

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Тернопільський національний технічний університет

**Кафедра транспортних технологій**

# **СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ РУХОМИЙ СКЛАД**

**Конспект лекцій для студентів спеціальності  
“Автомобілі та автомобільне господарство”,  
“Транспортні технології”  
денної форми навчання**

Тернопіль 2016

УДК 629.114.45  
ББК 39.114  
К 31

**Спеціалізований рухомий склад.** Конспект лекцій для студентів спеціальності 6.070101 “Транспортні технології” денної форми навчання / Уклад. Дзюра В.О., Цьонь О.П., Ю.Я. Вовк – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 140 с.

Описані типаж та особливості конструкцій спеціалізованих транспортних засобів і їх агрегатів. Наведені методики розрахунків та рекомендації по вибору основних параметрів спеціалізованих транспортних засобів.

**Рецензент:** *О.Л. Ляшук*, д.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів

**Відповідальний за випуск:** О.П. Цьонь

# ЗМІСТ

## Передмова

1 Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту .....	5
2 Автопоїзди.....	10
3 Тягово–динамічні та експлуатаційні властивості автопоїздів .....	17
4 Особливості конструкції автомобілів–тягачів.....	27
5 Особливості гальмування автопоїздів та їх гальмівних систем.....	33
6 Тягово–зчіпні та опорні пристрої автопоїздів .....	43
7 Автомобілі–самоскиди.....	53
8 Компоновочні схеми самоскидів та причепів–самоскидів.....	63
9 Самоскидні платформи (кузови).....	72
10 Вибір об’єму кузова та гідравлічні схеми підйомних механізмів автомобілів–самоскидів .....	77
11 Автомобілі–фургони та автопоїзди–фургони.....	83
12 Ізотермічні фургони .....	92
13 Автомобілі–цистерни та автопоїзди–цистерни .....	98
14 Автомобільні цистерни для перевезень рідин .....	104
15 Автомобільні цистерни для перевезень нафтопродуктів і сипучих матеріалів ....	110
16 Конструктивні особливості рухомого складу для перевезень будівельних конструкцій і матеріалів. ....	121
17 Фермовози, плитовози та автопоїзди з розсувними напівпричепами–платформами.....	132
Література .....	136

## ПЕРЕДМОВА

Одним із важливих напрямків розвитку автомобільного транспорту є спеціалізація рухомого складу загального призначення, яка обумовлена необхідністю підвищення якості і ефективності перевезень народногосподарських вантажів, зменшення трудомісткості навантажувально-розвантажувальних робіт, створення нових високоефективних спеціалізованих автомобілів та автопоїздів, максимально пристосованих для перевезення певних видів вантажів і до конкретних умов експлуатації.

В конспекті розглянуто класифікацію і особливості застосування спеціалізованих транспортних засобів, їх типаж, особливості конструкції, тягового розрахунку та динаміки гальмування.

Велику увагу приділено будові та особливостям використання різноманітних за призначенням спеціалізованих транспортних засобів: автомобілів та автопоїздів-самоскидів, -фургонів, -цистерн, автомобілів та автопоїздів для перевезення будівельних конструкцій, металопрокату, тощо.

Наведений в конспекті матеріал допоможе студентам краще засвоїти матеріал дисципліни “Спеціалізований рухомий склад”.

## **1 Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту**

До спеціалізованого рухомого складу автомобільного транспорту (СРС АТ) належать автомобілі та автопоїзди, призначені для перевезення одного або кількох однорідних вантажів і обладнані різними пристроями, які забезпечують цілісність вантажів, механізацію вантажно–розвантажувальних робіт і ефективно використання в різних дорожніх та кліматичних умовах.

*Завдання СРС АТ – підвищення якості та ефективності автомобільних перевезень.*

### **1.1 Класифікація вантажів, які перевозяться СРС АТ**

Номенклатуру вантажів можна розділити на такі *групи*:

- будівельні (пісок, гравій, щебінь, бетон, цемент, асфальт);
- сільськогосподарські (зерно, овочі, фрукти, мінеральні добрива);
- вантажі гірничої промисловості (руда, кам'яне вугілля);
- промислові товари, обладнання і устаткування (контейнеровози, бурильні пристрої);
- рідини (нафто– і хімпродукти);
- зріджені гази;
- довгомірні вантажі (ліс, труби, металопрокат);
- будівельні конструкції (ферми, балки, панелі);
- продукти, що швидко псуються (молоко, м'ясо тощо);
- хлібні вироби.

Оскільки групи товарів відрізняються за своїми властивостями, то існують різні вимоги до СРС. Наприклад, для перевезень:

- піску, гравію потрібний відкритий кузов;
- цементу, кормів для тварин – закритий кузов і постійне перемішування;
- рідини (молоко, хімічні продукти) – резервуари (рідина не повинна реагувати з матеріалом резервуара);
- м'ясних виробів, мороженої продукції – рефрижератори;
- будівельних матеріалів, довгих труб, панелей не можна використовувати автомобілі з бортовою платформою;
- вантажі сільськогосподарської продукції, газової та нафтової промисловості – потрібно використовувати автомобілі підвищеної прохідності.

*Вимоги до СРС:*

- 1) здатність перевозити різні вантажі;
- 2) наявність пристроїв для навантаження і розвантаження вантажів;
- 3) прохідність у різних дорожніх умовах.

## Види СРС

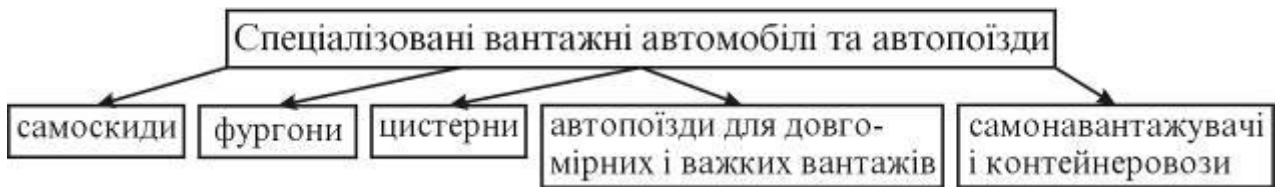


Рис. 1.1 Види СРС

*Самоскиди* розподіляються на:

- будівельні;
- сільськогосподарські;
- кар'єрні.

*Фургони* розподіляються на:

- універсальні;
- для перевезення промислових товарів.

*Цистерни* розподіляються на:

- для нафтопродуктів;
- харчових продуктів;
- зріджених газів;
- сипучих вантажів.

*Автопоїзди для довгомірних і важких вантажів* розподіляються на:

- лісовози;
- панелевози;
- трубовози (газова і нафтова промисловість).

Техніко–економічні розрахунки показали, що автомобілі–самоскиди ефективні при перевезенні вантажів на відстань, як правило, не більше 15–20 км. Зростання перевезень автомобілями–самоскидами буде продовжуватись і в майбутньому. При перевезенні вантажів на більші відстані необхідно застосовувати бортові автомобілі і автопоїзди, розвантаження яких здійснюється автомобілями–розвантажувачами.

Найбільш ефективним рішенням проблеми комплексної механізації вантажно–розвантажувальних робіт вантажів є впровадження контейнерного і пакетного способів їх перевезення. Для ефективного використання таких перевезень необхідно застосовувати спеціальні автомобілі, автопоїзди (контейнеровози) і автомобілі–саморозвантажувачі.

Розвиток контейнеризації зв'язаний з масовим впровадженням великовантажних контейнерів (масою брутто 20...30 і більше тон), спеціальних транспортних засобів (напівпричепів–контейнеровозів).

Перспективним напрямком у розвитку механізації вантажно–розвантажувальних робіт на автомобільному транспорті є широке впровадження різних типів автомобілів–самонавантажувачів (тобто автомобілів, обладнаних вантажно–розвантажувальними пристроями). Техніко–економічні розрахунки показали, що застосування автомобілів самонавантажувачів найбільш ефективно при

перевезенні вантажів на невеликі відстані (15...20 км) і при невеликому об'ємі вантажно–розвантажувальних робіт.

З метою збільшення розмірів кузова, що веде до ефективнішого використання вантажопідйомності шасі, збільшують базу автомобілів і висоту кузова і по можливості знижують висоту підлоги (кузова), наприклад, за рахунок застосування пневмопідвіски. Кабіну водія розміщують над двигуном.

Серйозною проблемою при експлуатації СРС АТ із спеціалізованими кузовами для перевезень, як однорідних, так і неоднорідних, за своїми властивостями вантажів є підвищення коефіцієнта використання пробігу. З цією метою ширше застосовують комбіновані (або знімні) кузова.

### **1.2 Переваги СРС (у порівнянні з універсальним рухомим складом):**

- більша збереженість (кількості і якості) вантажу в процесі перевезень (наприклад, використання ізотермічних фургонів і цистерн);
- висока механізація процесів навантаження і розвантаження (наприклад, самоскиди, самозавантажувачі, цистерни з пневморозвантаженням);
- можливість перевезень специфічних видів вантажів (наприклад, рідких, довгомірних, важких вантажів);
- менші витрати на тару (фургони);
- безпечність перевезень;
- кращі санітарно–гігієнічні норми.

*Спеціалізація рухомого складу АТ здійснюється такими методами:*

- встановленням спеціальних кузовів і додаткового обладнання на шасі базових автомобілів;
- встановленням кузовів на спеціальні шасі (наприклад, самоскиди);
- створенням несучих систем для підвищення вантажопідйомності (наприклад, фургони, рефрижератори, цистерни);
- створенням вузькоспеціалізованих конструкцій.

### **1.3 Напрямки удосконалення конструкцій СРС АТ:**

- забезпечення максимального використання вантажопідйомності шасі;
- зменшення дії зовнішніх факторів на якість вантажу в процесі перевезень;
- збільшення ефективності вантажно–розвантажувальних робіт.

Конструкції СРС відрізняються від бортових автомобілів, причепів і напівпричепів не тільки конструкцією кузова (або платформи), але в ряді випадків і конструкцією шасі. Це пов'язано з необхідністю адаптувати автомобіль до руху в важких дорожніх умовах, механізацією навантаження і розвантаження, а також охолодженням або підігрівом кузова та іншими умовами експлуатації.

Встановлення на СРС додаткових агрегатів і спеціальних кузовів або платформ збільшує їх власну масу в порівнянні з універсальними бортовими автомобілями і причепами, що веде до зниження вантажопідйомності. Для того, щоб компенсувати пониження вантажопідйомності, а інколи, і зменшення об'єму кузова, автомобілі–тягачі спеціалізованих автопоїздів повинні мати підвищені тягові і динамічні якості, а

кузов – збільшений об’єм. Покращення тягово–динамічних якостей СРС досягається шляхом підвищення питомої потужності двигунів, застосуванням двигунів з кращими тяговими характеристиками, рознесеними головними передачами (наприклад, двоступінчатими), електричного приводу ведучих коліс.

Для постійної роботи в складних дорожніх умовах застосовують автомобілі та автомобілі–тягачі підвищеної прохідності і автопоїзди з ведучими осями причепів і напівпричепів (автопоїзди з *активними* осями).

Підвищення швидкості руху автопоїзда (при дотриманні норм безпеки руху) викликає необхідність подальшого удосконалення конструкції гальм, підвіски, поворотних і зчіпних пристроїв причепів, напівпричепів і автомобілів–тягачів.

#### 1.4 Умовні позначення СРС

В умовних позначеннях СРС перші дві цифри вказують на тип АТЗ та його повну масу (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1

#### Позначення СРС (перші дві цифри)

Повна маса, т	Тип АТЗ					
	із бортовою платформою	сідлові тягачі	самоскиди	цистерни	Фургони	спеціальні АТЗ
до 1,2	13	14	15	16	17	19
1,2...2	23	24	25	26	27	29
2...8	33	34	35	36	37	39
8...14	43	44	45	46	47	49
14...20	53	54	55	56	57	59
20...40	63	64	65	66	67	69
більше 40	73	74	75	76	77	79

Третя і четверта цифри вказують на порядковий номер моделі. П’ята – на модель (або модифікацію). Шоста – виконання (наприклад: “1” – холодний клімат, “6” – помірний клімат, “7” – тропічний клімат).

Таблиця 1.2

#### Індекси причепів та напівпричепів (перші дві цифри)

Типи причепів	Причепа	Напівпричепа
Легкові	81	91
Автобусні	82	92
Вантажні (бортові)	83	93
Самоскидні	85	95
Цистерни	86	96
Фургони	87	97



## Позначення згідно з ЄЕК ООН\*

Категорія АТЗ	Повна маса, т	Примітка
$N_1$	АТЗ для перевезення вантажів (до 3,5 т)	
$N_2$	3,5...12	
$N_3$	більше 12	
$O_1$	до 0,75	причепи і напівпричепи
$O_2$	0,75...3,5	
$O_3$	3,5...10	
$O_4$	більше 10	

\*ЄЕК ООН – єдина економічна комісія з внутрішнього транспорту при ООН.

**Література:** [3], с.5...13; [10], с.6...10.

## 2 Автопоїзди

Автопоїзд складається з двох і більше транспортних засобів, з'єднаних між собою (автомобіль–тягач і причіп, або напівпричіп). Він *сприяє* підвищенню продуктивності і зниженню собівартості перевезень.

*Ефективність* використання автопоїздів в основному *залежить* від тягово-динамічних властивостей автомобілів-тягачів.

### 2.1 Класифікація автопоїздів

Вантажні автопоїзди підрозділяються (за призначенням) на:

- універсальні;
- спеціалізовані;
- спеціальні.

*Універсальні* автопоїзди (автопоїзди з бортовими платформами і універсальними фургонами) перевозять різні вантажі.

*Спеціалізовані* автопоїзди. В цю групу входять автопоїзди з спеціальними кузовами – самоскиди, панелевози для довгомірних вантажів, цистерни, фургонали-рефрижератори. Призначені для перевезень окремих видів вантажів.

*Спеціальні* автопоїзди використовуються для перевезень змонтованого на них обладнання нетранспортного призначення (рухомі електростанції, компресорні установки, ремонтні майстерні тощо).

За конструкцією автопоїзди відрізняються по розподіленню тягових зусиль і вертикальних навантажень, між тяговими і причіпними ланками, а також за наявністю чи відсутністю ведучих коліс у причіпних ланок.

Якщо автопоїзд не має ведучих коліс у причіпних ланок, то такий автопоїзд називається автопоїздом з *пасивними причіпними ланками*. У випадку, коли причіпні ланки обладнані ведучими колесами, автопоїзд називається автопоїздом з *активними причіпними ланками*.

Вантажні автопоїзди підрозділяються на: причіпні, сідлові, розпуски.

Причіпні автопоїзди підрозділяються на: універсальні, баластні, спеціальні.

Сідлові на: універсальні і спеціалізовані.

Розпуски класифікації не мають. Вони складаються з тягача та причепа (або напівпричепа).

За способом розподілення *вертикального навантаження* автопоїзди підрозділяються на:

- з незалежним розподілом навантаження (причіпні автопоїзди);
- з залежним розподілом навантаження (сідлові автопоїзди);
- змішані (наприклад, автопоїзди в складі сідлового поїзда, напівпричепа і двохосного причепа).

## 2.2 Переваги автопоїздів порівняно з одиночними автомобілями:

- 1) зниження навантаження на вісь при тій же вантажопідйомності;
- 2) найповніше використання існуючого запасу потужності двигунів автомобілів і автомобілів–тягачів;
- 3) продуктивність зростає в 2 і більше разів (хоча середня технічна швидкість руху знижується на 15...20%);
- 4) знижується витрата палива на 20–30% в розрахунку на тону перевезеного вантажу;
- 5) знижується собівартість перевезень на 20–30%;
- 6) в залежності від відстані перевезень зменшуються питомі витрати на вантажно–розвантажувальні роботи;
- 7) зниження навантаження на вісь за рахунок збільшення числа осей дозволяє різко знизити витрату на будівництво і збереження доріг.

Особливо великий ефект досягається при використанні автопоїздів в складі автомобілів–тягачів і напівпричепів, оскільки:

- підвищується коефіцієнт використання пробігу

$$\beta = \frac{L_{\text{в}}}{L}; \quad (2.1)$$

де  $L_{\text{в}}$  – пробіг з вантажем, км;  $L$  – загальний пробіг, км;

- зменшується час простою під навантаженням і розвантаженням;
- збільшується швидкість доставлення вантажів за рахунок використання змінних напівпричепів.

Автопоїзд в складі автомобіля тягача і напівпричепа має вищу стійкість, маневреність, прохідність в порівнянні з автопоїздом в зв'язку із меншими габаритними розмірами за довжиною.

Спеціалізовані автопоїзди мають перевагу в порівнянні з одиночними спеціалізованими автомобілями. Спеціалізований автомобіль (фургон–рефрижератор, цистерна тощо) може перевозити вантаж в одному напрямку. Але, якщо спеціалізований кузов встановлений на причепах, або на напівпричепах, то автомобіль–тягач може бути використаний для перевезень інших спеціалізованих або бортових причепів або напівпричепів в обох напрямках.

## 2.3 Основні компоновочні схеми автопоїздів

На рисунку 2.1 наведені основні компоновочні схеми автопоїздів:

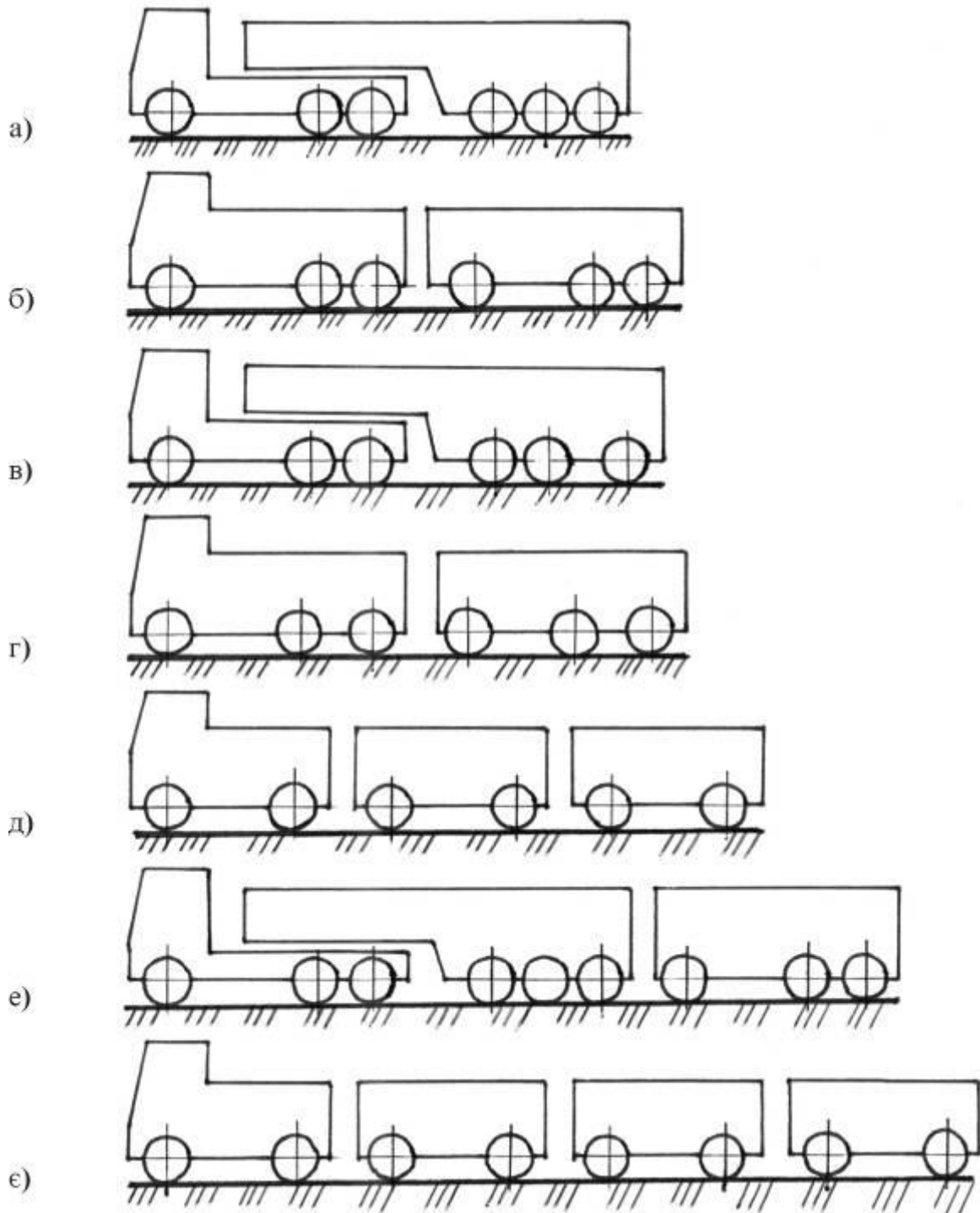


Рис. 2.1 Основні компоновочні схеми автопоїздів

- а) дволанковий сідловий;
- б) дволанковий причіпний;
- в) дволанковий сідловий з рознесеними осями;
- г) дволанковий причіпний з рознесеними осями;
- д) трьохланковий причіпний з двовісними лаками ( $m_{\text{ап}}$  до 56 т);
- е) трьохланковий сідлово-причіпний з трьохвісними лаками ( $m_{\text{ап}}$  до 79 т);
- є) чотирьохланковий причіпний з двовісними лаками ( $m_{\text{ап}}$  до 76 т).

## 2.4 Показники якості і ефективності автопоїздів

Показниками, які мають найбільший вплив на рівень ефективності і якості автопоїздів, є *маса вантажу*, що перевозиться, *середня швидкість руху*  $V_{\text{сер}}$  і *витрата палива*  $Q$ . Збільшення вантажопідйомності і середньої швидкості руху – основні напрямки підвищення продуктивності, а відповідно, ефективності автопоїзда.

Ефективність виражається відношенням ефекту від використання транспорту до витрат на його отримання. Тому, крім вищевказаних показників ( $m_{\text{в}}$ ,  $V_{\text{сер}}$  та  $Q$ ), на ефективність перевезень впливають: коефіцієнт використання вантажопідйомності  $k_{\gamma}$ , час простою  $t_{\text{п}}$  при завантаженні і розвантаженні за одну поїздку, коефіцієнт використання  $k_{\alpha}$ , який враховує число робочих днів на рік і час, затрачених на технічне обслуговування і ремонт.

### Збільшення вантажопідйомності

Можливі *чотири* основні напрямки зростання вантажопідйомності (повної маси) автопоїздів:

- підвищення граничних допустимих значень осьових навантажень;
- зменшення власної ваги автопоїзда;
- збільшення числа мостів дволанкових автопоїздів;
- збільшення числа ланок.

Однак потрібно пам'ятати, що підвищення вантажопідйомності і відповідної маси автопоїзда можливе тільки до певних значень, що визначаються діючими обмеженнями з осьового навантаження, повної маси і габаритними розмірами.

### Збільшення середньої швидкості руху

Статистичним аналізом західноєвропейських магістральних автопоїздів встановлено, що за період 1965–1991 рр. їх середня швидкість руху збільшилась з 49,3 до 69,1 км/год., тобто виросла на 40%, що складає в рік близько 1,5%. При цьому виявлено, що максимальна потужність  $N_{\text{е max}}$  двигуна є основним фактором, що визначає збільшення середніх швидкостей руху. При коефіцієнті кореляції 0,76 залежність між  $V_{\text{сер}}$  і  $N_{\text{е max}}$  (для автопоїзда з повною масою 38 т) лінійна:

$$V_{\text{сер}} = 53,7 + 0,04N_{\text{е max}} \quad (2.2)$$

Це означає, що при збільшенні максимальної потужності двигуна на 10% середня швидкість руху автопоїзда може бути збільшена всього на 1,3%.

При збільшенні питомої потужності автопоїзда інтенсивність зростання середньої швидкості руху зменшується. На рис. 2.2 наведена залежність відносно збільшення середньої швидкості руху  $\Delta V_{\text{сер}}$  від питомої потужності магістральних автопоїздів повною масою 38 т на маршруті довжиною 375 км.

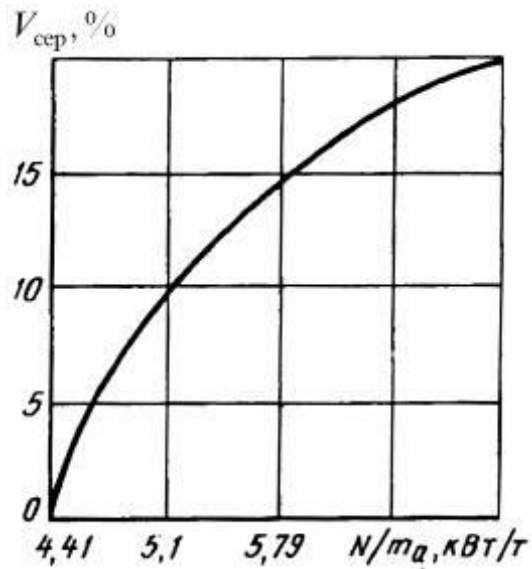


Рис. 2.2 Залежність відносного збільшення середньої швидкості руху автопоїзда від питомої потужності

росту витрати палива і в результаті до зниження техніко–економічної ефективності.

### Збільшення числа ланок

Найефективнішим шляхом підвищення продуктивності автопоїзда є *збільшення вантажопідйомності* (повної маси), яке в свою чергу легко досягається збільшенням сила ланок.

Трьохланкові автопоїзди широко застосовуються в багатьох зарубіжних країнах. Так, наприклад, на дорогах США і Канади вони використовуються для промислових, будівельних і сільськогосподарських вантажів. Трьохланкові автопоїзди успішно експлуатуються в цих країнах навіть в умовах міста з високою інтенсивністю руху.

В теперішній час в США достатньо широко використовуються трьох– і чорирьохланкові автопоїзди, сформовані різним поєднанням автомобілів–тягачів, напівпричепів і причепів. Можна виділити три основні компоновочні схеми автопоїздів:

- RMD – автомобіль–тягач, стандартний напівпричіп і причіп (рис. 2.3, а);
- TD – автомобіль–тягач і два стандартні напівпричепи, другий – із підкотним візком (рис. 2.3, б);
- T – автомобіль–тягач і три напівпричепи, два – із підкотними візками (рис. 2.3, в).

Зменшення інтенсивності зростання середньої швидкості обумовлене квадратичністю залежностей сил опору повітря і коченню коліс автотранспортного засобу (АТЗ) від швидкості руху, що особливо проявляється при високих швидкостях. Без кардинального покращення умов руху подальше збільшення питомих потужностей АТЗ не може призвести до суттєвого збільшення середніх швидкостей руху і, відповідно, продуктивності. В деяких випадках зростання середньої швидкості небажане, тому що може призвести до суттєвого

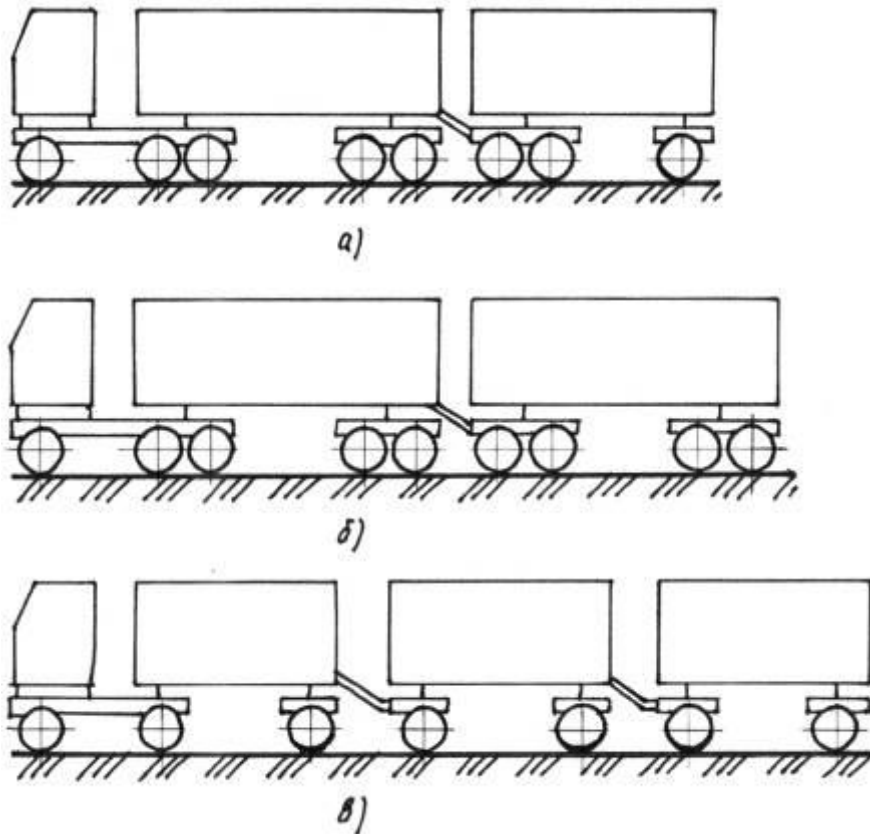


Рис. 2.3 Основні типи компоновочних схем багатоланкових автопоїздів США

Також багатоланкові автопоїзди експлуатуються в складах: RMD+TD; RMD+T; TD+T.

*Переваги трьохланкових автопоїздів над дволанковими і одиночними вантажними автомобілями однакової сумарної вантажопідйомності:*

- підвищена використовувана вантажопідйомність внаслідок покращення несучої здатності, збільшення корисного об'єму при перевезенні вантажів і широкій спеціалізації рухомого складу;
- максимальна відповідність автопоїзда конкретним умовам експлуатації;
- можливість формування автопоїздів великої вантажопідйомності із наявного рухомого складу без суттєвої зміни його конструкції;
- можливість руху великовантажних автопоїздів по дорогах всіх категорій без їх пошкодження (зменшення витрат на ремонт і утримання доріг);
- легкість розділення вантажу автопоїзда без перезавантаження при необхідності доставлення вантажу в різні пункти призначення;
- можливість звільнення автомобіля–тягача від навантажувально–розвантажувальних робіт;
- менше число водіїв і ремонтних робітників;
- низька вартість трьохланкових автопоїздів;
- низькі питомі витрати палива, мастильних та інших експлуатаційних матеріалів.

## 2.5 Обмеження, які накладає законодавство на масові та геометричні параметра автопоїздів

Сьогодні діють нормативи на повні маси і габаритні розміри АТЗ, введені в дію в повному об'ємі з 1 січня 1993 р. Крім цього, в кожній країні є ще власні нормативи для шляхового транспорту.

Основним нормоутворюючим фактором, від якого залежать повна маса автомобіля, або автопоїзда, є максимально допустиме *навантаження* на *ведучу* вісь вантажівки, або сідлового тягача. В Європі воно складає – 11,5 т, на *пасивну* – 10 т.

Навантаження на двовісний візок залежить від міжмостової відстані і складає 16...19 т, а для трьохвісного візка – 21...24 т.

Повна маса двовісного автомобіля обмежена 18 т (6,5 т на передню вісь і 11,5 т на задню). Для трьохвісного автомобіля повна маса обмежена 25 і 26 т (остання цифра для автомобілів з пневматичною підвіскою задніх коліс). При цьому 7 т припадає на передню вісь і 18...19 т на задній візок.

Повна маса чотирьохвісної вантажівки обмежена 32 т з розподіленням по осях наступним чином: 7+7+18 т або 6,5+6,5+19 т.

Повна маса двовісного причепа не повинна перевищувати 18 т і трьохвісного 24 т. Але при експлуатації автомобільних поїздів їх допустимі маси майже ніколи не використовуються в повному обсязі, тому що існує границя повної маси будь-якого автопоїзду – 40 т.

Виходячи з цього краще повну масу автопоїзда рахувати за числом осей незалежно від того, причіпний він чи сідловий. Для трьох осей – 28 т (6,5+11,5+10), де 6,5 – передня вісь, 11,5 – ведуча вісь і вісь причепа.

Для чотирьох осей – 28 т. Якщо сідловий автопоїзд має пневмопідвіску – 38 т.

Маса 5-ти і 6-тивісних автопоїздів не повинна перевищувати – 40 т, а автопоїзд (сідловий) для перевезень 40 і 45 фунтових контейнерів – 44 т.

Максимальна габаритна ширина (по бортах кузова) автомобіля чи автопоїзда не повинна перевищувати 2,55 м (інколи 2,6 м), загальна висота – 4 м від рівня дороги. Гранична габаритна довжина одиничного автомобіля – 12 м, сідлового автопоїзда – 16,5 і причіпного – 18,75 м.

Правилами дорожнього руху України відповідно до закону України “Про дорожній рух” прийняті норми на повні масу і габаритні розміри, які мають відхилення від стандартів, встановлених законодавчими актами Європейського Союзу.

Законодавчі акти деяких держав дозволяють експлуатувати важчі автопоїзди, наприклад в Швеції і Фінляндії дозволена допустима повна маса 60 т, в Норвегії і Нідерландах – 50 т, а в Данії – 48 т.



**Обмеження по габаритах, які існують в зарубіжних країнах,  
для сідлових автопоїздів**

Параметр	Країни						
	Австрія	Англія	Бельгія	Греція	Польща	Югославія	Швейцарія
довжина (трьохвісний), м	16	15,5	15,5	15,5	16	16,5	16
довжина(чотирьохвісний), м	16	15,5	15,5	15,5	16	16,5	16
довжина (п'ятивісний), м	16	15,5	15,5	15,5	16	16,5	16
ширина, м	2,5	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	2,3
висота, м	4	4,2	4	4	4	4	4

**Література:** [3], с.14...16; [10], с.10...27.

### 3 Тягово–динамічні та експлуатаційні властивості автопоїздів

#### 3.1 Тягово–динамічні властивості автопоїздів

*Тягово–динамічними* властивостями автопоїздів називається здатність рухатись в заданих дорожніх умовах з певними середніми технічними швидкостями, а також і рухатись на підйом.

Ці властивості автопоїзда *залежать* від:

- питомої потужності двигуна автомобіля–тягача;
- передаточних чисел в трансмісії;
- діаметра шин і числа ведучих коліс.

##### 3.1.1 Динамічний фактор автопоїзда ( $D_{ап}$ )

$$D_{ап} = \frac{P_k - P_w}{G_{ап}}, \quad (3.1)$$

де  $P_k$  – тягове зусилля на ведучих колесах автопоїзда, Н ;

$P_w$  – сила опору повітряного середовища, Н ;

$G_{ап}$  – загальна вага автопоїзда, Н .

Між динамічним фактором автопоїзда та одиночним автомобілем існує залежність:

$$D_{ап} = \frac{P_k - P_w}{K_{ап} G_a} = \frac{D_a}{K_{ап}}, \quad (3.2)$$

де  $G_a$  – повна вага автомобіля, Н ;

$D_a$  – динамічний фактор одиночного автомобіля;

$K_{ап}$  – коефіцієнт навантаження автопоїзда.

$$K_{\text{ап}} = \frac{G_a + nG_{\text{п}}}{G_a}, \quad (3.3)$$

де  $n$  – число причепів;

$G_{\text{п}}$  – повна вага причепа, Н.

*Найменше* допустиме значення динамічного фактора автопоїзда на прямій передачі не повинно бути менше коефіцієнту опору кочення  $f$  на рівній дорозі з асфальтобетонним покриттям (0,016–0,018).

$$D_{\text{ап}}^{\text{max}} = \frac{M_{e \text{ max}} \cdot i_o \cdot i_{\text{тр}}}{r_k \cdot G_{\text{ап}}} \cdot \eta_{\text{тр}}, \quad (3.4)$$

де  $M_{e \text{ max}}$  – максимальне значення обертового моменту, Н · м ;

$r_k$  – статичний радіус колеса, м.

Розширена формула динамічного фактору:

$$D_{\text{ап}} = \frac{\frac{M_{\text{об}} \cdot i_o \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_k} - K_{\text{об}} \cdot F \cdot V^2}{G_{\text{ап}}}, \quad (3.5)$$

де  $F$  – площа лобової поверхні, м<sup>2</sup>;

$M_{\text{об}}$  – обертовий момент, Н · м ;

$K_{\text{об}}$  – коефіцієнт обтічності;

$V$  – швидкість руху автопоїзда, м/с.

Коефіцієнт пристосованості двигуна автопоїзда:

$$K_{\text{п.д}} = \frac{M_{\text{max}}}{M_N} = \frac{D_{\text{max}}}{D_N}, \quad (3.6)$$

де  $M_N$  – обертовий момент при номінальній потужності, Н · м .

### 3.1.2 Питома потужність двигуна

$$N_{\text{пит}} = \frac{N_{e \text{ max}}}{M_{\text{ап}}}, \text{ кВт/т}, \quad (3.7)$$

де  $M_{\text{ап}}$  – маса автопоїзда, т;

$N_{e \text{ max}}$  – максимальна потужність двигуна, кВт.

$N_{\text{пит}}$  автопоїздів знаходиться в межах 4...6 кВт/т.

Питома потужність автопоїзда менша, ніж потужність одиночного автомобіля. На сучасних тягачах застосовуються дизельні двигуни з турбонаддувом: ЯМЗ–238 (176,5 кВт), ЯМЗ–236 (132,5 кВт), КамАЗ–740 (154,5 кВт), у них менша витрата палива, кращі екологічні показники.

## 3.2 Експлуатаційні характеристики автопоїздів

За експлуатаційними властивостями визначають характер руху автопоїзду, середню швидкість в конкретних умовах і продуктивність.

Експлуатаційні характеристики класифікуються на:

- 1) тягово–швидкісні;
- 2) гальмові;
- 3) паливо–економічні;
- 4) керованість;
- 5) маневреність;
- 6) прохідність.

### 3.2.1 Тягово–швидкісні і паливо–економічні характеристики

До них відносяться:

- $V_{\max}$  швидкість автопоїзду (повинна бути не менше 85...100 км/год);
- максимальний підйом (автопоїзд повинен рухатись на підйом не менший, як 18%);
- максимальна швидкість руху автопоїзду на підйом 3%.

Решта показників не нормуються (наприклад, час розгону  $t_p$  до швидкості 60 км/год).

**Приклад:**

Автопоїзд

- 1) МАЗ–64221+причіп,  $m_{\text{ап}} = 42 \text{ т}$ ,  $N_{\text{пит}} = 4,09 \text{ кВт/т}$ ,  $V_{\max} = 96,1 \text{ км/год}$ ,  $t_p = 52 \text{ с}$ .
- 2) КамАЗ + причіп,  $m_{\text{ап}} = 26,1 \text{ т}$ ,  $N_{\text{пит}} = 5,9 \text{ кВт/т}$ ,  $V_{\max} = 82,6 \text{ км/год}$ ,  $t_p = 77 \text{ с}$ .

В певних умовах руху узагальнюючим показником тягово–швидкісних властивостей є  $V_{\text{сер}}$ , а узагальнюючим показником паливо–економічних властивостей є  $Q_{\text{сер}}$  (середня витрата палива на певних маршрутах).  $V_{\text{сер}}$  знаходиться в межах 27...70 км/год [10].

### 3.2.2 Гальмові характеристики

Автопоїзди повинні мати чотири гальмові системи: робочу, запасну, стояночну і допоміжну.

Найголовніша – *робоча*. Вона оцінюється такими показниками:

- 1) шляхом гальмування,  $S_r$ ;
- 2) сталим сповільненням,  $\gamma_{\text{сп}}$ ;
- 3) часом спрацювання,  $t_{\text{спр}}$ .

*Шлях гальмування*  $S_r$  – відстань, яку проходить автопоїзд від моменту натискання на педаль до зупинки.

*Стале сповільнення*  $\gamma_{\text{сп}}$  – відповідає руху автомобіля при постійному зусиллі, яке прикладається на педаль гальма.

*Час спрацювання*  $t_{\text{спр}}$  – час від моменту натискання на педаль гальм до моменту, коли автопоїзд досягає значення  $j_{\text{сп}}$ .

Результати досліджень [10] на ефективність робочої гальмівної системи трьохланкового автопоїзда У–168 (МАЗ–5549)+2Т–325А приведені в табл. 3.1.

**Показники гальмівних властивостей трьохланкового автопоїзда–самоскида**  
( $V_0 = 40$  км/год)

Тип гальмового приводу	$S_r$ , м	$j_{сп}$ , м/с <sup>2</sup>	$t_{сп}$ , с
Одноконтурний пневматичний	19,2	4,2	1,2
Двоконтурний пневматичний	15,2	5,3	0,9
Електропневматичний	16,3	4,8	0,6

Суттєвим *недоліком* трьохланкових автопоїздів є *зниження* гальмових властивостей. Підвищується час спрацювання гальмового приводу, що призводить до збільшення  $S_r$ .

Наприклад, час спрацювання гальмівної системи автомобіля–тягача складає 0,1 с, першого причепа – 0,3 с, другого причепа – 0,5 с.

Найменший гальмовий шлях і максимальне сповільнення забезпечує двоконтурний привід, незважаючи на те, що час спрацювання такого приводу більший, ніж у електропневматичного. Це пояснюється вищим максимальним тиском повітря в гальмівних камерах причепів і, відповідно, вищими значеннями питомих гальмових сил причіпних ланок. Разом з тим застосування електропнеumoприводу, який не потребує суттєвої модернізації гальмової системи причепів, дозволяє збільшити ефективність автопоїзда і забезпечити виконання вимог за величиною гальмівного шляху і часом спрацювання.

Стійкість автопоїзда оцінювалась для трьох типів приводу і максимально допустимій величині осьової нерівномірності гальмових сил, що складала 15% [10].

Найбільш несприятливий варіант складання автопоїзда при нерівномірному розподіленні гальмових сил наведено на рис. 3.1. За результатами досліджень встановлено, що найбільш *нестійкою* ланкою автопоїзда є *автомобіль–тягач*.

