

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

В. М. Краснокутський, В. Б. Самородов, С. Г. Селевич

# СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ РУХОМИЙ СКЛАД НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ



Харків  
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

В. М. Краснокутський, В. Б. Самородов, С. Г. Селевич

**СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ РУХОМИЙ  
СКЛАД НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ**

Навчальний посібник  
для студентів спеціальності 274  
«Автомобілі та автомобільне господарство»

Харків  
Друкарня Мадрид  
2020

УДК 629.3  
С71

Затверджено до видання вченою радою  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»  
протокол № 3 від 22.12.2016 р.

**Рецензенти:**

*М.П. Артёмов*, д-р техн. наук, професор, Харківський національний університет сільського господарства ім. П. Василенка;  
*І.Г. Шепеленко*, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Спеціалізований** рухомий склад на автомобільному транспорті: навчальний посібник / В.М. Краснокутський, В.Б. Самородов, С.Г. Селевич. — Харків : Друкарня Мадрид, 2020. — 240 с.

ISBN 978-617-7845-29-3

Викладено класифікацію, загальну будову сучасного рухомого складу автомобільного транспорту. Значну увагу приділено розгляду вимог, що висуваються до конструкції рухомого складу.

Розраховано на студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», буде корисним при вивченні курсу «Вступ до спеціальності» та «Конструкції автомобілів і їх аналіз».

**УДК 629.3**

ISBN 978-617-7845-29-3

© В.М. Краснокутський,  
В.Б. Самородов,  
С.Г. Селевич, 2020  
© Друкарня Мадрид, 2020

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АТ — автомобільний транспорт  
ВЗК — втулка змінного кроку  
ВКМ — вимірювач крутного моменту  
ВпА — випрямний апарат  
ВНА — вхідний напрямний апарат  
ВП — вихідний пристрій  
ВФК — відфіксований фіксатор кроку  
ВЦК — відцентровий компресор  
ГГ — газогенератор  
ГВК — габаритно-ваговий контроль  
ГЗК — гвинт змінного кроку  
ГТ — газова турбіна  
ГФК — гідравлічний фіксатор кроку  
ДКБ — державне конструкторське бюро  
ДСТ — державний стандарт  
ДСУ — допоміжні силові установки  
ПК — персональний комп'ютер  
ISO — міжнародна організація стандартів  
КВТ — компресор високого тиску  
КДА — коробка агрегатів двигуна  
ККД — коефіцієнт корисної дії  
ККС — конструктивно-компонувальна схема  
КНТ — компресор низького тиску  
КСТ — компресор середнього тиску  
МФК — механічний фіксатор кроку  
НР — насос-регулятор  
ВК — вісьовий компресор  
ОКЗ — основна камера згоряння  
ПД — поршневий двигун  
СРС — спеціалізований рухомий склад  
РТ — реле температури

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- $C_{\kappa}$  — зсув траєкторії курсу  
 $R_0$  — радіус повороту провідної точки автомобіля-тягача  
 $L_0$  — база автомобіля-тягача  
 $C'_0$  — передній зсув автомобіля-тягача  
 $B_{\Pi}$  — габаритна ширина найширшої причіпної ланки  
 $U^2$  — коефіцієнт, що визначається згідно з табл. 6.4 залежно від типу транспортної ланки і наявності некерованих коліс або осей (ланка першого ряду) та керованих коліс або осей (ланка другого ряду)  
 $\gamma_1$  — кут формування  
 $\gamma'_{\kappa}$  — кут між вертикальною площиною середовищ поворотного колеса цієї ланки причепа і поздовжньою вертикальною площиною симетрії з'єднувальної ланки  
 $\gamma_2$  — кут між поздовжніми осями ланок двовісного причепа  
 $R^2_{г.н}$  — радіус зовнішнього габаритного кола, описуваного автомобілем-тягачем  
 $B_{\Pi}$  — габаритна ширина напівпричепа  
 $i_{\Pi} = \gamma_1/\gamma'_{\kappa}$ ;  $\gamma_1$  — кут складання  
 $\gamma'_{\kappa}$  — кут між вертикальною площиною середнього поворотного колеса напівпричепа і поздовжньою вертикальною площиною симетрії тягача  
 $R'_{г.н}$  — радіус поворота задньої габаритної точки В  
 $k_{\Pi}$  — режимний параметр  
 $i_{\Pi}$  — передаточне відношення приводу до керованих коліс  
ППЦ — площа перерізу циліндра.

## ВСТУП

Автомобільний транспорт входить в єдину транспортну систему держави. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту є основною ланкою матеріально-технічної бази цього виду транспорту.

Роль транспорту в економіці держави надзвичайно велика. Виробництво матеріальних благ неможливо уявити собі без переміщення вантажів. У будь-якому процесі виробництва велике значення має переміщення предмета праці та необхідних при цьому засобів праці і робочої сили. За транспортуванням сировини в місця виробництва слідує також транспортування готових продуктів із середовища виробництва в середовище споживання. Продукт тільки тоді готовий до споживання, коли він закінчить це переміщення.

Роль транспорту в економіці може бути охарактеризована обсягом виробленої товарної продукції підприємствами промисловості та сільського господарства, вага якої, по суті, визначає розміри економічних перевезень вантажів.

Транспорт сприяє раціональному територіальному розподілу праці.

Згідно з економічною теорією транспорт поряд із видобувною та обробною промисловістю і землеробством належить до галузі матеріального виробництва. Продукція транспорту — переміщення вантажів і людей — невіддільна від процесу виробництва. Перевезення являють собою той корисний ефект, що виробляється транспортом, який забезпечує задоволення певних потреб суспільства. Значення транспорту в економіці країни визначається задоволенням потреб населення у пасажирських сполученнях. Необхідно відзначити також важливу роль транспорту у зміцненні обороноздатності держави.

Для забезпечення перевезень необхідний планомірний розвиток шляхів сполучення, рухомого складу та інших засобів, що становлять матеріальну базу транспорту.

Серед найбільших досягнень науки і техніки гідне місце, поряд з іншими, займає автомобіль. Зараз неможливо уявити життя економічно розвинених країн без автомобіля. На пере-

везеннях на далеку відстань він став необхідним доповненням до всіх видів магістрального транспорту — залізничного, водного, трубопровідного, повітряного. При цьому перевезення як вантажів, так і пасажирів у більшості випадків починаються і закінчуються на автомобілі.

Широко застосовується автомобільний транспорт у міжнародних перевезеннях вантажів і пасажирів.

Без автомобільного транспорту немислимі сучасні індустриальні методи збірного будівництва, які потребують доставки на будівельні майданчики великих частин споруд, залізобетонних виробів — панелей, балок, ферм та ін.

Застосування кар'єрних автомобілів — самоскидів великої вантажопідйомності на гірничорудних розробках — визначило ефективність переходу до відкритого способу їх виконання, замість підземного, шахтного способу.

На автомобільному транспорті ґрунтується все комунальне та побутове обслуговування населення.

XXI вік можливо без перебільшення назвати «віком легкового автомобіля». Середня насиченість легковими автомобілями по усьому світу вже становить понад 200 од. на 1000 чоловік. Автомобіль повсюдно все ширше і глибше входить у життя і побут людини.

# МОДУЛЬ 1

## Тема 1. Роль і засоби спеціалізації автотранспорту

### 1.1. Групування вантажів і класифікація спеціалізованого рухомого складу

Спеціалізований рухомий склад (СРС) — це транспортні засоби (автомобіль, автопопяг, причіп або напівпричіп), конструкція яких дозволяє перевозити на них вантажі певного виду (груп вантажів) або які обладнані спеціальними навантажувальними (розвантажувальними) пристроями, що забезпечують пристосованість до навантаження (розвантаження).

Аналіз вантажів існуючих груп (згідно з класифікатором промислової та сільськогосподарської продукції) дає можливість виявити визначальний вплив їх характеру і властивості на сформовану і ту, що розвивається, спеціалізацію рухомого складу, а надалі розробити раціональну структуру парку рухомого складу залежно від структури вантажообігу різних номенклатурних груп вантажів.

Усі вантажі, що перевозяться спеціалізованими автомобілями та автопопягами, згруповані у п'ять груп. При цьому бралися до уваги параметри вантажів, які безпосередньо впливають на тип рухомого складу, а саме: фізичні, хімічні та біологічні властивості, маса, обсяг, розміри, способи навантаження, розвантаження, перевезення та зберігання, санітарні умови.

До вантажів I групи належать довгомірні (труби, колони, ліс, прокат та ін.); об'ємні і великогабаритні (будки і побутові кабіни сантехнічні, кіоски торговельні та ін.); штучні (легкові автомобілі, навантажувачі та ін.).

При перевезенні вантажів цієї групи необхідно оберігати їх від поломок, відколів, утворення тріщин та інших механічних пошкоджень і попереджати зрушення під час руху транспортних засобів.

Залежно від характеру вантажу, його стану, розмірів, конфігурації необхідно забезпечувати його положення на рухомому складі та опирання на точки (поверхні), зазначені в інструкціях. Опирання вантажу повинно здійснюватися на всю

площину, в декількох точках (місцях) по довжині, по краях або по кутках на спеціально встановлені місця, у двох крайніх точках (площинах) залежно від типу, призначення і конструктивних особливостей вантажів. Деякі вантажі можна перевозити з опиранням один на одного, а деякі не можна.



Рис. 1.1. Класифікація СРС

Для дотримання цих умов рухомий склад повинен мати платформу без бортів із суцільною основою або розсувну, обладнану коніками, спеціальними опорними підкладками, касетою або стійками для забезпечення точно горизонтального або вертикального положення, фіксації від зсуву та ін.

Вантажі II групи переважно сипучі і навалочні. Вони поділяються на три умовні підгрупи: звичайні сипучі (грунт, інертні матеріали та ін.), що зберігають свої фізичні властивості та якість під час перевезення і, отже, не потребують для цього особливих умов; сипучі, для яких необхідний захист від атмосферних опадів; напіврідкі або в'язкі (товарний бетон, розчин, асфальтова маса та ін.), що потребують дотримання особливих умов перевезення. Так, наприклад, товарний бетон (розчин) повинен бути доставлений у пункт призначення без порушення однорідності суміші, тобто без розшарування, причому він може тверднути, якщо знаходиться тривалий час у дорозі. У зимовий час при низьких температурах навколиш-

нього середовища бетон (розчин) швидко зазнає «тумавлення», щільно пристаючи до днища і бортів кузова.

Вантажі III групи поділяються на три підгрупи: продовольчі товари (бакалійні, кондитерські, кулінарні та ін.); промислові товари (апарати й інструменти, меблі та ін.) і сировину для легкої та харчової промисловості (волокно, пряжа, бавовна, шерсть, борошно, цукор, тютюн). За складністю умов перевезення вантажів цієї групи на першому місці знаходяться швидкопсувні продукти (м'ясопродукти, молочні продукти, кулінарні вироби та ін.).

Вантажі IV групи поділяються на дві підгрупи: рідкі (наливні) і порошкові.

Рідкі вантажі характеризуються такими властивостями: вибухонебезпечністю і корозійністю (нафтопродукти); здатністю спінюватися (молоко, пиво). Тому під час перевезення цих вантажів необхідно забезпечувати їх повну ізоляцію від зовнішнього середовища і герметичність кузова рухомого складу, постійну температуру в ньому (охолодження або обігрів), зниження потужності гідравлічного удару, ефективність контролю за збереженням вантажу та ін.

Порошкоподібні вантажі характеризуються приблизно однаковими властивостями: великою гігроскопічністю (при потраплянні вологи вантаж псується, забиває затвори та трубопроводи); здатністю до сильного злежування та утворення склепінь: легким розпилюванням, що призводить до великих втрат при транспортуванні вантажу у відкритих кузовах у процесі навантаження і вивантаження.

Велика частина порошкоподібних вантажів — це харчові продукти або шкідливі для здоров'я людини речовини, тому в обох випадках необхідна ретельна ізоляція вантажу від зовнішнього середовища не тільки в процесі перевезення, а й під час вантаження-вивантаження.

Вантажі V групи становлять великорозмірні вироби (вітринне скло, залізобетонні ферми, кабель, канати), перевезення яких має здійснюватися у вертикальному положенні.

Основною класифікаційною ознакою спеціалізованих автомобілів є тип кузова. Саме в типі кузова проявляється

спеціалізація СРС, призначеного для перевезення вантажів певної номенклатури. Класифікація СРС залежно від вантажу, що перевозиться, і наявності навантажувальних (розвантажувальних) пристроїв наведена на рис. 1.1.

Для постійної експлуатації у важких дорожніх умовах використовуються автомобілі підвищеної прохідності, а іноді й автопотяги з ведучими осями причепів і напівпричепів (автопотяги з «активними» осями). Для міжміських перевезень вантажів створені спеціалізовані магістральні автопотяги великої вантажопідйомності (контейнеровози, рефрижератори та ін.).

Основними перевагами СРС порівняно з автотранспортними засобами загального призначення є можливість збільшення коефіцієнта використання вантажопідйомності транспортних засобів під час перевезення вантажів широкою номенклатури; краще збереження вантажів під час транспортування; більш висока механізація процесів навантаження і розвантаження; можливість перевезення вантажів специфічних видів (рідких, довгомірних, великовагових та ін.); зниження витрат на тару і упаковку вантажів (фургони); підвищення безпеки та поліпшення санітарно-гігієнічних умов перевезень.

СРС властиві і недоліки: велика вартість його виготовлення порівняно з автотранспортними засобами загального призначення; зниження у деяких випадках номінальної вантажопідйомності порівняно з базовими моделями; підвищення трудомісткості обслуговування; неможливість уникнути в ряді випадків зворотних порожніх пробігів.

Деяке зниження економічних показників автотранспортних підприємств компенсується великим економічним ефектом. Тому, незважаючи на зазначені недоліки значні переваги СРС пояснюють загальну тенденцію все більшого застосування на автомобільному транспорті як у нашій країні, так і за кордоном спеціалізованих автотранспортних засобів.

## **1.2. Типаж спеціалізованого рухомого складу**

З метою подальшого розвитку виробництва і підвищення технічного рівня СРС Кабінет Міністрів України поклав

на Міністерство автомобільної промисловості України і ряд інших машинобудівних міністерств функції головних зі створення і виробництва конкретних видів, спеціалізованих автотранспортних засобів.

Фургони									
загального призначення	рефрижератор	ізоітермічний	для перевезення хліба	для перевезення меблів	для перевезення пошти	для перевезення яєць і птиці	загального призначення	рефрижератор	для перевезення худоби
автомобілі						напівпричепи			

Рис. 1.2. Типаж фургонів:

I–III – фуртони на шасі автомобілів до 1 т; IV–VI – на шасі автомобілів від 1 до 5 т; VII – на шасі автомобілів від 5 до 10 т; VIII – фуртони для роботи з сідельним тягачем повною масою 12 т; IX – з сідельним тягачем повною масою 15,5 т; X – з сідельним тягачем повною масою 18,5 т; XI – з сідельним тягачем повною масою 16,5 т; XII – з сідельними тягачами повною масою 24,5 т; • – ведучий міст; о – неведучий міст

Спеціалізовані автомобілі й автопотяги (крім причепів-вагоновозів, кар’єрних самоскидів і деяких інших видів машин) створюються, як правило, на базі нових і перспективних автомобілів та автопотягів загального призначення виробництва. При цьому основні параметри, що встановлюються для базових моделей (кількість мостів, колісна формула, максимально допустимі повна маса і навантаження на мости, потужність двигуна), визначають ці самі параметри та їх значення для відповідних моделей СРС.

Типажем СРС передбачається випуск спеціалізованих автомобілів, причепів і напівпричепів багатоцільового призначення. Це, перш за все, фургони різного призначення (рис. 1.2), самоскиди, цистерни, лісовози, контейнеровози і металовози.

Кількість модифікацій кузовів, визначених типажем, може бути збільшена за рахунок порівняно невеликих змін в їх конструкції.

Особлива увага приділяється створенню СРС для перевезення продовольчих товарів. До них належать, наприклад, напівпричепа-рефрижератори повною масою 19 і 33 т до тривісних тягачів КрАЗ, КамАЗ, МАЗ, Мерседес, МАН, Вольво та ін.

Для дрібнопартійних швидкопсувних вантажів, у тому числі таких, що перевозяться на стандартних піддонах і в тарі, створені автомобілі-фургони повною масою 3,7 і 5,7 т з ізотермічними кузовами на шасі автомобілів ГАЗ, Фотон, Мерседес, МАН, та ін.

Для перевезення худоби розроблено сімейство одно- і двовісних напівпричепів-фургонів повною масою 14,5 і 19 т до тягачів ЗІЛ і КамАЗ. На базі шасі автомобіля КамАЗ створений спеціалізований автомобіль-фургон повною масою 18,5 т для перевезення в контейнерах яєць і добових курчат, живої птиці.

Серед високоефективних спеціалізованих автопотягів для сільського господарства слід відзначити самоскидні автопотяги повною масою 27 і 27,5 т на базі відповідно автомобілів КамАЗ і Урал та повною масою 21 т на базі автомобіля КрАЗ, а також самоскидний автопотяг у складі автомобіля-самоскида ГАЗ із дизельним двигуном і причепа повною масою 15,3 т.

В останні роки проведено роботи зі створення сидельних і причіпних автопотягів-цистерн підвищеної місткості для перевезення нафтопродуктів. Переважаючими в структурі автопарку стали напівпричепа-цистерни повною масою 19 і 25 т на базі автопотягів КамАЗ, а також 33 т на базі автопотягів МАЗ. Створені автопотяги-лісовози підвищеної вантажопідйомності на базі автомобілів КрАЗ і МАЗ, а також

для роботи в особливо важких дорожніх умовах — на базі автомобіля УРАЛ.

Перевезення будівельних насипних і навалочних вантажів здійснюється самоскидами вантажопідйомністю 5...12,5 т. Виготовлені самоскиди КраЗ підвищеної вантажопідйомності і причіпні автопотяги КраЗ загальною вантажопідйомністю 27 т, а також випуск на базі самоскидів і сідельних тягачів самоскидних причіпних і сідельних автопотягів.

Для забезпечення контейнерних перевезень автомобільні заводи випускають автопотяги зі спеціалізованими напівпричепами-контейнеровозами. Для задоволення потреб господарств у перевезеннях важких і надважких будівельних елементів, агрегатів і обладнання випускаються різні причепи і напівпричепи-вагозови вантажопідйомністю 15...35 т.

Таким чином, автомобільні заводи, розвиваючи виробництво сучасної спеціалізованої автомобільної техніки багатогалузевого застосування, постачають шасі автомобілів, причепів і напівпричепів, на базі яких іншими підприємствами створюється велика номенклатура спеціалізованих і вузькоспеціалізованих автотранспортних засобів, що сприяє максимальному задоволенню різноманітних потреб господарств у СРС.

### **Контрольні запитання**

1. Що розуміють як спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту?
2. Які шляхи спеціалізації рухомого складу?
3. Які переваги мають спеціалізовані автомобілі порівняно з універсальними?
4. Як класифікуються вантажі, перевезені СРС?
5. За якими ознаками класифікують СРС?
6. Як класифікуються автомобільні поїзди?
7. Які нормативи встановлені на довжину автопотягів?
8. Які пристрої зменшують опір повітря при русі автомобіля?
9. Як улаштований механізм блокування керованих коліс напівпричепа?

## **Тема 2. Загальні відомості про автопотяги**

### **2.1. Роль автопотягів у спеціалізації автотранспорту**

Досвід експлуатації автопотягів, у тому числі спеціалізованих, показав, що вони мають такі переваги порівняно з одиночним автомобілем: підвищену продуктивність (у два рази і більше); нижчу собівартість перевезень, на 20...30 % залежно від відстані перевезень; меншу витрату палива, на тонну перевезеного вантажу на 20...30 % .

Собівартість серійного виробництва причепів і напівпричепів значно нижча від автомобілів відповідної вантажопідйомності, а при експлуатації автопотягів потрібні менші капіталовкладення в будівництво зон зберігання рухомого складу і скорочується потреба у водійському складі.

Широке використання автопотягів пояснюється не тільки їх рентабельністю, а й можливістю з їх допомогою широкої спеціалізації рухомого складу і використання нових, найбільш прогресивних методів перевезень.

Спеціалізовані автопотяги порівняно з одиничними спеціалізованими автомобілями, крім зазначених вище, мають ще ряд переваг, якщо спеціалізовані кузови (фургони-рефрижератори, цистерни та ін.) встановлено на одиночних автомобілях, вони можуть бути використані тільки для перевезення цього виду вантажу і, як правило, в одному напрямку. Якщо ж спеціалізовані кузови встановлені на причепах або напівпричепах, автомобіль-тягач може бути використаний для перевезення інших спеціалізованих або бортових причепів і напівпричепів в обох напрямках. Важлива роль у спеціалізації автотранспортних засобів відводиться сидельним автопотягам.

Аналіз сучасних тенденцій розвитку автотранспорту свідчить, що з кожним роком у всіх країнах розширюються сфери ефективного застосування спеціалізованих автомобілів і автопотягів, зростає частка їх участі в перевезеннях. В останні роки все ширше застосовуються великовантажні автопотяги для міжміських і міжнародних перевезень на відстань до 1 000 км і більше, які отримали назву магістральних. Це пояснюється рядом переваг, якими володіє автомобільний транспорт порівня-

но з іншими видами транспорту. До основних з них належать доставка вантажу від виробника до споживача незалежно від відстані без перевантаження; підвищення техніко-економічних показників транспортного процесу за рахунок скорочення термінів доставки і кращого збереження вантажу; можливості організації централізованих перевезень; вибору типу автопотягів залежно від порційних вантажів.

Наприклад, дедалі більшого розвитку набувають міжміські та міжнародні перевезення на великі відстані в контейнерах великої вантажопідйомності, причому маса і габаритні розміри контейнерів узгоджені з параметрами і розмірами інших видів транспорту (залізничний, морський і річковий). Це різко скорочує витрати на вантажно-розвантажувальні роботи, підвищує збереженість вантажів і дозволяє перевозити штучні вантажі без упаковки «від дверей до дверей».

Розширюється випуск великовантажних магістральних автопотягів, призначених для далеких перевезень дорогами I – III категорій з удосконаленими типами покриттів.

Завдання подальшого розвитку і вдосконалення конструкції магістральних автопотягів впливає з перспективних господарських планів на інтенсифікацію всіх галузей економіки на базі досягнень науково-технічного прогресу. Поряд зі зростаючим значенням автотранспорту в інфраструктурі господарств частка перевезень вантажів автопотягами буде збільшуватися з випереджаючим зростанням перевезень великовантажними автопотягами.

## **2.2. Класифікація та аналіз компоновальних схем автопотягів**

Автопотяг складається з двох або більше транспортних ланок, з'єднаних роз'ємними пристроями.

Основною класифікаційною ознакою автопотягів є тип зв'язку між елементами автопотяга. Залежно від того, яка сила (вертикальна (сила тяжіння напівпричепа) або горизонтальна (сила тяги)) використана для зв'язку елементів автопотяга,

зв'язок цей може бути тяговий або опорний. Тяговий зв'язок використовується для з'єднання автомобіля-тягача з причепом через тягово-зчіпний пристрій, в якому основною діючою силою є горизонтальна сила тяги. Опорний зв'язок служить для з'єднання сідельного тягача з напівприцепом за допомогою сідельно-зчіпного пристрою, в якому діє як горизонтальна сила тяги, так і вертикальна — від сили тяжіння напівпричепа. У автопотяга третього типу — з розпуском, наприклад у лісовоза, сила тяжіння вантажу розподіляється між автомобілем-тягачем і розпуском, а тягове зусилля передається через вантаж і дишло, тобто зв'язок у цьому випадку змішаний (опорний і тяговий). За відсутності вантажу і при буксируванні порожнього розпуску зв'язок тяговий.

Таким чином, за типом зв'язку автопотяги поділяються на причіпні, сідельні та автопотяги-розпуски; за призначенням — на загальнотранспортні для перевезення різних вантажів, іноді названі універсальними або бортовими (за видом кузова); спеціалізовані для перевезення певних видів вантажів; спеціальні для перевезення постійно змонтованого на них технологічного обладнання.

Автопотяги є з активним або пасивним приводом до коліс причепа (напівпричепа). Зазвичай автопотяг складається з двох основних елементів (ланок), але можуть бути і багато-ланкові автопотяги з кількістю ланок три і більше.

Як у нашій країні, так і за кордоном щодо автопотягів діють різні обмеження. Гранично допустимі повні маси автопотягів залежать від кількості мостів і припустимих на них навантажень, максимальна повна маса автопотяга при п'яти мостах становить 40 т, а при шести і більше — 52 т. Найбільша ширина автопотяга — 2,5 м, висота — 4,0 м. Найбільша довжина дволанкового автопотяга — 20 м, триланкового — 24 м.

Основні компоувальні схеми автопотягів показані на рис. 2.1.

Сідельні автопотяги мають перевагу перед причіпними, оскільки за тієї самої вантажопідйомності мають меншу довжину, менше схильні до крутіння, конструктивно простіші і

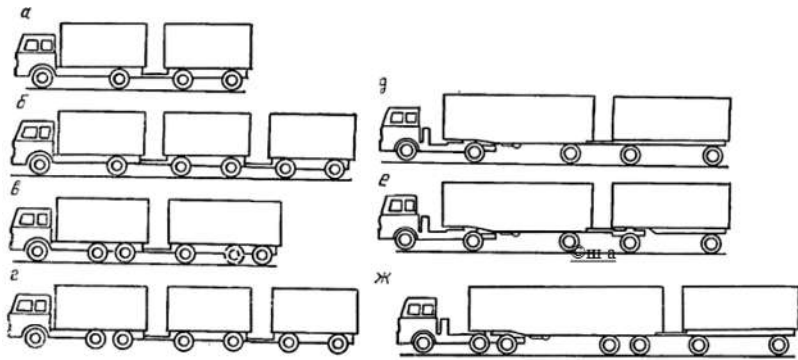


Рис. 2.1. Компонувальні схеми автопоїздів:  
*а, в,* – дволанкових; *б, з, д, е, ж,* – триланкових

мають менший коефіцієнт металомісткості. Крім того, використання сидельних автопотягів дозволяє підвищити коефіцієнт пробігу, скоротити простой під навантаженням і розвантаженням за рахунок експлуатації його з двома або більше напівпричепами і, найголовніше, розширює можливості спеціалізації автопотягів. Номінальна вантажопідйомність причіпного автопотяга вища за аналогічний сидельний автопотяг на 10...15 %, автомобіль-тягач є самостійною транспортною одиницею.

Застосування причіпних автопотягів із мінімальними зазорами між ланками за рахунок укорочених тягово-зчіпних пристроїв і з легкознімними кузовами, уніфікованими за приєднувальними розмірами із рекомендованим ISO рядом контейнерів, слід розглядати як перспективне.

Прагнення підвищити продуктивність автотранспортних засобів обумовлює застосування триланкових автопотягів, що можуть бути складені з автомобіля-тягача та двох причепів (див. рис. 2.1, *б, з*) або двох напівпричепів (див. рис. 2.1, *е*), причому другий напівпричіп використовується з подкатним візком як причіп.

Останнім часом у Канаді і США для міжміських перевезень широко використовуються автопотяги у складі сидельного

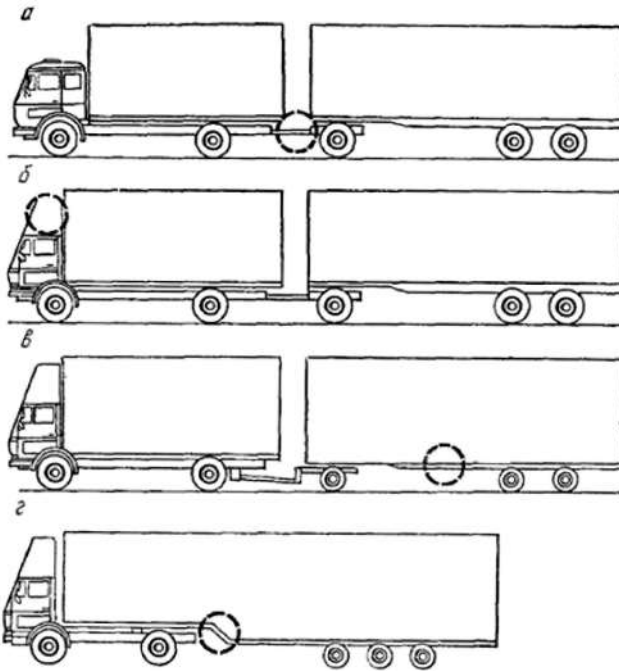


Рис. 2.2. Схема шляхів підвищення вантажопідйомності магістральних автопоїздів:

а – застосування укорочених тягово-зчіпних пристроїв;  
 б – перенесення спальних місць у надбудову кабіни; в – застосування вузькорамних причепів; г – застосування напівпричепів зі східчастою підлогою

автомобіля-тягача з напівпричепом і причепом повною масою 32 т та більше (див. рис. 2.1, д, ж).

Поширенню триланкових автопоїздів у нашій країні буде сприяти впровадження більш досконалих конструкцій тягово-зчіпних пристроїв, випуск автомобілів-тягачів із поліпшеними тягово-швидкісними властивостями, поліпшення керуваності та стійкості автопоїздів і розвиток мережі магістральних доріг.

При проектуванні магістральних автопотягів важливим фактором є максимальна реалізація вагових параметрів і габаритних розмірів, що допускаються законодавством. При цьому однією з проблем при компонуванні автопотяга є забезпечення необхідної вантажомісткості кузовів для реалізації його допустимої повної маси (рис. 2.2). Це завдання може бути вирішено при скороченні відстані між тягачем і причепом через застосування укорочених тягово-зчіпних пристроїв (рис. 2.2, *а*); зменшення довжини кабіни за рахунок перенесення спальних місць у надбудову над кабіною (рис. 2.2, *б*) (при цьому корисна довжина вантажної платформи збільшується на 400...500 мм); використання низькорамних причепів, для чого на них встановлюються низькопрофільні шини з мінімально можливим діаметром (рис. 2.2, *в*); застосування напівпричепів зі східчатою підлогою, що збільшує вантажне приміщення у сідельних автопотягів (рис. 2.2, *г*).

### **Контрольні запитання**

1. Якими перевагами володіє автомобільний транспорт порівняно з іншими видами транспорту?
2. За яким типом зв'язку поділяються автопотяги?
3. Головна класифікаційна ознака автопотягу?
4. Для чого використовується тяговий зв'язок?
5. Що дозволяє підвищити використання сідельних автопотягів?
6. Які переваги мають автомобільні поїзди перед одиночними автомобілями?

### Тема 3. Автомобільні тягачі та їх конструктивні особливості

#### 3.1. Конструктивні особливості тягачів автомобільних поїздів

Тягачі автопотягів поділяються на автомобілі-тягачі і сідельні тягачі. Автомобілі-тягачі призначені для буксирування причепів. Вони обладнані платформою або спеціалізованим кузовом для перевезення вантажів, тягово-зчіпним пристроєм, а також виводами для гальмівного приводу і підключення електроустаткування причепа. Сідельні тягачі призначені для буксирування напівпричепів, обладнані сідельно-зчіпним пристроєм, а також пневмо- та електровиводами для підключення гальмівної системи й електроустаткування напівпричепа (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Сідельний автомобіль-тягач

Як автомобілі-тягачі використовуються вантажні автомобілі переважно базових і модифікованих моделей, на шасі яких можуть встановлюватися різні спеціалізовані кузова. Автомобілі-тягачі можуть відрізнятися від базових моделей потужністю двигуна і передаточними числами трансмісії.

Сідельні тягачі, будучи модифікаціями базових моделей загальнотранспортного призначення, відзначаються відсутністю власного кузова (на їх шасі монтується сідельно-зчіпний пристрій), укороченою базою, наявністю додаткових паливних

баків. Сідельні тягачі також можуть відрізнятися від базових моделей потужністю двигуна і передаточними числами трансмісії.

Тягачі для буксирування причепів-тягозовів не є модифікацією вантажних автомобілів і мають оригінальну конструкцію. Тягачі компонується за схемами «кабіна за двигуном» і велика частина за схемою «кабіна над двигуном». Кабіна сучасного тягача магістрального автопотяга має високу міцність, надійність, малу масу і ряд спеціальних вимог за призначенням. Кабіна обладнана за комплексом естетичних і ергономічних якостей: спальне місце, засоби мікроклімату для відпочинку і сну водіїв у рейсі. Обтічна форма кабіни впливає на тягово-швидкісні властивості і паливну економічність автопотяга на великих швидкостях.

На багатьох тягачах регулюється кермове колесо за висотою і кутом нахилу, є електропідігрів сидінь, регулювання сидіння водія за висотою, у подовжньому напрямку, нахилу спинки.

Вібронавантаженість робочого місця водія знижується при поліпшенні амортизаційних якостей сидіння, підресорюванні кабіни і вдосконаленні підвіски автомобіля. Застосовуються прогресивні пневмопідвіски сидіння з автоматичним регулюванням пружних якостей залежно від маси водія.

Поліпшення мікроклімату в кабіні на тягачах отримано завдяки посиленню теплоізоляції, підвищенню потужності двигунів вентиляторів і раціональному розподілу повітря, що надходить. Введено незалежний автономний рідинний підігрівник і систему кондиціонування повітря.

Гарний огляд з робочого місця водія досягається встановленням спереду кабіни панорамного лобового скла, збільшених дзеркал заднього виду з електропідігрівом, які управляються з місця водія.

Тягачі оснащені фарами з галогенними лампами і фарами-прожекторами, які забезпечують упевнене і безпечне керування автопотягом в умовах поганої видимості. Використовуються також протитуманні фари. Контрольно-вимірювальні прилади надають водію повну інформацію про стан усіх сис-

тем автомобіля. Прилади, що забезпечують безпеку руху, мають дублюючу систему сигналізації — світлову і звукову. На панелі приладів установлений тахограф для автоматичного запису режимів роботи автопотяга за добу.

Трудомісткість технічного обслуговування автомобіля знижується при установленні електронної системи бортового контролю. Вона контролює рівень охолоджної рідини, мастила в двигуні і в бачку гідравлічного підсилювача кермового керування, справність ламп автомобіля.

Поліпшено умови дорожнього побуту водіїв через установлення спальних місць, наявність холодильника місткістю 10...15 л для запасу продуктів, гардероба для одягу, столика та ін.

Трансмісії магістральних тягачів мають багатоступеневі коробки передач (9...13 або 16 ступенів). Застосовуються головні одинарні гіпоїдні передачі ведучих мостів замість подвійних.

У конструкції передньої підвіски використовуються малолістові ресори з листами змінного подовжнього профілю у поєднанні зі стабілізатором поперечної стійкості.

Застосовуються задні підвіски ресорного типу. Підвіску другого і третього мостів у тривісних автомобілях-тягачах виконують балансірною, що забезпечує рівність вертикальних навантажень на їх колеса. Найбільші переваги має пневматична підвіска.

На магістральних тягачах використовують дискові і бездискові колеса. Поширення набули дискові колеса завдяки кращому центруванню їх відносно маточини і меншому биттю коліс, радіальні низькопрофільні безкамерні шини, які можна встановлювати без переробки конструкції автомобіля.

### **3.2. Вантажний рухомий склад**

**Вантажний рухомий склад** служить для перевезення різних видів вантажів. До нього належать вантажні автомобілі, автомобілі-тягачі, автопотяги, причепа та напівпричепа.

*Вантажні автомобілі* можуть бути загального призначення (рис. 3.4), спеціалізованими і спеціальними, призначені

для перевезення всіх видів вантажів, крім рідких (без тари). Вони мають вантажні кузови у вигляді бортових платформ. Спеціалізовані вантажні автомобілі служать для перевезення вантажів тільки певних видів. Вони мають пристосовані для таких перевезень кузови та обладнані спеціальними пристроями і приладами для навантаження і розвантаження. До спеціалізованих належать автомобілі-самоскиди, цистерни, фургони, рефрижератори, самонавантажувачі. Спеціальні вантажні автомобілі призначені для виконання різноманітних нетранспортних робіт і операцій. Вони обладнані спеціальними приладами, механізмами, пристроями, виготовлені на базі шасі вантажних автомобілів і можуть мати спеціальні кузови. До спеціальних вантажних автомобілів належать комунальні (сміттєзбиральні, снігоприбиральні, поливальні та ін.), пожежні, ремонтні майстерні, автокрани, автовишки, автокомпресори, автобетонозмішувачі.

*Автопотяги* дозволяють збільшити продуктивність рухомого складу та знизити собівартість перевезень. Так, в однакових умовах експлуатації собівартість перевезень автопотягом на 25...30 % нижча, а продуктивність у середньому в 1,5 раза вища, ніж у одиничного автомобіля. Автопотяги складаються з автомобілів-тягачів, причепів і напівпричепів. Автопотяги поділяються на причіпні, сідельні і розпуски. Причіпний автопотяг складається з вантажного автомобіля та одного або декількох причепів. Сідельний автопотяг складається з сідельного автомобіля-тягача і напівпричепа, передня частина якого закріплена на тягачі (рис. 3.2). Автопотяги-розпуски (рис. 3.3) складаються з вантажного автомобіля і причепа-розпуску, обладнаного опорними балками (кониками) для кріплення довгомірних вантажів (лісів, труби, сортовий метал та ін.).

*Причіпний рухомий склад* включає в себе причепа та напівпричепа, які, як і автомобілі, можуть бути загального призначення, спеціалізованими і спеціальними. Крім того, причепа можуть бути легковими та вантажними. Різниця між вантажними причепами та напівпричепами полягає у тому, що причепа з'єднуються з автомобілем-тягачем тягово-зчіпним



Рис. 3.2. Сідельний автопоїзд



Рис. 3.3. Автопоїзд-розпуск

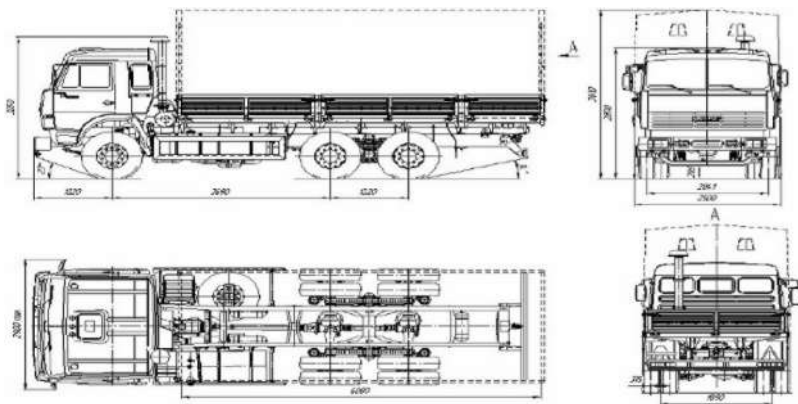


Рис. 3.4. Вантажний автомобіль загального призначення

пристроєм типу гак-петля або шворінь-петля, а напівпричепи — опорним сидельно-зчіпним пристроєм.

Конструкції причепів і напівпричепів дуже різноманітні. Вони можуть бути одновісними, двовісними і багатовісними залежно від того, для перевезення яких вантажів призначені. Крім того, причепи та напівпричепи можуть бути як з активним приводом, так і без нього. При активному приводі причепи та напівпричепи мають ведучі колеса, до яких підводяться потужність і момент від двигуна автомобіля-тягача, а без активного приводу вони не мають ведучих коліс.

**Прохідність рухомого складу** (здатність рухатися по поганих дорогах і поза дорогами) різна залежно від його типу і призначення.

В основу класифікації з прохідності рухомого складу покладена колісна формула, яка виражає цифровим індексом загальну кількість коліс автомобіля і кількість ведучих коліс.

Автомобілі обмеженої прохідності призначені для руху по дорогах із твердим покриттям і сухих ґрунтових дорогах. Ці автомобілі мають два мости, один з яких ведучий (передній або задній). Колісна формула автомобілів обмеженої прохідності позначається індексом  $4 \times 2$ , де перша цифра (4) означає загальну кількість коліс, а друга цифра (2) показує кількість ведучих коліс. Якщо ведучі колеса автомобіля подвійні (парні), то колісна формула позначається також індексом  $4 \times 2$ .

Автомобілі підвищеної прохідності призначені передусім для сільської місцевості. Їх можна експлуатувати як на ґрунтових дорогах, так і на дорогах із твердим покриттям. Ці автомобілі здатні рухатися навіть поза дорогами і долати при цьому заболочені, глинисті і засніжені ділянки, а також водні перешкоди і круті підйоми. Автомобілі підвищеної прохідності мають кілька ведучих мостів. Їх колісні формули —  $4 \times 4$ , якщо у автомобіля два мости й обидва ведучі, і  $6 \times 4$ , якщо автомобіль має три мости, з яких середній і задній є головними.

Автомобілі високої прохідності здатні долати рови, ями та інші подібні перешкоди (рис. 3.4). Це автомобілі з усіма веду-

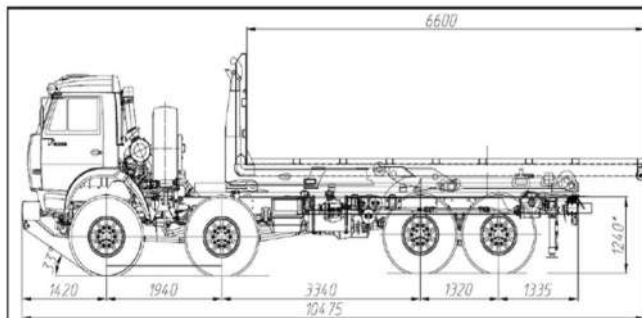
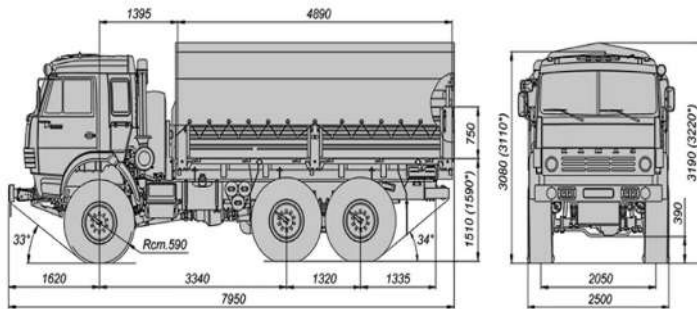


Рис. 3.5. Автомобілі високої прохідності

чими мостами, кількість яких три і більше. Колісні формули автомобілів високої прохідності — 6 x 6 і 8 x 8.

### **3.3. Маркування та технічна характеристика**

Усі автомобілі залежно від типу і призначення поділяються на класи, відповідно до яких і маркуються. Кожна модель автомобіля має своє позначення залежно від того, є вона базовою або модифікацією.

Базовою називається модель автомобіля, на основі якої випускаються її модифікації. Це основна модель автомобіля, що випускається у великій кількості. Базовій моделі автомобіля присвоюється чотиризначний цифровий індекс, в якому перші дві цифри означають клас, а дві наступні — модель автомобіля. При цьому перед цифровим індексом ставиться буквене позначення заводу-виготовлювача.

Модифікацією називається модель автомобіля, що відрізняється від базової деякими показниками (конструктивними та експлуатаційними), що задовольняють певним вимогам і умовам експлуатації. Наприклад, модифікації можуть відрізнятися від базової моделі застосовуваним двигуном, кузовом, обробкою салону та ін. Модифікації мають п'ятизначний цифровий індекс, в якому п'ята цифра означає номер модифікацій базової моделі.

Маркування причепів і напівпричепів таке. Наприклад, причіп-вагоновоз ЧМЗАП-8390 означає Челябінський машинобудівний завод автомобільних причепів, причіп вантажний, повною масою понад 24 т.

*Технічна характеристика* рухомого складу є його візитною карткою. У ній першими вказані параметри, що описують автомобіль у цілому, а потім — двигун, трансмісія, підвіска, гальмівні механізми, шини і кузов. У технічній характеристиці вказуються клас автомобіля, кількість місць (включаючи водія), колісна формула, власна і повна маси, габаритні розміри (довжина, ширина, висота), база автомобіля, колія передніх і задніх коліс, найменший дорожній провіт, найменший радіус повороту, максимальна швидкість, час розгону автомобіля з місця, гальмівний шлях, контрольні витрати, тип

двигуна, його робочий об'єм, максимальна (номінальна) потужність, максимальний обертовий момент, передаточні числа коробки передач, роздавальної коробки і головної передачі, тип передньої і задньої підвісок, тип передніх і задніх гальмівних механізмів, тип кузова.

#### *Безпека рухомого складу*

Рухомий склад повинен мати високу конструктивну безпеку: активну, пасивну та екологічну.

*Активна безпека* — властивість автомобілів запобігати дорожньо-транспортним пригодам.

Активну безпеку автомобіля забезпечують його високі тягово-швидкісні та гальмівні властивості, гарні стійкість і керованість, висока плавність ходу, гарні оглядовість і комфортабельність, що різко знижують стомлюваність водія і створюють умови тривалої безаварійної роботи.

*Пасивна безпека* (внутрішня і зовнішня) — властивість автомобілів зменшувати тяжкість наслідків дорожньо-транспортних пригод. Пасивну безпеку автомобілів забезпечує висока міцність пасажирського салону, що практично виключає його деформації при аваріях; паски безпеки, швидконадувні подушки безпеки, травмобезпечне кермове керування, підголовники, безпечне скло, безпечне внутрішнє обладнання кузова, яке зменшує травмування водія і пасажирів; безпечна зовнішня форма кузова зменшує травмування пішоходів.

### **3.4. Особливості автомобілів-фургонів і автопотягів-фургонів**

Особливістю автомобілів — фургонів і автопотягів-фургонів є те, що вони мають закриті вантажні кузови, це забезпечує кращу збереженість вантажів при перевезенні і менші витрати на тару. Крім того, підвищується використання вантажопідйомності рухомого складу при транспортуванні легкових вантажів.

Для транспортування вантажів і захисту їх від зовнішніх впливів використовуються різні типи фургонів: універсальні, вузькоспеціалізовані, ізотермічні і рефрижератори.

*Універсальні фургони* є фургонами загального призначення. Вони служать для перевезення промислових і продовольчих товарів в упаковці і без упаковки, які не потребують спеціальних пристроїв і приладів для їх укладання, закріплення, а також певних температур при транспортуванні.

*Вузькоспеціалізовані фургони* призначені для перевезення промислових і продовольчих товарів в упаковці і без упаковки, що потребують спеціальних приладів і пристосувань для їхнього укладання й закріплення при транспортуванні (меблі, одяг, тканини, головні убори, пошта, хлібобулочні вироби та ін.). Крім того, вони служать для перевезення різних свійських тварин, худоби і птиці. Наявність спеціальних пристроїв і приладів у вузькоспеціалізованих фургонах забезпечує збереженість перевезених вантажів при найбільш повному використанні корисного об'єму вантажного кузова.

Універсальні та вузькоспеціалізовані фургони забезпечують захист вантажів тільки від впливу навколишнього середовища, однак вони найбільш поширені.

*Ізотермічні фургони та рефрижератори* призначені для перевезення швидкопсувних вантажів — харчових продуктів (м'ясо, ковбаса, риба, молоко, сметана, сир, масло, сир, овочі, фрукти та ін.). Ізотермічні фургони забезпечують збереження певного температурного режиму всередині вантажного приміщення за рахунок застосування термоізоляційного кузова, а рефрижератори — підтримку певної температури всередині термоізолюваного кузова за допомогою різних джерел тимчасового і постійного охолодження. При цьому джерела тимчасового охолодження підтримують задану температуру обмежений термін, а джерела постійного охолодження, що являють собою холодильні установки, — протягом тривалого часу. Ізотермічні фургони та рефрижератори забезпечують порівняно із залізничним транспортом більш високу швидкість доставлення вантажів, кращі температурні умови, ніж у вагонах-льодовнях, доставлення без додаткових вантажно-розвантажувальних робіт, а також можливість перевезення більш дрібних партій вантажів. Фургони встановлюються

на шасі автомобілів, причепів і напівпричепів. Вони можуть бути вагонного типу або з окремою кабіною, багатодверними або з дверима, розташованими на задньому, правому або одночасно на задньому та правому бортах. Іноді вони обладнуються вантажопідйомними бортами. Дах у фургонів буває глухий, розсувний, шарнірно-підйомний. Застосування великої кількості дверей, їх різне розташування, а також підйомний і розсувний дахи забезпечують зручність під'їзду фургонів до місць завантаження, вивантаження та виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Фургони мають дерев'яний або металевий каркас із фанерним, сталевим, алюмінієвим або пластмасовим облицюванням.

Тип і вантажопідйомність фургона залежать від виду і величини партії перевезеного вантажу. Так, для перевезення малих партій вантажу на невеликі відстані доцільно використовувати автомобілі-фургони невеликої вантажопідйомності. Для далеких перевезень великих партій вантажу слід застосовувати напівпричепа-фургони великої вантажопідйомності. Фургони мають велике поширення. Вони займають друге місце (після самоскидів) серед спеціалізованого рухомого складу.

**Обладнання рефрижераторів.** Автомобілі та автопотяги-рефрижератори обладнані спеціальними ізотермічними кузовами. Термоізоляція кузова забезпечується застосуванням термоізоляційних матеріалів, що мають малу теплопровідність і гігроскопічність, відсутність запаху, довговічність, вогнестійкість, пожежобезпечність і т. д. Найбільшого застосування набув пінопласт, який негігроскопічний, досить міцний, добре приклеюється до металу і залишається стабільним за своїми властивостями до температури 60 °С.

Внутрішнє охолодження кузовів-рефрижераторів здійснюється за допомогою тимчасових або постійних джерел холоду. Перші підтримують необхідну температуру всередині кузова обмежений час, а інші — постійно. Застосовувані в рефрижераторах тимчасові джерела холоду являють собою пристрої, що використовують перехід певної речовини (сухий лід, спеціальні розчини солей, зріджені гази) з твердого і

рідкого стану в газоподібний, з поглинанням теплоти з навколишнього середовища, тим самим охолоджуючи її. Постійні джерела холоду підтримують необхідну температуру всередині кузова рефрижератора без підтримки ззовні. Вони являють собою компресорні холодильні установки, робота яких заснована на випаровуванні стислих компресором холодоагентів (фреонів). Привід холодильної установки здійснюється або від двигуна автомобіля, або від спеціального автономного двигуна. Холодильна установка в рефрижераторах розміщується на передній стінці кузова. Холодильно-силова частина установки розміщується поза кузовом, а випарник з вентилятором установлюються всередині нього. При такому розміщенні частин холодильної установки забезпечується повне використання внутрішнього простору кузова і кращий обдув повітрям елементів холодильної установки (компресора, конденсатора) у процесі руху рефрижератора (рис. 3.5). Компресорна холодильна установка може бути використана також для обігріву кузова рефрижератора, що буває необхідно для перевезення вантажів при низьких температурах або для поступового розморожування вантажів після їх перевезення в замороженому вигляді.



Рис. 3.6. Холодильно-силові установки рефрижератора

## Контрольні запитання

1. Які особливості компонування автомобілів-тягачів ви можете назвати?
2. Які типи трансмісії застосовують на автомобілях-тягачах?
3. Які конструктивні особливості мають трансмісії автомобілів-тягачів порівнянно з одиночними автомобілями?
4. Які особливості конструкції підвіски сучасних автопопотягів?
5. Які переваги забезпечує застосування підтримувальної задньої осі?
6. Як працює комбінований пневматичний привід гальм автопопотяга?
7. Як улаштований тягово-зчіпний пристрій тягача?
8. Як улаштований опірно-зчіпний пристрій тягача?
9. Як класифікуються фургони?
10. Як улаштовані універсальні фургони?
11. Як улаштовані вузькоспеціалізовані фургони?
12. Які конструктивні заходи полегшують завантаження фургонів?
13. Як улаштований термоізолюваний кузов?
14. Які види охолодження використовуються у фургонах?
15. Як улаштована і працює система охолодження «НАСТ-3»?
16. Як працює холодильна машинна установка?
17. Як улаштовані фургони з акумуляторним охолодженням?
18. Для яких цілей застосовується попереднє охолодження внутрішнього приміщення рефрижератора?

## **Тема 4. Основи проектування та розрахунку на міцність тягово-зчіпних та опорно-зчіпних пристроїв автопотягів**

### **4.1. Причипний склад, прохідність рухомого складу**

*Причипний рухомий склад* включає в себе причепа та напівпричепа, які, як і автомобілі, можуть бути загального призначення, спеціалізованими і спеціальними. Крім того, причепа можуть бути легковими та вантажними. Різниця між вантажними причепами та напівпричепами полягає в тому, що причепа з'єднуються з автомобілем-тягачем тягово-зчіпним пристроєм типу гак-петля або шворінь-петля, а напівпричепа — опорним сидельно-зчіпним пристроєм. Конструкції причепів і напівпричепів дуже різноманітні. Вони можуть бути одновісними, двовісними і багатовісними залежно від того, для перевезення яких вантажів призначені. Крім того, причепа та напівпричепа також можуть бути як з активним приводом, так і без нього. При активному приводі причепа та напівпричепа мають провідні колеса, до яких підводяться потужність і момент від двигуна автомобіля-тягача, а без активного приводу — не мають ведучих коліс.

#### *Конструкції опорно-зчіпних пристроїв*

Основним і найбільш поширеним типом опорно-зчіпного пристрою для сидельних автопотягів є напівавтоматичний пристрій з робочими деталями роз'ємно-зчіпного вузла у вигляді шворнів напівпричепа — захоплювачів сидла тягача. Інші типи опорно-зчіпних пристроїв застосовуються значно рідше. Конструкція опорно-зчіпних (сидельних) пристроїв відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO. Тому, незважаючи на конструктивні розходження, сидельні пристрої США, ФРН, Англії та інших країн за своїми приєднувальними і встановлювальними розмірами практично не відрізняються один від одного. Вітчизняні конструкції сидельних пристроїв випускаються відповідно до вимог ГОСТу 9917–61, згідно з міжнародними нормативами.

Для сидельних тягачів виробництва передбачено чотири типорозміри опорно-зчіпних пристроїв, що відрізняються між собою габаритами сидла. Розміри останнього залежать від ве-

личини розрахункового вертикального навантаження  $Z_0$  і загальної ваги напівпричепа, який буксирують.

Здебільшого напівпричепа мають шворнінь діаметром  $D_1 = 50,8$  мм; для автопотягів транспортного призначення особливо великої вантажопідйомності застосовується шворнінь з  $D_1 = 88,9$  мм. Для автопотягів з активним приводом осей напівпричепа діаметр шворня не регламентований.

Розташування опорно-зчіпного пристрою на рамі тягача точно визначене (рис. 4.1). Нормовані розміри такі:  $H$  — висота крайньої точки полозок накату ненавантаженого тягача над рівнем дороги;  $H_1$  — висота верхньої площини сидла ненавантаженого тягача над рівнем дороги;  $H_2$  — висота опорного листа ненавантаженого напівпричепа над рівнем дороги, а також  $r$  — відстань від осі отвору опорно-зчіпного пристрою під шворнінь до задньої стінки кабіни (чи запасного колеса);  $r_1$  — радіус габариту задньої частини тягача;  $r_2$  — відстань від осі шворня до прилеглої частини підтримуючого пристрою напівпричепа;  $r_3$  — радіус габариту передньої частини напівпричепа. Величина зазначених розмірів пов'язана з вантажопідйомністю сидельного автопотяга (точніше з  $Z_0$ ) і кількістю ходових осей тягача. Для вітчизняних сидельних автопотягів зазначені розміри наведено в табл. 4.1.

