транспортирующие машины. Атлас конструкций. – М.: Маш
строение, 1972. – 115 с.

20. Транспортные работы. – М.: Стройиздат, 1973. – 36 с.

21. Хомяк Я.В., Гончаренко Ф.П. Инженерное оборудование а
мобильных дорог. – М.: Транспорт,1990. – 232 с.

22. Хомяк Я.В., Скорченко В.Ф. Автомобильные дороги и окруж
щая среда. – К.: Выща шк.,1983. – 160 с.

Для нотаток

Для нотаток

Для нотаток

Навчальне видання

САВЕНКО В'ячеслав Якович
ГАЙДУКЕВИЧ Віталій Анатолійович

ТРАНСПОРТ І ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ

Підручник

В авторській редакції

Коректор – Олійник О.М., Мачужак Н.В.
Комп'ютерна верстка – Василенко О.В.

Підписано до друку 29.03.2007 р.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Arial.
Ум. друк. арк. 14,88. Обл.-вид. арк. 17,92
Зам. № 1634.

Видавництво «Арістей»

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 1066 від 27.09.2002 р.

02105, м. Київ, вул. Тампере, 13б
т/ф (+38 044) 451-44-66 (багатоканальний)
aristey@optima.com.ua (комерційний відділ)
aristey1@optima.com.ua (видавничий відділ)
www.aristey.kiev.ua