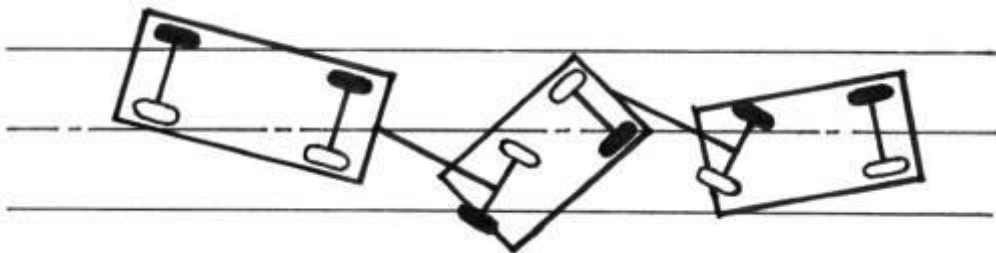


Рис. 3.1 Схема складання автопоїзда при нерівному розподіленні гальмових сил (заблоковані колеса зафарбовані)

В США і Канаді для запобігання складанню автопоїздів використовується пристрій Бріз Джек–Найф Контролс фірми Брід Корпорейшнс (США), схема якого наведена на рис. 3.2.

Пристрій являє собою пневматичний гальмівний механізм з підпружиненим тросовим барабаном, закріпленим під напівпричепом (причепом) і з'єднаний з сидловин тягачем або з підкотним візком (або з поворотним візком) за допомогою керуючого тросу.

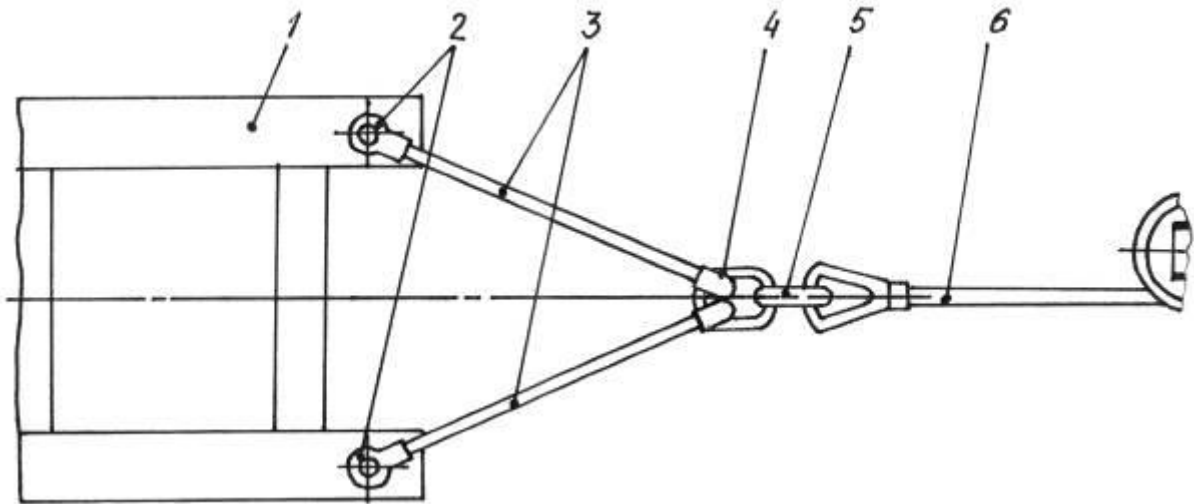


Рис. 3.2 Схема пристрою Бріз Джек-Найф Контрол фірми Бріз Корпорейшнс (США):

1 – рама тягача (підкотного або поворотного візка); 2 – упори; 3 – троси; 4 – кільце; 5 – гак; 6 – керуючий трос

До спрацювання робочої гальмівної системи барабан пристрою вільно обертається, натягуючи трос з деяким зусиллям і дозволяє ланкам автопоїзда повертатись відносно один одного на любий кут. При гальмуванні автопоїзда барабан загальмовується і не дає розмотуватись тросу, фіксуючи взаємне положення ланок автопоїзда, яке вони займали в момент спрацювання гальмівної системи.

На рис. 3.3 наведені залежності курсового кута  $\Omega_T$  автомобіля-тягача від швидкості початку гальмування  $V_0$  при наявності 15%-ої осьової нерівномірності гальмових сил.

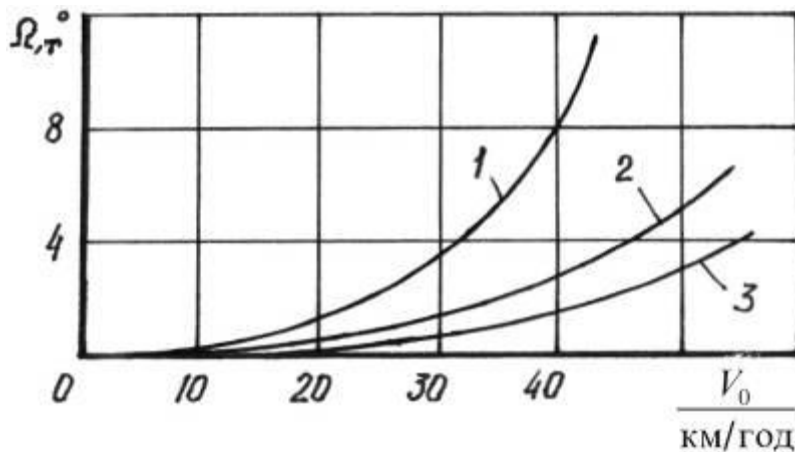


Рис. 3.3 Залежність курсового кута автомобіля-тягача від початкової швидкості гальмування:

1 – одноконтурний привід; 2 – електропневмопривід; 3 – двоконтурний привід

Застосування двоконтурного і електропневмоприводу суттєво збільшують стійкість автопоїзда. Це пов'язано зі зменшенням повздовжніх зусиль при набіганні причепів через менший час спрацювання при використанні електропневмоприводу і більших значень питомих гальмових сил при двоконтурному приводі.

### 3.2.3 Керованість

*Керованість* – це властивість конструкції (автопоїзда) реалізувати заданий режим руху і сприймати сигнали керування з необхідною точністю і швидкістю при мінімальному рівні моторних затрат із сторони водія. Керованість – це комплексний параметр.

Режими, що оцінюють керованість автопоїзда:

1) “Ривок керма” (рульове колесо швидко повертають з нейтрального положення).

Фіксують: максимальний кут повороту керма, швидкість повороту, швидкість руху.

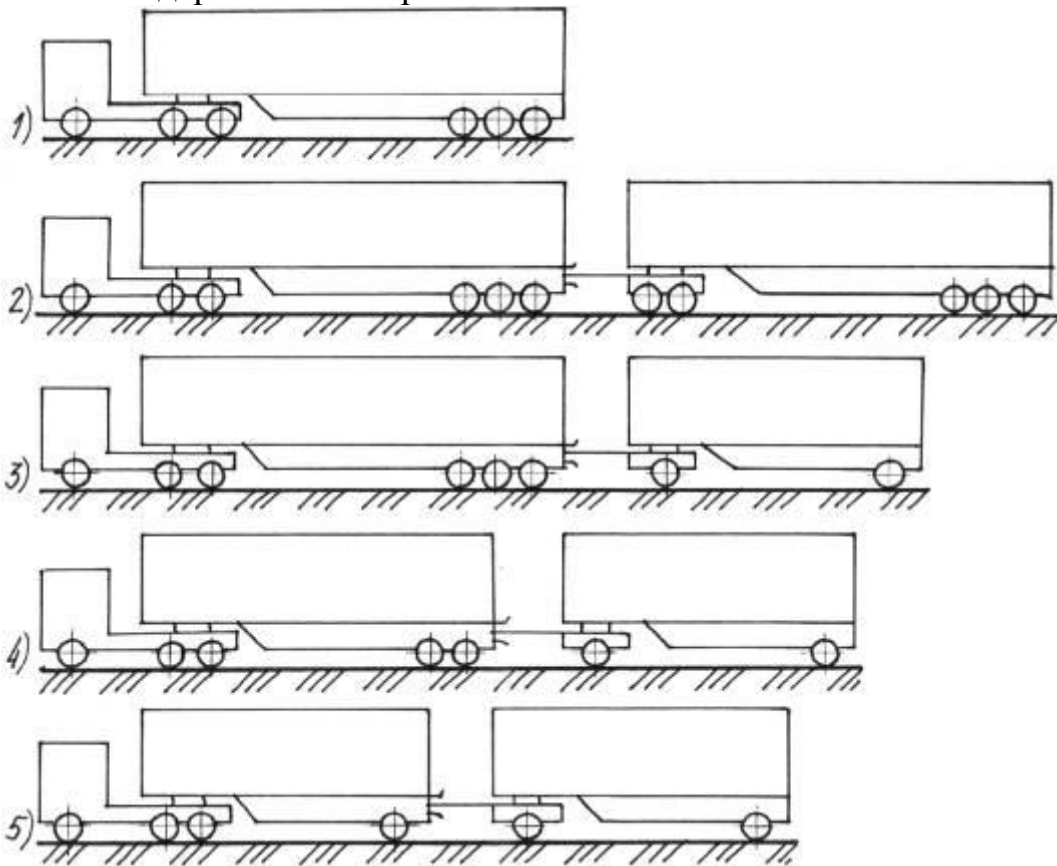
Перевіряють: кут, на який заводить автомобіль–тягач.

2) Стабілізація (тобто рульове колесо звільняється в повернутому положенні)

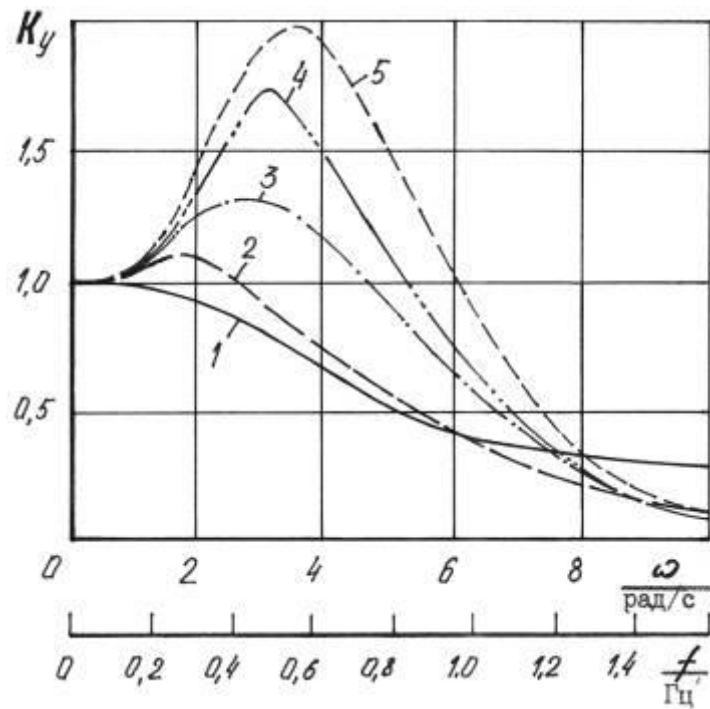
Фіксують: радіус повороту та швидкість руху.

Перевіряють: швидкість самоповороту керма; кут, на який не довернулося кермо та інші параметри.

На рис. 3.4.a наведені варіанти дво- і трьохланкові варіанти автопоїздів, які складаються із стандартних напівпричепів.



a)



б)

Рис. 3.4 Залежність  $K_y$  від кутової швидкості  $\omega$  рульового колеса і частоти впливу  $f$  на рульове колесо автопоїздів:

1 – МАЗ–6422+9398; 2 – МАЗ–6422+9398+9398; 3 – МАЗ–6422+9398+9380; 4 – МАЗ–6422+9397+9380; 5 – МАЗ–6422+9380+9380

Наведені залежності коефіцієнта підсилення бокового прискорення  $K_y$  від кутової швидкості  $\omega$  рульового колеса і частоти впливу  $f$  на нього (див. рис. 3.4.б). Коефіцієнт підсилення бокового прискорення – це відношення максимального бокового прискорення останньої ланки автопоїзда до бокового прискорення автомобіля–тягача.  $K_y$  більший у трьохланкових автопоїздів, ніж у дволанкових. Такий ефект здійснює негативний вплив на керованість автопоїзда, оскільки водій при виборі режиму руху орієнтується на бокове прискорення автомобіля–тягача і не має інформації про третю ланку, що в критичних ситуаціях може призвести до її заносу або перекидання. Найбільше значення  $K_y$  мають трьохланкові автопоїзди, що сформовані із напівпричепів або причепів з короткою базою.

Для зниження вказаного ефекту використовують чотирьохланкові зчіпні пристрої (та інші). Схема такого пристрою показана на рис. 3.5.

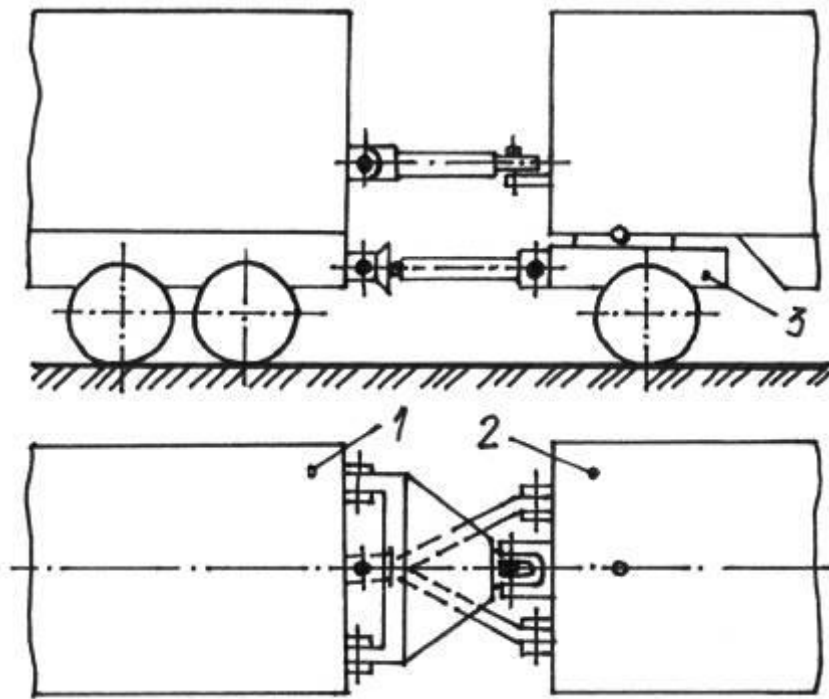
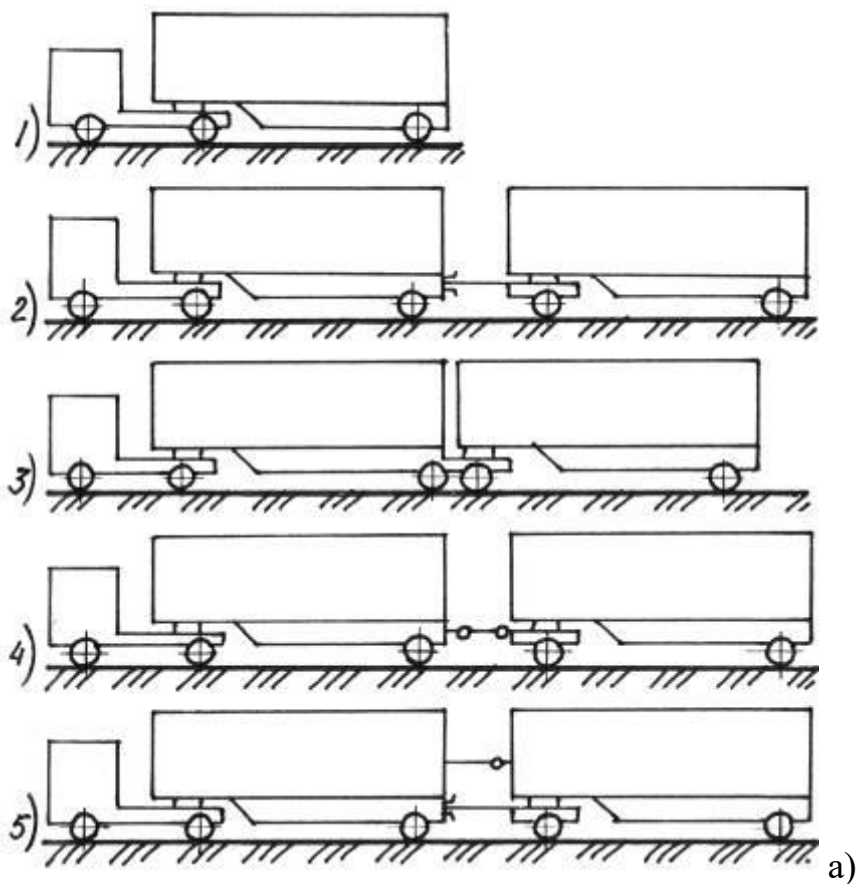


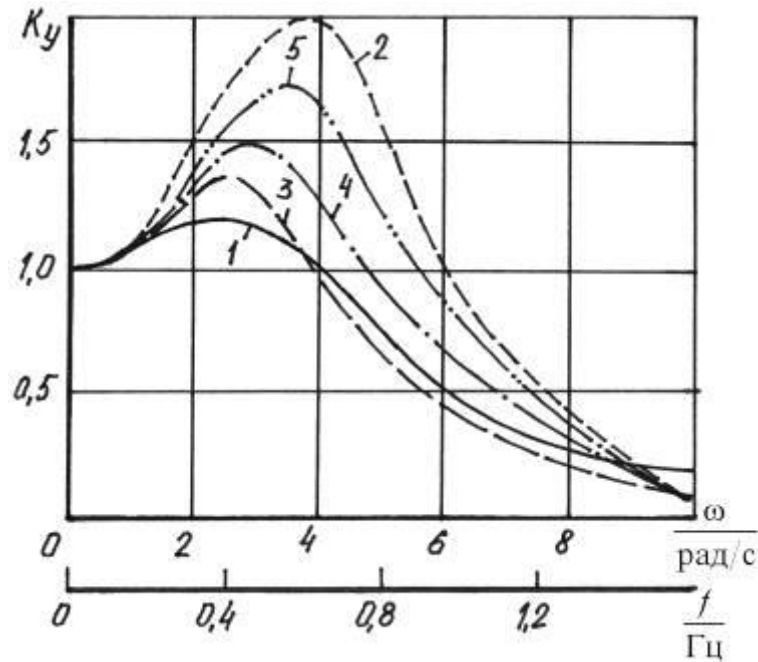
Рис. 3.5 Схема пристрою для вирівнювання кутів крену ланок автопоїзда:  
1 і 2 – перший і другий причепа; 3 – підкотний візок

Результати досліджень автопоїздів із різними зчіпними пристроями наведені на рис. 3.6.

Таким чином, з'являється можливість достатнього рівня керованості трьохланкових автопоїздів.







б)

Рис. 3.6 Залежність  $K_y$  від кутової швидкості  $\omega$  і частоти впливу  $f$  на рульове колесо автопоїздів різної компоновки:

1 – дволанкового; 2 – трьохланкового сідлово-причіпного; 3 – трьохланкового сідлового; 4 – із зчепленням типу “шарнірний чотирьохланковий”; 5 – з пристроєм вирівнювання кутів

### 3.2.4 Стійкість автопоїзда

*Стійкість* – властивість автопоїзду, як можна менше сприймати невеликі випадкові збудження і зберігати задані параметри руху після дії збуджуючих сил.

Стійкість руху буває:

- поздовжня;
- поперечна;
- стійкість керованих коліс.

Для автопоїздів найбільш характерною є *втрата поперечної стійкості руху*.

### 3.2.5 Маневреність

*Маневреність* називається група властивостей, які характеризують можливість автопоїзда змінювати певним чином своє положення на обмеженій площині в умовах руху за траєкторіями великої кривизни з різкою зміною напрямку, в тому числі і заднім ходом. Серед нормованих є параметри:

- 1) мінімальний радіус повороту автопоїзда (12,0 м);
- 2) габаритна смуга руху – різниця радіусів повороту точок автопоїзда, найбільш віддаленої і найбільш близької до центру;
- 3) можливість рухатись заднім ходом.

### 3.2.6 Плавність ходу

Під *плавністю ходу* розуміють сукупність властивостей, які забезпечують в межах установлених норм: вібронавантаженість водія, пасажирів, вантажів і елементів шасі.

Експериментально встановлено, що умовою хорошої плавності ходу є співпадання величин власних коливань із середньою швидкістю кроків людини (60...90 в хв.), що відповідає 1...1,5 Гц.

Основні оціночні показники плавності ходу – рівні вібронавантаженості водія, пасажирів і вантажів. Оцінка рівня вібронавантаженості проводиться по середніх квадратичних значеннях прискорень коливань (віброприскорень).

Збільшення числа ланок автопоїзда (до трьох, чотирьох) *не веде до покращення* плавності ходу.

### 3.2.7 Прохідність

*Прохідністю* називається експлуатаційна властивість, яка визначає можливість руху автопоїзда через різні перешкоди.

До перешкод відносять: нахили, бар'єрні перешкоди, профіль дороги, короткі нахили і пороги (дорожні насипи, канали, кювети, рови, пеньки тощо).

Регламентується:

- 1) максимальний підйом при повній масі і русі автопоїзду по дорозі з твердим покриттям (не менше 18%);
- 2) для цих же умов автопоїзд повинен рухатись на підйом 3% на протязі 3 км зі сталою швидкістю 35 км/год;
- 3) коефіцієнт зчепної ваги

$$K_{\varphi} = \frac{M_{\text{вед.к}}}{M_{\text{п}}}, \quad (3.8)$$

де  $M_{\text{вед.к}}$  – маса, яка приходить на ведені колеса, кг.

$K_{\varphi}$  повинен бути не менше 0,27.

Таблиця 3.2

Значення коефіцієнта  $K_{\varphi}$

Країна	$K_{\varphi}$
Великобританія	> 0,263
Італія, Люксембург	> 0,270
Бельгія	> 0,330

**Приклад:**

тягач ПАЗ–8378 (трьохланковий автопоїзд), повною масою: 42, 52, 62 т.

Таблиця 3.3

$m_{\text{ап}}, \text{Т}$	42	52	62
$K_{\varphi}$	0,38...0,48	0,31...0,38	0,258...0,32

**Література:** [3], с.16...20; [9], с.66...68, с.124...126; [10], с.32...37, с.83...85, с.102...104.

## 4 Особливості конструкції автомобілів–тягачів

Автомобілі–тягачі загального призначення мають в основному колісні формули  $4 \times 2$ ,  $6 \times 4.2$ ,  $6 \times 6.2$  (наприклад, ЗІЛ–130, КамАЗ–5410, УРАЛ–4320–1 тощо).

*Ефективність* використання спеціалізованих автопоїздів залежить від *прохідності*. З цією метою у тягачах збільшують число ведучих мостів. Такі автомобілі–тягачі можуть мати всі ведучі осі (наприклад, ЗІЛ–131В –  $6 \times 6$ , УРАЛ–375 –  $6 \times 6$ ).

Крім того, тягачі комплектуються міжосьовими несиметричними диференціалами, тяговими лебідками, системами регулювання тиску в шинах.

### 4.1 Головні передачі

Головні передачі з великим передаточним відношенням (5...8) бувають *двох типів*: центральні, рознесені.

#### Центральні

Центральні *подвійні* передачі представляють собою редуктор із конічною і циліндричною парами, який об'єднаний в загальному картері (наприклад, ЗІЛ–434410, автомобілі–тягачі сімейств КамАЗ, КрАЗ, УРАЛ).

Центральні *одинарні* передачі складаються з пари конічних шестерень (наприклад, ЗІЛ–133 ГЯ).

В трьохосних автомобілях подвійна передача проміжного моста має прохідний ведучий вал приводу головної передачі заднього моста (наприклад, КамАЗ, УРАЛ).

#### Рознесені

Вони складаються з центрального редуктора, який виготовляють у вигляді гіпоїдної передачі з невеликим передаточним числом (2...3), і двох редукторів, розташованих в колесах автомобіля (планетарного типу).

Завдяки малому передаточному числу і розмірам центрального редуктора збільшується дорожній просвіт і знижується обертовий момент, який передається диференціалами і півосями, що зменшує їх габарити. Однак, рознесені передачі більш складні.

Розташування *другої* ступені головної передачі безпосередньо біля коліс дозволяє:

- знизити навантаження на півосі, шестерні, карданні шарніри (при незалежній підвісці);
- збільшити передаточне число головної передачі.

*Перевага* рознесеної передачі – при одних і тих же діаметрах шин забезпечується більший дорожній просвіт, за рахунок зменшення габаритів центрального редуктора (наприклад: МАЗ–500, МАЗ–5336, БелАЗ–540).

Передаточне відношення рознесеної головної передачі – це добуток передаточного відношення центрального редуктора на передаточне відношення колісного редуктора. Для збільшення передаточного відношення планетарного редуктора збільшують кількість числа рядів сателітів.

## 4.2 Коробки передач

Як правило у автомобілях–тягачах використовують багатовальні коробки передач (КП). Частіше всього це трьохвальна КП із встроєним редуктором. Він може бути *підвищуючим* (мультиплікатором або дільником). Підвищуючий редуктор встановлюють перед КП. Його призначення – зменшити розрив між передаточними числами сусідніх передач (збільшити густину ряду передаточних чисел) і збільшити діапазон передач. В більшості випадків дільник збільшує діапазон на 20...25%. Він має (як правило) *дві* передачі – *пряму* і *підвищуючу*, що дозволяє збільшити число передач в 2 рази.

Понижуючий редуктор (демультиплікатор) *розміщують за КП*. Встановлювати демультиплікатор перед КП нераціонально, тому що при цьому зубчаті колеса коробки і вали передач потрібно розраховувати на більший крутний момент, що призводить до збільшення їх маси і розмірів.

Демультиплікатор виготовляють двох– або трьохступінчатим, що дозволяє збільшити число передач відповідно в 2–3 рази. Демультиплікатор виготовляється з *більшим* передаточним числом, що сприяє розширенню діапазону передач. Приклад багатовальної КП (десятиступінчата КП КамАЗ–5320) представлений на рис. 4.1.

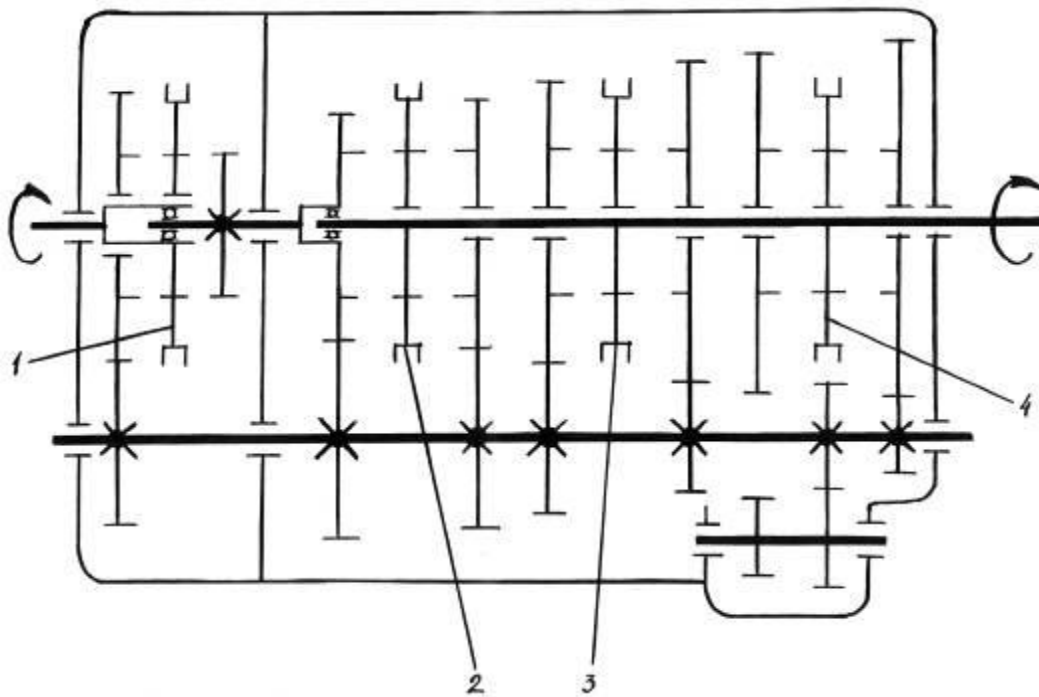


Рис. 4.1 Десятиступінчаста КП автомобіля КамАЗ–5320:

1 – синхронізатор прямої і підвищеної передач; 2 – синхронізатор 4 і 5-ої передач; 3 – синхронізатор 2 і 3-ої передач; 4 – зубчаста муфта 1-ої передачі і заднього ходу

Дільник (має дві передачі: підвищуючу і пряму), виконаний в картері і прикріплений до п'ятиступінчастої КП без дільника.

Підвищуюча передача дільника – 0,815. Нижча (при включенні прямої передачі) – 7,82.

Така конструкція дозволяє використовувати КП без дільника, де це доцільно, наприклад, на автомобілях самоскидах. При встановленні дільника деяка кількість деталей п'ятиступінчастої КП замінюються (наприклад, ведучий вал тощо).

Одним із важливих оціночних параметрів КП є відношення передаточного числа нижчої  $u_{\text{КП max}}$  і вищої  $u_{\text{КП min}}$  передач. Це відношення називається *діапазоном передаточних чисел* або *діапазоном коробки передач*.

$$D = \frac{u_{\text{КП max}}}{u_{\text{КП min}}}. \quad (4.1)$$

Таблиця 4.1

### Значення $D$ для різних АТЗ

Тип АТЗ	Легкові автомобілі і автобуси малої місткості	Вантажні автомобілі	Автомобілі-тягачі
$D$	3...4	5...8	9...13

Підвищена передача дільника (стосовно рис. 4.1) має передаточне число 0,815. Передаточне число нижчої передачі КП при включенні прямої передачі дільника складає 7,82. Таким чином  $D = 9,7$ .

Для подальшого збільшення діапазону потрібен демультиплікатор. В якості прикладу на рис. 4.2 показана схема чотирнадцятиступінчастої КП автомобіля великої вантажопідйомності.

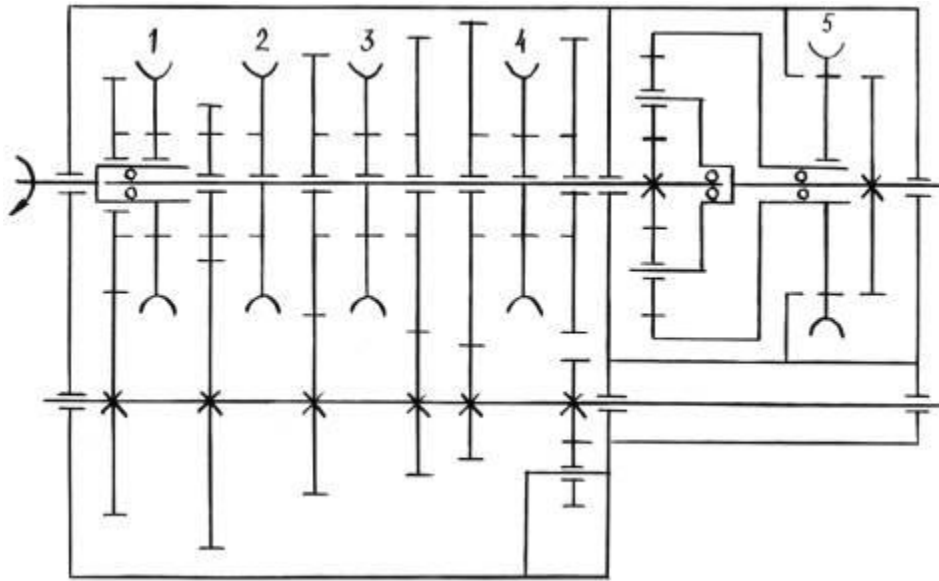


Рис. 4.2 Схема чотирнадцятиступінчастої КП:

1 – синхронізатор дільника; 2 – односторонній синхронізатор підвищеної передачі; 3 – синхронізатор 2 і 3-ої передач в коробці; 4 – синхронізатор 1-ої передачі і заднього ходу; 5 – синхронізатор прямої і пониженої передач демультиплікатора

Коробка має виконаний за одне ціле дільник, який розташований в передній частині (подвоює число передач), і двоступінчастий демультиплікатор планетарного типу (в 2 рази збільшує число передач).

Дільник дає можливість отримати два ряди передач в коробці. Підвищений ряд отримується при переміщенні синхронізатора 1 дільника вперед (вліво за схемою). Підвищена передача з передаточним числом 0,82 вмикається при переміщенні одностороннього синхронізатора 2 вперед. Інші три передачі для руху вперед і передача заднього ходу отримуються відповідним переміщенням синхронізаторів 3 і 4.

Понижений ряд отримується при переміщенні синхронізатора дільника 1 назад (вправо). Вища передача (пряма) вмикається при переміщенні одностороннього синхронізатора 2 вперед. Інші три передачі переднього ходу і передача заднього ходу отримуються відповідним переміщенням синхронізаторів 3 і 4.

Демультиплікатор дозволяє отримати дві передачі: пряму і понижену з передаточним відношенням 3,5.

Таким чином, конструкція КП принципово дає можливість забезпечити 16 передач. Однак в даній конструкції при ввімкненні прямої передачі в демультиплікаторі 1-ша передача в КП автоматично блокується незалежно від того, яка передача ввімкнута в дільнику. Це пов'язано з тим, що пряма передача в демультиплікаторі вмикається при русі по хороших дорогах або з малим навантаженням, коли немає необхідності користуватися 1-ою передачею в КП. Тому при ввімкненні прямої передачі КП забезпечує не вісім передач, а шість; при

ввімкненні пониженої передачі в демультиплікаторі – *вісім* передач. Відповідно, КП з дільником і демультиплікатором в даному випадку забезпечує 14 передач.

*Планетарний* демультиплікатор вмикається за допомогою синхронізатора 5, який має *два* положення:

- ввімкнення прямої передачі – синхронізатор переміщається вправо, блокуються епоциклічне зубчате колесо і водило, при цьому елементи планетарного ряду обертаються як одне ціле;
- ввімкнення понижуючої передачі – синхронізатор переміщується вліво, внаслідок чого епоциклічне колесо блокується з картером.

*Застосування* планетарного демультиплікатора при великому передаточному числі дає можливість *зменшити масу і розміри* всього агрегату КП. Максимальне передаточне число коробки на першій передачі при ввімкненні пониженої передачі в демультиплікаторі 10,65; мінімальне передаточне число при ввімкненні прямої передачі в демультиплікаторі 0,82. Діапазон передач складає  $D = 12,98$ .

### 4.3 Компоновка автомобілів–тягачів

Щоб забезпечити високопродуктивну роботу автопоїзда, сідлові автомобілі–тягачі конструюють з урахуванням максимального використання потужності їх двигуна і довжини автопоїзда для розташування вантажу. Це досягається особливостями конструкції двигуна і трансмісії, а також спеціальною компоновкою автомобіля–тягача. Все більш широке розповсюдження отримали сідлові автомобілі–тягачі з компоновкою кабіни над двигуном (МАЗ, КамАЗ, Вольво, ДАФ, Мерседес та ін.)

Така компоновка дозволяє найбільш раціонально розподілити вагу тягача (з урахуванням ваги напівпричепа) по його осях, збільшити довжину кузова напівпричепа і тим самим збільшити вантажопідйомність автопоїзда при заданій його довжині. Крім того, розташування кабіни над двигуном автомобіля–тягача дозволяє максимально зменшити його базу і покращити маневреність і прохідність автопоїзда.

До недавнього часу використання такої компоновки стримували її *недоліки*:

- проникнення в кабіну відпрацьованих газів;
- значні коливання передньої частини відносно осі опорно–зчіпного пристрою;
- труднощі доступу до двигуна.

У більшості сучасних конструкцій тягачів ці недоліки усунуті. Доступ до двигуна забезпечується шляхом застосування кабін, які нахиляються вперед. Нахил кабін здійснюється гідравлічним підйомником, або пружинами (через шарнірні з'єднання).

Уникнення попадання відпрацьованих газів у кабіну досягається її герметизацією. Коливання кабіни, а разом з ним і сидіння водія усуваються шляхом застосування особливого кріплення сидінь, більш м'яких передніх ресор і амортизаторів, наприклад, пневматична підвіска.

### 4.4 Підвіска

У багатоланкових автопоїздах використовують в основному ресорну або пневматичну підвіску. Причому в останні роки в ресорній підвісці широко використовуються малолистові параболічні ресори, які мають переваги перед звичайними багатолистовими. Відомо, що максимальна напруга від згинання в кожному листі ресори залежить від квадрату його товщини, а момент згинання вздовж листа змінюється за лінійним законом. Щоб отримати однакову навантаженість в листі по всій довжині необхідно, щоб його товщина збільшувалась від кінця до середини. Листи *параболічної* ресори виготовленні саме за таким принципом. В результаті маса такої ресори (при однаковій жорсткості) приблизно на 30% менша, що дозволяє знизити вагу автопоїзда на 250 кг і більше. Міцність параболічної ресори вища, тому що листи контактують один з одним тільки кінцями і середньою частиною. Це сприяє зменшенню міжлистового тертя і підвищенню плавності ходу. Відсутність контакту між ресорними листами дозволяє використовувати захисну фарбу на основі цинку для запобігання корозії. Крім того, параболічні ресори мають меншу крутильну жорсткість, що сприяє кращій прохідності багатоланкових автопоїздів.

В ресорних підвісках також використовують склопластикові ресори з вуглецевим волокном.

На сьогодні широко застосовують пневматичну підвіску – як на автомобілях–тягачах, так і причіпному складі.

#### **Основні переваги пневматичної підвіски:**

- збереження постійної висоти вантажної платформи незалежно від навантаження;
- можливість регулювання висоти вантажної платформи в межах 200–300 мм;
- довговічність;
- зменшення маси рухомого складу;
- плавність ходу при любых навантаженнях.

Застосовується також комбінована підвіска, яка складається із ресор і пневмоелементів.

Так, наприклад, фірма Аутомотив Продактс (Великобританія) розробила систему керування підвіскою, яка виключає крени рухомого складу при русі. Схема такої підвіски зображена на рис. 4.3.



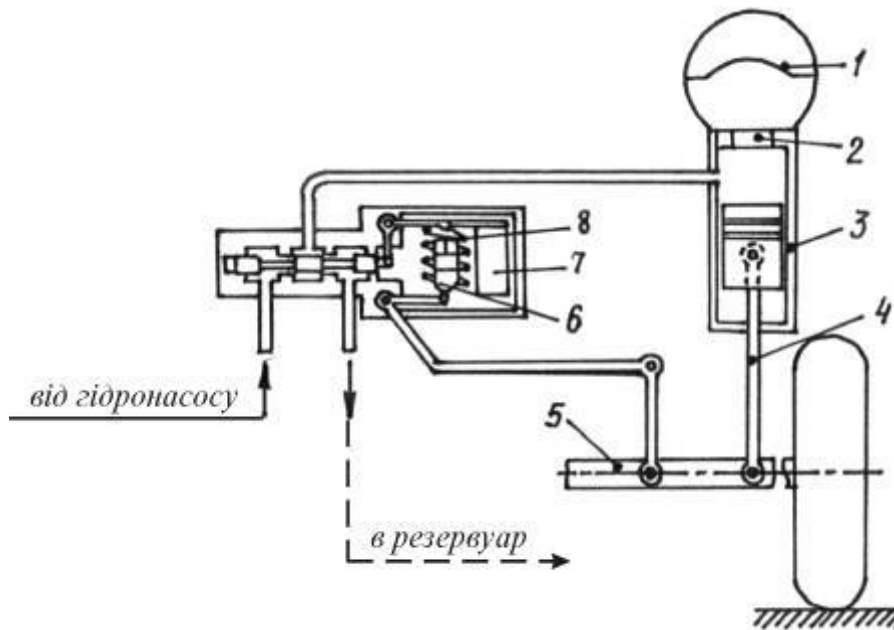


Рис. 4.3 Схема підвіски фірми Аутомотив Продактс (Великобританія):  
 1 – роздільна мембрана; 2, 6 – демпфуючі пристрої; 3 – гідроциліндр; 4 – важіль підвіски; 5 – балка моста; 7 – маятник; 8 – підтримуюча пружина

Така підвіска забезпечує швидке автоматичне вирівнювання положення кузова при русі на поворотах і гальмуванні. При наїзді колеса на перешкоду на нього діє вертикальна реакція, яка стискає пружні елементи підвіски та шину. Через важільний механізм реакція передається на підтримуючу пружину і стискає її. При дії реакції на кузов створюється його вертикальне прискорення вгору, відповідно, і шарнір-маятника. Інерційна сила маятника протидіє швидкому стисненню пружини і гідравлічний клапан не відкривається. Якщо ж реакція наростає плавно (наприклад, при крені на повороті), то інерційна сила, яка протидіє руху маятника, незначна і клапан відкривається. Таким чином регулюється положення кузова.

Література: [3], с.20...30; [9], с.59...66; [10], с.34...39.

## 5 Особливості гальмування автопоїздів та їх гальмівних систем

### 5.1 Особливості процесу гальмування автопоїзду

На рис. 5.1 представлена схема сил, що діють на автопоїзд при гальмуванні.

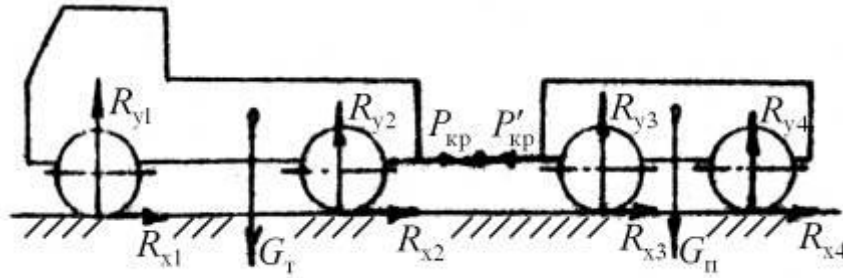


Рис. 5.1 Схема сил, що діють на автопоїзд при гальмуванні

На схемі прийняті позначення:

$P_{кр}$  – сила на гаку тягача, Н, ( $P_{кр} = -P'_{кр}$ );

$P'_{кр}$  – сила на дишлі причепа, Н;

$G_T = M_T \cdot g$  – сила ваги тягача, Н;

$G_{п} = M_{п} \cdot g$  – сила ваги причепа, Н;

$M_T$  і  $M_{п}$  – маси тягача і причепа, кг.