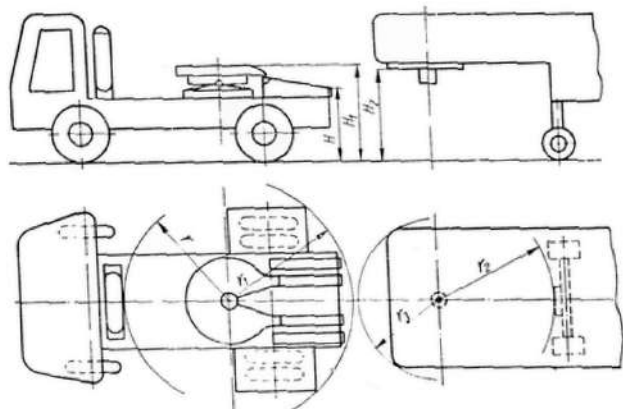


Рис. 4.1. Нормовані розміри опорно-зчіпних пристроїв сидельних автопоїздів

Висота  $H_1$  нормується залежно від кількості ходових осей тягача та розміру шин і коливається в межах від 920 (шини 8.40-15) до 1420 мм (шини 14.00-20).

Таблиця 4.1. — Приєднувальні розміри сидельних автопотягів

Вертикальне навантаження на сідло $Z_0$ , кг	Параметри, що визначають розміщення елементів опорно-зчіпного пристрою на рамі автопотяга, мм					
	$H$ не більше	$H_2$ не менше	$r$ не менше	$r_1$ не більше	$r_2$ не менше	$r_3$ не більше
До 2000	690	925	1000	1150	1300	900
2000–14 000	1100	1125	1525	1400	1500	1100
14 000–40 000						

Примітка. В чисельнику наведено розміри для двовісних сидельних тягачів, а в знаменнику — для тривісних.

Зазначені в табл. 4.1 розміри  $H$  і  $H_2$ , а також вимоги на  $H_1$  не поширюються на тягачі з усіма ведучими осями та напівпричепами до них і можуть значно відрізнятись від звичайних. Дуговий (сферичний) опорно-зчіпний пристрій, спроектований для активного автопотяга з передачею потужності до напівпричепа через сідло, показаний на рис. 4.2. На лонжеронах рами тягача закріплено чотири несучі кронштейни 1, з цапфами 2 та опорними роликками 3, що мають реборди. Два сектори 4 швелерного профілю можуть перекочуватися в поперечному напрямку по опорних роликках 3. Радіус дуги сектора для описуваної конструкції дорівнює 0,95 м, а довжина по периметру розрахована на відхилення напівпричепа від нейтрального положення в бік на кут  $\pm 15^\circ$ .

На поперечці 11 секторів закріплено дві цапфи 10, на яких може повертатися сідло 5 (разом із рознімно-зчіпним механізмом). Цим забезпечується подовжня гнучкість ланок автопотяга. Внизу до сектора 4 прикріплений конічний редуктор 8, що передає оберт від горизонтального вала 9 до вертикального

вала 7 приводу. На вертикальному валу 7 змонтований універсальний шарнір 6, вісь хитань якого збігається з віссю цапф 10. Таке взаємне положення цапф і шарніра допускає обертання вертикального вала приводу при подовжніх відхиленнях напівпричепа. Корпус верхнього редуктора аналогічний корпусу редуктору 8 і змонтованого на опорному листі напівпричепа.

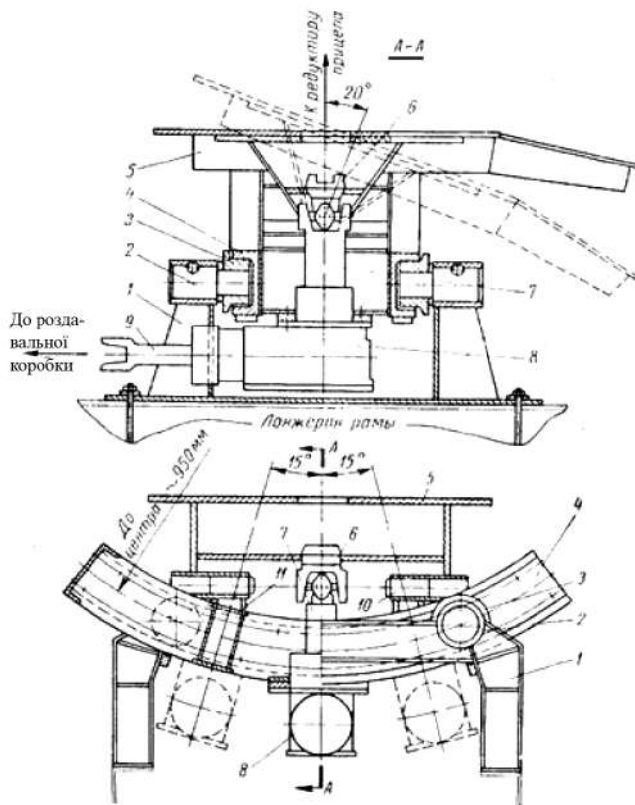


Рис. 4.2. Дуговий опорно-зчіпний пристрій сидельних автопоїздів

## 4.2. Поворотні пристрої причепів

### *Шляхи вдосконалення зчіпних пристроїв*

Необхідність вдосконалення тягово-зчіпних пристроїв обумовлена двома причинами. По-перше, необхідно забезпечити як маневреність, так і стійкість руху транспортного засобу, а по-друге, важливо максимально приблизити причіп до тягача. При повороті автопотяга відстань між тягачем і причепом має бути не менше 50 мм. До цієї відстані і необхідно наближатись, оскільки загальна довжина автопотяга обмежується, а мінімальні зазори між його ланками дозволяють збільшити геометричну місткість вантажних приміщень, що дуже важливо при перевезенні легковагих об'ємних вантажів.

Це завдання може бути вирішене застосуванням укорочених тягово-зчіпних пристроїв. Останнім часом розроблені нові конструкції тягово-зчіпних пристроїв, довжина дишла яких мінімальна при русі по прямій. При повороті, в результаті гідромеханічної дії, довжина дишла збільшується, забезпечуючи виконання наведених вище вимог.

Крім перерахованих причин і способів їх вирішення, тягово-зчіпні пристрої мають удосконалюватися за загальнотехнічними напрямками:

- спрощенням конструкції;
- полегшенням зчеплення-розчеплення;
- зниженням матеріаломісткості;
- підвищенням надійності та ін.

Постійно покращуються конструкції сидельно-зчіпних пристроїв. Крім того, що великого поширення набули двозахоплювальні напівавтоматичні, без усунення зазору, шворневі пристрої, необхідно звернути увагу і на інші конструкції. Це і широко використовувані за кордоном однозахоплювальні шворневі сидельно-зчіпні і роликові пристрої. Необхідно, використовуючи кращі сучасні конструкції, розроблювати покращені і нові пристрої, що забезпечують високий ступінь автоматизації, безпеки і надійності в роботі.

Як було зазначено в попередній лекції, причіпний склад включає:

- причепа — транспортні засоби, що з'єднуються з автомобілем-тягачем тягово-зчіпними пристроями;
- напівпричепа — транспортні засоби, що з'єднуються з тягачем сидельно-зчіпним пристроєм;
- причепа-розпуски, що з'єднуються з автомобілем-тягачем тягово-зчіпним пристроєм, а також вантажем, один кінець якого обпирається на коника розпуску, а інший — на коника автомобіля-тягача.

Причепа і напівпричепа поділяються на загальнотранспортні (універсальні) і спеціалізовані.

Основна класифікаційна ознака причепа (напівпричепа) — кількість осей.

Розрізняють:

- одновісні;
- двовісні;
- тривісні;
- багатовісні (причепа-вагоновози).

За конструкцією поворотного пристрою:

- з керованими колесами;
- з поворотною віссю (візком);
- напівпричепа:

а) з некерованими колесами;

б) з керованими колесами або поворотними осями (візками);

в) з самоустановлювальними колесами.

За приводом коліс причепа:

- з активним приводом коліс від трансмісії тягача;
- з пасивним приводом.

Так, у причепа МАЗ-5207В (рис. 4.3) поворотна цапфа встановлена за допомогою шворня. Важелі коліс 4 шарнірно (кульовими пальцями) з'єднані тягою 2 і 3 з кронштейном 1 дишла 5, утворюючи розрізну кермову трапецію, тобто з несуцільною поперечною тягою. Поворот дишла, через тягу і важелі, викликає поворот керованих коліс.

З метою підвищення маневреності конструктори розробили таку конструкцію системи керування поворотом причіпної

ланки транспортного засобу: блок керування на основі інформації датчиків — кута повороту керованих коліс тягача, кута заломлення автопотяга і швидкості транспортного засобу, а також датчика зворотного зв'язку за положенням керованої осі за допомогою гідроприводу — регулює кутову швидкість повороту керованої осі причіпної ланки залежно від швидкості транспортного засобу.

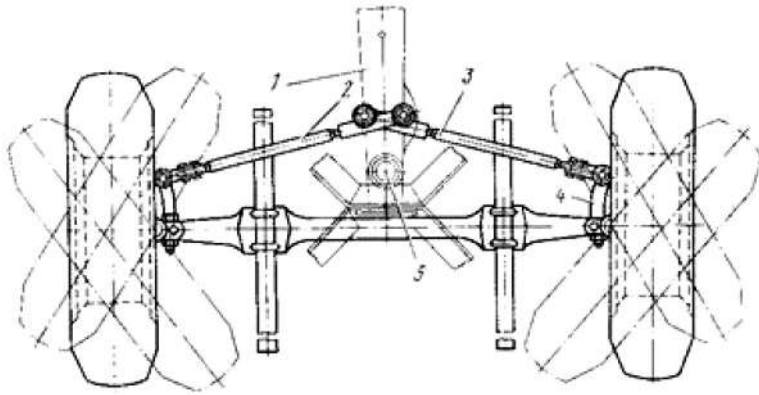


Рис. 4.3. Поворотний пристрій причепа

При збільшенні кількості осей і габаритної довжини автопотягів, що є необхідним при підвищенні вантажопідйомності, погіршується маневреність автопотягів. Це виражається у збільшенні ширини коридору, що займає автопотяг при повороті. Крім цього, збільшення поперечних реакцій дороги, діючих на колеса під час повороту, спричиняє прискорений знос автошин.

З метою підвищення маневреності широко використовують самоустановлюючі осі й осі з самоустановлюючими колесами.

У візка із задньою самовстановлюючою віссю, задня вісь може переміщатися в напрямних ресорно-балансувальної підвіски. Центр повороту зміщений уперед відносно вісі на величину зміщення  $a$ . Стабілізація прямолінійного руху осі забезпечується поперечною ресорою і пружинами.

*Загальні технічні вимоги до причіпного складу:*

— відповідність габаритів і вагових параметрів причепів, напівпричепів і з'єднувальних пристроїв нормативно-технічній документації;

— дорожній просвіт причіпного складу (крім ваговозів) має бути не меншим, ніж у тягача;

— розміри і встановлення тягово-зчіпних пристроїв (крім ваговозів) повинні забезпечувати відстань не менше 50 мм при максимальному зближенні кутів кузовів тягача і причепа на повороті;

— конструкція причепа (напівпричепа) повинна забезпечувати рух зі швидкістю, відповідною максимальній швидкості автомобіля тягача.

Для створення спеціалізованого причіпного складу використовують переважно базові моделі причепів і напівпричепів, що випускаються. Причепа і напівпричепа мають оригінальні конструкції, а іноді випускаються заводом-виробником в одиничному екземплярі.

Осі причіпного складу повинні забезпечувати достатню жорсткість при мінімальних розмірах. Балки осей мають круглий, квадратний, прямокутний, двотавровий та інший переріз.

Найбільшого поширення набули балки з трубчастим перерізом і запресованою цапфою або з обтиснутими кінцями, обробленими під цапфи. Маточини і колеса на осях причіпних ланок у більшості випадків такі самі, як і на мостах автомобілів.

На причепах і напівпричепах застосовують підвіски з металевими (зазвичай у вигляді ресори), гумовими, пневматичними і пружними гідравлічними елементами або комбінації цих елементів. Найчастіше використовують ресори. Для причіпного складу з великою кількістю коліс (ваговози) застосовується переважно гідравлічна підвіска. Іноді використовують незалежну торсіонну підвіску (причіп МАЗ-5224 В).

Опорні пристрої призначені для утримання від'єданого від тягача напівпричепа в горизонтальному положенні.

Здебільшого використовують каткові двоопорні пристрої. Катки піднімають і опускають до зіткнення із землею за допомогою механічного, гідравлічного, електричного або пневматичного приводу. Як правило, механічний пристрій виготовляється з редуктором (двошвидкісним) на кожному опорі. Обертання редукторів водій здійснює рукояткою опорного пристрою.

### 4.3. Прохідність автомобіля

*Прохідність* — це конструктивна властивість автомобіля, що визначає можливість його продуктивної роботи у важких дорожніх умовах і поза дорогами. Такі умови характеризуються важкопрохідними ділянками з різного роду перешкодами, що ускладнюють або обмежують рух автомобіля. До них належать ґрунтові дороги, слизькі круті підйоми і спуски, канави, великі нерівності, водні перешкоди.

За прохідністю всі автомобілі умовно поділяють на три групи:

- 1) автомобілі обмеженої прохідності — двовісні і тривісні з неведучою передньою віссю (колісні формули 4 x 2, 6 x 4);
- 2) автомобілі підвищеної прохідності — двовісні, тривісні з усіма ведучими осями (колісні формули 4 x 4, 6 x 6);
- 3) автомобілі високої прохідності, що мають спеціальну компоновку або конструкцію, — чотиривісні або багатовісні з усіма ведучими осями, а також напівгусеничні й автомобілі-амфібії.

Автомобілі підвищеної і високої прохідності, спеціально сконструйовані для важких дорожніх умов, можуть працювати без зниження продуктивності, незважаючи на перешкоди і важкопрохідні ділянки. Ці автомобілі є специфічними транспортними засобами, що мають свої конструктивні та компоновальні особливості, продиктовані їх призначенням і характером використання.

До основних показників прохідності автомобіля належать геометричні (рис. 4.4) та опорно-тягові.

## Геометричні показники

1. Просвіт — це відстань між нижньою точкою автомобіля і дорогою, що характеризує можливість руху автомобіля без зачіпання зосереджених перешкод.

2. Радіуси поздовжньої і поперечної прохідності являють собою радіуси кіл, дотичних до коліс і до нижчої точки автомобіля, розташованої усередині бази (колії). Ці радіуси характеризують висоту і обрис перешкоди, яку може подолати автомобіль, не зачіпаючи її. Чим вони менші, тим у автомобіля більша здатність долати значні нерівності дороги без зачіпання їх своїми найнижчими точками.

3. Передній і задній кути прохідності — кути, утворені опорною поверхнею дороги і площиною, дотичною до передніх або задніх коліс і до виступаючих нижчих точок передньої або задньої частини автомобіля.

4. Максимальна висота порога, яку може подолати колесо. Для ведених коліс практично максимальна висота становить  $0,35-0,65 R$ . Максимальна висота перешкоди, яку подолали ведучі передні колеса, може бути більшого радіуса колеса  $R$  і часто обмежується не тяговими можливостями автомобіля або зчепленням ведучих коліс із дорогою, а малими величинами кутів прохідності або просвіту.

Максимальна висота порога значно залежить і від форми його кромки. Так, наведені величини порогів справедливі для прямокутної кромки. Якщо ж кромка має закруглену форму або мнеться в процесі подолання нерівності, гранична висота порога збільшується.

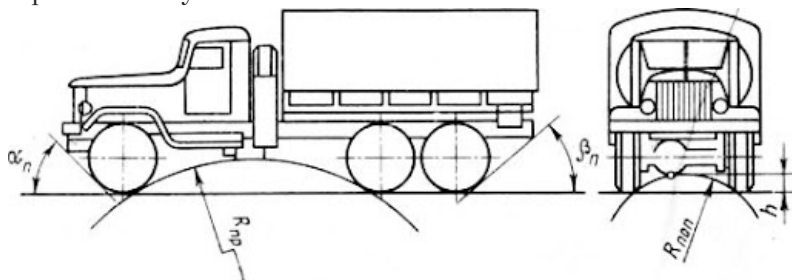


Рис. 4.4. Геометричні показники автомобілів

5. Мінімально необхідна ширина проїзду пов'язана з мінімальною величиною радіуса повороту автомобіля. Ця величина характеризує властивість автомобіля маневрувати на малих майданчиках, наприклад, у кар'єрах, на товарних дворах залізничних станцій, на будівництвах і т.д. Тому прохідність автомобіля в горизонтальній площині часто визначають як окрему експлуатаційну властивість — маневреність. Найбільш маневреними є автомобілі з усіма керованими колесами. У разі буксирування причепів або напівпричепів маневреність автомобіля погіршується, оскільки при поворотах автомобільного поїзда причіп зміщується до центра повороту. Саме тому ширина смуги руху автопо тяга більша, ніж у автомобіля без причепа.

Ширина смуги руху автопо тяга збільшується зі зростанням кількості буксированих причепів, бази і ширини причепа, а також довжини дишла.

#### **Опорно-тягові показники**

1. Питомий тиск шин  $Q_{\text{ш}}$  на опорну поверхню визначається як відношення вертикального статичного навантаження на шину  $G_{\text{ш}}$  до площі контакту  $F$ , заміряне по контуру:

$$Q_{\text{ш}} = G_{\text{ш}}/F.$$

Тиск коліс на опорну поверхню має велике значення для прохідності автомобіля, особливо при русі по піску, ріллі, грязі і таїнше. Чим менший тиск коліс, тим менша глибина утвореної колії, отже, менший опір коченню і більша прохідність автомобіля.

2. Коефіцієнт збігу колії являє собою відношення ширини колії, утвореної передніми колесами, до ширини колії, утвореної іншими колесами. При повному збігу колії задні колеса котяться по ґрунту, ущільненому передніми колесами, і опір коченню при цьому мінімальний, а також витрачається додаткова енергія на руйнування задніми колесами ущільнених стінок колії, утвореної передніми колесами. Тому у автомобілів підвищеної прохідності часто на задні колеса встановлюють одинарні шини, зменшуючи тим самим опір коченню.

3. Прохідність автомобіля по слизьких дорогах. На слизьких дорогах (вологі і обмерзлі покриття, вкатаний сніг) прохід-

ність обмежується буксуванням коліс. На величину зчеплення ведучих коліс із дорогою значно впливає питомий тиск шин на дорогу і рисунок протектора. Питомий тиск визначається діленням маси, що припадає на колесо, на площу відбитка шин. На пухких ґрунтах прохідність автомобіля буде кращою, якщо питомий тиск буде менший. На твердих і слизьких дорогах прохідність поліпшується при великому питомому тиску. Шини з великим рисунком протектора на м'яких ґрунтах матимуть відбиток більшої площі і менший питомий тиск; на твердих ґрунтах відбиток цієї шини буде меншої площі і питомий тиск збільшується. При русі по м'якому або заболоченому ґрунту застосовують автомобілі з арочними шинами, що дають великий відбиток і менший питомий тиск, а також автомобілі, де тиск повітря в шинах може регулюватися.

### **Контрольні запитання**

1. Що включає в себе причіпний склад?
2. Що таке модифікація моделі автомобіля?
3. Що включає в себе технічна характеристика автомобіля?
4. Безпека рухомого складу.
5. За якими загально-техічними напрямками потрібно удосконалювати тягово-зчіпні пристрої?
6. Що включає в себе причіпний склад?
7. Основна класифікаційна ознака причепа.
8. Загальні технічні вимоги до причіпного складу.
9. Що таке прохідність автомобіля?

## Тема 5. Кінематика криволінійного руху

### 5.1. Кінематика криволінійного руху

Маневреність автопотягів оцінюється залежностями, що впливають із кінематики їх криволінійного руху. При цьому приймається, що опорна поверхня, по якій проходить криволінійний рух автопотяга, горизонтальна і має покриття, що не викликає опір руху. Відведення коліс не враховується, що значно спрощує розрахунки і забезпечує прийнятну точність для практичних цілей.

При аналізі кінематики криволінійного руху автопотяга визначають траєкторії певних його точок. З траєкторій виділяють основну, якою є траєкторія середини ведучого моста (одновісна ланка) або середини центра двовісного візка (двовісна ланка).

На рис. 5.1. показані основні траєкторії повороту автопотяга на  $90^\circ$  і  $180^\circ$  та при маневрі типу «перестроювання».

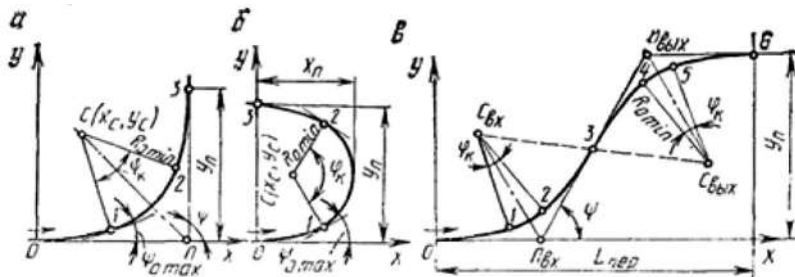


Рис. 5.1. Форми основних траєкторій криволінійного руху автопоїзда при його повороті:

$a$  — на  $90^\circ$ ;  $b$  — на  $180^\circ$ ;  $v$  — при маневрі типу «перестроювання»;  $1$   $b$  — межа ділянок руху (стрілки означають напрямки руху);  $3$  ( $x_c$ ,  $y_c$ ) — центри кругових ділянок;  $x_c$ ,  $y_c$  — їх координати;  $C_{вх}$  і  $C_{вих}$  — центри вхідної і вихідної кругових ділянок при маневрі «перестроювання»;  $\Gamma_7$  — точка повороту напрямку руху;  $\varphi$  — кут повороту; « $\varphi_{0max}$ » — кут повороту поздовжньої осі автомобіля;  $x_n$ ,  $y_n$  — відповідно довжина і ширина траєкторії;  $per$  — довжина маневру «перестроювання»

Режимний параметр повороту автопотяга істотно залежить від умов, у яких відбувається поворот. Значення режимного параметра залежно від умов руху автопотяга наведені в табл. 5.1, їх можна використовувати для практичних розрахунків за умови, що коефіцієнт зчеплення шин з опорною поверхнею становить не менше 0,6.

Таблиця 5.1. — Режимні параметри повороту автопотягу

Дорожні умови	Умови криволінійного руху		Рад/* <sup>4</sup>
	Радіус повороту	Швидкість руху од., км/ч (м/с)	
Дорога з удосконаленим покриттям поза містом: Прямолінійний рух	250...500	40...60 (11...17)	0,0010...0,0015
Рух на поворотах	Більше 20	25...35 (7...10)	0,005...0,010
Міські перехрестя, ґрунтові дороги і пугівці	8...20	8...25 (2,2...7)	0,010...0,030
Вільні площадки, широкі проїзди	7...20	8...25 (2,2...7)	0,035...0,045
Закриті приміщення, вузькі проїзди	8...15	8...15 (2,2...4,2)	0,050...0,100

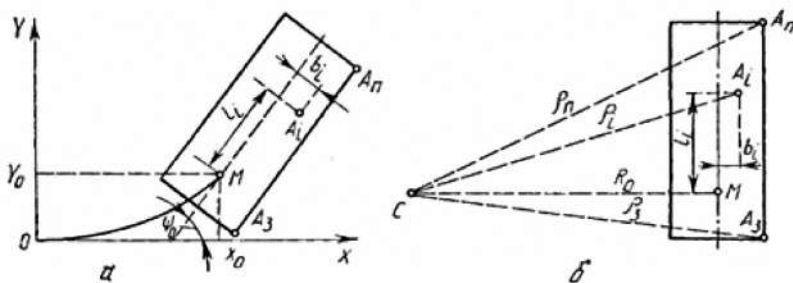


Рис. 5.2. Схеми до визначення радіусів і координат траєкторій будь-якої точки руху автомобіля-тягача:

*a* — на вході в поворот; *б* — при русі по дузі кола;  $A_n A_3$  — відповідно «перед і зад»

## 5.2. Кінематика автомобіля

Чітке розуміння того, як їдуть різні колеса автомобіля в повороті, дозволяє водієві грамотно маневрувати у вузьких місцях. Для наочного прикладу сядьте за кермо і виїжджайте на ділянку, де добре видно сліди автомобіля (на снігу, на ґрунті після калюжі, пилу і т.ін.). Рухайтесь спочатку по прямій, через кілька метрів швидко поверніть колеса до упору і опишіть на автомобілі дугу. Вийдіть і подивіться, які сліди залишені автомобілем. До того часу, доки автомобіль рухався по прямій, він залишав два сліди. Як тільки почався поворот, спостерігається роздвоєння слідів, і в повороті автомобіль залишає чотири сліди. Спостерігаючи за рухом автомобіля, можна побачити, що сліди задніх коліс знаходяться ближче до центра повороту, а сліди передніх — до зовнішньої частини повороту. Зверніть увагу на відстань між слідами переднього і заднього внутрішніх (по відношенню до повороту) коліс. Цю відстань не потрібно міряти в сантиметрах, просто запам'ятайте її приблизно візуально.

Отже, необхідно розібрати суть того, що відбувається. На рис. 5.2 показаний автомобіль, вигляд зверху, передні колеса повернені. У початковий момент часу, коли передні колеса починають рухатися в бік, вони захоплюють передню частину автомобіля в бік. У результаті корпус автомобіля повертається під кутом до свого початкового стану. А через те, що задні колеса завжди жорстко уздовж корпусу, разом із корпусом повернуться і вони. Вони не продовжуватимуть рухатися по прямій аж до місця повороту передніх коліс, і в перший же момент часу також почнуть відхилятися в сторону. Таким чином, автомобіль у повороті рухається трохи напівбоком і залишає чотири сліди, де сліди задніх коліс розташовані ближче до центра повороту. Саме тому можна необережно пом'яти боки при вузьких маневрах, наїхати задніми колесами на перешкоди, які легко минули передні колеса. При всіх маневрах водієві слід оперувати з великою прямокутною коробкою, а не концентруватися лише на тому, аби проїхав капот. Задні колеса при повороті ніби зрізають траєкторію. Різниця між слідом пе-

реднього і заднього внутрішніх (до повороту) коліс (назвемо її величиною зрізання траєкторії) залежить від двох параметрів: відстані між осями автомобіля (база) і кута повороту передніх коліс. База є конструктивним параметром і для цього конкретного автомобіля не змінюється.

Таким чином, максимальне зрізання траєкторії виходить тоді, коли водій повертає колеса до упору. Якщо ви дивилися на сліди, ви бачили максимально можливе зрізання траєкторії вашого автомобіля (оскільки автомобіль розгортався з поверненими до упору колесами). Візуальне знання цієї відстані допомагає водієві заздалегідь прорахувувати можливість того чи іншого маневру. Якщо при під'їзді до перешкоди, яку водій збирається обігнути, він бачить, що відстань до об'єкта більша, ніж максимально можливе зрізання траєкторії його автомобіля, він може повертати колеса до упору вже тоді, коли доїхав до об'єкта передніми колесами. В такому випадку водій, знаючи конструктивні параметри свого автомобіля, може діяти завжди не навмання, а точно і сплановано. Якщо відстань до об'єкта виявляється меншою, водій змушений протягнути по прямій далі і тільки потім повертати, або не повертати колеса до упору. Якщо відстані від автомобіля до об'єкта, який потрібно об'їжджати, практично немає — водій змушений протягувати по прямій аж доти, поки об'єкт не досягне осі задніх коліс, і тільки потім повертати. Немає необхідності проїжджати об'єкт повністю всім автомобілем, достатньо доїхати тільки до осі задніх коліс, адже саме ця точка автомобіля наближається до перешкоди, яку потрібно об'їжджати.

У автомобілів з великою базою величина зрізу траєкторії більша. Особливо це видно на прикладі довгих вантажівок і автобусів, іноді при крутому повороті передня частина такої машини виходить аж на зустрічну смугу, а задні колеса при цьому притираються до бордюру. З тієї ж причини великі міські автобуси роблять із гармошкою, якщо таку довжину зробити жорсткою, автобус не упишеться у жоден поворот. У результаті водієві завжди слід уникати руху поблизу довгого транспортного засобу в крутих поворотах.

Для автомобілів із довгими багажниками (мається на увазі великий задній звис — відстань від осі задніх коліс до заднього габариту) — є й інша проблема. Коли такий автомобіль починає повертати, його корпус повертається на якийсь кут.

Корпус повертається щодо задніх точок опори, тобто все, що попереду задніх коліс, їде в бік повороту, а все, що позаду (тобто «хвіст»), — зміщується в протилежну сторону. Тому якщо водій стоїть впритул до автомобіля з довгим хвостом (як правило, це автобуси), який збирається повертати в протилежну сторону, водієві слід враховувати те, що задня частина цього автомобіля зараз піде на нього. Особливо це стосується трамваїв — у них дуже великі звіси як попереду, так і позаду. Ніколи не притискайтеся до трамваїв на поворотах.

Завжди при маневрах водієві слід пам'ятати, що він знаходиться у великій прямокутній коробці і йому необхідно враховувати рух усіх частин кузова.

Для закріплення матеріалу на прикладі, ви можете поїздити навколо високого об'єкта, наприклад, навколо дерева або стовпа. Спочатку притисніться до нього впритул лівим бортом і по можливості поверніть наліво, для цього вам доведеться проїхати по прямій аж до того моменту, коли до перешкоди доїхали задні колеса автомобіля, і тільки потім повертати. Тепер при під'їзді заздалегідь виберіть таку бічну відстань до перешкоди, яка більша за максимальний зріз траєкторії задніми колесами вашого автомобіля — тепер ви зможете повертати максимально круто, як тільки доїхали до об'єкта передніми колесами. При такому розрахунку дуже важливо доїхати до об'єкта передніми колесами. Якщо ви почнете повертати хоча б на 50 см, раніше — автомобіль зачепить перешкоду при маневрі.

У реальних ситуаціях не завжди вдасться заздалегідь прорахувати бічні відстані до об'єктів, головне для водія пам'ятати — якщо хочете повернути, не притискайтеся до об'єктів, якщо вийшло так, що притулилися — не повертайте.

### **Контрольні запитання**

1. Аналіз кінематики криволінійного руху.
2. Режимний параметр повороту.
3. Форми основних траєкторій криволінійного руху автопотяга.
4. Що таке кінематика автомобіля?
5. Особливості повороту довгомірних автопотягів та автобусів.

## МОДУЛЬ 2

### Тема 6. Особливості конструкцій та експлуатації гальмівних систем автопотягів

#### 6.1. Гальмівні системи автопотягів

Тенденція до збільшення швидкості руху та підвищення вантажопідйомності автомобільних поїздів приводить до підвищення вимог до якості їх гальмівних систем.

У співвідношенні з існуючими стандартами будь-який транспортний засіб, у тому числі і автомобільні поїзди, повинні бути обладнані трьома тормозними системами: робочою, стоянковою і запасною. Великовантажні автотранспортні, а також транспортні засоби, які переважно працюють у гірській місцевості, повинні мати допоміжну гальмівну систему.

До гальмівних систем ставляться вимоги щодо забезпечення необхідної ефективності гальмування, що оцінюється гальмівним шляхом і сповільненням, а також стійкістю автопотяга в процесі гальмування. Стійкість повинна зберігатися при виході з ладу частини гальмівної системи. При відриві причіпної ланки від тягача гальмівна система, встановлена на причепі, має забезпечувати його зупинку. Дозволяється не мати спеціальної гальмівної системи на одноосьових причепах, маса яких не перевищує 750 кг, за умови, що маса тягача в спорядженому стані, з яким експлуатується цей причіп, перевищує в два чи більше раз масу причепа. В особливих випадках допускається експлуатація одно- і двовісних причепів масою до 2,5 т без гальмівних систем за вимоги, що їх маса не перевищує 65% маси тягача в спорядженому стані. Гальмівні системи автопотягів, як і одиничних автомобілів, складаються з гальмівних механізмів і гальмівного приводу. Гальмівні механізми, що використовуються на автопотягах і одиничних автомобілях, виконуються конструктивно однаково. Гальмівні приводи автопотягів мають деякі особливості, обумовлені необхідністю забезпечувати одночасне управління гальмами тягача і причепа.

Особливі вимоги до гальмівних систем автопотягів визначені принциповими відмінностями в характеристиках галь-

мувань автомобільного поїзда і одиничного автомобіля. При вивченні динаміки гальмування одиничного автомобіля приймалося, що гальмівні моменти на всіх мостах починають наростати одночасно. Таке допущення не може бути прийнято при вивченні динаміки гальмування автомобільного поїзда, оскільки внаслідок великої протяжності магістралей гальмівного приводу час запізнювання спрацьовування гальмівних механізмів коліс причепа виявляється істотно більшим, за аналогічний час для мостів тягача. Наявність же окремих шарнірнозчленованих ланок, що мають можливість створювати відносні повороти в горизонтальній площині, створює умови для втрати стійкості автопоїзда при гальмуванні.

Уповільнення автомобільного поїзда може бути знайдено з розгляду схеми сил, що діють на нього під час гальмування. Така схема показана на рис. 6.1.

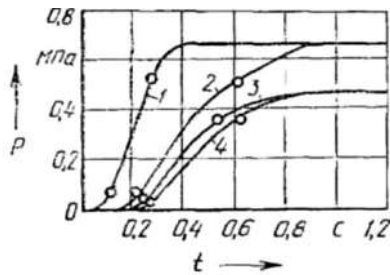


Рис 6.1. Динамічна характеристика пневматичної гальмівної системи автопоїзда

При складанні схеми прийнято звичайне для цього випадку допущення про симетричність всіх сил, що діють на автопоїзд. Приймається також допущення, що в поздовжній площині тягач і причіп не мають відносних переміщень.

З принципової точки зору гальмівні діаграми одиничного автомобіля і автопоїзда однакові: при виникненні ситуації, яка змушує водія гальмувати, водій оцінює обстановку і переносить ногу з педалі подачі палива на гальмівну педаль. Цей процес триває впродовж деякого часу, який називається «час реакції водія». Тривалість часу реакції водія 0,5...1,5 с. Процес

безпосереднього гальмування починається з моменту постановки водієм ноги на гальмівну педаль. Уповільнення автопотяга наростає не відразу з моменту початку натискання гальмівної педалі, а через деякий проміжок часу, потрібний для передачі тиску від головного гальмівного циліндра до виконуючого механізму колісних гальм, вибору зазорів і деформації елементів приводу та гальмівних механізмів. Проміжок часу від моменту постановки водієм ноги на гальмівну педаль до моменту, з якого починається наростання сповільнення автопотяга, *називається часом запізнювання гальмівного приводу*. Час, протягом якого сповільнення автопотяга стає сталим, називається *часом наростання уповільнення*. Наступний етап гальмування умовно вважається гальмуванням *зі сталим уповільненням*. Однією з характерних особливостей процесу гальмування автомобільного поїзда є і одночасність спрацьовування гальмівних механізмів різних мостів, що впливає на характер наростання уповільнення і стійкість автопотяга.

Характер зміни уповільнення за часом може бути оцінений за динамічною характеристикою гальмівної системи автопотяга (рис. 6.2, *a*). Ця характеристика становить залежність зміни тиску у виконуючих механізмах гальмівної системи від часу гальмування при різкому натисканні на гальмівну педаль. За початок гальмування прийнятий момент, що відповідає початку натискання на гальмівну педаль. З графіка видно, що найбільш швидко починає збільшуватися тиск в гальмівних камерах переднього моста якнайближче розташованих до гальмівного крана (крива 1), потім у задніх гальмівних камерах тягача (крива 2) і гальмівних камерах причепа (криві 3 і 4).

Початок наростання тиску в гальмівних камерах або циліндрах не збігається з початком наростання сповільнення автопотяга, оскільки для деформування стягувальних пружин і переміщення колодок до дотику їх із гальмівними барабанами потрібно деяке зусилля. Тому за час запізнювання гальмівного приводу зазвичай беруть час від початку гальмування (початку дії на гальмівну педаль) до моменту, коли тиск у виконавчому механізмі гальма (гальмівній камері або гальмівному циліндрі)

становитиме 0,1% від тиску, який має установитися в цьому механізмі при повному приведенні в дію органа управління.

При експериментальних випробуваннях гальмівних властивостей автопотягів важко точно встановити момент, у який їх уповільнення слід розглядати як стале. Тому швидкодія приводу оцінюється часом спрацювання гальмівного приводу, що дорівнює проміжку від початку гальмування до моменту, коли тиск у виконавчому механізмі становитиме 0,75% від максимального в цьому механізмі при повному приведенні в дію органа управління (повному натисканні на гальмівну педаль). Максимальний допустимий час спрацювання гальмівного приводу регламентується нормативними документами. При пневматичному гальмівному приводі час спрацювання найбільш віддаленого від органа управління гальмівного механізму тягача має не перевищувати 0,6 с. У сполучній головці керуючої магістралі причепа тиск, що становить 0,1% і 0,75% від максимального при повному гальмуванні, має встановитися не пізніше як через 0,2% і 0,4% відповідно. Час наростання тиску до 0,75% від максимального в найбільш несприятливо розташованому гальмівному механізмі причепа, відрахований від моменту, при якому тиск у сполучній магістралі встановлюється 0,1 від максимального, має не перевищувати 0,4 с. Отже, загальний час спрацювання гальмівного приводу причепа також має не перевищувати 0,6 с.

Гідравлічний гальмівний привід спрацює за більш короткий час, ніж пневматичний. Тому нормативними документами визначається тільки допустимий час роз'єднання гальмівних приводів тягача і причепа: запізнювання гальмування причепа щодо гальмування тягача не повинно перевищувати 0,2 с, а якщо є випередження, воно не повинно бути більше 0,1 с.

На рис. 6.2, б показані точки, за якими перевіряється швидкодія гальмівного приводу. Використовуючи динамічну характеристику приводу, при відомій конструкції гальмівного механізму можна визначити оціночні параметри гальмівних властивостей автопотяга.

З достатньою для практичних цілей точністю можна вважати, що гальмівний момент, який розвивається гальмівним

механізмом, пропорційний надлишковому тиску в гальмівній камері або гальмівному циліндрі.

Гальмівна сила, створювана всіма мостами автопотяга, може бути знайдена підсумовуванням гальмівних сил на окремих мостах. При розрахунках слід враховувати, що гальмівний момент колісних гальм моста і відповідно гальмівна сила на ньому можуть виникати тільки через проміжок часу, що дорівнює часу сповільнення гальмівного приводу цього моста. На рис. 6.2, б показано зміну в часі уповільнення автопотяга і діючих на його мостах гальмівних сил.

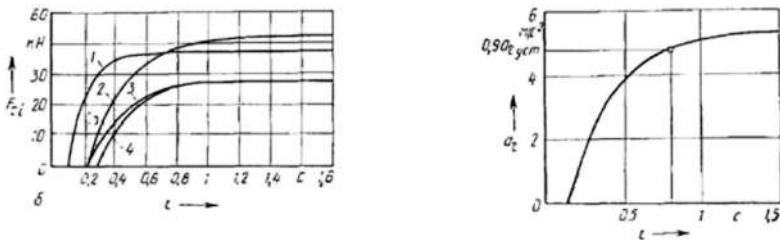


Рис. 6.2. Зміна гальмівних сил мостів автопоїзда (а) та його сповільнення (б) при різкому натисненні на гальмівну педаль:

1 — гальмівні сили переднього моста тягача; 2 — гальмівні сили задніх мостів тягача; 3 — переднього моста причепа; 4 — заднього моста причепа

У ряді випадків, особливо при екстрених гальмуваннях у несприятливих дорожніх умовах, спостерігається втрата курсової стійкості автопотяга: поздовжні осі тягача і причепа або напівпричепа відхиляються на певний кут від напрямку траєкторії руху. Відбувається так зване «складання» автопотяга. Якщо відхилення поздовжніх осей виявляються значними, можливий вихід автопотяга за габаритну смугу руху або на смугу зустрічного руху, що створює передумови для аварійних ситуацій. Втрата стійкості автопотяга може статися під дією зовнішніх сил, що прагнуть розгорнути ланки автопотяга. Сили, що діють на автопотяг при гальмуванні і визначають

його стійкість. Поздовжня вісь тягача повертається відносно траєкторії руху автопотяга на кут  $Y$ . У реальних умовах це відхилення може виникати внаслідок відмінності гальмівних сил, що діють уздовж бортів тягача або причепа (в тому числі і внаслідок неоднаковості зчіпних властивостей доріг), повороту або самоповороту керованих коліс тягача при гальмуванні, дії бічних сил, схилу дороги і ряду інших причин. Кутове зміщення поздовжніх осей причепа (напівпричепа) також має місце при гальмуванні автопотяга на повороті. В цьому випадку автопотяг рухається під дією інерційних сил  $F_T$  і  $F_{np}$ . Силами опору є гальмівні сили:  $P_T$  і  $P_{np}$ . Оскільки, крім поступального руху, ланки автопотяга здійснюють обертальний рух, на систему діють інерційні моменти  $M_T$  і  $M_{np}$  та в зонах контакту коліс з опорною поверхнею виникають бічні реакції дороги  $Y_T$  і  $Y_{np}$  (\* — номер моста автопотяга). У зчіпному пристрої діє сила  $F_c$ , яку будемо називати силою в зчепленні. Вона може бути розкладена на дві складові —  $P_{cx}$  і  $P_{cy}$ .

Розглянемо рух автопотяга в горизонтальній площині (рис. 6.3), розрахункова система матиме чотири степені вільності: три степені вільності у тягача ( $x, y, z$ ) і одну ступінь вільності у напівпричепа ( $v$  — кут повороту поздовжньої осі напівпричепа відносно до осі тягача). Відповідно до викладеного руху цієї системи, що описується диференційними рівняннями другого порядку, ці рівняння можуть бути складені шляхом підсумовування сил, що діють уздовж осей координат  $x$  і  $y$  та моментів щодо центрів мас тягача і причепа.

Умови, за яких відбувається втрата стійкості автопотяга, можуть бути визначені шляхом вирішення зазначених рівнянь на ЕОМ. Для якісної оцінки впливу основних конструктивних параметрів автопотяга на його стійкість розгля-

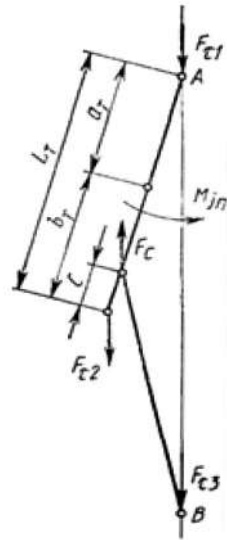


Рис. 6.3. Схема для оцінювання стійкості автопоїзда

немо спрощену схему гальмування автопотяга (рис. 6.3.). При складанні схеми прийнято такі припущення. Гальмівні сили під правими і лівими колесами мостів автопотяга однакові і тому можуть бути замінені резульгуючими, що діють уздовж поздовжньої осі тягача і напівпричепа. У процесі гальмування тягач і причіп здійснюють поступальний і обертальний рухи. При цьому в початковий момент поздовжня вісь тягача відхилена від напрямку траєкторії руху на малий кут  $y$ . Миттєвий центр повороту тягача в обертальному русі збігається з серединою передньої осі тягача, а миттєвий центр повороту напівпричепа — з серединою його моста. Ці припущення можливі, тому що поздовжні складові векторів швидкостей передніх коліс тягача і коліс напівпричепа виявляються значно більшими за поперечні. Тому при аналізі якісної картини втрати стійкості автопотяга виявляється можливим знехтувати переміщенням цих мостів у поперечному напрямку. Будемо також вважати, що сили опору коченню і опору повітря значно менші за гальмівні сили, а коефіцієнт обліку оберткових мас автопотяга близький до одиниці.

Момент опору розвороту тягача визначається реакціями дороги в опорній площині та інерційним моментом тягача. Плече, на якому діє поздовжня реакція дороги, створюючи момент опору повороту тягача щодо точки  $F_C$ , мале. Тому момент, створюваний цією силою, також малий. Основний опір розвороту тягача надає бічна реакція дороги, причому можливе значення бічної реакції, а відповідно і моменту опору повороту тягача, на певній дорозі залежить від гальмівної сили. При блокуванні коліс заднього моста тягача цей момент різко зменшується, наближуючись практично до нуля. Таким чином, основною причиною складання автопотяга при гальмуванні є набігання причепа (напівпричепа) на тягач. Тому значення сили в зчепленні, що виникає при гальмуванні автопотяга, можна розглядати як один з оціночних критеріїв його стійкості. Найменше значення сили в зчепленні при ефективності гальмування виходить при синхронному гальмуванні всіх мостів напівпричепа.

## 6.2. Гальмівні приводи автопотягів

У гальмівних системах автопотягів набули поширення пневматичні гальмівні приводи. З'єднання гальмівних магістралей тягача і причепа при складанні поїзда здійснюється найбільш просто саме таким приводом. Через складність з'єднання гальмівних магістралей ланок гідравлічні гальмівні приводи на автопотягах практично не використовують. На автомобільних поїздах малої маси іноді застосовують інерційні гальмівні приводи причепів. Принцип роботи таких приводів полягає в тому, що при набіганні причепа на тягач спеціальним пристроєм вмикаються гальма причепа. При цьому інтенсивність гальмування причепа залежить від інтенсивності його набігання на тягач. Основною перевагою такого приводу є простота конструкції, однак він має низку недоліків. У процесі гальмування штовхальна сила від причепа передається на тягач, що погіршує стійкість автопотяга. Оскільки причіп гальмується тільки після зменшення швидкості тягача, неминучим є запізнювання початку гальмування причепа щодо початку гальмування тягача, що призводить до збільшення гальмівного шляху. Недоліком інерційного приводу є також те, що гальма причепа можуть вмикатися при русі автопотяга по дорозі з нерівностями. Тому інерційна гальмівна система використовується тільки на причепах і напівпричепах, у яких повна маса не більше 3,5 т, за умови, що вона становить не більше 75 % повної маси автомобіля-тягача. В цьому випадку масу напівпричепа розуміють як масу, навантаження від якої передається на мости напівпричепа. Маса, навантаження від якої передається на сидельний пристрій, належить до маси автомобіля-тягача.

Останнім часом проводяться інтенсивні дослідно-конструкторські роботи, спрямовані на створення електропневматичних гальмівних приводів, що включають дві системи: керуючу електронну і виконавчу пневматичну. Завдяки цьому стає можливим значно підвищити швидкодію гальмівних систем, а також забезпечити оптимальні закони і послідовність наростання гальмівних моментів на мостах автопотягів. Пер-

ші пневматичні гальмівні приводи склалися з компресора, регулятора тиску, ресивера, гальмівного крана і виконавчих механізмів — гальмівних камер, або гальмівних циліндрів, а привід автопотяга додатково вмикав кран керування гальмами причепа на тягачі і розподільник повітря на причепі. Об'єднання гальмівних систем тягача і причепа здійснювали сполучною магістраллю. Останнім часом гальмівні системи автомобілів і автопотягів значно ускладнилися, що пов'язано з підвищенням вимог до ефективності і надійності гальмівних систем, а також із необхідністю використання стисненого повітря для забезпечення роботи інших пристроїв.

У гальмівній системі причепа або напівпричепа є ресивер із запасом стисненого повітря, що використовується для гальмування причепа. Стиснене повітря надходить у ресивер причепа з гальмівної магістралі тягача. Керування подачею повітря з ресивера у виконавчі механізми гальмівної системи причепа проводиться повітродозподільником. Залежно від способу подачі повітря в ресивер причепа і керування процесом гальмування, гальмівні приводи автопотягів поділяються на однопровідні і двопровідні.

При однопровідному приводі тягач і причіп з'єднуються однією пневматичною магістраллю. Якщо гальмування автопотяга не проводиться, по цій магістралі стиснене повітря з гальмівної системи тягача надходить у ресивер причепа. При гальмуванні стиснене повітря випускається зі сполучної магістралі, спрацьовує встановлений на причепі повітродозподільник. Внаслідок цього повітря з ресивера причепа надходить до гальмівних механізмів. У гальмівних системах з однопровідним приводом повітродозподільником забезпечується зворотна така дія: тиск повітря, що надходить в гальмівний механізм, пропорційний зниженню тиску в гальмівній магістралі. При відриві причепа сполучно магістраль обривається, тиск повітря в ній стає рівним атмосферному, і причіп сповільнюється.

Якщо гальмівний привід двопровідний, тягач і причіп з'єднуються двома магістралями: по одній стисне повітря по-

дається в ресивери причепа, а друга є керуючою. Якщо гальмування не здійснюється, тиск у керуючій магістралі відсутній. При гальмуванні тиск у керуючій магістралі встановлюється рівним тиску в гальмівній магістралі тягача. У таких системах застосовують повітродозподільні клапани зі спостережною системою прямої дії: повітродозподільний клапан встановлює тиск повітря, що надходить у гальмівні механізми причепа, рівним тиску в керуючій магістралі. Повітродозподільник забезпечує також подачу повітря з ресивера причепа до гальмівних механізмів при обриві живильної магістралі.

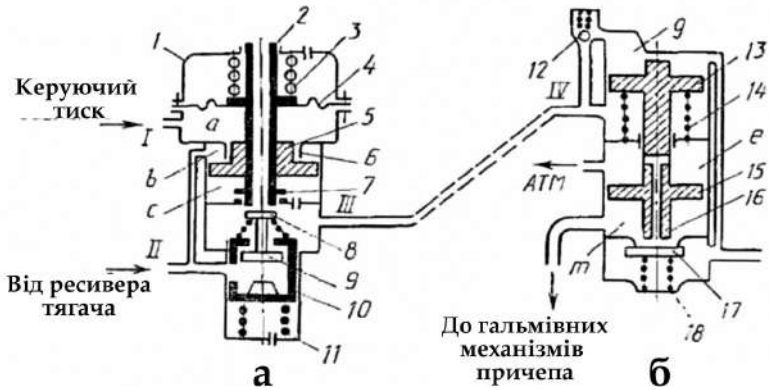


Рис. 6.4. Принципова схема однопровідного гальмівного приводу:  
 а — клапан керування гальмами причепа; б — клапан розподільник повітря

Однопровідний привід має меншу кількість приладів і меншу довжину трубопроводів, тобто є простішим і дешевішим порівняно з двопровідним. Він тривалий час застосовувався в нашій країні і в деяких країнах Західної Європи. Однак йому властиві деякі недоліки. Під час гальмування автопотяга припиняється подача повітря в ресивери причепа, тому при багаторазових гальмуваннях, наприклад тривалих спусках, тиск у ресиверах причепа може значно зменшитися, що призведе до зниження ефективності гальмування. Однопровідний привід порівнянно з двопровідним має також більший час

спрацьовування. Це пояснюється тим, що регулювання тиску в гальмівних механізмах причепа здійснюється шляхом його зменшення.

Наповнення ж повітрям певної ємності до заданого тиску відбувається зазвичай в 1,5...2,5 рази швидше, ніж її спорожнення. При однопровідному приводі тиск повітря в ресиверах причепа має бути обов'язково нижчим від тиску в ресиверах тягача. Розміри гальмівних механізмів причепа і тягача однакові, ефективність гальмування причепа буде нижчою за ефективність гальмування тягача. При однопровідному приводі керування гальмівною системою причепа може проводитися спеціальною секцією гальмівного крана або клапаном, пов'язаним із гальмівною системою тягача. Якщо керування здійснюється секцією гальмівного крана, останній виконується двосекційним: одна секція служить для керування гальмами причепа, а друга — гальмами тягача. Секція гальмівного крана або клапан керування гальмами причепа забезпечує надходження стисненого повітря з гальмівної магістралі тягача в гальмівну магістраль причепа при відпущеній педалі гальма і зниженні тиску в з'єднувальній магістралі, з утриманням педалі. Причому зниження тиску в з'єднувальній магістралі має бути пропорційним його зростанню в гальмівній магістралі тягача.

Принципова схема, що ілюструє роботу однопровідного гальмівного приводу, показана на рис. 6.4. До клапана керування гальмами причепа підводиться керуючий тиск від гальмівної магістралі причепа до виводу II, а вивід III з'єднаний з виводом IV клапаном-розподільником повітря, встановленим на причепі. Якщо педаль гальма відпущена, вивід I за допомогою крана керування з'єднується з атмосферою. Під дією пружини 3 шток 2 разом із діафрагмою 4 знаходяться в нижньому положенні. Вивід II через відкритий клапан 9 з'єднаний із входом III: по з'єднувальній магістралі стиснене повітря передається до входу IV повітророзподільника причепа. Одночасно стиснене повітря надходить у порожнину видачі та порожнину С. Тиск у них однаковий, однак через те, що площа

поршня, на яку впливає тиск стисненого повітря в порожнині  $c$ , більша, ніж у порожнині  $b$ , поршень переміщається вверх до упору в кришку 6. При досягненні тиску в з'єднувальній магістралі близько 0,5 МПа клапан 10 переміщається вниз, стискаючи пружину I, перекриває впускний канал і припиняє подачу повітря в з'єднувальну магістраль. При зниженні тиску повітря в з'єднувальній магістралі клапан 10 під дією пружини 11 піднімається і знову відкриває впускне вікно. Таким чином, підтримується постійний тиск у з'єднувальній магістралі (близько 0,5 МПа). У цьому випадку шток 2 знаходиться в нижньому положенні.

У процесі гальмування автомобіля стиснене повітря від гальмівного крана подається до гальмівних камер тягача і до виводу клапана керування гальмами причепа. Це призводить до того, що тиск у порожнині  $a$  зростає і діафрагма 4, стискаючи пружину 3, переміщує шток 2 уверх. При переміщенні штока уверх клапан 9 притискається до сидла клапана 10 і перекривається з'єднання між вводами II і III. Подальше переміщення штока уверх призводить до того, що його сидло відривається від клапана 8, і ввід III (через отвір у штоці з'єднується з атмосферою. Тиск у з'єднувальній магістралі при цьому зменшується. Пропорційна залежність між наростанням тиску в порожнині  $a$  й зниженням тиску в з'єднувальній магістралі (що слідує) забезпечується поршнем 5. Зі зменшенням тиску в порожнині виводу III знижується тиск у порожнині  $c$ . При цьому поршень під дією тиску в порожнинах  $a$  і  $b$  переміщується вниз до упору 7 на штоку 2. В результаті цього шток 2 займе положення, в якому забезпечується рівновага сил, що діють на нього знизу і зверху. Перемістити поршень вниз прагнуть зусилля пружини 3, а також зусилля, зумовлені тиском у порожнинах  $a$  і  $b$  уверх — зусилля діафрагми і тиск в порожнині  $c$ . З цього випливає, що при збільшенні тиску в порожнині  $A$  стан рівноваги буде в тому випадку, якщо тиск у порожнині  $3$  буде зменшуватися. Під час гальмування ввід I з'єднується з атмосферою. Тиск у порожнині  $a$  зменшується, шток 2 під дією силової пружини 3 і тиску в по-

рожнині *b* переміщається вниз, клапан 8 закривається. При подальшому переміщенні штока вниз клапан 9 відкривається, сполучаючи виводи II і III. Виводи II і III клапана керування з'єднані. Стиснене повітря через ввід IV розподільного крана причепа, зворотний клапан 12 надходить у ресивер причепа. При цьому клапан 17 пружиною 18 притиснутий до свого гнізда, а порожнина Т через отвір в штоці 16 з'єднана з порожниною Е та атмосферою. Оскільки тиск на обидві сторони поршня 13, закріпленого на штоку 15, однаковий, він під дією пружини 14 займає верхнє положення. При зменшенні тиску в з'єднувальній магістралі клапан 12 закривається, і тиск у порожнині д стає більший від тиску під поршнем 13. Внаслідок цього шток 16 переміщається вниз, стикаючись із клапаном 17, від'єднує порожнину Т від атмосфери. При подальшому переміщенні шток відкриває клапан 17. У результаті цього стиснене повітря з ресивера причепа починає надходити в гальмівні камери. При цьому на шток 16 діють сили, обумовлені відмінністю тисків у порожнині m і з'єднувальній магістралі, з одного боку, та перевищенням тиску в порожнині, з іншого. Шток буде знаходитися в рівновазі, якщо ці сили будуть однакові. Тому зменшення тиску в з'єднувальній магістралі буде спричиняти збільшення тиску, що підводиться до гальмівних камер причепа. При відпусканні педалі гальма, як це було показано раніше, тиск у з'єднувальній магістралі тягача і причепа зростає. Це приводить до підйому штока 16, закриття клапана 17 і поєднання гальмівних камер з атмосферою. Гальмівні механізми причепа вимикаються, а стиснене повітря з гальмівної системи тягача по з'єднувальній магістралі через зворотний клапан 12 надходитиме в ресивер причепа.