Диференціальне рівняння руху автопоїзда при гальмуванні має вид:

$$M_{ап} \frac{dV}{dt} = -(R_{x1} + R_{x2} + R_{x3} + R_{x4}), \quad (5.1)$$

або

$$M_{ап} \cdot j = \sum R_{xi}, \quad (5.2)$$

де  $j = -\frac{dV}{dt}$  – сповільнення при гальмуванні, м/с<sup>2</sup>;

$M_{ап}$  – маса автопоїзда, кг.

Враховуючи, що  $M_{ап} = \frac{G_{ап}}{g}$  і  $\frac{G_{ап}}{g} \cdot j = \sum R_{xi}$ , отримаємо:  $j = g \frac{\sum R_{xi}}{G_{ап}}$ , або

$$j = g \cdot j_{ап}, \quad (5.3)$$

де  $j_{ап} = \frac{\sum R_{xi}}{G_{ап}}$  – приведена гальмівна сила автопоїзда.

Таким чином, сповільнення автопоїзда при гальмуванні залежить від питомої гальмівної сили.

Розглянемо рівновагу сил, що діють на тягач і причіп. Диференціальне рівняння записується окремо для тягача і причепа при умові жорсткого зв'язку між ними.

Вони приймуть наступний вигляд:

$$\left. \begin{aligned} M_T \cdot j &= \sum R_{xTi} + P_{кр} \\ M_{п} \cdot j &= \sum R_{xPi} + P'_{кр} \end{aligned} \right\} \quad (5.4)$$

Із першого рівняння системи (5.4) маємо:

$$j = j_T + \frac{P_{кр}}{M_T}; \quad (5.5)$$

із другого:

$$j = j_{\text{п}} + \frac{P_{\text{кр}}}{M_{\text{п}}}, \quad (5.6)$$

де  $j_{\text{т}}$  і  $j_{\text{п}}$  – відповідно питомі гальмівні сили тягача і причепа.

Прирівнявши праві частини рівнянь 5.5 та 5.6, після перетворень отримаємо вираз для сили на гаку:

$$P_{\text{кр}} = \frac{j_{\text{п}} - j_{\text{т}}}{M_{\text{ап.прив}}}, \quad (5.7)$$

де  $M_{\text{ап.прив}} = \frac{1}{M_{\text{т}}} + \frac{1}{M_{\text{п}}}$  – приведена маса автопоїзда.

Взаємодія тягача і причепа при спільному гальмуванні залежить від співвідношення величин питомих гальмівних сил тягача і причепа:

- 1) якщо  $j_{\text{п}} = j_{\text{т}}$ , то  $P_{\text{кр}} = 0$ , гальмування тягача і причепа здійснюється синхронно (в з'єднанні не виникає повздовжньої сили);
- 2) якщо  $j_{\text{п}} > j_{\text{т}}$ , то  $P_{\text{кр}} > 0$ , при гальмуванні автопоїзда причіп гальмує тягач;
- 3) якщо  $j_{\text{п}} < j_{\text{т}}$ , то  $P_{\text{кр}} < 0$ , при гальмуванні причіп накочується на тягач.

*Перший* випадок ( $P_{\text{кр}} = 0$ ) може рахуватись *ідеальним*. Він можливий тільки при рівності питомих гальмових сил тягача і причепа, чого в сучасних гальмівних системах автопоїздів досягнути не можливо.

*Другий* випадок забезпечує розтяжку автопоїзда при гальмуванні, що *виключає* його складання, і *сприяє* збільшенню стійкості при гальмуванні. Однак це можливо тільки при штучному збільшенні часу запізнення роботи гальмівної системи тягача, що суттєво знижує ефективність гальмування із-за збільшення гальмівного часу. Крім цього, оскільки,  $j_{\text{п}} > j_{\text{т}}$ , то збільшується імовірність досягнути повного ковзання коліс причепа при  $j_{\text{п}} = \varphi$  (де  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення шин з дорогою), при якому в зв'язку з відсутністю бокових реакцій причіп починає рухатись вбік і потягне за собою весь автопоїзд. Для запобігання такого явища на сучасних автопоїздах гальмівна система працює в основному за *третьім* випадком, тобто при гальмуванні автопоїзда причіп накочується на тягач, що може привести, а інколи і приводить до втрати стійкості.

## 5.2 Вимоги до гальмівного управління

Вимоги до гальмівного управління регламентовані ГОСТами і міжнародними правилами (наприклад, правила №13 СЕК ООН).

### Вимоги до гальмівної системи наступні:

- 1) мінімальний гальмівний шлях та максимальне сталє сповільнення;
- 2) збереження стійкості при гальмуванні (критерії стійкості – мінімальні лінійне, кутове відхилення та кут складання автопоїзда);
- 3) стабільність гальмових властивостей при повторних гальмуваннях;
- 4) мінімальний час спрацювання при неоднократному гальмуванні;

- 5) силова слідкуюча дія гальмівного приводу, тобто пропорціональність між зусиллям на педалі і привідним моментом;
- 6) мала робота управління гальмовими системами (зусилля на гальмівній педалі не повинно перевищувати 500...700 Н; а її хід – 80...180 мм);
- 7) відсутність органолептичних явищ (слухових, нюхових);
- 8) надійність всіх елементів гальмівних систем. Основні елементи (гальмівна педаль і її кріплення, головний гальмівний циліндр, гальмівний кран) повинні мати високу міцність і не повинні виходити із ладу на протязі гарантованого ресурсу; повинна бути також передбачена сигналізація, яка сповіщає водія про несправності гальмівної системи.

Гальмівне управління включає в себе наступні *гальмівні* системи: робочу, запасну, стояночну, допоміжну.

*Робоча* гальмівна система діє на гальмівні механізми всіх коліс тягача, причепа (або напівпричепа).

*Запасна* гальмівна система забезпечує зупинку автопоїзда у випадку повного, або часткового виходу із ладу робочої гальмівної системи.

*Стояночна* гальмівна система діє на гальмівні механізми проміжного і заднього мостів і забезпечує механічне загальмування автопоїзда (наприклад, тягачі КамАЗ). Гальмівні механізми і привід цієї системи такі ж, що і у стояночної гальмівної системи, тобто гальмівні камери з пружинними енергоакумуляторами.

*Допоміжна* гальмівна система (гальмо–сповільнювач) використовується для всіх тягачів повною масою більше 12 т. Застосовується для гальмування на тривалих спусках з нахилом 7% і підтримання швидкості 30 км/год на протязі 6 км.

В якості гальма–сповільнювача використовують гідравлічні і електричні гальмівні механізми. На ряді автомобілів гальмом–сповільнювачем може бути двигун, випускна труба якого перекивається спеціальною заслінкою. Крім того, сповільнення може бути здійснене при переводі двигуна в компресорний режим.

### 5.3 Гальмівний пневмопривід

В більшості випадків на автопоїздах застосовують пневмопривід. Його *перевагами* є такі:

- полегшене керування;
- вдала компоновка приводу гальмівних систем причепа і напівпричепа;
- можливість використання стисненого повітря для різних цілей (помпування і підтримання тиску в шинах, привід склоочисників і т.п.).

*Недоліки:*

- складність виготовлення і обслуговування;
- висока вартість;
- постійна затрата потужності на привід компресора;
- великий час спрацювання (5...10 раз більше, ніж у гідроприводу). Однак цей недолік усувається при використанні електро–пневмоприводу.

Пневмопривід включає в себе низку елементів:

- елементи живлення (компресор, ресивери);

- керуючі (гальмівні крани, клапани керування гальмами причепа або напівпричепа);
- виконавчі (регулятор тиску, який створюється компресором);
- елементи, які покращують експлуатаційні якості і надійність (вологівідділювачі, захисні клапани, клапани контрольного виводу);
- сигнальні (елементи різних типів).

Залежно від пневмообладнання, яке застосовується, тягач і причіп можуть з'єднуватись за однопровідною, двопровідною і комбінованою схемами.

При комбінованій схемі до тягача можуть приєднуватись причепа (напівпричепа), обладнані, як за однопровідною, так і за двопровідною схемами.

#### 5.4 Принципові схеми гальмівного приводу автопоїздів

Принципова однопровідна схема гальмівного пневмоприводу автопоїзда приведена на рис. 5.2.

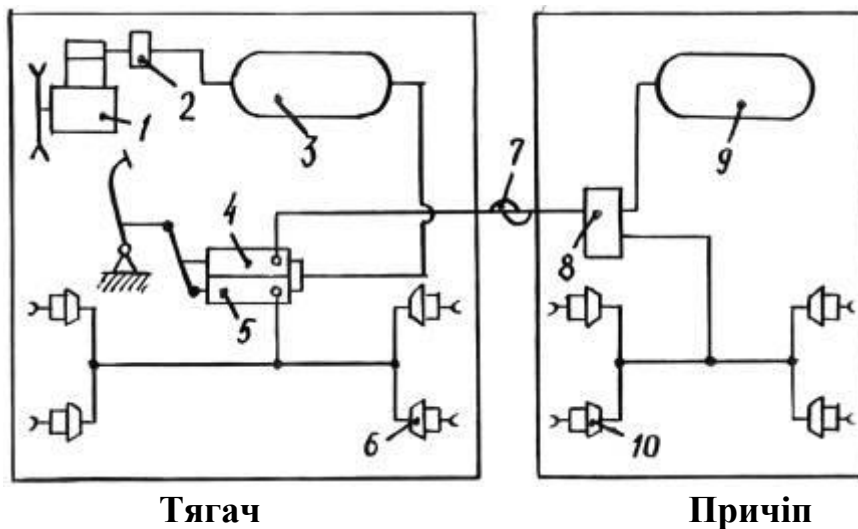


Рис. 5.2 Принципова схема однопровідного гальмівного пневмоприводу автопоїзда:

1 – компресор; 2 – регулятор тиску; 3 – ресивер тягача; 4, 5 – секції комбінованого гальмівного крану; 6 – гальмівні камери тягача; 7 – з'єднувальна головка; 8 – повітряний розподільник; 9 – ресивер причепа

Зовнішньою ознакою однопровідної системи є з'єднання за допомогою з'єднувальної головки 7 гальмівної системи тягача з гальмівною системою причепа одним трубопроводом, який відіграє роль одночасно керуючої і живлячої лінії.

В розгальмованому стані автопоїзда компресор 1 через регулятор тиску 2 нагнітає стиснене повітря в ресивери тягача і причепа (в цей момент гальмівні камери тягача і причепа з'єднані з атмосферою). При натисканні на гальмівну педаль секція 5 комбінованого гальмівного крану з'єднує гальмівні камери 6 тягача з ресивером 3, а секція 4 відкриває зв'язок з'єднувальної пневмолінії з атмосферою. Пониження тиску стиснутого повітря в з'єднувальній пневмолінії призводить до відповідного спрацювання клапанів повітряного розподільника 8, завдяки якому

стиснене повітря із ресивера 9 причепа подається в гальмівні камери 10 причепа. При цьому зберігається пропорційність між зусиллям на гальмівній педалі і тиском стиснутого повітря в гальмівних камерах, оскільки обидві секції комбінованого гальмівного крану і повітряного розподільника причепа, є слідкуючими апаратами. При відриві причепа проходить його гальмування внаслідок падіння тиску в пневмолінії.

Тиск в гальмівній системі тягача підтримується на рівні 0,75...0,8 МПа. Тиск в гальмівній системі причепа при однопровідній системі повинен бути не нижче, ніж 0,2...0,25 МПа, щоб зменшити час спрацювання апаратів гальмівної системи причепа. Це пов'язано з тим, що час виходу повітря із апаратів в 1,5...2 рази більше, чим час на їх заповнення.

Основним недоліком однопровідної системи гальмівного приводу причепа є витрата повітря при неоднократних і частих гальмуваннях, наприклад, при спуску стиснене повітря із ресивера причепа витрачається, не отримуючи відповідної зарядки від компресора. По цій причині в більшості автопоїздів використовують двопровідну систему гальмівного пневмоприводу, яка приведена на рис. 5.3.

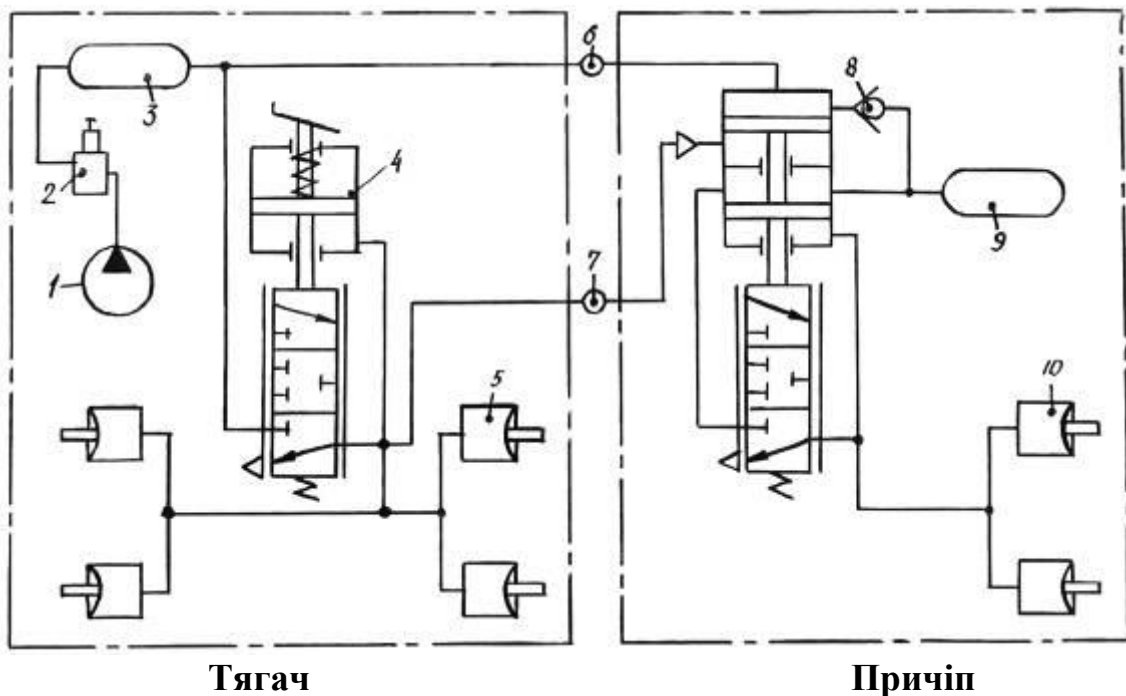


Рис. 5.3 Принципова схема двопровідного гальмівного пневмоприводу автопоїзда:

1 – компресор; 2 – регулятор тиску; 3 – ресивер тягача; 4 – гальмівний кран; 5 – гальмівні камери тягача; 6, 7 – з'єднувальні головки; 8 – повітряний розподільник; 9 – ресивер причепа; 10 – гальмівні камери причепа

Зовнішньою ознакою системи є з'єднання тягача і причепа двома пневмолініями: 1) живлення (з з'єднувальною головою 6); 2) керуючою (з з'єднувальною 7).

В розгальмованому стані гальмівні камери тягача і причепа з'єднані з атмосферою, відповідно, через гальмівний кран 4 і повітряний розподільник 8.

При роботі компресора 1 одночасно проходить зарядка стисненим повітрям через регулятор 2 ресивера 3 тягача і через живлячу пневмолінію ресивера 9 причепа. При натисканні на гальмівну педаль гальмівний кран тягача з'єднує ресивер 3 з гальмівними камерами 5 тягача. В той же час стиснене повітря по керуючій пневмолінії поступає до повітряного розподільника 8, діє на клапан, який сполучає ресивер 9 з гальмівними камерами 10 причепа. В процесі гальмування в ресивер 9 причепа продовжує поступати стиснене повітря від ресивера тягача. При відриві причепа повітряний розподільник з'єднує гальмівні камери 10 з ресивером 9, внаслідок чого причіп різко гальмує. В двопровідній системі також зберігається пропорційність між зусиллям на педалі і тиском стиснутого повітря в гальмівних камерах.

*Перевагами двопровідної схеми є:*

- 1) безперервна зарядка ресивера причепа, що забезпечує надійне користування гальмами при багатократному гальмуванні;
- 2) менший час спрацювання ( $\approx$  в 1,5...2,0 рази) в порівнянні з однопровідною схемою.

### 5.5 Гальмівні крани (ГК)

ГК забезпечують наступну дію, тобто пропорційність між зусиллям на гальмівну педаль і тиском стиснутого повітря. Бувають *прямі* (наприклад, у двопровідній схемі) і *зворотної дії* (наприклад, у однопровідній).

ГК прямої дії зображений на мал. 5.4.б.

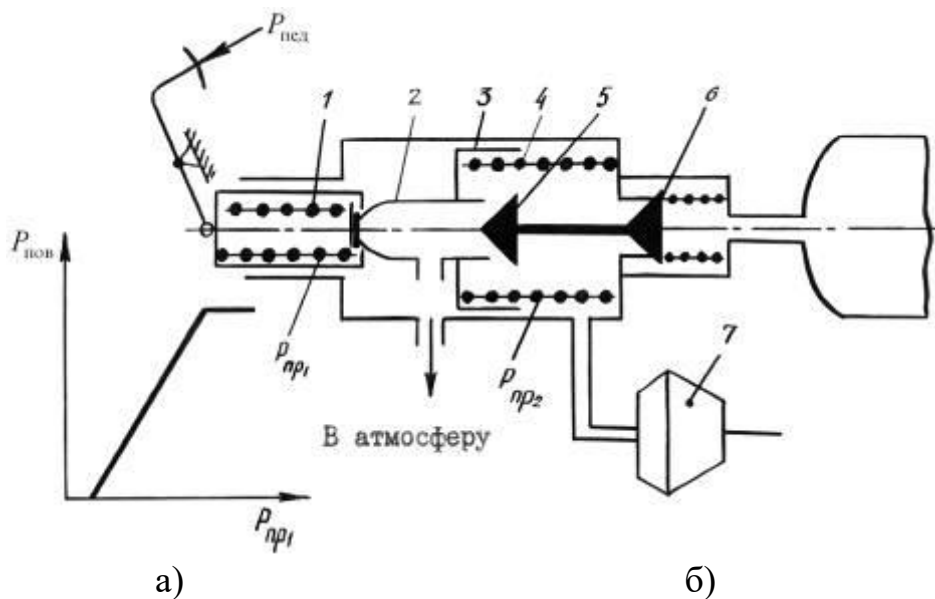


Рис. 5.4 Схема та статична характеристика гальмівного крану прямої дії:

1 – “пружина ходу”; 2 – шток поршня; 3 – поршень; 4 – пружина; 5 – клапан із штоком; 6 – клапан; 7 – гальмівна камера

В показаному на схемі положенні гальмівна педаль відпущена, клапан 5 зв’язує гальмівну камеру 7 з атмосферою, клапан 6 стиснутого повітря закритий. При натисканні на гальмівну педаль шток 2 поршня переміщується разом з закріпленим на ньому поршнем 3, сідає сідлом на клапан 5 і перериває зв’язок гальмівної камери з атмосферою; одночасно клапан 6, зв’язаний стержнем з клапаном 5, відкривається, з’єднуючи гальмівну камеру 7 з ресивером.

Тиск в гальмівній камері пропорційний зусиллю на гальмівній педалі. Слідуючи дія обумовлена рівновагою сил, що діють на поршень 3 при постійному зусиллі на гальмівну педаль.

Умова рівноваги:

$$P_{\text{пед}} \cdot u_{\text{пед}} - P'_v F_{\text{п}} - P_{\text{пр2}} = 0, \quad (5.8)$$

де  $P'_v$  – тиск стиснутого повітря при закритих клапанах в парвй порожнині циліндра гальмівного крана;  $F_{\text{п}}$  – площа поршня;  $P_{\text{пр2}}$  – зусилля пружини 4.

Статична характеристика ГК наведена на мал. 5.4 а. Вона побудована з урахуванням тертя (зони нечутливості). Горизонтальна ділянка – максимальний тиск в системі.

ГК зворотної дії зображений на мал. 5.5.б.

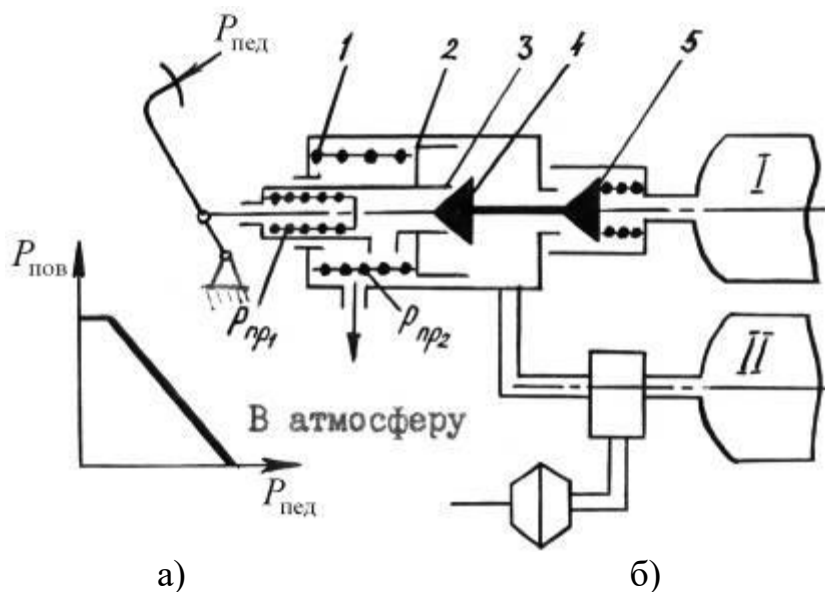


Рис. 5.5 Схема та статична характеристика гальмівного крана зворотної дії:

1 – урівноважувальна пружина ; 2 – поршень; 3 – шток; 4, 5 – клапани

На схемі зображено положення при відпущеній педалі гальма, коли урівноважуючи пружина 1 заставляє поршень 2 зі штоком 3 переміщуватись праворуч, перериваючи зв'язок пневморозподільника з атмосферою і відкриваючи клапан 5 стисненого повітря. При цьому ресивер II причепа наповнюється від ресивера I тягача через пневморозподільник причепа. Зарядка проходить до тих пір, поки не буде виконана умова  $P_{\text{пр1}} > P_{\text{пов}} F_{\text{п}}$ . При натисканні на гальмівну педаль поршень 2 переміщається вліво, стискаючи урівноважувальну пружину 1; клапан 5 стиснутого повітря сідає на сідло – зарядка ресивера причепа закінчується, а клапан 4 відкривається, з'єднуючи праву порожнину циліндра гальмового крана з атмосферою. Падіння тиску в лінії пневмоприводу причепа викликає спрацювання пневморозподільника, в результаті чого стиснуте повітря із ресивера поступає в гальмівні камери причепа.

На мал. 5.5.а зображена статична характеристика ГК зворотної дії. Горизонтальна ділянка – зона нечутливості. Зі збільшенням  $P_{\text{пед}}$  тиск в правій частині циліндра падає.



На рис. 5.6 наведена схема гальмівної системи автопоїзда з електропневмоприводом (ЕПП).

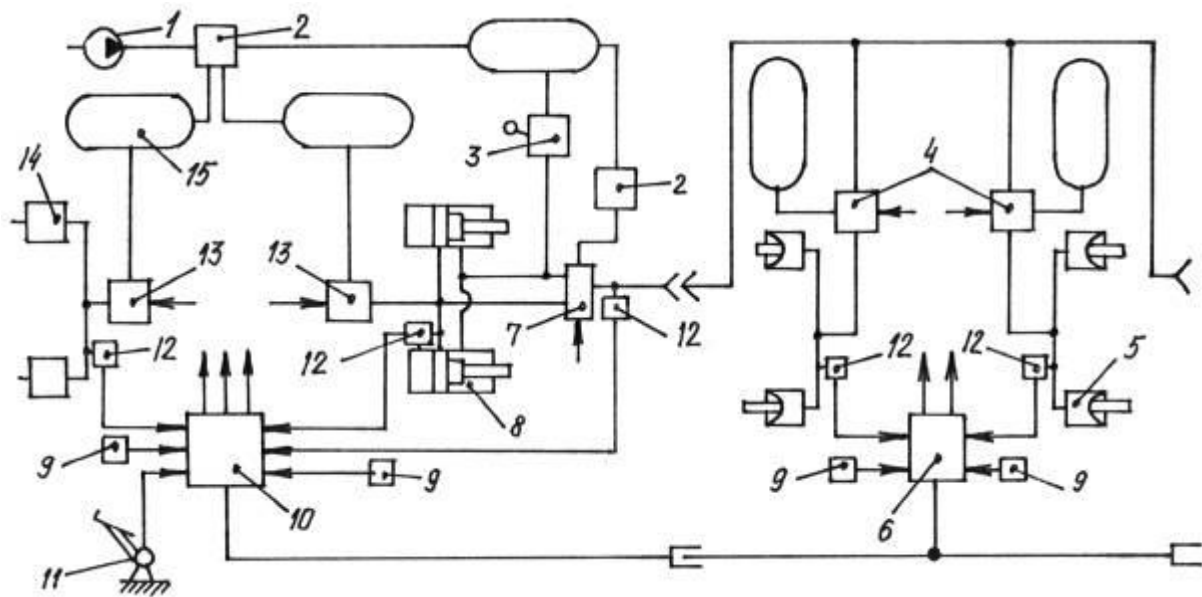


Рис. 5.6 Схема гальмівної системи з електропневмоприводом:

1 – компресор; 2 – захисні крани; 3 – ручний гальмівний кран; 4, 7, 13 – електропневмомодулятори; 5, 8, 14 – гальмівні камери; 6, 10 – електронні блоки; 9, 12 – датчики; 11 – електричний датчик; 15 – повітряні балони

Електронне керування дозволяє отримати випередження спрацювання гальмівних механізмів задніх причепів, при гальмуванні автопоїзда в розтягнутому стані, коли він найбільш стійкий. Час спрацювання ЕПП складає 0,30...0,45 с і включає в себе час спрацювання електромагнітів модуляторів і час збільшення тиску повітря, яке поступає із повітряного балона.

Гальмівний привід має електричний датчик 11 зусилля або переміщення педалі робочої гальмівної системи, електронні блоки керування 10 і 6 відповідно автомобіля тягача і причепа, датчики 9 і 12 відповідно нормального навантаження на осі і тиску повітря в контурах привода.

До пневматичної частини відносяться компресор 1, захисні клапани 2, повітряні балони 15, ручний гальмівний кран, електропневмомодулятори 4, 7, 13 відповідно причепа і автомобіля-тягача і гальмівні камери 5, 8 і 14 відповідно.

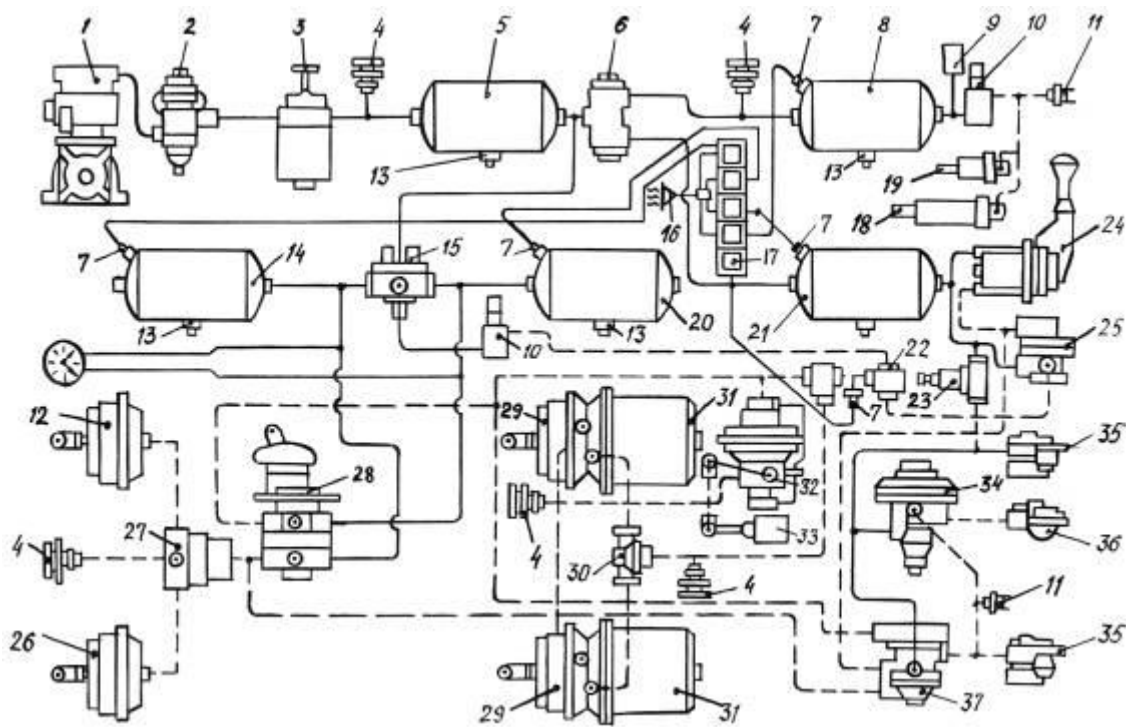


Рис. 5.7 Загальна схема пневмоприводу тягача-автопоїзда ЗІЛ-433100:

1 – компресор; 2 – регулятор; 3 – протизамерзувач; 4 – клапан контрольного виводу; 5 – ресивер (“мокрий” – для конденсації вологи); 6 – захисний двоконтурний клапан; 7 – датчик падіння тиску; 8 – ресивер допоміжної гальмівної системи та інших споживачів; 9 – повітророзподільник; 10 – пневматичний кран; 11 – датчик сигналу гальмування; 12 – манометр; 13 – кран зливу конденсату; 14, 20 і 21 – ресивери відповідно передніх, задніх і стояночних гальмівних механізмів; 15 – трійний захисний клапан; 16 – звуковий сигнал (зумер); 17 – блок сигнальних ламп; 18 – пневмоциліндр приводу заслінки допоміжної гальмівної системи; 19 – пневмоциліндр виключення подачі палива; 22 – двомагістральний клапан; 23 – одинарний захисний клапан; 24 – кран стояночної гальмівної системи; 25 – прискорювальний клапан; 26 – передня гальмівна камера; 27 – клапан обмеження тиску; 28 – двосекційний гальмівний кран; 29 – задня гальмівна камера; 30 – клапан швидкого розгальмування; 31 – пружинний енергоакумулятор; 32 – регулятор гальмівних сил; 33 – пружний елемент; 34 – клапан керування однопривідним приводом причепа; 35, 36 – з’єднувальні головки; 37 – клапан керування двопривідним приводом причепа

Перед початком руху в повітряних балонах ЕПП утворюється запас повітря. Він подається до нормально закритих модуляторів 13 і 4 відповідно автомобіля-тягача і причепа. Через нормально відкритий модулятор 7 повітря поступає в повітряні балони причепа.

При гальмуванні від датчика переміщення педалі поступає електричний сигнал. Якщо цей сигнал більше сигналу датчика тиску повітря в конурах, то блоки керування відкривають електроклапани модуляторів 4 і 13 і повітря поступає в гальмівні камери. Коли електричні сигнали стають однаковими, електроклапани

модуляторів підтримують постійний тиск повітря. При розгальмовуванні повітря випускається через модулятор в оточуюче середовище. У відповідності з сигналами датчиків нормального навантаження на мости за допомогою блоків керування ЕПП встановлюється різний тиск в контурах переднього і заднього мостів кожної ланки автопоїзда. За звичай регулювання проводять добиваючись однакових питомих гальмівних сил на всіх осях.

На рис. 5.7 наведена загальна схема пневмоприводу тягача–автопоїзда ЗІЛ–433100.

**Література:** [4], с.48...50; [9], с.217...224; [10], с.85...87.

## 6 Тягово–зчіпні та опорні пристрої автопоїздів

Незалежно від типів автопоїздів тягово–зчіпні пристрої повинні *забезпечувати*:

- а) надійне з'єднання автомобіля–тягача з причепом або напівпричепом;
- б) можливість відносного їх переміщення;
- в) плавність передачі зусиль від автомобіля тягача до причепа або напівпричепа при рушанні з місця;
- г) можливість швидкого зчеплення і розчеплення ланок.

### 6.1 Тягово–зчіпні пристрої причіпних автопоїздів

Для з'єднання вантажних автомобілів і автомобілів–тягачів з причепами застосовують в основному *три* типи з'єднань:

- 1) “так–петля” (застосовується в основному на автомобілях виробництва країн СНД, США, Англії і Франції);
- 2) “шкворень–петля” (такі з'єднання стандартизовані в Словаччини та Германії);
- 3) стабілізатори.

При русі причіпного автопоїзда зі швидкістю більше 40 км/год виникають поперечні коливання причепа. Такі коливання приводять до нестійкого руху автопоїзда і викликають додаткові навантаження в зчіпних пристроях та інших вузлах і агрегатах автопоїзда. “Виляння” причепа збільшує ширину смуги руху автопоїзда і може викликати його занос. Воно викликається (в основному) еластичністю пневматичних шин і наявністю зазорів в зчіпному пристрої. “Виляння” напівпричепів в значній мірі менше, чим причепів. *Збільшення бази причепів (і напівпричепів), встановлення здвоєних коліс і зменшення зазорів у зчіпних пристроях позитивно впливає на стійкість автопоїзда.*

Радіальний зазор в тягово–зчіпному пристрої є дуже важливим параметром. Його номінальне значення складає 6...7 мм. Збільшення зазору при експлуатації гака і петлі приводять до росту динамічних навантажень в тягово–зчіпному пристрої, що призводить до зменшення їх ресурсу. Якщо зазор менше номінального розміру, то виникають труднощі при з'єднанні автомобіля–тягача і причепа.

Основна деталь буксирного приладу – це гак. Передбачено п'ять типорозмірів тягових гаків автомобілів–тягачів.

Таблиця 6.1

### Залежності типорозмірів тягових гаків від повної маси причепа

Типорозмір тягового гака	Повна маса причепа, який експлуатується на дорогах, т		Вертикальне статичне навантаження на зчіпний пристрій, Н (не більше)
	загальної мережі	ґрунтових	
0 ( $T_1$ )	3	1,5	1000
1 ( $T_2$ )	8	4,5	2500
2 ( $T_3$ )	17	9,5	2500
3 ( $T_4$ )	30	15	2500
4 ( $T_5$ )	80	35	2500

Із таблиці видно, що при одному і тому ж типорозмірі гака маса причепів знижується в 2 рази, якщо вони експлуатуються на *ґрунтових* дорогах (в порівнянні з причепами, що використовуються на дорогах загальної мережі).

На рис. 6.1 зображений зчіпний буксирний пристрій автомобіля ЗІЛ–130.

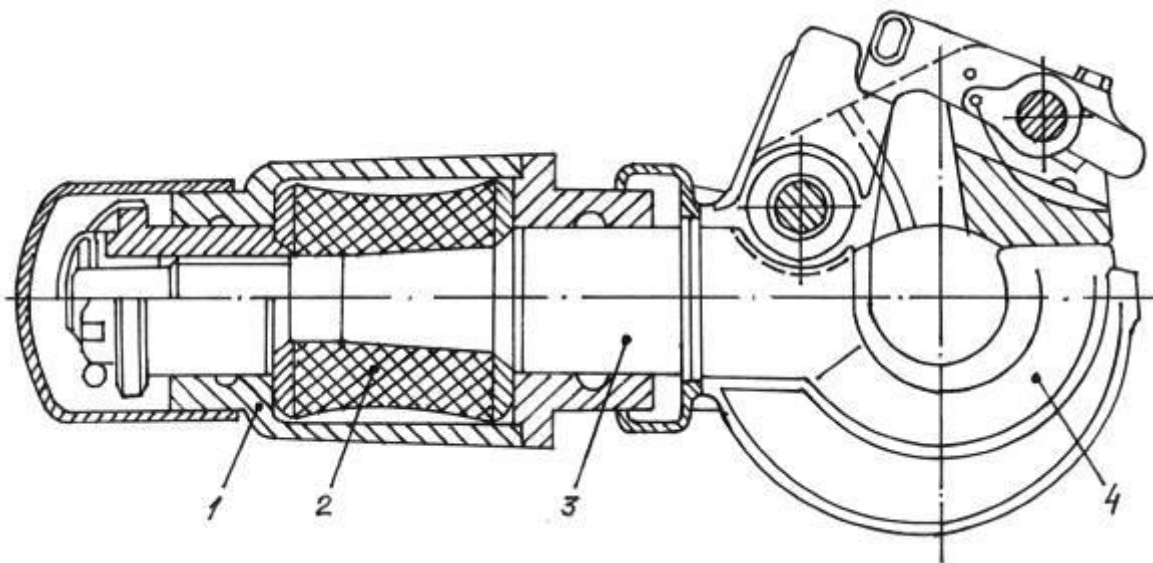


Рис. 6.1 Зчіпний буксирний пристрій автомобіля ЗІЛ–130:

1 – корпус пружного елемента; 2 – гумовий елемент; 3 – тяговий стержень; 4 – головка

Пружний гумовий елемент буксирного пристрою має нелінійну характеристику (див. рис. 6.2). Тому його жорсткість при початку руху автопоїзда відносно невелика, а при русі вона зростає. Така характеристика зчіпного пристрою найбільше відповідає умовам навантаження на гак, як на початку, так і на протязі руху на маршруті. Пружні елементи з нелінійною характеристикою (кільцеві пружини,

гумові втулки і т.д.) широко застосовуються в тягово–зчіпних пристроях автомобілів, як зарубіжних країн, так і СНД.

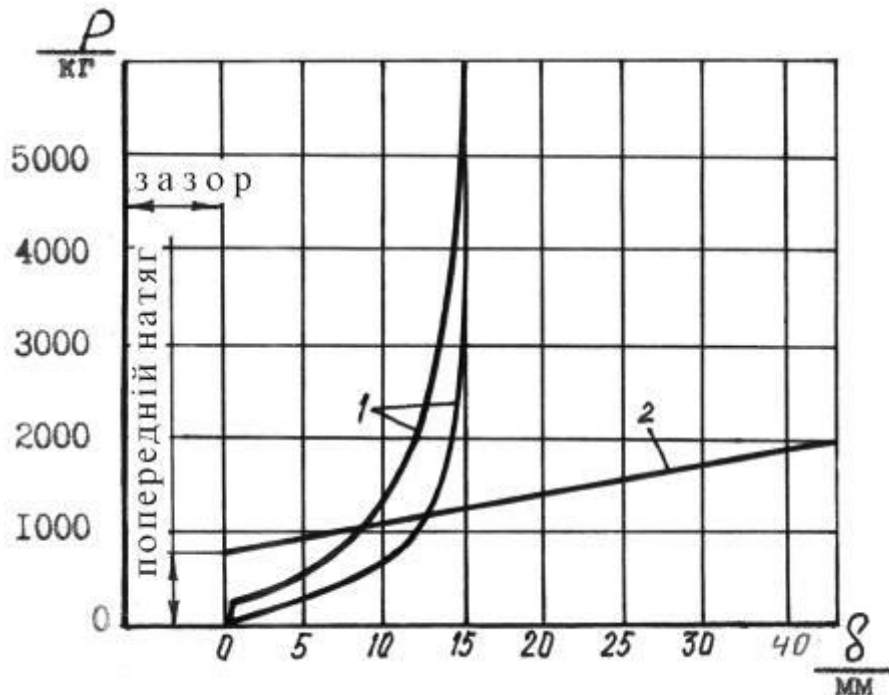


Рис. 6.2 Залежність деформації  $\delta$  пружних елементів від навантаження  $P$ :  
1 – гумового; 2 – металевого

В автомобілях “Татра” використовують зчіпний пристрій “петля–шкворень”. В петлі є втулка, яка по мірі спрацювання замінюється.

Схема напівавтоматичного тягово–зчіпного пристрою автомобіля “Татра” наведена на рис. 6.3.

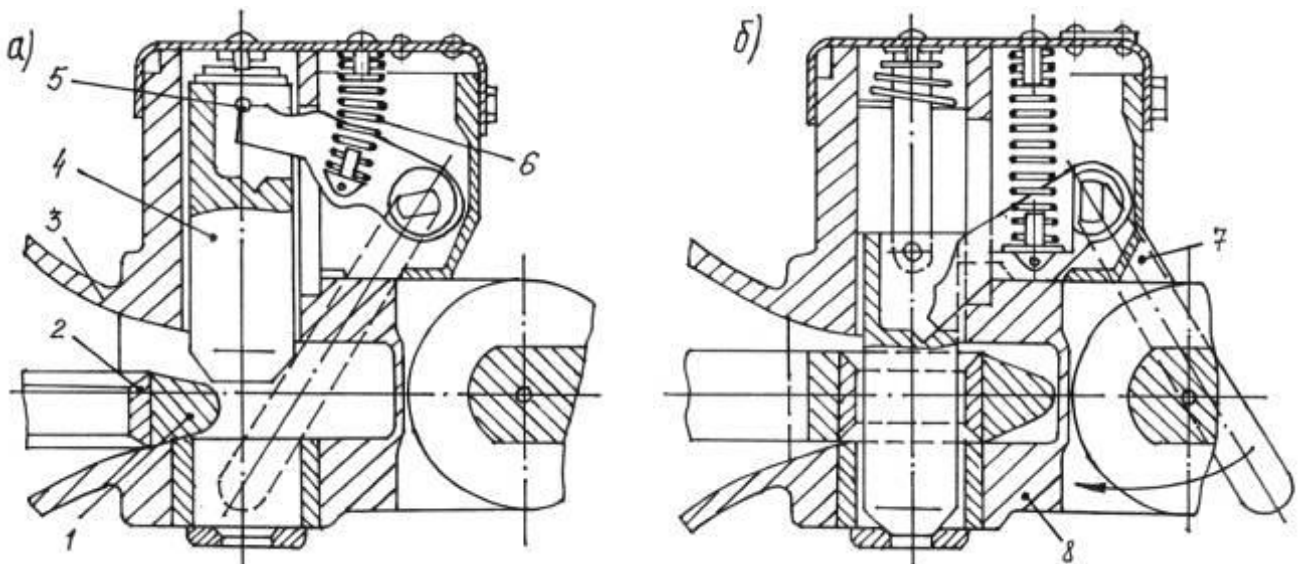


Рис. 6.3 Схема напівавтоматичного тягово–зчіпного пристрою автомобіля “Татра”:

а – положення затвора перед зчепленням; б – положення після зчеплення

1 – петля; 2 – втулка; 3 – направляючі виступи; 4 – шкворень; 5 – поводок;  
6 – пружина; 7 – рукоятка

Перед початком зчеплення автомобіля з причепом зчіпна петля 1 давить на шкворень 4, який піджимається поводком 5 з пружиною 6. При подальшому русі зчіпної петлі шкворень спочатку піднімається, а при співпаданні з отвором в петлі входить в нього. При цьому поводок 5 звільнюється. Для розчеплення необхідно шкворень підняти за допомогою рукоятки 7. Для усунення збільшеного зазору між петлею і шкворнем (наприклад, внаслідок зносу) необхідно замінити втулку 2 в петлі 1. В корпусі 8 зчіпного пристрою є направляючі виступи 3.