Схему сучасного комбінованого гальмівного приводу автотоптяга наведено на рис. 6.5.

Привід складається з живильної частини Ж, переднього і заднього контурів робочої гальмівної системи (ПК і ЗК відповідно), запасного контуру і системи стоянки (ЗС), контура приводу гальм причепа (ПП), контуру приводу допоміжної гальмівної системи і живлення споживачів (В), приводу керування гальмами причепа.

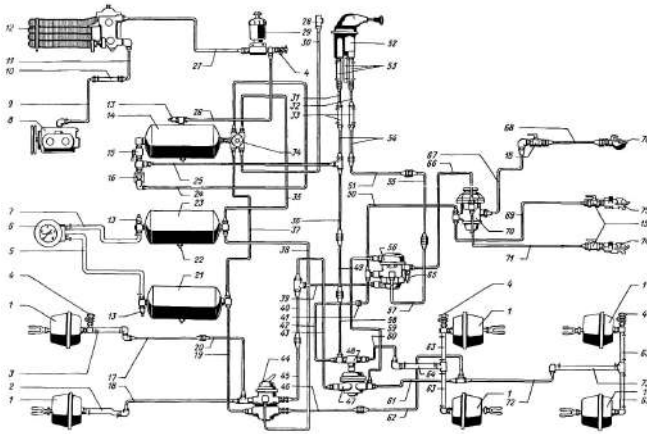


Рис. 6.5. Схема гальмівного приводу КрАЗ-6322, КрАЗ-63221, КрАЗ-6446:

1 — гальмівні камери; 2 — шланг до передньої лівої гальмівної камері; 3 — шланг до передньої правої гальмівної камері; 4 — клапан контрольного виводу; 5 — шланг; 6 — манометр двострілочний; 7 — шланг; 8 — компресор; 9 — трубка від компресора до вологомастиловідділювача передня; 10 — шланг сполучний; 11 — трубка від компресора задня; 12 — волого маслорозділювач з регулятором тиску; 13 — датчик зниження тиску; 14 — ресивер; 15 — кран роз'єднувальний; 16 — двомагістральний перепускний клапан; 17 — трубка до правої гальмівної передньої камері; 18 — трубка до лівої передньої гальмівної камері; 19 — трубка до нижньої секції гальмівного крана; 20 — трубка до правої передньої гальмівної камері; 21 — ресивер; 22 — клапан зливу конденсату; 23 — ресивер; 24 — трубка від чогириконтурного захисного клапана до двомагістрального перепускного клапана; 25 — трубка повітряна від двомагістрального перепускного клапана до трійника; 26 — трубка до конденсаційного ресивера; 27 — трубка до регулятора тиску; 28 — трійник; 29 — протизамерзатель; 30 — трубка сполучна; 31 — трубка до крана гальмівного зворотного дії; 32 — трубка повітряна; 33 — шланг сполучний; 34 — чогириконтурний захисний клапан; 35 — трубка до ресивера першого контуру; 36 — трубка; 37 — трубка до ресивера другого контуру; 38 — трубка до верхньої секції гальмівного крана; 39 — трубка до гальмівного крану причепа з двопровідним приводом; 40 — трубка; 41 — кляммер; 42 — трубка; 43 — трубка; 44 — кран гальмівної; 45 — трубка від гальмівного крана; 46 — трубка; 47 — кран прискорюючий; 48 — клапан перепускний двомагістральний; 49 — трубка; 50 — трубка; 51 — трубка; 52 — кран гальмівної зворотної дії з ручним управлінням; 53 — шланг; 54 — трубка; 55 — трубка; 56 — клапан двопровідного приводу гальм причепа; 57, 58, 59 — трубки; 60, 61, 62 — трубки; 63 — шланг; 64 — шланг; 65 — датчик гальмування; 66, 67, 68, 69 — трубки; 70 — кран гальмівної однопровідного приводу гальм причепа; 71, 72 — трубки; 73 — шланг; 74, 75 — головки з'єднувальні двопровідного приводу гальм причепа; 76 — головка сполучна автоматична однопровідного приводу гальм причепа

Живильна частина приводу складається з компресора 1, вологовіддільника 2, регулятора тиску 3, антизаморожувача 4 і конденсаційного балона 5. Стиснене повітря з конденсаційного балона через одинарний захисний клапан 6 надходить у ресивер допоміжної гальмівної системи, а через подвійний захисний клапан 7 — в ресивери переднього і заднього контурів робочої гальмівної системи. Захисними клапанами пошкоджений контур від'єднується від живильної частини. Передній і задній контури робочої гальмівної системи включають ресивери, подвійний захисний клапан, гальмівний кран, регулятор гальмівних сил, прискорювальний клапан і гальмівні камери передніх і задніх мостів. Гальмівна педаль пов'язана з гальмівним краном.

Стоянкова і запасна гальмівні системи включають кран керування, два одинарних захисних, два зворотніх клапани, двомагістральні і прискорювальні клапани, енергоакумулятори. Пружинні енергоакумулятори 19 конструктивно об'єднані з гальмівними. При стоянці автомобіля підпоршневий простір енергоакумуляторів 19 за допомогою прискорювального клапана 15 і крана керування 21 з'єднується з атмосферою. Внаслідок цього пружинами енергоакумуляторів загальмовуються колеса середнього і заднього мостів тягача. Перед початком руху поворотом рукоятки крана 21 через двомагістральний клапан 20 подається стиснене повітря до прискорювального клапана 15. При спрацюванні останнього стиснене повітря подається в підпоршневий простір енергоакумуляторів 19. Стиснене повітря може бути подане з ресиверів переднього і заднього контурів робочої гальмівної системи в стоянкову гальмівну систему через одинарні захисні клапани 17 і зворотні клапани 18. Запасна гальмівна система: кран 21 забезпечує зв'язок між кутом повороту рукоятки керування і зменшенням тиску в підпоршневих просторах енергоакумуляторів. Двомагістральний клапан 20 виключає можливість використання резервної системи за наявності тиску в задньому контурі робочої гальмівної системи і тим самим можливості подвійного впливу на гальмівні механізми середнього і заднього мостів тягача.

Контур приводу гальм причепа включає клапани приводу гальм причепа за двопровідною і однопровідною схемами, з'єднувальні головки і роз'єднувальні крани. Клапан приводу гальм причепа за двопровідною схемою 22 має два входи прямої дії *a* і *з* від обох секцій гальмівного крана і один вхід зворотної дії *в* від ручного крана керування стоянкової і запасної гальмівних систем. Конструкція клапана забезпечує зростання тиску на його виході *e* при збільшенні тиску в контурах робочої гальмівної системи тягача або зменшенні тиску в контурі стоянкової (запасної) гальмівної системи. Вихід клапана *e* з'єднаний зі входом клапана керування гальмами причепа за однопровідною схемою. В результаті цього тиск на виході клапана 22 виявляється керуючим для клапана 28. У ресивери причепа і до клапанів керування гальмами причепа по двопровідній і однопровідній схемах повітря подається з ресиверів тягача через два захисні 17 і два зворотні 18 клапани. Така система забезпечує подачу повітря в ресивер причепа з будь-якого контуру робочої гальмівної системи. Механізми приводу гальма причепа розміщені безпосередньо на напівпричепі. В цьому випадку привід виконаний двоконтурним за двопровідною схемою. Перший контур призначений для керування гальмами переднього моста, а другий контур — середнього і заднього мостів. Кожен контур має повітророзподільний кран і електромагнітний клапан. У ресивери напівпричепа стиснене повітря надходить із ресиверів тягача через з'єднувальну головку, магістральний фільтр, роз'єднувальні крани і розподільники повітря. Керуючий тиск від виходу *e* клапана 22 через з'єднувальні головки, магістральний фільтр також подається до повітророзподільного клапана. При зростанні тиску в керуючій магістралі стиснене повітря через повітророзподільні клапани і канали електромагнітних клапанів 29 надходить у гальмівні камери мостів напівпричепа. При цьому тиск повітря, що надходить у гальмівні камери мостів напівпричепа, пропорційний тиску повітря, що надходить на вхід повітря розподільного клапана. Оскільки напівпричіп може мати різне навантаження, для забезпечення ефективного гальмування

в керуючій магістралі встановлений регулятор гальмівних сил, який зменшує тиск повітря, що надходить на повітря розподільного крана при зниженні навантаження на напівпричіп.

Електронна керуюча система розглянутого приводу (рис. 6.6) включає два датчика тиску (електроманометри) 8, 15, встановлених поблизу з'єднувальної головки і гальмівних камер, електронний блок 14 і модулятор. Крім того, в системі є два електромагнітних клапани 9, 10, призначених для вимкнення пневматичної системи керування і увімкнення електронної. Обидва клапани працюють від датчика стоп-сигналу. При його спрацьовуванні клапаном 9 закривається керуюча пневматична магістраль. Завдяки цьому в зоні з'єднувальної головки керуючої пневматичної магістралі зростає темп підвищення тиску внаслідок зменшення об'єму повітря, що стискається. Одночасно клапаном 10 ресивер з'єднується з модулятором. Саме модулятором, що складається з двох електромагнітних клапанів, через повітророзподільний клапан можуть з'єднуватися гальмівні камери з ресивером, атмосферою чи перекривається залежно від напруги, що подається електронним блоком 14 в обмотки

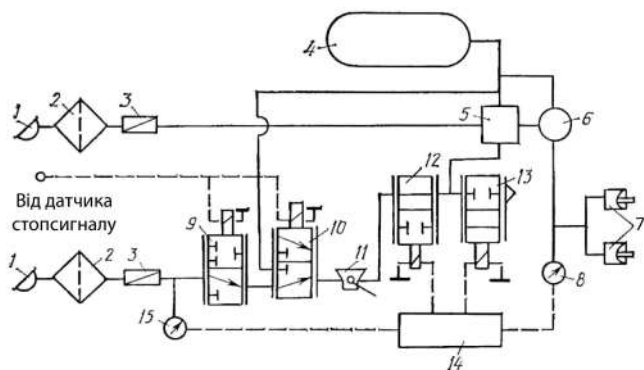


Рис. 6.6. Принципова схема електропневматичного гальмівного приводу моста довгобазового причепа:

1 — з'єднувальна головка; 2 — магістральний фільтр; 3 — роз'єднувальний клапан; 4 — ресивер; 5, 6 — відповідно повітророзподільник і електромагнітний клапан; 7 — гальмівні камери; 8, 15 — електроманометри; 9, 10 — двопозиційні клапани; 11 — регулятор гальмівних сил; 12, 13 — клапани модулятора; 14 — електронний блок

електромагнітів клапанів. Електронна система працює так. У початковий момент гальмування від датчиків стоп-сигналу подається напруга на обмотки електромагнітних клапанів 9, 10. При їх спрацьовуванні пневматична керуюча магістраль закривається, а стиснене повітря з ресивера надходить до модулятора.

Габаритна смуга руху автопотяга являє собою площу опорної поверхні, обмежену проекціями траєкторій габаритних точок, зовнішньої і внутрішньої по відношенню до миттєвого центру кривизни повороту автопотяга. Такими точками можуть бути крайні точки переднього або заднього буфера, бічного борту напівпричепа та ін. Габаритна смуга руху формується основною траєкторією і зсувом траєкторій причіпних ланок від основної. При коловому русі автопотяга ширина габаритної смуги руху

$$B_r = [(R_0 + 0,5B_0)^2 + (L_0 + C_0')^2]^{1/2} - R_0 + 0,5B_n + C_k \quad (6.1)$$

де  $R_0$  — радіус повороту ведучої точки автомобіля-тягача;  $L_0$  — База автомобіля-тягача;  $C_0'$  — передній звис автомобіля-тягача;  $B_n$  — габаритна ширина найширшої причіпної ланки;  $C_k$  — зсув траєкторії основної точки (середини заднього моста) причіпної ланки по відношенню до основної траєкторії. Для автопотягів, за винятком сідельних автопотягів із довгобазовими напівпричепами з керованими колесами і лісовозними розпусками з хрестоподібною зчіпкою

$$C_k = R_0 - (R_0^2 + C_0^2 - U^2 L_2^2)^{1/2} \quad (6.2)$$

де  $U^2$  — коефіцієнт, який визначається згідно з табл. 6.1 залежно від типу транспортної ланки і наявності некерованих коліс або осей (ланка першого ряду) і керованих коліс або осей (ланка другого ряду).

Зазначені в таблиці 6.1 передаточні відношення прямого  $i_n$  і зворотного зв'язків 10 визначаються за формулами:

$$i_n = \gamma_1 / \gamma'_k; i_0 = \gamma_2 / \gamma'_k; \quad (6.3)$$

де  $\gamma_1$  — кут формування;  $\gamma'_k$  — кут між вертикальною площиною середовищного поворотного колеса цієї ланки причепа і поздовжньою вертикальною площиною симетрії з'єднувальної ланки;  $\gamma_2$  — кут між поздовжніми осями ланок двовісного причепа.

Наведені в табл. 6.1 формули для двовісних причепів можна використовувати при  $i_0 > 1$ . Для розрахунку кругової габаритної смуги руху сідельного автопоїзда використовують схему, наведену на рис. 6.7. Щоб наочніше уявити вплив довжини бази напівпричепа і його заднього звису на вписуємість напівпричепа в габаритні смуги автомобіля-тягача, на рисунку показані чотири варіанти (I... IV) можливих поздовжніх різниць моста напівпричепа.

Таблиця 6.1. — Значення коефіцієнта

Тип транспортної ланки	Задній звис автомобіля	База	Коефіцієнт $U^2$ для ланки	
			Першого роду	Другого роду
Напівпричіп	$C_0=0$	$L_1$	1	$1 - 2i_n$
Одновісний причіп	$C_0>0$	$L_1$	1	$1 - 2i_n + 2(1 - i_n) \frac{C_0}{L_1}$
Двовісний причіп	$C_0>0$	$L_2$	$1 - (\frac{L_1}{L_2})^2$	$1 + (\frac{L_1}{L_2})^2 - 2(i_0 - 1) \frac{L_1}{L_2}$
$n$ двовісних причепів	$C_0>0$	$L_2$	$1 + n(\frac{L_1}{L_2})^2$	$1 + n(\frac{L_1}{L_2})^2 - 2n(i_0 - 1) \frac{L_1}{L_2}$

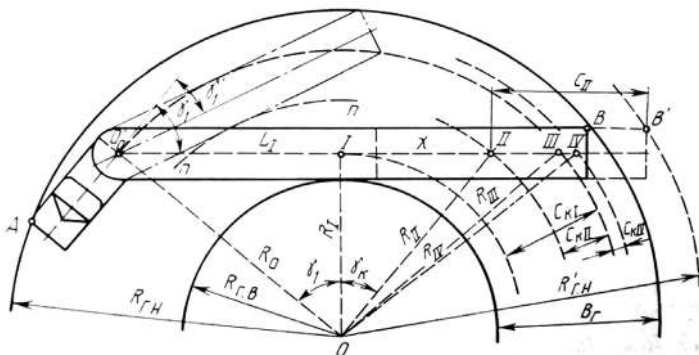


Рис. 6.7. — Схема кругового руху сідельного автопоїзда з довгобазовим напівпричепом при різному співвідношенні бази та заднього звису та при різному передаточному співвідношенні

Для першого варіанта, коли вісь напівпричепа розташована біля основи перпендикуляра, опущеного з центра  $O$  на поздовжню вісь напівпричепа, вписуванність напівпричепа в габаритну смугу руху автомобіля-тягача забезпечена за умови, що задній звис напівпричепа

$$C_1 = \{R_{гн}^2 - [(R_0^2 - L_1^2)^{1/2} + 0,5B_n]^2\}^{1/2}, \quad (6.5)$$

де  $R_{гн}$  — радіус зовнішньої габаритної окружності, описуваної автомобілем-тягачем;  $B_n$  — габаритна ширина напівпричепа.

Зрушення траєкторії основної точки напівпричепа

$$C_{к1} = R_0 - (R_0^2 - L_1^2)^{1/2} \quad (6.6)$$

Для другого варіанта, коли вісь напівпричепа розташована так, що радіус траєкторії її середини менше радіуса повороту автомобіля-тягача, при визначенні зсуву траєкторії основної точки напівпричепа використовують два рівняння:

$$\frac{L_{11}}{R_0} - \left\{ tg\gamma_1 + tg \left[ \left( \frac{1}{i_n} - 1 \right) \right] \right\} = 0 \quad (6.7)$$

$$C_{к11} = R_0 - (R_0^2 + L_{11}^2 - 2L_{11}R_0 \sin\gamma_1)^{1/2} \quad (6.8)$$

Де  $i_n = \gamma_1/\gamma'_k$ ;  $\gamma_1$  — кут складення;  $\gamma'_k$  — кут між вертикальною площиною середнього поворотного колеса напівпричепа і поздовжньою вертикальною площиною симетрії тягача.

При цьому для вписування напівпричепа в габаритну смугу руху автомобіля-тягача при  $i_n = 1$  задній звис напівпричепа

$$C^{11} \leq \{R_{zn}^2 - [(R_0^2 - L_1^2)^{1/2} + 0,5R_n]^2\}^{1/2} - R_0 tg[(\frac{1}{i_n} - 1)\gamma_1] \cos\gamma_1 \quad (6.9)$$

Ширина кругової габаритної смуги руху для другого варіанта при керованому напівпричепі

$$B_r = [(R_0 + 0,5B_n)^2 + (L_0 + C'_0)^2]^{1/2} - (R_0 \cos\gamma_1 - 0,5B_n) \quad (6.10)$$

Якщо звис  $C_{11}$  дуже великий і напівпричеп — керований, необхідно визначати також радіус повороту  $R'_{гн}$  задньої габаритної точки  $B'$ :

$$R'_{zn} = \frac{R_0 tg[(\frac{1}{i_n} - 1)\gamma_1] \cos\gamma_1 + C_{11}}{\sin[(\frac{1}{i_n} - 1)\gamma_1]} \quad (6.11)$$

Цей вираз дійсний при  $i_n \leq 1$ . Якщо  $R'_{rn} \leq R_{rn}$  то ширина габаритної смуги руху автопотяга

$$B_r = R'_{rn} - R_0 \cos \gamma_1 + 0,5B_n \quad (6.12)$$

Третій варіант, коли задній міст напівпричепа розташований так, що радіус  $R_{111}$  траєкторії середини моста дорівнює радіусу повороту  $R_0$  автомобіля-тягача, є окремим випадком другого і являє собою випадок вписування напівпричепа в колію автомобіля-тягача: їх траєкторії співпадають ( $C_{к111} = 0$ ). У разі четвертого варіанта розташування заднього моста напівпричепа ( $R_{IV} \geq R_0$ ) виходить негативне зрушення ( $C_{кIV} < 0$ ). Таке розташування заднього моста при великій базі напівпричепа і задньому звису небажано, оскільки призводить до розширення кругової габаритної смуги руху.

Нижче розглянуто визначення основної траєкторії для невідновленого руху (задані значення  $k_n$  і  $R_{0min}$  автопотяга).

Розрахунок і побудова основної траєкторії руху автомобіля проводиться у такій послідовності:

1. Вибираються  $R_{0min}$  і режимний параметр  $k_n$  (див. табл. 6.4) з урахуванням умов розв'язуваної задачі.

2. Визначається максимальне значення кута повороту середнього колеса автомобіля-тягача при заданому  $R_{0min}$ :

$$\operatorname{tg} \theta_{\max} = L_0 / R_{0min} \quad (6.13)$$

3. За формулами (6.4) розраховуються координати  $y_0$  і  $x_0$  перехідних кривих основної траєкторії при зміні кута  $\theta_0$  у межах від нуля до  $\theta_{0max}$  з інтервалом 0,05...0,1 рад.

4. Визначаються кути  $\varphi_0$  повороту автомобіля-тягача при обраних значеннях  $\theta_0$ :

$$\varphi_0 = -\operatorname{In} \cos \theta_0 / (k_n L_0) \quad (6.14)$$

5. Розраховуються координати  $x_c$  і  $y_c$  центра кривизни кругової ділянки основної траєкторії за формулою (6.2).

6. Визначається кут  $\varphi_k$  кругової ділянки основної траєкторії за формулою (6.3).

7. Знаходиться на осі  $X$  кінець відрізка  $\overline{OP}$ , довжина якого визначається за формулами (6.6) і (6.7). Якщо автопотяг повертається на кут  $180^\circ$ , по осі  $Y$  відкладається  $y_{II}$  (визна-

чається за формулою (6.8)) і паралельно осі  $X$  проводиться на відстані  $y_{\Pi}$  вихідна пряма зворотного напрямку його руху.

8. Під заданим кутом  $\varphi$  до осі абсцис з точки  $\Pi$  (рис. 6.7) будуються лінії вихідного напрямлення руху і на ній визначаються положення точки  $З$  по відстані  $ОП$  (якщо поворот симетричний).

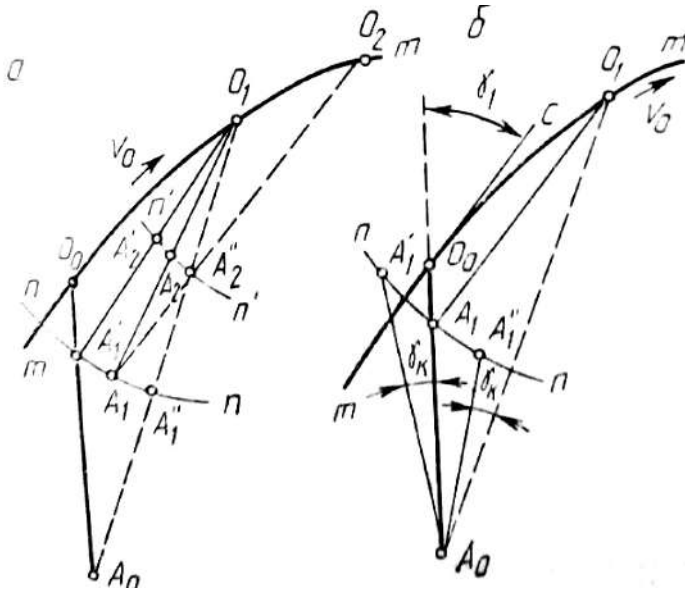


Рис. 6.8. Графічні побудови положення причіпних ланок:  
 а — напівпричепів першого; б — роду при криволінійному русі автопоїзду

9. Будуються перехідні криві на вході і виході автопотяга з повороту по розрахованим координатам  $x_0$  і  $y_0$ , за початок координат на вході береться точка  $O$  і на виході — точка  $З$  (рис. 6.8).

10. Визначаються положення центра  $C$  за координатами  $x_c$  і  $y_c$  і проводяться дуги кругової ділянки основної траєкторії заданим радіусом  $R_{0min}$ .

Для перевірки точності побудови основної траєкторії руху автомобіля-тягача проводяться початковий 1-С кінцевий 2-С радіуси і вимірюється центральний кут, який зрівнюється з розрахованим за формулою (6.3).

Графоаналітичний метод побудови траєкторій руху приланцюгових ланок автопотяга заснований на положенні теоретичної механіки про можливість розкладання будь-якого непоступального переміщення плоскої фігури в її площині на поступальне і обертальне.

Розглянемо приклад побудови траєкторії руху напівпричепа, в якого поздовжня вісь і вісь заднього моста взаємно перпендикулярні при будь-яких відносних переміщеннях у горизонтальній площині спряжених з ним інших ланок автопотяга.

Положення напівпричепа визначаються положенням його поздовжньої осі. Точка  $O_0$  (рис. 6.9) — проекція на площині вертикальної осі поворотно-зчипного шворня напівпричепа, котра приймається, наближено проходить через середину ведучого моста сидельного автомобіля-тягача. Отже, точка при русі автопотяга переміщається на опорній поверхні по криволінійній траєкторії, що збігається з основною траєкторією руху автопотяга, котра може мати будь-яку форму. На першому етапі на основній траєкторії відкладаються послідовні точки  $O_0$ , відстані між якими беруться рівними від  $2/4$  до  $3/4$  довжини бази напівпричепа. Потім радіусом, що дорівнює рівним довжині бази напівпричепа, проводяться дуги з центром у намічених на основній траєкторії точках і визначається положення поздовжньої осі напівпричепа при переміщеннях  $O_0$  по основній траєкторії.

При будь-якому положенні точки  $O_0$  на основній траєкторії є два граничних положення поздовжньої осі  $O_0A_0$  напівпричепа. Перше граничне положення знаходиться зміщенням поздовжньої осі напівпричепа вперед до збігу точки  $A_0$  з точкою  $A'_1$  на дузі  $n-n$  і подальшим поворотом цієї осі навколо центра повороту в точці  $A'_1$  до суміщення переднього кінця поздовжньої осі з точкою  $O_1$  на основній траєкторії.

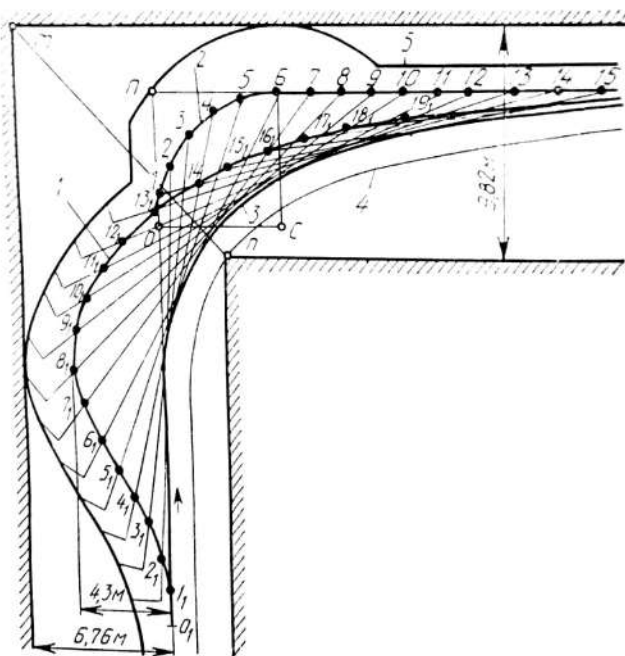


Рис. 6.9. поворот на  $90^\circ$  сідельного автомобіля-тягача  
 КрАЗ-6322, КрАЗ-63221, КрАЗ-6446: з довгобазовим  
 напівпричепом-фермовозом ( $L_1=18$  м,  $C_1=2,0$  м):

1 — траєкторія руху центру візки напівпричепи; 2 — основна траєкторія; 3 — обвідну осьову лінію напівпричепи; 4, 5 — відповідно внутрішня та зовнішня габаритні криві

Інша граничне положення визначається шляхом повороту поздовжньої осі  $O_0A_0$  навколо точки  $A_0$  за годинниковою стрілкою на кут  $O_0A_0O_1$  таким чином, щоб ця вісь співпала з прямою  $O_1A_0$ . Вона з'єднує початкове положення точки  $A_0$  з новим положенням основної точки автопотяга  $O_1$ . Потім поздовжня вісь напівпричепи переміщується по прямій  $A_0O_1$  до збігу точки  $A_0$  з точкою  $A_1$ . Пряма  $O_1A''_1$  є другим крайнім положенням поздовжньої осі напівпричепи.

Фактично середина задньої осі напівпричепи знаходиться між точками  $A'_1$  і  $A''_1$ . З достатнім ступенем точності можна прийняти, що вона лежить посередині дуги  $n$ .

Положення заднього моста напівпричепа в точках  $O_0 \dots O_n$  визначається як і для точки  $O_1$  (рис. 6.10).

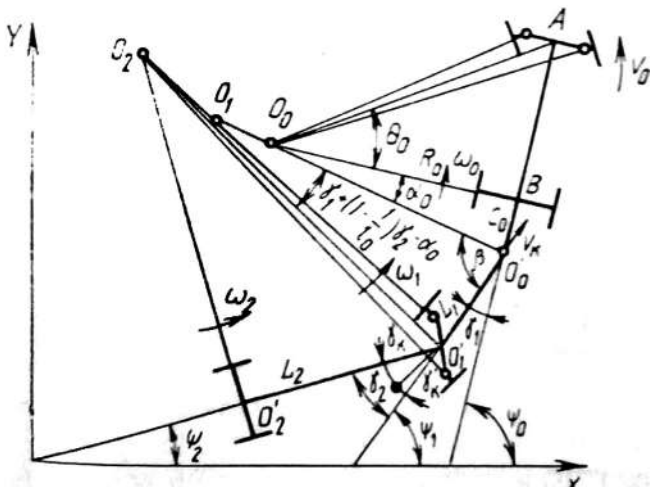


Рис. 6.10. Схема криволінійного руху автомобіля з двовісним причепом

При графічній побудові рекомендується не креслити всі тонкі лінії, щоб не переобтяжувати креслення. Траєкторія середини заднього моста напівпричепа знаходиться з'єднанням знайдених точок його положень плавною лінією.

Якщо напівпричіп має керовані колеса або поворотну вісь (зазвичай у довгобазових напівпричепів), при графічній побудові додатково враховується кут  $\gamma_1$  складання поздовжніх осей сидельного автомобіля-тягача і напівпричепа та кут  $\gamma_k$  повороту керованих коліс або заднього моста напівпричепа.

Кут складання визначається як кут між дотичною в точках  $O_0, O_1 \dots O_n$  до основної траєкторії і лінією, що збігається з поздовжньою віссю напівпричепа.

Кут  $\gamma_k$  на кожному кроці побудови визначається за такою формулою:

$$\gamma_k = (i_n^{-1} - 1)\gamma_1,$$

де  $i_n$  — передаточне відношення приводу до керованих коліс.

Для керованого напівпричепа також будуються дуги  $n-n$ , і на них знаходяться положення точки  $A_0$  для двох граничних положень повздовжньої осі напівпричепа. Крім зазначених вище переміщень, для розрахунку граничних положень повздовжня вісь напівпричепа спочатку повертається навколо точки  $A_0$  на кут  $\gamma_k$ . Фактичне положення на дузі  $n-n$  середини осі напівпричепа — точки  $A_1$  визначається діленням відрізка дуги  $A_1' A_1''$  навпіл.

Після визначення основної траєкторії причіпної ланки за допомогою залежностей для розрахунку координат габаритних точок автомобіля-тягача і причіпної ланки будують зовнішні і внутрішні габаритні криві. На рис. 6.9 показаний приклад побудови габаритної смуги руху при повороті на кут  $90^\circ$  сідельного автомобіля-тягача МАЗ-504 В з довгобазовим напівприцепом-фермовозом. Напівпричепи-фермовози мають керовані колеса з передаточним відношенням приводу  $i_{\text{п}}=0,5$ . На рисунку також показана апроксимована габаритна смуга руху автопотяга. Вона являє собою рівноширокий проїзд з «зломом» під кутом  $\varphi=90^\circ$ , в який він повністю вписується. Параметри проїзду можна порівняти з параметрами зовнішніх обмежень руху автопотяга по опорній поверхні. Апроксимація здійснюється у загальному випадку таким чином.

Паралельно вхідному і вихідному напрямку руху автопотяга проводяться дві прямі, дотичні до зовнішньої габаритної кривої руху 5. Прямі перетнуться у точці  $m$ , утворюючи кут  $\varphi$ , на який відбувається поворот. Додатковий кут  $(\pi - \varphi)$  розділяється бісектрисою  $m-n$  і відзначається точка  $\pi$  перетину з внутрішньою габаритною кривою 4. З точки  $n$  проводяться прямі, паралельні вхідному і вихідному напрямку руху, і таким чином виходить рівноширока смуга руху зі «зломом» під кутом (на рис. 6.9 — під кутом  $90^\circ$ ).

Для оцінки маневреності рухомого складу автомобільного транспорту незалежно від являє собою і моделі використовується фактор маневреності, який представляє відношення габаритної ширини рухомого складу до ширини апроксимованої габаритної смуги руху.

Аналітичний метод розрахунку траєкторії руху автопотяга заснований на розв'язанні на ЕОМ диференціальних рівнянь для кутів складання і наступний перехід до визначення траєкторії габаритних точок і розташування прямих, обмежуючих рух автопотяга на повороті.

Найбільш загальним з кінематичної точки зору типом автопотяга є автопотяг з причепом з передніми керованими колесами. Диференціальні рівняння для кутів складання такого автопотяга мають такий вигляд:

$$\frac{d\gamma_1}{dt} = \frac{v_0}{L_0} \operatorname{tg}\theta_0 - \frac{v_0 \cos\gamma_1}{L_1} \left\{ \operatorname{tg}\gamma_1 - \frac{C_0}{L_0} \times \operatorname{tg}\theta_0 - \left(1 + \frac{C_0}{L_0} \operatorname{tg}\theta_0 \operatorname{tg}\gamma_1\right) \operatorname{tg} \left[ \left(1 - i_0^{-1}\right) \gamma_2 \right] \right\};$$

$$\frac{d\gamma_2}{dt} = \frac{v_0 \cos\gamma_1}{L_1} \left\{ \operatorname{tg}\gamma_1 - \frac{C_0}{L_0} \operatorname{tg}\theta_0 - \left(1 + \frac{C_0}{L_0} \operatorname{tg}\theta_0 \operatorname{tg}\gamma_1\right) \operatorname{tg} \left[ \left(1 - i_0^{-1}\right) \gamma_2 \right] \right\} - \frac{v_0 \left(1 + \frac{C_0}{L_0} \operatorname{tg}\theta_0 \operatorname{tg}\gamma_1\right) \cos\gamma_1}{L_2 \left(1 + \operatorname{tg}\gamma_2 \operatorname{tg} \frac{\gamma_2}{i_0}\right) \cos\gamma_2} \operatorname{tg} \frac{\gamma_2}{i_0};$$

де  $C_0$  — зміщення точки зчеплення автомобіля-тягача назад.

Диференціальні рівняння вирішуються щодо  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$  з урахуванням того, що  $dt = d\theta_0 / (k_{\text{ц}} v_0)$  і відомий закон зміни  $\theta_0$ .

### Контрольні запитання

1. Як працює головний гальмівний кран?
2. Як працює комбінований пневматичний привід гальм автопотяга?
3. Як працює пневматичний привід гальма тривісного напівпричепа?
4. Як працює пневматичний привід гальма двовісного напівпричепа?

## Тема 7. Класифікація та сфери застосування саморозвантажувального транспорту

### 7.1. Автомобілі-самоскиди

*Автомобіль-самоскид* — це спеціалізований вантажний автомобіль, призначений для перевезення різних вантажів та їх вивантаження за допомогою перекидання кузова.

Автомобілі-самоскиди і самоскидні автопотяги становлять близько  $j$  вантажних автомобілів, які знаходяться в експлуатації, а їх сумарна вантажопідйомність — близько  $1/3$  вантажопідйомності всіх експлуатаційних вантажних автомобілів. Найбільш поширеними є автомобілі-самоскиди середньої і великої вантажопідйомності 3,5...12 т, які за класифікацією автомобільного рухомого складу (за повною масою) відносяться до 3...6-го класів. Самоскиди особливо великої вантажопідйомності від 27 до 180 т і більше відносяться до 7-го класу (повною масою понад 40 т).

Автомобілі-самоскиди і самоскидні автопотяги класифікують:

- 1) за експлуатаційним призначенням (будівельні, сільськогосподарські, кар'єрні, вузькоспеціалізовані);
- 2) за розвантаженням кузова (з розвантаженням назад, на бічні сторони, назад і на бічні сторони, назад або на бічні сторони з переднім підйомом вгору, з бункерним розвантаженням кузова через люк у днищі);
- 3) за принципом дії системи розвантаження;
- 4) за типом кузова (універсальні, ковшові).

Найбільш поширеними спеціалізованими автотранспортними засобами є автомобілі-самоскиди і самоскидні автопотяга для перевезення будівельних вантажів. Будівельними самоскидами перевозяться переважно навалочні, насипні та рідкі вантажі. До них належать різні будівельні вантажі, які використовуються при будівництві промислових, енергетичних, житлових та інших об'єктів: камінь і щебінь при скельних розробках; ґрунт при кар'єрних земляних роботах; пісок, гравій, глина, вапно та інші сипучі матеріали при доставці до будівельних майданчиків і дорожньо-будівельних ділянок;

бетонні суміші, асфальт та інші будівельні розчини, що доставляються до будівельного майданчика.

## **7.2. Компонування автомобілів-самоскидів**

Схема загального комплектування автомобілів-самоскидів вибирається виходячи з галузі їх застосування і експлуатаційного призначення. У автомобілях-самоскидах, двигуни яких розташовані над віссю передніх коліс, а кабіна — за двигуном або на двигуні. На нього у навантаженому стані на передні колеса доводиться 27...30 % повної ваги навантаженого автомобіля, що забезпечує можливість стійкого руху його по ґрунтових, лісових дорогах. Для таких автомобілів характерно те, що у порожньому перебуванні на їх задні колеса припадає понад 50 % ваги, що сприяє збереженню достатньої прохідності і можливості повернення порожнього автомобіля у важких дорожніх умовах до місця завантаження.

В автомобілях-самоскидах з двигуном, розташованим над віссю або позаду осі передніх коліс, з кабіною над двигуном або перед двигуном у навантаженому стані допускаються навантаження на передні колеса (до 33...35 % повної ваги навантаженого автомобіля) і досягається максимально можлива вантажопідйомність автомобіля у межах допустимих осьових навантажень на дорогу. З огляду на те, що на задні колеса порожнього автомобіля приходиться 50 %, що менше його повної ваги, автомобілі-самоскиди з таким комплектуванням із колісною формулою 4 x 2 знаходять застосування при використуванні їх переважно на дорогах з твердим покриттям. Для розширення сфери застосування дво-чотиривісних автомобілів-самоскидів з такою схемою комплектування, їх виконують повноприводними. Несприятливе з точки зору прохідності розподілення навантаження на мости у тривісних автомобілів-самоскидів, що комплектуються за схемою «кабіна над (або перед) двигуном», тому вони використовуються тільки на дорогах з твердим покриттям.

Істотною перевагою автомобілів-самоскидів, виконаних за комплектувальною схемою «кабіна над (або перед) двигу-

ном», є можливість зменшення колісної бази і загальної довжини автомобіля у порівнянні з автомобілями-самоскидами за класично виконаною схемою компоновання. Це покращує їх маневреність і оглядовість, особливо при експлуатації на будівельних майданчиках і в кар'єрах. Досвід проектування дорожніх двовісних автомобілів-самоскидів свідчить, що їх колісна база може бути прийнята в межах 3 250...3 750 мм, причому менші значення беруть для автомобілів, виконаних за схемою компоновання з розташуванням кабіни над (або перед) двигуном, а великі — при класичній схемі компоновання. База автомобіля збільшується з підвищенням його вантажопідйомності, оскільки при цьому збільшується і об'єм кузова, що найчастіше призводить до збільшення його довжини, від якої, як і від колісної бази, залежить розподіл навантаження на мости автомобіля.

До загального компоновання автомобілей-самоскидів, призначених для експлуатації на ґрунтових дорогах або при розробці м'яких ґрунтів, у тому числі у складі автопотяга, висуваються особливі вимоги. Перш за все, такий автомобіль повинен бути виконаний з використанням повнопривідної схеми. При повнопривідній схемі забезпечується рекомендоване відношення ваги причепа до ваги автомобіля: до 0,75 на ґрунтових дорогах і до 1,0 на дорогах з твердим покриттям. Компоновання автомобілів-самоскидів типу 4 х 4 повинно забезпечити максимально можливу вантажопідйомність для цих умов. Цю умову можна виконати лише при гранично допустимому або близькому до неї завантаженні обох мостів автомобіля. Воно досягається тільки при використанні компоувальної схеми з розміщенням кабіни попереду передніх коліс. Отриманий при цьому рівномірний розподіл навантаження по мостах навантаженого автомобіля дозволяє зменшити втрати потужності в шинах і покращити його прохідність по ґрунтах.

Завантаження переднього моста, що дорівнює або близьке до завантаження заднього, найбільш доцільно забезпечувати за рахунок максимального переміщення вперед, оскільки досягнення рівнозавантаженості переднього і заднього мостів

за рахунок збільшення колісної бази неприйнятно через істотне збільшення довжини і власної маси автомобіля, що погіршує його маневреність. Рівнонавантаженість мостів вимагає установки одинарних шин на колесах переднього і заднього мостів. Найбільш підходять для таких автомобілів широкопрофільні шини. У зв'язку зі збільшенням ширини профілю шин для забезпечення необхідних кутів повороту керованих коліс потрібно максимально можливе розширення колії передніх коліс. При цьому для підвищення проходимості автомобіля бажано і збільшення колії задніх коліс — до збігу з колією передніх. При розширенні колії зростає також бічна стійкість автомобіля. Зазначене компоновальне рішення для повнопривідних автомобілей-самоскидів не є єдиним. Багато автомобілів-самоскидів виконуються на базі вантажних автомобілів, повноприводна схема яких не залежить від типу загального компоновання автомобіля, що обумовлено застосуванням автомобілів-самоскидів у різних умовах експлуатації.

При проектуванні автомобілів-самоскидів, що входять до ряду транспортних автомобілів, необхідно, з одного боку, максимально пристосувати такий автомобіль для використання в характерних для самоскидів умовах, а з іншого — максимально уніфікувати з іншими автомобілями цього ряду. Наприклад, у автомобіля-самоскида МАЗ-5551 за відношенням до базового бортового автомобіля МАЗ-5336 ступінь детальної уніфікації становить 85 %.

Підвищення продуктивності самоскидів забезпечується застосуванням самоскидних автопотягів у складі автомобілів з причепами або напівпричепами, з кузовами, що перекидаються.

Причепи у складі самоскидного автопотяга, як правило, виконані на базі шасі причепів загальнотранспортного призначення і відрізняються від них системою гідروобладнання для перекидання кузова і конструкцією самого кузова, пристосованого для розвантаження ззаду або на обидва боки. Напівпричепи з бічним розвантаженням кузова на обидва боки також виконуються найчастіше на шасі напівпричепів загальнотранспортного призначення.

Інакше виконані конструкції напівпричепів з розвантаженням кузова ззаду, оскільки у цьому випадку важко забезпечити надійну поперечну стійкість причепа у процесі розвантаження. Тому такі напівпричепа виконуються з несучим кузовом. При цьому розвантаження кузова напівпричепа-самоскида проводиться при загальмованому тягачу.

Тягач обладнаний гідравлічною системою, яка призначена для приводу гідравлічного обладнання перекидного механізму напівпричепа.

Гідропідйомник перекидного механізму напівпричепа верхнім кінцем кріплять у спеціальній ниші кузова, а нижнім — до плити тягової рами.

### 7.3. Стійкість автомобілів-самоскидів

Для автомобілів-самоскидів на відміну від автомобілів загального призначення додатково визначається поперечна стійкість при їх розвантаженні. Розрахунок поперечної стійкості проводиться при повністю піднятому навантаженому кузові. При цьому встановлюється поперечний ухил, при якому можливе розвантаження автомобіля-самоскида назад без перекидання в поперечному напрямку. Цей кут дорівнює куту поперечної стійкості. Між кутом поперечної стійкості проти перекидання і коефіцієнтом поперечної стійкості існує залежність.

Розрахункова схема автомобіля-самоскида з розвантаженням назад наведена на рис. 7.1. У цій схемі враховується зміна розташування за висотою центрів крену підвісок у результаті підйому кузова. Крім того, у розрахунок вводиться податливість рами. На кінець рами у точці  $O$  діє момент  $M_o$  інерційних сил і сил тяжіння:

$M_o = m_{hr} g h_n (\mu + \lambda_{po})$  де  $m_{hr}$  — маса кузова з вантажем з визначенням наведених підресорених мас;  
 $h_n$  — висота центра маси ти над точкою  $O$  рами;  $\lambda_{po}$  — кут крену рами в перерізі відповідно до точки  $O$ .

У перерізі рами відповідно до точки  $\Pi_1$  діє момент:

$M_1 = m_{h1}gh_1(\mu + \lambda_{p1}) + j l (\lambda_{p2} - \lambda_{p1})$ ,  
де  $\lambda_{p1}$  – крен рами у зоні передньої осі;  $l$  – довжина рами між передньою і задньою осями.

У перерізі рами, відповідну до точки  $\Pi_2$  діє момент:

$$M_2 = j l_c (\lambda_{p0} - \lambda_{p2}) - j l (\lambda_{p2} - \lambda_{p1}).$$

Через підвіску на мості передаються моменти

$$M_i = (0,5c_{pi} B_{pi}^2 + c_{pi}) (\lambda_{pi} - \lambda_{oi}) \quad (7.1)$$

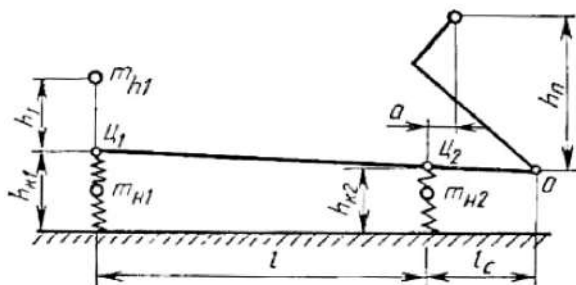


Рис. 7.1. Розрахункова схема автомобіля-самоскида з розвантаженням позаду для визначення поперечної стійкості проти перекидання

У цих рівняннях для обліку закручення рами введений крен рами  $\lambda_{pi}$  під відповідним мостом замість однакового крену рами  $\lambda$  для різних мостів у рівнянні.

Інші необхідні рівняння для розрахунку залишаються такими ж, як і для розрахунку автопотягів.

Далі за методикою розрахунку визначення залишається аналогічним.

Кут поперечної стійкості автомобіля-самоскида при підняттю навантаженому кузові повинен бути не менше  $8^\circ$ , що відповідає коефіцієнту  $\eta_0 \leq \text{tg } 8^\circ = 0,14$ .

Розрахунок за наведеними формулами є наближеним. Для підвищення точності розрахунку враховують нелінійність характеристик піддресорування.

При компонованні автомобіля-самоскида для підвищення його поперечної стійкості проти перекидання не-

обхідно прагнути до зменшення висоти піднятого кузова відносно рами.

Ефективним засобом підвищення поперечної стійкості автомобілів-самоскидів при піднятому кузові є установка у задній підвісці стабілізатора поперечної стійкості. При цьому кріплення стабілізатора до рами для підвищення його ефективності має здійснюватися за заднім мостом, а не перед ним.

Для кар'єрних автомобілів-самоскидів особливо великої вантажопід'ємності характерно застосування гідропневматичних підвісок, які забезпечують гарну плавність автомобіля-самоскида, але при цьому потрібне ретельне дослідження поперечної стійкості автомобілів і при транспортному положенні кузова. Облік у цьому випадку нелінійності характеристики гідропневматичних підвісок є обов'язковим.

Для автомобілів з підвісками, які мають циліндри з противагою, необхідно враховувати:

1. залежність кренів від поперечного навантаження повинна лежати в області розташованої нижче кривої.

2. коефіцієнт поперечної підвалин проти перекидання повинен бути не менше 0,4.

Для автомобілів з підвісками, які мають циліндри без противаги, кут крену підресорених мас при питомій поперечній силі  $p = 0,3$  повинен бути не більше  $7^\circ$ , а коефіцієнт поперечної стійкості проти перекидання — не більше 0,4.

#### **7.4. Кузови автомобілів-самоскидів**

Ємність кузовів автомобілів-самоскидів визначається щільністю вантажів, для перевезення яких вони призначені. Залежно від експлуатаційного призначення самоскидів (без урахування насипу) місткість кузовів розраховують виходячи з щільності вантажів: будівельних —  $1,35 \dots 1,75 \text{ т/м}^3$ ; сільсько-господарських —  $0,7 \dots 0,9 \text{ т/м}^3$ ; кар'єрних —  $2 \dots 2,5 \text{ т/м}^3$ .

До міцності кузовів будівельних самоскидів висуваються вимоги. При розвантаженні кузов самоскида піддається згину і скручуванню, оскільки вантаж, як правило, не вдається розмістити рівномірно по ширині кузова. Найбільш ефективними

методами забезпечення достатньої міцності і жорсткості кузова самоскида є обмеження його довжини і підбір раціональних перетинів елементів кузова. Деталі бортів і підлоги сучасних самоскидних кузовів виконуються з добре зварених низьколегованих сталей типу 09 Г2, 14 ГС, 16 ГС. Широке застосування знаходять спеціальні гнуті профілі з ребрами жорсткості, які використовуються для бортів кузова. Підлогу кузова також роблять з гнутих профілей. Додаткову жорсткість їй надають приварені знизу коробчасті елементи посилення.

Універсальні кузова найчастіше мають прямокутну форму. Способи відкривання бортів кузова залежать, перш за все, від його типу (у напрямку розвантаження). У самоскидів невеликої вантажопідйомності роблять іноді відкидні не тільки задній борт, але і бічні, а у самоскидів середньої і великої вантажопідйомності — тільки задній борт. При цьому для відкривання і закривання бортів застосовують пристрої, якими водій керує з кабіни. Вони мають механічні, пневматичні, електричні приводи або їх комбінації. У більшості кузовів відкидні борти виконуються на шарнірах, розташованих у верхній частині бортів. Однак борти деяких кузовів, особливо при бічному розвантаженні, мають нижні шарніри і при розвантаженні кузова стають продовженням його підлоги. Це дозволяє запобігати зсипанню вантажу під колеса, полегшуючи виїзд самоскида з місця розвантаження.

Автомобілі-самоскиди, призначені для перевезення поза мостами і дорогами (в кар'єрах) сипучих вантажів з великим кутом природного укосу, обладнуються кузовами ковшового типу, в яких задній борт відсутній і тому задня частина підлоги кузова піднята. Кузови таких конструкцій застосовуються на самоскидах КамАЗ, КрАЗ, БелАЗ. Вони встановлюються безпосередньо на раму автомобіля або на надрамник.

У першому випадку поздовжні балки підстави кузова виконуються з досить великим перетином і досить жорсткими. Це необхідно як для забезпечення достатньої міцності і жорсткості основи кузова, так і створення достатнього місця між рамою і днищем кузова для розміщення підйомного механізму

перекидання кузовів. З метою пом'якшення ударів від кузова на раму автомобіля при його завантаженні екскаватором і русі у важких дорожніх умовах між поздовжньої балкою підстави кузова і рамою установлюють гумові подушки або дерев'яні бруси. Опорні шарніри для перекидання кузова виконують у вигляді двох кронштейнів, з'єднаних віссю, один з яких кріпиться до кузова, а інший — безпосередньо до лонжерона рами. При задньому опрокидуванні кузова і передньої його частині встановлюють напрямні, які не допускають поперечного зсуву кузова під час руху автомобіля.

### 7.5. Розрахунок перекидальних пристроїв автомобілів-самоскидів

Характерною особливістю установки гідропідійомників на автомобілях-самоскидах є застосування шарнірних з'єднань гідропідійомників як з рамою (або надрамником), так і з кузовом.

Зусилля у гідропідійомників можна визначити аналітичним методом. При цьому розраховується зусилля у гідропідійомниках для певного кута  $\varphi$  підйому кузова ( $O$  — сила тяжіння навантаженого кузова;  $P$  — зусилля гідропідійомника). Для визначення зусилля у гідропідійомниках використовуємо рівняння моментів усіх сил, діючих на кузов, щодо осі обертку кузова точки В:

$$G(a + b)\cos\varphi - G(H + h)\sin\varphi - Fb\cos(\gamma - \varphi) - Fh\sin(\gamma - \varphi)$$

У цьому рівнянні не враховано моменти тертя в обох шарнірах гідропідійомника і у шарнірній опорі кузова на рамі, тоді

$$F = \frac{G(a + b)\cos\varphi - (H + h)\sin\varphi}{b\cos(\gamma - \varphi) + h\sin(\gamma - \varphi)}$$

З наведеного рівняння видно, що зусилля на гідропідійомник при інших рівних умовах зростає зі зменшенням  $b$ , тобто з наближенням гідропідійомника до опори, яка пов'язує кузов з рамою, і зі збільшенням кута  $\gamma$ , тобто нахилу гідропідійомника (відхилення від вертикального положення).

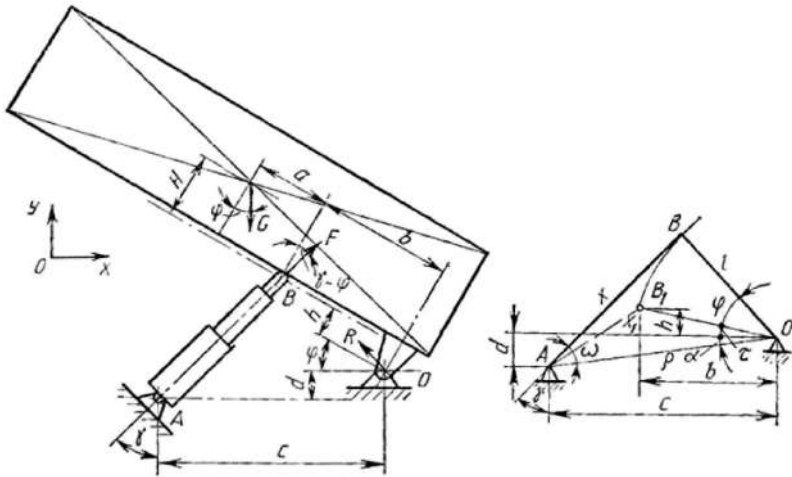


Рис. 7.2. Схема до розрахунку гідропідіймника телескопічного типу автомобіля

Реакція опори в точці  $O$  визначається при проектуванні всіх сил на осі координат  $X$  і  $Y$ :

$$R_x = -F \sin \gamma; R_y = G - F \cos \gamma; R = (R_x^2 + R_y^2)^{1/2}.$$

Зв'язок між кутами нахилу гідропідіймника і нахилу кузова визначається при дослідженні кінематики перекидального пристрою.

З кінематичної схеми перекидального пристрою випливає, що хід штока гідропідіймника

$$S = x - x_1,$$

де  $x_1$  — змінна довжина гідропідіймника;  $x$  — довжина гідропідіймника.

При цьому кульова опора зв'язку штока гідропідіймника з першоначального положення  $Bx$  переміщається відповідно опори платформи (точці  $O$ ) в проміжне положення  $B$  при повороті кузова на кут  $\varphi$  за радіусом  $l$ .

Кут нахилу гідропідіймника  $\alpha = 90^\circ$ .

Використовуючи рівняння, можна графічно показати залежність

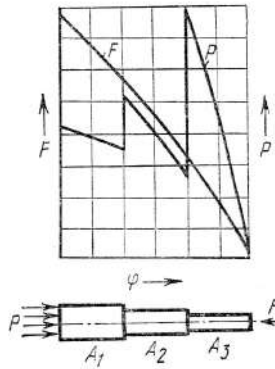


Рис. 7.3. Залежність  $F$  сили, яка додана до штоку гідропідійомника телескопічного типу, і тиску масла  $p$  у циліндрі від кута нахилу кузова при розвантаженні автомобіля-самоскида:

$A_1, A_2, A_3$  — площі висувних ланок зусилля  $P$  і ходу поршня від кута нахилу кузова.

Зазвичай при розрахунку береться умова підйому кузова з рівномірно розподіленим нерозсипним вантажем.

Наведений метод визначення зусиль гідроциліндра і ходу штока залежно від кута нахилу кузова придатний як для заднього, так і бокового розвантаження кузова.

На рис. 7.3 показані залежність зусилля  $F$  на телескопічний гідропідійомник, тиску масла у циліндрі  $p$ , ходу штока гідропідійомника  $S$  від кута нахилу кузова  $\varphi$  автомобіля-самоскида. Тиск масла у поршньовому циліндрі  $p = F/A_{\text{ц}}$  де  $A_{\text{ц}}$  — площа перерізу циліндра. Зміна тиску в таких циліндрах відбувається аналогічно зміні зусилля  $F$ . При підйомі кузова висунення ланок телескопічних циліндрів виробляється послідовно, починаючи з труб більшого діаметра до труб меншого діаметра. Тому при кожному положенні кузова тиск масла в телескопічному гідроциліндрі.

Для підійомних пристроїв з простими механізмами, що діють на кузов через важільно-балансирний механізм, зусилля на штоку і тиск робочої рідини у циліндрі залежно від кута нахилу кузова визначаються з рівняння моментів відносно точки

оберту кузова  $O_2$  і точки оберту  $O_3$ , нехтуючи тертям у шарнірах і циліндрах.

У цьому випадку зусилля на штоку  $F$  передається через важелі балансира:

$$F_1 = F (l_4/l_3).$$

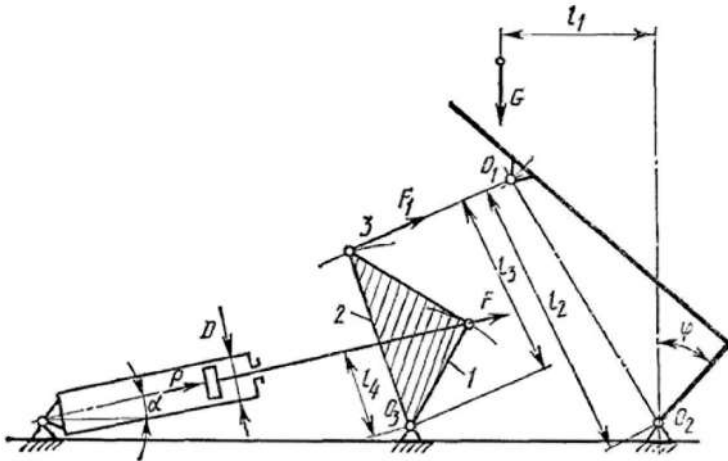


Рис. 7.3. Схема до розрахунку гідропідіймника з важільно-балансирним механізмом автомобіля-самоскида: 1...3 — важелі балансира підйому кузова

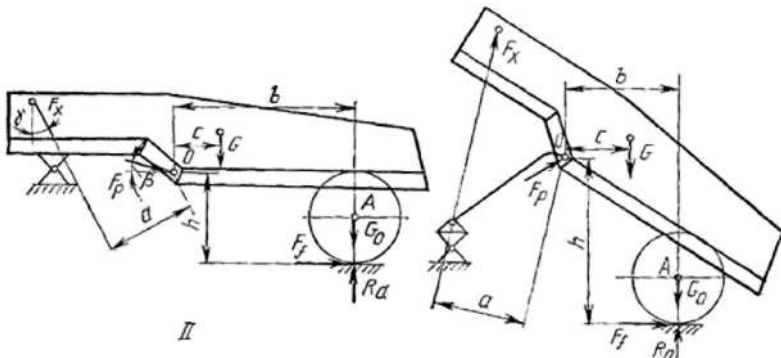


Рис. 7.4. Схема до розрахунку гідропідіймника телескопічного типу напівпричепи-самоскида

Рівняння моментів щодо точки обертання кузова  $O_2$  має вигляд

$$F_1 l_2 - G l_1 = 0.$$

Тиск у циліндрах  $p = F/A$ .

При визначенні зусиль у гідросистемах перекидальних механізмів напівпричепів-самоскидів розрахунок виконується для кожного положення кузова напівпричепа відповідно до висунутих ланок телескопічного гідроциліндра, за умови, що вантаж не зсипається при будь-якому куті

Слід враховувати, що при підйомі кузова відбувається зближення напівпричепа з тягачем за рахунок пересування напівпричепа до нерухомо стоячого тягача або тягача до нерухомо стоячого напівпричепа.

Таблиця рекомендованих розмірів циліндрів

Номінальний тиск у гідросистемі, МПа	Зовнішній діаметр висувних ланок Б, мм, гідроциліндрів						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
10,0	80	94	109	126	144	164	185
12,5	71	86	103	122	142	165	190
14,0	67	83	101	120	142	167	194
16,0	63	80	98	119	142	169	199
20,0	56	74	95	119	147	179	217

Визначення подачі масляного насоса перекидного механізму. Вихідними даними для цього є найбільший робочий об'єм гідропідйомника, відповідний максимальний кут нахилу піднятого кузова і заданий час його підйому. Для спрощення розрахунку береться умова рівномірної роботи насоса (з постійною частотою оберту вала).

### Контрольні запитання

1. Як класифікуються автомобілі-самоскиди?
2. Які існують типи самоскидів із примусовим видаленням вантажу без зміни положення кузова?

3. Які існують способи підйому кузова?
4. Які типи кузовів застосовуються на автомобілях-самоскидах?
5. Які переваги і недоліки мають кузова із прямокутним, трапецеїдальним і напівеліптичним поперечним перерізом?
6. В яких випадках застосовуються самоскиди з переднім підйомом кузова? Як працює механізм підйому такого самоскида?
7. Які вимоги ставляться до самоскидних автопотягів?
8. З яких основних елементів складається гідравлічна схема самоскида?
9. Які існують типи гідропідйомників самоскидних механізмів?
10. Які переваги має телескопічний гідропідйомник?
11. Як забезпечується синхронна робота декількох гідропідйомників?
12. Які пристрої застосовуються для забезпечення повного видалення вантажу з кузова самоскида?
13. Які конструктивні особливості має кузов сільськогосподарського самоскида?
14. Яких запобіжних заходів необхідно дотримуватися при підйомі кузова самоскида?
15. Які вимоги ставляться до конструкції кар'єрних самоскидів?
16. Які конструктивні особливості мають кузова кар'єрних самоскидів?
17. Які типи трансмісії застосовуються на кар'єрних самоскидах?
18. Які особливості мають органи керування кар'єрних самоскидів?
19. Які типи підвісок використовуються на кар'єрних самоскидах?
20. Які типи двигунів застосовуються на кар'єрних самоскидах?
21. Якими конструктивними заходами підвищують маневреність кар'єрних самоскидів?

## **Тема 8. Автопотяги для перевезення великогабаритних базових та великовагових вантажів, будівельних конструкцій**

### **8.1. Вимоги, класифікація**

Основними нормативно-правовими документами, які визначають правові, організаційні, соціальні, економічні та наглядові сфери діяльності, пов'язаними з проїздом великогабаритних та великовагових транспортних засобів в Україні, є Закони України: «Про автомобільний транспорт», «Про дорожній рух», а також: Правила дорожнього руху, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306, Правила проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 18.01.2001 № 30, Порядок здійснення габаритно-вагового контролю та здійснення плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 27.06.2007 № 879, Порядок взаємодії Державної інспекції України з безпеки на наземному транспорті, Міністерства внутрішніх справ України, Державного агентства автомобільних доріг України



Рис 8.1. Великогабаритний автопоїзд

під час організації та проведення робіт із зважування та здійснення габаритно-вагового контролю транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів на автомобільних дорогах загального користування, затверджений наказом Мінінфраструктури/МВС України від 10.12.20113 № 1007/1207.

Законом України «Про автомобільний транспорт» визначено основні терміни у сфері автомобільного транспорту, права і обов'язки суб'єктів автомобільних перевезень та інші особливості проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів.

Відповідно до закону:

– великоваговий транспортний засіб – транспортний засіб з вантажем або без вантажу, хоча б один з вагових параметрів якого перевищує встановлену на території України допустиму максимальну масу чи осьове навантаження;

– великогабаритний транспортний засіб – транспортний засіб з вантажем або без вантажу, хоча б один з габаритних параметрів якого перевищує встановлені на території України допустимі параметри (рис. 8.1, 8.2, 8.3).



Рис 8.2. Великобазовий автопоїзд

Положенням ст. 48 Закону передбачено обов'язковість спеціального дозволу, виданого компетентними органами для руху великогабаритних та великовагових вантажів автомобільними дорогами України.

Статтею 58 Закону уповноважено органи виконавчої влади, що забезпечують реалізацію державної політики з питань



Рис 8.3. Великоваговий автопоїзд

безпеки на наземному транспорті (Укртрансбезпека), здійснювати перевірку вагових і габаритних параметрів транспортних засобів.

Статтею 29 Закону України «Про дорожній рух» передбачено допуск до руху автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами транспортних засобів, габаритні і вагові параметри яких перевищують нормативні при наявності відповідного дозволу.

Статтею 52–1 уповноважено патрульну поліцію МВС України на видачу дозволів на участь у дорожньому русі транспортних засобів, габаритні і вагові параметри яких перевищують нормативні.

Правила дорожнього руху (ПДР) затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306 ПДР України встановлюють єдиний порядок дорожнього руху на всій території України.

Відповідно до вимог Правил:

п. 2.41 У місці здійснення габаритно-вагового контролю на вимогу працівника пункту габаритно-вагового контролю або працівника МВС водій вантажного автомобіля (у тому числі механічного транспортного засобу) повинен зупинитися, з дотриманням вимог цих Правил, а також передати для перевірки документи, зазначені у підпунктах «а», «б» і «г» пункту 2.1 цих Правил та надати транспортний засіб та причіп (за наявності) для вагового та/або габаритного контролю відповідно до встановленої процедури.

п. 2.42 У разі виявлення під час здійснення габаритно-вагового контролю невідповідності фактичних вагових та/або габаритних параметрів установленим нормам і правилам, рух такого транспортного засобу та/або причепа забороняється до отримання в установленому порядку дозволу на проїзд автомобільними дорогами транспортних засобів, вагові або габаритні параметри яких перевищують нормативні, про що складається відповідний акт.

п. 22.5 За спеціальними правилами здійснюється рух транспортних засобів та їх составів у разі, коли хоч один із габаритно-вагових параметрів перевищує нормативні:

- за шириною — 2,6 м.
- за висотою (від поверхні дороги) — 4 м.
- за довжиною — 22 м.
- за вагою — 40 т.
- навантаження на одну вісь — 11 т.
- вантаж виступає за задній габарит — 2 м.



Рис 8.4. Максимально допустимі габаритні та вагові параметри, при яких дозволено рух без виконання вимог спеціальних правил

**Додаткові вимоги до габаритних і вагових параметрів встановлені для:**

— контейнеровозів, за встановленим Укравтодором і патрульною поліцією маршрутом руху, допустима висота може становити до 4,35 м;

— маршрутних транспортних засобів, довжина може становити до 25 м;

– транспортних засобів, за встановленим Укравтодором і патрульною поліцією маршрутом руху, фактична маса може складати до 40 т;

– контейнеровозів, фактична маса може складати понад 44 т;

– контейнеровозів, за встановленим Укравтодором і патрульною поліцією маршрутом руху, фактична маса може складати до 46 т;

– навантаження:

- одна вісь – 11 т (для автобусів, тролейбусів – 11,5 т);
- здвоєні осі – 16 т (для контейнеровозів – 18 т);
- строєні осі – 22 т (для контейнеровозів – 24 т);

Вантаж виступає за задній габарит транспортного засобу більше ніж на 2 м.

#### *Класифікація*

За призначенням автопотяги поділяються на вантажні (транспортні) і пасажирські. Причепи транспортних автопотягів бувають як загального призначення, так і зі спеціальними кузовами (цистерни, рефрижератори, самоскиди).

*Правила проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів* автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 18.01.2001 № 30.

Правилами встановлені Єдині вимоги до проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів з вантажем або без нього автодорогами, вулицями населених пунктів та залізничними переїздами.

Якщо міжнародним договором України встановлені інші правила, ніж ті, що передбачені цими Правилами, застосовуються правила міжнародного договору.

Правилами регламентуються: умови і режим проїзду, порядок погодження маршрутів, вимоги до водіїв, обладнання транспортних засобів і розміщення вантажів, вимоги до організації проїзду та порядок отримання дозволу.

Основним документом, що надає право на рух великогабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними

дорогами, вулицями і залізничними переїздами та визначає умови і режим їхнього проїзду, є дозвіл, що видається перевізникові патрульною поліцією за наявності узгодження з дорожніми, комунальними, залізничними та іншими підприємствами і організаціями.

*Дозвіл видається:*

Департаментом патрульної поліції МВС України — у разі виїзду за межі України або в'їзду на територію України;

Департаментом патрульної поліції МВС України або управліннями (відділами) патрульної поліції головних управлінь (управлінь) МВС України областях та місті Києві — якщо маршрут пролягає в межах області, між областями або містом Києвом та іншими адміністративно-територіальними одиницями;

міськими або районними підрозділами патрульної поліції — якщо маршрут проходить у межах міста, району.

Дозвіл видається на одноразовий проїзд великогабаритного і великовагового транспортного засобу. У разі здійснення постійних проїздів за одним маршрутом тим самим транспортним засобом дозвіл може видаватися на декілька проїздів, але не більше ніж на три місяці.

Водії великогабаритних і великовагових транспортних засобів зобов'язані: дотримуватися зазначеного в дозволі маршруту, вживати необхідних заходів для безперешкодного і безпечного проїзду зустрічних транспортних засобів, періодично зупинятися у зручних місцях, з метою надання можливості для обгону транспортними засобами, що рухаються за ними, не створювати перешкод для руху іншим транспортним засобам. Водіям згаданих вище транспортних засобів забороняється: здійснювати обгін транспортних засобів, що рухаються зі швидкістю 30 км/год і більше; буксирувати інші транспортні засоби; рухатися в умовах туману, ожеледі, снігопаду та в інших умовах недостатньої видимості, рухатися узбіччями дороги, зупинятися поза спеціально визначеними стоянками.

Великогабаритні і великовагові транспортні засоби повинні бути укомплектовані: не менше ніж двома противідкотни-

ми упорами для додаткової фіксації коліс автомобіля-тягача та кожного з причепів у разі вимушеної зупинки, знаками «Об'їзд перешкоди з лівого боку», «Об'їзд перешкоди з правого боку», діаметром 600 мм кожний, виготовленими зі світлоповоротного матеріалу відповідно до вимог стандартів, вісьмома конусами з горизонтальними світлоповоротними смугами білого і червоного кольору, розташованими почергово (висота конусів — 600 мм, ширина білих і червоних смуг — 150 мм), жорстким буксиром, миготливим ліхтарем червоного кольору або знаком аварійної зупинки, комплектом ланцюгів проти ковзання (у період з 1 жовтня до 1 квітня), жилетом оранжевого кольору зі світлоповоротними елементами, не менше ніж одним проблісковим маячком оранжевого кольору з автономним живленням, використання якого погоджується з патрульною поліцією. Кабіна великогабаритного транспортного засобу повинна бути обладнана не менше ніж двома дзеркалами заднього виду, розташованими з лівого і правого боків кабіни, на зворотному боці яких нанесені почергово під кутом 45° світлоповоротні смуги білого і червоного кольору. Дзеркала повинні забезпечувати достатній огляд у горизонтальній та вертикальній площинах, з урахуванням габаритів вантажу, що перевозиться, під час руху як на прямій, так і на кривій ділянці автомобільної дороги. Дзеркала заднього виду кріпляться за допомогою пристроїв, які б забезпечували їхнє відхилення вперед або назад під зусиллям 20–25 кгс, спрямованим паралельно поздовжній осі транспортного засобу.

Кріплення і розміщення негабаритного вантажу на транспортному засобі повинні бути надійними і відповідати таким вимогам: забезпечувати стійкість вантажу на транспортному засобі і його збереження, не порушувати стійкості транспортного засобу і не ускладнювати керування ним, не обмежувати оглядовість водієві.

Супроводження автомобілем прикриття обов'язкове у разі, якщо ширина великогабаритного транспортного засобу перевищує 3,5 м або довжина — 24 м. Під час супроводження автомобіль-прикриття повинен бути обладнаний з дотри-

манням вимог стандартів, проблісковим маячком оранжевого кольору, увімкнення якого не дає переваги в русі, а лише є допоміжним засобом інформування інших учасників руху. На автомобілі-прикритті повинен бути встановлений дорожній знак «Об'їзд перешкоди з лівого боку». Супроводження автомобілем патрульної поліції обов'язкове у разі, якщо ширина великогабаритного транспортного засобу перевищує 3,75 м. або довжина — 30 м, або він під час руху хоча б частково буде займати смугу зустрічного руху. На автомобілях патрульної поліції під час супроводження повинні бути постійно увімкнені пробліскові маячки синього кольору і фари ближнього світла.

## **8.2. Конструктивні особливості і компоувальні схеми**

За типом зв'язку автопотяги поділяють на причіпні, сідельні і автопотяга-розпуски. За призначенням — на загальнотранспортні для перевезення різних вантажів; спеціалізовані для перевезення певних видів вантажів; спеціальні для перевезення постійно змонтованого на них технологічного устаткування.

Автопотяги бувають з активним або пасивним приводом до коліс причепа (напівпричепа). Автопотяг складається з двох основних елементів, але бувають і багатоланкові автопотяги.

Експлуатація автопотягів обмежена рядом нормативних документів. Повні допустимі маси автопотягів в Україні залежать від кількості мостів і навантажень, що допускаються на них. Повна максимальна маса автопотяга при п'яти мостах складає 40 т, при шести і більше — 52 т, найбільша ширина автопотяга — 2,5 м, висота — 4,0 м. Найбільша довжина дволанкового автопотяга — 20 м, триланкового — 24 м.

Компоувальні схеми автопотягів показані на рис. 8.5.

Сідельні автопотяги мають переваги перед причіпними. При тій же вантажопідйомності менша довжина, відсутність крутіння, конструктивно простіше і менше коефіцієнт металоємності. Використання сідельних автопотягів підвищує коефіцієнт пробігу, скорочує простої під вантаженням та розван-

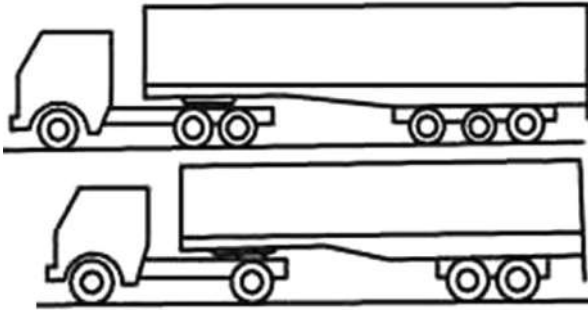


Рис. 8.5. Компонувальні схеми автопоїздів

таженням і розширює спеціалізацію автопотягів. Номінальна вантажопідйомність причіпного автопотяга вища, ніж сідельного на 10...15%. Перспективним є застосування причіпних автопотягів з мінімальними проміжками між ланками, з легкознімними кузовами, уніфікованими за приєднувальними розмірами до вимог ISO.

Підвищення продуктивності автотранспортних засобів пов'язано із застосуванням триланкових автопотягів. Вони включають автомобіль-тягач і два причепа або два напівпричепа. Другий напівпричеп використовується з підкатним візком.

Компонування автопотягів забезпечує необхідну вантажомісткість кузовів при допустимій повній масі. При цьому скорочують відстані між тягачем і причепом за рахунок застосування укорочених тягово-зчіпних пристроїв. Зменшують довжину кабіни при перенесенні спальних місць у надбудову над кабіною (корисна довжина вантажної платформи збільшується на 400...500 мм). Використовують низькорамні причепа, встановлюють низькопрофільні шини з мінімально можливим діаметром. Застосовують напівпричепа із східчатою підлогою, що збільшує вантажне приміщення у сідельних автопотягів (рис. 8.6).

Спеціальне устаткування лісовозних автомобілів, призначене для розміщення і утримання лісоматеріалу та перевезення його при порожньому пробігу; лісовозні автомобілі оснащуються спеціальним устаткуванням, до складу якого входять

коник, подконнкова рама, тягово-зчіпний пристрій, обгороджування кабіни, замкове облаштування дишла, коробки відбору потужності і лебідки.

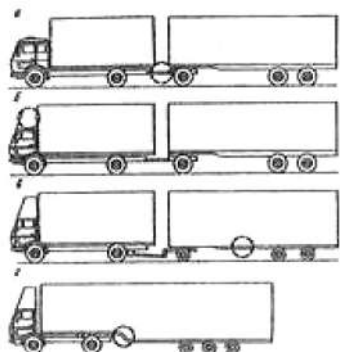


Рис. 8.6. Схема шляхів підвищення вантажопідйомності магістральних автопоїздів:

*a* — застосування укорочених тягово-зчіпних пристроїв; *b* — перенесення спальних місць у надбудову кабіни; *c* — застосування низькорамних причепів; *d* — застосування напівпричепів із східчастою підлогою

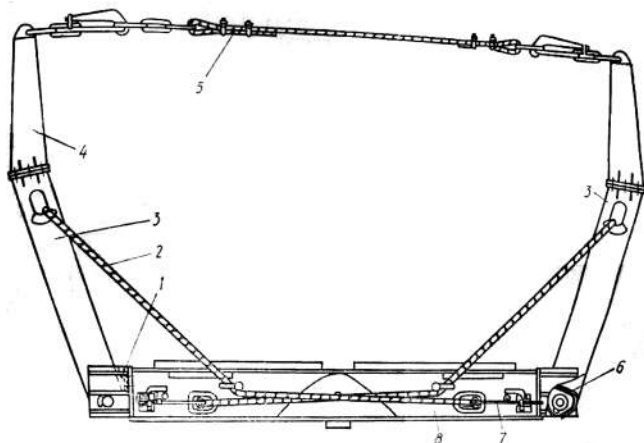


Рис. 8.7 — Коник

1 — упор стійки; 2 — канат стійки; 3 — стійки; 4 — наконечник стійки; 5 — канат страхувальний; 6 — канат механізму полегшення підйому стійок; 7 — запор каната стійки; 8 — підставка коника

### 8.3. Навантажувальні умови

Порядок здійснення габаритно-вагового контролю за проїздом автомобільними дорогами загального користу-

вання транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 27.06.2007 № 879 «Про заходи щодо збереження автомобільних доріг загального користування».

Порядком визначено: терміни, які вживаються, вимоги до контрольно-вимірювального обладнання та пунктів габаритно-вагового контролю, плата за проїзд автомобільними дорогами загального користування великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів, процедуру погодження маршруту та видача дозволу на рух, відповідальність учасників відносин у сфері габаритно-вагового контролю, ставки плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів.

*Габаритно-ваговий контроль* — контроль за проїздом великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів автомобільними дорогами загального користування, який включає перевірку відповідності габаритно-вагових параметрів таких транспортних засобів установленим законодавством параметрам і нормам, наявності дозволу на рух за визначеними маршрутами, а також дотримання визначених у дозволі умов та режиму руху транспортних засобів.

*Постановою визначено декілька принципів моментів:*

- У темну пору доби місце здійснення габаритно-вагового контролю (ГВК) повинно бути освітленим. Забороняється експлуатація пересувних пунктів у темну пору доби, крім випадків, коли такий пункт розташовано на освітлених ділянках автомобільних доріг, у морських, річкових портах, вантажних терміналах, місцях формування вантажопотоків.
- Під час здійснення контролю не допускається використання вимірювального і зважувального обладнання, періодична повірка якого не проведена, а також обладнання, що перебуває у несправному стані.
- Контроль за наявністю у водіїв дозволу на рух великовагових та великогабаритних транспортних засобів здійснюють відповідні підрозділи патрульної поліції

та територіальні органи Укртрансбезпеки, які здійснюють габаритно-ваговий контроль.

- Габаритно-ваговий контроль на стаціонарних пунктах включає документальний, попередній та/або точний контроль, на пересувних — документальний, точний контроль.
- У разі виявлення під час здійснення попереднього габаритно-вагового контролю на стаціонарних або автоматичних зважувальних пунктах факту перевищення установлених габаритно-вагових параметрів, здійснюється точний габаритно-ваговий контроль.
- За результатами точного габаритно-вагового контролю на стаціонарному або пересувному пункті водієві транспортного засобу видається довідка результатів здійснення контролю, із зазначенням часу і місця його проведення, а на запит водія — міжнародний сертифікат зважування вантажних транспортних засобів, якщо пункт ГVK уповноважений видавати такі сертифікати.
- У разі виявлення факту перевищення хоча б одного вагового та/або габаритного нормативного параметра більше ніж як на 2 %, подальший рух транспортного засобу забороняється до внесення плати за його проїзд. Плата за проїзд великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу, що рухався без відповідного дозволу, здійснюється у подвійному розмірі за пройденою частиною маршруту територією України.
- У разі здійснення руху з порушенням умов, визначених у дозволі на рух, подвійний розмір застосовується в частині переви-



Рис. 8.8 Прилади ГVK

щення фактичних показників над показниками, визначеними у дозволі, за пройденої частини маршруту.

Довідка про здійснення ГВК та/або сертифікат зважування, або документ щодо внесення плати за проїзд є чинними протягом усього маршруту.

У разі наявності підозри щодо перевищення нормативних габаритно-вагових параметрів транспортного засобу працівники пунктів ГВК проводять його повторне зважування.

У разі виявлення на стаціонарних або пересувних чи автоматичних зважувальних пунктах порушення правил проїзду великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів, такий транспортний засіб тимчасово затримується згідно зі статтею 265–2 Кодексу України про адміністративні правопорушення.

Власник великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу або уповноважена ним особа має право привести габаритно-вагові параметри транспортного засобу відповідно до установлених нормативів шляхом часткового розвантаження, перевантаження на інший транспортний засіб або у будь-який інший спосіб.

Після приведення габаритно-вагових параметрів транспортного засобу відповідно до установлених нормативів і внесення плати за проїзд такий транспортний засіб спрямовується для здійснення повторного габаритно-вагового контролю. Якщо під час здійснення такого контролю фактів перевищення габаритно-вагових параметрів не виявлено, транспортний засіб може продовжити подальший рух.

У разі відмови водія транспортного засобу від проходження габаритно-вагового контролю посадові особи та/або працівники Укртрансбезпеки або її територіальних органів складають акт за формою, встановленою Мінінфраструктури, з оперативним повідомленням відповідного підрозділу патрульної поліції, що забезпечує безпеку дорожнього руху.

Плата за проїзд здійснюється в національній валюті за офіційним курсом гривні.

Перевізник має право на відшкодування вантажовідправником чи замовником коштів, внесених у рахунок плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу.

Про випадки невиконання водієм транспортного засобу законних вимог посадкових осіб та/або працівників Укртрансбезпеки та її територіальних органів щодо зупинки транспортного засобу для проведення габаритно-вагового контролю Укртрансбезпекою або її територіального органу, що здійснює ГВК, оперативно повідомляє відповідним підрозділам патрульної поліції, яка забезпечує безпеку дорожнього руху.

Відповідальність за збереження великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів, рух яких заборонено, за весь час з моменту заборони руху до його відновлення несе перевізник, а у разі перевезення вантажу — вантажовідправник.

Відповідальність за збитки, завдані власникові великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу чи вантажу, а також третім особам у зв'язку із заборонаю руху, внаслідок невідповідності фактичної ваги вантажу даним, зазначеним у товарно-транспортній документації, несе вантажовідправник.

Основним нормативним документом, який регламентує порядок взаємодії органів Державної влади при проведенні габаритно-вагового контролю, є спільний Наказ Мінінфраструктури України та МВС України від 10.12.2013 № 1007/1207 «Про затвердження Порядку взаємодії Державної інспекції України з безпеки на наземному транспорті, Міністерства внутрішніх справ України, Державного агентства автомобільних доріг України під час організації та проведення робіт із зважування та здійснення габаритно-вагового контролю транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів на автомобільних дорогах загального користування».

Принциповими для водіїв є такі положення спільного наказу:

1. Габаритно-ваговий контроль транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів під час їх проїзду автомобільними дорогами загального користування проводиться посадковими особами Укртрансбезпеки і відповідних підрозділів патрульної поліції України.

2. Укртрансбезпекою:

— самостійно визначаються місця проведення габаритно-вагового контролю, за погодженням з відповідним підрозділом патрульної поліції України;

– розробляються і погоджуються графіки роботи пунктів габаритно-вагового контролю зі службами автодоріг та відповідними підрозділами патрульної поліції України;

– здійснюється зупинка транспортних засобів для проведення габаритно-вагового контролю, з дотриманням ПДР України та положень постанови Кабінету Міністрів України від 20.05.2013 № 422;

– про результати здійснення габаритно-вагового контролю водієві видається відповідна довідка;

– складається акт про перевищення транспортним засобом нормативних габаритних або вагових параметрів та визначається сума плати за проїзд;

– у разі невиконання водієм транспортного засобу вимог посадових осіб Укртрансбезпеки щодо зупинки транспортного засобу для проведення габаритно-вагового контролю повідомляють про це працівників відповідних підрозділів патрульної поліції України;

– у разі відмови водія транспортного засобу від проходження габаритно-вагового контролю складається акт про таку відмову водія;

– у журналі обліку реєструються транспортні засоби, щодо яких здійснювався габаритно-ваговий контроль і параметри яких перевищують нормативні;

– перевіряють у водіїв великогабаритних та великовагових транспортних засобів наявність дозволів на участь у дорожньому русі;

– у разі відсутності документів, визначених ст. 48 Закону України «Про автомобільний транспорт», до автомобільних перевізників застосовують адміністративно-господарські штрафи, згідно зі ст. 60 зазначеного вище закону.

### **Контрольні запитання**

1. Вимоги до автопотягів та їх класифікація.
2. Конструктивні особливості і компоновальні схеми.
3. Навантажувальні умови.
4. Порядок здійснення габаритно-вагового контролю.
5. Габаритно-ваговий контроль.

## **Тема 9. Автопотяги для перевезення лісоматеріалів**

### **9.1. Схеми і технічні характеристики лісовозних поїздів**

Значна кількість лісових угідь в Україні знаходиться у гірській місцевості. У частині країни лісорозробки ведуться на рівнинній місцевості з низькою несучою здатністю лісовозних доріг, за винятком лісорозробок у Карпатах.

Близько 80% загального обсягу заготовленої деревини вивозиться з лісосік автомобільними автопотягами.

Найбільш поширеними автотранспортними засобами, використовуються у лісозаготівельній промисловості, є спеціалізовані лісовозні автомобілі підвищеної прохідності Кременчуцького автозаводу, а також автомобілі Уральського автозаводу і Московського автозаводу ім. І. А. Лихачова з відповідними за вантажопідйомністю причепами-розпусками (табл. 9.1).

Залежно від обсягу вивезення лісу і типу лісовозних доріг в нашій країні застосовуються лісовозні автопотяги різних типів. Наприклад, автопотяги на базі автомобілів ЗІЛ і Урал використовуються там, де заготівля ведеться у невеликих обсягах, а вивезення лісу нерідко здійснюється з виходом на дороги загальної мережі.

Лісовозні автопотяги складаються з автомобіля-тягача, що має поворотний коник, на який спирається передній кінець пакета колод або хлестів, і причепа-розпуску, на поворотний коник якого спирається задній кінець пакета лісу. Можливі схеми лісовозних автопотягів наведені на рис. 9.1, основні з яких є показані на рис. 9.1.

Якщо дозволяють дорожні умови (гарна якість дорожнього покриття і невеликі ухили), можуть бути використані автопотяги у складі тягача, напівпричепа і розпуску (рис. 9.1, *в, г, е*). Такі автопотяги мають максимальну вантажопідйомність, але вимагають застосування двигуна великої потужності. Недоліком зазначених автопотягів є їх схильність до «складання» у зв'язку з наявністю на поздовжній осі двох шарнірів, що погіршує маневреність таких автопотягів.

Схеми лісовозних автопотягів, показані на рис. 9.1, *е, ж*, можуть використовуватися при перевезенні сортиментів, а та-

кож при двокомплектному вивезенні хлестів. Ці автопотяги складаються з автомобіля з розпуском, до якого приєднаний окремий причіп.

При проектуванні лісовозних автопотягів у зв'язку з важкими дорожніми умовами їх експлуатації і підвищеною прохідністю повна маса автопотягів визначається з необхідності забезпечення коефіцієнта зчіпної ваги не нижче 0,45.

Оскільки можливість реалізації високих швидкостей руху лісовозних автопотягів обмежена важкими дорожніми умовами, то максимальна швидкість становить від 60 до 70 км/ч. У зв'язку з цим задовільні тягово-динамічні властивості лісовозних автопотягів забезпечуються при відносно невеликій питомій потужності автопотяга (4,5...5,5 кВт/т).

Таблиця 9.1 – Технічні характеристики лісовозних автопотягів

Характеристика	ЗІЛ-131 ТМЗ-802	МАЗ-509 А ТМЗ-803	МАЗ-5434 ГКБ-9383	Урал-4320 ТМЗ-9851	КрАЗ-260 Л 2 Р-20	КрАЗ-6437 ГКБ-9871	KNWF 12 Т* 2 Р-20
Потужність двигуна, кВт	110,4	132,5	176,6	154,6	220,6	235,0	220,8
Вантажопідйомність, т:							
– автопотяга	10,5	17,0	20,9	15,0	29,0	30,5	27,0
– автомобіля	3,5	5,5	6,9	6,5	9,2	14,5	12,0
– причепа-розпуску	7,0	11,5	14,0	8,5	19,8	16,0	15,0
Повна маса автопотяга з вантажем, т	19,665	29,95	34,0	25,93	47,4	47,0	42,39
Питома потужність, кВт/т	5,61	4,42	5,19	5,96	4,66	5,0	5,21
Коефіцієнт зчіпної ваги	0,53	0,484	0,47	0,578	0,478	0,57	0,554
Коефіцієнт спорядженої маси	0,85	0,748	0,612	0,73	0,628	0,542	0,563

Продовження таблиці 9.1

Характеристика	ЗІЛ-131 ТМЗ-802	МАЗ-509 А ТМЗ-803	МАЗ-5434 ГКБ-9383	Урал-4320 ТМЗ-9851	КрАЗ-260 Л 2 Р-20	КрАЗ-6437 ГКБ-9871	КНWF 12 Т* 2 Р-20
Навантаження від завантаженого автопотяга, кН, передане на дорогу через:							
– шини передніх коліс	33,6	49,5	60,0	43,0	64,0	67,5	54,9
– шини задніх коліс	70,65	95,0	100,0	106,3	162,0	202,5	179,0
– шини візка причепа-розпуску	92,4	155,0	180,0	110,0	248,0	200,0	190,0

Реалізація більш високої питомої потужності автопотягів на лісовозних дорогах ускладнена внаслідок інтенсивних коливань через наявність нерівностей дороги. Ефективним у цих умовах напрямком є вдосконалення системи підресорювання рухомого складу.

Мінімальна швидкість руху лісовозних автопотягів також повинна бути менше, ніж автопотягів загальнотранспортного призначення, для забезпечення подолання важких ділянок дороги і маневрування в цих умовах. З огляду на це, мінімальна швидкість руху лісовозних автопотягів, відповідає середній частоті обертів вала двигуна (приблизно при максимальному моменті, що крутить), встановлюють рівною 3...5 км/год.

Зазначені межі максимальної і мінімальної швидкостей руху автопотягів враховують при визначенні діапазону передавальних чисел трансмісій.

Поліпшення прохідності лісовозних автопотягів досягається в результаті більш повного використання крутного моменту двигуна, що підводиться до ведучих мостів тягача. Для

цього у конструкції роздавальної коробки на ряді моделей тягачів застосовуються міжосьові несиметричні диференціали, що пропорційно розподіляють крутний момент. Крім того, для забезпечення прохідності автопотягів на особливо важких ділянках дороги передбачається, за необхідності, можливість блокування диференціала.

При компоюванні повнопривідного лісовозного тягача велику увагу приділяють вибору розмірів коліс і оптимальній кількості мостів. Навантаження на мости і геометричні розміри коліс залежать від кількості мостів (осей), що суттєво впливає на прохідність і тягово-зчіпні властивості автомобіля, особливо при русі по ґрунтах з низькою несучою здатністю.

Значно зменшується опір коченню та збільшується тягове зусилля на гаку тягача при русі на деформуючих та ущільнюючих ґрунтах, що властиво для ряду лісовозних доріг. Зі збільшенням кількості мостів (осей) ступінь його впливу на питомі показники, що характеризують прохідність автопотяга, знижується. При компоюванні лісовозного тягача його колісну формулу (4 x 4 або 6 x 6) слід приймати з урахуванням конкретних умов експлуатації.

При лесовивозу застосовуються автомобілі-тягачі з колесами задніх провідних мостів на двосхилих нормальних або односхилих широкопрофільних шинах.

Лісовозні автопотяги з двосхилими шинами коліс задніх мостів тягача та осей причепів-розпусків мають певні переваги перед автопотягами на широкопрофільних шинах, оскільки при цьому більш рівномірно завантажуються мости автопотяга, їх колеса меншою мірою впливають на дорогу. При цьому можливе збільшення повної маси автопотягів, а отже, і підвищення продуктивності транспортної роботи. Їх рух на гілках і магістралях лісовозних доріг стійкіше. Тому найбільш широко використовуються лісовозні автомобілі-тягачі з колесами задніх мостів на двосхилих шинах.

Повнопривідні лісовозні автомобілі мають механічні трансмісії, максимально уніфіковані з трансмісіями базових автомобілів загального призначення. Крутний момент між

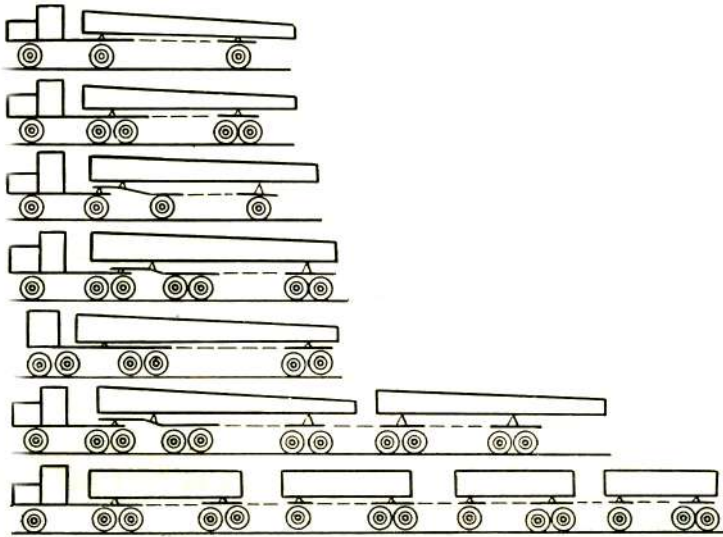


Рис. 9.1 Схеми лісовозних автопоїздів

мостами розподіляється роздавальної коробкою, від якої він може підводитися до мостів двома способами: з центральним розподілом і безпосереднім (на лісовозних автомобілях практично не застосовується).

У трансмісії з центральним розподілом крутного моменту він може передаватися до кожного моста або до двох мостів відразу. За першою схемою розподіл крутного моменту здійснюється на більшості двовісних автомобілів, а також на тривісних автомобілях нових моделей (вона отримала назву схеми з прохідними валами). Схема з прохідними валами, хоча і має меншу ступінь уніфікації мостів, ніж схема трансмісії з розподілом крутного моменту до кожного мосту, забезпечує спрощення трансмісії, поліпшення експлуатаційної технологічності автомобіля внаслідок меншого обсягу робіт з технічного обслуговування трансмісії, оскільки зменшується кількість карданних шарнірів.

Передні провідні керовані мости максимально уніфіковані з задніми (середніми) провідними мостами. Перш за все, уніфіковані їх головні передачі, хоча у деяких автомобілів конструкція головних передач передніх мостів і запозичена у автомобілів інших моделей.

Привід провідних керованих коліс має поворотний пристрій, за допомогою якого забезпечується не тільки поворот коліс, але і передача крутного моменту на керовані колеса. У приводі керованих ведучих мостів застосовують карданні шарніри, які мають постійну кутову швидкість. Принципова й конструктивна відмінність між різними такими шарнірами полягає у способі вирівнювання швидкості і встановленні їх у шворневому пристрої.

На лісовозних автомобілях середньої вантажопідйомності (ЗІЛ) у приводі провідних керованих коліс застосовують кулькові шарніри з ділильними канавками, на лісовозних автомобілях великої вантажопідйомності — здвоєні карданні шарніри (МАЗ) або кулачкові шарніри (КрАЗ). На відміну від інших, здвоєні карданні шарніри не вимагають ущільнення шкворневих пристроїв для захисту карданного вала від пилу і бруду.

Розміри розглянутих карданних шарнірів залежать від типу приводу коліс. Застосування колісних редукторів дозволяє зменшити розміри карданних шарнірів.

До тягачів лісовозних автопотягів так само, як і до автомобілів інших типів, які більшу частину часу експлуатуються в холодних кліматичних зонах, висуваються додаткові вимоги. Двигун цих тягачів обладнують системою передпускового розігріву і засобами полегшення пуску двигуна. Система передпускового розігріву забезпечує не тільки передпусковий розігрів двигуна, а й розігрів кабіни, а також підтримання заданого теплового режиму двигуна і кабіни при непрацюючому двигуні.

Систему охолодження двигунів обладнують вентилятором з муфтою автоматичного управління. Вивід відпрацьованих газів двигуна і підігрівача направляють у правий бік,

що виключає погіршення оглядовості дороги для зустрічних і обгону автотранспортних засобів. Паливна система тягача з дизельним двигуном має пристрої для підігріву дизельного палива до температури, що забезпечує можливість прокачки зимових сортів палива при пуску двигуна, а в теплу пору року ці пристрої відключаються. Місця установки акумуляторних батарей тягачів з системою підігріву повинні мати термоізоляцію, що охороняє електроліт від інтенсивного охолодження. Тягачі обладнують протитуманними фарами і прожекторами, керованими з кабіни з місця водія.

Кабіну виконують з посиленою термоізоляцією. Система опалення повинна забезпечувати при температурі навколишнього середовища до  $-60^{\circ}\text{C}$  і русі автопотяга зі швидкістю 40 км/год температуру повітря всередині кабіни не нижче  $+10^{\circ}\text{C}$ .

## **9.2. Спеціальне обладнання лісовозних автомобілів**

Для розміщення та утримання вантажу лісоматеріалу, навантаження розпуску на шасі і його перевезення при порожньому пробігу, лісовозні автомобілі оснащуються спеціальним обладнанням, до складу якого входять коник, підконикова рама, тягово-зчіпний пристрій, огороження кабіни, запірний пристрій дишла, коробка відбору потужності і лебідки.

Коник є поворотним пристроєм, через який навантаження від розміщеного на ньому лісу передається через підконикову раму на раму автомобіля.

Конструкція коника забезпечує розміщення і утримання колод при транспортуванні, а також полегшує їх розвантаження. Коник складається з підстави 8, двох відкидних стійок 3 з наконечниками 4, шарнірно встановлених на осях, стяжних 2 і страхувального 5 канатів з запорами.

Підстава коника зварна, на конику є отвори для шарнірного з'єднання зі стійками. У верхній частині основи конина приварені куточки, ребра яких спрямовані вгору, що перешкоджає мимовільному подовжньому зсуву лісоматеріалу при транспортуванні. До нижньої частини підстави приварюють

опорний лист для зменшення питомого навантаження на підконикову раму.

В основу коника вбудовані механізми для полегшення підйому стійок.

Стійки коника зварні, коробчастого перетину. Кожна зі стійок утримується у вертикальному (або похилому) положенні канатами 2, просмикнутими через вікна у стійках і закріпленими за один кінець нерухомо віссю у кронштейні. Інший кінець каната пов'язаний зі спеціальним натяжним замком 7, який при розвантаженні лісоматеріалів відкидається, звільняючи затяжку каната.

З'єднання коника з підкониковою рамою зазвичай виконують за допомогою шворня. Шкворень проходить через отвори у підставі коника і в підкониковій рамі. При безшворневому з'єднанні зв'язок коника з підкониковою рамою здійснюється за допомогою, що центрує вертикальні трубчасті осі і декілька кронштейнів, прикріплених до підконикової рами і розташованих по діаметру опори коника.

Конструкція коника дозволяє розвантажувати лісоматеріали в обидва боки, для чого натяжні канати і замки мають те, щоб замок відкривався з боку, протилежному тому, на який проводиться вивантаження.

Розміри коника визначають за умови, що граничне співвідношення між навантаженням на коник автомобіля і коник причепа-розпуску має становити 1 : 2 (при подальшому збільшенні навантаження на коник причепа-розпуску вершини хлестів входять у контакт з дорогою і руйнують покриття).

Необхідний розподіл навантаження між кониками автопотяга досягається за рахунок зміни відстані між ними шляхом регулювання довжини дишла і тросів зчіпки.

Відстань між кониками при заданому розподілі навантаження визначається за формулою:

де  $m_r$  — вантажопідйомність автопотяга;  $m_{rp}$  — вантажопідйомність коника причепа-розпуску;  $s$  — відстань від комля до центра ваги хлестів (для дерев у середньому становить 0,37, для хлестів 0,33 і для сортиментів тут  $L$  — довжина ван-

тажу);  $k$ -середня довжина схилу хлестів перед коником автомобіля (1 м).

Оптимальне відношення вантажопідйомності розпуску і тягача становить 1,7...2,1. Нижня межа відповідає межі керуваності ними, верхня — контакт хлестів з дорогою. Для розміщення хлестів на автопотязі повинні бути передбачені певні площі у межах внутрішніх габаритів стійок коника.

Як видно з графіка на рис. 9.2, питомі площі по внутрішніх габаритах коника тягача в 1.5...2 рази більше відповідних площ для причепа-розпуску. Довжина коника визначається граничним розміром за шириною, яка для доріг загального користування дорівнює 2 500 мм, а для лісовозних доріг — до 3 000...3 200 мм. При визначенні граничної висоти стійок слід враховувати, що кут поперечної статистичної стійкості тягача повинен бути не менше 25°.

Підконикова рама з накатними майданчиками за допомогою кронштейнів кріпиться до рами автомобіля. У середній частині підконикової рами розташована опорна плита коника. Накатні майданчики розташовують похило відносно горизонтальної площини, на кінці їх виконують скруглення для забезпечення вільного вкочування візка розпуску на шасі автомобіля та її скочування. Одночасно накатні майданчики є опорою для коліс причепа-розпуску під час транспортування його на шасі автомобіля.

У задній частині рами встановлена буксирна вилка для кріплення дишла причепа-розпуску і тягова балка, до якої кріпляться троси хрестоподібної зчипки причепа-розпуску.

Для правильного напрямку троса лебідки під опорними плитками коника встановлюють напрямний ролик, а на поперечні рами і в замку дишла — напрямні блоки.

Огорожу kabіни виконують на передній частині підконикової рами для запобігання kabіни від пошкодження лісоматеріалами при їх навантаженні та транспортуванні. Для підвищення стійкості огорожу зміцнюють укосами.

У середній частині огорожі виконана сідловина, в яку вкладається дишло причепа-розпуску при перевезенні його на шасі

тягача. Тут же розташовано запірний пристрій, що утримує дишло у транспортному положенні. Запірний пристрій дишла складається з пневмоциліндра і запірного механізму (рис. 9.3). Захвати запірного механізму закриваються при подачі повітря з боку нижньої кришки циліндра, у результаті чого шток циліндра впливає на систему важелів і тяг, пов'язаних із захватами. При розвантаженні розпуску повітря подається з протилежного боку циліндра.

У запірному пристрої іншого типу застосовані пневмокамери. Під час навантаження розпуску дишло натискає на фіксатори запірного пристрою, зрушує їх, викручуючи пружини пневмокамер, встановлюється у спеціальний ложемент з подушками і фіксаторами (під впливом пружин пневмокамер), які автоматично замикають дишло. При розвантаженні розпуску під впливом повітря, що надходить у пневмокамери запірного пристрою і віджимає діафрагму, фіксатори виводяться із зачеплення з дишлом.

Управління запірними пристроями здійснюється з кабіни водія. Коробка відбору потужності призначена для відбору потужності на привід лебідки. Відбір потужності у лісовозних тягачах, як правило, проводиться від роздавальної коробки. Конструкція коробки відбору потужності лісовозного тягача МАЗ-5434 наведена на рис. 9.4.

У корпусі, прикріпленому до роздавальної коробки, розташований вал 8 відбору потужності, на шлицьовому кінці якого встановлена муфта 9. Привід вала здійснюється за допомогою вилки 4, яка переміщує муфту і з'єднує первинний вал 1 роздавальної коробки з валом 8 відбору потужності. Другий кінець вала відбору потужності з'єднаний з фланцем за допомогою

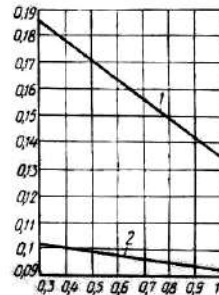


Рис. 9.2. Залежність питомої площі коника від середнього об'єму хлиста:  
1 — для коника тягача;  
2 — для коника причепа розпуску

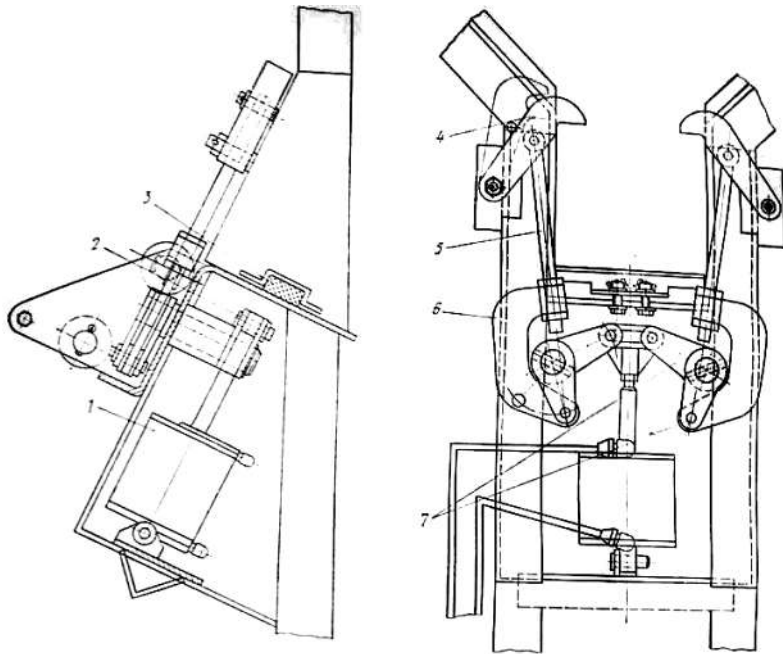


Рис. 9.3. Запірний пристрій дишла циліндра:

1 – циліндр; 2 – шток; 3 – огороження kabіни; 4 – захоплення; 5 – тяга; 6 – наконечник тяги; 7 – важіль

штифта 7. При перевантаженні з метою запобігання від поломки деталей лебідки і трособлочної системи штифт зрізається.

Відключення вала відбору потужності проводиться за рахунок випуску стисненого повітря з пневмоциліндра за допомогою вимикача на щитку приладів у kabіні. При цьому за допомогою вилки 4 муфта 9 виводиться із зачеплення зі шліцьовим кінцем первинного вала 1 роздавальної коробки.

Лебідка (рис. 9.5) призначена для завантаження у розвантаження причепа-розпуску. Вона приводиться в дію від коробки відбору потужності за допомогою карданного вала. Лебідка складається з редуктора і барабана з намотаним на нього тросом. Редуктор лебідки черв'ячного типу складається з одного західного сталевих черв'яка і черв'ячного колеса з бронзовим

вінцем. Максимальне тягове зусилля застосовується на лісовозних тягачах лебідок 40...80 кН. Гальмування барабана лебідки здійснюється стрічкою гальма з фрикційною накладкою. Натяг стрічки гальма може бути змінено регулюванням.

До складу лісовозних автопотягів, крім тягачів автомобілів-лісовозів, входять причепи-розпуски відповідної вантажопідйомності. Автомобілі-лісовози великої вантажопідйомності експлуатуються з причепами-розпусками 2 Р-15 Т (ДКБ-9383) Тавдинського механічного заводу.

Причеп-розпуск ДКБ-9383 являє собою двовісний візок з поворотним коником. Управління розпуском здійснюється хрестоподібною тросовою зчіпкою. Розпуск складається з ходової частини, рами, підвіски, коника з відкидними стійками, гальмівної системи і металевого дишла.

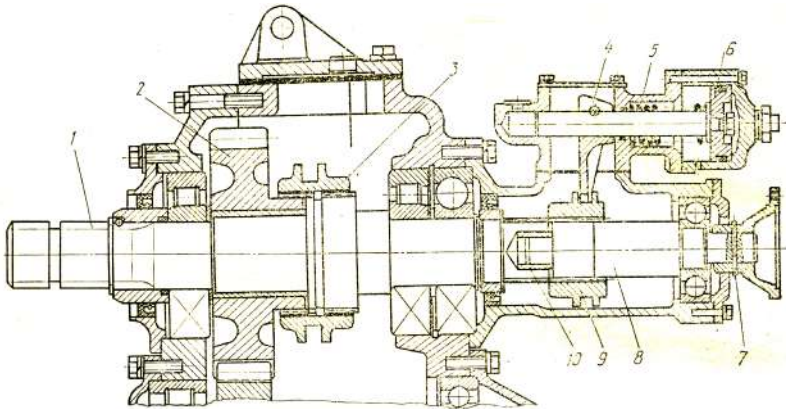


Рис. 9.4. Коробка відбору потужності приводу лебідки:

1 — первинний вал роздавальної коробки; 2 — кришка первинного вала; 3 — муфта включення роздавальної коробки; 4 — вилка включення коробки відбору потужності; 5 — пружина; 6 — поршень; 7 — штифт; 8 — вал коробки відбору потужності; 9 — муфта включення коробки відбору потужності; 10 — втулка

Ходова частина розпуску включає дві осі, на яких в роликових підшипниках встановлені маточини коліс. Осі коліс закріплені на конику балансира у спеціальних гніздах з гумовими амортизаторами.

Рама розпуску — зварена (суцільнометалева), з листового прокату і гнутих профілів, з'єднаних між собою поперечинами. Верхня частина рами з боків закрита листами і привареними до них швелерами, які утворюють дві консолі тягової балки. Середня поперечина рами у верхній частині має опорний лист з отвором для установки шворня коника. Дві бічні опорні стінки рами і поперечки утворюють вікно, в яке входить кінець дишла. Кріплення дишла в рамі розпуску здійснюється шарнірно через шворінь коника.

Для забезпечення навантаження і перевезення розпуску на шасі автомобіля на рамі розпуску є спеціальні опори для обмеження коливань балансира.

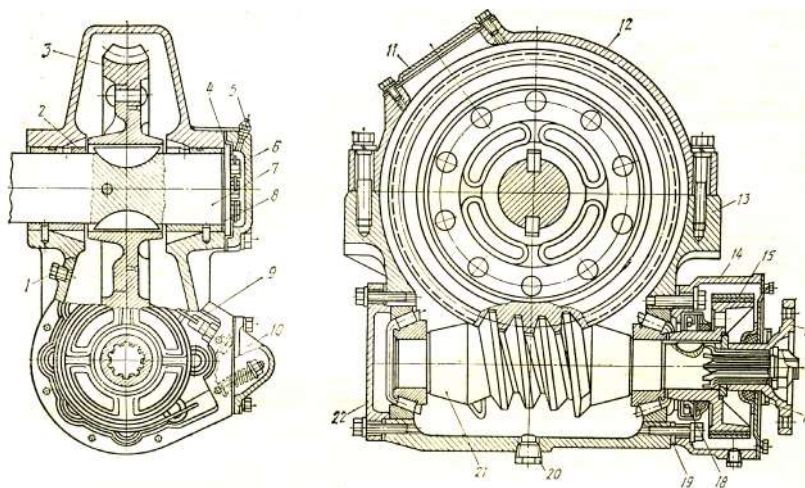


Рис. 9.5. Редуктор лебідки:

1 — пробка контрольна; 2 — підшипник (втулка) вала барабана; 3 — колесо черв'ячне; 4 — шайба установча; 5 — маслянка; 6 — кришка; 7 — головка барабана; 8 — прокладки регулювальні; 9 — стрічка гальма; 10 — кришка пружини гальма; 11 — кришка оглядового люка; 12 — кришка картера; 13 — картер редуктора; 14, 22 — кришки підшипників; 15 — барабан гальма; 16 — фланець; 17 — сальник кришки гальма редуктора; 18 — сальник маточини гальма редуктора; 19 — прокладки регулювальні; 20 — пробка спускна; 21 — черв'як

Підвіска розпуску складається з двох балансирів, посаджених на загальну вісь обертання, і двох реактивних штанг. Балансири своїми кінцями спираються на осі коліс і утримуються на них за допомогою знімних кришок і болтових з'єднань.