На причіпних автопоїздах в основному знайшли застосування тягово–зчіпні пристрої (ТЗП) двох типів: “так–петля” і “шкворень–петля”.

На сьогоднішній день всі ведучі фірми–виробники продовжують випускати і вдосконалювати ТЗП типу “так–петля“, які характеризуються *простотою, надійністю* і забезпечують *високу гнучкість* автопоїзда (в порівнянні з ТЗП типу “шкворень–петля”).

Для гасіння повздовжніх коливань ланок причіпних автопоїздів ТЗП виконуються з підсиленими гумовими пружними демпфуючими елементами. З цією метою зменшують зазори в ТЗП і застосовують амортизатори. В ТЗП типу “так–петля“ зазор складає близько 10 мм, в звичайних шкворневих ТЗП – 1,5...5,0 мм. В спеціальних конструкціях ТЗП типу “шкворень–петля” зазор взагалі відсутній. Так, в ТЗП 59У фірми Рокінгер (Германія) використовується пневматична система автоматичної компенсації зазору.

Від властивостей ТЗП в значній мірі залежать маневреність, прохідність, плавність ходу і надійність автопоїздів.

Для зменшення відстані між ланками, і відповідно, збільшення вантажопідйомності автопоїздів і покращення їх аеродинамічних властивостей при заданих обмеженнях габаритної довжини використовують різноманітні спеціальні поворотно–зчіпні пристрої (ПЗП). Такі пристрої забезпечують мінімальну відстань між ланками при прямолінійному русі та автоматично збільшують її при повороті, або створюють таку кінематику руху ланок при повороті, яка виключала б їх контакт. Крім того, такі пристрої задовольняють суперечливі вимоги до їх конструкції щодо забезпечення керованості, стійкості руху і маневреності.

Фірма Крейн Фрюхауф (Великобританія) пропонує ПЗП, який дозволяє зменшити відстань між ланками до 900 мм (див. рис. 6.4).

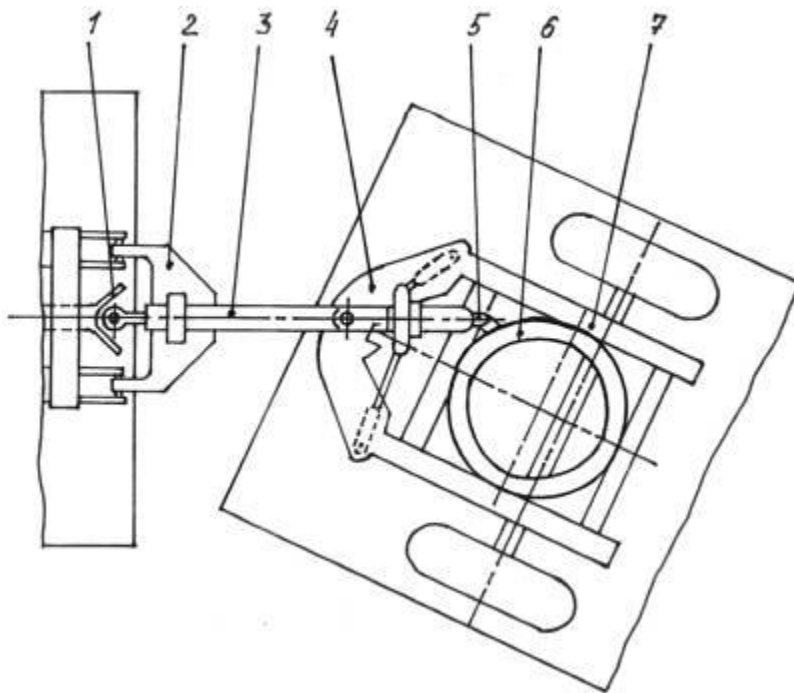


Рис. 6.4 ПЗП Крейн Фрюхауф (Великобританія):

1 – ТЗП; 2 – кронштейн; 3 – направляюча балка; 4 – поворотна плита; 5 – шарнір;  
6 – поворотний круг; 7 – рама поворотного круга

В цьому пристрої стандартне А-подібне дишло замінене *направляючою балкою*, яка жорстко закріплена в ТЗП. Задній кінець балки з'єднаний шворнем з рамою поворотного круга причепа. Передня вісь причепа для збільшення стабілізуючого моменту дещо зміщена назад відносно осі поворотного круга.

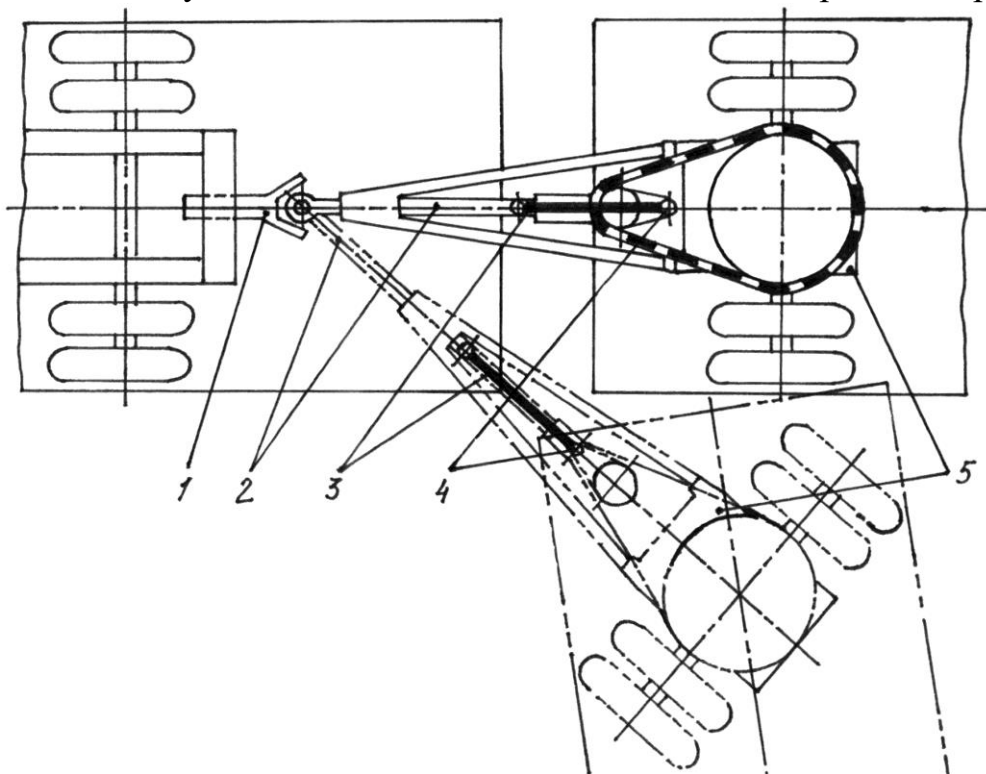


Рис. 6.5 ПЗП фірми Рей Сміт Демаунтейблс:

1 – ТЗП; 2 – телескопічне дишло; 3 – тяга; 4 – ексцентрик; 5 – ланцюг

Фірмою Рей Сміт Демаунтейблс розроблений ТЗП, представлений на рис. 6.5. За допомогою цього пристрою відстань між кузовами сусідніх ланок при прямолінійному русі автопоїзда зменшується до 600 мм. При повороті ця відстань збільшується в результаті збільшення телескопічного дишла 2, з'єднаного з ТЗП 1 автомобіля–тягача (першого причепа) і тягою 3 на другому кінці якої встановлений ексцентрик 4 додаткового круга, який приводиться в рух ланцюгом 5 від основного поворотного круга причепа.

Пристрій, наведений на рис. 6.6, з рульовим телескопічним дишлом 2 і двома поворотними кругами 3 і 4 на причепі відомий в двох варіантах.

Два однакових зчіпних шарніри 1 на автомобілі–тягачі (першому причепі) зчіпляються з вилокподібним дишлом на автопоїздах фірм Кессборер і Ваккенхут (Германія) або блокують одинарне дишло 2 на автопоїзді ГЛЦ–2 фірми Аккерман–Фрюхауф (Германія). Такий тип з'єднання забезпечує кут між ланками до  $90^\circ$ . При прямолінійному русі із швидкістю більше 35 км/год передня вісь причепа автоматично блокується, що підвищує стійкість автопоїзда під час руху і зменшує імовірність складання автопоїзда при гальмуванні.

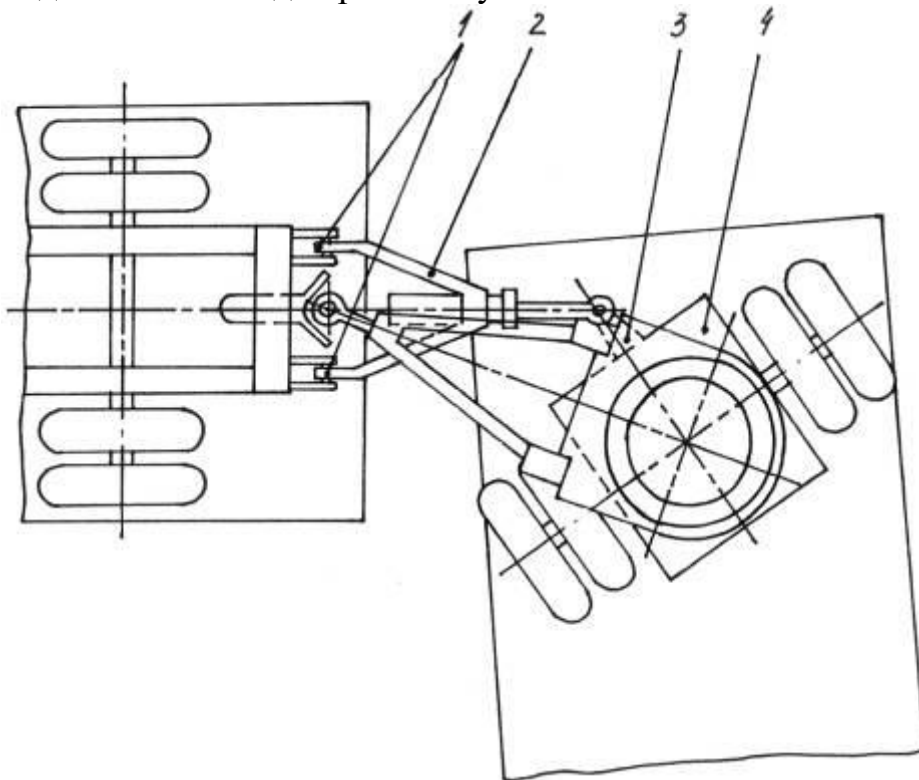


Рис. 6.6 ТЗП, який використовується фірмами Кессборер, Ваккенхут, Аккерман–Фрюхауф:

1 – шарнір; 2 – телескопічне дишло; 3, 4 – поворотні круги

Зменшити відстань між ланками і забезпечити високу керованість, маневреність і стійкість автопоїздів можна не тільки безпосередньою зміною довжини дишла, але і зміною кінематики ТЗП. В США пропонується для цієї цілі чотирьохланковий механізм з двома поздовжніми тягами 3, з'єднаними шаровими шарнірами 2 з буксируючою 1 і буксированою 4 ланками автопоїзда. В цьому випадку ефективна точка з'єднання ланок  $O$  буде знаходитись на перетині осей поздовжніх тяг (див. рис. 6.7).



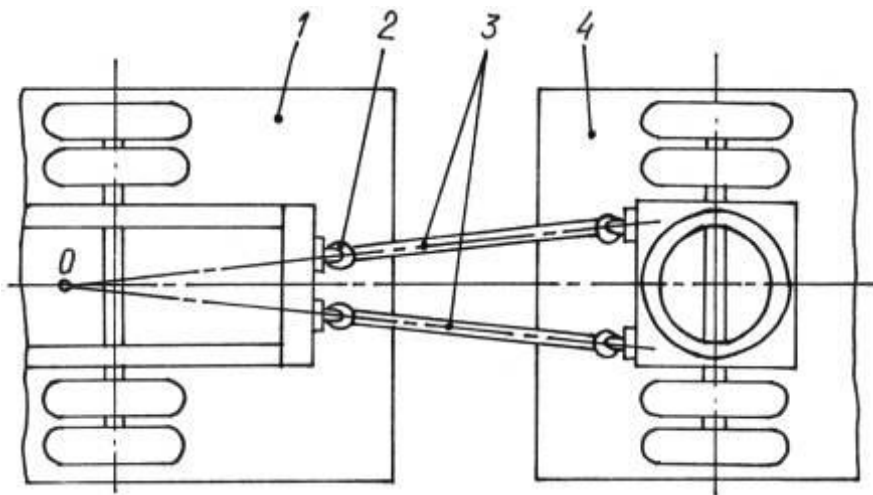


Рис. 6.7 Схема поворотно-зчіпного чотирьохланкового механізму:  
1 – буксирюча ланка; 2 – шарнір; 3 – тяга; 4 – буксирюема ланка

## 6.2 Тягово-зчіпні і опорні пристрої сідлових автомобільних тягачів

### 6.2.1 Зчіпні пристрої

Найбільш розповсюджений зчіпний пристрій сідлових автомобілів-тягачів і напівпричепів складається із сідла, розташованого на рамі автомобіля і обертового шкворня на напівпричепі (див. рис. 6.8).

На рамі автомобіля-тягача встановлена плита 8 з шарнірно закріпленим на ній опорним кругом 4, що має направляючі 19. Опорний круг, закріплений на балансирах 2, може коливатись на осі 3 – в поздовжній, а на осі 7 – в поперечній площинах. Для амортизації коливання круга в поперечній площині є дві циліндричні пружини 6 і обмежувачі 5. В центрі опорного круга закріплені захвати 18 шкворня, які шарнірно закріплені на пальцях 17, що мають скоси в передній частині. Скоси в задній частині захватів співпадають зі скосами направляючих опорного круга. В передній частині захвати мають фасонні вирізи, в яких рухається замок 15. Замок має стержень 13, на який надіті пружина 14 та важіль 16 замка. В замку є поздовжній виріз, в який входить направляючий палець 12, закріплений в нижній частині опорного круга. Коли напівпричіп з'єднаний з автомобілем-тягачем, захвати 18 зведені і захвачують поворотний шкворень напівпричепа. При цьому роз'єднання неможливе внаслідок того, що замок 15 перешкоджає повороту захватів на пальцях 17.

Від'єднання напівпричепа здійснюється шляхом відводу в бік планки 1 запобіжника і переміщенням замка 15 вперед за допомогою важеля 16.

При з'єднанні автомобіля тягач подається назад і шкворень напівпричепа, попадаючи в направляючі опорного круга, нажимає на внутрішні скоси захватів, розсуває їх і встановлює в робоче положення.

Для можливого маневрування сідлових автопоїздів без контакту напівпричепів одне з одним між їх кузовами повинна бути певна відстань. Так, фірма МАН пропонує встановити на рамі в роликівих направляючих (або направляючих

ковзання) сідлово-зчіпний пристрій з пружиною, за допомогою якої друга ланка підтягується до першої (див. рис. 6.9).

Під час повороту ролики котяться по кузову першого причепа, а сідлово-зчіпний пристрій переміщується в направляючих. У будь-якому режимі руху відстань між ланками мінімальна.

Для забезпечення взаємного переміщення автомобіля-тягача і напівпричепа сучасні ТЗП на автомобілі-тягачі мають осі коливання (поперечну і повздовжню) і жорстко закріплені на напівпричепі шкворень.

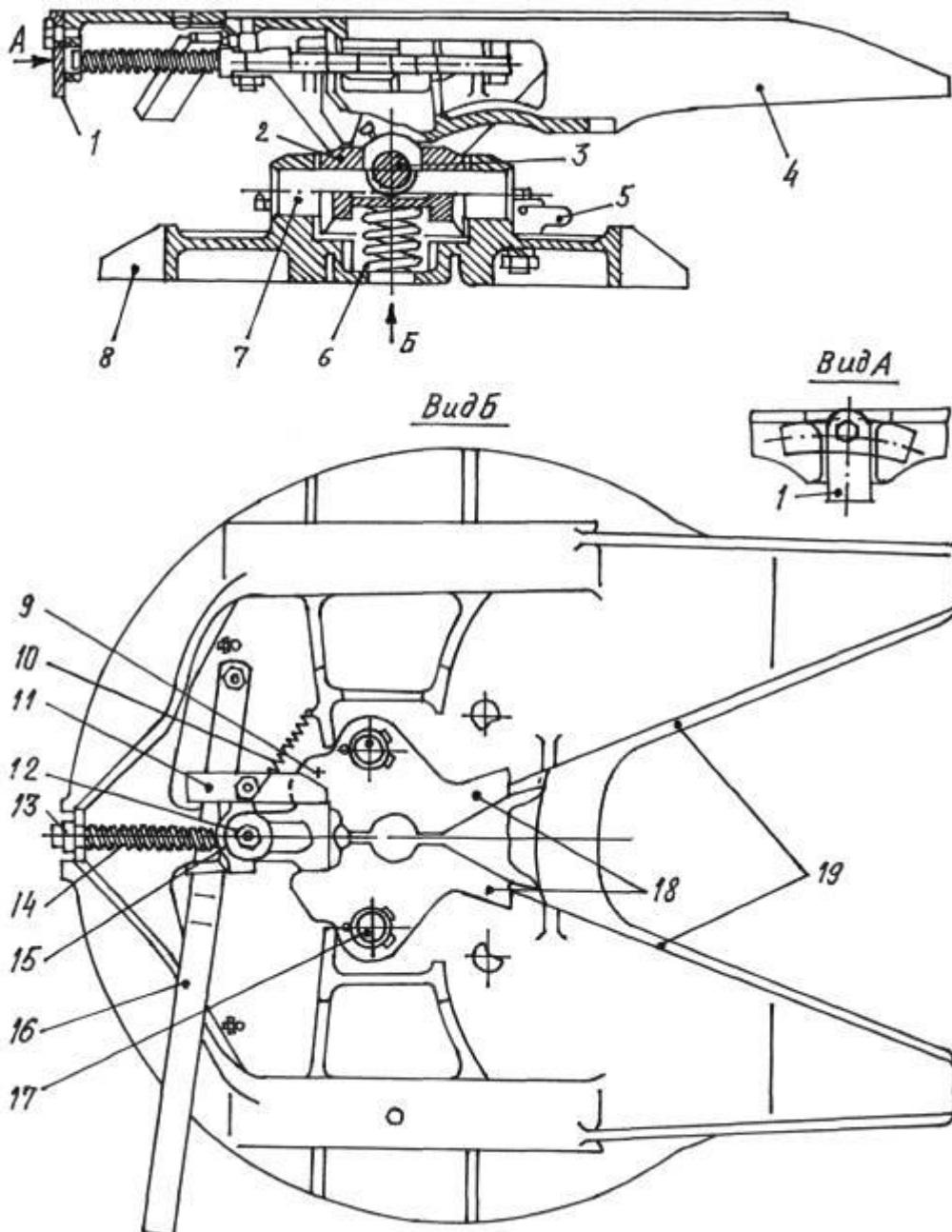


Рис. 6.8 Напівавтоматичний опорно-зчіпний пристрій сідлових автомобілів-тягачів:

1 – планка; 2 – балансир; 3 і 7 – осі; 4 – опорний круг; 5 – обмежувач; 6, 10, 14 – пружини; 8 – плита; 9 – штифт; 11 – заціпка; 12, 17 – палець; 13 – стержень; 15 – замок; 16 – важіль; 18 – захвати; 19 – направляючі

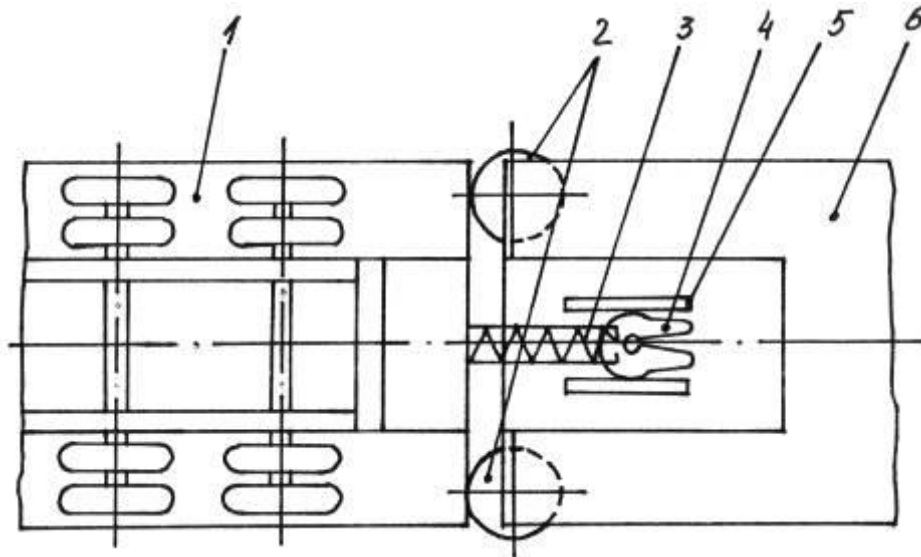


Рис. 6.9 Схема рухомого сідлово-зчіпного пристрою фірми МАН:

1 і 6 – напівпричепи; 2 – ролики; 3 – пружина; 4 – сідлово-зчіпний пристрій;  
5 – направляючі

Відповідно до вимог ГОСТів впроваджені дві групи розмірів зчіпних шкворнів і захватів.

Для напівпричепів повною масою до 40 т встановлений діаметр шкворня (захвату) 50,8 мм, а для напівпричепів від 40 до 100 т – діаметр 80 мм.

Важливими конструктивними параметрами автопоїзда є кути гнучкості, котрі визначають можливість його руху по нерівностях дороги. Значення кутів гнучкості визначаються конструкцією сідлового-зчіпного пристрою:

- $\alpha$  – кут складання (не менше  $\pm 100^\circ$ );
- $\beta$  – кут *повздовжньої* гнучкості ( $\pm 15^\circ$ );
- $\gamma$  – кут *поперечної* гнучкості ( $\pm 6^\circ$ ).

Сідловий зчіпний пристрій автомобілів-тягачів, наприклад, сімейства КамАЗ сприймає навантаження (вертикальне) не більше 130 кН, а їх напівпричепи не мають, як правило, спеціальних пристроїв для коректування траєкторії при повороті тягача.

### 6.2.2 Опорні пристрої напівпричепів

Швидкість з'єднання і роз'єднання автомобіля-тягача і напівпричепа в значній мірі залежить від конструкції опорних пристроїв напівпричепів.

На вітчизняних напівпричепках найбільше розповсюджені опорні пристрої з механічним ручним приводом та гідравлічні. При цьому привід може бути загальним для двох опор, або окремим для кожної опори. В останні роки більш широко застосовуються опорні пристрої з електричним та гідравлічним приводами.

Опорні пристрої з механічним приводом мають окремий (роздільний) ручний привід на кожну опору.

Схема такого пристрою наведена на рис. 6.10.

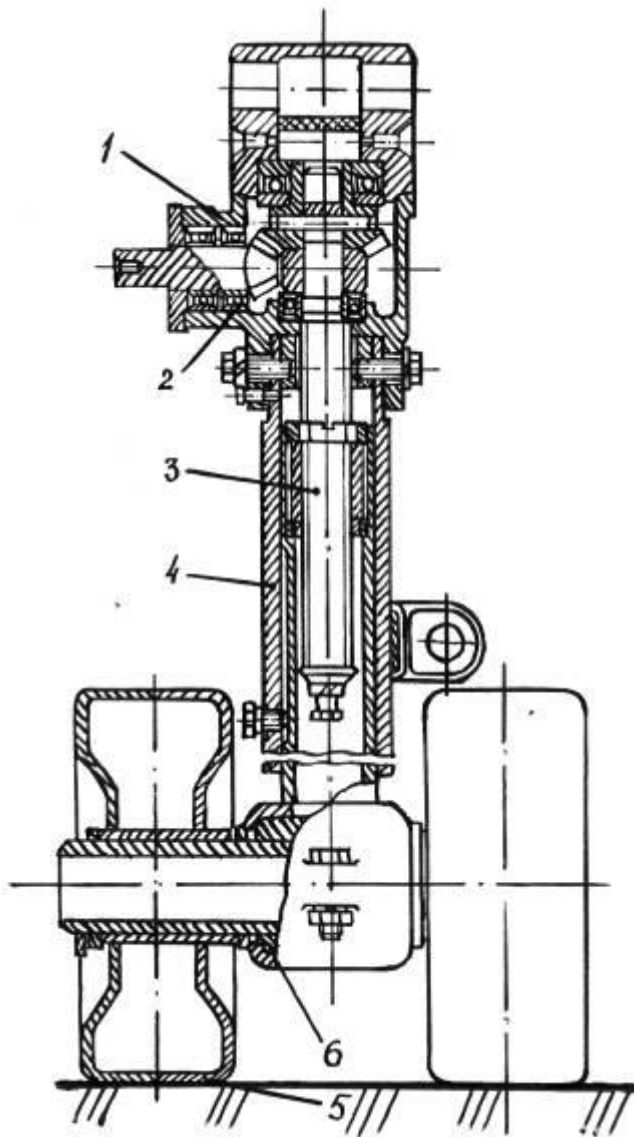


Рис. 6.10 Опорний пристрій напівпричепа:  
 1 – картер редуктора; 2 – ведуча конічна шестерня; 3 – гвинт з веденою шестернею; 4 – корпус опори; 5 – каток опорного пристрою; 6 – подушка осі опорних катків

допомогою з'єднувальних головок. Час опускання (піднімання) опор (циліндрів) – 1...1,5 хв.

В транспортному положенні опори складаються (повертаються навколо осі шарнірів) і закріплюються на рамі (або піднімаються в крайнє верхнє положення). Роздільний привід забезпечує більш вдале з'єднання і роз'єднання на нерівній площадці і понижує зусилля на рукоятці, необхідне для підйому і опускання опор.

*Недолік* таких опорних пристроїв – для підйому і опускання опор водію необхідно переходити з однієї сторони автопоїзда до другої, що призводить до збільшення часу, необхідного для з'єднання і роз'єднання автопоїзда.

Гідропривід опорного пристрою застосовується на автопоїздах великої вантажопідйомності. Включає в себе два гідроциліндри, гідросистему і масляний помпа. Масляний помпа приводиться в дію від двигуна автомобіля-тягача через коробку відбору потужності.

Схема такого пристрою наведена на рис. 6.11.

Опорний пристрій застосовують на напівпричепах, які працюють зі стандартними автомобілями-тягачами. Їх гідросистеми сполучаються за

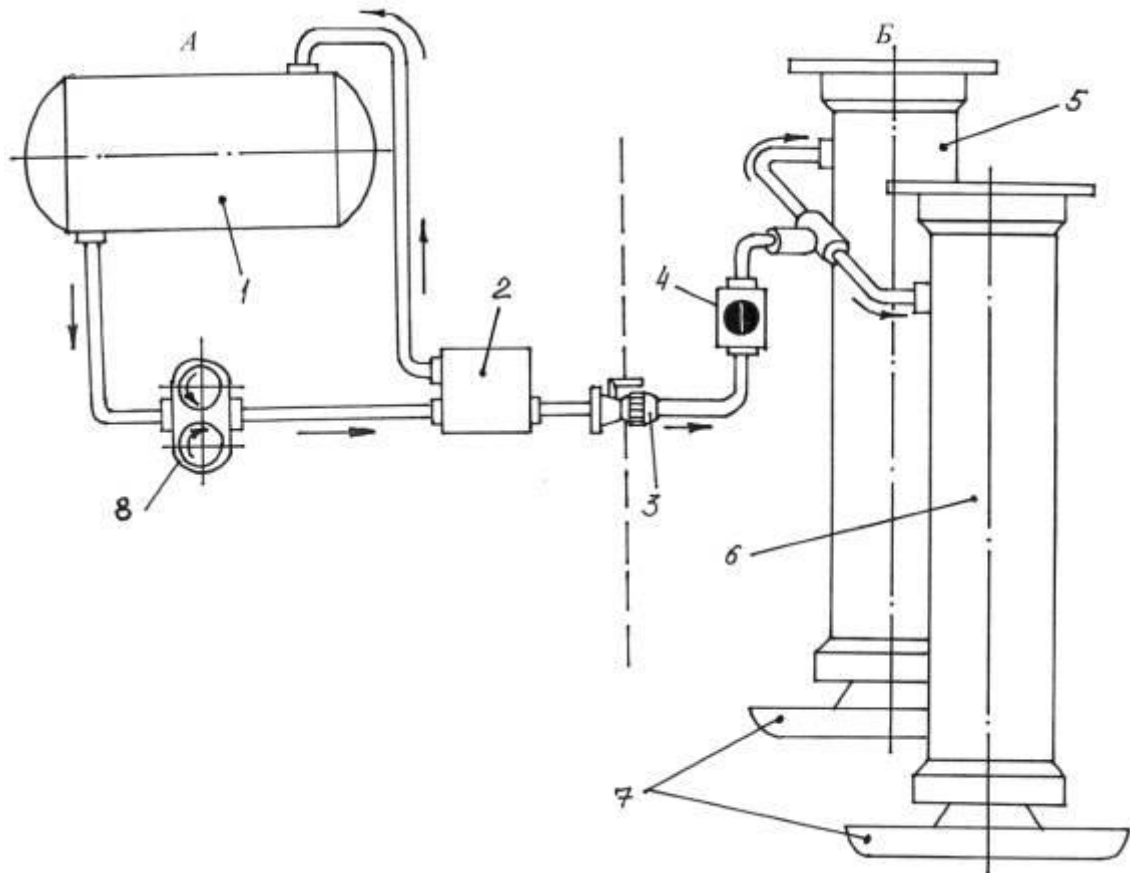


Рис. 6.11 Схема опорних пристроїв напівпричепа з гідравлічним приводом:

А – автомобіль-тягач; Б – напівпричіп;

1 – масляний бак; 2 – блок клапанів; 3 – з'єднувальна головка; 4 – запірний вентиль;  
5 і 6 – гідроциліндри; 7 – опорні плити; 8 – помпа

**Література:** [3], с.68...78; [10], с.39...44.

## 7 Автомобілі-самоскиди

Автомобіль-самоскид – це *спеціалізований* вантажний автомобіль, призначений для масових перевезень насипних (або пакетних) вантажів.

### **Вантажі, що перевозяться автомобілями-самоскидами:**

- 1) будівельні, промислові і побутові (асфальто-бетон, бетон, пісок, гравій, щебінь, глина, земля, вугілля, цемент, будівельне сміття, камінь, крейда, шлак (гранульований, доменний), сніг, сміття (вуличне, побутове);
- 2) сільськогосподарські (пшениця, ячмінь, овес, кукурудза, картопля, буряк, морква, капуста та інші корнеплоди, торф, мінеральні добрива).

Масовий об'єм перевезень сипучих і “навалочних” вантажів, які мають різні властивості, визначає необхідність створення спеціальних конструкцій самоскидів для перевезень певної категорії вантажів в заданих умовах.

## 7.1 Класифікація самоскидів

### 7.1.1 Класифікація за основними ознаками

1) за *призначенням*:

- будівельні;
- сільськогосподарські;
- кар'єрні;
- вузькоспеціалізовані (бетоновози, мінераловози та ін.).

2) за *вантажопідйомністю*:

- мала (до 2 т);
- середня (2...6 т);
- велика (7...14 т);
- особливо велика (понад 14 т).

3) за *типом рухомого складу*:

- автомобіль–самоскид (одиначний без причепа);
- самоскидний автопоїзд (самоскид–тягач та причіп, два причепа–самоскиди, причіп–самоскид, напівпричіп–самоскид).

4) за *відповідністю умовам експлуатації* на автомобільних дорогах (дорожні обмеження):

- адаптовані для експлуатації на всіх видах автомобільних доріг;
- обмежене використання (наприклад, для доріг, які допускають навантаження на міст не більше 100 кН).

5) за *прохідністю*:

- позадорожні (наприклад, самоскиди сімейства БелАЗ);
- дорожні;
- підвищеної прохідності.

6) за *способом розвантаження платформи*:

- одностороннє назад;
- одностороннє на бічну сторону;
- двостороннє на бічні сторони;
- тристороннє (назад і на бічні сторони).

7) за *можливістю (адаптованості) роботи з причепом*:

- одиначний самоскид (не адаптований до роботи з причепом);
- самоскид–тягач (має всі необхідні пристрої для роботи з причепом і запас потужності двигуна).

### 7.1.2 Класифікація за експлуатаційними якостями

**Будівельні самоскиди середньої вантажопідйомності (4...6 т) з розвантаженням кузова назад.** Вони розраховані на *одиначну* роботу без причепа (наприклад: ЗІЛ–ММЗ–555, ЗІЛ–ММЗ–4502, ЗІЛ–ММЗ–4505, ГАЗ–53А).

Вагові параметри цих самоскидів дозволяють експлуатувати їх на автомобільних дорогах будь-якої категорії.

*Основні вантажі*, які перевозять самоскиди першої групи: ґрунт, пісок, глина, щебінь, гравій, асфальт, бетон, будівельні розчини, будівельне сміття тощо.

Транспортні властивості вантажу (густина, структура, сипучість, текучість) обумовлюють вимоги в першу чергу до конструкції платформи самоскида. Найголовнішим параметром є *об'єм платформи*. Статистичні дані вказують на те, що основні будівельні вантажі мають густину 1,4...1,6 кг/м<sup>3</sup>. Наприклад, самоскид ЗІЛ–ММЗ–4505 при вантажопідйомності 6 т має внутрішній геометричний об'єм платформи 3,8 м<sup>3</sup> (6:3,8=1,58 кг/м<sup>3</sup>).

Важливою умовою до конструкції платформи будівельного самоскиду є *герметичність* (тобто запобігання втратам сипучих і напіврідких вантажів). Цій умові якнайкраще відповідає платформа з одностороннім розвантаженням назад, та одним заднім бортом, що відкривається.

Самоскиди *не розраховані* для роботи з причепом, тому що в більшості випадків робота на малогабаритному будівельному майданчику не дозволяє маневрувати автопоїздам.

Екскараторне завантаження кузова камінням, мерзлим ґрунтом, будівельним сміттям викликає концентровані ударні навантаження на деталі платформи. Такі умови роботи вимагають підвищеної міцності платформи.

Питома потужність двигуна будівельних самоскидів знаходиться в межах 7...9 кВт/т.

З метою збільшення маневреності самоскиди (наприклад, ЗІЛ–ММЗ–555, ЗІЛ–ММЗ–4502, ЗІЛ–ММЗ–45021) виготовляють з короткою базою – 3300 мм (у порівнянні з базовим вантажним автомобілем – 3800 мм). Однак, такий спосіб має суттєвий *недолік* – втрата стійкості на слизьких дорогах. Тому наприклад, на таких моделях, як ЗІЛ–ММЗ–4505 використовується база 3800 мм (шасі ЗІЛ–130Б2).

Довжина однієї їздки – від кілька сотень метрів до 10...30 км. В таких умовах водію часто приходиться виходити із кабіни. Компонівка самоскида (кабіна за двигуном) задовольняє умовам частого виходу з кабіни.

**Будівельні самоскиди середньої вантажопідйомності (5...6 т).** Вони розраховані для роботи з *самоскидним причепом* (в складі автопоїзду). Наприклад, самоскид ЗІЛ–ММЗ–4501 з самоскидним причепом ГКБ–818Б.

За ваговими параметрами самоскиди розраховані для експлуатації на автомобільних дорогах всіх категорій. Але на відміну від самоскидів першої групи, вони не призначені для роботи на ґрунтових дорогах (тому що робота з причепом в складних дорожніх умовах затруднена).

Основне *призначення* цих самоскидних автопоїздів – перевезення вантажів за сталими маршрутами на будівельні об'єкти.

Характерними *особливостями* експлуатації є: 1) відносно хороші дороги, без крутих підйомів і спусків; 2) спеціально підготовлені пункти відправлення і прийомки вантажів. Відстані перевезень 15...25 км.

*Завантаження* здійснюється стаціонарними агрегатами: транспортерами, бункерами, екскаваторами.

Основні вантажі, як і у першій групі, за виключенням бетону та розчинів. Тому підвищених вимог до ущільнення кузова не пред'являється.

Обов'язковою *вимогою* до автопоїзда є можливість розвантаження на *бічні* сторони. Автомобіль–самоскид, як правило, має розвантаження на три сторони, а причіп – на дві бічні. Питома потужність двигуна – не менше 6 кВт/т.

Для забезпечення роботи з причепом–самоскидом на самоскиді–тягачі встановлюється ряд *додаткових агрегатів*:

- подвійний гальмівний кран (з розрахунку на двоконтурну систему);
- пневмопривід для підключення приводу гальм причепа;
- електропривід для підключення приладів світлової сигналізації;
- гідравлічний кран–розподільник для управління підйомним механізмом (як тягача, так і причепа);
- гідролінія для з'єднання з гідроприводом підйому причепа.

Встановлення більш потужного двигуна, додаткових агрегатів, кузова, який має можливість розвантаження на дві або три сторони, збільшують собівартість самоскида–тягача (в порівнянні з одиночним самоскидом).

**Сільськогосподарські самоскиди.** Вони розраховані для роботи з причепом–самоскидом в складі автопоїзду. Наприклад: ЗІЛ–ММЗ–554М+ГКБ–819, ЗІЛ–ММЗ–4504+ГКБ–8529, ГАЗ–САЗ–4509+ГКБ–8536, КамАЗ–55102+ГКБ–8527.

За дорожніми умовами і відстанню, на яку перевозять вантажі, самоскиди підрозділяють на *дві* групи:

- 1) для перевезень на довгі відстані (дорожні умови задовільні для автопоїзду);
- 2) для внутрішньогосподарських перевезень (складні дорожні умови).

Умови *завантаження*: транспортерами, сінокосарками, екскаваторами, кранами.

Різноманітність вантажів, умов завантаження і розвантаження визначають вимоги до конструкції платформи сільськогосподарського самоскида. Платформа має прямокутну форму з трьома відкидними бортами (бічні і задній). Борти відкриваються на нижніх шарнірах, що зменшує просипання вантажу під колеса.

Найважливіша *вимога до платформи* сільськогосподарського причепа – надійне ущільнення, яке б виключало втрати зерна через зазори у бортах. Це забезпечується встановленням знімних резинових ущільнювачів. В комплект входить тент (наприклад, який запобігає видуванню зерна).

Відносна потужність двигуна – не менше 6 кВт/т.

На самоскидах встановлюють додаткове обладнання, як і на автосамоскидах другої групи.

**Сільськогосподарські самоскиди підвищеної прохідності.** Вони розраховані для роботи з причепом–самоскидом. Наприклад: КАЗ–4504 + ГКБ–8535, УРАЛ–5557 + ГКБ–8551.

Такі автопоїзди призначені в основному для внутрішньогосподарських перевезень. Вимоги до конструкції платформи, такі ж, як і для третьої групи.

**Будівельні самоскиди великої вантажопідйомності.** Вони розраховані на роботу без причепа. Наприклад: МАЗ–503А, МАЗ–5549, МАЗ–5551, КрАЗ–256, КрАЗ–256Б, КрАЗ–6505.

Основне *призначення* – масові перевезення насипних вантажів на великих будівельних об'єктах і на кар'єрних розробках. Через велику повну масу і осьові



навантаження можуть перевозити вантаж по дорогах, які допускають осьове навантаження більше 100 кН на вісь.

Завантаження (в основному) – за допомогою екскаватора. При завантаженні в платформи таких самоскидів важких вантажів, (як, наприклад, камінь, мерзла земля тощо) виникають великі ударні навантаження на днище і борти платформи. Особливо важкі умови експлуатації вимагають *міцності* шасі і самоскидної установки.

**Будівельні автопоїзди–самоскиди великої вантажопідйомності.** Вони випускаються на базі вантажних автомобілів сімейств МАЗ і КрАЗ.

Використовують великовантажні самоскидні автопоїзди при організації масових перевезень насипних вантажів в містах і передмісті.

Маршрути прокладають по дорогах, які допускають осьові навантаження більше 100 кН. Відстань перевезень – 15...20 км.

Платформа як тягача, так і причепа повинна мати можливість розвантаження на *бічні сторони*.

За прийнятою класифікацією до цієї групи відносяться **кар’єрні самоскиди особливо великої вантажопідйомності**. До них відносяться: МАЗ–525, БелАЗ–540, БелАЗ–540А, БелАЗ–548А, БелАЗ–549, БелАЗ–7519, БелАЗ–752.

Вони *не призначені* для руху по *автомобільних* дорогах і тому на них не розповсюджуються вагові і габаритні обмеження. Їх експлуатують в умовах бездоріжжя (або на спеціально підготовлених трактах). Конструкція таких самоскидів відрізняється від конструкції дорожніх самоскидів.

### 7.3 Особливості розвантаження автомобілів–самоскидів

**Заднє розвантаження.** В закордонній практиці використовують безрамні напівпричепи–самоскиди несучої конструкції, які дозволяють значно знизити власну вагу самоскидного автопоїзда. Схема такого напівпричепа наведена на рис. 7.1.

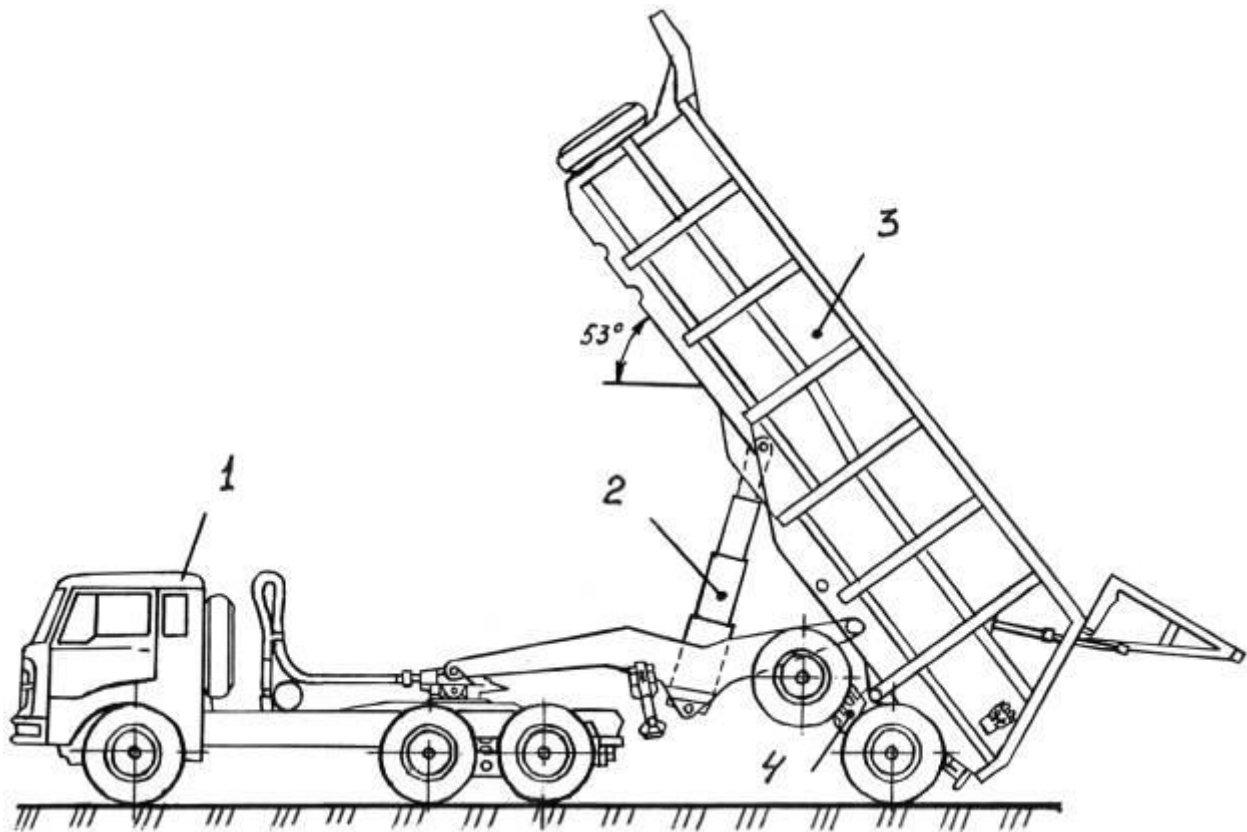


Рис. 7.1 Напівпричіп–самоскид з несучим кузовом “Carenzi” (Італія):  
1 – тягач; 2 – гідроциліндр; 3 – платформа (кузов); 4 – візок напівпричепа

При розвантаженні автопоїзда колеса автомобіля–тягача 1 загальмовуються і гідроциліндр 2, витягуючись, піднімає платформу 3, повертає її навколо задньої осі візка 4. При цьому візок підкочується до автомобіля і база автопоїзда скорочується (за подібною схемою працює напівпричіп–самоскид МАЗ–5232В, вантажопідйомністю 13,5 т).

Експлуатація автопоїздів з заднім розвантаженням пов’язана з декількома незручностями. Перш за все, при розвантаженні водій повинен провести ряд маневрів з застосуванням заднього ходу. При розвантаженні автомобіля його потрібно розташувати перед причепом так, щоб його повздовжня вісь (по відношенню до осі дишла причепа) знаходилась під кутом, близьким до прямого (див. рис. 7.2). Це можливо в тому випадку, якщо на причепі звичайне пряме дишло замінене на дишло, вигнуте у вертикальній площині (рис. 7.3), що забезпечує безперешкодне складання автопоїзда на розвантажувальному майданчику.

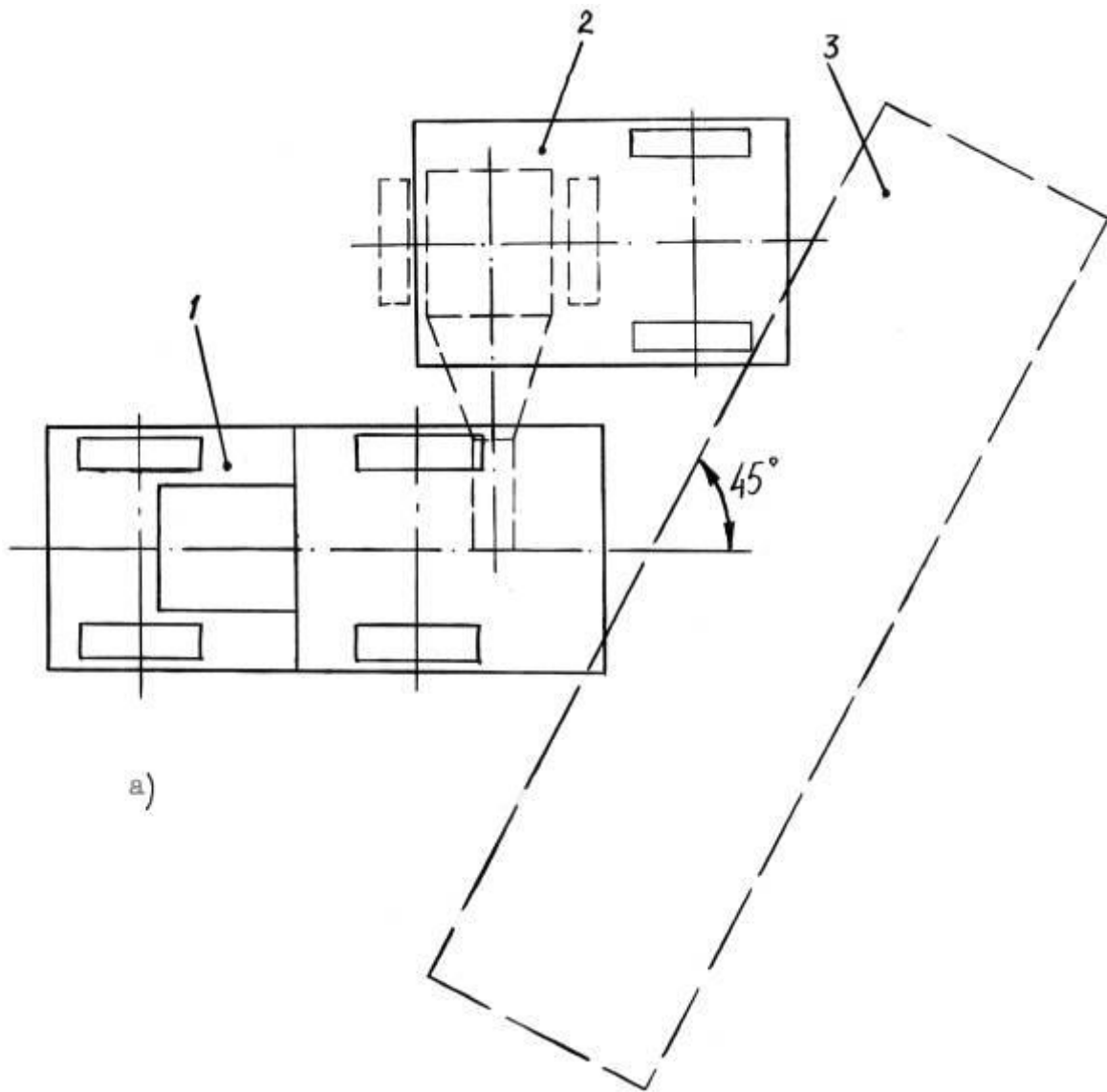


Рис. 7.2 Схема розвантаження ланок причіпного автопоїзда при задньому розвантаженні:

1 – автомобіль-самоскид; 2 – причіп-самоскид; 3 – майданчик для розвантаження

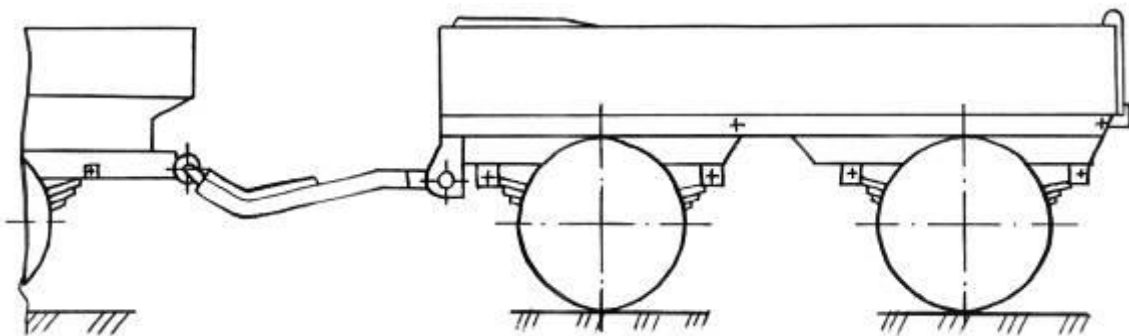


Рис. 7.3 Причіп-самоскид з вигнутим дишлом

Для закривання заднього борту використовується спеціальний пристрій, схема якого зображена на рис. 7.4.

Керування гаками 5 запорів заднього борту здійснюється за допомогою закріплених на нижній стороні основи платформи поперечних валів 9 і 3, зв'язаних між собою регульованою тягою 7 і скобою 8.

В свою чергу, запірні гаки 5 зв'язані з валом 3 за допомогою регульованих тяг 4 і скоб 6. При повороті вала 9 за годинниковою стрілкою проходить запирання борту, а при повороті проти – відпирання. Поворот вала 9 здійснюється вручну або за допомогою рукоятки 10, або автоматично за допомогою фасонного важеля 14.

Для автоматичного керування запорами заднього борту на надрамнику самоскида шарнірно закріплений вал 15 з кривошипом, який складається з важеля 13 і пальця з рухомою втулкою 12. За допомогою пружини 2, тяги 1 і важеля 16 вал кривошипом постійно повернутий вправо до упору хвостової частини важеля 13 в упорну пластину 11.

При підйомі платформи нижня частина фасонного важеля 14 взаємодіє з втулкою 12 і повертає вал 9 проти годинникової стрілки. Проходить відпирання гаків.

Якщо важіль 14 не може повернутись (наприклад, у випадку попадання сторонніх предметів між заднім бортом і платформою), спрацьовує запобіжний пристрій, проходить поворот валу 15 проти годинникової стрілки і деформація пружини 2. Таким чином виключається поломка деталей запірної пристрою.

Для ручного керування запорами заднього борта за допомогою рукоятки 10 необхідно відключити фасонний важіль 14 від валу 9. Для цього необхідно вилучити болт 18, тоді фасонний важіль 14 і жорстко з'єднана з ним втулка 17 будуть вільно обертатись на валу 9.

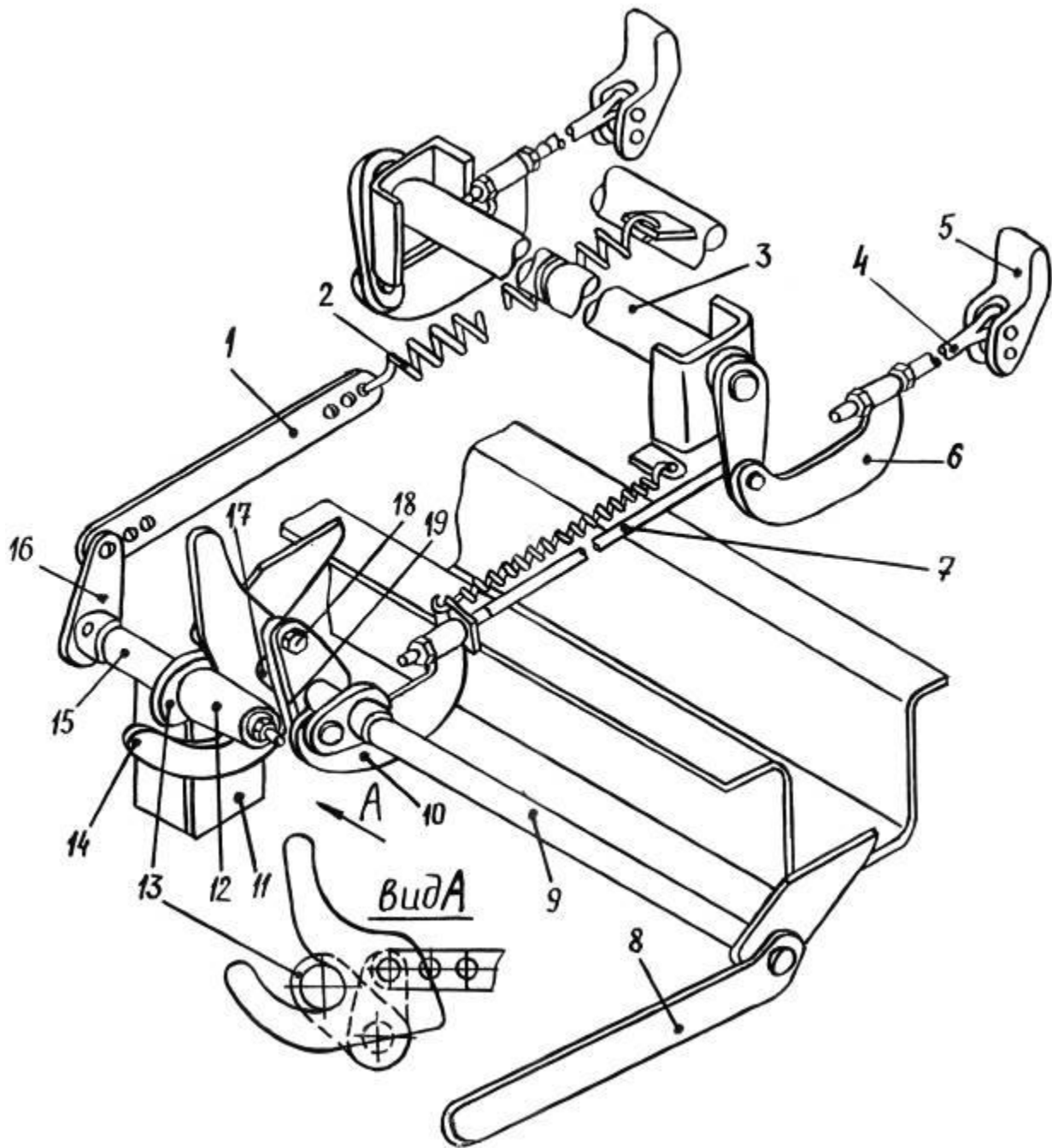


Рис. 7.4 Схема автоматичного керування запорами заднього борту автомобіля–самоскида ЗІЛ–ММЗ–4502 і його модифікації:

1, 4, 7 – тяги; 2 – пружина; 3, 9, 15 – вали; 5 – запірний гак; 6 – скоби;  
 10, 18 – рукоятка; 11 – упорна пластина; 12, 17 – втулки; 8, 13, 14, 16 – важелі;  
 19 – мазниця

**Бічне розвантаження.** Схеми розвантаження самоскидів наведені на рис. 7.5.а,б.

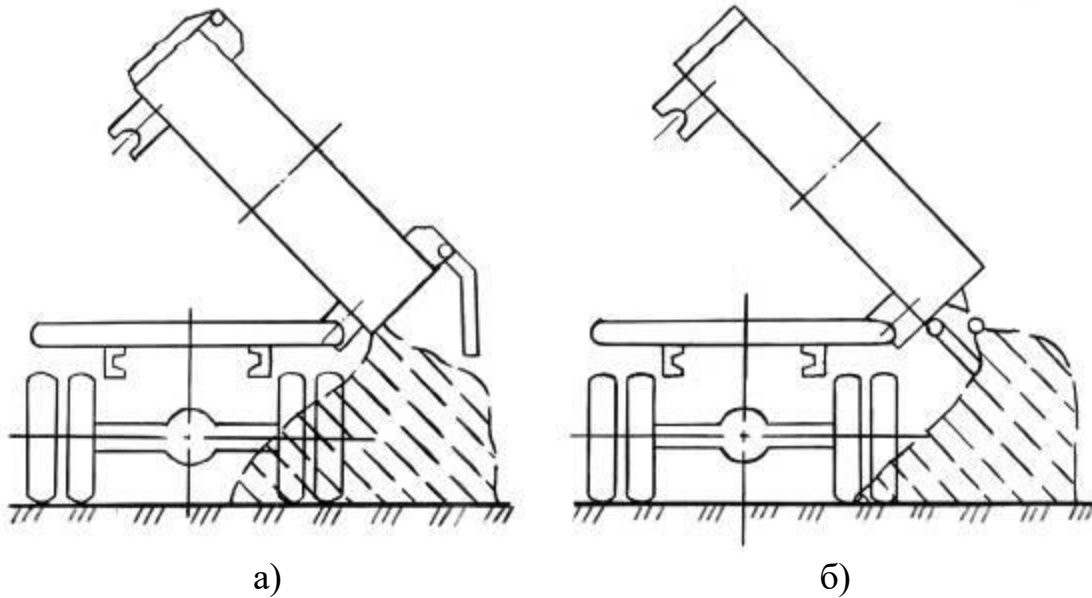


Рис. 7.5 Схеми розвантажування вантажу при бічному розвантаженні автомобіля-самоскида, що має платформу з боковим бортом:  
а – підвішеному на верхніх шарнірах; б – підвішеному на нижніх шарнірах

У випадку (б) при великому об'ємі вантажу значно зменшується частина вантажу, що попадає під колеса платформи.

Однак для такої схеми необхідно встановити пристрій для автоматичного закривання борту (через велику масу борту).

Пристрій для примусового закривання борту платформи самоскида зображено на рис. 7.6.

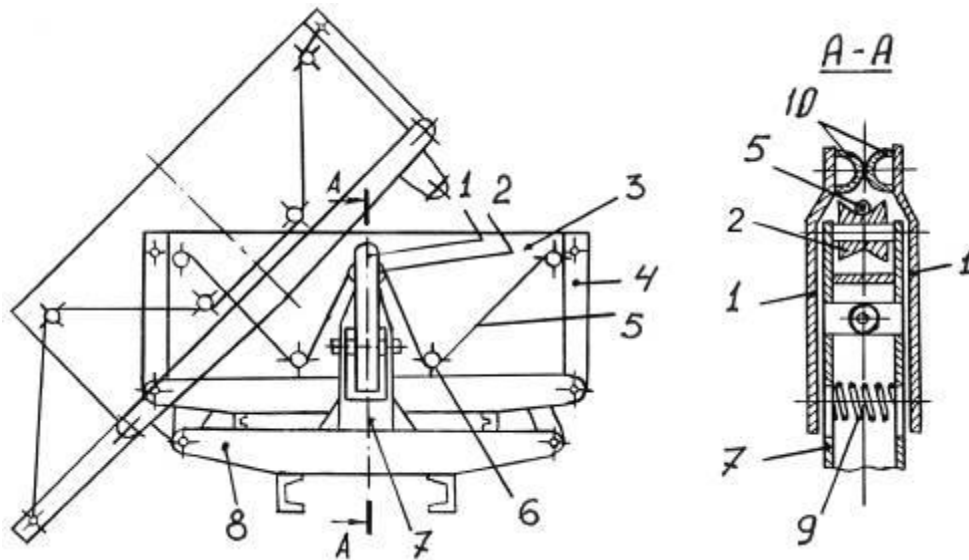


Рис. 7.6 Пристрій для примусового закривання бокового борту платформи самоскида:

1 – двоплечий важіль; 2 – натяжний ролик; 3 – торцевий борт; 4 – боковий борт;  
5 – трос; 6 – блок; 7 – центральна стійка; 8 – рама самоскида; 9 – пружина;  
10 – сектор

Пристрій складається із закріпленого у верхніх частинах бокових бортів 4 тросу 5, що огинає систему блоків 6, встановлених на торцевому борті 3 і натяжний ролик 2, встановлений на центральній стійці 7, яка жорстко закріплена на рамі 8. Для запобігання можливості зісковзування тросу 5 з ролика 2 на центральній стійці 7 шарнірно закріплені двоплечі важелі 1, між нижніми кінцями яких встановлена пружина 9, що викликає змикання верхніх кінців над тросом 5. На верхніх кінцях двоплечих важелів 1 закріплені сектори 10, що утримують трос від зісковзування.

При розвантаженні проходить перекидання платформи на бічну сторону і трос 5 послаблюється. Боковий борт 4 зі сторони розвантаження під дією сили тяжіння вантажу починає відкриватись. По мірі нахилу платформи трос під дією борту натягується і діє на сектори 10 двоплечих важелів 1, які розсуваючись і стискаючи своїми нижніми кінцями пружину 9, звільняють трос з-під зімкнутих секторів.

**Література:** [2], с.3...5, с.51...60; [3], с.110...112, с.121...126; [6], с.12...16; [7], с.51...58.

## 8 Компоновочні схеми самоскидів та причепів–самоскидів

Існує шість найбільш розповсюджених принципових схем самоскидів з гідравлічним підйомним механізмом. Схеми відрізняються між собою напрямком дії сили, яка виникає від ваги платформи, розташуванням гідроциліндра і будовою підйомного механізму (див. рис. 8.1).

### 8.1 Аналіз компоновочних схем самоскидів та причепів–самоскидів

Найбільшого розповсюдження набули самоскидні установки, які виконані за схемою 8.1.а. Платформа 1 розвантажується на одну сторону – назад; гідроциліндр 2 розташований під платформою і передає зусилля безпосередньо на її основу. Така схема застосовується у самоскидах, наприклад: ЗІЛ–ММЗ–555, ЗІЛ–ММЗ–4502, МАЗ–503А.

Самоскид виконаний за схемою, приведеною на рис. 8.1.б, має також розвантаження платформи 1 назад, але гідроциліндр 2 розташований між кабіною і платформою і діє на її передній борт. Така схема застосовується для самоскидів, які мають шасі з розташуванням кабіни над двигуном і приводом на задні колеса. При такій компоновці самоскидів для раціонального розподілення повної ваги між мостами доводиться суттєво зміщувати центр ваги платформи назад. При цьому утворюється зазор між кабіною і платформою, в якому легко можна розташувати гідроциліндр. Така компоновка має ряд *переваг*:

1) виключається зосереджена дія навантаження на несучу систему платформи, що дозволяє зменшити масу (металомісткість) платформи;

- 2) зменшення зусилля в гідроциліндрі (дозволяє при заданому тиску робочої рідини зменшити діаметр гідроциліндра);
- 3) зменшення кількості рухомих ланок в гідроциліндрі і відповідно кількості ущільнюючих вузлів;
- 4) полегшується доступ до гідроциліндра при обслуговуванні.

Наприклад, за такою схемою виконані самоскиди: КамАЗ–5511, КамАЗ–6505. *Недолік* схеми – при передньому розташуванні гідроциліндра можливе тільки одностороннє розвантаження платформи назад.

На рис. 8.1.в показана схема самоскидної установки для розвантаження платформи на *три* сторони. Гідроциліндр 2 розташований під платформою 1. Така самоскидна установка забезпечує найбільшу універсальність автомобіля–самоскида: він може працювати, як тягач з причепом–самоскидом (розвантаження на бічну сторону), так і одиночно (розвантаження назад і на бокові сторони). За такою схемою конструюються всі сільськогосподарські самоскиди (ЗІЛ–ММЗ–554, ЗІЛ–ММЗ–4504, КАЗ–4540). На цих самоскидах платформа має прямокутну форму і три борти, що відкриваються (два бічних і задній).

Самоскидна установка, показана на рис. 8.1.г, має розвантаження платформи тільки на дві бічні сторони (направо і наліво). Гідроциліндр 2 розташований під платформою 1. Така схема застосовується на автомобілях–самоскидах, які призначені для систематичної роботи з причепом–самоскидом.

Недолік (в порівнянні з схемою 8.1.в) – відсутність розвантаження назад обмежує експлуатаційні можливості автомобіля–самоскида при його роботі без причепа.

*Переваги* (в порівнянні з схемою 8.1.в):

- 1) більш проста конструкція платформи з жорстким (який не відкривається) заднім бортом;
- 2) передній і задній борти – уніфіковані;
- 3) платформа менш металомістка і трудомістка (у виготовленні);
- 4) при розвантаженні на бічну сторону значно менше, ніж при розвантаженні назад, навантажується рама шасі обертовим моментом, що дозволяє не використовувати надрамник.

Самоскид на рис. 8.1.д також з двостороннім розвантаженням платформи. Але, на відміну від схеми 8.1.г, він укомплектований двома гідроциліндрами, розташованими спереду і ззаду платформи. Гідроциліндри передають зусилля відповідно на передній і задній борти. Суттєві *переваги* такої схеми:

- 1) зниження зосередженого навантаження на основу платформи, що дозволяє зменшити металомісткість основи та загальну масу платформи;
- 2) хороший доступ до гідроциліндрів при їх обслуговуванні.

Таку схему доцільно використовувати, коли розташуванню гідроциліндра під платформою заважають агрегати шасі (карданний вал, задній міст, апарати гальмівної системи тощо).

*Недоліки:*

- 1) збільшується вартість системи (зі збільшенням числа гідроциліндрів);



2) знижується надійність роботи самоскида, тому що гідроциліндр найбільш слабке місце гідравлічно–підйомного механізму.

На рис. 8.1.е представлена схема самоскидної установки з важільною системою підйому платформи назад і поршневым гідроциліндром. Зусилля гідроциліндра передається не безпосередньо на днище платформи, а через систему важелів 3.

*Переваги* такої схеми:

- 1) горизонтальне розташування гідроциліндра покращує умови його компоновки;
- 2) поршковий гідроциліндр має значно простіше ущільнення штоку, який висувається, в порівнянні з ущільненням багатоступінчатого гідроциліндра, що збільшує надійність гідроприводу і дозволяє збільшити тиск;
- 3) важільна система запобігає боковому зміщенню платформи при розвантаженні назад, що підвищує бокову стійкість самоскида.

*Недоліки*: трудомісткість виготовлення і металомісткість конструкції.

На великовантажних причепах–самоскидах застосовуються здвоєні платформи з телескопічними гідроциліндрами, розташованими під центрами основ платформи (див. рис. 8.2.а).

Передня платформа розвантажується на дві бокові сторони, а задня – на три: дві бокові та задню. Розвантаження по черзі передньої і задньої платформ забезпечує стійкість причепа при розвантаженні на бокові сторони.

На рис. 8.2.б показана схема причепа–самоскида з гідроциліндрами, розташованими перед передніми і задніми бортами платформ. Обидві платформи розвантажуються тільки на бокові сторони. За такою схемою працюють сільськогосподарські тракторні причепа–самоскиди ММЗ–771Б (вантажопідйомність 9 т), ММЗ–768Б (вантажопідйомність 12 т).

На рис. 8.2.в показана самоскидна установка, в якій при розвантаженні платформа піднімається. Такі самоскиди застосовуються для завантаження напіввагонів, різноманітних бункерів, бетонозмішувачів, пристроїв для подрібнення каміння.

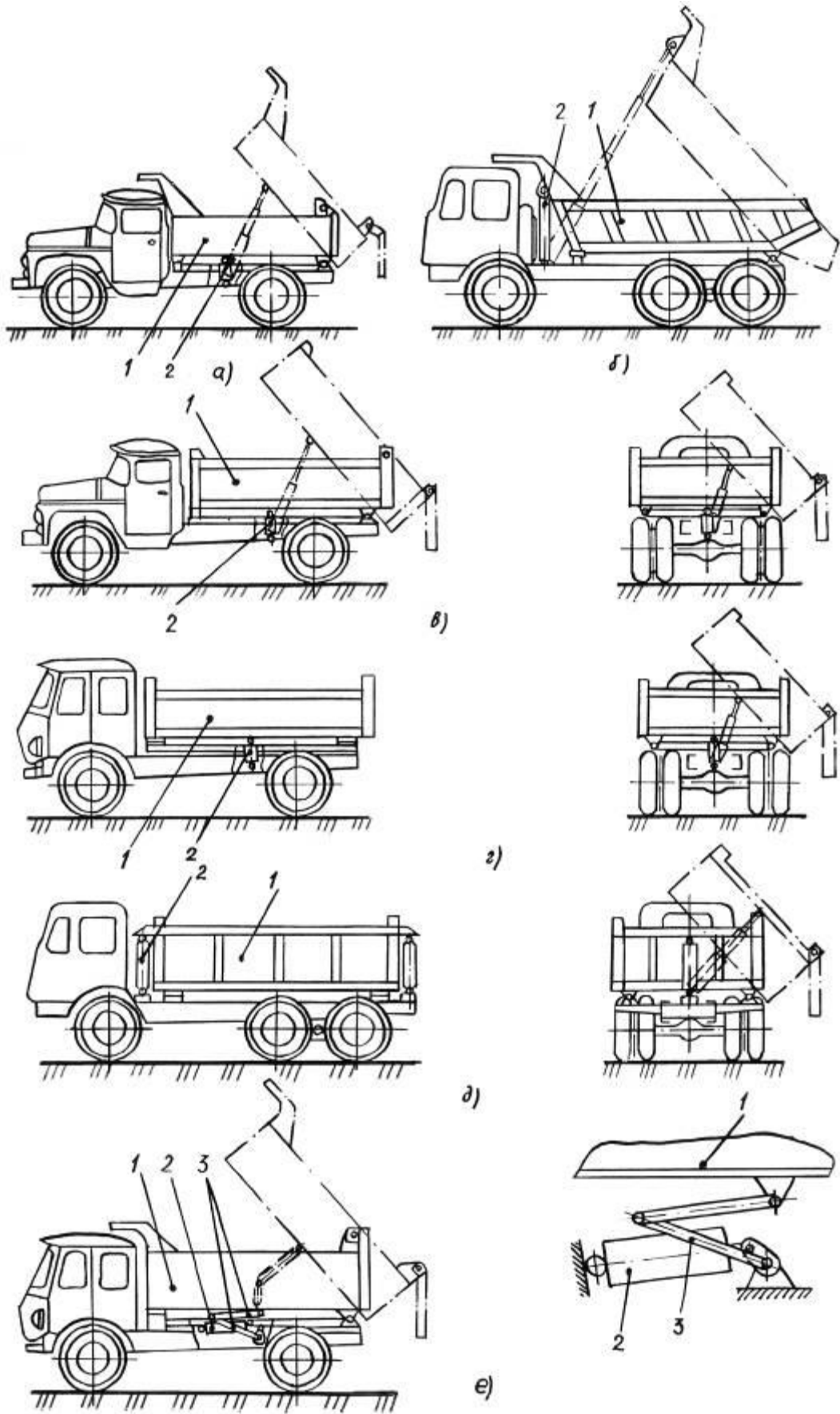


Рис. 8.1 Компонувочні схеми автомобілів-самоскидів:  
1 – кузов; 2 – гідроциліндр; 3 – важіль

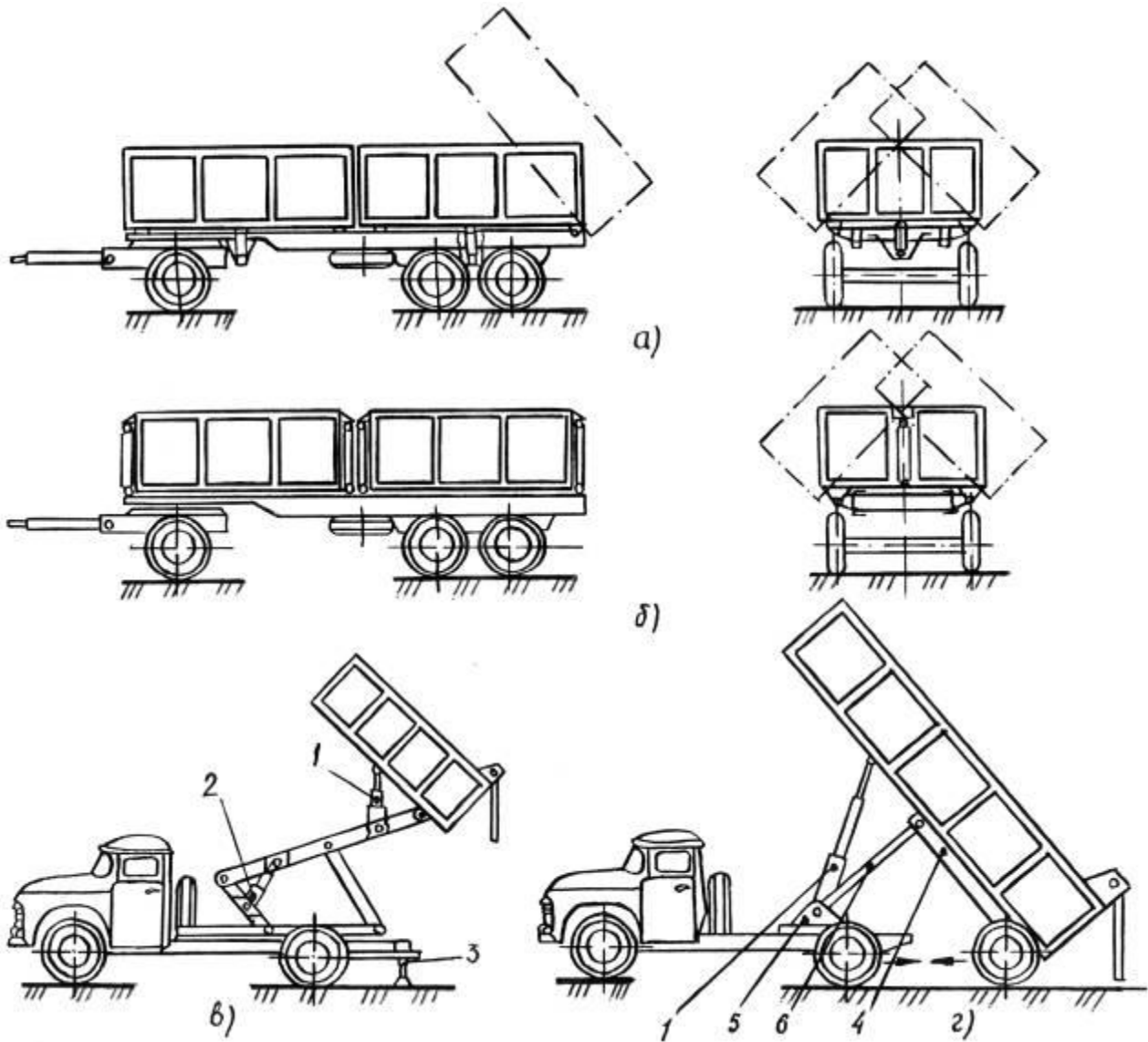


Рис. 8.2 Компоновочні схеми причепів–самоскидів, та автомобілів–самоскидів:  
 1, 2 – гідроциліндри; 3 – опорні гідроциліндри; 4 – рама; 5 – сідловий пристрій;  
 6 – шарнірна рама

Гідроциліндр 1, розташований під днищем, застосовується для підйому платформи. Другий гідроциліндр 2 служить для приведення в дію важільно-підйомного пристрою. Два опорних гідроциліндри 3 забезпечують стійкість самоскида при розвантаженні.

На рис. 8.2.г показана схема напівпричепа–самоскида з шарнірною рамою. Рама 4 напівпричепа з'єднана з сідловим пристроєм 5 шарнірною рамою 6. Для розвантаження гідроциліндр 1, закріплений на сідловому пристрої, піднімає передню частину напівпричепа. При цьому тягач підкочується до напівпричепа і вантаж висипається назад.

## 8.2 Самоскиди із знімними кузовами

Особливу групу складають самоскиди зі знімними кузовами (платформами), компоновочні схеми яких представлені на рис. 8.3.а,б.

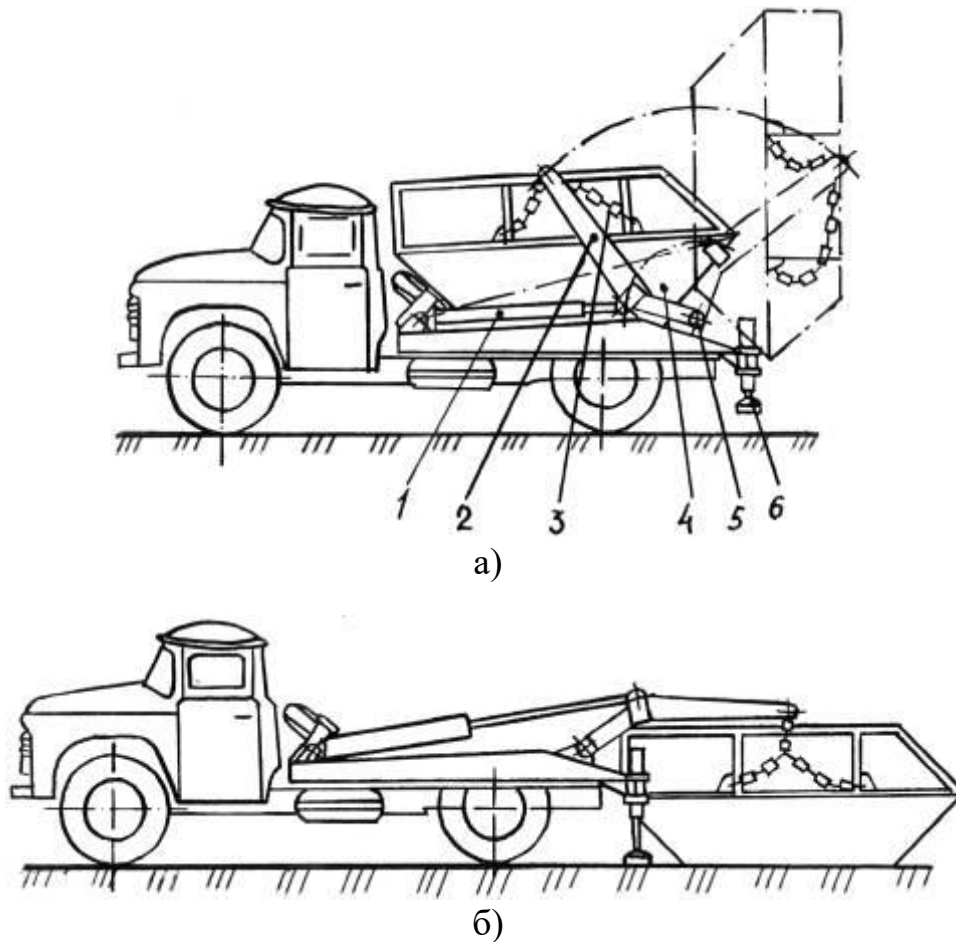


Рис. 8.3 Компоновочні схеми самоскидів зі знімними кузовами:

1 – гідроциліндри; 2 – важіль; 3 – ланцюг; 4 – платформа; 5 – шарнір; 6 – опорний гідроциліндр

Підйом платформи вгору здійснюється двома, горизонтально розташованими поршневыми гідроциліндрами двосторонньої дії 1, які діють на важелі 2. Важелі через ланцюги 3 повертають платформу 4 навколо шарнірів 5. При розмиканні шарнірів 5 платформа може бути знята на землю і поставлена назад за допомогою тих же гідроциліндрів 1, важелів 2 і ланцюгів 3. Для підвищення стійкості самоскида на задніх кінцях рами встановлені опорні гідроциліндри 6.

Інший конструктивний варіант показаний на рис. 8.4 (схема зі знімною платформою на шарнірній рамі).

На рамі самоскида закріплена трьохланкова шарнірна рама, яка складається із: задньої рами 1, з'єднаної з рамою автомобіля шарніром 2; передньої напіврамі 9, з'єднаної із задньою напіврамою шарніром 10; вертикального важеля 5, з'єднаного з передньою напіврамою шарніром 8. Платформа 4 встановлена на шарнірній рамі і утримується гаком 6. Підйом платформи разом з шарнірною рамою здійснюється поршневим гідроциліндром 11 двосторонньої дії. При цьому шарнір 10 має бути

заблокованим. Для зняття платформи другий гідроциліндр 7 повертає вертикальний важіль 5, при цьому платформа відкочується назад на роликах 3, закріплених на рамі. Потім під дією гідроциліндра 11 повертається передня напіврама 9 навколо шарніра 10 і зіштовхує платформу на землю. Для переміщення платформа має валик 12. Встановлення платформи в транспортне положення проходить в зворотній послідовності.