Коник розпуску — металевий, поворотний. Він встановлюється на рамі розпуску і з'єднується з нею за допомогою шворня. Шворень коника проходить через три опори в рамі і закріплює одночасно дишло в гнізді розпуску. Коник складається з основної балки і двох стійок, що відкидаються шарнірно, закріплених в отворах балки за допомогою пальців. Стійки утримуються у вертикальному положенні стяжними тросами, запірні пристрої яких розташовані на протилежних кінцях балки (за аналогією з розташуванням на автомобілях).

#### **Технічні характеристики розпуску**

- Вантажопідйомність, кг 15 000;
- Повна маса буксиру розпуску (зі складним дишлом), кг 19 150;
- Власна маса розпуску, кг 4 150;
- Маса дишла, кг 820;
- Габаритні розміри розпуску, мм:
  - довжина без дишла 2 500;
  - довжина зі складним дишлом 10 400 і 11 400;
  - висота (без вантажу) 2 945;
  - вантажна висота (без вантажу) 1 670;
  - ширина 2 600;
  - висота стійок коника 1 200;
  - відстань між стійками 2 278;
- Колія, мм 1 900;
- Дорожній просвіт, мм 380.

Для забезпечення навантаження і перевезення розпуску на шасі автомобіля на рамі розпуску є спеціальні опори для обмеження коливань балансира.

Гальмівна система розпуску складається з колісних гальм колодкового типу, гальмівних камер, двох повітряних балонів, крана ручного гальмування розпуску і повітроділяючого клапана. Привід гальм — пневматичний. Повітряний трубо-

провід прокладений по дишлу (всередині його) і тому захищений від пошкоджень.

Дишло розпуску (рис. 9.6) — металеве, звареної конструкції, складається з передньої і задньої балок, наконечника, фіксатора, пневмопроводів і електропровода. У середній частині дишло має шарнір з горизонтальною віссю, що забезпечує можливість його складання. Шарнір обладнаний фіксатором, відкриття якого залежить від натягу троса лебідки автомобіля.

Для зміни відстані між комірками автомобіля і розпуску передня частина дишла подовжується за рахунок висування наконечника, а задня за рахунок перестановки шворня розпуску в інший отвір у дишлі.

У передній балці дишла є посадочні місця для установки наконечника дишла, а у середній — гнізда для кріплення троса лебідки. Задня частина балки звужена, тут встановлюються фіксатор дишла і гумові амортизатори, які оберігають дишло від різких ударів у момент розвантаження розпуску.

Передня частина задньої балки має вушко для шарнірного з'єднання з передньою балкою за допомогою пальця. У задній частині балки є отвори для установки шворня і зміни довжини дишла.

Наконечник дишла зварений з труби. У передній частині наконечника є фіксатор, приварений до труби для фіксації дишла у поздовжньому напрямку при його складанні, а у середній частині — отвір для установки шворня буксирної рами автомобіля. Наконечник дишла закінчується вушком з трапецеїдалною різю для точного регулювання довжини дишла при його установці. Для кріплення наконечника у передній балці є отвір. Фіксатор дишла включає шток, систему регулювання затягування пружини і приводу автоматичного відкривання. Привід фіксатора за допомогою троса з'єднаний з тросом лебідки автомобіля і спрацьовує до початку складання дишла.

Використання причепа-розпуску при роботі у складі автопотяга. Причип-розпуск лісовозного автопотяга може мати дишло різної довжини. Дишло меншої довжини призначено для перевезення хлестів довжиною до 22 м, розсунуте

дишло — для вивезення хлестів, довжиною понад 22 м. Необхідна довжина дишла забезпечується шляхом висування його переднього кінця зміщення розпуску для чого на дишлі є додаткові отвори кріплення його до розпуску. Неприпустимо висування переднього кінця без зміщення розпуску назад або навпаки, тому що в протилежному випадку порушиться нормальний режим навантаження розпуску на шасі тягача і можуть мати місце поломки обладнання.

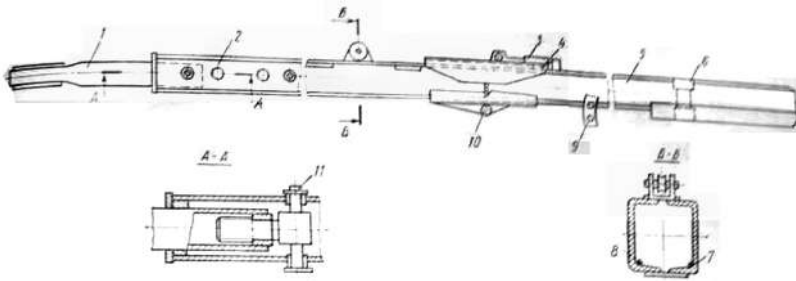


Рис. 9.6. Дишло:

1 — наконечник дишла для тягача КраЗ; 2 — наконечник дишла для тягача МАЗ; 3 — запобіжник; 4 — замок; 5 — балка задня; 6 — гнізда; 7 — пневмопривід; 8 — електропривід; 9 — кронштейн; 10 — вісь шарніра; 11 — палець

Розпуск зі складним дишлом перевозять на шасі тягача на шляху руху від «нижнього» складу на «верхній». На дишлі є два місця кріплення тягового каната лебідки. При мінімальній відстані між кониками канат лебідки зачіпають за другий отвір від буксирної рамки. При максимальній відстані між кониками — за перший отвір.

Навантаження розпуску зі складним дишлом на шасі лісовоза виробляють після установки тягача та розпуску строго на одній лінії, включення коробки відбору потужності і заднього ходу в коробці передач за умови «нейтралі» у роздавальній коробці. Після плавного відпускання педалі зчеплення лебідка починає намотувати канат, при натягу якого замок шарніра дишла відкривається, складається і плавно піднімається

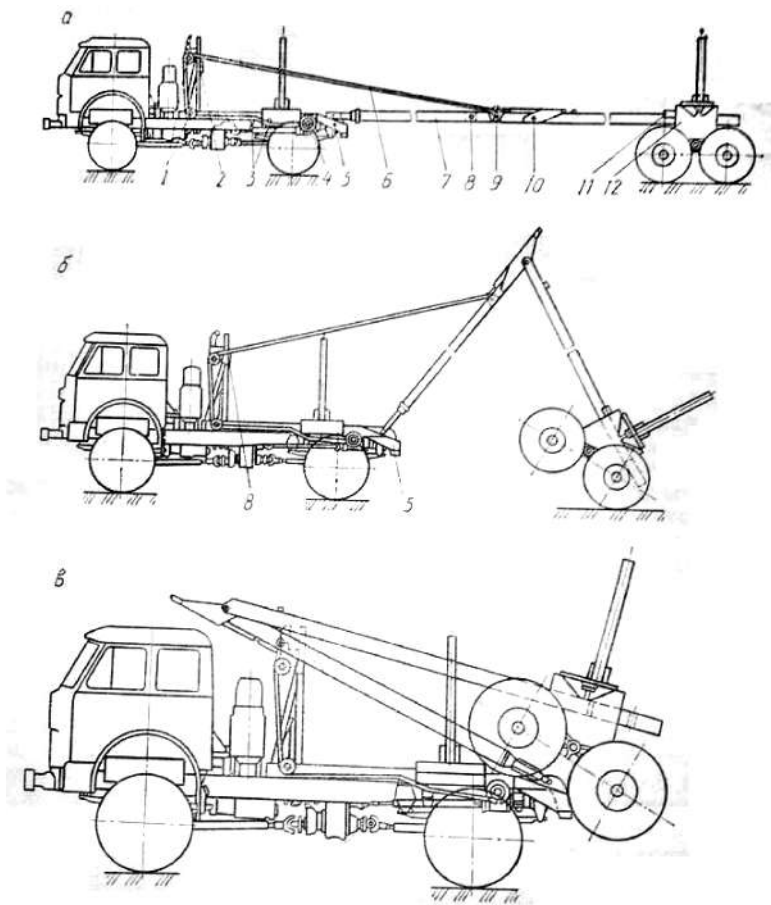


Рис. 9.7. схема навантаження розпуску на шасі тягача:

*a* – загальний вигляд автопоїзда перед початком завантаження;  
*б* – процес навантаження причепа-розпуску на шасі тягача; *в* – загальний вигляд автопоїзда з зануреним розпуском на шасі тягача;  
 1 – напрямні блоки; 2 – замок, що утримує дишло в гнізді огорожі;  
 3 – обвідні ролики; 4 – вантажна лебідка; 5 – накатні площини тягача;  
 6 – тяговий трос; 7 – дишло; 8 – гніздо кріплення троса;  
 9 – шворінь кріплення тягового троса до дишла; 10 – фіксуючий шворінь шарніра дишла; 11 – фіксує замковий пристрій розпуску; 12 – розпуск

вгору. Колеса розпуску при цьому повинні потрапляти на канатні площини, а дишло — у виріз в огорожі кабіни. У цьому положенні його стопорять за допомогою важеля замка дишла. Розвантаження розпуску проводиться у зворотній послідовності при включеній першій передачі коробки передач.

Для перевезення на шасі автомобіля причепа-розпуску в середній частині дишла є шарнірне з'єднання. Трос лебідки може приєднуватися або до передньої частини, або до середньої шарнірно з'єднаної частини дишла (рис. 9.7).

Перевезення причепів-розпусків на шасі автомобіля-тягача дозволяє при збільшенні середньої швидкості руху поліпшити плавність ходу автомобіля без вантажу, його маневреність, а також зменшити швидкість зношування шин розпуску.

### **Контрольні запитання**

1. Як досягається поліпшення прохідності лісовозних автопотягів?
2. Що входить до складу спеціального обладнання лісовозних автомобілів?
3. Чим обладнують систему охолодження двигунів тягачів?
4. Для чого призначена коробка відбору потужності?
5. З чого складається лебідка?
6. Будова редуктора лебідки.
7. Гальмівна система розпуску.

## **Тема 10. Автопотяги для перевезення труб та залізобетонних виробів**

### **10.1. Автопотяги для перевезення труб**

Для перевезення металопрокату широко використовуються бортові автомобілі з причепами-розпусками і сідельні тягачі з напівпричепами.

Залежно від партійності і асортименту металу використовуються автомобілі і причепи різних моделей відповідної вантажопідйомності. Вибірання транспортного засобу обмежено довжиною металопрокату, що перевозиться. При значному звісі вантажу за межі бортової платформи можливе неприпустиме перевантаження заднього моста.

На рамі автомобіля і причепа саморозвантажуючого металовоза встановлюються нерухомо закріплені на ній надрамники. Між ними розташовуються коники, що перевертаються.

Автопотяги-металовози з гідравлічним перевертаючим устаткуванням виконуються за аналогією з подібними автопотягами-лісовозами.

У ряді конструкцій причепів-розпусків застосовуються дишла великої довжини, що дозволяє змінювати відстань між кониками тягача і причепа-розпуску та перевозити металопрокат різної довжини.

Довгомірні вантажі перевозять також на напівпричепах-розпусках з різними механічними пристроями (скидачами). Такі самосвальні пристрої працюють за принципом використання сили тяжіння вантажу.

Трубовози використовуються для перевезення однієї або декількох окремих труб. До складу автопотяга входить автомобіль-тягач і причіп-розпуск або сідельний напівпричіп.

Трубоплетевози призначені для перевезення батогів з декількох зварених труб. До складу автопотяга включають: автомобіль-тягач і причіп-розпуск; автомобіль-тягач і причіп. Аналогічно комплектуються автопотяги у складі сідельного автомобіля-тягача і напівпричепа. Трубоплетевози бувають з веденими осями причіпних засобів або тяговими мостами з приводом від тягача. Труби, що перевозяться, закріплюються

на кониках трубоплетевозів. Декілька моделей трубоплетевозів саморозвантажні за рахунок обладнання їх перевертаючими пристроями.

На рис. 10.1 показаний трубовоз з колісною формулою 8 х 8 вантажопідйомністю 15 т для перевезення труб завдовжки до 12 м. На рамі автомобіля встановлений надрамник і запобіжний щит. На надрамнику закріплені два коники з гвинтовими механізмами і канатно-блоковою системою для кріплення (ув'язки) труб.

Напівпричепи, які використовуються для перевезення труб у складі автопотягів-трубовозів, так як і для перевезення металопрокату.

Промисловістю серійно випускаються трубоплетевози на базі повнопривідних автомобілів з двовісними причепами-розпусками. Для трубоплетевозів вантажопідйомністю від 8 до 25 т як автомобілі-тягачі використовуються тривісні автомобілі, а при більшій вантажопідйомності — чотиривісні. Висока прохідність цих автопотягів дозволяє використати їх для експлуатації у важких дорожніх умовах (рух по ґрунту, піску, сніговій цілині).

У автомобілів МАЗ-543, МАЗ-7310 і МАЗ-537 два передні мости — керовані. Автомобілі оснащені V-образними 12-циліндровими дизельними двигунами. Трансмісія автомобіля включає гідротрансформатор, планетарну трисхідчасту механічну коробку, роздавальну коробку, головні передачі тягових мостів, міжосьові і міжколісні диференціали та планетарні колісні редуктори. Підвіска всіх коліс — незалежна, важільно-торсіонна. Гальмівна система однопровідна, колодочні гальма, привід механізмів пневмогідравлічний.

Повноповоротний коник автомобіля-тягача спирається на основу підрамника, встановленого на раму автомобіля. Коник з основою надрамника з'єднаний за допомогою циліндричного швореня.

Підвищення вантажопідйомності автопотягів-трубоплетевозів забезпечується збільшенням кількості мостів (осей). Маневреність на причепах і напівпричепах забезпечується пово-

ротними пристроями за наявності на них трьох і більше осей. Для цього застосовуються задні поворотні осі, що самовстановлюються.

Способи розвантаження трубоплетевозів різноманітні. Деякі наведені на рис. 10.2.

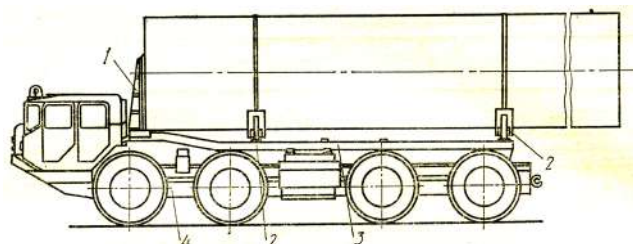


Рис. 10.1 Трубовоз МАЗ-7910:

1 – запобіжний щит; 2 – коники; 3 – підрамник; 4 – рама

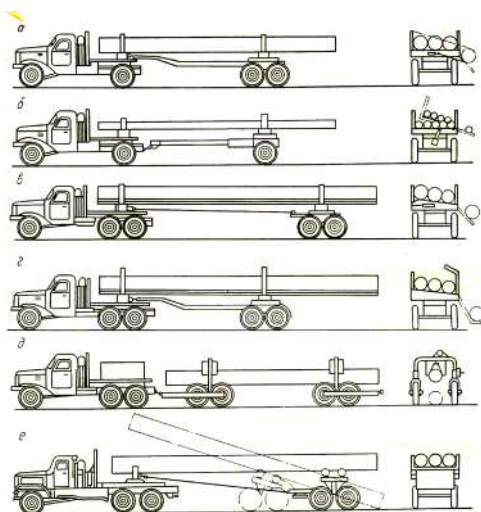


Рис. 10.2. Способи розвантаження саморозвантажуючих трубоплетевозів:

*a-z* – на бічну сторону; *д* – методом опускання; *e* – назад (за причіп-розпуск)

Поширеними є рішення з використанням способу бічного розвантаження. Застосовуються гідравлічні перевертаючі пристрої і механічні лебідки з канатами.

Знайдено рішення для перевезення і розвантаження секцій труб масою до 18 т, завдовжки до 36 м на трубоплетевозі СПЛ-20. Він складається з шасі КрАЗ-255 Б і двовісного причепа-розпуску. Рама цього розпуску (рис. 10.3) має можливість розсуватися у подовжньому напрямі в результаті переміщення верхньої напіврами 2 по роликах, встановлених на нижній напіврамі 1. На верхній напіврамі змонтовані два неповоротні коники 5 і напрямні балки 4 для кочення по них запобіжного візка 3.

Для саморозвантаження трубоплетевоза робиться зближення автомобіля-тягача і причепа-розпуску. Це супроводжується спочатку переміщенням напіврами 3 відносно причепа-розпуску до опускання її заднім кінцем на ґрунт.

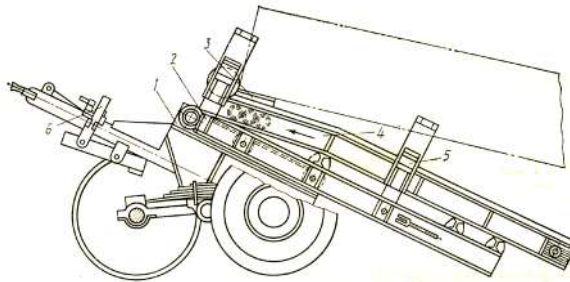


Рис. 10.3. Причіп-розпуск трубоплетевоза:

1 – нижня напіврама; 2 – верхня напіврама; 3 – запобіжний візок; 4 – балка напрямної; 5 – неповоротний коник; 6 – гідродомкрат

У результаті секції труби перекочуються по роликах, і задній кінець їх також опускається на ґрунт. Після цього автомобіль-тягач разом з причепом-розпуском від'їжджає вперед і звільняє причіп з-під секції труби, при цьому передній кінець секції опускається з роликової опори, укладається на запобіжний візок і разом з нею переміщається вниз по тих, що направляють, і потім розвантажуються на ґрунт. Повернен-

ня причепа-розпуску в транспортне положення виконується за допомогою троса автомобіля-тягача за рахунок перекладу верхньої напіврами з похилого положення у горизонтальне. При цьому запобіжний візок автоматично повертається і фіксується в початковому положенні. На дишлі причепа-розпуску змонтований гідродомкрат *б*, для зміни нахилу дишла при зчепленні.

## 10.2. Автопотяги для перевезення залізобетонних виробів

Встановлені п'ять типів спеціалізованих автотранспортних засобів для транспортування залізобетонних виробів: панелевози, фермовози, плитовози, блоковози, сантехкабіновози.

Конструктивними схемами автотранспортних засобів для транспортування залізобетонних виробів є схеми касетного (для панелевозів, фермовозів і сантехкабіновозів), хребтового (для панелевозів) і платформного типів (для плитовозів і блоковозів).

Напівпричепа-панелевози поділяють на фермові і рамні за типом несучих конструкцій (рис. 10.4).

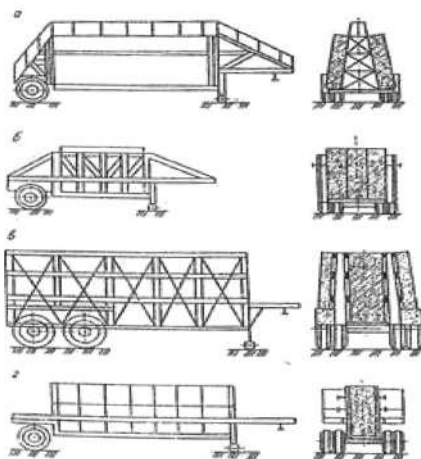


Рис. 10.4. Конструктивні схеми панелевозів:  
*а* — фермового хребтового; *б* — фермового з центральною касетою; *в* — фермового з центральною і бічною касетами; *г* — рамного

Розрізняють напівпричепи з центральним, з бічним і одночасно з центральним і бічним розвантаженням.

*Хребтові фермові напівпричепи-панелевози* можуть бути виконані у вигляді центральної просторової несучої ферми прямокутного або трапецієподібного перерізу або з плоскими бічними подовжніми несучими фермами (касетні).

*Хребтові напівпричепи-панелевози* (рис. 10.5, а) мають центрально-розташовану ферму трапецієподібного поперечного перерізу. Панелі в них встановлюються під кутом 8...12° до вертикалі. Хребтові напівпричепи-панелевози мають малу власну масу і високу жорсткість конструкції. Вони забезпечують просту кріплення панелей у транспортному положенні і у процесі вантаження, а також зручність навантажувально-розвантажувальних робіт, при яких не потрібен підйом панелей на велику висоту.



а



б

Рис. 10.5. Напівпричепи-панелевози:  
а – хребтовий; б – касетний

*Касетні напівпричепи-панелевози* (рис. 10.5, б) мають дві бічні плоскі несучі ферми. Панелі у них встановлюються вертикально всередині касети. Вони забезпечують кращий, ніж хребтові, захист панелей від механічних дій і бруду при транспортуванні, а також сприяють підвищенню ефективності їх використання, оскільки форма касети (вантажної платформи) дозволяє перевозити широку номенклатуру залізобетонних виробів.

*Двовісний низькорамний напівпричеп-панелевоз* фермово-хребтового типу (рис. 10.6) складається з рами, поворотно-го візка, механізму повороту, опорного пристрою, систем електро- і пневмообладнання, механізму підйому колеса і механізму кріплення панелей.

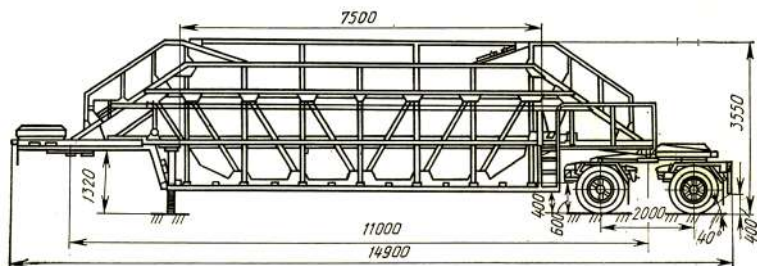


Рис. 10.6. Напівпричеп-панелевоз фермово-хребтового типу

Для утримання напівпричепу у горизонтальному положенні без тягача, а також для здійснення зчеплення і розчеплення напівпричепу з тягачем служать опорні гідравлічні пристрої.

*Напівпричепи-фермовози* призначені для перевезення залізобетонних ферм завдовжки від 12 до 24 м. Типажем передбачено два типорозміру напівпричепів-фермовозів: одновісний для ферм завдовжки 12 і 18 м і двовісний для ферм завдовжки 18 і 24 м, а власна маса однієї ферми може досягати 17 т. Вони являють собою низькорамні касетні напівпричепи з поворотними візками. Їх вантажопідйомність складає 14...23 т. Ферми на напівпричепках-фермовозах перевозяться у вертикальному положенні.

*Напівпричепи-плитовози* (рис. 10.7, а) призначені для транспортування залізобетонних плит, покриттів, колон, балок, палі та інших будівельних конструкцій. Вони можуть також перевозити майже всі будівельні залізобетонні вироби, номенклатура яких дуже різноманітна, окрім стінних панелей, ферм і об'ємних елементів.

### **Контрольні запитання**

1. Які є способи розвантаження трубоплетевозів?
2. Які є типи спеціалізованих автотранспортних засобів для перевезення залізобетонних виробів?
3. Яка різниця між звичайними та фермовими напівпричепами-панелевозами?
4. Призначення трубоплетевозів.
5. Будова автомобіля КрАЗ-6322, КрАЗ-63221, КрАЗ-6446.

## **Тема 11. Автомобілі та автопотяги-самовантажувачі**

### **11.1. Автотранспортні засоби з вантажопідйомними пристроями**

*Загальні положення.* При контейнерному способі доставки вантажів питання комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт на підприємствах з великими постійними вантажопотоками вирішуються за рахунок оснащення їх постійними навантажувальними механізмами, автовантажувачами, автоконтейнеровозами, автомобільними кранами.

Розширення пакетних і контейнерних перевезень залучає до їх сфери все більшу кількість підприємств з невеликим вантажообігом, де встановлення і утримання підйомно-транспортного устаткування неможливі або економічно недоцільні. У цих умовах підвищення рівня механізації вантажно-розвантажувальних робіт може бути досягнуто за рахунок використання автотранспортних засобів, обладнаних необхідними вантажопідйомними пристроями, що дозволяє знизити собівартість перевезень за рахунок зменшення непродуктивних простоїв при завантаженні-вивантаженні вантажів, незважаючи на деяке зниження вантажопідйомності базового автомобіля (напівпричепа). Існує безліч різних вантажопідйомних пристроїв і способів навантаження-розвантаження залежно від типу вантажів, що перевозяться, і тари (контейнери, піддони, бочки і т.д.). Параметри і типи найбільш поширених вантажопідйомних машин стандартизовані. До стандартизованих вантажопідйомних пристроїв належать: УГБ — вантажопідйомний борт (майданчик); УКК-кран стріловий консольний; УКП-кран; порталний; УДК — пристрої вантажопідйомні, що складаються з двох кранових механізмів консольного типу; УВП — пристрій вертикального підйому; УНС — пристрій похилого зняття.

*Автотранспортні засоби з вантажопідйомними бортами.* Вантажопідйомний борт типу УГБ, що встановлюється на рамі автомобіля або напівпричепа, застосовується при перевезенні з механізованим навантаженням або розвантаженням контейнерів та інших штучних вантажів. Залежно від типорозміру

встановлена така номінальна вантажопідйомність бортів: 0,63 т (УГБ-0,63), 1,0 т (УГБ-1,00) і 1,5 т (УГБ-1,5).

Вантажопідйомні борти, що встановлюються на автотранспортних засобах, класифікуються за п'ятьма основними ознаками: за компоновальним рішенням — вбудований, знімний (навісний); за типом підйомного механізму — тросовий, важільний; за типом гідроприводу — гідравлічний, електрогідравлічний; за типом вантажонесучого вузла — вилчатий, платформний (платформний несучий вузол може бути цілісним або складним); за розташуванням вантажопідйомного борту — ззаду або збоку автомобіля, причепа або напівпричепа. Найбільшого поширення набули автомобілі із заднім розташуванням вантажопідйомного борту. Установка вантажопідйомного борту збоку автомобіля виконується значно рідше. В обох випадках підйомний механізм повинен забезпечувати горизонтальне переміщення вантажонесучого вузла при підйомі (опусканні) його від рівня землі (підлоги) до рівня полу кузова (землі). У транспортному положенні вантажонесучий вузол піднімається (вручну або механізмом підйому) у вертикальне положення

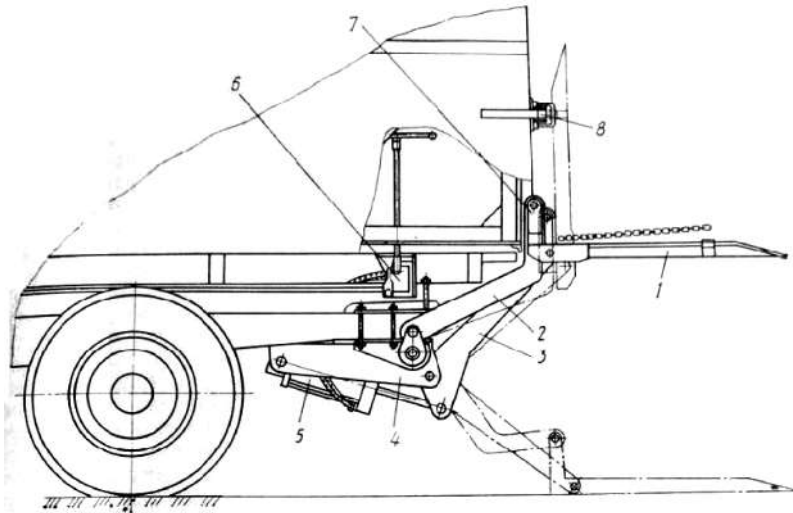


Рис. 11.5. Вантажопідйомний борт АПС 62 Ф для автомобіля-фургона ГЗСА-891

і виконує в окремих випадках функції заднього борту кузова або двері фургона, засувається та в складеному стані опускається під раму автомобілю. Основні параметри вантажопідйомних бортів незалежно від їх конструктивного виконання повинні відповідати вимогам діючих стандартів. Вантажопідйомний борт, показаний на рис. 11.5, через свої конструктивні особливості може використовуватися на автомобілях декількох типів без переробок кузовів або ж за умови їх мінімального доопрацювання. Вантажопідйомна платформа 1 являє собою плоску зварену раму, покриту рифленим сталевим листом.

Постійне горизонтальне положення платформи при її підйомі забезпечується напрямним механізмом підйомного пристрою, що працює за принципом пантографа. Підйомний механізм складається з корпусу 4, підйомної рами 3, напрямних важелів 2 у проміжні ланки 7. Підйомна рама шарнірно з'єднана заднім кінцем з платформою, а переднім кінцем — з корпусом. Корпус драбинами кріпиться до рами. Передній кінець підйомної рами також шарнірно з'єднаний зі штоком гідроциліндра, а корпус гідроциліндра — з корпусом підйомного механізму. Напрямні важелі підйомного механізму передніми кінцями шарнірно з'єднуються з корпусом, а заднім — з платформою через проміжні ланки. Розміри елементів підйомного механізму обрані з умови забезпечення підйому платформи з положення «на землі» до рівня підлоги платформи кузова. Управління бортом здійснюється за допомогою крана 6.

Для перекладу вантажної платформи в транспортне положення вона фіксується щодо підйомної рами запором у положенні «на землі», а потім піднімається за допомогою гідравлічного циліндра у вертикальне положення і прикріплюється до кузова засушками 8. Перекладання борту з транспортного положення в робоче здійснюється у зворотному порядку, причому спочатку за допомогою циліндра платформа злегка переміщується у бік кузова для полегшення відкриття засувок.

У гідроприводі вантажопідйомного борту (рис. 11,6) гідрозамок 4 через порожнину Б з'єднує поршневу порожнину у гідроциліндра 3 з каналом Д золотникового розподільника

2. Порожнина з'єднана з каналом Е розподільника, а порожнина Г — зі штоковою порожниною циліндра. При включенні розподільника на підйом масло від шестеренного насоса 1 через канал Е подається у порожнину В гідрозамка, віджимає дросель 8, проходить у штокову порожнину гідроциліндра, здійснюючи підйом платформи. Масло з поршневої порожнини витісняється в канал Д розподільника і далі — в лінію зливу. При включенні золотника розподільника в нейтральне положення масло, що знаходиться в циліндрі під тиском, притискає кульку 11 до сідла 12, замикаючи таким чином штокову порожнину гідроциліндра, те саме відбувається при розриві підвідних магістралей — платформа зупиняється. При цьому масло, що надходить від насоса, через розподільник йде в бак. При включенні золотника розподільника на опускання масло від насоса через канал Д подається у порожнину Б гідрозамка і далі — в поршкову порожнину циліндра. При підвищенні тиску масла до 1...1,5 МПа поршень 14 гідрозамка через голку 13 віджимає кульку. Масло виходить зі штокової порожнини гідроциліндра через канал Е розподільника в лінію зливу під певним тиском, що визначається опором дроселя,

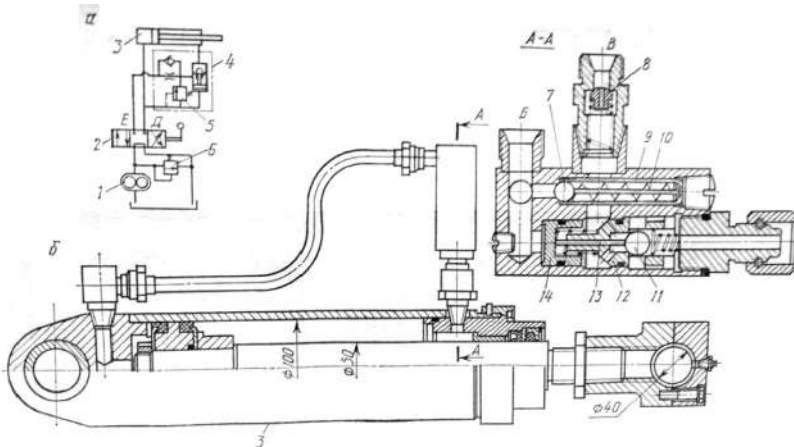


Рис. 11.6. Принципова схема гідроприводу: а — вантажопідйомного борту; б — конструкція гідроциліндра з гідрозамками

що забезпечує іншу швидкість опускання платформи. При упорі платформи в землю і підвищенні внаслідок цього тиску у порожнині 6 спрацьовує запобіжний клапан 5, що складається з кульки 7, хрестовини 9 і пружини 10, і масло перестає

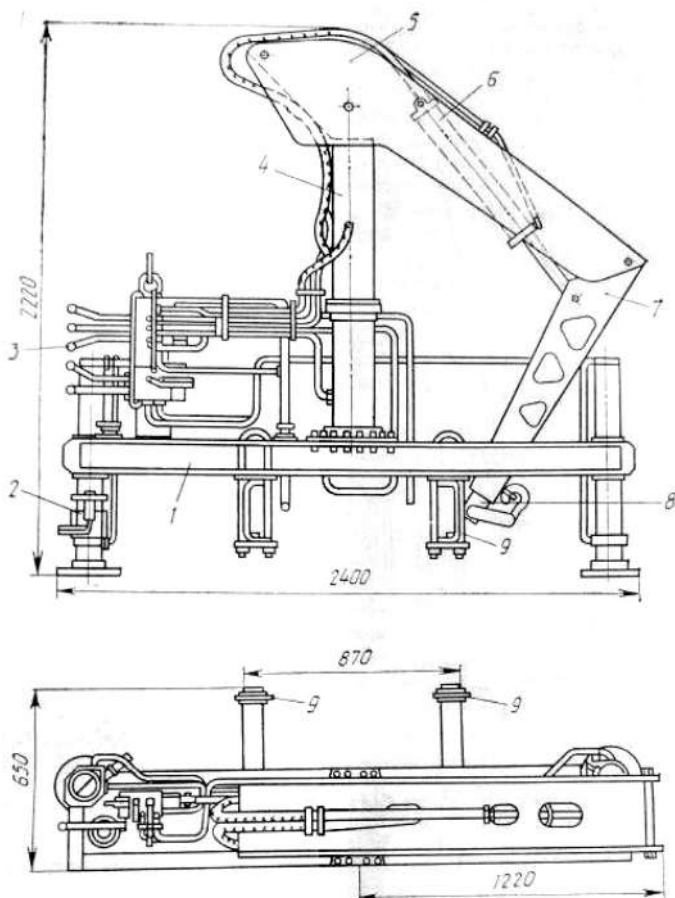


Рис. 11.7. Гідравлічний автомобільний консольний стріловий кран:

1 — підстава; 2 — зовнішня опора; 3 — вузол управління; 4 — колона; 5 — стріла; 6 — гідроциліндр стріли; 7 — хобот; 8 — труба з гаком; 9 — драбини

надходити у поршневу порожнину гідроциліндра. Запобіжний клапан б регулюється на тиск вище, ніж необхідно для підйому вантажу номінальної маси. Автотранспортні засоби з консольними стрілоподібними кранами.

Консольний стріловий кран типу УКК, що встановлюється на рамі автомобіля напівпричепа, застосовується при перевезенні з механізованим навантаженням-розвантаженням малотоннажних контейнерів та інших штучних вантажів. Залежно від типорозмірів встановлена така номінальна вантажопідйомність кранів: 0,63 т (УКК 0.63), 1,0 т (УКК-1,00) і 1,25 т (УКК-1,25). При проектуванні нових кранів повинні дотримуватися загальні технічні вимоги: обов'язковим є використання гідроприводу крана; відбір потужності для приводу крана повинен здійснюватися від двигуна або агрегатів трансмісії, при цьому повинна забезпечуватися безперервна робота крана протягом не менше 1 год; управління краном здійснюється з обох боків платформи за допомогою рукояток, що автоматично повертаються в нейтральне положення, при якому рух механізмів припиняється (зусилля на рукоятках управління не повинно перевищувати 80 Н); у конструкції крана передбачені пристрої регулювання швидкості руху вантажу від 0,017 м/с до прийнятого максимального значення; пристрою, що запобігає падінню вантажу при відмові в роботі крана і (або) обриві трубопроводів; пристрою, що попереджає про перевантаження крана; опорні пристрої, якщо не забезпечується стійкість крана при крені колони від вертикального положення понад 3°; встановлені на автомобільному рухомому складі крани не повинні виходити за габаритні розміри за довжиною та шириною; час перекладання крана з транспортного положення у робоче — не більше 5 хв.

Промисловістю розроблені і випускаються автомобілі з консольним гідрокраном типу 403011, 4312, 5950, 5943 та ін. Конструкції кранів різної номінальної вантажопідйомності та їх гідравлічні схеми аналогічні. Наявні відмінності пов'язані з необхідністю виконання вимог стандартів (наприклад, у частині вильоту стріли, розташування гака при максималь-



опор. Підстава служить для кріплення колони, зовнішніх опор, вузла управління, а також для кріплення гідрокрана на рамі шасі автомобіля за допомогою драбин 9. Механізм повороту крана (рис. 11.9) складається з корпусу 3, гідроциліндра подвійної дії, стійки 1, встановленої в корпусі на конічних підшипниках 2 і 5, гвинта 4 з двома хвостовиками — гвинтовим і шліцьовим, поршня 7, закріпленого на гвинті, гайки 8, жорстко з'єднаної з корпусом кришки 6, і ущільнень. Гвинтовий хвостовик пов'язаний з гайкою 8, а шліцьовий хвостовик входить в шлицьовий отвір стійки. Поворот стійки здійснюється за рахунок перетворення поступального руху поршня в обертальний гвинта. При подачі масла в одну із порожнин корпусу поршень з гвинтом переміщається вздовж осі циліндра і при повороті обертає стійку навколо осі гайки 8.

Нижня частина циліндра підйому за допомогою клина закріплена на стійці механізму повороту. До корпусу циліндра приварений кронштейн для кріплення стріли, а в головці плунжера є кронштейн для кріплення шатунів, що приводять в дію стрілу крана. Плунжер під тиском масла переміщується тільки вгору. Зворотне переміщення плунжера відбувається під дією сил тяжіння стріли і вантажу. Стріла крана 5 (див. рис. 11.7) складається з рами, хобота, труби з гаком і гідроциліндра 6 двосторонньої дії. Рама стріли шарнірно закріплена на кронштейні корпусу цилін-

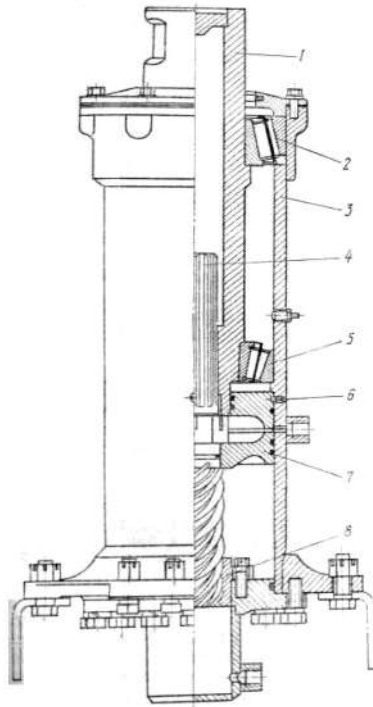


Рис. 11.9. Механізм повороту крана

дра підйому і пов'язана з головкою плунжера підйому двома шатунами. При висуванні або втягуванні плунжера стріла переміщається по дузі кола, центром якої є вісь кронштейна. З рамою шарнірно з'єднаний хобот. Складання стріли проводиться циліндром. Труба з гаком фіксується в напрямних опорах хобота у двох крайніх положеннях фіксатором. Труба висувається вручну (в деяких конструкціях труба також висувається циліндром). Для забезпечення стійкості автомобіля і розвантаження його ходової частини при роботі крана до його основи хомутами закріплюються дві зовнішні опори. Опора являє собою гідроциліндр двосторонньої дії. Зовнішня опора автомобільного крана з гідравлічним замком складається з циліндра 3, штока 2, поршня 7, головки циліндра 8, опори 1. Опора має кульковий шарнір, що забезпечує її пристосованість до нерівностей робочого майданчика. Гідравлічний замок (гідрозамок) являє собою керований клапан, що складається з поршня 5, кульки 4 і пружини 6. Гідрозамок розташований у днищі корпусу циліндра і з'єднаний з надпоршневою порожниною отвором. Гідрозамок замикає мастило і відкривається тільки під тиском мастила, що подається в штокову порожнину. При опусканні опори в робоче положення мастило подається через отвір у днищі корпусу, а при підйомі в транспортне положення — через щтуцер корпусу циліндра. При установці опор в робоче положення колеса автомобіля не повинні відриватися від ґрунту. Вузол управління гідрокраном 3 (див. рис. 11.7) розташований на кронштейні підстави крана з лівого боку автомобіля, що включає два гідророзподільника і привід ручного управління дросельною заслонкою двигуна.

Гідравлічна система крана (рис. 11.10) складається з шестеренного насоса 1, мастилобака 19 із заливним 21 і зливним 20 фільтрами, гідророзподільників 4 і 8, циліндра повороту 16 з оберненодросельними клапанами 15 і 17, циліндра підйому 13 з оберненодросельним клапаном 14, циліндра складання стріли 18, двох циліндрів опор 12 з гідрозамками 11 і трубопроводів. Насос приводиться в дію від коробки відбору потужності, що включається важелем, розташованим у кабіні

водія. Мастило від насоса надходить у гідророзподільник і, пройшовши через них, повертається в бак через перепускний клапан 3. При переміщенні будь-якого золотника з нейтрального положення злив масла припиняється, та воно під тиском надходить у порожнину циліндра, що відкривається при переміщенні золотника. При подачі мастила в штокову порожнину циліндра 18 золотником 5 і ходить складання стріли, а при подачі в поршневу — її випрямлення.

Управління циліндром повороту 16 стріли здійснюється золотником 6 гідророзподільника 4. Мастило потрапляє у порожнину циліндра через відкритий зворотний клапан 17. З другої порожнини циліндра мастило зливається через дросель клапана 15.

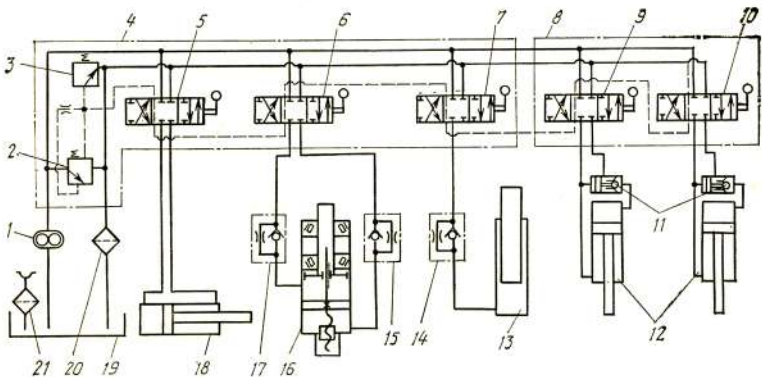


Рис. 11.10. — Принципова схема гідроприводу консольного крана

Управління циліндром підйому стріли здійснюється золотником 7, який подає мастило під плунжер через відкритий зворотний клапан клапана 14. При переключенні золотника у протилежну сторону мастило витісняється плунжером через дросель у зливну магістраль, забезпечуючи задану швидкість опускання вантажу. Циліндри зовнішніх опор 12 керуються роздільними золотниками 9 і 10 гідророзподільника 8. При висуванні лівої опори мастило від золотника 9 надходить у поршневу порожнину циліндра через відкритий кульковий

клапан гідрозамка 11. Зі штокової порожнини мастило витісняється у зливну магістраль. При переміщенні золотника у нейтральне положення кульковий клапан гідрозамка замикає поршневу порожнину циліндра. Втягування штока здійснюється за рахунок одночасної подачі мастила у штокову порожнину циліндра і поршневу порожнину гідрозамка. За умови певного тиску поршень натискає на голку і відкриває кульковий клапан гідрозамка. Мастило з поршневої порожнини зливається у зливну магістраль. Управління правою опорою здійснюється аналогічно. Запобіжний клапан 2 забезпечує тиск у системі не більше 7,5...8 МПа.

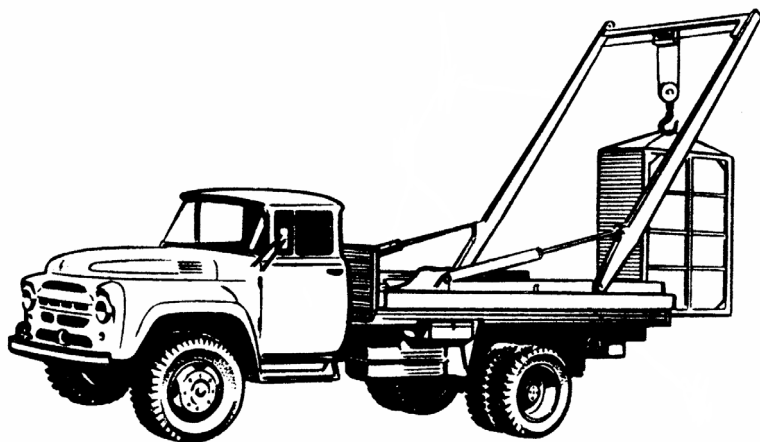


Рис. 11.11. Автомобіль з порталним краном

*Автомобілі з порталним краном.* Крани порталні типу УКП, що встановлюються на рамі автомобіля або напівпричепа, застосовуються при перевезеннях з механізованим навантаженням-розвантаженням середньо- і малотоннажних контейнерів та інших штучних вантажів, у тому числі пакетованих. Встановлено таку номінальну вантажопідйомність порталних кранів: 1,25 т (УКП-1,25), 3, Від (УКП-3,0) і 5,0 т (УКП-5,0). При проектуванні автомобіля з порталним кра-

ном повинні забезпечуватися: відповідність параметрів і технічних характеристик кранів чинним стандартам (номінальна вантажопідйомність, швидкість підйому (опускання контейнера, швидкість гойдання рами порталу та ін.); можливість переміщення гака у поперечній площині автомобіля з метою найбільш рівномірного розміщення контейнерів на платформі; нерухоме положення порталу в транспортному положенні та надійна фіксація контейнерів; стійкість автомобіля при навантаженні-розвантаженні контейнерів у разі необхідності за допомогою додаткових опор.

Розроблені і випускаються автомобілі з порталним краном на базі автомобілів ГАЗ, ЗІЛ, МАЗ, КамаЗ та ін. Принцип дії порталних кранів різної вантажопідйомності однаковий. Навантаження і вивантаження контейнерів здійснюється з порталу (рис. 11.11), шарнірно закріпленого на цапфах поперечки, рух якого здійснюється за допомогою двох гідроциліндрів і гідроциліндрів, встановлених у верхній поперечці порталу, що забезпечують поперечний рух вантажної каретки з гаком і вертикальний рух гака. Гідроциліндри пов'язані з вантажною кареткою і гаковою підвіскою канатами, що проходять через відповідні системи блоків. Застосування блоків дозволяє при обмеженому переміщенні штоків циліндрів забезпечувати необхідні переміщення вантажної каретки і підвіски крюка. Привід гідросистеми порталного крана здійснюється від шестеренного насоса, закріпленого на фланці коробки відбору потужності. Включення коробки відбору потужності здійснюється важелем, розташованим у кабіні водія. Від насоса 1 (рис. 11.12) мастило подається до тризолотникового розподільника 2 з автоматично пристроєм для повернення золотників у нейтральне положення. Золотником здійснюється управління гідроциліндром підйому 10. При підйомі вантажу мастило надходить через клапан обмеження тиску 6, гідрозамок 9 і зворотний клапан у штокову порожнину циліндра. При опусканні вантажу мастило подається одночасно у поршневу порожнину циліндра і до поршня гідрозамка, у результаті чого мастило з штокової порожнини циліндра через дросель та відкритий

гідрозамок зливається у бак. Гідрозамок забезпечує утримання вантажу при обриві гідромагістральних трубопроводів циліндра управління підйомом (опусканням) вантажу. За допомогою клапана обмеження тиску 6 обмежується максимальний тиск у гідроциліндрі управління підйомом (опусканням). Золотником 4 керується циліндр 11 переміщення вантажного каретки. Дроселі 7 і 8 служать для обмеження швидкості переміщення каретки. Золотник 5 використовується для управління циліндрами 12 і 13 повороту порталу крана. Дроселі 14–17 із зворотними клапанами призначені для зменшення швидкості повороту порталу. Запобіжний клапан 18 захищає систему від перевантажень за тиском. Фільтрація мастила проводиться пластинчастим фільтром 19 при проходженні його через зливну магістраль у бак. При застосуванні зовнішніх опор схема доповнюється пристроями, що аналогічні тим, які використовуються у гідросистемі стрілових консольних кранів (див. рис. 11.10).

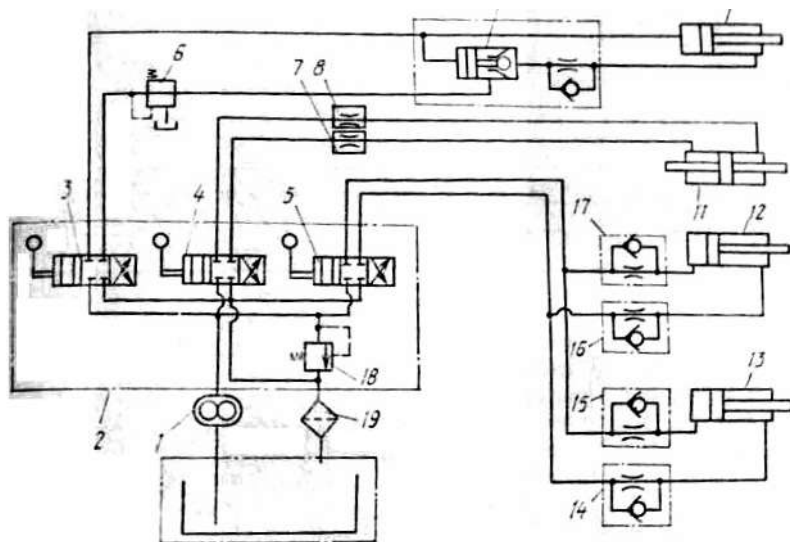


Рис. 11.12. Принципова схема гідроприводу порталного крана

*Напівпричепи-контейнеровози з вантажопідіймними пристроями. Багато підприємств з добовим надходженням до трьох великовантажних контейнерів не мають необхідних вантажних механізмів. Тому продуктивність рухомого складу*

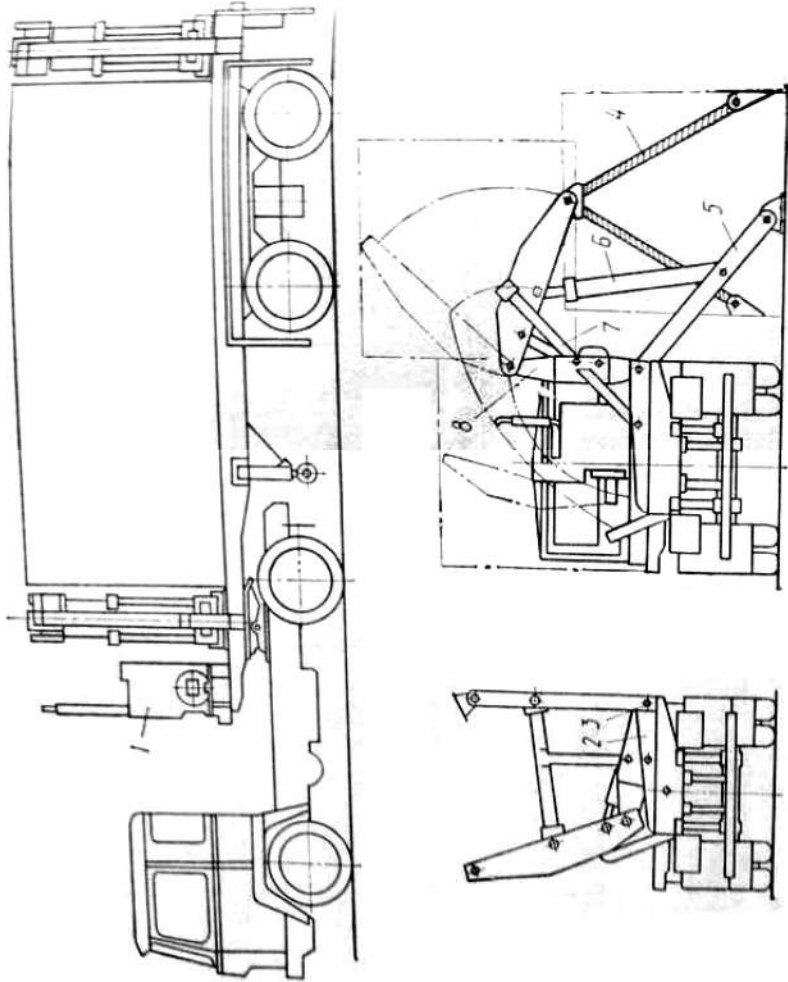


Рис. 11.13. Контейнеровоз HLS 200.78/ТК з вантажно-розвантажувальним пристроєм

знижується за рахунок простою автопотягів-контейнеровозів під вивантаженням вантажів. Тому, як показує досвід, певна частина (приблизно 3%) напівпричепів-контейнеровозів повинні бути обладнані вантажопідйомними пристроями. Вантажопідйомні пристрої типу УГК на напівпричепках-контейнеровозах складаються з двох кранових механізмів консольного типу, що встановлюються у передній і задній частинах напівпричепка. Параметри вантажопідйомних пристроїв для підйому 20-30-тонних контейнерів стандартизовані. Пристрої типу УГК можуть виготовлятися у двох виконаннях: 1 – забезпечують навантаження контейнерів з землі на платформу напівпричепка і назад тільки з правого боку напівпричепка; 2 – забезпечують навантаження контейнера із землі або залізничної платформи на платформу напівпричепка і назад; штабелювання контейнерів у два ряди. При цьому маніпуляції з контейнером здійснюються з обох боків напівпричепка. До контейнеровозів з крановими вантажно-розвантажувальними пристроями належать напівпричепи HLS 200.78/ТК. На шасі напівпричепка (рис. 11.13) встановлені два вантажопідйомні пристрої. Із заснуванням через загальну вісь 3 шарнірно з'єднуються вантажна стріла 8, що складається з двох ланок, і опорна балка 5. Перекладення вантажної стріли з транспортного положення у робоче і назад здійснюється гідроциліндрами 6 і 7, що взаємодіють з поворотними ланками вантажної стріли та з опорною балкою. Кріплення контейнера здійснюється за нижні кутові фітинги за допомогою канатної підвіски 4, шарнірно закріпленої на кінці другої ланки стріли 8.

Крановий пристрій приводиться в дію від насосів з приводом від дизельного двигуна 1 потужністю 15 кВт, який встановлений на напівпричепі перед першою вантажною стрілою за кабіною тягача. Пристрій дозволяє вивантажувати контейнер (типу 1 с) тільки з правого боку. Час вивантаження становить 8...10 хв.

Аналогічний вантажопідйомний пристрій розроблено для двовісного напівпричепка ЧМЗАП-99854, призначеного для перевезення контейнерів типу 1 С.