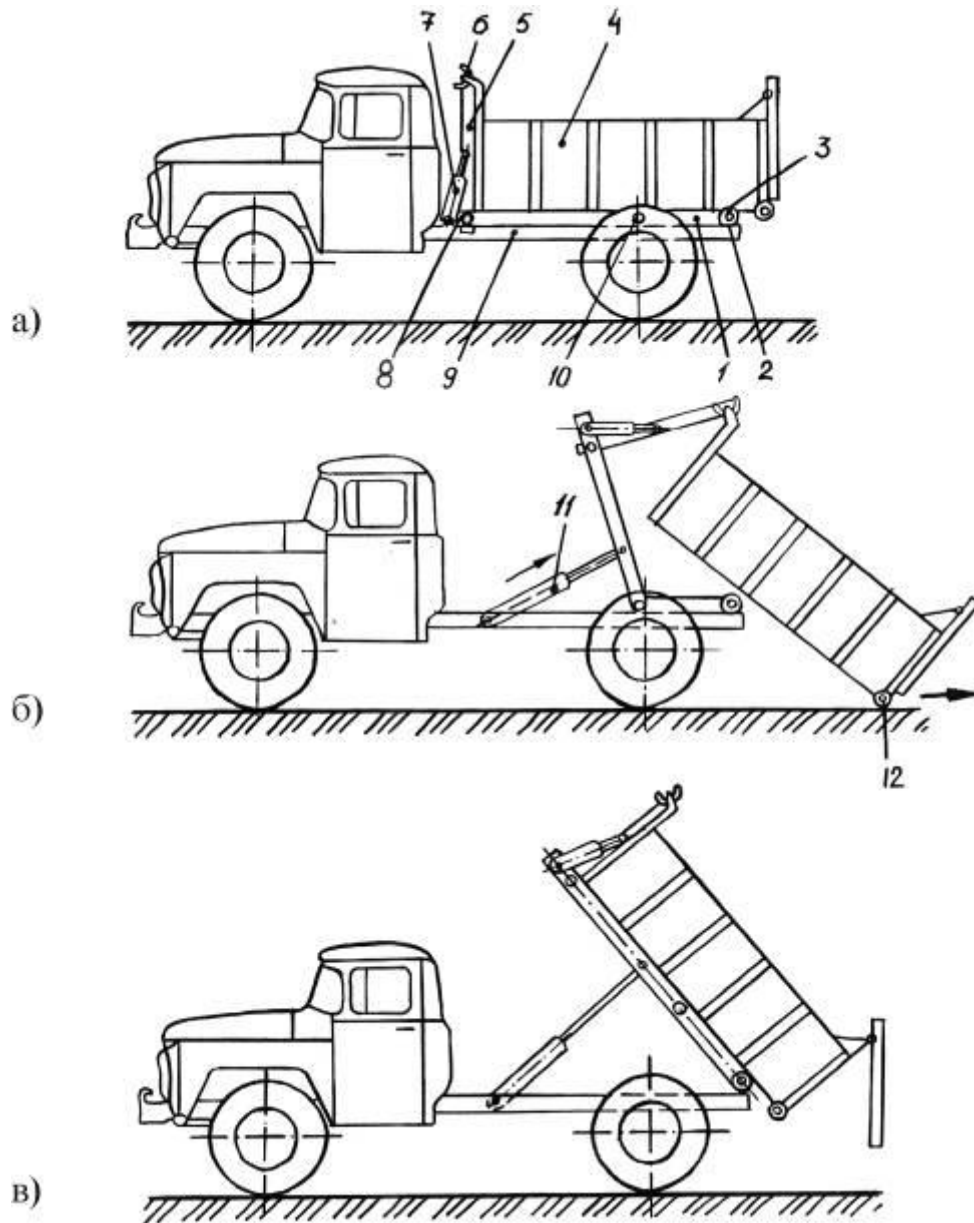


Рис. 8.4 Схема розвантаження самоскида зі знімною платформою на шарнірній рамі:

1 – задня рама; 2, 8, 10 – шарніри; 3 – ролик; 4 – платформа (кузов); 5 – важіль; 6 – гак; 7, 11 – гідроциліндри; 9 – передня напіврама; 12 – валик

### 8.3 Самоскиди зі знімними кузовами–контейнерами

Найбільше розповсюдження отримали системи “Multilift” (Фінляндія) (див. рис. 8.5).

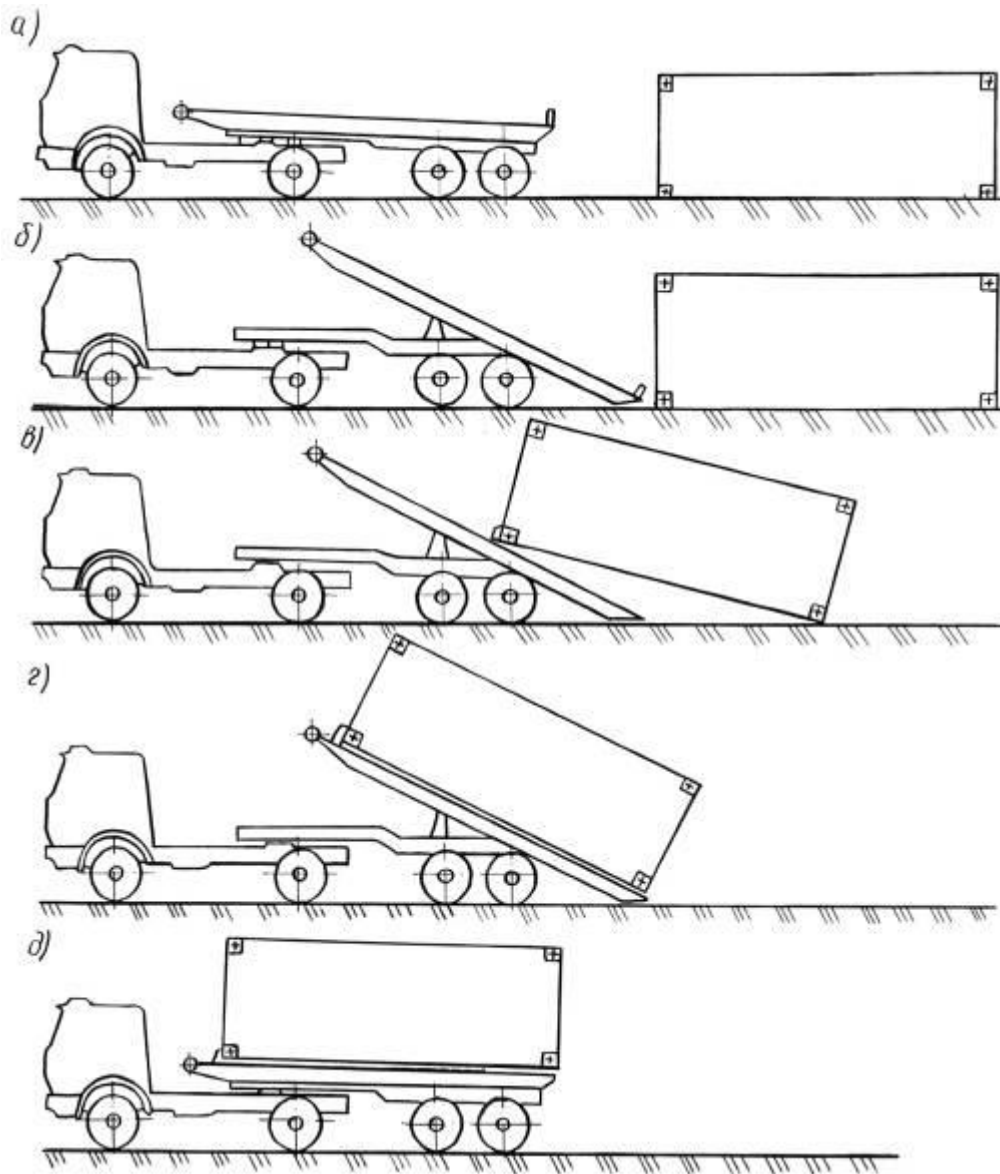


Рис. 8.5 Схема завантаження контейнера на напівпричіп за допомогою системи “Multilift”:

а – під’їзд автопоїзда до контейнера; б – перекидання надрамника і замикання замків запірною пристрою з кутовими вузлами контейнера; в – підкат напівпричепа до контейнера; г – закріплення контейнера лебідкою до упору на надрамнику; д – замикання замків запірною пристрою на задніх кутах контейнера

Завантаження контейнера здійснюється наступним чином. Автомобіль–тягач з напівприцепом подають заднім ходом до контейнера, який розташований на землі. Надрамник подають назад і перевертають його до зіткнення з землею. Потім транспортний засіб подають назад до тих пір, поки штирі запірною пристрою не ввійдуть в кутові вузли контейнера, після чого водій зачинає замки. Транспортний засіб підкочують під контейнер. Контейнер рухається по надрамнику до упору, після чого замикається замковий пристрій на задніх кутах контейнера. Транспортний засіб готовий до руху. Спуск контейнера проходить в зворотному порядку.

#### 8.4 Надрамник

При використанні шасі бортового вантажного автомобіля для самоскидів раму підсилюють додатково проміжною рамою – *надрамником*. Надрамник автомобіля–самоскида ЗІЛ–ММЗ–4502 і його модифікацій (див. рис. 8.6) складається із двох лонжеронів 7 і 13 швелерного перерізу, з'єднаних між собою двома поперечними балками 3, 5 і трубою 10.

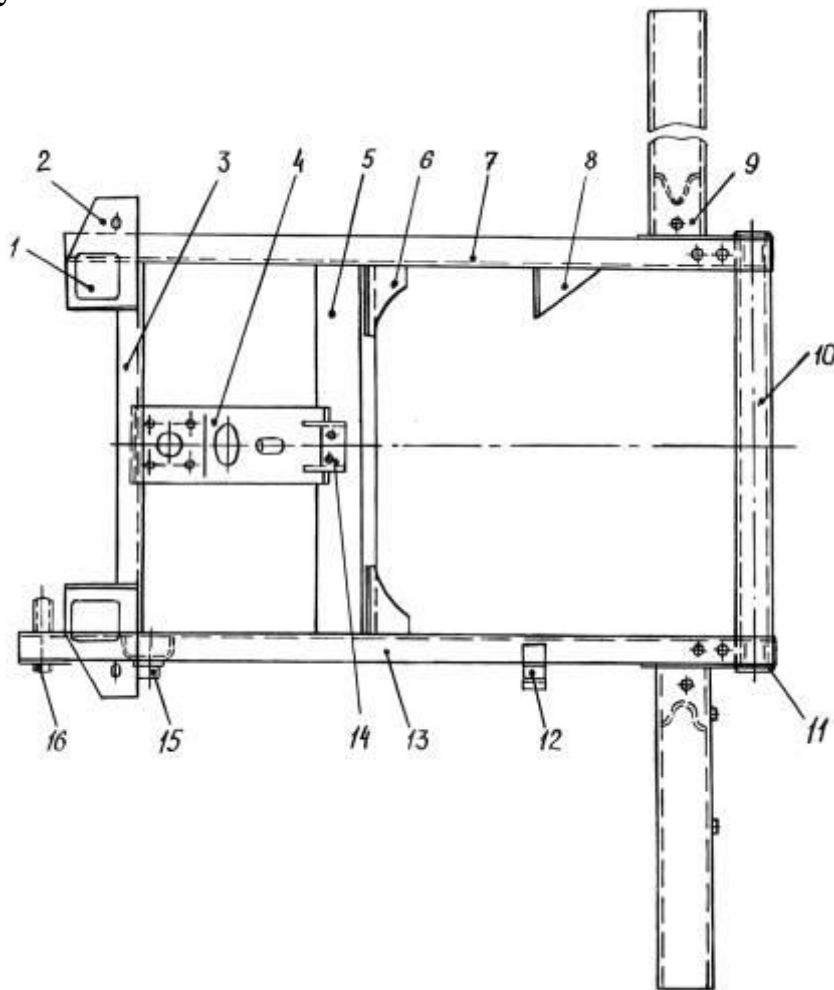


Рис. 8.6 Надрамник автомобіля–самоскида ЗІЛ–ММЗ–4502 і його модифікацій:  
 1 – опора; 2 – накладка; 3 – передня балка; 4 – кронштейн нижньої опори гідроциліндра; 5 – середня поперечна балка; 6 – косинка; 7, 13 – лонжерони; 8 – кронштейн кріплення бризковловлювача, задніх ліхтарів і номерного знаку; 9 – кронштейн; 10 – труба; 11, 16 – втулки; 12 – кронштейн фіксації упора платформи в транспортному положенні; 14 – кронштейн обмежувального клапана; 15 – вісь упора платформи

До лонжеронів приварені накладки 2 з металевими опорами 1, на які спирається платформа і кронштейни 9 для кріплення бризковловлювачів. На кінцях труби 10 запресовані металокерамічні втулки 11, в яких повертається вал перекидання платформи.

**Література:** [3], с.174...182; [6], с.61...68.

## 9 Самоскидні платформи (кузови)

### 9.1 Типи кузовів кар'єрних автомобілів–самоскидів

При проектуванні автомобіля–самоскида задаються метою зробити кузов, як можна коротшим. Це пояснюється тим, що при короткому кузові знижується зусилля, необхідне для підйому, покращується маневреність автомобіля–самоскида і зменшується його маса.

Самоскиди, призначені для перевезень сипучих вантажів, які мають великий кут природного відкосу (наприклад, вологий ґрунт, глина, вугілля, крейда, руда і шлаки). При перевезенні вантажів на міжміських маршрутах вони обладнуються кузовами без заднього борту. При цьому задня частина днища кузова припіднята з метою запобігання падіння вантажу на задні колеса. Такі кузова називаються кузовами *ковшового* типу.

Кузови самоскидів, які завантажуються екскаваторами, підсилюються бічними стійками коробчатого перерізу і в багатьох випадках мають захисні “козирки” над кабіною водія.

Кузови кар'єрних самоскидів мають днище не тільки з припіднятою задньою частиною (ковшовий тип, рис. 9.1.б), але з похилою основною частиною вперед. Нахил днища вперед робиться з метою зниження центра ваги самоскида і збільшення навантаження на його передню вісь. Такі кузова називаються кузовами *совкового* або *V-подібного* типу (рис. 9.1.а). Вони дозволяють здійснювати повніше розвантаження.

Щоб виключити примерзання вологих вантажів або розчинів кузовами деяких самоскидів мають пристрої для підігріву днища. В цьому випадку його виготовлять *подвійним*, а між стінками циркулюють відпрацьовані гази двигуна. Підігрів днища застосовують як на будівельних, так і на кар'єрних самоскидах.

Вага кузова складає значну долю загальної маси самоскида. В зв'язку з цим приділяється увага зменшенню маси кузова при збереженні його міцності і достатньої довговічності. Це досягається використанням безрамних кузовів із високоміцної сталі або заміною деталей з чорних металів легкими сплавами та пластмасами.

Зарубіжні фірми випускають самоскиди з кузовами з алюмінієвого сплаву. Це цільнозварні конструкції (зварювання в середовищі аргону) з листа товщиною 3...4 мм.

*Переваги:*

- менша маса;
- корозійна стійкість;
- зниження собівартості перевезень.

*Недоліки:*

- висока вартість ремонту.



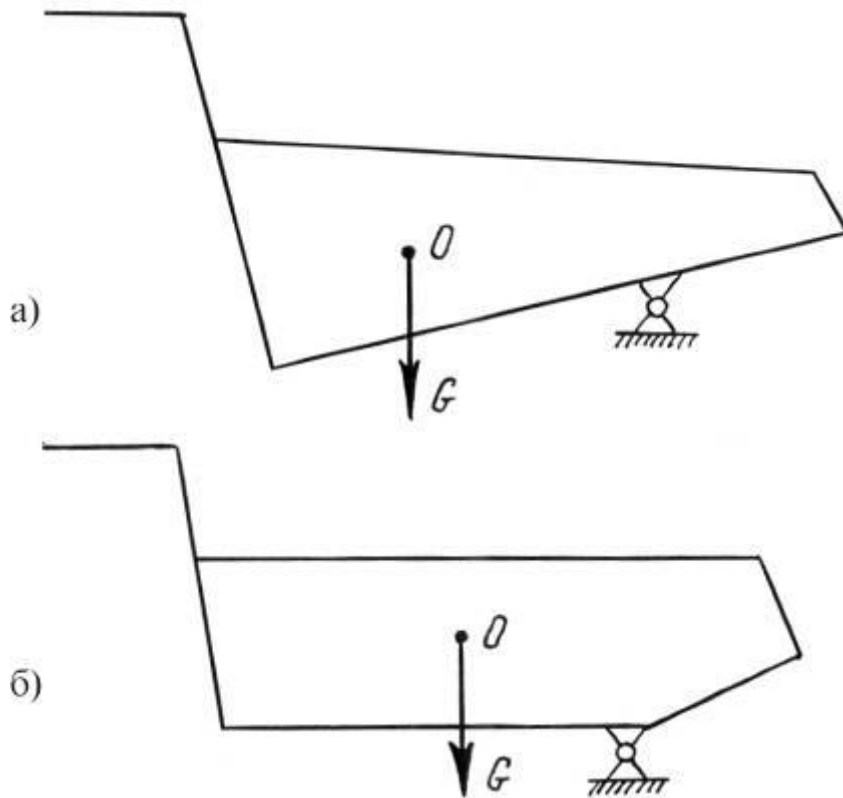


Рис. 9.1 Схеми кузовів кар'єрних автомобілів–самоскидів:  
а – совкового або V-подібного; б – ковшового

## 9.2 Аналіз конструкції платформ (кузовів) самоскидів

На рис. 9.2.а показана схема платформи з одностороннім розвантаженням *назад*. Бокові борти 1 і передній борт 2 жорстко з'єднані між собою і з основою платформи, утворюючи загальну несучу систему. Задній борт 3 відкривається. Гідроциліндр 4 розташований під платформою. При підйомі він діє на раму, що складається із повздовжніх 6 і поперечних 5 балок. Далі навантаження передається на несучі бічні борти 1.

На мал. 9.2.б представлена схема платформи з одностороннім розвантаженням *назад*, але гідроциліндр в цьому випадку розташований попереду (між кабіною і платформою). Передні 2 і бокові борти жорстко з'єднані між собою і з основою платформи. Задній борт на платформах багатьох моделей такого типу відсутній. Зусилля від гідроциліндра 4 передається на передній борт 2, а через нього на бічні борти 1 і поперечні балки 5 основи платформи.

На рис. 9.2.в приведена схема платформи, яка має двостороннє розвантаження на бічні сторони. Передній борт 2 і задній 3 жорстко з'єднані з основою платформи. Відкриваючись, бічні борти 1 в роботі участі не беруть. Гідроциліндр 4 розташований під платформою. При підйомі платформи гідроциліндр 4 діє на поперечні 5 і повздовжні 6 балки основи платформи. Далі навантаження передається на несучі передні 2 і задні 3 борти.

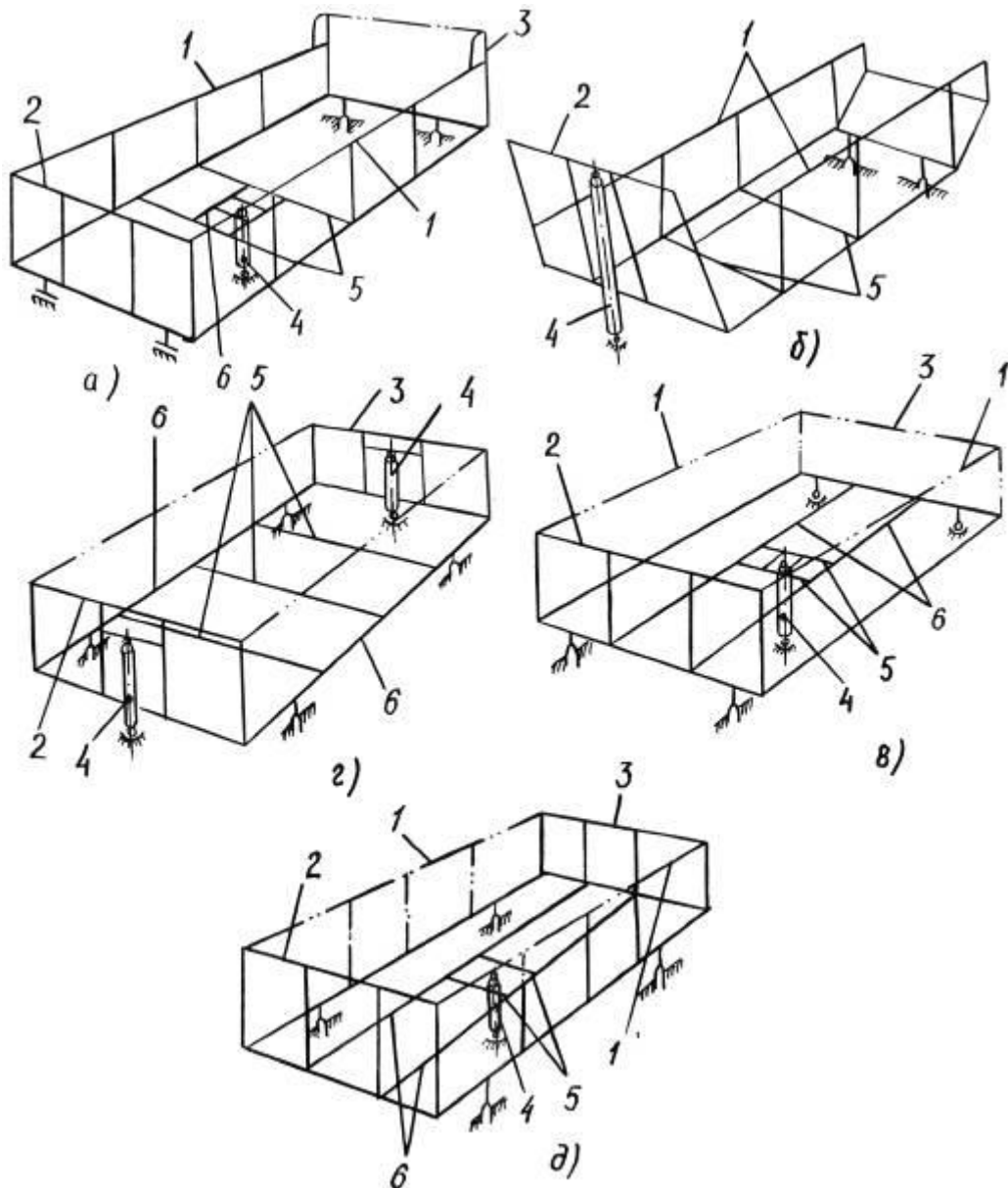


Рис. 9.2 Принципові схеми платформ (кузовів) самоскидів

На рис. 9.2.г показана схема, яка відрізняється від попередньої тим, що два гідроциліндри 4 розташовані перед переднім 2 і заднім 3 бортами. Навантаження від гідроциліндрів 4 передається на борти 2 і 3, а через них на поздовжні 6 і поперечні 5 балки основи платформи.

Платформа, схема якої зображена на рис. 2.9.д, має жорстке з'єднання з основою платформи тільки за рахунок переднього борту 2. Бічні борти 1 і задній борт 3 відкриваються і в роботі участі не беруть. Гідроциліндр 4 розташований під кузовом.

Очевидно, що платформи, виконані за схемою 9.2.а, мають *найбільшу міцність і жорсткість*, тому що в них єдина просторова несуча конструкція, утворена основою платформи і трьома бортами, які жорстко з'єднані між собою.

*Найменш раціональною* є схема, зображена на рис. 9.2.д, де відкривається три борти, які не сприймають навантаження. Все навантаження від зусилля гідроциліндра

сприймають поперечні та повздовжні балки основи платформи, що вимушує підвищувати їх міцність за рахунок збільшення металомісткості.

### 9.3 Схеми підйомних механізмів самоскидів

Гідроциліндри розташовуються на рамі самоскида під кузовом (у передній частині рами) або на передньому борті кузова.

При розташуванні гідроциліндра під кузовом остання рухома ланка шарнірно з'єднується з днищем кузова (див. рис. 9.3.а). При розташуванні гідроциліндра в передній частині рами остання рухома ланка розташована на борті кузова (див. рис. 9.3.б).

Із зміною кута  $\beta$  змінюються кут  $\alpha$  та плечі  $a$  і  $b$ . Таким чином, для кожного  $\beta$  зусилля  $Q$  і тиск в циліндрі будуть різними.

Без урахування тертя в циліндрах і шарнірах можна записати наступне рівняння моментів відносно точки  $O_2$  (див. рис. 9.3.а):

$$Qb_1 = Ga, \quad (9.1)$$

$$Q = \frac{Ga}{b_1}. \quad (9.2)$$

Тиск в гідроциліндрі:

$$P = \frac{Q}{F}, \quad (9.3)$$

де  $F$  – сумарна площа циліндрів,  $m^2$ .

У випадку застосування двох циліндрових підйомних механізмів при визначенні зусиль на штоку кожного окремого циліндра необхідно враховувати, що це зусилля буде в 2 рази меншим сумарного зусилля на кузов.

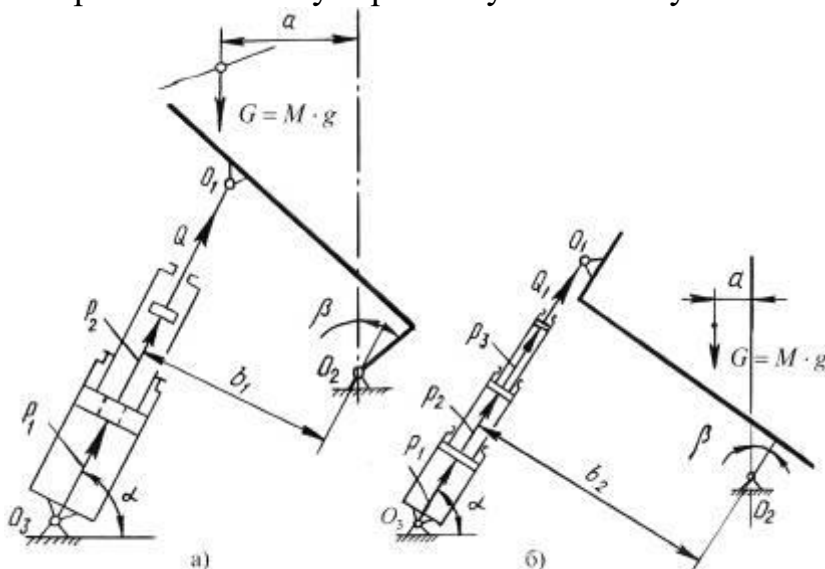


Рис. 9.3 Схеми розташування підйомних механізмів самоскидів з розміщенням циліндрів:

а – під кузовом; б – в передній частині рами;

$M$  – маса вантажу і кузова;  $Q$ ,  $Q_1$  – сумарні зусилля на штоках гідроциліндрів;  $a$ ,  $b_1$  і  $b_2$  – плечі, на які діють  $G$ ,  $Q$ ,  $Q_1$ ;  $\alpha$  – кут підйому гідроциліндра;  $\beta$  – кут

підйому кузова

Тиск мастила в циліндрах буде рівним сумарному зусиллю, поділеному на площу обох циліндрів.

*Перевагою* розташування гідравлічних циліндрів в передній частині рами або на передньому борту кузова є зниження необхідного зусилля для підйому тієї ж сумарної маси вантажу і кузова.

В цьому випадку рівняння моментів відносно т.  $O_2$  (див. рис. 9.3.б) матиме вигляд:

$$Q_1 b_2 = Ga, \quad (9.4)$$

$$Q_1 = \frac{Ga}{b_2}. \quad (9.5)$$

Звідси:

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{b_1}{b_2}. \quad (9.6)$$

Таким чином, необхідне сумарне зусилля обернено пропорційне відношенню плечей моменту, тобто менше в стільки разів, у скільки більше плече  $b_2$  за плече  $b_1$ .

На автомобілях–самоскидах великої вантажопідйомності застосовують *телескопічні* гідроциліндри.

Основними *перевагами* телескопічних підйомних механізмів є:

- малі габарити (в транспортному положенні);
- можливість створення великого сумарного ходу гідроциліндра, що забезпечує будь–яке розташування підйомного механізму на рамі автомобіля і великі кути підйому кузова.

Визначення реактивних зусиль спрощується, якщо припустити, що несуча система повздовжньосиметрична. Для цього, крім симетрії геометричних розмірів, повинна витримуватись симетрія і жорсткість параметрів (наприклад, жорсткість шин і ресор лівого і правого бортів повинна бути однаковою).

Використовуючи таку симетрію, розглянемо *ідеальний* випадок розвантаження самоскида, коли всі чотири опорні точки розташовуються в горизонтальній площині, а центр маси платформи з вантажем (як в початковому положенні, так і в процесі розвантаження) знаходиться в площині симетрії автомобіля (див. рис. 9.4), що можливе тільки при розвантаженні назад. В цьому випадку в опорних точках практично діють тільки вертикальні реакції  $R_{zA} = R_{zB} = 0,5R_{II}$ ;  $R_{zC} = R_{zD} = 0,5R_{III}$ .

Рівнодіючі на передньому  $R_{II}$  і задньому  $R_{III}$  мостах легко визначити із умов рівності нулю суми моментів цих сил і ваги  $G$  відносно осей  $AB$  і  $CD$ .

$$R_{II} = \frac{G(L-l)}{L}, \quad (9.7)$$

$$R_{III} = \frac{Gl}{L}. \quad (9.8)$$

В ідеальному випадку розвантаження зусилля в підйомному механізмі визначається за формулою:

$$Q_{п.м} = \frac{G(L + S - l)}{f}. \quad (9.9)$$

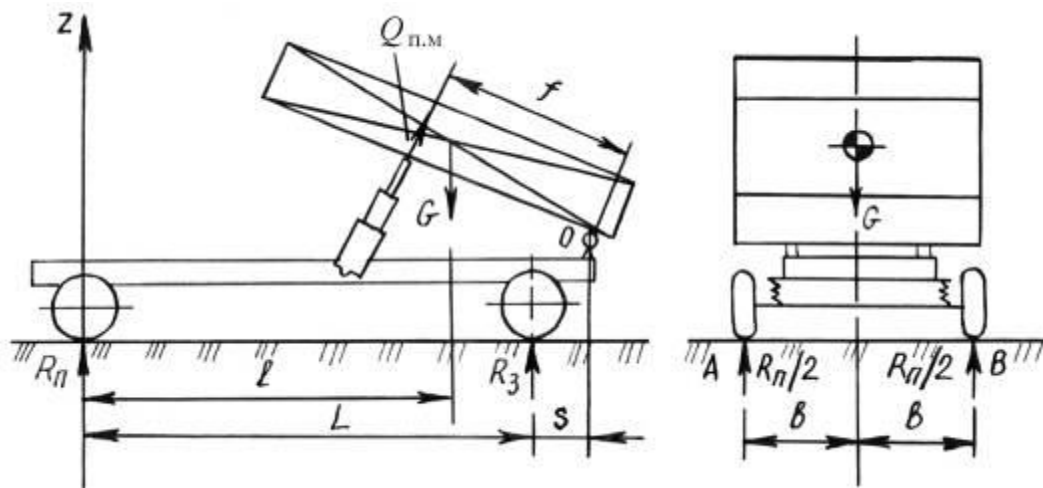


Рис. 9.4 Ідеальний випадок розвантаження самоскида

Література: [3], с.112...115, с.117...120; [6], с.7...9, с.140...144

## 10 Вибір об'єму кузова та гідравлічні схеми підйомних механізмів автомобілів–самоскидів

### 10.1 Вибір об'єму кузова самоскида

При проектуванні кузова самоскида велике значення має правильне встановлення його об'єму і геометричних розмірів. Об'єм кузова обумовлюється об'ємною масою насипних (навалочних) вантажів, які перевозяться. Геометричний об'єм (повний об'єм) кузова може бути розрахований найбільш точно, якщо виходити з того, що всі сипучі вантажі практично завантажуються з “шапкою”, тобто при механізованому способі завантаження утворюється пірамідно-подібне підвищення від бортів до центру (див. рис. 10.1). При цьому висота “шапки” буде залежати від кута природного відкосу вантажу і обмежуватись заданою вантажопідйомністю самоскида або причепа–самоскида.

Об'єм вантажу, який *планується* перевозити:

$$V_{в} = \frac{q}{\rho}, \quad (10.1)$$

або

$$V_{в} = V_{п} + V_{ш}. \quad (10.2)$$

Тоді:

$$V_{п} = \frac{q}{\rho} - V_{ш}, \quad (10.3)$$

де  $V_{в}$  – об'єм вантажу, який перевозиться, м<sup>3</sup>;

$q$  – вантажопідйомність, кг;

$\rho$  – густина вантажу, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{\text{ш}}$  – об’єм “шапки” вантажу, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{р}}$  – робочий об’єм кузова, м<sup>3</sup>.

Об’єм всякої піраміди рівний 1/3 добутку площі основи на висоту:

$$V_{\text{ш}} = \frac{1}{3} S h_{\text{ш}}, \quad (10.4)$$

де  $S$  – площа основи кузова, м<sup>2</sup>.

Приймемо *припущення*, що в основі піраміди лежить *квадрат* із стороною, яка рівна внутрішній ширині кузова  $b$ , тоді

$$h_{\text{ш}} = \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha, \quad (10.5)$$

де  $\alpha$  – кут природнього відкосу вантажу.

Тоді

$$V_{\text{ш}} = \frac{1}{3} S \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha, \quad (10.6)$$

$$V_{\text{р}} = \frac{q}{\rho} - \frac{1}{3} S \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha. \quad (10.7)$$

Робочий об’єм може бути виражений через

$$V_{\text{р}} = S(h - h_1), \quad (10.8)$$

де  $h$  – висота борту кузова, м.

Оскільки величина  $h_1$  в залежності від виду вантажу і дорожніх умов експлуатації рухомого складу знаходиться в межах 0,05...0,15 м, то

$$V_{\text{р}} = S(h - 0,1). \quad (10.9)$$

Із рівнянь 7 і 9 слідує:

$$Sh - 0,1S = \frac{q}{\rho} - \frac{1}{3} S \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha, \quad (10.10)$$

$$Sh = \frac{q}{\rho} - S \left( \frac{b \cdot \operatorname{tg} \alpha}{6} - 0,1 \right). \quad (10.11)$$

Так як  $Sh = V_{\text{к}}$ , то

$$V_{\text{к}} = \frac{q}{\rho} - S \left( \frac{b \cdot \operatorname{tg} \alpha}{6} - 0,1 \right). \quad (10.12)$$

де  $V_{\text{к}}$  – геометричний (повний) об’єм кузова, м<sup>3</sup>.

З отриманої формули геометричного об’єму кузова самоскида витікає, що об’єм фактично розташованого вантажу  $V_{\text{в}}$  може *перевищувати* геометричний об’єм кузова на величину, яка залежить від кута природнього відкосу сипучого матеріалу. Наприклад, при куті  $\alpha = 30^\circ$  (в спокої), об’єм фактично розташованого вантажу на 20...25% може бути більшим геометричного об’єму кузова.

Цю властивість насипних вантажів необхідно враховувати при проектуванні кузовів самоскидів, щоб *уникнути* в експлуатації систематичного *перевантаження* рухомого складу.

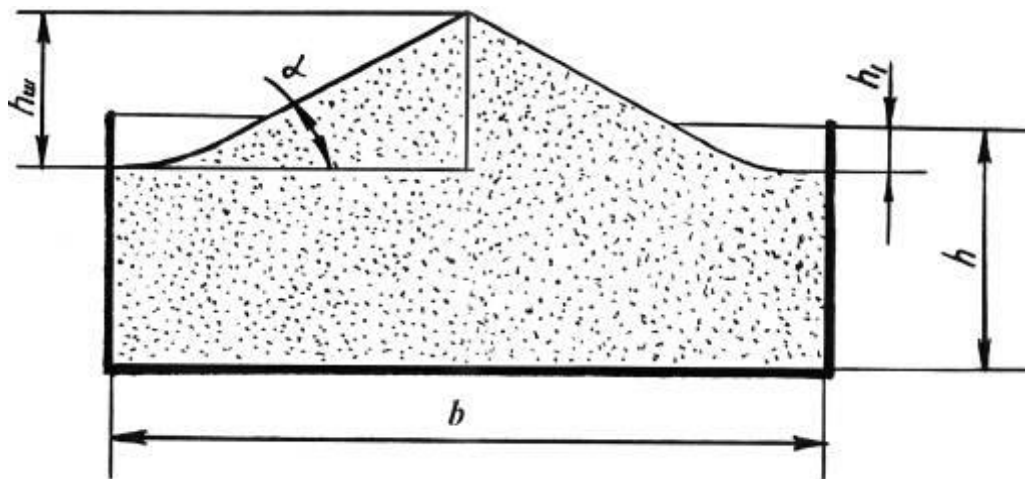


Рис. 10.1 Схема розташування вантажу в кузові самоскида

## 10.2 Гідравлічні схеми підйомних механізмів самоскидів

Гідравлічна схема підйомного механізму автомобіля-самоскида ЗІЛ-ММЗ-554М представлена на рис. 10.2.

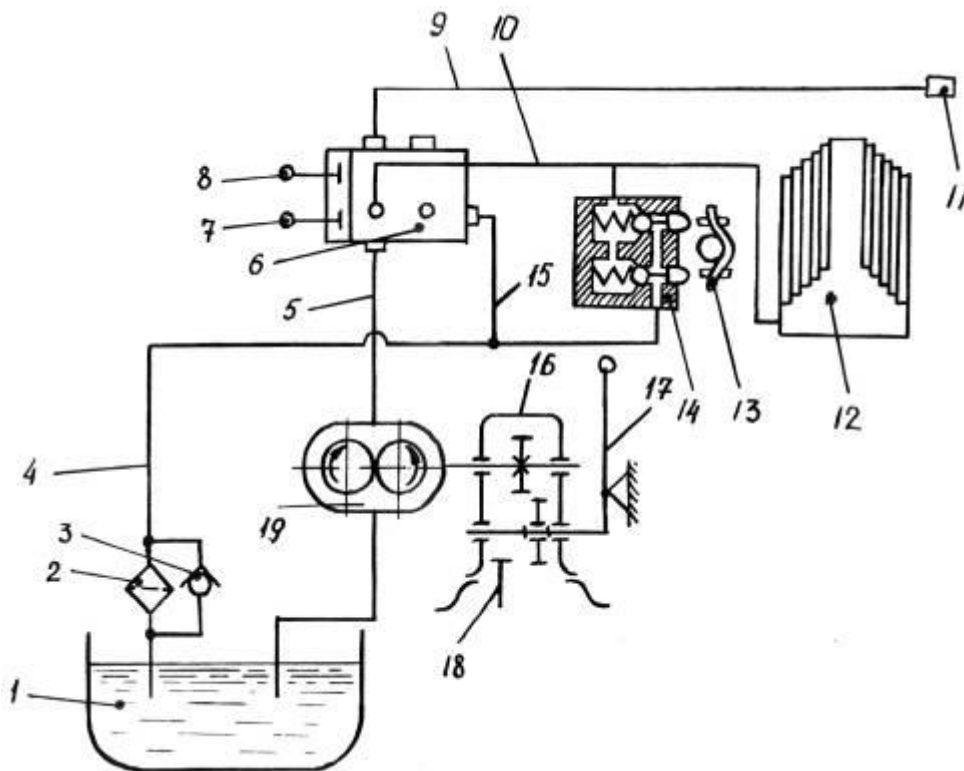


Рис. 10.2 Гідравлічна схема підйомного механізму автомобіля-самоскида ЗІЛ-ММЗ-554М:

1 – бак; 2 – фільтр тонкої очистки; 3 – редукційний клапан; 4, 15 – трубопроводи; 5 – трубопровід високого тиску; 6 – гідророзподільник; 7, 8 – рукоятки гідророзподільника; 9, 10 – нагнітальні трубопроводи; 11 – запірний пристрій; 12 – гідроциліндр; 13 – обмежувач коромисла; 14 – обмежувальний клапан; 16 – коробка відбору потужності (КВП); 17 – важіль КВП; 18 – шестерня заднього

ходу; 19 – помпа

Для керування підйомом і опусканням платформи автомобіля і причепа в кабіні водія праворуч від важеля переключення передач встановлений важіль КВП 17. Між ним і сидінням водія розташовані дві рукоятки гідророзподільника (7 і 8). Важіль 17 може бути встановлений в *двох* положеннях:

- а) переднє (КВП відключена, помпа не працює);
- б) заднє (КВП включена, помпа працює).

Передня рукоятка 7 гідророзподільника призначена для керування підйомом і опусканням платформи самоскида, а задня 8 – причепа–самоскида.

При переведенні важеля 17 назад (на мал. вправо) проміжна шестерня входить в зачеплення з шестерню 18 блока шестерень заднього ходу коробки передач і КВП включається.

Одночасно починає працювати з'єднаний з КВП помпа 19. З нього робоча рідина по трубопроводу 5 поступає в гідророзподільник 6 самоскида, або по трубопроводу 9 через запірний пристрій 11 в циліндр причепа–самоскида (на мал. не показаний).

При підйомі платформи назад на максимальний кут або при зупинці кузова в проміжному положенні рукоятку 7 гідророзподільника 6 встановлюють в нейтральне положення, а важіль 17 переводять вперед (КВП і помпа виключаються). При переміщенні рукоятки 7 гідророзподільника в нейтральне положення його золотник перекриває магістраль 5. Подача робочої рідини в трубопровід 10 припиняється. Рідина в магістралі 10 залишається під робочим тиском, а платформа утримується в піднятому положенні (крайньому або проміжному). Помпа 19 продовжує працювати, а робоча рідина через гідророзподільник 6 по трубопроводу низького тиску повертається в бак 1.

При розвантаженні платформи на бічну сторону при досягненні кузовом максимального кута підйому коромисло 13 обмежувального клапана повертається разом з циліндром і регулювальним болтом впирається в золотник обмежувального клапана 14, встановленого на надрамнику.

Для опускання кузова рукоятку гідророзподільника переводять в положення “опускання кузова”, при цьому золотник гідророзподільника з'єднує трубопроводи високого і низького тиску. Робоча рідина із циліндра 12 через гідророзподільник 6 повертається в бак 1. При опусканні кузова важіль 17 переводять в переднє положення. При цьому проміжна шестерня виходить із зачеплення і КВП відключається. Подача мастила припиняється.

Трубопровід низького тиску закінчується фільтром тонкої очистки, який вмонтований в баці 1. Паралельно фільтру ввімкнено редуційний клапан 3, який спрацьовує при забрудненні фільтра 2 (при тиску 14 МПа). Робочий тиск в системі – 8 МПа. Максимальний тиск спрацювання запобіжного клапану (на схемі не показаний) – 16 МПа.

На рис. 10.3 наведена гідравлічна схема підйомного механізму кузова автомобіля ГАЗ–САЗ–53Б.



Важіль керування 3 фіксується в *трьох* положеннях: передньому (за схемою – правому), середньому і задньому. При повороті важеля керування в заднє положення зубчасте колесо 9, яке знаходиться в постійному зачепленні з проміжним зубчастим колесом 8, переміщається разом з віссю і входить в зачеплення з зубчастим колесом 10 проміжного валу коробки передач. Шанцевий вал помпау 7, який постійно з'єднаний із шлицевою ступицею зубчатого колеса 8 (вала), починає обертатись.

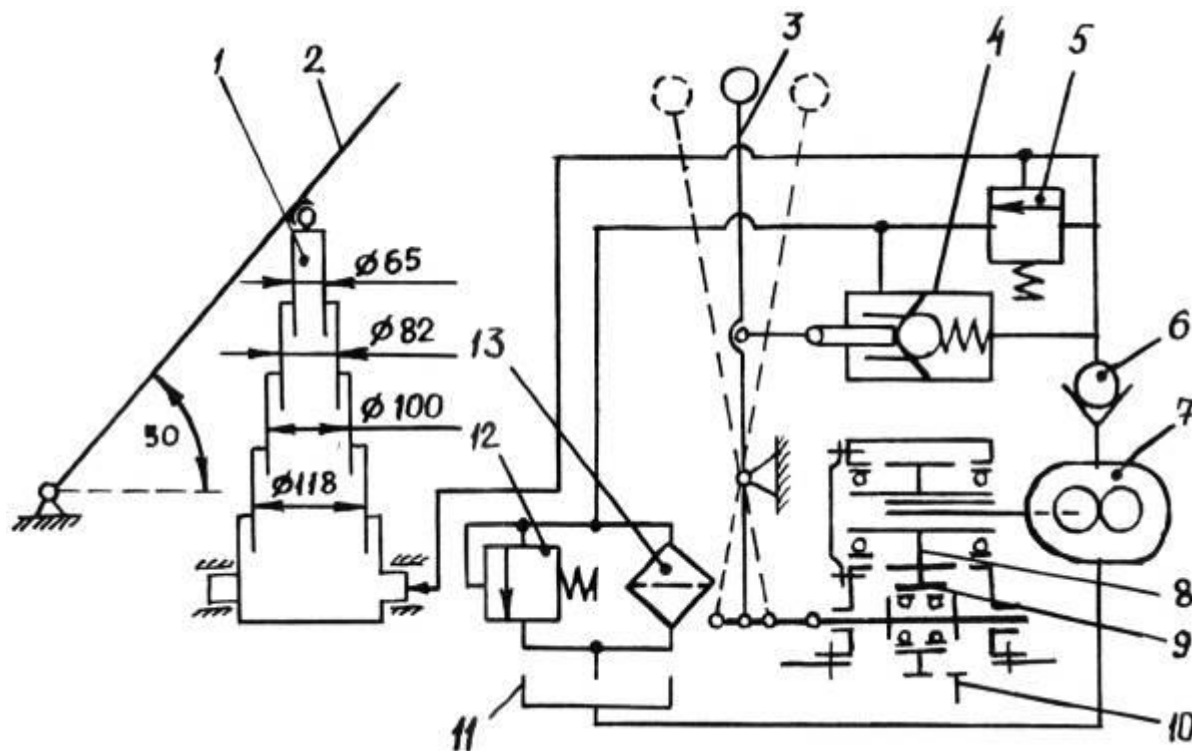


Рис. 10.3 Гідравлічна схема підйомного механізму автомобіля ГАЗ–САЗ–53Б:

1 – телескопічний циліндр; 2 – кузов; 3 – важіль керування; 4 – зливний клапан; 5 – запобіжний клапан; 6 – зворотний клапан; 7 – помпа НШ–32; 8 – проміжне зубчасте колесо; 9 – рухоме зубчасте колесо; 10 – зубчасте колесо проміжного валу коробки передач; 11 – бак; 12 – запобіжний клапан; 13 – фільтр

Помпа 7 всмоктує мастило із баку 11 і подає його через зворотний клапан 6 в гідроциліндр 1, оскільки зливний клапан 4 закритий.

Під тиском мастила плунжери гідроциліндра 1, починаючи з першого (діаметром 118 мм) і закінчуючи четвертим (діаметром 65 мм), висуваються на 762 мм, викликаючи поворот кузова назад на  $48^\circ$ . Тиск в кінці ходу обмежує запобіжний клапан 5, перепускаючи із напірної гідролінії помпи 7 в зливну гідролінію і бак 11 потік масла до 40 л/хв. під тиском 7,5...8,0 МПа.

Щоб зупинити кузов в будь-якому проміжному положенні, необхідно перевести важіль 3 в середнє положення. Опускають кузов поворотом важеля 3 вперед.

Робота вузлів самоскидної установки автомобілів–самоскидів ЗІЛ–ММЗ–555 і ЗІЛ–ММЗ–550К і взаємодія робочих органів при різних положеннях важеля КВП і крана керування наведена на рис. 10.4.

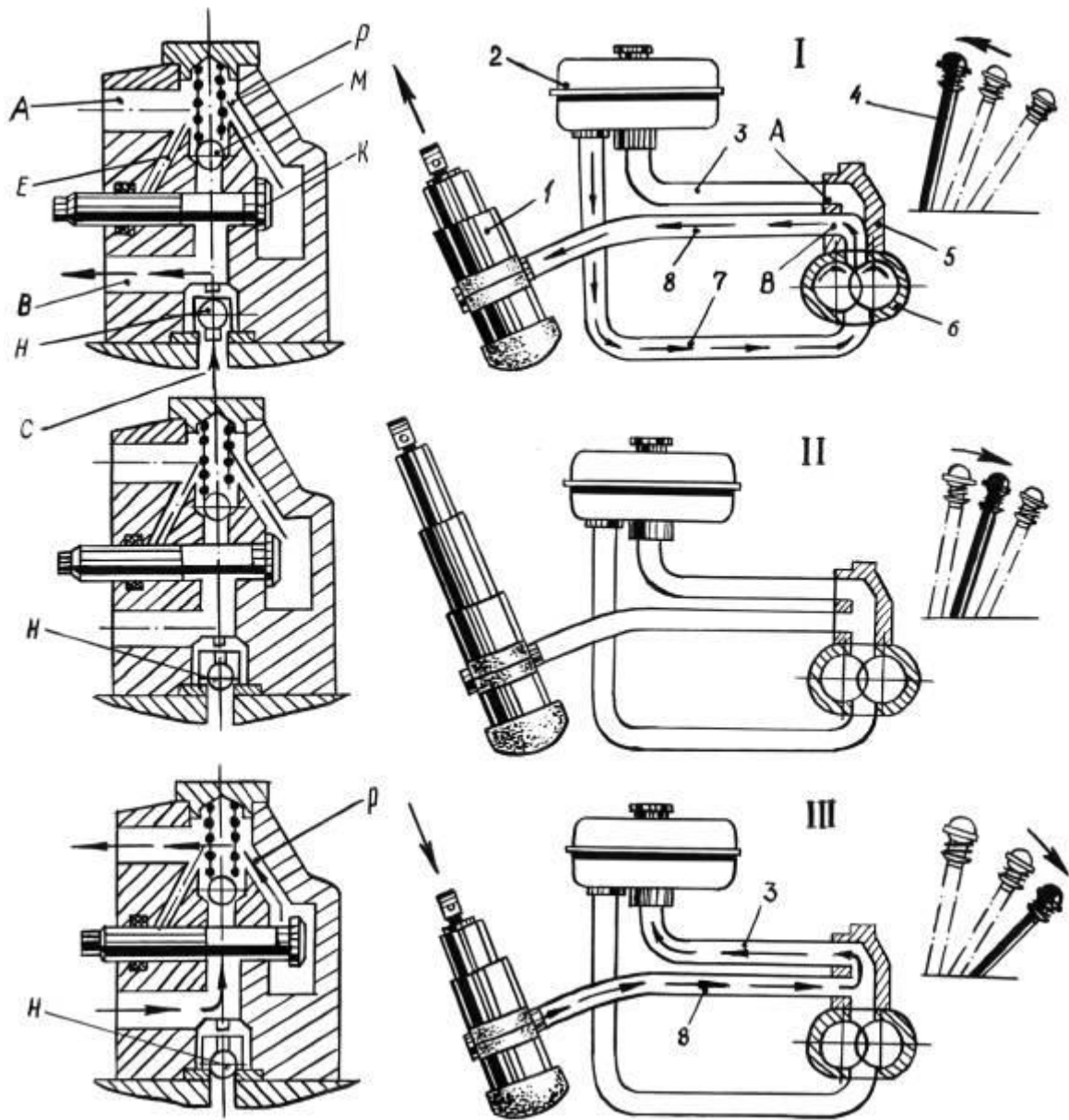


Рис. 10.4 Схема керування і роботи вузлів самоскидної установки автомобілів-самоскидів ЗІЛ-ММЗ-555 і ЗІЛ-ММЗ-550К:

I – підйом платформи; II – зупинка платформи; III – опускання платформи;  
 1 – гідроциліндр; 2 – гідробак; 3 – зливний трубопровід; 4 – важіль КВП; 5 – кран керування; 6 – помпа; 7 – всмоктуючий трубопровід; 8 – трубопровід високого тиску; *K* – плунжер-золотник крану керування; *M* – запобіжний клапан; *H* – зворотний клапан; *A* – (напрямок) до зливного трубопроводу; *B* – (напрямок) до трубопроводу високого тиску; *C* – (напрямок) від помпау; *E* – дренажний канал; *P* – зливний канал

### Робота схеми керування

*Підйом платформи.* КВП ввімкнена (важіль 4 відведено назад) і помпа 6 працює. Мاستило з гідробаку 2 по трубопроводу 7 поступає в помпа і через зворотний клапан *H*, канал *B* і трубопровід високого тиску 8 нагнітається в гідроциліндр 1.

*Зупинка платформи.* Здійснюється перемикання важеля 4 в нейтральне положення (середнє). КВП вимкнута і помпа не працює. Зворотний клапан *H* закритий. Об'єм мастила в гідроциліндрі запертий і платформа зупинена (в будь-якому проміжному положенні підйому чи опусканні).

*Опускання платформи.* Важіль 4 переведений в крайнє переднє положення. Помпа не працює, плунжер–золотник *K* переміщений вперед і відкриває сполучення каналу *B* з каналом *A* через зливний канал *P*. Мастило з гідротрансформатора під дією ваги платформи витісняється в гідробак через трубопровід 8, кран управління і трубопровід 3.

**Література:** [2], с.66...69; [3], с.121...160; [6], с.20...54.

## 11 Автомобілі–фургони та автопоїзди–фургони

На відміну від звичайних бортових автомобілів, причепів і напівпричепів автомобільні фургони мають *закриті* кузови. Вони призначені для перевезень товарів народного споживання і товарів, що швидко псуються. Застосування автомобілів фургонів дає наступні *переваги*:

- забезпечується збереженість вантажів за кількістю та якістю в процесі перевезень;
- зростає використання вантажопідйомності автомобілів при перевезенні легких вантажів;
- знижуються витрати на затарювання вантажу (можливі перевезення вантажів без спеціальної упаковки).

### 11.1 Класифікація автомобільних фургонів. Основні вимоги до них

За своїм призначенням фургони підрозділяються на *групи*.

1. **Універсальні фургони.** Вони призначені для перевезення промислових і продовольчих товарів в упаковці, яка не потребує певних температур і пристроїв для складання і закріплення вантажу під час його транспортування.
2. **Фургони для перевезення промислових і продовольчих товарів** в м'якій упаковці або без неї, обладнані пристроями і приладами для складання і закріплення вантажів. Такі фургони призначені для перевезень, наприклад, меблів, одягу, хлібобулочних виробів тощо.
3. **Ізотермічні фургони з холодильними установками (рефрижератори).** Вони застосовуються для перевезень продуктів харчування, які швидко псуються. Фургони встановлюються на автомобілі, причепі та напівпричепі. При оцінці якості конструкції фургонів необхідно враховувати ряд *факторів*, які витікають із умов експлуатації. До їх числа відносяться наступні: міцність і довговічність; коефіцієнт тари, тобто власна маса, що приходить на 1 т корисної вантажопідйомності; питома площа і об'єм фургона ( $\text{м}^2/\text{т}$ ,  $\text{м}^3/\text{т}$ ); вантажна висота; розміри проїому дверей і їх розташування; ступінчастість підлоги; якість освітлення і вентиляції.

### 11.1.1 Вимоги до конструкції універсальних фургонів

- 1) Фургони, щодо габаритних розмірів, вагових обмежень, швидкісних властивостей, світлової сигналізації, гальмових пристроїв, умов роботи водія і т.п. повинні відповідати техніко–експлуатаційним умовам, які висуваються до базових моделей автомобілів, причепів і напівпричепів загального призначення.
- 2) Термін експлуатації фургонів до капітального ремонту повинен бути не менший терміну експлуатації базових моделей автомобілів, причепів і напівпричепів загального застосування.
- 3) Фургони повинні бути обладнані відповідними східцями, перилами, поручнями, трапами, які забезпечують безпечний підхід до їх частин, обумовлений технологією роботи (наприклад, висота нижньої сходинки від рівня дороги рекомендується не більше 0,5 м).
- 4) Внутрішня форма кузова, виходячи із умов найкращого розташування вантажу в стандартній тарі, повинна мати прямокутний переріз.
- 5) Зовнішні кути кузова можуть мати округлення, радіус яких не повинен перевищувати 0,15 м.
- 6) Внутрішні розміри кузовів–фургонів повинні узгоджуватись з габаритними розмірами стандартних піддонів, контейнерів та іншої стандартної тари.
- 7) Підлога кузова автомобіля фургона вантажопідйомністю 4,5 т і вище, причепа і напівпричепа повинна дозволити в'їзд вилкового автонавантажувача загальною масою (з вантажем) не менше 2500 кг. Вантажна висота фургона повинна відповідати наступним значенням:
  - для автомобілів – 0,7; 0,9; 1,1; 1,2; 1,25; 1,3 м;
  - для причепів – 1,3; 1,35 м;
  - для напівпричепів – 1,3; 1,45 м.
- 8) Фургони повинні мати, як правило, *двоє* дверей (ззаду і з правої сторони за ходом транспортного засобу). Конструктивно двері фургонів можуть бути виконані створчатими, зсувними або в вигляді жалюзі. Ширина проїому бічних дверей автомобіля–фургона вантажопідйомністю 4,5 т і вище (причепів і напівпричепів) повинна бути не менше 1,3 м. Кут відкривання дверей повинен бути: у задніх створчатих дверей – 270°, у бічних – 180°.
- 9) Двері фургона повинні фіксуватися у відкритому крайньому положенні, а ширина і висота задніх дверей повинні бути рівні внутрішній ширині і висоті кузова. Засуви задніх двостворчатих дверей повинні забезпечувати жорсткість дверного проїому при закритих дверях, а також запобігати від перекосу і тертя дверей. Конструкція засувів повинна забезпечувати можливість пломбування кузова і неможливість відкривання дверей без пошкодження пломб.
- 10) Фургони з вантажною висотою більше 0,5 м повинні бути обладнані безпечними пристроями для доступу в середину вантажного приміщення. Для забезпечення можливості під'їзду транспортного засобу безпосередньо до місця розвантаження (завантаження) вантажів підніжки не повинні виступати за габарити кузова (по довжині і ширині).

- 11) Запасне колесо повинно встановлюватись поза кузовом фургону.
- 12) Матеріали внутрішньої обшивки повинні вибиратись за умов санітарно-гігієнічних вимог.
- 13) Фургони повинні мати внутрішнє освітлення. Плафони повинні бути захищені від можливих пошкоджень вантажів.
- 14) Кузови фургонів повинні бути обладнані системою вентиляції. Конструкція вентиляційних отворів повинна дозволити різну ступінь прикриття.
- 15) Конструкція фургона повинна виключати попадання в середину кузова відпрацьованих газів, пилу, вологи, парів від акумуляторних батарей, а також парів палива із системи живлення.
- 16) Конструкція кузова фургона повинна забезпечувати найменшу трудоемкість проведення ремонтних робіт.
- 17) Коефіцієнт тари  $K_T$  – повинен бути якнайменшим

$$K_T = \frac{M_\phi}{q},$$

де  $M_\phi$  – маса фургону, кг;

$q$  – вантажопідйомність, кг.

- 18) Об'єм і площа кузова фургона повинні забезпечувати найбільш повне використання номінальної вантажопідйомності базової моделі при перевезеннях вантажів. Питомі значення параметрів (питома площа, питомий об'єм) повинні бути по можливості більшими.

Фургони за сферою застосування підрозділяються на рухомий склад для місцевих, міжміських і міжнародних перевезень.

В міських умовах найбільш широке застосування знайшли автомобілі-фургони невеликої вантажопідйомності (400...2000 кг). Умови експлуатації фургонів висувають певні вимоги до їх компоновок, маневреності, швидкості і естетичного вигляду.

Для перевезень дрібних партій вантажів застосовують автомобілі-фургони на базі легкових автомобілів вантажопідйомністю не більше 500 кг, наприклад:

- “Москвич-412” – ИЖ-2715;  $V_\phi = 2,6 \text{ м}^3$ ; вантажопідйомність – 350 кг;  $K_T = 3,14$ ;
- “Москвич-412” – Москвич-434;  $V_\phi = 1,45 \text{ м}^3$ ; вантажопідйомність – 400 кг;  $K_T = 2,63$  (де  $V_\phi$  – об'єм фургона);

Фургони малої та середньої вантажопідйомності мають високий коефіцієнт тари, так як виготовляються на шасі базових автомобілів і мають кузов із чорних металів, наприклад:

- “УАЗ-452Д”;  $V_\phi = 6,25 \text{ м}^3$ ; вантажопідйомність – 800 кг;  $K_T = 2,15$ ;
- “УАЗ-451М”;  $V_\phi = 6,25 \text{ м}^3$ ; вантажопідйомність – 1000 кг;  $K_T = 1,54$ ;
- “РАФ-9770М”;  $V_\phi = 7,0 \text{ м}^3$ ; вантажопідйомність – 1000 кг;  $K_T = 1,5$ .

Для фургонів великої вантажопідйомності, що використовуються для міжміських та міжнародних перевезень вантажів, зниження власної ваги має

особливе значення. Тому такі фургони мають несучі конструкції, основні елементи яких виготовляють із легких сплавів або із пластмас, наприклад:

- ГЗСА–891–10 (ГАЗ–53–12), ГЗСА–891–20 (ГАЗ–3307) – кузов металевий, який ззовні обшитий листом; бокові двері одностворчаті, задні – двостворчаті, двоє дверей; вантажопідйомність – 4065 кг;  $V_{\phi} = 8,3 \text{ м}^3$ ;  $M_{\phi} = 980 \text{ кг}$ .
- ГЗСА (ГАЗ–53–12), ГЗСА–3768–20 (ГАЗ–3307) – кузов панельної конструкції; передні і докові панелі – суцільні листи фанери з ламінованим покриттям; мають двоє дверей: бокові одностворчаті, задні – двостворчаті; вантажопідйомність – 4365 кг;  $V_{\phi} = 15,4 \text{ м}^3$ ;  $M_{\phi} = 620 \text{ кг}$ .
- напівпричіп для сідлових тягачів ОДАЗ–935 (УРАЛ–377С) – двері бокові одностворчаті, задні – двостворчаті; вантажопідйомність – 13500 кг;  $V_{\phi} = 38,5 \text{ м}^3$ ; власна маса 4800 кг; тягач УРАЛ–377С.
- ОДАЗ–9770 (КамАЗ–5410) – двері бокові і задні – двостворчаті; вантажопідйомність – 13500 кг;  $V_{\phi} = 42,3 \text{ м}^3$ ; власна маса 5600 кг; тягач КамАЗ–5411.
- ОДАЗ–9771 (МАЗ–504А) – одні двері задні двостворчаті; вантажопідйомність – 12000 кг;  $V_{\phi} = 46,5 \text{ м}^3$ ; власна маса 5450 кг; тягач МАЗ–504А.

### 11.2.1 Особливості конструкції кузовів фургонів

Упродовж багатьох років для перевезення товарів народного споживання використовувався автомобіль–фургон загального призначення ГЗСА–891, який виготовлявся на Горьківському заводі спеціалізованих автомобілів. Кузов автомобіля–фургона – дерев'яно–металевий, каркасного типу. Двоє дверей – бічні одностворчаті і задні – двостворчаті. Така компоновка якнайкраще задовольняє проведенню вантажно–розвантажувальних робіт.

Для перевезень вантажів із значним вантажообігом використовують напівпричепи–фургони ОДАЗ–794, 795 і 935 Одеського автоскладального заводу. Вони за ходовими агрегатами уніфікуються з базовою моделлю – бортовим причепом ОДАЗ–885, а за елементами кузова – між собою.

Кузови напівпричепів–фургонів – безрамні, клепані, зі ступічатою підлогою, несучої конструкції. Схема кузова напівпричепи ОДАЗ–794 наведена на рис. 11.1.

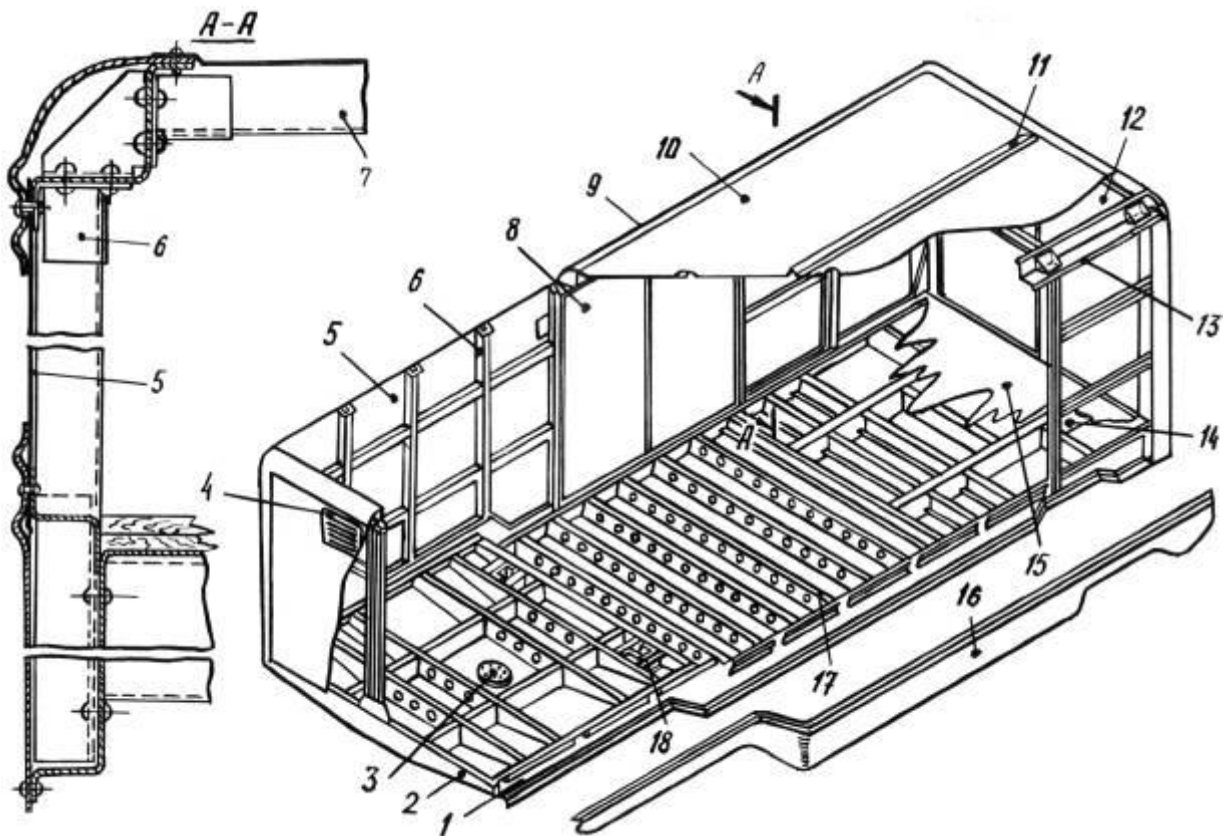


Рис. 11.1 Кузов напівпричепа ОДАЗ-794:

1 – підсилювач основи; 2 – передня поперечина; 3 – шкворень; 4 – вентиляційний люк; 5 – обшивка; 6 – стояк; 7 – поперечина даху; 8 – бічні двері; 9, 11 – підсилювач даху; 10 – дах; 12 – задні двері; 13 – обв’язка; 14 – лонжерон; 15 – настил підлоги; 16 – підсилювач кузова; 17 – поперечина основи; 18 – кронштейн опорного пристрою

Поперечини 17 і більшість повздовжніх елементів швелерного типу. Кінці поперечин зв’язані підсилювачами 1, до яких приєднані стояки бокових стінок 6. В задній частині в місцях кріплення підвіски напівпричепа вставлені лонжерони 14 із гнучого швелера. До них приварюють кронштейни ресор. Настил підлоги 15 із фанерних плит кріпиться болтами до поперечин основи. Бічні стінки кузова з’єднуються в місцях стику стояків каркасу з поперечинами даху за допомогою обв’язки 13.

На напівпричепі-фургоні встановлені уніфіковані бічні задні двері. По їх периметру встановлено гумове ущільнення. Для зручності входу і виходу із вантажного приміщення в конструкції фургона передбачена відкидна драбина, а для полегшення вантажно-розвантажувальних робіт біля задніх дверей у верхній полиці задньої балки основи кузова є гнізда для встановлення лаг.

## 11.2 Вимоги до конструкції фургонів для перевезень промислових і продовольчих товарів (меблі, хлібобулочні вироби, тканини, готовий одяг)

Крім загальних вимог до фургонів, кожна група товарів, які перевозяться, висуває свої вимоги.

*Вимоги до конструкції фургонів–меблевозів:*

- 1) фургон повинен бути герметичним – забезпечувати надійний захист вантажу від попадання пилю, бруду та атмосферних опадів;
- 2) для закріплення меблів в кузові необхідно мати спеціальне обладнання (щоб уникнути контакту полірованих поверхонь із стінками фургону);
- 3) висота кузова повинна забезпечити перевезення в ньому найбільшої кількості меблів в нормальному (тобто зібраному) положенні;
- 4) кузов повинен бути збільшеного об'єму для кращого використання вантажопідйомності базового шасі (при малій об'ємній масі меблів);
- 5) підлога повинна бути рівною, без надколісних ніш, а вантажна висота – по можливості найменшою.

### **11.3 Вимоги до конструкції ізотермічних фургонів**

До них відносяться такі ж техніко–експлуатаційні вимоги, як і до фургонів загального призначення, а додаткові умови пов'язані з особливими властивостями окремих вантажів.

Необхідно пам'ятати, що існують *ізотермічні* фургони *без спеціального* та *з спеціальним* обладнанням: тимчасовим, або постійним джерелом холоду; системою обігріву внутрішнього кузова; системою зрошення продуктів, які перевозяться (наприклад, свіжої зелені); системою штучного клімату. *Додаткові* вимоги, що пред'являють до конструкції ізотермічного кузова–фургона:

- 1) високі теплотехнічні якості;
- 2) мала власна вага;
- 3) надійне ущільнення дверей;
- 4) підвищені антикорозійні властивості кузова–фургона;
- 5) придатність кузова до санітарної обробки вантажного приміщення.

Ізотермічні властивості фургонів характеризуються *загальним коефіцієнтом теплопередачі*  $K$ , який збільшується з часом завдяки зволоженню та осіданню ізоляції, а також утворенні щілин в кузові фургона.

Цей коефіцієнт експериментально визначається за формулою:

$$K = \frac{Q_{\text{п}}}{S(T_3 - T_{\text{в}})}, \quad (11.1)$$

де  $Q_{\text{п}}$  – кількість тепла або холоду, яка необхідна для підтримання постійної температури в середині кузова, ккал;

$S$  – середня площа поверхні кузова транспортного засобу, м<sup>2</sup>;

$T_3, T_{\text{в}}$  – середня температура, відповідно, ззовні і всередині кузова, °С.

Середня площа поверхні  $S$  кузова – це середня геометрична поверхня внутрішньої  $S_{\text{в}}$  і зовнішньої  $S_3$  площ кузова

$$S = \sqrt{S_{\text{в}} \cdot S_3}. \quad (11.2)$$

Якщо фургон має форму паралелепіпеда, то середньою внутрішньою температурою  $T_{\text{в}}$  кузова є середня арифметична температура, яка вимірюється на відстані 0,1 м від стінок в наступних 14–ти точках: у 8–ми внутрішніх кутах кузова і



в центрі 6–ти внутрішніх площин кузова. Такий же порядок застосовується при визначенні середньої зовнішньої температури, але точки заміру беруться з зовнішньої сторони.

Середня температура ( $T_{\text{сер}}$ ) стінок кузова визначається, як середня арифметична середньої зовнішньої і внутрішньої температур кузова, тобто

$$T_{\text{сер}} = \frac{T_{\text{з}} + T_{\text{в}}}{2}. \quad (11.3)$$

Режим рахується *постійним*, якщо виконуються *дві* умови:

- 1) коливання середньої зовнішньої і внутрішньої температур кузова не перевищують  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  на протязі 12–ти годин;
- 2) різниця між теплопродуктивністю, яка вимірюється на протязі не менше 3–х годин до і після 12–ти годинного періоду повинна складати менше 3%.

### 11.3.1 Вибір рухомого складу для перевезень продуктів, що швидко псуються

Для перевезення продуктів, що швидко псуються, необхідний такий СРС, який би при збереженні початкових якостей вантажів забезпечував найменшу вартість перевезень.

Відповідність рухомого складу умовам перевезень характеризується великим числом взаємопов'язаних параметрів (відповідність фургона виду вантажу, що перевозиться, вантажопідйомність, економічність тощо). Відповідність фургона виду вантажу, який перевозиться, визначається головним чином оптимальним співвідношенням теплотехнічних властивостей кузовів–рефрижераторів і охолоджуючих пристроїв до них. *Вибір* теплотехнічних властивостей фургонів для перевезень вантажів, що швидко псуються, здійснюється *на основі теплового балансу*, який складається при перевезенні цих вантажів.

Теоретично тепловий баланс будь–якого перевезення вантажів, що швидко псуються, визначається таким чином. При розрахунку тепла, яке необхідно відвести із фургону або підвести до нього, необхідно враховувати складові теплового балансу, тобто кількості тепла  $Q'_1$ , що проходить крізь стінки фургону;  $Q'_2$ , що накопичується в теплостійкому фургоні;  $Q'_3$ , що накопичується в харчових продуктах і упаковці;  $Q'_4$ , що накопичується в агрегатах (трубах, вентиляторах тощо) кузова;  $Q'_5$ , що віддається продуктами внаслідок біологічних процесів, які протікають в ньому;  $W$ , що виробляється повітряними завихрювачами (при їх наявності);  $Q'$ , що поглинається джерелами холоду (або віддається джерелом тепла).

Загальне рівняння *теплового балансу* має такий вигляд:

$$Q' - W = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 + Q'_5. \quad (11.4)$$

Щоб спростити вибір рухомого складу в залежності від різних параметрів перевезень вантажів, що швидко псуються (роду харчових продуктів, тривалості перевезення, зовнішньої температури) використовують спрощену формулу теплового балансу:

$$Q' = K'S(T_{\text{з}} - T_{\text{в}})z + Mc \Delta t + M_1 qz + W', \quad (11.5)$$

де  $Q'$  – кількість тепла, яке необхідно вилучити або додати, ккал;  
 $K'$  – загальний коефіцієнт теплопередачі *стінок* фургона, ккал / (м<sup>2</sup> · год · град);  
 $S$  – середня площа поверхні зовнішніх і внутрішніх стінок, м<sup>2</sup>;  
 $T_3$  – середня зовнішня температура під час перевезень, °С;  
 $T_B$  – середня температура всередині фургона, °С;  
 $z$  – тривалість перевезення, год.;  
 $M$  – маса вантажу (харчового вантажу та упаковки), кг;  
 $c$  – середньозважена питома теплоємність елементів вантажу, ккал/кг;  
 $\Delta t$  – різниця між температурою харчового продукту при завантаженні і температурою вкінці перевезення, °С;  
 $M_1$  – маса харчового продукту, кг;  
 $q$  – кількість тепла, яке віддається харчовим продуктом при середній внутрішній температурі, ккал / (кг · год.);  
 $W'$  – кількість тепла, що виділяється вентиляторами (еквівалент потужності), ккал.

В розрахунку за формулою (11.5) *не враховується* тепло, що накопичується в ізоляційному матеріалі фургона ( $Q'_2$ ) і його агрегатах ( $Q'_4$ ) внаслідок малих значень цих втрат, а інші складові теплового балансу ( $Q'_1, Q'_3, Q'_5$ ) визначаються для середніх температурних умов. Якщо у фургоні немає двигунів для приводу вентиляторів, тоді можна нехтувати також і кількістю тепла, яке виділяється вентиляторами ( $W$ ). Застосування спрощеної формули можливе лише для фургонів, що мають достатньо надійну ізоляцію. Для вентилязованих ізотермічних фургонів з тонким шаром ізоляції ця формула недопустима.

Для вибору типу рухомого складу *за спрощеною формулою* необхідно знати крім теплотехнічних властивостей фургона ( $K$ ), температурних умов перевезень даного вантажу ( $T_B$ ) і тривалості його перевезення ( $z$ ), температуру продукту при завантаженні, масу вантажу ( $M_1$ ), масу його упаковки ( $M_2$ ), середньозважену питому теплоємність продукту ( $c$ ) і потому кількість тепла ( $q$ ), що віддається харчовим продуктам при середній внутрішній температурі.

Якщо середня температура ( $T_3$ ) зовнішнього повітря невідома, то в розрахунку приймається найменш сприятлива температура в кінцевому і початковому пункті перевезення.

Розрахунок тепла, що накопичується в харчових продуктах і упаковці ( $Q'_3$ ), проводиться з урахуванням того, що сумарна маса вантажу ( $M$ ) дорівнює масі чистого вантажу ( $m_1$ ) і упаковки ( $m_2$ ), тобто  $M = m_1 + m_2$ . При цьому необхідно знати середньозважену питому теплоємність харчових продуктів і упаковки. Тоді

$$M = m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots + m_i c_i \quad (11.6)$$

Кількість тепла, що віддається продуктами при бродінні визначається за формулою:

$$Q'_6 = M_1 \cdot q_{\text{пит}} \cdot z. \quad (11.7)$$

Величину  $q_{\text{пит}}$  визначають в залежності від прийнятої середньої температури всередині фургону  $T_{\text{в}}$  за табл. 11.1.

Таблиця 11.1

**Питома кількість тепла, що виділяється харчовими продуктами в залежності від оточуючої температури**

Назва продукту	Питома кількість тепла ( $q_{\text{пит}}$ ), ккал / ( $T \cdot 24$ год.), при середній температурі в середині фургона, °C		
	0	4–5	10
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Зелений горошок	1800–2300	3400–4200	4200–7200
Малина	1200–2000	2700–3000	5000

Продовження табл. 11.1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Зелені боби	1200–2100	1600–2200	3600–4000
Шпинат	1100–1600	2100–3600	4200–6000
Цвітна капуста	500–1500	1200–2300	2500–3000
Салат	700–1100	800–1600	1500–3000
Сир	1000–2000	1500–2500	2000–3500
Інші продукти, що швидко псуються	300–1000	500–1800	600–2000

Якщо в результаті розрахунку за спрощеною формулою  $Q' > 0$ , то для перевезення даного вантажу при даних температурних умовах слід використовувати фургони, що мають *примусове охолодження*. При  $Q' < 0$  необхідно використовувати *фургони з підігрівом*. При  $Q' = 0$  можна використовувати ізольовані фургони *без охолодження та підігріву*.

Розрахунок за спрощеною формулою *не враховує* втрати холоду внаслідок сонячної радіації, інфільтрації повітря, відкривання дверей фургона та інші непередбачені втрати. Тому отриману розрахунком величину рекомендується *перемножити* на коефіцієнт 1,33. З урахуванням цього кількість тепла, яке необхідно підвести або відвести із фургону, може бути визначено за формулою

$$Q'_{\text{заг}} = 1,33(Q'_1 + Q'_2 + Q'_3), \quad (11.8)$$

де  $Q'_{\text{заг}}$  – кількість тепла, яке необхідно відвести (+) або підвести (–) всередину фургону, ккал.

За отриманими значеннями  $Q'_{\text{заг}}$  знаходять продуктивність охолоджуючої ( $+P_y$ ) або обігрівуючої ( $-P_y$ ) установки

$$\pm P_y = \frac{\pm Q'_{\text{заг}}}{z_{\text{п}}}, \text{ ккал/год.}, \quad (11.9)$$

де  $z_{\text{п}}$  – тривалість перевезення, год.

Для *міських* перевезень, коли двері фургонів приходиться відкривати *частіше* втрати холоду по цій причині ( $Q'_6$ ) визначають за формулою

$$Q'_6 = q_{\text{дв}} (T_z - T_v) \frac{z_{\text{дв}}}{z_p}, \quad (11.10)$$

де  $q_{\text{дв}}$  – питома витрата холоду при відкриванні дверей, ккал/град.;

$z_{\text{дв}}$  – тривалість відкривання дверей, год.;

$z_p$  – тривалість рейса, год.

*Спрощену* формулу застосовують для визначення: типу рухомого складу (звичайний ізольований фургон, фургон з охолодженням або підігрівом); можливості застосування фургона з підсиленою ізоляцією без примусового охолодження або підігріву; кількості холоду або тепла, яке необхідно відвести із фургона або підвести до нього для перевезення даного продукту.

**Література:** [3], с.214...226; [7], с.168...189.

## 12 Ізотермічні фуригони

### 12.1 Переваги перевезень вантажів, які легко псуються, фуригонами перед іншими видами (наприклад, залізничним, авіа тощо):

- 1) більш висока швидкість доставки;
- 2) кращі температурні умови, чим у вагонах–лідниках;
- 3) доставка без додаткових навантажувальних та розвантажувальних робіт;
- 4) можливість перевезень малих партій вантажів.

До вантажів, що *швидко псуються*, відносяться м'ясо, молоко, вироби з них, овочі, фрукти тощо.

Основні *причини псування* харчових продуктів:

- 1) життєдіяльність мікроорганізмів (бактерії, дріжджі);
- 2) біохімічні реакції, які проходять під дією ферментів.

Активний розвиток і дія мікроорганізмів проходять при температурах 20...30°C . При цьому чим *вища температура* і відносна вологість повітря, тим *вища життєдіяльність* організмів.

Однак деякі харчові продукти псуються при понижених температурах і їх перевезення приходиться здійснювати при температурах  $> 0^\circ\text{C}$  (наприклад, овочеві консерви, пиво в склометалевому корпусі, свіжа зелень, фрукти тощо).

Залежно від способу температурної обробки товари, що швидко псуються, діляться на *три групи*:

- 1) свіжі, які не піддавались ніякій температурній обробці, яка б могла змінити їх природній стан (температура продукту рівна температурі навколишнього середовища або близька до такої, при якій цей продукт підігрітий або охолоджений до початку перевезень);
- 2) заморожені до температури  $-7...-18^\circ\text{C}$  ;
- 3) глибоко заморожені  $-18^\circ\text{C}$  і нижче.

## 12.2 Способи охолодження фургонів–рефрижераторів

Охолодження внутрішнього об'єму кузова забезпечується *механічним* або *хімічним* способами. *Механічні* системи бувають двох типів:

- 1) з компресорним холодильним пристроєм, який працює під час руху рефрижератора;
- 2) і попередньо замороженими плитами з евтектичного розчину (*зератори*).

За *хімічним* способом охолодження рідкі або тверді тіла (сухий лід, зріджені гази тощо) перетворюються в газ з поглинанням тепла із оточуючого середовища.

Всі джерела холоду для охолодження фургонів–рефрижераторів діляться на *тимчасові* і *постійні*.

## 12.3 Тимчасові джерела холоду

Тимчасовими джерелами називають такі, запас яких забезпечує підтримання необхідної температури в кузові на протязі певного (обмеженого) часу (сухий лід, зріджені гази, машинне охолодження періодичної дії).

*Перевагою* охолодження кузовів за допомогою *сухого льоду* (тверда вуглекислота, густиною 1,4...1,5 кг/л) є можливість підтримання в кузові дуже низької температури, а також чистоту в зв'язку з переходом вуглекислоти з твердого стану в газоподібний (сублімація) при температурі  $-78,9^{\circ}\text{C}$ . При цьому скрита теплота 1 кг льоду при атмосферному тиску складає 136,89 ккал/кг. Баки з сухим льодом розташовують під стелею або в верхній частині стінок кузова рефрижератора.

Основним *недоліком* охолодження сухим льодом, яке обмежує його застосування, є його відносно *висока вартість*.

Для охолодження кузовів рефрижераторів застосовуються замороженні евтектичні розчини, танення яких супроводжується поглинанням тепла із зовнішнього середовища. Ці розчини розташовані в ємностях. Вони заморожуються в стаціонарних холодильних установках (зераторах), або за рахунок випаровування речовини, що циркулює по трубопроводах, розташованих всередині акумулятора холоду.

До розчинів пред'являють *вимоги*:

- незначна в'язкість при низьких температурах;
- низька температура замерзання;
- висока теплоємність, теплопровідність та тепловіддача;
- негорючість, вибухобезпечність і нетоксичність;
- відсутність корозійної дії на метал.

В якості *холодоносіїв* застосовують *розчини* мінеральних солей (хлористого натрію  $\text{NaCl}$  і хлористого кальцію  $\text{CaCl}_2$ ) або розчини солей металів ( $\text{MgCl}_2$ ) і органічних сполук (етилловий спирт, трихлоретилен та інші).

Водні розчини солей в залежності від концентрації можуть залишатися в рідкому стані при температурах значно нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . Зі *збільшенням* концентрації солі в воді температура замерзання розчину *понижується* до стану криогідратної точки, в

якій розчин замерзає в вигляді однорідної маси (див. рис. 12.1, точка 1). Такі розчини називаються *евтектичними*.

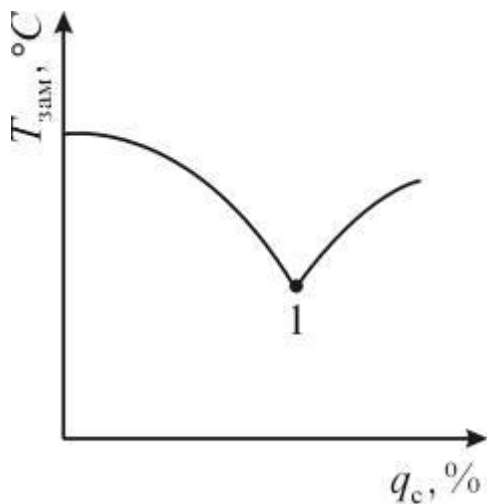


Рис. 12.1 Залежність температури замерзання розчину від вмісту концентрації солі в ньому: 1 – криогідратна точка;  $T_{\text{зам}}$  – температура замерзання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $q_c$  – концентрація, %

підтримується від  $+2^{\circ}\text{C}$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ . Строк дії зераторів 12–15 годин.