### Контрольні запитання

1. Які типи автомобілів-самонавантажувачів застосовуються для перевезення вантажів?
2. Як улаштований автомобіль-самонавантажувач кранового типу?
3. Як улаштований автомобіль-самонавантажувач із хитким порталом?
4. Які механізми застосовуються для підйому борту?
5. Як улаштований і працює вантажопідйомний борт із пантографом?
6. Які існують системи знімних кузовів-контейнерів?
7. Як забезпечується зняття й установка кузовів-контейнерів при їхньому вертикальному підйомі?
8. Як забезпечується заміна кузовів у системі з поперечними рейковими напрямними?
9. Як улаштована платформа для перевезення контейнерів?

## **Тема 12. Класифікація автомобілів-фургонів, основні конструктивні та експлуатаційні вимоги до них**

### **12.1. Призначення, класифікація і загальні вимоги**

Автомобілі, причепа та напівпричепа з кузовами-фургонами призначені для перевезень побутових товарів і швидкокопсувних вантажів. Вони поділяються на універсальні та спеціальні.

Універсальні фургоони загального призначення призначені для перевезення вантажів (прилади, інструменти, друкована продукція, взуття, килими, деякі види фасованих харчових продуктів і т.ін.), що не вимагають спеціальних умов для перевезення, за винятком захисту від атмосферних опадів і механічних пошкоджень.

До спеціальних фургонів належать ізотермічні, з холодильними установками, та опалюваних для перевезення швидкокопсувних вантажів (м'ясо, молоко і молочні продукти, риба, овочі, фрукти та ін.), фургоони для перевезення хлібобулочних і кондитерських виробів, одягу, меблів тощо.

Використовуються фургоони як для місцевих (міських), так і для міжміських і міжнародних перевезень.

Фургоони повинні мати: 1) кузов прямокутної форми (розміри кузова узгоджуються з габаритами стандартних контейнерів, піддонів, ящиків і т.ін.); плоску підлогу (для кузовів з масою вантажів, що перевозяться, менше 1,5 т допускаються надколісні ніші). Міцність рами при вантажопідйомності фургона понад 4,5 т повинна забезпечувати в'їзд вилкового навантажувача загальною масою не менше 2,5 т; 2) вантажну висоту при установці на автомобілях 0,7 м, 0,9, 1,1, 1,25 або 1,3 м, на причепах – 1,3 або 1,35 м, на напівпричепах – 1,3 або 1,45 м; 3) підніжки, трапи, поручні, що забезпечують зручність доступу всередину вантажного приміщення (при завантажуванні висоті більше 0,5 м) і не заважають під'їзду транспортного засобу впритул до місць завантаження (вивантаження); 4) двоє дверей (ззаду і з правого боку по ходу транспортного засобу) з фіксацією у відкритому стані. При закритих дверях повинна забезпечуватися необхідна жорсткість кузова, при

відкритих дверей можливість підїзду до місця завантаження (вивантаження); запори дверей повинні допускати їх опломбування; 5) конструкцію, що виключає потрапляння всередину кузова відпрацьованих газів, пилу і вологи; системи регульованої вентиляції та освітлення за допомогою захищених плафонів; 6) запасне колесо, яке встановлюється поза фургоном; 7) термін служби до капітального ремонту не менше терміну служби базового транспортного засобу.

Фургони з ізотермічними кузовами, рефрижератори та опалювані фургони повинні бути обладнані теплоізоляцією (нормальною або посиленою), що забезпечує необхідний за стандартами коефіцієнт теплопередачі, а рефрижератори і опалювані фургони, крім того, устаткуванням, яке забезпечує підтримку всередині кузова необхідної температури залежно від класу, до якого вони віднесені стандартами.

## **12.2. Універсальні і спеціалізовані автомобілі-фургони**

Для дрібнопартійних перевезень у міських умовах випускаються автомобілі-фургони на базі легкових автомобілів вантажопідйомністю не вище 500 кг. Вони мають суцільнометалевий несучий кузов невеликої місткості із задніми одностулковими або двостулковими дверима у вантажному приміщенні.

Фургони вантажопідйомністю до 1500 кг, призначені для швидкої доставки товарів до торговельної мережі, виконуються з суцільнометалевим кузовом вагонного типу. Кабіна водія відокремлена від вантажного приміщення перегородкою, перешкоджає зміщенню вантажу при гальмуванні автомобіля. Для швидкого завантаження і вивантаження товарів, крім дверей у задній частині кузова, є і бічні одностулкові або рухомі двері з правого боку вантажного приміщення.

Широке застосування для перевезення товарів народного споживання отримали автомобілі-фургони вантажопідйомністю 2...3 т. Кузов таких фургонів має дерев'яний каркас, обшитий зовні сталевим листом, а всередині дерев'яними рейками. Підлога кузова складена з соснових дощок та укріплена

сталевими смугами. Двоє дверей (бічні однопрофільні і задні двостулкові) забезпечують добрий доступ до вантажу. Стулки задніх дверей відкриваються до зіткнення з бічними стінками. У нижній частині фургона на задній і бічних стінках закріплені відбійні бруси, що оберігають кузов від пошкоджень при завантаженні вантажів з рамп складів.

Для міжміських і міжнародних перевезень використовуються великовантажні напівпричепи-фургони з несучими кузовами, виготовленими з використанням алюмінієвих сплавів і пластмас.

Несучий кузов великовантажного напівпричепи-фургона ОдАЗ-794 має клепаний каркас, обшитий дюралюмінієвими листами (рис. 12.1, *а*), уніфіціковану бічні і задні двері. Каркас дверей, виконаний з алюмінієво-магнієвих елементів, має дюралюмінієву обшивку (рис. 12.1, *б*). Замикання дверей забезпечується спеціальними запорами. Двері ущільнені гумовими прокладками. Відкриття задніх дверей здійснюється на кут  $270^\circ$ , бічний — на  $180^\circ$ . Для зручності входу і виходу передбачені відкидні сходи.

Кузов обладнаний люками на передніх та обох бічних стінках для природної вентиляції вантажного приміщення. Регулювання прохідного перерізу люків здійснюється заслонкою.

Особливістю конструкції кузова автомобіля-фургона для перевезення меблів є установка уздовж стінок кузова напівм'яких валиків, а поперек — рухомих напівм'яких поперечин, що оберігають меблі від пошкоджень.

Перевезення хліба та кондитерських виробів проводиться в стандартних лотках, тому кузова фургонів діляться на секції, утворені зварними металевими фермами для розміщення лотків. Кожна секція має одностулкові двері. Теплоізольовані кузова дозволяють перевозити хлібобулочні вироби на великі відстані.

Кузов автомобіля-фургона для перевезення готового одягу не має всередині перегородки і відділений від кабіни водія. З правого боку фургон має п'ять дверей, навпроти кожної з яких розміщена поперечна штанга зі стопорними кільцями, що

дозволяє здійснювати завантаження і вивантаження одягу без потреби заходити всередину кузова і виключає змінання одягу у процесі перевезення.

Особливістю автомобілів-фургонів для перевезення інкубаторних яєць, молодняку птиці і напівпричепа-фургона для перевезення телят є пристосованість їх для санітарної обробки і наявність опалювально-вентиляційної системи.

Для полегшення вантажно-розвантажувальних робіт автомобілі-фургони багатьох типів забезпечуються вантажопідйомними бортами.

### **12.3. Ізотермічний рухомий склад**

Для перевезення швидкопсувних продуктів використовується спеціалізований рухомий склад, який включає ізотермічні, рефрижератори та опалювані транспортні засоби — автофургони, виконані на базі автомобіля, причепа або напівпричепа.

Ізотермічні фургони використовуються для розвезення заморожених або охолоджених швидкопсувних продуктів на великій відстані і в міських умовах.

До рефрижераторів належать ізотермічні фургони з системами машинного або безмашинного охолодження, які дозволяють знижувати температуру всередині вантажного приміщення до заданої за умовами збереження вантажу, що перевозиться, а потім підтримувати її на цьому рівні.

Рефрижератори поділяються на класи А, В і С. В рефрижераторах класу А можна підтримувати будь-яку температуру в вантажному приміщенні в діапазоні від  $\pm 12$  до  $0$  °С, класу В — від  $+12$  до  $-10$  °С, а класу С — від  $+12$  до  $-20$  °С при температурі зовнішнього повітря  $+30$  °С.

В опалюваних фургонах температура всередині вантажного приміщення піднімається до  $+12$  °С при температурі зовнішнього повітря  $-10$  °С для рефрижераторів класу А і  $-20$  °С для рефрижераторів класу В.



Рефрижератори та опалювані фурғони в основному використовуються для дальніх перевезень (до 1000 км) швидкокопсувних продуктів.

Кузов та обладнання ізотермічного рухомого складу повинні забезпечувати стабільну температуру у вантажному приміщенні з мінімальними її коливаннями по всьому об'єму; швидке і рівномірне охолодження неохолоджених вантажів; інтенсивну циркуляцію повітря у вантажному приміщенні; вентиляцію вантажного приміщення; можливість ведення вантажно-розвантажувальних робіт з використанням підйомно-транспортного обладнання для зручності обслуговування холодильного та опалювального обладнання. Конкретні вимоги до різних видів ізотермічного рухомого складу обумовлені міжнародними та державними стандартами.

При безмашинному способі охолодження вантажних приміщень рефрижераторів використовується тверда вуглекислота (сухий лід), заморожені евтектичні розчини, зріджені гази (рідка вуглекислота, азот).

Евтектичні розчини (хлористий натрій, хлористий кальцій, водний розчин етиленгліколю та ін.) розміщуються в ємності (зеротори) і заморожуються в стаціонарних холодильних установках або іншим способом. При розморожуванні евтектичних розчинів за рахунок поглинання ними теплоти температура в кузові може підтримуватися від +2 до -9 °С протягом 12...15 год.

Сублімація сухого льоду (перехід з твердого стану в газоподібний) дозволяє досягати при охолодженні кузова дуже низьких температур. Висока щільність (1500 кг/м<sup>3</sup>) і велика питома теплота фазового перевтілення (575 кДж/кг) сухого льоду дають можливість створювати компактні охолоджувальні установки. Сухий лід поміщається в бункери, зазвичай розташовані під стелею вантажного приміщення. Бункер завантажуються через спеціальний люк без порушення герметичності камери.

Недоліком використання рефрижераторів і бункерів для охолодження вантажних приміщень є неможливість регулю-

вання температури. Більш досконалою системою їх охолодження є система, основана на використанні рідкої вуглекислоти. Підтримка необхідної температури в цьому випадку легко автоматизується, оскільки необхідно управляти лише вентилем, що регулює подачу вуглекислоти у вантажне приміщення.

Недоліком охолодження з використанням рідкої вуглекислоти і сухого льоду є їх специфічна дія на продукти. До того ж відносна вартість вуглекислоти досить висока.

Останнім часом в якості холодоагенту в рефрижераторах все ширше застосовується рідкий азот, використання якого має такі переваги: відносна інертність азотного середовища, що перешкоджає окисленню і розвитку мікроорганізмів на поверхні продуктів; можливість створення достатньо низьких температур у вантажних приміщеннях і великий рівень зберігання якості продуктів; незначні капітальні витрати на виготовлення нових і переобладнання існуючих транспортних засобів; відсутність необхідності в дорогому холодильному обладнанні; простота конструкції охолоджуючої системи, висока її надійність в роботі і простота обслуговування, можливість повної автоматизації управління системою охолодження; швидке охолодження кузова перед рейсом і практично миттєве відновлення температурного режиму, порушеного при відкриванні дверей; незначні габарити і маса охолоджуючих пристроїв, що особливо важливо в умовах транспортування; мінімальна витрата енергоресурсів; відсутність відходів, що забруднюють навколишнє середовище, і безшумність роботи. До недоліків цього способу слід віднести великі капіталовкладення на будівництво заправних станцій.

Азотна система охолодження (рис.12.2) працює в такий спосіб. У кузові встановлюється датчик температури 11, що передає сигнал на реле 8, налаштоване на певну температуру. За командою реле температури (РТ) відкривається або закривається електромагнітний вентиль 9 подачі азоту в камеру. Рідкий азот з посудини 2 під тиском надходить в розподільний колектор 10. У результаті теплообміну з середовищем у вантажному приміщенні відбувається випаровування азоту. Після охо-

лодження середовища до заданої температури РТ дає сигнал на закриття вентиля 9. Система охолодження блокується з роботою дверей, при відкритих дверях система вимикається. Це викликано вимогами безпеки, а також зменшення витрати азоту.

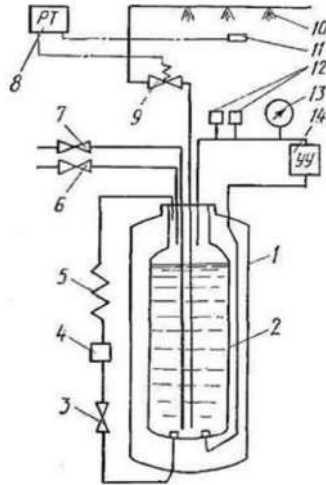


Рис 12.2. Принципова схема системи охолодження азотом:

1 — зовнішній кожух посудини з азотом; 2 — посудина з рідким азотом; 3 — вентиль; 4 — регулятор тиску; 5 — випарник азоту для підтримки постійного надлишкового тиску в посудині; 6 — вентиль скидання; 7 — вентиль заправки; 8 — регулятор температури; 9 — вентиль подачі рідкого азоту; 10 — розпилювальний колектор; 11 — датчик температури; 12 — запобіжні клапани; 13 — манометр; 14 — показчик рівня рідкого азоту

Всередині посудини 2 підтримується надлишковий тиск близько 100 кПа. При збільшенні тиску в ній пароподібний азот виходить через запобіжний клапан. Надлишок азоту в кузові також виходить через спеціальний випускний клапан, який зазвичай розміщується в дверях.

За допомогою азотного охолодження можна забезпечувати дуже низькі температури у вантажному відсіку, проте зазвичай вони підтримуються в діапазоні від позитивних

до  $-20 - 30$  °С. Час виходу на режим (температуру  $-20$  °С) для великих рефрижераторів становить 10..15 хв (при машинному способі охолодження 5...6 год).

При машинному способі охолодження рефрижератори забезпечуються компресорними холодильними установками. Привод компресора зазвичай приводиться у дію від двигуна внутрішнього згоряння, що забезпечує повну автономність роботи рефрижератора як під час руху, так і на стоянках.

У сучасних рефрижераторах холодильні установки зазвичай розміщують поза фургоном на передній стінці, що забезпечує повне використання площі і місткості фургона, а також поліпшення обдування компресора і конденсатора під час руху.

Розглянемо принцип роботи холодильно-опалювального агрегату, що встановлюється на напівпричепах-рефрижераторах N13 СН, виготовлених заводом Orlican (Чехія), і широко використовуються в нашій країні.

Холодильний агрегат забезпечує холодопродуктивність 3,9 кВт при температурі навколишнього повітря  $+30$  °С і температурі в холодильній камері  $-20$  °С. Привод компресора здійснюється від бензинового двигуна потужністю 13,6 кВт. Маса охолоджувального агрегату  $-600$  кг.

Холодильно-опалювальний агрегат з двигуном внутрішнього згоряння скомпонований як єдиний блок, який кріпиться на передній стінці ізотермічного фургона. Агрегат із поперечною стінкою розділений на дві частини: конденсаторну і випарну. Випарна частина через отвір у верхній частині стінки фургона вставляється всередину холодильної камери. Конденсаторна частина розміщується у закритій шафі, що має дверці і ґрати для доступу повітря до конденсатора і двигуна.

Нижче установки в окремому ящику знаходяться акумулятори, які необхідні для пуску і роботи двигуна. Бензобак для двигуна розміщений під підлогою напівпричепа.

Холодильно-опалювальний агрегат оснащений електронною системою регулювання температури, що задається за допомогою ручок управління електронним термостатом. Тем-

пература в холодильній камері виміряється за допомогою термометра опору.

Холодильний блок, крім того, оснащений системою автоматичного розморожування, керованою за допомогою диференціального реле тиску. Система розморожування може включатися вручну.

У режимі «охолодження» компресор 1 (рис. 12.3) всмоктує пару холодагенту через клапан 14. За допомогою цього клапана підтримується постійний тиск на вході в компресор. Таким чином компресор і двигун запобігають тепловим перевантаженням. Стислий холодагент через нагнітальний клапан 15, амортизуючий вкладиш 17 і двоходовий вентиль 18 надходить в конденсатор 20, що являє собою теплообмінний апарат. Тут теплота від холодагенту відводиться в навколишнє середовище (повітря). Інтенсивність теплообміну посилюється вентилятором 21. Кількість теплоти, що відводиться, повинна відповідати умовам переходу газоподібного холодагенту в рідкий стан. Рідкий холодагент через зворотний клапан 22, вентиль 24 надходить в ресивер 2, потім через вентиль 3, індикатор рідкого холодагенту 4, фільтр-осушувач 5 для поглинання наявної в холодагенті вологи, теплообмінник 12 — до терморегулюючого вентилля 10. За допомогою останнього автоматично регулюється ступінь заповнення холодильної установки холодагентом залежно від температури його пари. Автоматичне регулювання системи забезпечується за допомогою термобалона 11, закріпленого на вихідному трубопроводі випарника, і зрівняльної лінії, підключеної поблизу термобалона. Тиск холодагенту на виході з терморегулюючого вентилля зменшується до тиску випаровування, і холодагент через розподільник 6 надходить у випарник 8. Розподільник забезпечує рівномірне розподілення холодагенту по всіх секціях випарника, через роздільні трубки до яких підводиться теплота від охолоджувального середовища, що забезпечує перехід холодагенту в газоподібний стан. Пара холодагенту через теплообмінник, амортизуючий вкладиш 13 і клапан 14 знову повертаються в компресор. Теплообмінник є змійовиком,

укладеним в кожух. Змійовик підключений до трубопроводів для рідкого холодоагенту між ресивером і теплорегулюючим вентиляем, а кожух за протитечійною схемою — до трубопроводів з газоподібним холодоагентом на виході з випарника. Використання теплообмінника сприяє поліпшенню енергетичних показників та експлуатаційних якостей холодильної машини: забезпечується «сухий хід» компресора (перегрівання пари перед всмоктуванням); підвищується надійність роботи терморегулюючого вентиля; покращується повернення масла в компресор. Для опалення кузова двоходовий вентиль 18 переводиться в положення, що відповідає введенню гарячої пари холодоагенту не в конденсатор, а безпосередньо у випарувач 8 через розподільник пари 9. Охолоджена пара знову всмоктується компресором з випарника через теплообмінник 12, амортизуючий вкладиш 13 і клапан 14. Для підвищення ефективності роботи конденсатора і випарника використовують вентилятори 21 і 7. Зняття «снігової шуби» з випарника відбувається в режимі «розморожування». Цей режим відрізняється від режиму «опалення» тільки відключенням роботи вентилятора випарника. Контроль за тиском в лінії всмоктування здійснюється за показами манометра 16. Максимальний тиск у системі обмежується автоматичним пристроєм захисту 23, який припиняє роботу установки при перевищенні тиску понад 1,6 МПа, і знову включає її при зниженні тиску до допустимої величини. Управління двоходовим вентиляем здійснюється за допомогою електромагнітного клапана 19. У режимі «охолодження» струм на електромагнітний клапан не подається, і нагнітальний трубопровід компресора постійно підключений до конденсатора. Для полегшення розгону компресора в момент пуску електромагнітний клапан з'єднує всмоктувальний і нагнітальний трубопроводи. В режимі «опалення» і «розморожування» струм постійно подається на електромагнітний клапан, в результаті чого двоходовий вентиль забезпечує подачу холодоагенту у випарник. В холодильних установках, що застосовуються на автотранспортних засобах, як холодильний агент зазвичай використовується хладон К-12 — безбарвний газ, негорючий, вибухобезпечний і нешкідливий.

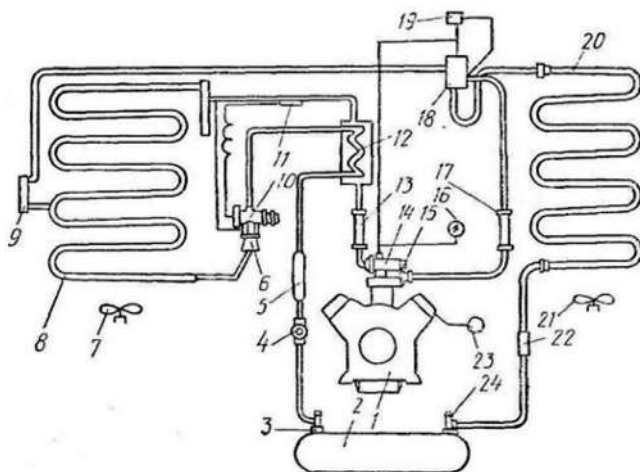


Рис. 12.3. Принципова схема холодильно-опалювального агрегату

Особливість конструкції ізотермічних фургонів і фургонів-рефрижераторів полягає в тому, що вони мають термоізоляцію, яка розташовується між зовнішньою і внутрішньою обшивками. Конструктивно кузов фургона виконується з каркасом або має безкаркасне виконання. Фургони з каркасами зазвичай застосовуються на рефрижераторах, призначених для перевезення вантажів, що підвішуються до гаків на даху (наприклад, м'ясних туш). Клепані каркаси сучасних фургонів виготовляють з алюмінієвого або сталюого профілю. Елементи кріплення внутрішніх і зовнішніх панелей до каркасу розташовані з боку каркаса і закриваються зовнішньою або внутрішньою обшивкою. У такій конструкції усуваються «теплові мостики» — місця з'єднання металевого каркасу з обшивкою. Термоізоляція здійснюється декількома способами: напленням ізоляційного шару зовні або всередині кузова до установки зовнішнього або внутрішнього облицювання; заповненням пустот між обшивками піноутворюючим розчином, який при подальшому спіненні розширюється і заповнює всі пустоти. Нанесення спіненої композиції до закріплення однією з обшивок дозволяє виключити появу пустот в теплоізоляції,

яка може мати місце при подачі піни у важкодоступні місця при другому способі теплоізоляції. Бескаркасні фургони зазвичай виготовляють з використанням термоізоляційних плит товщиною до 90 мм. Прості термоізоляційні плити отримують шляхом спінування матеріалу між металевими листами. Після його затвердіння з обох боків плит наклеюються листи дюралюмінію. Як теплоізолюючий матеріал переважно використовується пінополіуретан. У більш складних конструкціях ізоляційних панелей для забезпечення підвищеної їх жорсткості в шарі ізолюючого матеріалу поміщаються різні вставки зі скловолокна, фанери і т.ін., з'єднані між собою за допомогою спеціальних клеїв. Одна з конструкцій бескаркасного фургона наведена на рис. 12.4. З'єднання шаруватих панелей підлоги, стінок і стелі всередині кузова забезпечується за допомогою алюмінієвих кутиків 8 та ущільнювачів 7. Зовні панелі кузова з'єднуються гнутими профілями 10 і 13 з анодованого алюмінію, які, в свою чергу, з'єднуються з аналогічними вертикальними алюмінієвими профілями по кутиках кузова. Кузови фургонів обладнуються навісними задніми двостулковими і бічними навісними або зсувними дверима. Для виготовлення дверей використовують алюмінієві сплави, корозійно стійкі сталі або композитні матеріали. При конструюванні дверей особлива увага приділяється ефективності ущільнень, які зазвичай складаються з двох прокладок (рис. 12.5): зовнішньої, що контактує з атмосферою, і внутрішньої теплоізолюючої. Обидві прокладки закріплені на полівінілхлоридних елементах, які приклеюються по периметру дверей неопреновим клеєм. Відстань між прокладками вибирається таким чином, щоб оптимальною була теплоізоляція всього ущільнення. Зовнішній елемент ущільнення являє собою цілісний профіль з м'яким краєм, що дозволяє компенсувати можливі нерівності дверей. Для рівномірного охолодження кузова холодне повітря від випарника зазвичай вентилятором подається у верхню частину кузова, а потім уздовж дверей і підлоги до вентилятора. Підтримка постійної і практично однакової температури по всій довжині кузова досягається з використанням системи

циркуляції холодного повітря — «зворотний потік». Холодильна установка при цьому способі охолодження подає повітря від випарника у нижню частину кузова по каналах в передній стінці, звідки воно потрапляє в канали, утворені в настилі підлоги, а потім подається до стелі уздовж напрямних на внутрішньому боці дверей кузова.

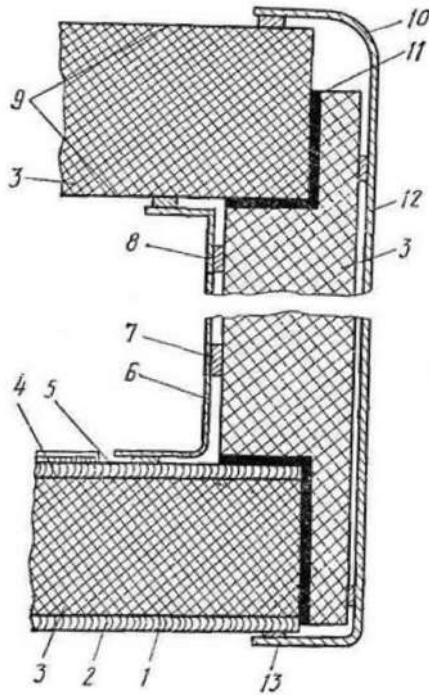


Рис. 12.4. Елементи кузова фургона-рефрижератора:

1— зовнішнє облицювання підлоги; 2— дерев'яна обшивка; 3— термоізоляція; 4— металева обшивка стіни; 5— внутрішнє пластикове облицювання; 6— внутрішнє облицювання стін з дюралюмінію; 7— ущільнювач; 8— алюмінієвий куточок; 9— зовнішнє і внутрішнє облицювання стелі з анодованого алюмінію; 10, 13— гнуті профілі з анодованого алюмінію; 11— міжізоляційна прокладка; 12— зовнішнє облицювання з лакованої сталі

## 12.4. Теплотехнічний розрахунок ізотермічних фургонів

Теплотехнічний розрахунок при проектуванні ізотермічних фургонів проводиться для оцінки теплоізоляційних якостей кузова фургона, визначення необхідних холодопродуктивності холодильної установки і потужності приладів опалення.

Вихідними даними для розрахунку є: розміри вантажного приміщення; необхідний коефіцієнт теплопередачі; максимальне і мінімальне значення температури зовнішнього повітря у вантажному приміщенні; необхідна кратність обміну повітря у вантажному приміщенні; прийняті системи охолодження та опалення; швидкість охолодження вантажів та інші показники технологічного режиму перевезення швидкопсувних вантажів.

Кузов ізотермічного фургона являє собою просторову конструкцію з численними елементами складної геометричної форми в багатошарових частинах кузова, що ускладнює теплотехнічні розрахунки.

Найбільш повно сутність фізичних процесів, що відбуваються у вантажному приміщенні кузова, відображає квазістаціонарний метод теплотехнічного розрахунку. Попередні розрахунки зазвичай виконуються для стаціонарного теплового режиму у вантажному приміщенні. Для розрахунку теплоізоляції охолоджуваних приміщень при стаціонарному тепловому режимі найбільш часто застосовується зональний метод.

При зональному методі поверхня охолодження вантажного приміщення (стіни, дах, підлога і т.д.) ділиться на зони, що характеризуються однаковим конструктивним рішенням. Коефіцієнт теплопередачі в кожній  $j$ -й зоні розраховується за формулою, Вт/(м<sup>2</sup>·К)

$$k_i = \left( 1 / \alpha_n + \sum_{i=1}^n b_i / \lambda_i + 1 / \alpha_e \right)^{-1}$$

де  $\alpha_n$  — коефіцієнт теплопередачі від навколишнього повітря до зовнішньої поверхні огорожі вантажного приміщення при охолодженні або від зовнішньої поверхні до навколишнього повітря при опаленні кузова, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $b_i$  — товщина  $i$ -го однорідного шару розглянутої конструкції огорожі, м;  $\lambda_i$  — коеф-

фіцієнт теплопровідності шару огорожі, Вт/(м·К);  $\alpha_{\text{в}}$  — коефіцієнт теплопередачі від внутрішньої стінки огорожі до повітря всередині кузова при охолодженні або від повітря до внутрішньої стінки при опаленні, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $n$  — кількість шарів огорожі в розглянутій зоні.

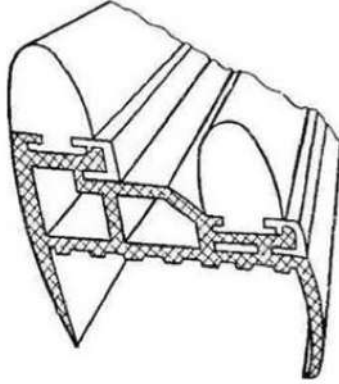


Рис. 12.5. Ущільнення для дверей причепів-рефрижераторів фірми (Великобританія)

Коефіцієнт  $\alpha_{\text{н}}$  для фургонів, що мають гладкі й рівні поверхні, визначається за емпіричною залежністю

$$\alpha_{\text{н}} = 4,9 + 15\sqrt{v_{\text{в}}}, \text{ де } v_{\text{в}} \text{ — швидкість руху повітря (автомобіля), м/с.}$$

Коефіцієнт  $\alpha_{\text{в}}$  залежить від швидкості повітряного потоку всередині кузова і визначається за формулою  $\alpha_{\text{в}} = 5,3 + 3,6 v_{\text{ц}}$ , де швидкість повітря  $v_{\text{ц}}$  становить 0,1...0,3 м/с при природній циркуляції 0,5...0,8 м/с примусовою вентиляцією.

Середній коефіцієнт теплопередачі для кузова фургона

$$k = \sum_{j=1}^m k_j A_j / A_{\text{в}}$$

де  $A_{\text{в}} = \sum_{j=1}^m A_j$  — розрахункова площа теплопередавальної по-

верхні кузова фургона, м<sup>2</sup>;  $m$  — кількість зон огорожі, що розглядаються, теплопередавальній поверхні в  $j$ -й зоні

$$A_j = (A_{nj} A_{ej})^{1/2},$$

де  $A_{nj}$  і  $A_{ej}$  — площа відповідно зовнішньої і внутрішньої поверхонь зони огорожі, що розглядаються

Кузов фургона має поздовжні і поперечні елементи жорсткості. У місцях їх розміщення створюються ненаскрізні «телові містки», через які відбувається передача теплоти. Наявність теплових містків враховується збільшенням середнього коефіцієнта теплопередачі на 10...30% (менші значення стосуються огорож типу «сендвіч»), тобто істинний коефіцієнт теплопередачі  $k_d = (1,1 \dots 1,3)k$ .

Під час експлуатації фургонів коефіцієнт теплопередачі збільшується на 3...5% в рік через зволоження, усадки і старіння теплоізоляції, ослаблення ущільнень кузова і т.ін. Отже, розрахунковий коефіцієнт теплопередачі

$$k_p = (1 + 0,04\tau_{ек})k_d,$$

де  $\tau_{ек}$  — термін експлуатації фургона до капітального ремонту, років.

Значення розрахункових коефіцієнтів теплопередачі для ізотермічних, холодильних та опалюваних кузовів транспортних засобів з нормальною або посиленою теплоізоляцією стандартизовані. Так, для рефрижератора з посиленою теплоізоляцією класу FR-C з температурою всередині кузова від +12 до -20°C при температурі навколишнього повітря 30°C коефіцієнт теплопередачі повинен бути не більше 0,33 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Для визначення холодопродуктивності  $Q_0$  холодильної установки, достатньої для підтримки заданих температурних умов всередині вантажного приміщення фургона, проводиться розрахунок теплоприпливів у найбільш важких умовах перевезень.

Тепловий потік, який відводиться холодильною установкою рефрижератора, що перевозить низькотемпературні вантажі, визначається за формулою, Вт:

$$Q_0^t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5.$$

Теплоприплив у вантажне приміщення фургона через його огорожу за рахунок різниці температур зовнішнього  $t_n$  та внутрішнього  $t_b$  повітря

$$Q_1 = k_p A_p (t_n - t_b).$$

Розрахункова температура зовнішнього повітря  $t_n$  приймається найбільш високою з усіх температур, що спостерігаються в кліматичних зонах, де будуть експлуатуватися ізотермічні фургони (рефрижератори). Температура повітря у вантажному приміщенні  $t_b$  вибирається, виходячи з технічних вимог до перевезень швидкопсувних вантажів або класу рефрижератора. Теплоприплив із зовнішнім повітрям через нещільності, наявні в огорожі вантажного приміщення:

$$Q_2 = V_{\text{во}} \rho_n (i_n - i_b),$$

де  $V_{\text{во}}$  — швидкість повітрообміну через нещільності кузова,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\rho_n$  — щільність повітря за температурою  $t_n$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $i_n$ ,  $i_b$  — ентальпія відповідно зовнішнього повітря і повітря у вантажному приміщенні,  $\text{Дж}/\text{кг}$ .

Додатковий теплоприплив від впливу сонячної радіації

$$Q_3 = k_p A_c \Delta t_c (\tau_c/24),$$

де  $A_c$  — розрахункова площа поверхні фургона, схильної до сонячної радіації, що дорівнює сумарній площі поверхонь даху, однією бокової і торцевої стін,  $\text{м}^2$ ;  $\Delta t_c$  — різниця температур поверхні фургона, схильної до сонячної радіації, і зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ :  $\Delta t_c = \mu I a / \alpha_n$ ;  $\mu$  — коефіцієнт проникнення сонячної радіації через огорожу кузова;  $I$  — середня інтенсивність сонячної радіації,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;  $a$  — коефіцієнт поглинання сонячної радіації поверхнею фургона, що залежить від матеріалу, кольору і стану поверхності;  $\tau_c$  — тривалість сонячного опромінення протягом доби, год.

Теплоприплив від електродвигунів вентиляторів

$$Q_4 = P_{\text{дв}} \eta (\tau_{\text{дв}}/24),$$

де  $P_{\text{дв}}$  — потужність, споживана електродвигуном вентиляторів;  $\eta$  — ККД електродвигунів;  $\tau_{\text{дв}}$  — тривалість роботи вентиляторів протягом доби, год.

Теплоприплив  $Q_4$ , що утворюється при розморожуванні «снігової шуби» випарника, приймається рівним  $200 \text{ Вт}$ . Потрібна холодопродуктивність холодильної установки на I режимі роботи (доставка низькотемпературних вантажів),  $\text{Вт}$ :

$$Q_1 = Q_0^I (24/\tau_x),$$

де  $\tau_x$  — тривалість ефективної роботи холодильної установки протягом доби, год.

При розрахунках можна приймати  $t_{\text{н}} = 36^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{в}} = -20^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{\text{во}} = 0,008 \dots 0,12 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $\rho_{\text{н}} = 1,27 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $i_{\text{н}} = 60 \text{ кДж}/\text{кг}$ ,  $i_{\text{в}} = 18 \text{ кДж}/\text{кг}$ ,  $I = 640 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;  $a = 0,7 \dots 0,8$ ,  $\tau_{\text{с}} = 16 \text{ год}$ ,  $\eta = 0,85 \dots 0,95$ ;  $\tau_{\text{дв}} = \tau_{\text{х}} = 22 \text{ год}$ ,  $\mu = 0,75 \dots 1,0$ .

При перевезенні неохолоджених плодів і овочів (II режим) загальний тепловий потік

$$Q_0^{\text{і}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7.$$

Перші п'ять доданків розраховуються за формулами, наведеними для режиму I, з урахуванням відповідних вихідних даних.

При перевезенні плодів і овочів широко застосовується їх охолодження під час перевезення. Швидкість акумуляції теплоти у вантажах

$$Q_6 = (m_{\text{г}} c_{\text{г}} + m_{\text{т}} c_{\text{т}})(t_{\text{г,н}} - t_{\text{г,к}})/\tau_{\text{охл}},$$

де  $m_{\text{г}}$  і  $m_{\text{т}}$  маса відповідно вантажу і тари (приймається, що маса тари складає приблизно 15% від маси вантажу), кг;  $c_{\text{г}}$ ,  $c_{\text{т}}$  — питома теплоємність відповідно вантажу і тари, кДж/(кг·К):  $c_{\text{т}} = 2,7 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ;  $t_{\text{г,н}}$  — початкова температура вантажу, °С;  $t_{\text{г,к}}$  — кінцева температура вантажу, °С;  $\tau_{\text{охл}}$  — тривалість охолодження вантажу (залежить від температури зовнішнього повітря і потужності холодильної установки (вказується у завданні та проектуванні), с.

При перевезенні плодів і овочів у незамороженому вигляді в них не припиняються процеси життєдіяльності, які супроводжуються виділенням біологічної теплоти  $Q_7 = q_6 m_{\text{г}}$ , де  $q_6$  — кількість біологічної теплоти, що виділяється плодами і овочами, Вт/кг;  $m_{\text{г}}$  — маса плодів і овочів, що перевозяться у фургоні, кг.

Для підбору компресора потрібну холодопродуктивність установки на I і II режимах приводять до стандартної. За розрахункову приймається більше її значення. Конденсатор розраховується за робочою холодопродуктивністю для режиму охолодження, а випарник — для режиму перевезення морозених вантажів і перевіряється на допустиме теплове навантаження при II режимі.

При перевезенні вантажів з опаленням кузова необхідна потужність підігрівача визначається за формулою, Вт:

$$P_{об} = Q_{от} / \eta_{об}, \text{ де } Q_{от} = Q_1 + Q_2 - Q_4 - Q_7 - Q_8.$$

Значення  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_4$  і  $Q_7$  визначаються за формулами, наведеними вище, причому в них при визначенні  $Q_1$  і  $Q_2$   $t_n$ ,  $i_n$  та  $t_v$ ,  $i_v$  змінюються місцями, а ККД обігрівача  $\eta_{об} = 0,83 \dots 0,87$ .

Витрати теплоти на підігрів зовнішнього повітря, що надходить у вантажне приміщення, Вт:

$$Q_8 = \frac{nV\rho_k(i_0 - i_k)}{24 \cdot 3600}$$

де  $n$  — кратність обміну повітря у вантажному приміщенні протягом доби ( $n = 10$ );  $V$  — об'єм вантажного приміщення, м<sup>3</sup>.

Важливим напрямком технічного прогресу на автомобільному транспорті є створення спеціалізованих автотранспортних засобів, що забезпечують комплексну механізацію вантажно-розвантажувальних робіт, вдосконалення конструкцій великовантажних автопотягів контейнеровозів як для внутрішніх, так і міжнародних перевезень. Для різних галузей народного господарства країни необхідні нові високоефективні спеціалізовані автомобілі та автопотяги, максимально пристосовані для перевезення певних видів вантажів і до конкретних умов експлуатації. Разом з тим прискорення науково-технічного прогресу і розширення номенклатури вантажів, що перевозяться, постійно вимагає рішення нових технічних завдань щодо вдосконалення і створення нової спеціалізованої автомобільної техніки. Тому наведений у навчальному посібнику матеріал носить інформативний характер, повинен сприяти формуванню творчого мислення у майбутніх інженерів і розглядатися з урахуванням динаміки науково-технічного прогресу.

### Контрольні запитання

1. Для чого призначені спеціальні вагони?
2. Недоліки використання рефрежераторів і бункерів для охолодження вантажних приміщень.
3. Принцип роботи холодильно-опалювального агрегату.
4. Особливості конструкції ізотермічних фургонів.
5. Класифікація автомобілів-фургонів.

## **Тема 13. Класифікація автомобілів-цистерн, основні конструктивні та експлуатаційні вимоги до них**

### **13.1. Призначення, класифікація і загальні вимоги**

Автомобільні цистерни призначені для безтарного перевезення нафтопродуктів (бензину, дизельного палива, бітуму), хімічних речовин (кислот, синтетичних продуктів), твердих речовин у розплавленому стані (сірки, нафталіну), зріджених і стислих газів (бутану, пропану, аміаку, хлору, хладону, азоту), порошкоподібних і зернистих матеріалів (цементу, гіпсу, мінеральних добрив, комбікормів), напіврідких матеріалів (товарного бетону).

Спеціалізований рухомий склад, призначений для перевезення вище перелічених вантажів, класифікується за такими ознаками:

- за типом базового шасі, на якому змонтовано технологічне обладнання (автомобіль-цистерна, причіп-цистерна, напівпричіп-цистерна), і за його прохідністю (звичайна або підвищена прохідності);
- за призначенням — для транспортування (автомобіль-цистерна) або транспортування і заправки (автомобіль-цистерна-заправник);
- за місткістю (вантажопідйомністю) цистерни;
- за видом продукту, що транспортується;
- за типом несучого шасі — рамні або несучі;
- за типом технологічного обладнання для вивантаження — з вивантаженням продукту під дією гравітаційних сил; з механічним вивантаженням; пневмовивантаженням; вивантаження за допомогою насосів, розміщені на цистерні або автономно; з самоскидним розвантаженням.

За конструктивними ознаками резервуар цистерн поділяють:

- за формою поперечного перерізу — круглі, еліптичні, прямокутні; за формою поздовжнього перерізу — постійного або змінного перерізу (зменшеного у перед-

- ній частині, у передній і задній частині); циліндрично-конічні; хоперного типу;
- за наявністю відсіків і хвилерізів — з одним відсіком, з додатковим відсіком, з декількома відсіками (секціями), без хвилерізів, з одним або декількома хвилерізами;
  - за теплоізоляційними характеристиками — без теплоізоляції, з термоізоляцією, з додатковим підігріванням або самообігріванням;
  - за видом матеріалу — зі звичайної сталі, високоміцної сталі без покриття або зі спеціальним покриттям внутрішніх поверхонь (емаллю, свинцем, епоксидною плівкою), нержавіючою сталі; з пластмаси, армованої скловолокном, і т.д.

При проектуванні автоцистерн необхідно враховувати фізико-хімічні властивості транспортованих вантажів. Так, їх щільність визначає навантаження на шасі і елементи цистерни при заданій місткості; щільність, в'язкість і електризованість характеристики насоса і швидкість перекачування продуктів; тиск насичених парів — вимоги до міцності цистерни, характеристики клапанів та насосів; корозійності вибраного матеріалу і антикорозійних покриттів для цистерни та інших агрегатів технологічного обладнання; вміст води і механічних домішок, вибір виду засобів очищення і періодичності їх обслуговування; температура застигання — необхідність у системі підігрівання і теплоізоляції технологічного обладнання.

Вимоги до цистерн багатьох типів викладені у стандартах. Крім того, при проектуванні автоцистерн повинна враховуватися інструкція МВС України про порядок перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом, де викладені вимоги до обладнання і оснащення транспортних засобів, що використовуються для перевезення вантажів 1–4-го класів (відповідно до ГОСТ 19433–74 «Вантажі небезпечні. Класифікація. Знаки безпеки» до 1-го класу належать вибухові речовини; до 2-го — гази стислі, скраплені та розчинені під тиском; до 3-го — легкозаймисті рідини; до 4-го — легкозай-

мисті речовини і матеріали). Зокрема, до автотранспортних засобів висувають такі додаткові вимоги:

- випускна труба з глушником повинна бути винесена в бік радіатора з нахилом випускного отвору вниз. Якщо розташування двигуна не дозволяє встановлювати випускну трубу перед радіатором, допускається виводити її в правий бік поза зоною цистерни і зони паливних комунікацій;
- паливний бак повинен розміщуватися на найбільшій відстані від двигуна, випускної труби і електричних проводів, захищатися з боку передньої і задньої стінок металевими щитками, а з боку днища — металевою сіткою; при цьому відстань від щитків і сітки повинна бути не менше 20 мм;
- в електромережі обов'язкова наявність плавких запобіжників або автоматичних вимикачів, а також пристосувань для відключення акумулятора з кабіни водія. Електролампи, що знаходяться всередині кузова, повинні бути захищені сіткою або решіткою. Електропроводка монтується в металевих трубах або рукавах, а розводка здійснюється за допомогою пілонепроникних розподільних коробок;
- транспортний засіб заземляється металевим ланцюгом і повинен мати два вогнегасники, що встановлюються поза кабіною водія;
- транспортний засіб має бути забезпечений системою інформації про небезпеку (СІН). До складу елементів СІН входять: інформаційна таблиця для позначення транспортного засобу, аварійна картка для визначення заходів щодо ліквідації наслідків інциденту; спеціальне забарвлення і написи на транспортному засобі. На інформаційній таблиці вказується знак небезпеки, код екстрених заходів і номер речовини, що транспортується, за списком ООН.

### **13.2. Індексція автоцистерн**

Сьогодні не існує єдиної системи позначення автоцистерн, і тому різні міністерства, яким належать заводи-виробники, вводять різні їх позначення.

Повна індексція автоцистерн, що випускаються, складається з двох-трьох букв, що позначають тип базового шасі (А — автомобіль, П — причіп, НП — напівпричіп) і призначенням цистерни (Ц — цистерна транспортна, ПЗ-паливозаправна цистерна), однієї-двох цифр, з'єднаних дефісом, і позначають номінальну місткість цистерни в кубічних метрах і марку базового шасі. Наприклад, АЦ-4,2-53 А-автомобіль-цистерна транспортна, номінальною місткістю 4,2 м<sup>3</sup>, на шасі автомобіля ГАЗ-53 А. Поряд з буквами Ц і ТЗ застосовуються позначення: ЦЗ — цистерна-заправник; МЗ — мастилозаправники. Спеціальні позначення типу вантажів, що перевозяться: М — масло, В — вода, С — спирт, СР — спеціальні рідини. Наприклад, ЗСР-66 — заправник спеціальними рідинами на шасі автомобіля ГАЗ-66.

Позначення автоцистерн, виготовлених іншими міністерствами, мають більш складну структуру. Подібна індексція спеціалізованого рухомого складу наводиться у відповідних відомчих документах.

### **13.3. Автомобілі-цистерни для перевезення нафтопродуктів**

Ступінь спеціалізації. На сьогодні від нафтобаз до споживача нафтопродукти перевозяться в основному в автомобільних цистернах, які, як правило, мають цільове значення і використовуються постійно для перевезення нафтопродукту одного і того ж виду (автомобільних бензинів, дизельних палив, масел, бітумів). Це дозволяє механізувати процес наливу і зливу нафтопродуктів, а також зберігати їх якість. У той же час для механізованої заправки гусеничних і колісних машин у польових умовах застосовуються автоцистерни, що дозволяють перевозити кілька видів нафтопродуктів (автомобільний бензин і дизельне паливо, автомобільний бензин і мастило та ін.).

*Автоцистерни для перевезення палива.* Незважаючи на різну місткість і тип базового шасі, вони мають багато спільних конструктивних рішень. Тому розглянемо тільки декілька типів таких автоцистерн.

Автомобіль-цистерна АЦ-4,2–53 А призначений для перевезення палива густиною не більше  $860 \text{ кг/м}^3$  з нафтобаз на склади автотранспортних підприємств, сільськогосподарчих та інших господарств і короткочасного його зберігання. Технологічне обладнання для дозування змонтовано на шасі автомобіля ГАЗ-53 А. Цистерна калібрована (є міра місткості) з перетином еліптичної форми. Вона має горловину з кришкою, відстійник і задній відсік, що закривається дверима. На кришці горловини розташований наливний люк, два дихальних клапани, патрубок зі штуцером для рукава «газової обв'язки» і показчика рівня рейкового типу. Наливний люк в транспортному положенні закривається герметично кришкою. Його розміри забезпечують підключення наливних пристроїв автоматичних систем наливання на нафтобазах. Автоцистерна обладнана двома пеналами для зберігання і транспортування рукавів ДУ-65 довжиною 3 м, протипожежними і заземлюючими засобами, кріпленнями у задньому відсіку цистерни для інструмента і приладдя, металевим майданчиком і сходами.

Привід насоса СЦЛ-00 здійснюється від коробки відбору потужності через карданний вал. Важіль управління з коробкою відбору потужності знаходиться у кабіні водія.

Провід електрообладнання прокладений у металевих трубах, що заохочує запобігання їх від механічних пошкоджень і підвищенню безпеки експлуатації автоцистерни.

Патрубки насоса з'єднані нагнітальними патрубками з гнучкими гумовими шлангами, закріпленими стрічковими хомутами.

Всмоктувальні і нагнітальні патрубки мають штуцери для приєднання напірно-всмоктувальних рукавів. Штуцери всмоктувального і напірного рукавів у транспортному положенні автомобіля закриті заглушками, прикріпленими до труб ланцюжками. У всмоктувальному патрубку встановлена

сітка-фільтр, що перешкоджає попаданню у насос сторонніх предметів при його роботі. Роз'ємні з'єднуючі ущільнені прокладками з мастило-бензостійкої гуми. Прокладки і гумові шланги ущільнені герметиком. Штуцери всмоктувального і напірного патрубків виведені на лівий бік автомобіля, що дозволяє оператору виконувати монтажні роботи з приєднання натискно-всмоктувальних рукавів і керувати засувками з одного робочого місця. Для зручності управління на маховиках засувок виконані написи «у цистерну» і «з цистерни».

Причіп-цистерна ПЦ-6,7–8925 призначений для перевезення палива не більше  $860 \text{ кг/м}^3$  і короткочасного його зберігання. Причіп-цистерна буксирується автомобілями-цистернами АЦ-8,5–255 Б, АЦ-8–500 А і автомобілем-паливозаправником ПЗ-8–255 Б.

Технологічне обладнання, змонтоване на шасі причепа МАЗ-8925, складається з цистерни, трубопроводу з арматурою, трубопроводів пневмосистеми, електричного та протипожежного обладнання. Цистерна виконана з листової сталі, калібрована, внутрішня поверхність її оцинкована. У цистерні встановлено хвилеріз, поплавковий вимірювач рівня палива, обмежувач наливання. У верхній частині цистерни розташована горловина, у нижній — відстійник. У кришці горловини розміщені оглядовий і наливний люк. Управління запірною арматурою здійснюється з шафи, розташованої у задній частині цистерни.

*Технологічне обладнання автоцистерн.* У загальному випадку включає цистерну з заливною горловиною, дихальний клапан, насос, гідравлічну систему трубопроводів, напірно-всмоктувальні рукави, систему управління, контрольно-вимірювальні прилади, електричне і протипожежне обладнання. Автомобілі-паливозаправники як додаткове обладнання мають також фільтри тонкого очищення і лічильники витрати палива, самонамотувальні барабани для роздавальних рукавів з наконечниками і кранами. Автомобілі-заправники маслами можуть мати підігрівачі.

У загальному випадку технологічне обладнання автоцистерн дозволяє виконувати такі операції: наповнювати цистер-

ну нафтопродуктами (у тому числі за допомогою насоса, що не входить в обладнання цистерни); видавати нафтопродукти з цистерни за допомогою насоса або самопливом; перемішувати нафтопродукт у цистернах; здійснювати відкачування нафтопродуктів з роздавального і приймального рукавів у цистерну; перекачувати нафтопродукти з одного резервуара в інший, минаючи цистерну. Технологічне обладнання цистерн вибирається залежно від операцій, які повинні виконуватися, особливостей шасі автомобіля, на якому монтується обладнання, і відрізняється великою різноманітністю.

Устаткування напівпричепа-цистерни НЦ-6,7-8925 дозволяє відкачувати паливо через штуцер наливу 10 або штуцер постійного пристикування 8 за допомогою насоса автомобіля-цистерни або іншого пристрою. Об'єм палива у цистерні також контролюється за рівнеміром, а обмеження наповнення здійснюється автоматично. З цією метою технологічне обладнання напівпричепа доповнено ресивером, краном ручного управління, клапаном обмежувача наливу і пневмогідроклапаном. Повітря у ресивер подається з пневматичної системи причепа через зворотний клапан, що забезпечує роботу обмежувача наливу і при відключеному тягачі. Перед спусканням цистерни повітря з ресивера через ручний кран 5 подається до клапана обмежувача наливу 4. При досягненні заданого рівня рідини поплавков впливає на клапан обмежувача наливу і переводить його в стан, при якому повітря поступає у пневмогідроклапан, який від'єднує цистерну від напірної магістралі. Одночасно включається звуковий сигнал. У транспортному положенні кран 5 встановлюється у положенні «закрито» після випуску повітря через клапан обмежувача наливу і пневмогідроклапан в атмосферу.

Як обов'язкове устаткування автомобілі-цистерни мають насос. За його допомогою виконуються такі операції: наповнення цистерни паливом; видача палива; перемішування палива у цистерні при відкритих засувках 11 і 13; перекачування палива з одного резервуара в інший, минаючи цистерну. Злив палива з цистерни здійснюється самопливом.

Склад обладнання автомобілів-паливозаправників і автомобілей-цистерн з пристроями для заправки паливом практично однаковий. Він дозволяє наповнювати цистерну за допомогою насоса; видавати фільтроване паливо з цистерни за допомогою насоса через роздавальні крани у паливні баки; заправляти машини з фіксацією об'єму палива за лічильником його витрати; перекачувати паливо з одного резервуара в інший, минаючи цистерну; відкачувати паливо з роздавальних і приймальних рукавів; зливати паливо самопливом. Контроль тиску в лінії всмоктування здійснюється за мановакуумметрами, а лінії нагнітання — за манометром.

Розглянемо пристрій основних елементів технологічного устаткування автоцистерн.

Головним його елементом є цистерна. При перевезенні нафтопродуктів найбільш часто використовуються цистерни еліптичної форми.

На автомобіль-цистерну АЦ-4,2–53 А встановлюють цистерну номінальною місткістю 4 200 л (повна місткість — 4 320 л), виготовлення з листової сталі товщиною 3 мм (обичайка) і 4 мм (днища). Листи обичайки зварюються і підсилюються кільцями жорсткості, які сприймають частину діючого на неї навантаження. Штамповані еліптичні днища з відбортованими краями приварюються до обичайки цистерни внапуск. У верхній частині до цистерни приварена горловина з заходним косинцем. У нижній її частині передбачено відстійник зі зливним трубопроводом для видалення відстійної води і механічних домішок, фланці для приєднання всмоктуючої і напірного трубопроводів. Всередині цистерни на кронштейнах закріплені повітровідвідні трубки. До обичайки задньої її частини приварений інструментальний відсік з двома дверцями (на рисунку не показаний). Цистерна приєднується до шасі шістьма опорами.

На автоцистернах застосовуються самовсмоктувальні відцентрові, вихрові і відцентрово-вихрові насоси, що забезпечують подачу 25 ... 60 м<sup>3</sup>/год (СЦЛ-20–24 а, СВН-80 А, СЦЛ-00, СЦН-60 М та ін.). Для цистерн місткістю більше 10 м<sup>3</sup> застосо-

вуються насоси, що забезпечують подачу до 150 м<sup>3</sup>/год. Вибір насоса визначається тривалістю наповнення цистерн (у сучасних цистерн 10...30 хв) при глибині всмоктування 4...4,5 м.

Ручні поршневі насоси з невеликою подачею застосовуються головним чином для видачі нафтопродуктів у дрібну тару і очищення цистерн.

Шестеренні насоси з подачею до 5 м<sup>3</sup>/г використовуються на паливомастилозаправниках для перекачування масла.

Самовсмоктувальний відцентрово-вихровий насос СЦЛ-20-24 а призначений для перекачування бензину, гасу і води.

Корпус насоса має осьове підведення до відцентрованого колеса, яке закінчується патрубком з фланцем для приєднання всмоктувального трубопроводу. До верхньої частини корпусу болтами прикріплений ковпак, забезпечуючи самовсмоктування у початковий період роботи насоса. Ковпак має фланець для приєднання напірного трубопроводу.

Для відділення повітря від перекачуваної рідини у період всмоктування під ковпаком на виступах проміжної кришки і зовнішньої кришки корпусу насоса встановлений повітровіддільник. Проміжна кришка відокремлює відцентрований щабель від лопатевого і кріпиться болтами до фланця корпусу насоса. Зовнішня кришка спільно з корпусом утворює камеру лопатевого насоса.

Ротор насоса обертається у двох підшипниках і складається з вала, відцентрового і лопатевого коліс. Відцентрове колесо закріплено на валу за допомогою шпонки, пружинне кільце перешкоджає його осьовому переміщенню. Поділ всмоктувальної і напірної порожнин відцентрованої ступені здійснюється лабіринтним ущільненням, утвореним бронзовою втулкою і маточиною робочого колеса. Лопатеве колесо також закріплено на валу за допомогою шпонки і обертається між двома сталевими кільцями, встановленими на торцях зовнішньої і проміжної кришок. Щоб не допустити потрапляння перекачуваної рідини у підшипники встановлено кільця-відбивачі і обойми з гумовими манжетами (дві манжети робочими край-

ками у бік робочих коліс, а одна — у бік підшипника). Цим досягається більш щільне прилягання робочих крайок манжет до вала і усувається підсмоктування повітря при роботі насоса у режимі всмоктування. Паливо, яке просочилося, відводиться через отвори в обіймах для гумових манжет у кришці корпусу і у корпусі насоса.

При оберті ротора перекачувана рідина, що була попередньо залита в насос, захоплюється відцентровим колесом і за переливним каналом відводиться в ліву порожнину корпусу насоса до лопатевого колеса вихрової ступені. Лопатеве колесо, захоплюючи рідину, витісняє її в повітроуловлювач. Місце, що звільнилося у міжлопатовому просторі, заповнюється повітрям із всмоктувального трубопроводу.

При проходженні емульсії через повітроуловлювач рідина відводиться по бічних каналах у ковпак, а повітря виходить через бічні отвори в стінках і напрямні канали у верхню частину ковпака. З ковпака рідина знову надходить у лопатеве колесо. Процес повторюється доти, поки з всмоктувальної лінії не буде відкачано повітря і вона не заповниться повністю перекачуваною рідиною.

Принцип дії самовсмоктувального відцентрово-вихрового насоса СЦЛ-00 такий же, як і насоса СЦЛ-20–24 а. Відцентрово-вихрові насоси СЦН-60 і СЦН-60 М відрізняються від СЦЛ-20–24 а тим, що основним їх робочим органом є центробіжний виступ, а вихровий виступ призначений для забезпечення його безвідмовної роботи. У процесі відведення повітря зі всмоктувальної магістралі відцентровий виступ забезпечується необхідним підпором рідини, знижуючи можливість виникнення кавітації в ній на вході вихрового виступу.

Цистерни, призначені для перевезення нафтопродуктів або спеціальних сумішей, мають залежно від розмірів до трьох дихальних пристроїв, призначених для повідомлення внутрішньої порожнини цистерни з атмосферою.

Дихальні пристрої — це запобіжні клапани (кулькового або тарілчастого типу), встановлені на горловині (кришці горловини) або на самій цистерні. Поділяються вони на вдихальні, дихальні і комбіновані.

Вдихальний клапан призначений для повідомлення внутрішньої порожнини цистерни при зниженні тиску (розрідженні) в ній через повітряний фільтр з атмосферою, за рахунок чого попереджається її зняття при зливі рідини. Клапан спрацьовує при розрідженні у цистерні 2...3 кПа. Його встановлюють між фланцем повітряного фільтра і спеціальним патрубком цистерни. На цистернах у цьому випадку встановлюються також і дихальні клапани.

Дихальний клапан призначений для повідомлення внутрішньої порожнини цистерни з атмосферою і підтримки в ній тиску ( $101,3 \pm (5...8)$ ) кПа. Він вступає в роботу при забрудненні повітряного фільтра і слугує для захисту нафтопродуктів від обводнення, а також зменшення втрат їх при випаровуванні.

Комбінований клапан призначений для з'єднання внутрішньої порожнини цистерни з атмосферою, якщо тиск у порожнині відрізняється від допустимого. При надмірному тиску в цистерні 1,5...2,5 кПа випускний клапан відривається від сидла і надлишок повітря виштовхується через вікна у корпусі і фільтрі. Якщо тиск у цистерні нижче допустимих (розрідження 5...10 кПа), повітря надходить через фільтр, вікна у корпусі і утворюється зазор між випускним і впускним клапанами. Тиск, при якому відкривається впускний клапан, регулюється пружиною і набором шайб. Під клапаном для його захисту від прямого удару хвилі рідини (наприклад, при гальмуванні автомобіля) встановлено захисний диск. Зверху клапан закритий кришкою.

Вбудований фільтр являє собою каркас, заповнений змоченою в маслі дротяною канителлю. Використання вбудованого фільтра спрощує дихальні пристрої цистерн.

Контрольні обмірні прилади призначені для спостереження за рівнем наливу нафтопродуктів у цистерну (звуковий або світловий сигнал), обліку часу роботи насоса, визначення частоти оберту вала насоса, визначення тиску у всмоктувальній і нагнітальних магістралях насоса, вимірювання температури, витрати нафтопродукту при заправці, контролю за роботою двигуна (лампи сигналізації падіння тиску мастила і пере-

грівання охолоджуючої води), сигналізації про наявність води у відстійнику і т. д.

Кількість і розташування контрольно-вимірювальних приладів залежить від призначення автоцистерни, конструкції базового шасі. Ця апаратура зазвичай ускладнюється із збільшенням місткості цистерни.

Протипожежне обладнання для автоцистерн при транспортуванні нафтопродуктів обов'язково. Автоцистерни повинні бути обладнані ручними вуглекислотно-брометіловими або вуглекислотними вогнегасниками, які розташовуються по обидва боки кабіни водія зовні, а на причепах-цистернах і напівпричепах-цистернах на їх передньому і задньому днищах.

Для відводу статичної електрики відповідно при виконанні операцій на нафтобазах, що мають тверде покриття проїжджої частини, автоцистерни повинні забезпечуватися шнуром з вилками для підключення до стаціонарної системи заземлення, тросом з клином для заземлення цистерни при роботі у польових умовах і ланцюгом, приєднаного до відстійника і яка взаємодіє з дорогою на довжині не менше ніж 200 мм при русі автомобіля. З цією ж метою конструкція напору-всмоктувальних рукавів також повинна включати систему відведення статичної електрики, які досягається використанням рукавів спеціальної конструкції, що мають внутрішню дротову спіраль, з'єднану гнучким провідником з ершом, службовцям для підключення рукава до патрубків цистерн.

#### **13.4. Автобітумовози**

Автобітумовози призначені для транспортування бітумних матеріалів, що мають температуру до 200 °С, від нафтопереробних заводів до притрасових складів і місце виконання робіт.

Конструкція бітумовозу повинна забезпечувати сталість температури бітуму в цистерні при транспортуванні його без підігрівання; підігрівання бітуму в цистерні до робочої температури; забір бітуму з бітумосховища і бітумоплавильних котлів насосом; перекачування бітуму, минаючи цистерну.

Промисловістю випускаються автобітумовози ДС-41 А вантажопідйомністю 6 850 кг, що складається з напівпричепа-цистерни безрамної конструкції і сідельного тягача ЗІЛ-130 В1, і ДС-10 А вантажопідйомністю 14 500 кг напівпричепа ЧМЗАП- 5524 П, і сідельного тягача КраЗ-258.

У бітумовозі використовується цистерна звареної конструкції, еліптичної форми і постійного перетину за довжиною. Корпус цистерни виготовляється з листової сталі товщиною 4 мм і має термоізоляцію зі скловати товщиною 50 мм. Зовні термоізоляція захищена облицьовуванням з листової сталі. Для додання цистерні жорсткості і гасіння гідравлічних ударів встановлені дві перегородки.

Зверху цистерна має заливні горловини, що закриваються відкидними кришками. У горловину вставлений фільтр для попередження попадання сторонніх часток у цистерну. У задній частині цистерна має фланець для приєднання зливного трубопроводу. Перекриття цього трубопроводу здійснюється заслінкою-шибером, розташованим усередині цистерни. Усередині цистерни встановлені також дихальна труба, що з'єднує внутрішню порожнину цистерни з атмосферою, трубопроводу наповнення і випорожнення цистерни за допомогою бітумного насоса.

Система підігрівання бітуму включає дві жарові труби, зварені в днище цистерни і закріплені хомутами до перегородок, два стаціонарні та один переносний пальник, бак для гасу.

Гас, що витісняється з бака тиском повітря, який подається від пневмосистеми тягача, надходить до закріплених на фланцях жарових труб стаціонарних пальників і, проходячи по передньо розігрітому змійовику, випаровується. Пари гасу через накопичувальну насадку з отвором діаметром 1,3 мм викидаються в теплову трубу, де, змішуючись з повітрям, згорають. Відпрацьовані гази по димарям викидаються в атмосферу.

Привід бітумного шестеренного насоса з номінальною подачею 500 л/хв здійснюється від двигуна тягача через коробку відбору потужності і карданний вал. Обігрів бітумного насоса проводиться відпрацьованими газами двигуна, які надходять

у порожнину між корпусом насоса і закриваючим його кожухом з листової сталі.

Об'єм бітумного матеріалу в цистерні контролюється за допомогою показника рівня поплавкового типу.

### **Контрольні запитання**

1. Як класифікуються автомобільні цистерни?
2. Типи цистерн за поперечним перерізом резервуара.
3. Які форми резервуарів застосовуються в конструкціях автомобілів-цистерн?
4. Вимоги, пропоновані до автомобілів-цистерн для перевезення рідкого палива.
5. Для перевезення яких вантажів використовуються еластичні цистерни?
6. Як улаштована і працює цистерна АВ-4,2–130?
7. Як улаштований і працює паливовоз ТСВ-6?
8. Які матеріали використовуються для резервуарів цистерн, що перевозять рідкі харчові продукти?
9. Як улаштована цистерна для перевезення молока? Як здійснюється завантаження молока?
10. Як улаштована цистерна для перевезення зріджених газів?

## Тема 14. Цистерни для перевезення цементу

### 14.1. Автоцементовози

Автоцементовози призначені для безтатного перевезення порошкоподібних і пилоподібних будівельних матеріалів (цементу, вапна, сухої золи, мінерального порошку) на відстань до 150 км з механізованим навантаженням-вивантаженням при використанні вакуум-компресорної установки.

Цементовоз складається з сідельного тягача і цистерни-напівпричепа. На тягачі безпосередньо за кабіною водія змон-

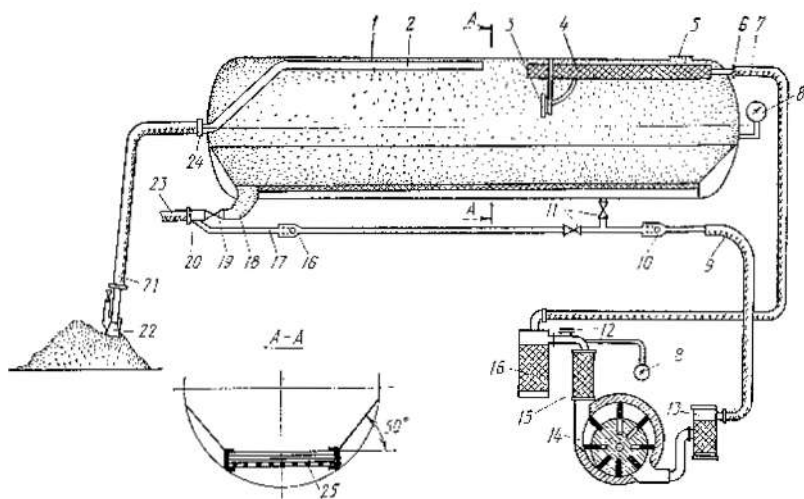


Рис. 14.1. Схема пневматичної системи для завантаження-вивантаження цементовоза:

1 — цистерна, 2 — труба з щілиною; 3 — мембранний показчик закінчення наповнення, 4 — фільтр очищення повітря від цементу; 5 — завантажувальний люк 400 мм; 6, 24 — замок; 7 — вакуумний рукав; 8 — мановакуумметри; 9 — напірний рукав; 10 — зворотний клапан; 11 — кран; 12 — кришка; 13 — вологомастиловіддільники; 14 — вакуум-компресор; 15 — масляний фільтр; 16 — фільтр другого ступеня очищення повітря; 17 — повітропровід; 18 — розвантажувальний патрубок; 19 — кран; 20 — продувальна форсунка; 21 — завантажувальний рукав; 22 — наконечник з краном; 23 — розвантажувальний рукав; 25 — аероднище

тований вакуум-компресор з приводом від коробки відбору потужності через карданну і клинопасову передачі. Схема цистерни показана на рис. 14.1.

Труба зі щілиною призначена для рівномірного розподілу цементу довжині цистерни. Мембранний показчик закінчення заповнення має гнучку мембрану, при прогинанні якої всередину замикаються контакти електричного кола і включають звуковий сигнал автомобіля. Завантажувальний наконечник має кран для регулювання підсоса повітря і встановлення оптимального співвідношення повітря та цементу. Аероднище являє собою встановлений у нижній частині цистерни лоток, стінки якого для «стікання» цементу нахилені до днища під кутом  $50^\circ$ , а днище — сітка з кількома шарами пористої тканини. При подачі повітря під днище повітря, проходячи крізь нього, розпушує цемент, який легше зісковзує зі стінок і далі, по нахиленій цистерні, проходить до розвантажувального патрубка.

Завантаження цистерни здійснюється за допомогою розрідження в ній, що створюється вакуум-компресором. Цемент в наконечнику змішується з повітрям, надходить у цистерну і розподіляється по її довжині. Про закінчення заповнення свідчить звуковий сигнал.

Розвантаження відбувається при подачі в цистерну під аероднище стисненого повітря. Компресор закачує атмосферне повітря через відкриту кришку між фільтром 2-го ступеня і масляним фільтром. Очищене повітря надходить через аероднище в цистерну, розпушує цемент і створює надлишковий тиск. Суміш повітря та цементу через розвантажувальний патрубок надходить до продувальних форсунок, де підхоплюється потоком повітря і подається на відстань до 50 м і у висоту до 20 м по вивантаживальному рукаву. Про закінчення розвантаження свідчить падіння тиску в цистерні до нуля.

## **14.2. Автоцистерни для перевезення рідких будівельних і напіврідких сумішей**

У будівництві використовують авторозчиновози і авторозчинобетоновози на базі автомобіля ЗІЛ-130. Суміш перемі-

шується валом з лопатками, привід якого здійснюється від гідромотора.

Авторозчиновоз має цистерну із завантаженням через люк і вивантаженням через розвантажувальний отвір, розташований у нижній задній частині, і закривається шибером з приводом від гідроциліндра. Під отвором встановлюється лоток.

Автобетонорозчиновоз виконаний на базі самоскида з підігрівом кузова відпрацьованими газами.

Вапновози служать для перевезення вапняного молока. Вони мають дві цистерни циліндрично-конічної форми, обладнані мішалками і вакуум-насосом, що працює в режимі

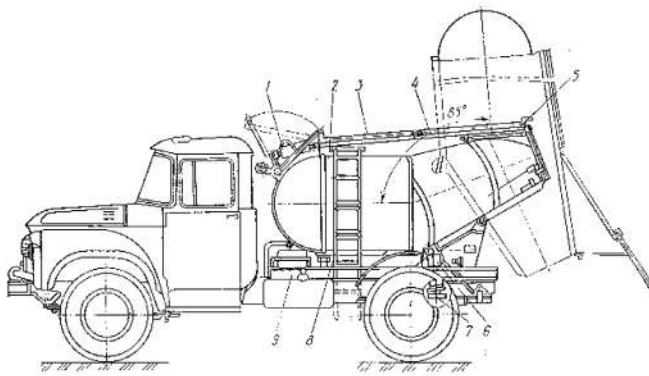


Рис. 14.2. Автобетонорозчиновоз СБ-113 А:

1— пневмоциліндр; 2— кузов, 3— кришка завантажувального пристрою; 4— кришка розвантажувального пристрою; 5— упор; 6— гідроциліндр підйому кузова; 7— опора; 8— сходи; 9— надрамник

«розрідження» при завантаженні і режимі «нагнітання» при розвантаженні цистерн. Привід мішалок і вакуум-насоса від електричної енергії в пунктах навантаження-вивантаження.

Автобетонорозчиновоз призначений для перевезення бетону на відстань до 30 км при температурі навколишнього повітря  $\pm 40^\circ\text{C}$  (рис. 14.2).

Кузов мульдopodobної форми встановлений на базі автомобіля ЗІЛ-130 Д1. Підйом кузова на  $85^\circ$  здійснюється за допомогою телескопічного циліндра. При підйомі автоматично

включається пневмовібратор кузова (3,5–4,5 Гц) для очищення стінок і днища.

Завантажувальна горловина і розвантажувальний отвір закриваються кришками. Кузов обладнаний теплоізоляцією. Завантажувальна кришка відкривається і закривається пневмоциліндром з керуванням із кабіни. Розвантажувальна кришка шарнірами з'єднана з кузовом. У відкритому положенні кришка фіксується важільно-пружинним механізмом.

Бетономішалки призначені для перевезення готової бетонної суміші, а також для приготування її на шляху прямування або на будівельних об'єктах. Можуть використовуватися при температурі нижче мінус 5°C.

Об'єм замісу до 5 м<sup>3</sup> (шасі КамАЗ). Змішувальний барабан приводиться в обертання від двигуна внутрішнього згорання потужністю 40 кВт у той чи інший бік (перемішування-вивантаження). Привід через зчеплення, карданний вал, редуктор і привідну зірочку. Для зволоження розчину є бак і відцентровий насос. Привід через клиноподібний пас від шківів на фланці карданного вала. Видача бетону — через лоток з регульованим кутом нахилу.

Управління з пульта на рамі автомобіля.

### **14.3. Автоцистерни для перевезення сільськогосподарських вантажів**

Ця група автоцистерн включає АЦ для перевезення молока, рідких мінеральних добрив і сипучих сільськогосподарських вантажів.

1. Автоцистерни для перевезення молока мають ємності, зварені з корозійно-стійких сталей або алюмінієвих сплавів. Дня полегшення мийки внутрішні кути цистерн скругляються, а поверхня полірується.

Для зменшення збівтування молока цистерну поділяють на кілька індивідуальних секцій. Для забезпечення збереження молока встановлена теплоізоляція товщиною 50–100 мм (пінопласт, пінополіуретан і т. д.). Позначення молочних цистерн — АЦПТ.

2. Автоцистерни для перевезення рідких мінеральних добрив (аміачної води, вуглеаміакатів, рідких азото-і фосфоромісних комплексних добрив) виготовляють з нержавіючих сталей або склопластику. Цистерни агрегуються з автомобілями (перевезення, зберігання) і тракторами (внесення в ґрунт). Комплексні добрива корозійно вельми активні.

Заповнення і спорожнення може бути самопливом і з використанням засобів перекачування.

3. Автоцистерни для перевезення сипучих сільськогосподарських вантажів служать для перевезення мінеральних гранульованих або порошкових добрив, комбікормів і т. п.

Цистерни можуть бути постійного діаметра, несучого типу, з ухилом. Для прискорення розвантаження гідроциліндрами забезпечується підйом на кут  $40-50^\circ$ .

Цистерни хоперного типу розвантажують гравітаційним способом (самозсипання) або із створенням тиску повітря над продуктом. У нижній конусній частині, хопер відкривається за допомогою пневмоприводу (рис. 14.3).

### **1. Автоцементовоз ТЦ-3 А (С-853 А)**

Автоцементовоз призначений для безтарної доставки цементу із завантаженні з загальних складів. Суцільного і розвантаженням в склади силосного і комори типів. Він складається (рис. 14.4) з автотягача сидельного типу ЗІЛ-130 В1-66 і цистерни-напівпричепа.

Сидельний тягач обладнаний сидельно-зчпним пристроєм і устаткуванням до пневмоелектричного обладнання цистерни-напівпричепа. Передня частина цистерни-напівпричепа спирається на сидельний пристрій тягача, задня через кронштейни і ресори — на вісь ходових коліс.

Цистерна циліндричної форми з еліптичними днищами нахилена у бік розвантаження на кут  $7^\circ$ . У верхній частині цистерни є завантажувальний люк з гумовою прокладкою, що герметично закривається кришкою за допомогою важеля і гвинта з гайкою. Відкриття і закриття люка проводяться з майданчика обслуговування, розташованого на цистерні.

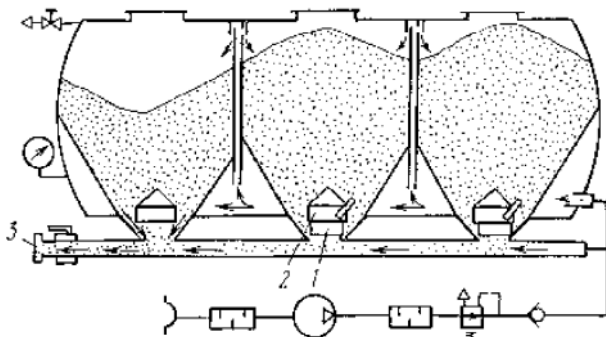


Рис. 14.3. Цистерна для перевезення кормів з пневматичним розвантаженням:

1 — порожнистий поршень; 2 — циліндр; 3 — розвантажувальний наконечник

Завантажувальний люк також призначений для проведення монтажних робіт. Усередині цистерни з двох боків приварені укоси.

У нижній частині цистерни кріпиться розвантажувальний патрубок з краном і продувальною форсункою. Кран служить для регулювання продуктивності і швидкої зупинки розванта-

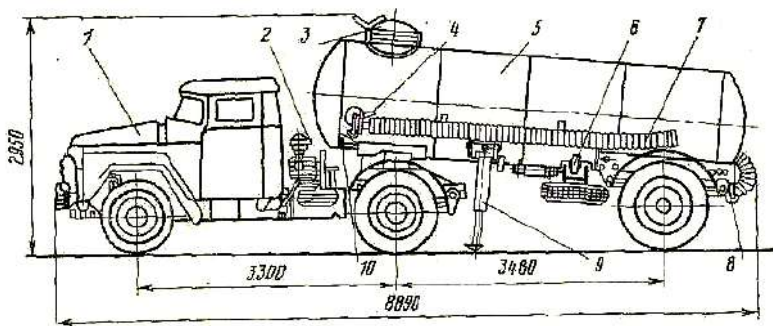


Рис. 14.4. Конструктивна схема автоцементовоза:

1 — тягач; 2 — компресор; 3 — завантажувальний люк; 4 — приєднувальний пристрій; 5 — цистерна-напівпричіп; 6 — гальмо стоянки; 7 — розвантажувальний рукав; 8 — розвантажувальний пристрій; 9 — наполегливий пристрій; 10 — аеролоток

ження цементу. В нижній частині цистерни укуси утворюють жолоб, в який встановлюється знімний аеролоток.

Аеролоток складається з металевого жолоба і м'якої пористої перегородки шириною 200 мм. Для заміни аеролотка є монтажний люк у задньому днищі цистерни. З аеролотка цемент надходить до розвантажувального отвору і під тиском транспортується по трубопроводу в силос.

Автоцементовоз дозволяє проводити: гравітаційне завантаження з силосу; розвантаження в склади силосного і коморних типів за допомогою власного та індивідуального компресора. Завантаження автоцементовоза здійснюється за допомогою бічних або донних вивантажувачів силосу через завантажувальний люк; завантажуваний цемент повинен бути сухим і чистим, без грудок і сторонніх предметів. Завантажений автоцементовоз зважується на терезах і прямує до споживача.

Пневмообладнання для розвантаження цементу складається з ротаційного компресора, вологомастиловіддільника, колектора із запобіжним клапаном і манометром, системи повітропроводів з кранами і зворотними клапанами.

Компресор встановлений на тягачі. Привід його здійснюється від двигуна через коробку відбору потужності, карданного вала з шківом і клинопасову передачу. Для очищення всмоктувального повітря на компресорі встановлений масляний фільтр; очищення повітря, що нагнітається, відбувається у вологомастиловіддільнику.

Гальмо стоянки служить для загальмовування цистерни-напівпричепа при зчепленні і стоянці. Під час стоянки без тягача і цементу цистерна-напівпричіп спирається на дві висувні опори (стійки).

Опорний пристрій служить передньою опорою цистерни-напівпричепа, коли вона відчеплена від тягача. Вона складається з правої і лівої опор, шарнірно прикріплених до цистерни.

Розвантажувальні рукава до розвантажувального патрубка автоцементовоза і до транспортного цементопроводу силосу під'єднують за допомогою швидкоз'ємних затисків.

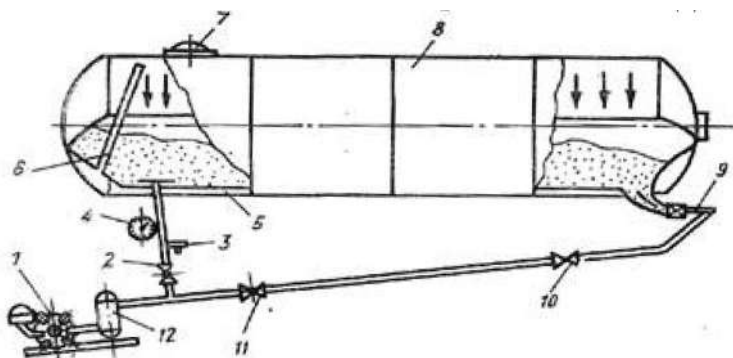


Рис. 14.5. Схема розвантаження автоцементовоза:

1— компресор; 2— кран; 3— запобіжний клапан; 4— манометр; 5— аеролоток; 6— зрівняльна труба; 7— завантажувальний люк; 8— цистерна; 9— замокний кран; 10— зворотний клапан; 11— вентиль; 12— вологомасловіддільник

Розвантаження автоцементовоза (рис. 14.5) здійснюється за допомогою стислого повітря, яке подається від компресора до повітропроводу цистерни-напівпричіпа. Повітря подається під аероднище і до продувальної форсунки розвантажувального пристрою. При досягненні в місткості робочого тиску (0,1...0,2 МПа) повітря надходить на продувальну форсунку, і розвантажувальний кран відкривається.

Закінчення розвантаження визначають за манометром, встановленим на колекторі; показання манометра в цей час падає до нуля.

За відсутності силосних складів, обладнаних приймальним цементопроводом, можливе перевантаження цементу в склади комор, які слід додатково герметизувати. Для зменшення пилоутворення цементу повітря необхідно подавати тільки в місткість, а не на продувальну форсунку.

Цистерна-напівпричіп, від'єднана від автотягача і встановлена на опорні стійки, може служити складом цементу; стисле повітря для її пневморозвантаження подається від пересувного компресора.

#### *Технічна характеристика*

- Вантажопідйомність, т — 8.

- Місткість цистерни, м<sup>3</sup> — 7.
- Продуктивність за розвантаженням, т/хв — 0,5...1
- Дальність подачі, м:
  - по горизонталі — 50;
  - у тому числі по вертикалі — 25;
- Робочий тиск у цистерні, МПа — 0,1;
- Діаметр завантажувального люка, мм — 400.
- Діаметр розвантажувального рукава, мм — 100.

Цистерна:

- внутрішній діаметр, мм — 1 400;
- довжина, мм — 5 550.

Компресор:

- тип— ротаційний РК6/1;
- продуктивність, м<sup>3</sup>/хв 4.

Габаритні розміри, мм:

- Довжина — 8 890;
- ширина — 2 350;
- висота — 2 950.

Маса, кг:

- без вантажу — 7 350;
- з вантажем — 15 350.

Виготівник — Прилуцький завод будівельних машин (м. Прилуки Чернігівської обл.).

## **2. Автоцементовоз саморозвантажувальний**

Автоцементовоз (рис. 14.6) призначений для транспортування безтарного цементу від складів силосного і коморного типів, критих залізничних вагонів і вагонів-цементовозів на приоб'єктні склади. Він може використовуватися для перевезення алебастру, крейди, заповнювача асфальтобетону, мінеральних добрив і інших матеріалів, близьких за фізичними властивостями цементу.

Навантажувально-розвантажувальні операції, які виконуються автоцементовозом: гравітаційне завантаження з силосу, вакуумне самозавантаження з складів типу комори і критих залізничних вагонів, пневматичне перевантаження цементу

з вагонів-цементовозів, розвантаження в склади силосного і коморного типів за допомогою власного або будь-якого іншого компресора.



Рис. 14.6. Автоцементовоз на КрАЗ

Автоцементовоз складається із спеціального устаткування тягача ЗІЛ-130 В1–66 і цистерни-напівпричепи (рис. 14.7). Сідельний тягач, виготовлений на базі автомобіля КрАЗ із заднім ведучим мостом, обладнаний сідельно-зчіпним пристроєм і пневмоелектричним обладнанням цистерни-напівпричепи. На тягачі встановлений ротаційний компресор з приводом від двигуна тягача. Цистерна-напівпричіп несучої безрамної конструкції спирається передньою частиною на сідельний пристрій тягача і задньою — на вісь ходових коліс. Цистерна циліндрової форми має еліптичні днища і нахилена у бік розвантаження під кутом  $7^{\circ}$ .

Усередині цистерни з обох боків під кутом  $45^{\circ}$  приварені укоси, які в нижній частині цистерни утворюють жолоб для установки знімного аеролотка. Аеролоток складається з металевого жолоба і м'якої пористої перегородки шириною 200 мм. Заміна аеролотка і зняття його при ремонті здійснюються через монтажний люк у задньому днищі цистерни, зверху цистерни є завантажувальний люк з гумовою прокладкою, що герметично закривається кришкою за допомогою важеля і гвинта з гайкою.

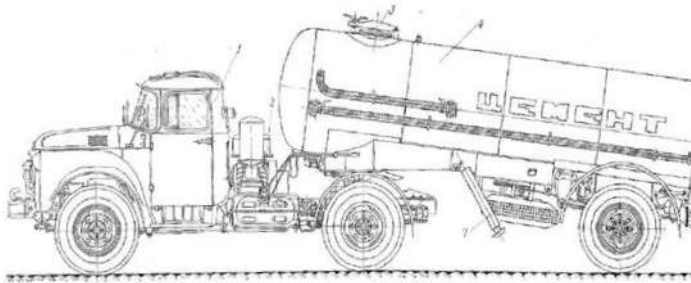


Рис 14.7. Конструктивна схема цементовоза

- 1— автотягач; 2— компресор; 3— завантажувальний люк;  
 4— цистерна-напівпричіп; 5— рукав; 6— розвантажувальний люк;  
 7— опорна стійка

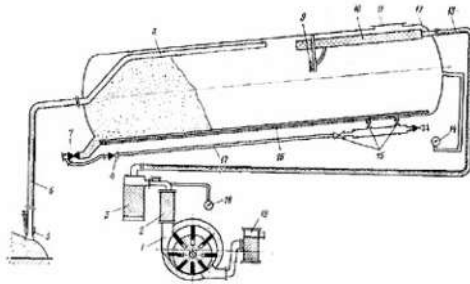


Рис. 14.8. Схема самозавантаження автоцементовоза:

- 1— ротаційний компресор; 2— інерційний фільтр;  
 3— фільтр II ступеня; 4— зворотний клапан; 5— огорожене сопло;  
 6— завантажувальний рукав; 7— розвантажувальний рукав;  
 8— розподільна завантажувальна труба; 9— сигналізатор рівня;  
 10— фільтр ступеня; 11— кришка люка; 12— цистерна; 13— рукав;  
 14— мановакуумметр; 15— пробковий кран; 16— аерожолоб;  
 17— повітропровід; 18— вакуумметр; 19— вологомастиловіддільник

У нижній частині цистерни кріпиться розвантажувальний патрубок з краном, продувальною форсункою і кулястою головою для приєднання швидкоз'ємного замка гнучкого цементовоза. Кран служить для регулювання продуктивності і швидкого припинення розвантаження цистерни та забезпечує можливість створення тиску в цистерні до початку розвантаження.

Устаткування для самозавантаження (рис.14.8) включає фільтри I і II ступенів, сопло з регульованою подачею повітря, розподільну завантажувальну трубу і сигналізатор рівня. За допомогою цього устаткування цемент можна забирати з підлоги критого залізничного вагону (складу комори) і завантажувати в цистерну автоцементовоза. Повітря з цистерни відкачується компресором через три ступеня очищення і викидається в атмосферу. При заповненні цистерни автоцементовоза до встановленого рівня спрацьовує сигналізатор рівня, з'єднаний із звуковим сигналом автотягача, попереджаючи про необхідність припинення самозавантаження.

При розвантаженні автоцементовоза розвантажувальний патрубков за допомогою рукава зі швидкоз'ємним замком з'єднується з транспортним цементоводом силосного складу цементу і включається в компресор, який подає повітря у цистерну. По досягненні в цистерні робочого тиску, до продувальної форсунки, встановленої на розвантажувальному патрубку, подається повітря і відкривається розвантажувальний кран. Закінчення розвантаження визначається за манометром, показання якого в цей час падає до нуля.

Пневмообладнання для самозавантаження цементу складається з ротаційного компресора (він може працювати і в режимі вакуум-насоса), вологомастиловіддільника, колектора із запобіжним клапаном і манометром у системі повітропроводів з кранами та зворотними клапанами.

Пневматична гальмівна система, ручне гальмо стоянки і електроустаткування цистерни-напівпричепа аналогічна напівпричеп МАЗ-885. Гальмо стоянки служить для загальмування цистерни-напівпричепа при зчепленні і стоянці. Під час стоянки без тягача і цементу цистерна-напівпричеп спирається на дві висувні стійки.

#### *Технічна характеристика*

- Вантажопідйомність, т — 8.
- Місткість цистерни, м<sup>3</sup> — 7.
- Час, хв.

- Самозавантаження — 20.
- Розвантаження — 20.

Дальність подачі, м:

- по горизонталі — 50;
- по вертикалі — 25.

Компресор:

- тип ротаційний;
- продуктивність, м<sup>3</sup>/хв — 6;
- споживана потужність, кВт — 13,5;
- робочий тиск у цистерні, МПа — 0,1;
- діаметр завантажувального люка, мм — 400;
- діаметр завантажувального патрубку, мм — 75;
- діаметр розвантажувального патрубку, мм — 100;
- найбільша швидкість руху, км/год — 80.

Габаритні розміри, мм:

- довжина — 8890;
- ширина — 2360;
- висота — 2950.

Маса (без вантажу), кг — 7300.

Виготівник — Прилуцький завод будівельних машин (м. Прилуки Чернігівської обл.).

### **3. Автоцементовоз ТЦ-6 А**

Автоцементовоз (рис. 14.9) призначений для доставки цементу та інших пилоподібних сипких матеріалів, неагресивних за відношенням до матеріалу стінок цистерни, що мають вогкість не більше 1,5% і насипну масу не більше 1,2 т/м<sup>3</sup>.

Автопотяг (рис. 14.10) складається з сідельного тягача і цистерни-напівпричепа.

Сідельний тягач, виготовлений на базі автомобіля МАЗ-5429 із заднім керованим мостом, обладнаний сідельно-зчпним пристроєм і пристроями до пневмоелектрообладнання цистерни-напівпричепа. На його шасі встановлений компресор з приводом від двигуна тягача.

Передня частина цистерни-напівпричепа спирається на сідельний пристрій тягача, а задня через кронштейни і ресори —

на вісь ходових коліс. Вісь цистерни нахилена у бік розвантаження під кутом  $7^\circ$ .

Цистерна має завантажувальний люк з кришкою, що герметично закривається. Люк закривається і відкривається з майданчика обслуговування, розташованого на цистерні.

Розвантаження цистерни аеропневматичне. В середині цистерни є два жолоби, в які встановлюються знімні аеролотки.



Рис. 14.9. Автоцементовоз ТЦ-6 А

Аеролоток є сталевим жолобом з м'якою пористою перегородкою.

У нижній частині цистерни знаходиться розвантажувальний патрубок із заслінкою, продувальною форсункою і куляста головкою.

Куляста головка служить для приєднання швидкоз'ємного замка гнучкого цементопроводу.

Заслінка призначена для швидкого припинення розвантаження цистерни, а також для створення тиску в цистерні до початку розвантаження.

Тиск у цистерні створюється компресором. Привід компресора (рис. 14.11) здійснюється від коробки відбору потужності силового агрегату тягача за допомогою карданного вала і клинопасової передачі. Компресорна установка складається з ротаційного компресора, вологомастиловіддільника, манометра, запобіжних клапанів.

Вісь напівпричепа виконана з труби із запресованими по кінцях цапфами, на яких встановлені колеса. Підвіска осі

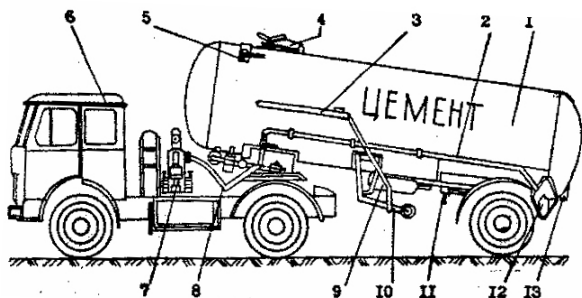


Рис. 14.10 — Загальний вигляд автоцементовоза:

1 — цистерна; 2 — електроустаткування; 3 — розвантажувальний пристрій; 4 — вісь напівпричепа; 5 — крила; 6 — задня опора; 7 — гальмо стоянки; 8 — опорні стопки; 9 — устаткування пневмогальмо; 10 — рукав; 11 — компресорна установка; 12 — тягач; 13 — блокування люка; 14 — майданчик; 15 — пневмообладнання для розвантаження

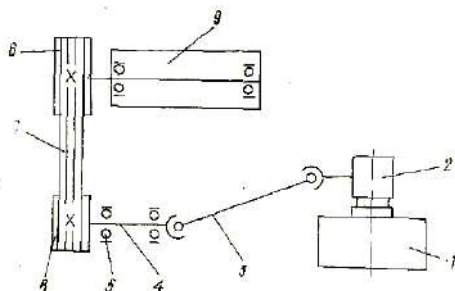


Рис. 14.11. Кінематична схема приводу компресора:

1 — коробка зміни передач автотягача; 2 — карданний вал; 3 — опора шківів; 4 — підшипники; 5, 7 — шків; 6 — клинозмінна передача; 8 — компресор; 9 — коробка відбору потужності

здійснена за допомогою двох основних і двох додаткових поліів у еліптичних ресорах.

Маточини коліс встановлені на двох конічних роликотпідшипниках.

Колеса і шини напівпричепів уніфіковані з колесами і шпильками автомобіля МАЗ-5429.

Гальмування напівпричепа відбувається при натисненні на гальмівну педаль тягача. Тиск у магістралі пневмосистеми

знижується, а в балоні через шток поршня підіймається. При цьому клапан впускання відкриває доступ повітря від повітряного балона до гальмівних камер, а випускний клапан, що повідомляє гальмівні камери з атмосферою, закривається. Стисле повітря в гальмівних камерах віджимає діафрагму, що переміщає шток. Шток повертає розтискний кулак, гальмівні колодки притискаються до гальмівного барабана і проводять гальмування коліс.

Гальмо стоянки напівпричепи служить для загальмовування цистерни-напівпричепи при зчепленні, розчепленні і при стоянці.

Привід гальма стоянки розташований під напівпричепом з правого боку по ходу.

Напівпричіп має опорний пристрій, що складається з правої і лівої опор. У транспортному положенні опорний пристрій відкидається назад і фіксується у цьому положенні штирями.

#### *Технічна характеристика*

- Вантажопідйомність, т — до 13,5.
- Робочий тиск у цистерні, МПа — 0,15.
- Робоча температура у цистерні °С — від -40 до 4-40.
- Час вивантаження, хв — 22.
- Дальність транспортування цементу, м:
  - по горизонталі — 50;
  - по вертикалі — 25.
- Цистерна:
  - кут нахилу у бік розвантаження, ° — 7;
  - внутрішній діаметр, мм — 1 600.
- Швидкість транспортна, км/год — 75.
- Компресор:
  - тип ротаційний РВК-6;
  - продуктивність за всмоктуванням, м<sup>3</sup>/хв — 6;
  - робочий тиск, МПа — 0,15
  - споживана потужність, кВт — 14,5 ...18,5
  - частота обертання ротора, з — 25
  - охолодження повітряне примусове

Габаритні розміри, мм:

- довжина — 9 255

- ширина – 2 500;
- висота – 3 000.
- Маса автоцементовоза, т – 10,7.

#### 4. Автоцементовоз ТЦ-11

Автоцементовоз (рис. 14.12) призначений для транспортування безтарного цементу з цементних заводів і базових складів на приоб'єктні склади в умовах помірного клімату.



Рис. 14.12. Автоцементовоз ТЦ-11

Автоцементовоз складається з сідельного тягача КамАЗ-5410 і цистерни-напівпричепа (рис. 14.13). Тягач забезпечений сідельно-зчепним пристроєм і виводами до пневмообладнання цистерни напівпричепа.

На тягачі змонтована на спеціальній рамі компресорна установка РКВН-6 Л з приводом від двигуна тягача.

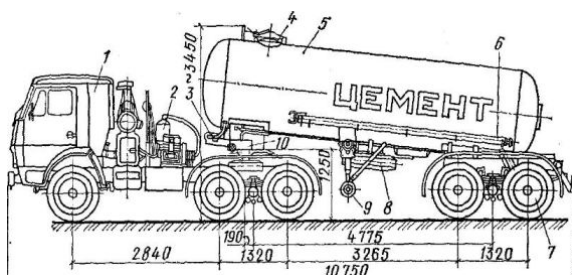


Рис. 14.13. Конструктивна схема автоцементовоза:

- 1 — сідельний тягач КамАЗ-5410;
- 2 — компресорна установка;
- 3 — пневмообладнання для розвантаження;
- 4 — завантажувальний люк;
- 5 — цистерна-напівпричіп;
- 6 — розвантажувальні рукави;
- 7 — ходова частина;
- 8 — запасне колесо;
- 9 — опорний пристрій;
- 10 — зчпний пристрій

Напівпричіп складається з цистерни, аеруючого пристрою пневматичного устаткування для розвантаження, розвантажувальних рукавів, ходової частини з гальмівною системою, опорного пристрою і електроустаткування.

Несуча циліндрова цистерна з еліптичними днищами нахилена у бік розвантаження. Передньою опорною частиною, із закріпленим на ній шворню цистерна лежить на сидельному пристрої тягача. До задньої частини цистерни приварена задня опора.

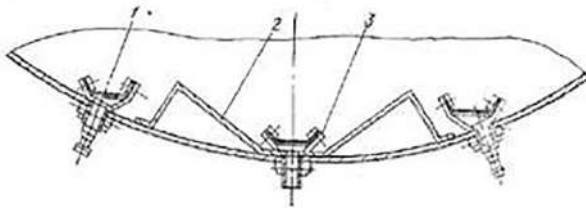


Рис. 14.14. Аеруючий пристрій автоцементовоза:  
1 — аеруюча тканина; 2 — розсікач; 3 — аерожолоб

Цистерна є герметичною судиною циліндрової форми. Завантажувальний люк діаметром 400 мм оснащений кришкою, що герметично закривається. Кришка притискається важелем з гвинтом і гайкою. Завантаження цементу пневматичне, самопливом або іншим способом. Розвантаження цистерни аеропневматичне. У задньому днищі цистерни є люк для монтажу аеролотків, у нижній частині — розвантажувальний люк, до якого приєднаний замковий кран і наконечник для під'єднання розвантажувальних рукавів. Усередині цистерни в нижній її частині змонтований аеруючий пристрій (рис. 14.14). Він складається з трьох аерожолобів і двох розсікачів. Аерожолоб є лотком, звареним з листової сталі, на який натягнута аеруюча тканина. Під тканину подається стисле повітря від компресорної установки через систему повітропроводів. Повітря, проникаючи через тканину лотків, аерує нижні шари цементу. Цемент набуває текучості, стікає по ухилу до розвантажувального люка і транспортується по трубопроводу. Повітря для розвантаження цементу подається від компресорної установки РКВН-6 Л або від стороннього джерела повітря, що забезпечує необхідний тиск і продуктивність.

Компресорна установка, обладнана повітряним фільтром, вологомастиловіддільником і запобіжним клапаном, з'єднується з пневматичною системою напівпричепи рукавом зі швидкоз'ємним з'єднанням (пожежна головка).

Вологомастиловіддільник інерційного типу призначений для очищення повітря, що нагнітається в цистерну. І нижній частині його є кран і конденсатовідвід. Запобіжний клапан на нагнітальному патрубку компресора служить для забезпечення постійного робочого тиску в цистерні. Повітря для розвантаження подається під тканину аерожолобів і до наконечника розвантажувального пристрою.

Пневматичне устаткування (рис. 14.15) для розвантаження складається з трьох кранів для підведення повітря під аерожолоби, зворотного клапана, сполучних трубопроводів і з'єднувальної головки для під'єднання рукава від компресорної установки. До трубопроводу приєднаний кран для обдуву цистерни після завантаження.

Управління піддувом здійснюється за допомогою крана, розташованого на колекторі пневмосистеми у передній частині цистерни. На цистерні вмонтовується манометр для контролю за тиском.

У транспортному положенні рукава укладаються на спеціальні кронштейни з лівого боку цистерни, а завантажувальний пристрій закривається заглушкою.

Ходова частина напівпричепи, гальма і опорні пристрої уніфіковані з вузлами напівпричепи КамАЗ-5320.

Ходова частина напівпричепи складається з рами візка, підвіски з осями, здвоєними колесами і гальмівними механізмами, опорного пристрою і зчіпного пристрою.

Опорний пристрій складається з лівої і правої опори, сполучених поперечиною. У корпусі опори змонтований гвинтовий редуктор, що складається з пари циліндрових і пари конічних шестірень.

Вали провідних конічних шестірень редукторів опорного пристрою зв'язані між собою проміжним валом із сполучними муфтами. Управління приводом опорного пристрою можливо з обох боків напівпричепи.

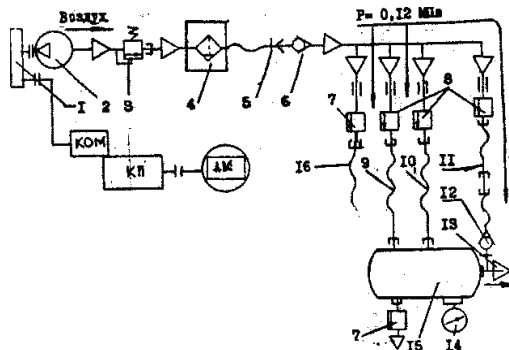


Рис. 14.15. Пневматична схема автоцементовоза:

1 — ротаційний компресор-вакуум-насос РКВН-6 Л; 2 — запобіжний клапан; 3 — вологомаслиловіддільник; 4 — з'єднувальна головка ГЦ-50; 5 — клапан 50-16; 6 — муфтовий кран 15-10; 7, 8, 13 — муфтові крани 25-10; 9 — муфтовий кран 50-10; 10 — клапан 25-16, товвий кран 50-10; 10 — клапан 25-16; 11 — цистерна; 12 — манометр ОБМ-1-100-2,5

Напівпричіп забезпечений двома гальмівними системами — робочою і стоянковою. Гальма колодки барабанного типу з пневмоприводом. Гальмо стоянки — ручне. Під час стоянки без тягача і цементу цистерна-напівпричіп спирається на дві опорні стійки.

#### *Технічна характеристика*

- Вантажопідйомність, т — 14.
- Робочий тиск при розвантаженні, МПа — 0,15.
- Дальність подачі, м:
  - по горизонталі — 50;
  - по вертикалі — 25.
- Час розвантаження, хв — 30.
- Діаметр розвантажувального люка, мм — 400.
- Місткість цистерни, м<sup>3</sup> — 12,2.
- Внутрішній діаметр цистерни, мм — 1 600.
- Діаметр розвантажувального рукава, мм — 100.
- Компресор:
  - тип ротаційний компресор-вакуум-насос;
  - продуктивність, м<sup>3</sup>/хв — 6;
  - робочий тиск, МПа — 0,15;

- частота обертання, с – 125.
- Габаритні розміри, мм:
  - довжина – 10750;
  - ширина – 2480;
  - висота – 3450.
- Маса автоцементовоза (без вантажу), т – 11,77.

### **5. Автоцементовоз ТЦ-2 А (С-652 А)**

Автоцементовоз призначений для транспортування безтарного цементу з цементних заводів і базових складів (цементних елеваторів) на приоб'єктні склади і розвантаження його в ці склади аеропневматичним способом. В автоцементовозі можна також перевозити алебастр, заповнювачі асфальтобетону; інертний пил для шахт, фосфорну і вапняну муку та інші матеріали, близькі за фізичними властивостями до цементу.

Автоцементовоз складається з тягача КрАЗ-258 і цистерни півпричепа (рис. 14.16).

Тягач обладнаний сидельно-зчіпним пристроєм і виводами до пневмообладнання цистерни-напівпричепа. На тягачі встановлений компресор з приводом від двигуна тягача. Цистерна-напівпричіп несучої безрамної конструкції спирається передньою частиною на сидельний зчіпний пристрій тягача і задньою – на ходовий візок від напівпричепа ЧМЗАП-5523. Цистерна циліндрової форми з еліптичними днищами нахилена у бік розвантаження на  $6^\circ$  (градусів).

У верхній частині цистерни є два завантажувальні люки, призначені також для внутрішнього огляду цистерни. В середині цистерни (рис. 14.17) встановлено два аерожолоби, які необхідні для аерації і переміщення цементу до розвантажувального пристрою. Цей пристрій кріпиться із зовнішнього боку цистерни в це нижній задній частині і складається з розвантажувального патрубка, патрубка з відведенням для додаткової подачі повітря і кульового наконечника для приєднання розвантажувального рукава зі швидкодійними замками.

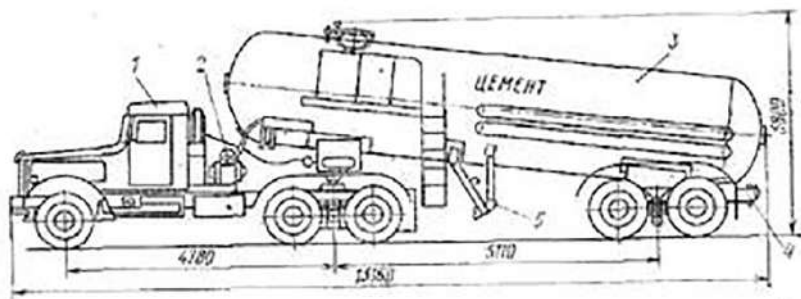


Рис. 14.16. Конструктивна схема автоцементовоза:

1 — сидельний тягач; 2 — компресор; 3 — цистерна-напівпричіп;  
4 — розвантажувальний пристрій; 5 — опорна стійка

Для стогону цементу на аерожолоби всередині цистерни вздовж усієї її довжини приварені під кутом  $50^\circ$  до горизонту укоси, виконані з листової сталі і що спираються на ребра. Для вирівнювання тиску всередині цистерни і в підукісному просторі встановлена врівноважуюча труба.

#### *Технічна характеристика*

- Компресор:
  - тип РК-6/1.
  - продуктивність,  $\text{м}^3/\text{хв}$  — 6.
- Робочий тиск у цистерні, МПа — 0,15.
- Діаметр завантажувального люка, мм — 400.
- Кількість завантажувальних люків — 2.
- Розвантажувальний рукав:
  - число — 2;
  - діаметр, мм — 100;
  - довжина, м — 4,2.
- Габаритні розміри, мм:
  - довжина — 13 200;
  - ширина — 2 630;
  - висота — 3 800.
- Маса, кг:
  - без вантажу — 7 050;
  - з вантажем — 17 600.

Виготівник — Слов'янський завод будівельних машин (м. Слов'янок Донецької обл.).

Повітря, необхідне для розвантаження цементу, подається від ротаційного компресора РК-6/1, встановленого на тягачі. Для очищення всмоктувального повітря на компресорі встановлений фільтр, а для очищення повітря, що нагнітається, — вологомастиловіддільник.

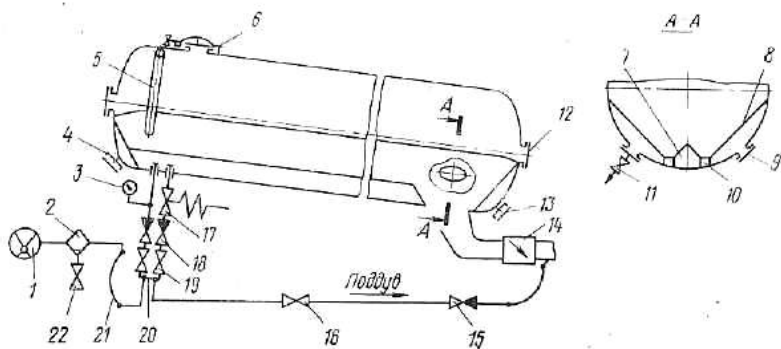


Рис. 14.17. Схема цистерни автоцементовоза:

1 — компресор; 2 — вологомастиловіддільювач; 3 — манометр; 4 — штуцер; 5 — зрівняльна труба; 6 — завантажувальний люк з сигнально-запобіжним пристроєм; 7 — роздільник; 8 — укіс; 9 — бічний люк; 10 — аеролоток; 11 — кран скидання повітря; 12 — монтажний люк; 13 — штуцер; 14 — розвантажувальний пристрій; 15 — зворотний клапан піддування; 16 — вентиль піддування; 17 — запобіжний клапан; 18 — зворотний клапан; 19 — муфтовий кран; 20 — колектор; 21 — рукав подачі повітря в цистерну; 22 — зливний кран

Ходова частина цистерни-напівпричепа запозичена від напівпричепа ЧМЗАП-5523. Гальма колодки з пневмоприводом; управління гальмами від педалі з кабіни тягача, стоянкові гальма ручні. Під час стоянки без тягача і цементу цистерна-напівпричіп спирається на дві опорні стійки, які піднімаються в транспортне положення лебідками; лебідки служать також для підняття в транспортне положення запасних коліс.

#### *Технічна характеристика*

- Вантажопідйомність, т — 22.

- Місткість цистерни, м — 321.
- Час розвантаження, хв — 45.
- Дальність подачі, м:
  - по горизонталі — 50;
  - по вертикалі — 25.

### **Контрольні запитання**

1. Призначення автоцементовозів та їх будова.
2. Як здійснюється завантаження і розвантаження цистерни цементовоза?
3. З чого складається аеролоток?
4. Призначення саморозвантажувального цементовоза.
5. Процес самозавантаження автоцементовоза?
6. Автоцементовоз ТЦ-11. Його призначення та будова.

## Тема 15. Контейнеровози

### 15.1. Контейнерна транспортна система

Контейнерна транспортна система — комплекс технічних засобів, технологічних процесів і організаційних заходів, економічних і правових нормативів, що забезпечують ефективне перевезення вантажів. Технічна база системи включає парк уніфікованих універсальних і спеціалізованих вантажних контейнерів, засобів їх перевезення на різних видах транспорту, мережу контейнерних пунктів і терміналів, оснащених перевантажувальними засобами. При створенні технічних засобів системи основним принципом є їх уніфікація і стандартизація та взаємна ув'язка параметрів. Прийняті організаційні заходи та технологічні процеси забезпечують єдині для всіх видів транспорту планування перевезень вантажів у контейнерах, управління перевезеннями на всіх рівнях, використання рухомого складу, розподіл порожніх контейнерів під навантаження і визначають технологію роботи контейнерних пунктів і терміналів. Економічними і правовими нормативами встановлено тарифи на контейнерні перевезення, відповідальність за своєчасну і збережену доставку вантажів, порядок обміну контейнерами між їх власниками — на різних видах транспорту і у міжнародних сполученнях. В інших країнах функціонують національні контейнерні системи на окремих видах транспорту, а також міжнародні системи (наприклад, Intercontainer — система європейської залізниці) і системи, що належать окремим фірмам або корпораціям.

Конструкція вантажного контейнера забезпечує збереженість перевезення вантажів одним або кількома транспортами, яка досягається достатньою його міцністю протягом встановленого терміну служби. Весь парк вантажних контейнерів можна розділити таким чином:

1. за вантажопідйомністю на:
  - малотоннажні — масою брутто до 3 т (виключно);
  - середньотоннажні — масою брутто від 3 до 10 т;
  - великотоннажні — масою брутто 10 т і більше;
2. залежно від номенклатури перевезених вантажів на:

- універсальні;
- спеціалізовані.

Таблиця 15.1 – Назва контейнерів

Тип контейнерів	Позначення	Номінальна вага брутто, т	Максимальна вага брутто, т	Довжина, мм	Ширина Б, мм	Висота* Н, мм
Великотоннажні	1 А, 1 АА	30	30,48	12 192	2 438	2 438
	1 В, 1 ВВ	25	25,40	9 125	2 438	2 438
	1 С, 1 СС	20	20,32	6 058	2 438	2 438
	Ш	10	10,16	2 991	2 438	2 438
Середньотоннажні	УУК-5	5	5,00	2 100	2 650	2 400
	УУК-5У	5	5,00	2 100	1 325	2 400
	УУК-3	3	3,00	2 100	1 325	2 400
Малотоннажні (автомобільні)	АУК-1,25	1,25	1,25	1 800	1 050	2 000
	АУК-0,625	0,625	0,63	1 150	1 000	1 700

\* Висота контейнерів 1 АА, 1 ВВ, 1 СС – 2 591 мм.

На транспорті найбільшого розвитку отримало перевезення вантажів у середньотоннажних і великотоннажних контейнерах.

Універсальні контейнери призначені переважно для тарно-штучних вантажів широкої номенклатури, укрупнених вантажних одиниць і мілкоштучних вантажів. Їх використовують для перевезення швидкопсувних продуктів, які потребують підтримки під час перевезення і збереження встановленого температурного режиму, вологості та інших умов.

Універсальні й окремі спеціалізовані контейнери можна поділити на:

- атмосферостійкі;
- водонепроникні (оснащуються гумовим або іншим ущільненням);
- герметичні.

Нерозбірні і розбірні контейнери можуть виконуватися з одно- дво- та чотиристулчастими дверима. Двері можуть бути у торцевій стінці, у бічних стінках. Вони можуть замінити й формувати відповідні стінки.

Контейнер-платформа — вантажна платформа з конструктивними особливостями і розмірами контейнера.



Рис. 15.2. Контейнер-платформа

Дуже важлива уніфікація контейнерів. Не лише у країні, але і при міжнародних перевезеннях. Крім того, можливість перевезення різними видами транспорту — автомобільним, авіаційним, залізничним і водним.

Для підвищення ефективності контейнерних перевезень використовується контейнерна транспортна система. Вона передбачає єдину систему планування та обліку перевезень і норми перевезень з використанням стандартних контейнерів. Створюються контейнерні пункти для поєднання автомобільних, водних, залізничних і авіаперевезень. На контейнерних пунктах з постійними контейнерокористувачами створюється обмінний фонд контейнерів, а також оборотних напівпричепів-контейнерів.

Основні параметри контейнера:

- максимальна маса бруто (сума мас контейнера і вантажу);
- власна маса контейнера з усім обладнанням;
- вантажопідйомність (максимальна маса вантажу в контейнері).

Використовувані контейнери серії 1 мають квадратний переріз і відрізняються тільки довжиною, підібраною так,

щоб на транспортному засобі будь-які контейнери цієї серії розміщувалися у різній комбінації. У контейнерів типу: 1 А – довжина 11985 мм; 1 В – 8918 мм; 1 С – 5853 мм і 1D – 2787 мм. Ширина і висота – 2438 мм.

На платформі можна розмістити, наприклад, один контейнер 1 А, або два контейнери 1 С і т.д. (рис. 15.3). Причому контейнери менших розмірів розміщуються з необхідними маніпуляційними проміжками.

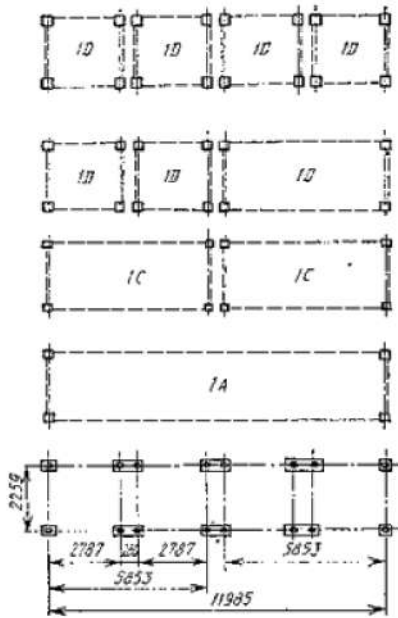


Рис. 15.3. Принцип побудови типажу великотоннажних контейнерів і розміщення їх на транспортному засобі

Спеціалізовані контейнери можуть бути м'які (еластичні) і комбіновані (м'які з жорстким каркасом). Як універсальні, так і спеціалізовані контейнери можуть бути металевими (сталевими, алюмінієвими, легких сплавів), з полімерних матеріалів, виконуватися з полімерними покриттями.

За устаткуванням для перевантаження розрізняють контейнери із прорізами у підставах для виловних захоплень на-

вантажувачів і з рамами або фітингами (на нижній і верхній рамах) — для захоплень стропів кранів. Зазвичай, усі контейнери мали бути придатні для перевантаження кранами і виловними навантажувачами.

За сферою застосування контейнери можуть бути «обмеженого» чи «широкого» звернення. До перших належать контейнери, допущені для використання одного виду транспорту. До других належать контейнери, застосування яких допущено двома і більше видами транспорту без обмеження районів звернення.

Усі контейнери поділяють за параметрами і конструкцією на уніфіковані і неуніфіковані. Уніфіковані контейнери можна застосовувати всіма видами транспорту у прямому, змішаному й міжнародному повідомленнях. До них належать великотоннажні і середньотоннажні контейнери.

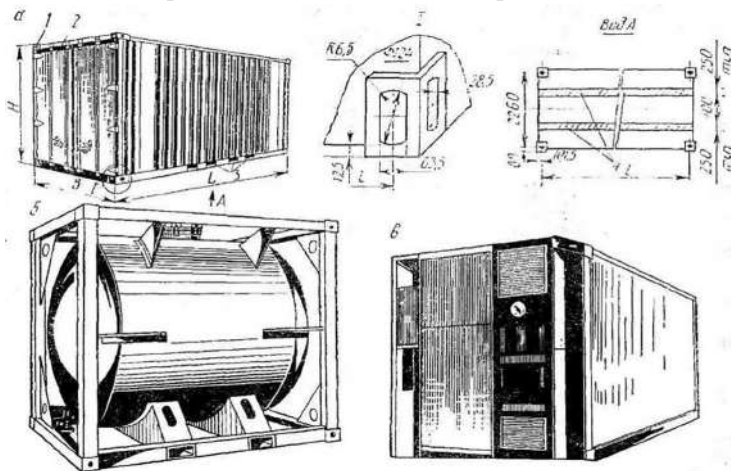


Рис. 15.4. Універсальні контейнери

Розміри уніфікованих універсальних великотоннажних контейнерів, обрані з урахуванням можливості постачання ними вантажів, у прямому й змішаному повідомленнях, зокрема й міжконтинентальному повідомленні (на судах-контейнеровозах і спеціалізованому рухливому складі інших напрямів транспорту).

Незалежно від розміру і спеціалізації конструкція великотоннажних контейнерів складається з жорсткого несучого каркаса, що включає кутові стійки, подовжні та торцеві верхні і нижні балки, у кутках яких розташовані фітинги, які становлять деталі спеціальної конструкції, щоб забезпечити приєднання контейнерів до захопленням навантажувально-розвантажувальних машин, рухомого складу залізничного і автомобільного транспорту, і навіть кріплення контейнерів при складуванні їх у майданчиках і при перевезенні морським транспортом.

Незалежно від розміру всі універсальні контейнери стандартизовані щодо маси бруто, габаритів, приєднувальних розмірів, і навіть за запірними пристроями, конструкції приєднувальних пристроїв до рухливого складу залізничного і автомобільного транспорту, і за захватними органами навантажувально-розвантажувальних машин.

Це дозволяє здійснювати з мінімальними витратами часу й праці змішані перевезення різними транспортами, реалізуючи принцип «від дверей до дверей».

Спеціалізовані контейнери у конструктивному відношенні відрізняються від універсальних тим, що всередині несучого каркасу розміщені або цистерни для перевезення рідких вантажів, або холодильні камери для перевезення швидкопсувних вантажів, або бункери для сипучих вантажів та інші місткості для розміщення різноманітних видів вантажів.

Також широко поширені відкриті зверху великотоннажні контейнери. Основними типами відкритих контейнерів є відкриті лише зверху зі знімним дахом, чи знімним тентом. Тент, будучи закріпленим, на верхній рамі відкритого контейнера, перетворює їх у закритий. Задля більшої збереженості вантажів тенти повинні бути виготовлені з міцного еластичного полотна або іншого покриття з пластмаси (або прогумованої) тканини. Для закріплення тенту в його краях передбачаються армовані отвори, а у контейнері — скоби (вушка), якими зачіпляють трос.

Конструкція контейнерів, виділених на використання у міжнародних повідомленнях, має відповідати вимогам міжнародної

Конвенції з безпечних контейнерів, щоб можна було перевозити вантажі під митними печатками і пломбами. Великотоннажні контейнери обладнуються двома кишнями для зберігання водонепроникних пакетів з транспортними документами.

Конструкція кишень і пристроїв їхнього опломбування виключає можливість вилучення документів без явних слідів ушкодження.

### **15.2. Спеціалізовані контейнери**

Спеціалізовані контейнери в конструктивному відношенні відрізняються від універсальних тим, що вони всередині несуть каркас, в якому розміщені або цистерни для перевезення рідких (скраплених тощо) вантажів, або холодильні камери (з агрегатами) для перевезення швидкопсувних вантажів, або бункери для сипучих вантажів та інші ємності для розміщення різноманітних видів вантажів.

Поруч із закритими широко поширюються відкриті великотоннажні контейнери. Основними типами відкритих контейнерів є, відкриті лише зверху зі знімним дахом, чи знімним тентом, який закріплений, на верхній рамі відкритого контейнера, що перетворює їх у закритий. Задля більшого збереження вантажів тенти повинні бути виготовлені з міцного еластичного полотна або покриті пластмасою (або прогумовані). Для кріплення тенту по краях передбачаються армовані отвори, але у контейнері – скоби (вужка), які пронизує трос.

### **15.3. Напівпричепи-контейнеровози**

Напівпричепи-контейнеровози (рис. 15.5) служать для перевезення універсальних автомобільних, залізничних та великовантажних контейнерів. Вони використовуються в основному при доставці вантажів підприємствам і організаціям з залізничних станцій, морських портів та аеропортів у місцевому і міжнародному сполученнях.

Напівпричепи-контейнеровози виготовляються однією або з двовісними. Вони можуть мати рівну або східчасту

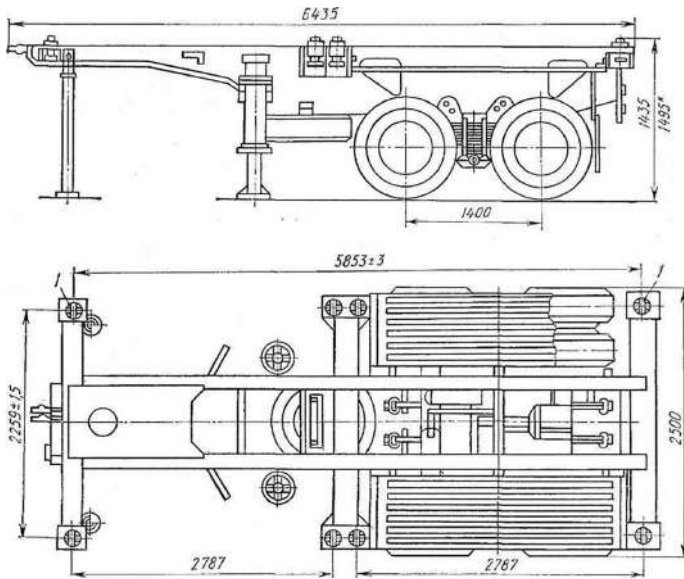


Рис. 15.5 Напівпричеп-контейнеровоз

вантажну платформу (зі зниженою середньою частиною). При східчастій платформі знижується центр ваги-навантаженого напівпричеп-контейнеровоза і підвищується його стійкість.

Для перевезення великовантажних контейнерів напівпричепи-контейнеровози мають спеціальні поворотні пристрої (замки) для фіксації контейнерів на вантажній платформі. Вони можуть бути обладнані гідравлічними вантажно-розвантажувальними пристроями.

Напівпричепи-контейнеровози мають вантажопідйомність 5–27 т, а їх навантажувальна висота становить 0,65–1,5 м.

Застосування причепів-контейнеровозів при транспортуванні вантажів економічно дуже вигідно, тому що значно знижуються простой при вантажно-розвантажувальних роботах.

Таблиця параметрів контейнерів-напівпричепів

Параметр	Напівпричеп-контейнеровоз				
	ЧМЗАП-9985	ЧМЗАП-99858	ЧМЗАП-9991	ЧМЗАП-99859	МАЗ-9389
Тип контейнерів	1 С	1 С; 1 СС	1 А; 2Х1 С	1 А; 1 АА; 2Х1 С; 2х 1 СС	1 А; 2Х1 С
Вантажопід- йомність, вага кг	20 320	20 320	28 000	30 200	32 700
	4 000	3 750	4 700	4 500	6 000
Повна вага, кг Розподіл наванта- ження напівпричепа, кН;	24 320	24 070	32 700	34 700	38 700
на сідельно-зчеп- ний механізм та	76,2	77,0	147,0	147,0	147,0
на колеса напів- причепа	167,0	163,7	180,0	200,0	240,0
Вантажна висота, мм	1495	1395/1325*	1500/1400*	1315	1415*
Розміри коліс	300 x 508 P	260 x 508 P	300 x 508	280 x 508 P	300 x 508 P
Максимальна швидкість, км/ч	80	85	80	80	100
Тягач	МАЗ-504 В	МАЗ-504 В или Ка- МАЗ-54112	МАЗ-6422	МАЗ-6422	МАЗ-6422

Деякі моделі автомобілів і автопотягів-контейнеровозів обладнані пристроями для самозавантаження та саморозвантаження контейнерів, що дозволяє їх ефективно використати для перевезень на порівняно невеликі відстані. Перевезення середньотоннажних контейнерів можуть також виконуватися бортовими автомобілями і автопотягами загального призначення. Найпоширеніші автопотяги у складі звичайного сідельного тягача і напівпричепа-контейнеровоза.

Особливу категорію спеціалізованого рухомого складу для контейнерних перевезень представляють автомобілі та автопідводи-самонавантажувачі, які забезпечують завантаження і

розвантаження їх за допомогою встановлених ними грузопідйомних пристроїв. Необхідність застосування рухомого складу, обладнаного пристроями для самонавантаження і саморозвантаження контейнерів, обумовлена відсутністю у багатьох пунктах механізмів для навантаження та розвантаження. Оснащення ж таких пунктів зазначеними пристроями найчастіше економічно не виправдано.

Автомобілі і автопотяги-самонавантажувачі найефективніші на відстанях перевезення до 30 км, причому чим коротший цей період, тим вища ефективність.

Зі звичайними автомобілями комплексно зі стаціонарними чи мобільними вантажопідйомними машинами можна встановити сферу їх раціонального застосування і з вантажообігу обслуговуваних пунктів. При обсязі навантажувально-розвантажувальних робіт на добу трохи більше 3–5 т, автомобілі-самонавантажувачі значно ефективніші. У зв'язку з цим автомобілі-самонавантажувачі найдоцільніше застосовувати як на коротких відстанях перевезення, так і при невеликих обсягах навантажувально-розвантажувальних робіт обслуговуваних пунктів.

#### **15.4. Розрахунок контейнера**

Контейнеровоз-напівпричіп використовується при перевезенні спеціальних контейнерів. Популярність цієї техніки пояснюється багатьма роками її якісного і вигідного застосування. За великим рахунком, контейнеровоз автомобільний — це транспорт, який використовується для доставки складених у контейнери вантажів сухопутним способом. Для того щоб доставити контейнери на морські або річкові судна, необхідний наземний транспорт, яким і є контейнерний напівпричіп.

Максимальна маса вантажу, яку може перевозити контейнеровоз-напівпричіп, приблизно дорівнює сорока тоннам, але вона може бути і трохи менше: все залежить від моделі цієї техніки. За якістю контейнерних напівпричепів пильно стежать державні контролюючі органи, причому немає різниці, буде це вітчизняна модель або зарубіжна. Контейнеровози повинні

відповідати державним стандартам, оскільки їх призначення має строго певний напрям. Технічні характеристики напівпричепа повинні бути такої якості, щоб він зміг без зусиль витримати всі фази транспортування (навантаження, доставку і розвантаження). Найчастіше контейнеровоз-напівпричіп, який має великі розміри, складається з декількох причепів більш дрібної форми. Сучасні стандарти якості зобов'язують виробників напівпричепів оснащувати цю техніку модернізованими підвісними системами. Крім цього, сьогодні багато контейнеровозів обладнані самонавантажувачами, які нагадують навантажувальний кран. Кожна деталь контейнеровоза напівпричепа виконана у суперсучасному стилі. Його гальмівна система є еталоном для інших механізмів подібного типу. Найчастіше, вона має пневматичне автоматизоване управління. Оскільки, контейнеровоз може досягати величезних розмірів у довжину, то в його конструкцію входять спеціальні противідкатні механізми, які не дають вантажу випасти при русі. Контейнеровози-напівпричепа оснащені пневматичною підвіскою з посиленням кожної складової механічним пристроєм. Це відіграє велику позитивну роль при пересуванні по дорогах, тому ресори і амортизатори контейнерних напівпричепів виготовлені за найвищим розрядом. Крім того, в комплект усіх механічних засобів цього типу входять запасні колеса і додаткові інструменти.

Пристрій контейнеровоза-напівпричепа та його використання.

Контейнеровоз-напівпричіп обладнаний міцною рамою, при виготовленні якої використовувалася міцна сталь. Для захисту вантажу від вилітає з-під коліс, вони оснащені спеціальними крилами. Контейнеровоз має чималу вартість, але будь-який власник фірми-перевізника знає, що покупка цієї техніки дуже вигідна, оскільки контейнеровоз-напівпричіп здатний окупити себе в короткі терміни. Крім того, перевезення товару на цьому транспортному засобі є гарантією того, що на вантажі не з'являться ушкодження, і він буде доставлений на основний транспорт у тому ж вигляді, в якому спочатку

був завантажений у контейнер. Контейнеровози-напівприче-пи — це транспортні засоби, що працюють з максимальною продуктивністю. Крім цього, вони оснащені автоматизованою системою управління, що дозволяє водієві стежити за станом вантажу протягом усього шляху. Кабіна транспортного засобу обладнана таким чином, щоб водієві було комфортно виконувати свої обов'язки. Сьогодні на ринку транспортних засобів можна зустріти величезну кількість найрізноманітні-ших моделей контейнеровозів-напівпричепів. Тому будь-який власник транспортного підприємства зможе вибрати цей засіб спеціального призначення за своїм смаком і розрахунком у по-дальшому використанні.

### **Контрольні запитання**

1. Що таке контейнерна транспортна система?
2. Основні параметри контейнера.
3. Призначення напівпричепів-контейнеровозів.
4. Будова контейнеровоза-напівпричепа.

## Тема 16. Ізотермічний рухомий склад

### 16.1. Класифікація ізотермічного рухомого складу

В ізотермічному рухомому складі для швидкопсувних вантажів (ШПВ), які потребують особливих умов транспортування і зберігання, умови створюються штучно. Для перевезення швидкопсувних вантажів використовуються ізотермічні (рефрижераторні фургони та контейнери, фургони-термоси, спеціальні цистерни для вина, живорибні фургони), а також універсальні криті фургони та криті фургони з утепленим кузовом і універсальні контейнери. Ізотермічний рухомий склад (ІРС) класифікують:

- за різновидом вантажу, що перевозиться;
- за способом охолодження.

За різновидом вантажу, що перевозиться, ІРС розділяють на універсальний і спеціальний. Універсальний ІРС призначений для перевезення масових ШПВ (овочі, м'ясо і м'ясопродукти, риба і рибопродукти тощо). За способом охолодження ІРС розділяють на фургони з машинним охолодженням (рефрижераторний рухомий склад (РРС)) і фургони з охолодженням готовими холодоносіями. Рефрижераторний рухомий склад класифікують:

- автопотяги, секції та автономні вагони-автопотяги, які прямують за самостійними маршрутами;
- секції і автономні вагони, у складі вантажних автопотягів.

Усі поїзди і секції належать до групового рухомого складу, а автономні фургони є єдиним рухомих складом. Груповий рухомий склад супроводжується обслуговуючою бригадою. Автономні фургони мають автоматичне холодильне і напівавтоматичне дизель-генераторне обладнання і експлуатуються без супроводження обслуговуючого персоналу.

#### *Вимоги до РРС*

- Можливість стабільної підтримки у вантажному приміщенні фургона температури режиму перевезення при експлуатації фургона в різних кліматичних умовах. Забезпечення заданої швидкості охолодження

- продуктів (плодів та овочів) до температури режиму перевезення.
- Забезпечення нормальної циркуляції і вентилявання вантажного приміщення фургона. Висока щільність вантажного приміщення фургона.
  - Можливість автоматизації роботи обладнання і систем контролю температури.
  - Висока надійність енергохолодильного обладнання і простота його обслуговування.
  - Високі теплотехнічні якості огорожень кузова фургона.
  - Фургони-термоси використовуються для перевезення швидкокопсувних вантажів, термічно підготовлених до завантаження у фургон (заморожених, охолоджених, зігрітих).
  - Фургони-термоси не мають приладів охолодження і опалення, вони мають високі теплотехнічні характеристики, огорожувачі конструкцій фургона.
  - Вантажні фургони рефрижераторних секцій і автореор використовуються для перевезення тарних, у пакетах, продовольчих нешвидкокопсувних вантажів, обмеженого переліку швидкокопсувних вантажів, що не потребують підтримання визначеного температурного режиму залежно від тривалості перевезень і пори року.

## **16.2. Загальна будова та характеристика ізотермічного рухомого складу**

### *Загальна будова та характеристика 5-вагонної рефрижераторної секції 5-БМЗ*

Секція 5-БМЗ є універсальним типом ІРС і призначена для перевезення всіх масових ШПВ. Секція складається з чотирьох вантажних вагонів і центрального дизельного вагона (табл. 16.1).

*Дизельний вагон* має сім відділень у дизельному відділенні, на спеціальних рамах встановлені два дизель-генератори типу ДГМА-75, а у двох металічних пристінних ящиках з від-

кидними кришками — стартерні акумуляторні батареї типу 6 СТК-135 VІC. У торцевій стіні знаходяться два вентилятори. Бак ємністю 260 л призначений для зберігання запасу дизельного мастила, перекачування якого здійснюють ручним поршневым насосом типу РПН-2. Поряд із баком для мастил розміщений верстат з набором слюсарного інструменту і лещатами.

У щитовому відділенні змонтований головний розподільчий щит, є шафа для спецодягу, письмовий стіл для чергового механіка. На стіні закріплені часи і аптечка.

Тут же знаходиться переговорний апарат типу ПСПЗ-120 М для зв'язку з механіками, що проводять роботи у машинних відділеннях вантажних вагонів.

У салоні-кухні, у ніші, розміщена плита для приготування їжі, а над нею закріплений підігрівач води для душу. Поряд із плитою розташована раковина-мийка, а також побутовий холодильник.

У котельному відділенні встановлений котел водяного опалення пасажирського типу, обладнаний для роботи на твердому та рідкому паливі.

У відділенні для відпочинку бригад розмішені чотири м'які диван-ліжка, платтяна шафа, шафа для постільних принадлежностей і шафа для білизни. Між спальними диванами знаходиться тумбочка. Акумуляторне відділення має окремий вхід. У ньому на стелажах закріплена лугова батарея типу 40 ТЖН-400.

*Вантажний вагон* має два відділення: вантажне і машинне. У машинному відділенні на спеціальних рамах укріплені два компресорно-конденсаторні агрегати, продуктивністю 20 880 Вт. У вантажному приміщенні встановлений випаровувач, який виробляє охолодження вантажу, і електропечі, потужністю 10 кВт для створення позитивного температурного режиму. Під стелею вантажного приміщення розташовані два вентилятори-циркуляри, які забезпечують циркуляцію повітря у вантажному приміщенні.

Секція 5-БМЗ оснащена трьома системами контролю температур:

1. Системою дистанційного контролю температури.

2. Системою місцевого контролю температури.
3. Системою автоматичного запису.

Система дистанційного контролю складається із вимірювального приладу, який встановлений у службовому вагоні і датчиків температури, які встановлені у кожному вантажному вагоні. Датчики температури з вимірювальним пристроєм з'єднані лінією зв'язку. Вимірювальний пристрій дозволяє отримати відомості про температуру у кожному вантажному вагоні, знаходячись у службовому вагоні. Обслуговуюча бригада проводить дистанційний контроль температури у вантажних вагонах через кожні 6 год. і записує температурний режим у робочому журналі секції. Місцева система контролю передбачає застосування переносної станції, яка підключається до роз'єму вантажного вагона, пов'язаного з датчиком температури. За шкалою приладу переносної станції визначається температура у кожному вантажному вагоні при стоянці секції.

Місцева система контролю температури передбачає вимірювання температури у вантажних вагонах через кожні 12 год. Температурний режим у кожному вагоні фіксується у робочому журналі секції.

Система автономного запису температури передбачає прилад СПЛ, який записує температурний режим на стрічку. Прилад працює в автоматичному режимі, через кожні 2 год. СПЛ включається і тепловим пером на температурній стрічці записується температура у 1, 2, 3 і 4 вантажних вагонах та температура зовнішнього повітря.

Таблиця 16.1. — Характеристика 5-вагонної рефрижераторної секції 5-БМЗ

1. Вантажопідйомність, т	47
2. Навантажувальні розміри, мм:	
• довжина	17 650
• ширина	2 600
• висота	2 400
• площа, м кв.	46,4
• об'єм, м куб.	111,8

### **16.3. Загальна будова та характеристика 5-вагонної рефрижераторної секції ЦБ-5 (гв-5)**

Секція складається з одного дизельного і чотирьох вантажних вагонів.

Електрозабезпечення секції здійснюється із дизельного вагона. В цьому вагоні розміщуються:

- у дизельному відділенні: два головних дизельгенераторних агрегати і один допоміжний, паливні баки та інше допоміжне обладнання;
- у кабіні керування: головна електророзподільна шафа; центральний вимірювальний щит для вибору температури у вантажних приміщеннях вагонів, автоматичного регулювання роботи на охолодження та опалення, дистанційного вимірювання температури у вантажних приміщеннях вагонів, а також для контролю тиску і температури масла, температури охолоджувальної води двигунів; крім того, на цьому щитку розташовані оптичні сигнали системи контролю відкривання дверей вантажних вагонів, системи сигналізації обриву кабелів міжвагонних з'єднань.

У службовому відділенні є кухня, туалет, котельне відділення системи опалення, спальне купе для відпочинку обслуговуючого персоналу і салон. У кухонному приміщенні встановлені: побутовий холодильник, шафи для продуктів, плита для приготування їжі, яка працює на дизельному паливі, двоконфоркова електроплитка на 220 В, раковина для миття посуду. У спальному вагоні встановлені три напівм'які полки, шафа для білизни і пристінний стіл. У салоні є диван, стіл зі стільцями, шафи для одягу і технічної документації, годинник: у спеціальній ніші розміщуються радіоприймач і панель системи пожежної сигналізації вагона.

Перегородки кабіни керування і салону виконані у пожежостійкому виконанні, здатними протистояти вогню протягом 30 хв. Перегородка між дизельним відділенням і кабіною керування доведена по периметру до зовнішньої обшивки вагона; її товщина 80 мм.

У дизельному приміщенні перегородка покрита сталевим листом товщиною 1 мм; у кабіні з одного боку поверхні перегородка покрита пожежостійким твердим декоративним шаровим пластиком, з іншого — листовою сталлю товщиною 1 мм; всередині перегородки укладені мати з мінеральної шерсті товщиною 66 мм і фанерна плита товщиною 8 мм (несучий елемент). Двері в перегородці виконані з фанерних панелей товщиною 8 мм, між якими прокладена ізоляція із полістиролу товщиною 40 мм, захищена з обох боків від впливу вогню матами із мінеральної шерсті товщиною 6 мм. Вікна в дверях двійні із безосколочного скла.

#### 16.4. Загальна будова та характеристика вагона-термоса

Вагон-термос, призначений для перевезення термічно оброблених вантажів, що не виділяють тепло, може експлуатуватися у діапазоні температур від +50 до -50°C (табл. 16.2).

Таблиця 16.2. – Вантажна характеристика вагонів-термосів побудови заводу Дессау (Німеччина)

Показник, вимірник	Величина показника
Довжина кузова, м	
• Зовнішня	21,00
• Навантажувальна	20,19
Ширина кузова, м	
• Зовнішня	3,094
• Навантажувальна	2,600
Об'єм вантажного приміщення при висоті штабелювання 2,4 м, куб.м	126
Площа підлоги вантажного приміщення, кв.м	52,5
Вантажоємність вагона, т	60,00
Маса тари вагона, т	33,00
Розміри навантажувальної двері, мм	
• Ширина	2700
• Висота	2300

Допустимий термін перевезення вантажу залежить від початкової температури вантажу і допустимої кінцевої, а також від температури зовнішнього повітря.

Стіни, як і двері вагона виконані в конструкції «сандвіч», а дах — полегшеній сталевій конструкції.

Дія елементів конструкції вагона-термоса теплоізоляційним матеріалом є пінистий поліуретан.

Середній коефіцієнт теплопередачі нового кузова вагона-термоса складає не більше 0,2 Вт/м·град.

Вантажні приміщення вагона-термоса виконані герметично.

### **16.5. Рефрижераторні фургони АТП (депо)**

Всі експлуатовані рефрижераторні фури приписані до певних рефрижераторних АТП, які організують обслуговування та ремонт приписаного РПС, а також в необхідних випадках поточний ремонт та екіпіровку інших рефрижераторних фургонів, що знаходяться на шляху розташування АТП, незалежно від їх приписки. АТП спеціалізовані за типами рухомого складу, що дозволяє скоротити номенклатуру ремонтних деталей і вузлів, підвищити рівень організації виробничих процесів, поліпшити зміст і знизити собівартість ремонту приписаних фургонів. Сьогодні на мережі доріг функціонують понад 20 рефрижераторних АТП. АТП як госпрозрахункове підприємство має свій розрахунковий рахунок і самостійний бухгалтерський баланс. Доходи АТП складаються з доходів по експлуатації та ремонту.

Майже 95% основних фондів АТП припадає на рухомий склад, експлуатацією якого зайнято близько 90% контингенту працівників АТП. Рефрижераторне АТП має основну будівлю, де проводиться ремонт РПС, цех експлуатації, цех обмивки, цех екіпіровки, а також службово-допоміжні приміщення, компресорна і т.д. Взаємне розташування цехів і споруд повинно відповідати вимогам технологічного процесу і забезпечувати потоковість переміщення вагонів та їх вузлів у процесі виконання ремонту. Всі підсобні споруди розташовують якнайближче до основного виробництва. Розміри площі для розміщення АТП повинні бути за довжиною не менше 1 000 м і за шириною не менше 70 м.

## **16.6. Пункти технічного обслуговування авторефрижераторних фургонів**

Для автономних рефрижераторних фургонів (АРФ) характерна висока ступінь автоматизації енергоохолодильного обладнання, що дозволяє експлуатувати їх без супроводжуючого персоналу. Технічне обслуговування їх у період між ремонтами здійснюється механіками пунктів технічного обслуговування АРВ (ПТО АРФ) за планово-запобіжною системою. АРФ для перевезення ендокринного сировини обслуговуються супроводжуючими бригадами механіків.

Інструкцією з експлуатації та технічного обслуговування автономних рефрижераторних фургонів встановлені такі види технічного (ТО) і укрупненого технічного обслуговування (УТО): ТО-1 — при завантаженні вагона, ТО-2 — на шляху прямування навантажених АРФ через 24–30 г, ТО-3 — при вивантаженні, УТО-1 — через 120–180 год роботи дизель-генераторів, УТО-2 — через 460–500 год роботи дизель-генераторів, але не рідше одного разу на 6 місяців. Основне призначення ТО-1, ТО-2, ТО-3 полягає у контрольній перевірці параметрів працюючого обладнання та налаштування його на необхідний режим роботи. Це дозволяє здійснювати їх на місцях навантаження, вивантаження та на шляху прямування без вилучення вагонів з експлуатації. УТО-1 і особливо УТО-2 мають підвищений обсяг профілактичних робіт, для виробництва яких необхідне відчеплення АРФ від автопотяга і подача їх на спеціалізовані шляхи пункту технічного обслуговування, обладнані необхідним обладнанням.

Залежно від складності та характеру виконуваних робіт пункти технічного обслуговування АРФ поділяються на три категорії: основні — виконують усі види УТО і ТО; укрупнені — виконують УТО-1, ТО-1, ТО-2 і ТО-3; контрольні — виконують ТО-1, ТО-2 і ТО-3. Крім того, всі ПТО повинні виконувати поточний ремонт АРВ різної складності. Основні ПТО АРВ зазвичай розташовані при АТП приписки, але можуть бути організовані і поза ними.

## 16.6. Перспективи автомобільного ізотермічного складу

Прагнення сприяти полегшенню перевезень швидкопсувних вантажів автомобільним транспортом, забезпечення високого технічного рівня автотранспортних засобів, досягненню єдиних зразків у перевізних документах, технічних вимогах при міжнародних перевезеннях обґрунтовало створення міжнародної організації, що представляє інтереси громадських організацій і фірм, які займаються автомобільним перевезенням продуктів, потребують регульованої температури.

«Трансфрिгорут Європа» (Transfrigoroute Europe) було створено за рекомендацією Комітету з внутрішнього транспорту ЄЕК ООН й за участі МСАТ такими країнами: Австрією, Бельгією, Нідерландами, Іспанією, ФРН та Францією. Організація працює у тісному контакті та під керівництвом МСАТ з метою розвитку професійного автомобільного транспорту з перевезення швидкопсувних вантажів, вдосконалення спеціалізованого транспортного устаткування, і навіть об'єднання у міжнародному плані фізичних юридичних осіб, що у розвитку цього виду транспорту. З іншого боку, цілями Трансфрिгорут Європа є: сприяння рішенню економічних, соціальних, юридичних та технічних проблем у сфері цього виду транспорту з розподілу інформації, обміну досвідом, регулювання умов праці; розробка доповнення до Угоди про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів при спеціальних транспортних засобах, виділених для цих перевезень (УПС), які стосуються питань транспортування швидкопсувних вантажів, і навіть змін до міжнародного коносаменту СМР; розробка технічних рекомендацій виробниками холодильного транспортного устаткування й приладів.

Роль холодильного транспорту безупинно зростає у зв'язку зі зростаючим обсягом внутрішніх та міжнародних перевезень швидкопсувних продуктів у всіх економічно розвинутих країнах.

У зв'язку з такими умовами використання холодильних транспортних засобів повинні відповідати вимогам національних і міжнародних стандартів. Наприклад, міжнародна угода

про транспортуванні швидкокопсувних продуктів харчування у спеціальних транспортних засобах, прийнята Економічною комісією ООН для Європи, рекомендує використовувати класифіковані і затверджені засоби на транспортування всіх видів заморожених продуктів у торгівлі.

### **Контрольні запитання**

1. Класифікації ізотермічного рухомого складу.
2. В якому температурному діапазоні може експлуатуватися вагон-термос?
3. Що таке РРС і вимоги до нього?
4. Обладнання кабіни керування.
5. З чого складається дизельний вагон?

## Тема 17 Автобетонозмішувачі

### 17.1 Загальні поняття про автобетонозмішувачі

Автобетонозмішувач призначений для доставки готової бетонної суміші споживачам при цьому зберігаються властивості суміші під час перевезення і для вивантаження суміші в місце укладання (автобетононасоси, стаціонарні бетононасоси і т.д.), а також для приготування бетонної суміші під час перевезення або після прибуття на будівельний об'єкт.

Автобетонозмішувачі застосовують для приготування бетонної суміші під час перевезення, для приготування бетонної суміші безпосередньо на будівельному об'єкті, а також для транспортування готової якісної суміші з спонуканням її під час перевезення. Вони являють собою гравітаційні реверсивні бетонозмішувачі з грушоподібним змішувальним барабаном, встановлені на шасі вантажних автомобілів, спеціальних шасі автомобільного типу або на напівпричепах, агрегуються з тривісними тягачами.

Змішувальні барабани мають постійний кут нахилу осі (10 ... 15 °) до горизонту. Усередині змішувальних барабанів встановлені двох західні гвинтові лопаті, що забезпечують завантаження і перемішування бетонної суміші при обертанні барабана в одну сторону і вивантаження готової суміші при обертанні барабана в зворотному напрямку (реверсі).

Привід обертання барабана змішувача може бути механічним з відбором потужності від автономного двигуна через систему механічних передач, що включають реверсивний редуктор і ланцюгову передачу з зубчастим вінцем, закріпленим на барабані, і гідромеханічним з відбором потужності через гідромеханічну передачу від автономного двигуна або двигуна базового шасі або від коробки відбору потужності трансмісії шасі.

Гідромеханічна передача включає гідронасос з регульованою подачею, реверсивний гідромотор і планетарний редуктор. Гідронасос нагнітає робочу рідину в гідромотор, який через планетарний редуктор приводить в обертання барабан змішувача. Гідромеханічний привід дозволяє безступінчасто

плавно регулювати частоту обертання барабана. Робочий тиск в гідросистемі становить 18 ...22 МПа.

Для завантаження змішувального барабана компонентами суміші або бетонною сумішшю, а також вивантаження суміші з змішувального барабана на місце укладання автобетонозмішувачі обладнуються лотковими завантажувально-навантажувальними пристроями. Для забезпечення технологічного процесу приготування бетонної суміші з сухих компонентів, попередньо завантажених в змішувальний барабан, а також промивання барабана і вузлів автобетонозмішувача від залишків бетонної суміші автобетонозмішувач забезпечений системою водопостачання з баками для води, апаратурою для подачі води під тиском і її дозування.

Технологічне обладнання вітчизняних автобетонозмішувачів має мало відмінностей і максимально уніфіковано. Автобетонозмішувачі здатні працювати при температурі навколишнього повітря — 30°...+ 40 °С. Максимальна швидкість завантажених автобетонозмішувачів при русі по дорогах в технологічному режимі становить не більше 60 км/год.

Головним параметром автобетонозмішувачів є місткість барабана змішувача по виходу готової суміші (м<sup>3</sup>).

На ринку України представлені автомобілі-змішувачі на базі автомобілів КамАЗ, КрАЗ и Foton.

## **17.2 Аналіз автомобілів бетонозмішувачів представлених на ринку України**

Автомобіль-шасі КрАЗ-65053 призначений для монтажу спеціальних надбудов з технологічним обладнанням, що використовуються в будівництві, ремонті та обслуговуванні об'єктів комунального господарства, промислових підприємств і підприємств нафтогазової галузі.

Автомобіль упевнено працює на дорогах з твердим покриттям, в тому числі з кругляка і щебеню, і на ґрунтових дорогах в різних природно-кліматичних умовах.

Монтажна довжина рами забезпечить установку широкої гама обладнання. На вимогу замовника автомобіль-шасі

КрАЗ-65053 може комплектуватися різними видами кабін: двох дверною тримісній, чотирьох дверною сьомамісний або двох дверною зі спальним місцем, анти блокувальною системою гальм, передпусковим підігрівачем двигуна, кондиціонером.



Рисунок 17.1 — Автобетонозмішувач КрАЗ-65053

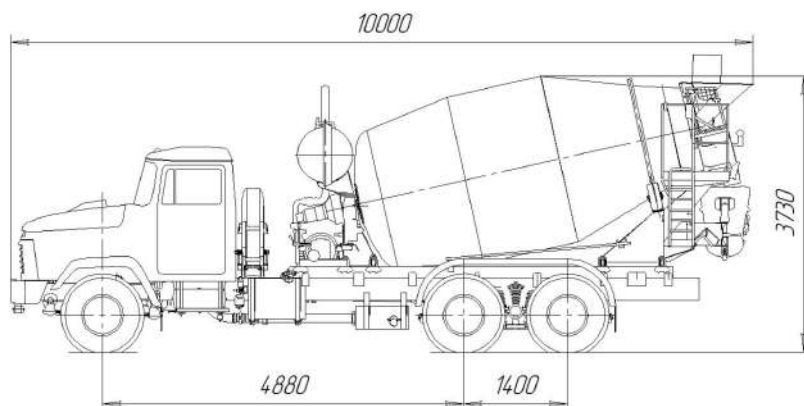


Рисунок 17.2 — Габаритні розміри автобетонозмішувача КрАЗ — 65053



Рисунок 17.3 — Автобетонозмішувач Foton Auman ABC-9–3258

Вантажівки Foton (Фотон) важкого і середнього класу — автомобілі нового покоління, що зійшли з конвеєра самого передового виробництва в Китаї і найвищої якості. У серії вантажівок Foton інженери-конструктори максимально прагнули втілити всі побажання і запити споживачів. Вантажні автомобілі Foton розроблялися з урахуванням багаторічного досвіду накопиченого зарубіжними фахівцями. Були проведені різнобічні дослідження, в результаті чого споживачі отримали вантажний автомобіль Foton, що володіє прекрасними технічними характеристиками, підвищеною безпекою і ергономічним дизайном.

Модельний ряд китайських вантажних автомобілів Foton Auman (Фотон Ауман) включає сідельні тягачі, самоскиди, бортові вантажівки, а також широкий ряд спеціальних автомобілів, таких як штабелевози, автобетононасоси і автобетонозмішувачі.

Китайські вантажівки Foton Auman оснащуються двигунами Cummins («Каммінс») потужністю від 110 л.с. до 420 л.с. Ці двигуни дозволяють вантажівкам Фотон «Ауман» розвивати велику швидкість і мати достатній запас потужності.

Оптимізована конструкція рами ідеально поєднується з двигуном, трансмісією і мостами. Посилена високоякісна рама вантажівки Foton Auman володіє більш високою несучою здатністю.

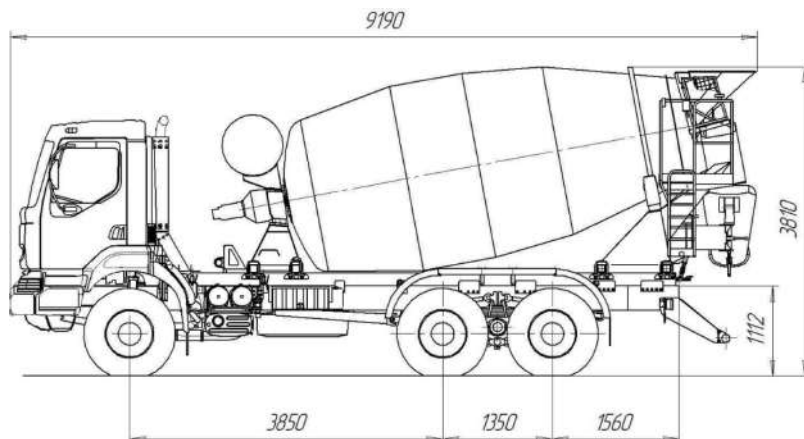


Рисунок 17.4 — Габаритні розміри автобетонозмішувача Foton Auman ABC-9-3258



Рисунок 17.5 — Автобетонозмішувач КАМАЗ-58149Z

Автобетонозмішувач 58149Z призначений для доставки готової бетонної суміші споживачам при цьому зберігаються властивості суміші під час перевезення і для вивантаження

суміші в місце укладання або бетонотранспортних кошти (автобетононасоси, стаціонарні бетононасоси і т.д.), А також для приготування бетонної суміші під час перевезення або після прибуття на будівельний об'єкт.

Автобетонозмішувач має гідравлічний привід змішувального барабана з відбором потужності від автономного двигуна DEUTZ (HATZ 4 M41) (Германія).

Технічні особливості:

– планетарний редуктор (Італія) з істотним запасом по крутний момент забезпечує надійну роботу приводу змішувального барабана;

– масло охолоджувач (Італія) за рахунок підвищеної тепловіддачі продовжує експлуатаційний термін.

Швидкозношувані деталі виготовляються з зносостійкого стали. Система водопостачання передбачає підігрів води у баці вихлопними газами двигуна шасі в холодну пору року. Температурний режим експлуатації автобетонозмішувача від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Управляється одним водієм-оператором. На замовлення змішувальний барабан і водобак можуть виготовлятися з термоізоляцією технологічного обладнання, що складається з піно поліетилену і оцинкованого листа, що забезпечує надійний захист бетонної суміші при низьких температурах до  $-40^{\circ}\text{C}$ .

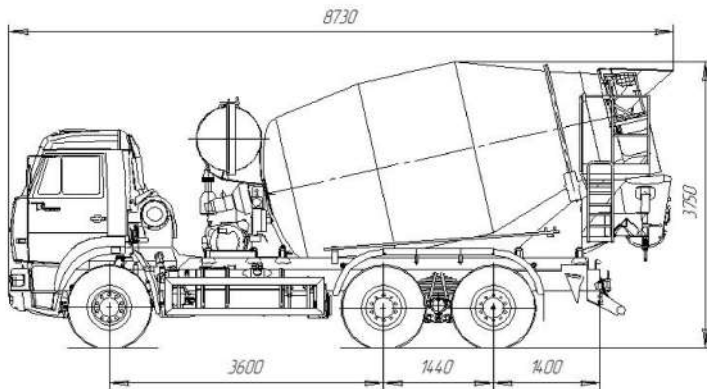


Рисунок 17.6 — Габаритні розміри автобетонозмішувача  
КАМА3-58149Z

Технічні характеристики представлених автобетонозмішувачів наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 17.1 – Технічні характеристики автомобілів бетонозмішувачів

	КрАЗ	КамАЗ	Foton
Колісна формула	6x4	6x4	6x4
Висота завантаження суміші, мм	3700	3600	3800
Місткість бака для води, л	850	500	1000
Темп вивантаження, м <sup>3</sup> /хв	1–2	1	1
Маса споряджена, кг	13900	12950	13260
Маса повна, кг	31000	33100	26800
Потужність, кВт (к.с.)	246 (330) при 2100 хв-1	224 (300) при 2200 хв-1	246 (330) при 2200 хв-1
Обертаючий момент, Н·м	1225 при 1300 хв-1	1250 при 1400 хв-1	1250 при 1450 хв-1
Максимальна швидкість, км/ч	75	90	81
Витрата палива при постійній швидкості 60 км/год, л/100 км	38,8	32	28

### **Контрольні запитання**

1. Призначення автобетонозмішувачів.
2. Модельний ряд та характеристики автобетонозмішувачів.
3. Приводи змішувальних барабанів.
4. Лоткові завантажувально-навантажувальні пристрої автобетонозмішувачів.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Акимов А. Г. Саморазгружающийся автотранспорт / А. Г. Акимов, М. Н. Закс, А. С. Мелик-Саркисянц. — М. : Машиностроение, 1965. — 232 с.
2. Бураков М. С. Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта / М. С. Бураков. — М. : Машиностроение, 1979. — 296 с.
3. Высоцкий М. С. Топливная экономичность автомобилей и автопоездов / Ю. Ю. Беленький, В. В. Московкин — Мн. : Наука и техника, 1984. — 208 с.
4. Высоцкий М. С. Грузовые автомобили. / Ю. Ю. Беленький, Л. Х. Гилелес и др. — М. : Машиностроение, 1979. — 384 с.
5. Гальперин А. И. Автопоезда для перевозки длинномерных труб / В. Ф. Николенко, Е. Л. Семин — М. : Транспорт, 1985. — 97 с.
6. Гришкевич А. И. Автомобили: Теория / А. И. Гришкевич — Мн. : Наука и техника, 1984. — 208 с.
7. Гришкевич А. И. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия / В. А. Вавуло, А. В. Карпов и др. Под ред. А. И. Гришкевича. — Мн. : Высш. шк., 1985. — 240 с.
8. Закин Я. Х. Маневренность автомобиля и автопоезда / Я. Х. Закин — М. : Транспорт 1986. — 136 с.
9. Лохов А. Н. Организация контейнерных перевозок автомобильным транспортом / А. Н. Лохов — М. : Транспорт, 1975.
10. Мелик-Саркисянца А. С. Автомобили-самосвалы / А. С. Мелик-Саркисянца — М. : Машиностроение, 1987. — 214 с.
11. Пахтер И. Х. Современные автопоезда-тяжеловесы / И. Х. Пахтер, Г. Д. Цейтлин — М. : НИИ Навтопром, 1981.
12. Рыбаков К. В. Специализированный автомобильный подвижной состав (для топлив, масел и специальных жидкостей): Справочник. / В. Е. Бычков, И. Я. Шарнин и др. — М. : Транспорт, 1982. — 175 с.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ. . . . .	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ. . . . .	4
ВСТУП. . . . .	5
Модуль 1 . . . . .	7
Тема 1. Роль і засоби спеціалізації автотранспорту. . . . .	7
1.1. Групування вантажів і класифікація спеціалізованого рухомого складу. . . . .	7
1.2. Типаж спеціалізованого рухомого складу . . . . .	10
Тема 2. Загальні відомості про автопоїзди. . . . .	14
2.1. Роль автопоїздів у спеціалізації автотранспорту . . . . .	14
2.2. Класифікація та аналіз компоновальних схем автопоїздів . . . . .	15
Тема 3. Автомобільні тягачі та їх конструктивні особливості . . . . .	20
3.1. Конструктивні особливості тягачів автомобільних поїздів. . . . .	20
3.2. Вантажний рухомий склад . . . . .	22
3.3. Маркування та технічна характеристика. . . . .	27
3.4. Особливості автомобілів-фургонів і автопоїздів-фургонів. . . . .	28
Тема 4. Основи проектування та розрахунку на міцність тяго-зчіпних та опорно-зчіпних пристроїв автопоїздів . . . . .	33
4.1. Причіпний склад, прохідність рухомого складу . . . . .	33
4.2. Поворотні пристрої причепів . . . . .	37
4.3. Прохідність автомобіля . . . . .	41
Тема 5. Кінематика криволінійного руху . . . . .	45
5.1. Кінематика криволінійного руху . . . . .	45
5.2. Кінематика автомобіля . . . . .	46

Модуль 2 . . . . .	50
Тема 6. Особливості конструкцій та експлуатації гальмівних систем автопоїздів. . . . .	50
6.1. Гальмівні системи автопоїздів. . . . .	50
6.2. Гальмівні приводи автопоїздів . . . . .	56
Тема 7. Класифікація та сфери застосування саморозвантажувального транспорту . . . . .	77
7.1. Автомобілі-самоскиди . . . . .	77
7.2. Компонування автомобілів-самоскидів . . . . .	78
7.3. Стійкість автомобілів-самоскидів. . . . .	81
7.4. Кузови автомобілів-самоскидів. . . . .	83
7.5. Розрахунок перекидальних пристроїв автомобілів-самоскидів. . . . .	85
Тема 8. Автопоїзди для перевезення великогабаритних базових та великовагових вантажів, будівельних конструкцій. . . . .	91
8.1. Вимоги, класифікація . . . . .	91
8.2. Конструктивні особливості і компонувальні схеми . . . . .	98
8.3. Навантажувальні умови . . . . .	100
Тема 9. Автопоїзди для перевезення лісоматеріалів . . . . .	106
9.1. Схеми і технічні характеристики лісовозних поїздів. . . . .	106
9.2. Спеціальне обладнання лісовозних автомобілів. . . . .	112
Тема 10. Автопоїзди для перевезення труб та залізобетонних виробів . . . . .	123
10.1. Автопоїзди для перевезення труб. . . . .	123
10.2. Автопоїзди для перевезення залізобетонних виробів. . . . .	128
Тема 11. Автомобілі та автопоїзди-самонавантажувачі. . . . .	132
11.1. Автотранспортні засоби з вантажопідійомними пристроями . . . . .	132
Тема 12. Класифікація автомобілів-фургонів, основні конструктивні та експлуатаційні вимоги до них . . . . .	148
12.1. Призначення, класифікація і загальні вимоги . . . . .	148
12.2. Універсальні і спеціалізовані автомобілі-фургони . . . . .	149

12.3. Ізотермічний рухомий склад . . . . .	151
12.4. Теплотехнічний розрахунок ізотермічних фургонів . . . . .	162
Тема 13. Класифікація автомобілів-цистерн, основні конструктивні та експлуатаційні вимоги до них . . . . .	168
13.1. Призначення, класифікація і загальні вимоги . . . . .	168
13.2. Індксація автоцистерн . . . . .	171
13.3. Автомобілі-цистерни для перевезення нафтопродуктів	171
13.4. Автобітумовози . . . . .	179
Тема 14. Цистерни для перевезення цементу. . . . .	182
14.1. Автоцементовози . . . . .	182
14.2. Автоцистерни для перевезення рідких будівельних і напіврідких сумішей . . . . .	183
14.3. Автоцистерни для перевезення сільськогосподарських вантажів . . . . .	185
Тема 15. Контейнеровози . . . . .	206
15.1. Контейнерна транспортна система. . . . .	206
15.2. Спеціалізовані контейнери . . . . .	212
15.3. Напівпричепи-контейнеровози . . . . .	212
15.4. Розрахунок контейнера . . . . .	215
Тема 16. Ізотермічний рухомий склад. . . . .	218
16.1. Класифікація ізотермічного рухомого складу. . . . .	218
16.2. Загальна будова та характеристика ізотермічного рухомого складу . . . . .	219
16.3. Загальна будова та характеристика 5-вагонної рефрижераторної секції ЦБ-5 (гв-5). . . . .	222
16.4. Загальна будова та характеристика вагона-термоса . . . . .	223
16.5. Рефрижераторні фургонні АТП (депо) . . . . .	224
16.6. Пункти технічного обслуговування авторефрижераторних фургонів . . . . .	225
16.6. Перспективи автомобільного ізотермічного складу . . . . .	226
Тема 17 Автобетонозмішувачі . . . . .	228
17.1 Загальні поняття про автобетонозмішувачі . . . . .	228
17.2 Аналіз автомобілів бетонозмішувачів представлених на ринку України . . . . .	229
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ. . . . .	228

*Навчальне видання*

В. М. Краснокутський,  
В. Б. Самородов,  
С. Г. Селевич

# **СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ РУХОМИЙ СКЛАД НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ**

*Навчальний посібник*

Відповідальний за випуск В. М. Краснокутський

План 2017, поз. 72

Підписано до друку 10.03.2020 р.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура PetersburgС. Ум. друк. арк. 13,95.  
Наклад 50 прим. Зам. №4831



Видавець та виготовлювач ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»  
61024, м. Харків, вул. Максиміліанівська, 11  
Тел.: (057) 756-53-25  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
Серія ДК № 4399 від 27.08.2012 р.  
www.madrid.in.ua e-mail: info@madrid.in.ua



**Краснокутський Володимир Миколайович.**  
Полковник, професор кафедри  
«Автомобіле- і тракторобудування» НТУ «ХПІ»,  
кандидат технічних наук, доцент,  
член-кореспондент транспортної Академії наук України.  
Має 108 наукових праць,  
з них 3 підручника, 12 навчальних посібників, 6 патентів.



**Самородов Вадим Борисович.**  
Завідуючий кафедрою  
«Автомобіле- і тракторобудування» НТУ «ХПІ»,  
доктор технічних наук, професор,  
академік Академії вищої освіти України.  
Має 287 наукових праць, з них 26 патентів України,  
12 патентів на винахід,  
9 монографій і навчальних посібників



**Селевич Сергій Геннадійович**  
доцент кафедри  
«Автомобіле- і тракторобудування» НТУ «ХПІ»,  
кандидат технічних наук, доцент.  
Має 29 наукових праць, 2 патента, 1 навчальний посібник.