Акумулятори холоду відрізняються від зераторів тим, що евтектичний розчин заморожують не в стаціонарних морозильних камерах, а за рахунок циркуляції холодоносія по змійовиках, які розташовані в них.

## 12.4 Постійні джерела холоду

Постійні джерела холоду це такі, які забезпечують *постійне* забезпечення заданої пониженої температури без періодичного поновлення запасу холоду (наприклад, машинне охолодження з автономним приводом).

Охолоджуючі пристрої розташовують в кузові таким чином, щоб створювалась необхідна циркуляція холодного повітря. Для примусової циркуляції повітря використовуються вентилятором.

Оскільки джерелами холоду для охолодження кузова є холодильні машинні агрегати, які змонтовані на автомобілях–причепках або напівпричепках. Утворення холоду в таких установках проходить за рахунок випаровування попередньо стиснутих компресором і сконденсованих охолоджуючих речовин або шляхом випаровування рідкого аміаку, який потім поглинається бідним водоаміачним розчином.

До охолоджуючих рідин пред'являють *вимоги*:

- низькі температури кипіння при тисках дещо вище атмосферного (щоб уникнути засмоктування повітря);
- помірні температури і тиски парів при їх конденсації;
- мала теплоємність рідини і високі коефіцієнти теплопровідності і тепловіддачі;
- низька температура твердіння;

Водні розчини етиленгліколю забезпечують температуру холодоносія до  $-68^{\circ}\text{C}$ . Однак ці розчини викликають корозію металевих частин холодильних агрегатів.

Найбільш ефективним холодоносієм для температур до  $-75^{\circ}\text{C}$  є дихлорметан або метиленхлорид (фреон–30).

Охолодження від танення евтектичних розчинів буває *двох* типів: *зераторне* і *аккумуляторне*.

При зераторному охолодженні танення розчину супроводжується ефективним поглинанням тепла із простору кузова. Температура в кузові при цьому

- нетоксичність.

Спрощена схема компресорної холодильної установки наведена на рис. 12.2.

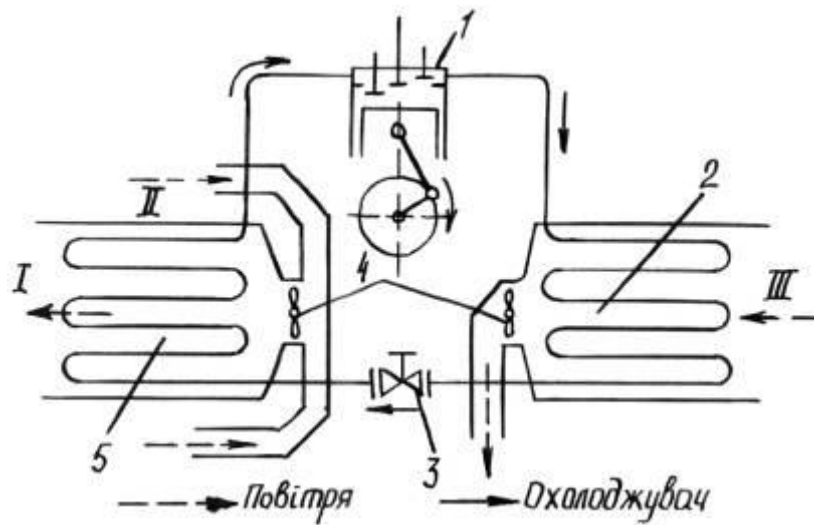


Рис. 12.2 Спрощена схема компресорної холодильної установки:

1 – компресор; 2 – змійовик; 3 – вентиль; 4 – вентилятори; 5 – випаровувач

Компресор 1 засмоктує пароподібну охолоджуючу рідину із змійовика–випаровувача 5, стискає його до тиску насичених парів (тиску конденсації) і подає в змійовик конденсатора 2. Конденсатор 2 і випаровувач 5 мають кожухи і обдуваються повітрям за допомогою вентиляторів 4. Зріджена охолоджуюча рідина поступає до вентиля 3, за допомогою якого вона дроселює і починає швидко випаровуватись в змійовику 5. При цьому охолоджуюча рідина поглинає тепло із оточуючого середовища.

Схема охолодження кузова напівпричепа–рефрижератора за допомогою рідкого азоту наведена на рис. 12.3.

Рідкий азот зберігається в резервуарах під тиском  $1,1 \text{ кгс/см}^2$  і розбризкується в холодильній камері (при температурі  $-196^\circ\text{C}$ ) за допомогою трубопроводу. Розбризкуючі пристрої вмикаються в роботу автоматично терморегулюючими вентилями.

Резервуари 15, 16 і 17 з рідким азотом розміщені в передній частині рефрижератора. Ці резервуари мають надійну вакуумну ізоляцію. На задній і бічних дверях кузова є дверні 1 і аварійні 2 вимикачі, які забезпечують закінчення подачі азоту при відкриванні дверей у випадку аварії. Температура підтримується до  $-30^\circ\text{C}$ .

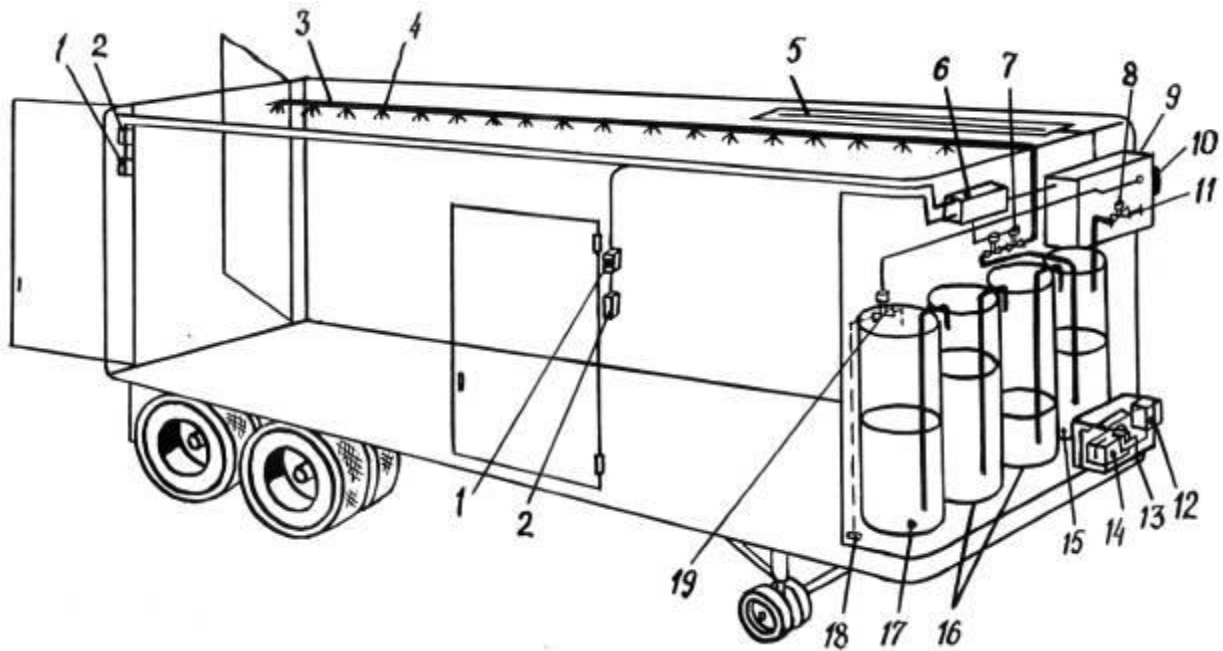


Рис. 12.3 Схема охолодження кузова напівпричепа–рефрижератора за допомогою рідкого азоту:

1 – дверний вимикач; 2 – аварійний вимикач; 3 – трубопровід для впорскування зрідженого азоту; 4 – розпилювач; 5 – датчик температури; 6 – з’єднувальна (перехідна) коробка; 7 – електромагнітні клапани подачі стиснутого азоту; 8 – кран для заповнення резервуарів зрідженим азотом; 9 – бак; 10 – вивід електроживлення газовипускного клапана; 11 – горловина; 12 – головний вимикач; 13 – плавкий запобіжник; 14 – акумуляторна батарея; 15 – первинний резервуар; 16 – проміжні резервуари; 17 – вторинний резервуар; 18 – газовипускна магістраль (з’єднується з атмосферою); 19 – електромагнітний газовипускний клапан

Найбільш широко застосовуються холодильні установки різноманітних моделей фірми “Термо–кінг” (див. рис. 12.4).

*Особливістю цих систем є:*

- 1) мала маса і габарити;
- 2) висока продуктивність;
- 3) автоматична система керування.

Компресор і вентилятор приводяться від автономного двигуна внутрішнього згоряння і від стартер–генератора. Контроль температури в фургоні повністю автоматизований (при певній температурі двигун автоматично зупиняється або пускається).



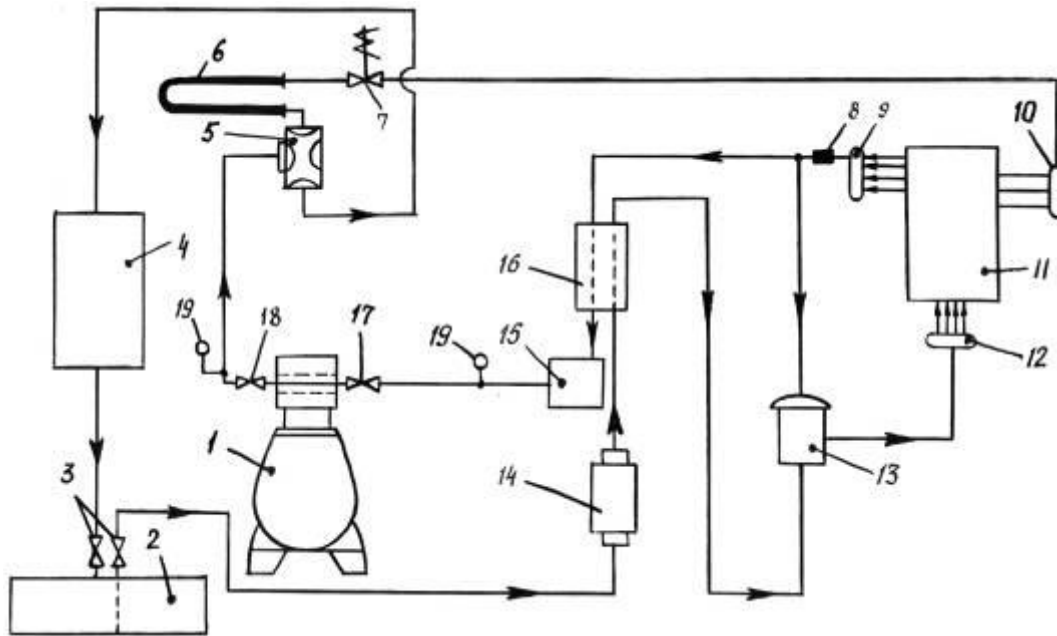


Рис. 12.4 Схема холодильної установки “Термо-кінг”:

1 – компресор; 2 – балон; 3 – вентиль; 4 – конденсатор; 5 – перемикач; 6 – термоізований трубопровід; 7 – соленоїдний вентиль; 8 – патрон; 9, 10, 12 – колектор; 11 – випаровувач; 13 – вентиль (розширювальний клапан); 14 – вологомасловідділювач; 15 – акумулятор; 16 – теплообмінник; 17, 18 – клапан; 19 – манометр

Перед початком охолодження фургону водій встановлює термостат на задану температуру, а потім пускає двигун стартером. Холодильна установка працює до досягнення в фургоні заданої температури. Після цього термостат спрацьовує і компресор зупиняється. Вмикання компресора проходить при підвищенні температури вище певного рівня.

Для охолодження внутрішнього простору фургона стиснений газоподібний фреон із компресора 1 поступає через нагнітальний клапан 18 в конденсатор 4, де перетворюється в рідину, віддаючи тепло охолоджуючому середовищу. Потім фреон в рідкому стані поступає через запірний вентиль 3 в балон 2, вологомасловідділювач 14, теплообмінник 16, вентиль 13 (розширюваний клапан) і колектор 12 в змійовик випаровувача 11. Після випаровування в випаровувачі 11 фреон в газоподібному стані поступає через колектор 9, патрон 8, теплообмінник 16, акумулятор 15 і клапан 17 знову в компресор 1.

Для зняття стінової “шуби” з випаровувача і обігріву фургона служить перемикач 5, який необхідно встановити в таке положення, коли гарячий газоподібний фреон поступає не в конденсатор 4 і балон 2, а в випаровувач 11 (через термоізований трубопровід 6, соленоїдний вентиль 7 і колектор 10). Із випаровувача 11 фреон знову поступає в компресор 1 (через колектор 9, патрон 8, теплообмінник 16, акумулятор 15 і клапан 17). Тиск фреону вимірюється манометром 19.

**Література:** [3], с.226...257.

## 13 Автомобілі–цистерни та автопоїзди–цистерни

### 13.1 Вступ

Автомобільні цистерни знаходять все більш широке застосування. Цьому сприяють такі фактори:

- 1) розвиток нафтової та технічної галузей, які створили необхідність перевезень багатьох різних продуктів (наприклад синтетичні смоли та ін.);
- 2) розвиток міжнародних перевезень;
- 3) розширення перевезень різноманітних порошкоподібних вантажів з використанням пневматичного розвантаження;
- 4) використання багатоцільових цистерн, особливо з легованих сталей, в яких можна перевозити самі різноманітні вантажі.

Резервуари цистерн встановлюють на одиночні автомобілі (наприклад, вантажопідйомністю 3–10 т – для перевезення на невеликі відстані) і напівпричепи (наприклад, вантажопідйомністю більше 40 т – для дальніх перевезень).

В автомобільних цистернах перевозять такі *вантажі*:

- нафтопродукти (наприклад, бензин, дизельне паливо, мазут, бітум, розчинники);
- продукти харчування (наприклад, вина, пиво, молоко, соки, рослинні жири);
- хімічні речовини (наприклад, кислоти, синтетичні продукти);
- порошкоподібні речовини (наприклад, цемент, гіпс, вапно);
- стиснуті та зріджені гази (наприклад, бутан, пропан, аміак, хлор, азот тощо);
- тверді речовини в розплавленому виді (наприклад, сірка, нафталін тощо).

### 13.2 Класифікація автомобільних цистерн та особливості їх конструкції

Автомобільні цистерни за *конструктивними* ознаками підрозділяються:

- а) рамні;
- б) несучі.

За *іншими* ознаками резервуари цистерн розподіляються:

- а) за *матеріалом* – із звичайної сталі, зварної міцної сталі, некородуючої сталі, алюмінієвих сплавів, звичайної сталі з внутрішнім покриттям із сталі, ебоніту, свинцю, епоксидної плівки, із пластмаси, армованої скловолокном;
- б) за *формою* – круглого або еліптичного поперечного перерізу з розширювачами і без них, прямокутного, циліндрично–конічного, прямокутні постійного або перемінного перерізу, сферичні;
- в) за наявністю *перемичок* та *призначенням* – для магістральних перевезень, для роботи на невеликих відстанях, з одним відсіком, з додатковим відсіком, з декількома відсіками (хвилерізами);
- г) за *тиском* – без надлишкового тиску та з надлишковим тиском;
- д) за *термоізоляційними* властивостями – термоізольовані скловолокном, поліуретановою масою або іншою ізоляцією, ізотермічні, що обігріваються парою, гарячою водою, електрикою;
- е) за *обладнанням* для *розвантаження* – розвантаження під дією сили тяжіння (з прямим люком, з боковим люком, із збірним колектором, з різними типами затворів); розвантаження під тиском, з використанням автономної або розташованої на цистерні помпи; пневматичне розвантаження, з використанням компресора (стаціонарного або розташованого на тягачі або напівпричепі – цистерні).

При конструюванні автомобільних цистерн враховують наступні *основні фактори*:

- 1) фізико–хімічні властивості вантажу (об’ємна маса і хімічна активність);
- 2) умови експлуатації, спеціальні вимоги, які стосуються безпечних рідких та порошкоподібних вантажів;
- 3) напругу, яка виникає в різних частинах резервуара;
- 4) технологію виготовлення.

При виборі поперечного перерізу резервуара і його розміщення виходять із необхідності забезпечити пониження центра ваги і підвищення жорсткості і більш повного використання маси вантажу при його розвантаженні. Необхідна *товщина* стінок резервуара визначається величиною *внутрішнього тиску*. З точки зору жорсткості резервуару, *круглому* перерізу надається *перевага* перед еліптичним, а еліптичний забезпечує більшу жорсткість, чим трапецієподібний. Для збільшення жорсткості верхню частину резервуару підсилюють, особливо місця, де розташовані люки.

Для виготовлення резервуарів–цистерн широко застосовують алюмінієві сплави. Основними *перевагами* резервуарів із *алюмінієвих сплавів* є:

- 1) менша питома маса;
- 2) більша довговічність (завдяки високій корозійній стійкості);

3) низька вартість експлуатації.

Власна маса алюмінієвих резервуарів на 50...55% менше, чим виготовлених із звичайної сталі. Незважаючи на більшу вартість цистерн із алюмінієвих сплавів (на 40...45%), вони знайшли широке застосування, завдяки меншому часу окупності.

Висока корозійна стійкість алюмінієвих сплавів дає можливість покривати зовнішню поверхню резервуарів тільки лаком. Для важких умов експлуатації їх необхідно фарбувати.

При виготовленні резервуарів–цистерн, широко застосовуються *пластмаси*:

- а) термопласти (поліетилен різної густини, полістирол, поліпропілен, полікарбонат, нейлон тощо);
- б) термореактивні.

Одні цистерни з пластмасовими резервуарами застосовуються для перевезень харчових продуктів (вода, молоко, вино тощо), добрив, нафтопродуктів, хімічних речовин (за винятком тих, які реагують з пластмасами), а також порошкоподібних речовин (за виключенням тих, що мають абразивні властивості).

Термопласти застосовуються для виготовлення резервуарів малого та середнього об'ємів, які не піддаються дії великих механічних навантажень. Такі резервуари, як правило, не мають перемичок і встановлюються на базові шасі автомобілів, причепів та напівпричепів. Широкому застосуванню резервуарів із термопластів перешкоджає підвищена чутливість цих матеріалів до зміни температури оточуючого середовища.

Цистерни, резервуари яких виготовлені із скловолокна, мають перевагу з точки зору безпеки при перевезенні горючих речовин. Основними *перевагами склопластика* в порівнянні з алюмінієм і сталлю є:

- 1) низька теплопровідність – в результаті зменшується імовірність швидкого прогріву палива в резервуарі при пожежі (із зовні) до температури кипіння, при якій його пари починають виходити через запобіжні клапани і тим самим сприятимуть розповсюдженню зовнішнього вогню;
- 2) менша густина та підвищена міцність, що дозволяють зменшити масу цистерни та збільшити вантажопідйомність;
- 3) більша корозійна стійкість;
- 4) ремонтпридатність.

Резервуари автоцистерн можуть мати *горизонтальне, похиле та вертикальне* розташування.

Вертикальне та похиле розташування резервуарів застосовується при перевезенні *сипучих* вантажів в цілях прискорення процесу розвантаження матеріалів, які мають малу текучість за рахунок власної ваги.

Вертикально розташовані резервуари мають форму циліндра або кулі (з нижньою частиною у вигляді зрізаного конуса).

Похилі та горизонтальні резервуари мають округлий і еліптичний поперечний переріз. При похилому, а особливо при вертикальному розташуванні резервуарів центр ваги зміщується вгору, що призводить до зменшення стійкості. Для зменшення положення центра ваги застосовують такі міри:

- 1) використовують кілька резервуарів (замість одного), для перевезення однієї і тієї ж маси вантажу;
- 2) виготовлення вертикальних резервуарів зі зрізаними боковими стінками;
- 3) розташування резервуарів у вигляді латинської літери N (вигляд збоку).

Для збільшення об'єму, зниження центру ваги та дотримання габаритних обмежень за висотою похилі резервуари виготовляються у вигляді зрізаного циліндра в передній (верхній) частині.

На рис. 13.1 наведена схема причепа-цистерни ПЦ-6,7-5207В-М.

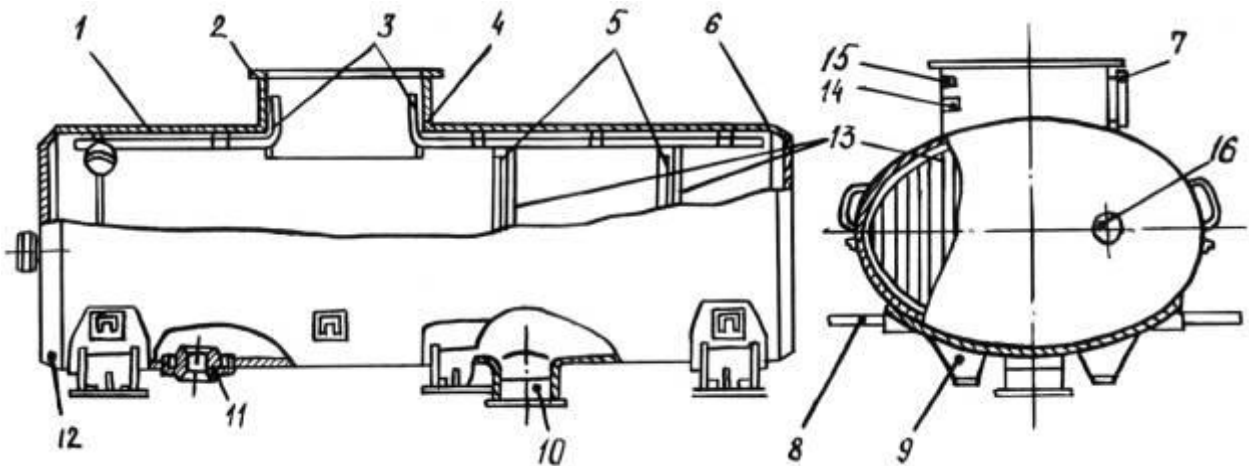


Рис. 13.1 Схема причепа-цистерни ПЦ-6,7-5207В-М:

1 – обичайка; 2 – корпус горловини; 3 – повітрівідвідні патрубки; 4 – мірний кутник; 5 – кутник жорсткості; 6 – заднє днище; 7 – фланець; 8 – кронштейн; 9 – опори; 10 – корпус відстійника; 11 – фланець; 12 – переднє днище; 13 – поперечні хвилерізи; 14 – табличка; 15 – маркувальна планка; 16 – патрубок поплавцевого показника рівня

Обичайка та днище мають еліптичну форму. Жорсткість цистерни забезпечується штампованими днищами і двома кутниками жорсткості, до яких прикріплені знімні хвилерізи.

Деякі автомобільні цистерни не мають своєї помпи, тому вони можуть виконувати тільки наступні *робочі операції*:

- наповнення цистерни через всмоктувальний трубопровід стороннім помпою;
- видачу нафтопродукту із цистерни стороннім помпою;
- злив нафтопродукту самопливом;
- злив відстою.

Схема такої цистерни наведена на рис. 13.2.

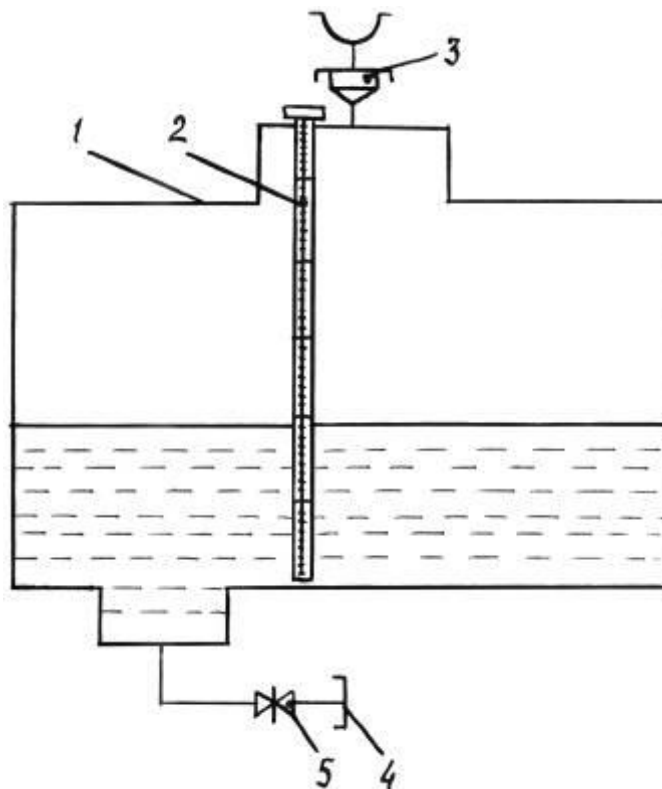


Рис. 13.2 Технологічна схема автомобіля-цистерни АЦ-8-500АЕ:

1 – цистерна; 2 – показник рівня; 3 – заливна горловина; 4 – зливний трубопровід;  
5 – заслінка

*Особливістю* технологічної схеми напівпричепа-цистерни ППЦ-17 (рис. 13.3) є те, що для підігріву в'язких нафтопродуктів перед їх зливом в холодну пору року використовують *спеціальний* трубопровід 3.

При виконанні робочих операцій в польових умовах використовують заземлювальний пристрій (див. рис. 13.4), для чого трос розмотують і клин забивають в землю.

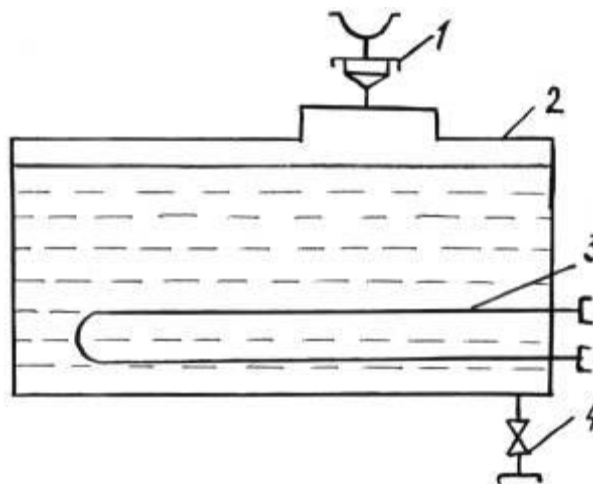


Рис. 13.3 Технологічна схема напівпричепа-цистерни ППЦ-17:

1 – дихальний клапан з заливною горловиною; 2 – цистерна; 3 – трубопровід для підігріву; 4 – заслінка

Для заземлення під час руху автомобільні цистерни обладнують ланцюгом, який кріплять на спеціальній петлі біля відстійника цистерни. Для надійного заземлення ланцюг повинен знаходитись на дорожньому покритті на довжині не менше 0,2 м. Крім того, для підвищення пожежної безпеки на автомобілях цистернах і на автомобілях тягачах глушники виводяться до переднього бамперу вправо за ходом руху.

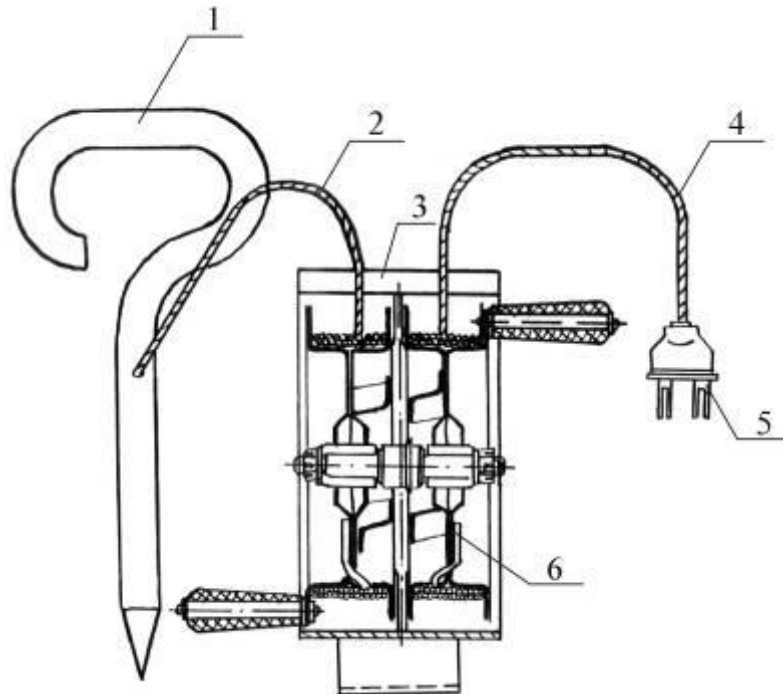


Рис. 13.4 Заземлювальний пристрій:

1 – клин; 2 – трос; 3 – корпус; 4 – жила струмопровідника; 5 – штепсельна вилка;  
6 – котушка

**Література:** [1], с.108...111, с.132...133; [3], с.257...262.

## 14 Автомобільні цистерни для перевезень рідин

Автомобільні цистерни перевозять в основному паливо, мастила, харчові та хімічні продукти, зріджені гази. Конструкція цистерн визначається в основному видом рідин, які перевозять та умовами перевезень (наприклад, дорожні умови, відстані на які транспортуються тощо). При транспортуванні рідин в процесі руху виникає додаткове навантаження резервуарів внаслідок переміщення центра ваги вантажу. В зв'язку з цим резервуари цих цистерн повинні мати запас міцності, а шасі, на яких вони змонтовані – велику стійкість.

Рідини, за винятком зріджених газів, перевозяться під атмосферним тиском. Для того, щоб забезпечити можливість “дихати” внутрішньому об'єму резервуара при зміні температури, а також при завантаженні та розвантаженні, цистерни обладнують запобіжними клапанами з фільтрами. Внутрішній тиск при розрідженні буде тим меншим, чим ефективніше працюють запобіжні клапани і чим чистіші фільтри.

### 14.1 Розрахунок основних конструктивних параметрів автоцистерн

Товщина стінки розраховується за формулою:

$$\delta_{\text{ст}} = \frac{P_{\Sigma} \cdot R_{\text{к}}}{k_{\text{з.ш}} \cdot \sigma} + 1, \text{ мм}, \quad (14.1)$$

де  $P_{\Sigma}$  – сумарний тиск, який складається із тиску опору запобіжних клапанів і гідростатичного тиску, кгс/см<sup>2</sup>;

$R_{\text{к}}$  – радіус кривизни перерізу резервуара, см;

$k_{\text{з.ш}}$  – коефіцієнт, який враховує міцність зварних швів (для дугового зварювання  $k_{\text{з.ш}} = 0,8$ );

$\sigma$  – допустиме напруження матеріалу, кгс/см<sup>2</sup>;

1 – додаткова товщина, яка враховує корозію матеріалу (1 мм).

Розрахункове значення товщини стінки заокруглюють в більшу сторону до найближчого стандартного значення товщини листка конструкційної сталі.

Товщина днища розраховується за формулою:

$$\delta_{\text{д}} = \frac{P_{\Sigma} \cdot D_{\text{е}} \cdot k_{\text{д}}}{2 \cdot k_{\text{з.ш}} \cdot \sigma} + 1, \text{ мм}, \quad (14.2)$$

де  $D_{\text{е}} = \frac{A+B}{2}$  – еквівалентний діаметр днища ( $A$  і  $B$  – осі еліпса), см;

$k_{\text{д}}$  – коефіцієнт форми днища.

При визначенні товщини днища значення коефіцієнта  $k_{\text{з.ш}}$  приймається рівним 1, за виключенням випадків, коли днище зварюється із декількох частин (тоді  $k_{\text{з.ш}} = 0,8$ ).

Динамічні навантаження розраховуються для наступних трьох випадків:

- 1) гальмування;
- 2) виникнення відцентрових сил на поворотах;
- 3) навантаженню, яке передається колесами при русі на дорогах нижчого класу.



Динамічне навантаження  $P_s$  при гальмуванні складається із динамічного тиску  $P_d$  і гідростатичного  $P_r$  тисків рідини:

$$P_s = P_d + P_r, \quad (14.3)$$

$$P_d = 0,05 \cdot L \cdot M_p, \quad (14.4)$$

де  $L$  – довжина відсіку, м;

$M_p$  – маса рідини, кг.

Відцентрові сили  $P_{ц}$  тим більші, чим більша швидкість руху автомобіля і чим менший радіус повороту  $R$ , тобто

$$P_{ц} = \frac{M_a \cdot V_a^2}{R}, \quad (14.5)$$

де  $M_a$  – повна маса автомобіля, рівна  $G_a/g$  ( $G_a$  – повна вага автомобіля;  $g$  – прискорення вільного падіння);

$V_a$  – швидкість руху, м/с.

Підставивши замість  $M_a$   $G_a/g$  і врахувавши розмірність швидкості, формула (14.5) приймає вигляд:

$$P_{ц} = \frac{G_a V_a^2}{g 13R}, \quad (14.6)$$

В кінцевому вигляді:

$$P_{ц} = \frac{G_a V_a^2}{127R}. \quad (14.7)$$

Особливо небезпечні повороти при частковому заповненні резервуару цистерни (див. рис. 14.1.а,б).

Незважаючи на те, що відцентрова сила при неповному заповненні резервуара менша, чим при повному його заповненні, зміщення центра ваги при повороті може призвести до перевантаження підвіски, що може викликати втрату стійкості (перекидання). Перекидання автомобіля або автопоїзда може статися тоді, коли момент відцентрової сили на плече  $h$  буде рівний або більший стабілізуючого моменту від повної маси автомобіля на плече  $B/2$  ( $B$  – ширина колії).

За цієї умови й визначається *допустима* швидкість руху автомобіля на повороті, за умови перекидання (без врахування крену кузова):

$$V_a = 8 \sqrt{\frac{BR}{h}}, \text{ км/год.} \quad (14.8)$$

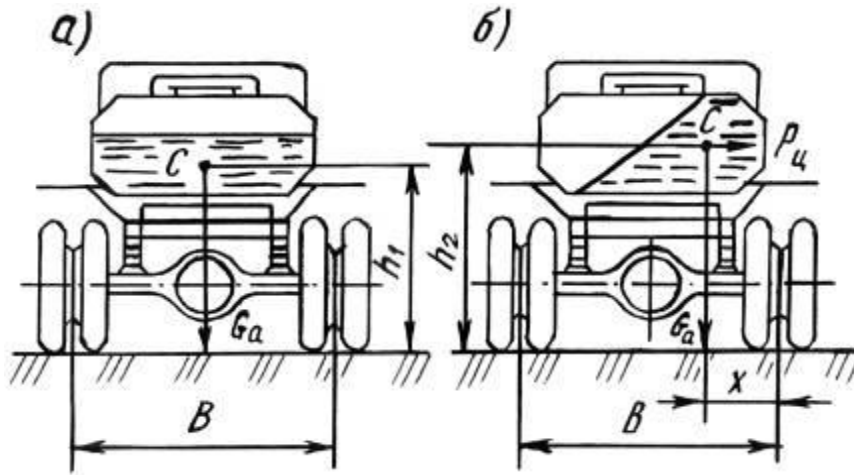


Рис. 14.1 Розташування центра ваги рідини в поперечній площині в процесі руху цистерни:  
а – прямолінійне; б – на повороті

При русі автомобіля на повороті центр ваги рідини зміститься (рис. 14.1.б) і стабілізуючий момент буде меншим, оскільки сила  $G_a$  діє на менше плече  $h$ , а момент перекидання від сили  $P_{ц}$  збільшується внаслідок збільшення відстані до центру ваги ( $h_2 > h_1$ ).

При русі автомобіля, на повороті можливе занесення транспортного засобу. Воно виникає, коли відцентрова сила  $P_{ц}$  досягає значення, рівного силі зчеплення  $G_a \varphi_3$ :

$$P_{ц} = \frac{G_a V_a^2}{127R} = G_a \varphi_3, \quad (14.9)$$

де  $\varphi_3$  – коефіцієнт зчеплення шини з дорогою.

За цією залежністю визначається *допустима швидкість* руху автомобіля на повороті за умови бокового занесення, км/год.:

$$V_a = 11,3 \sqrt{\varphi_3 R}. \quad (14.10)$$

Зазвичай бокове занесення настає раніше, ніж перекидання. З урахуванням поперечного крену цистерни  $6...7^\circ$ , допустимі швидкості, які підраховані за приведеними раніше формулами, необхідно зменшити на 10...15%.

Динамічні навантаження, які виникають при русі на нижчого класу дорогах, залежать від висоти нерівностей та швидкості руху. Сумарне вертикальне зусилля в цьому випадку приймається з урахуванням прискорення, яке складає  $(1,5...2,0)g$ .

## 14.2 Автомобільні цистерни для перевезень рідких харчових продуктів

Резервуари таких автоцистерн виготовляються з хімічно нейтральних матеріалів (алюмінію, некородуючої сталі, пластмаси). При цьому металеві резервуари термоізовані. Цистерни для перевезень молока монтують на шасі автомобілів ГАЗ–52, ГАЗ–53, ГАЗ–66, ЗІЛ–130, МАЗ–500А. Навантаження цистерн молоком (крім цистерн, змонтованих на шасі автомобілів МАЗ–500А) здійснюється

за рахунок розрідження в резервуарі, яке створюється працюючим двигуном. Цистерна на шасі автомобіля МАЗ-500А заповнюється за допомогою ротаційного помпау.

Резервуари цистерни виготовляють із листового алюмінію, який складається з двох самостійних секцій, зварених в стик. У верхній частині кожної секції розташований люк, призначений для мийки та огляду.

На рис. 14.2 наведена схема наповнення молочної цистерни АЦПТ-2,8.

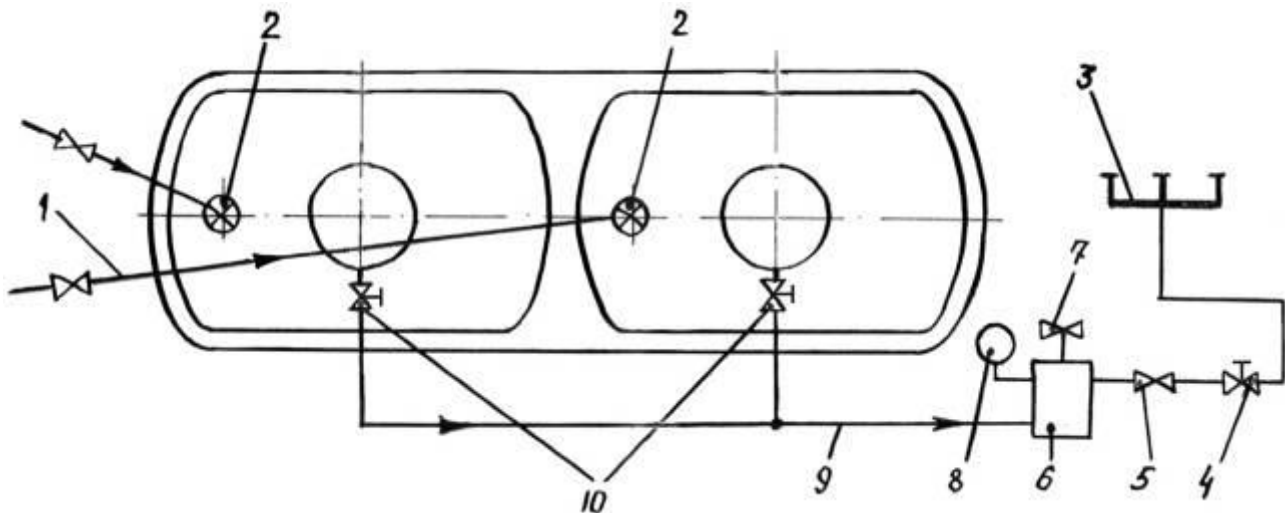


Рис. 14.2 Схема наповнення молочної цистерни АЦПТ-2,8:

1 – молокопровід; 2 – кран наповнення; 3 – впускний трубопровід; 4, 10 – пробковий кран; 5 – зворотний клапан; 6 – піновловлювач; 7 – запобіжний клапан; 8 – мановакуумметр; 9 – повітропровід

Внизу кожної секції розташований кран 2 наповнення і зливу молока. Наповнення секцій здійснюється за допомогою вакууму. Для його створення в горловині розташований штуцер повітропроводу 9, який з'єднується із впускним трубопроводом 3 двигуна.

В середині люка розташовані поплавці електричної звукової сигналізації, яка попереджує про заповнення резервуару до граничного рівня. В момент, коли рівень молока в секції досягає рівня встановлення електричного контакту (тобто граничного рівня), електрична ланка замикається (через молоко на масу резервуара цистерни) і наповнення закінчується.

На лінії повітропроводу 9 встановлені два пробкових крани 10 (біля горловини люків кожної секції), піновловлювач 6 з мановакуумметром 8, запобіжний клапан 7, загальний пробковий кран 4, а також зворотний клапан 5. Піновловлювач 6 запобігає попаданню молочної піни та молока до впускного трубопроводу двигуна. Зворотний клапан призначений для запобігання попаданню в секції резервуара відпрацьованих газів із двигуна. За допомогою вакуумметра 8 вимірюється розрідження в цистерні (350 мм рт.ст.).

Для наповнення резервуара молокопроводи 1 опускають в баки з молоком. Потім відкривають пробковий кран 4 біля піновловлювача і кран секції, що

заповнюється, перевіряють справність поплавця та зачиняють люки секцій. Після чого приєднують повітропровід, пускають двигун і вмикають електросигналізацію.

До *особливостей* конструкції цистерн для перевезення молока слід віднести системи наповнення і регулювання верхнього рівня молока при наповненні (систему сигналізації). У молоковозів АЦПТ-11, -6,2, -3,3, -0,9 і -2Т-09 цистерни наповнюються за допомогою pomp, встановлених у вантажовідправників. В решті моделей застосовується вакуумна система наповнення з використанням розрідження, що створюється у впускному трубопроводі двигуна автомобіля. Принципова схема наповнення цистерни молоком показана на рис. 14.3.

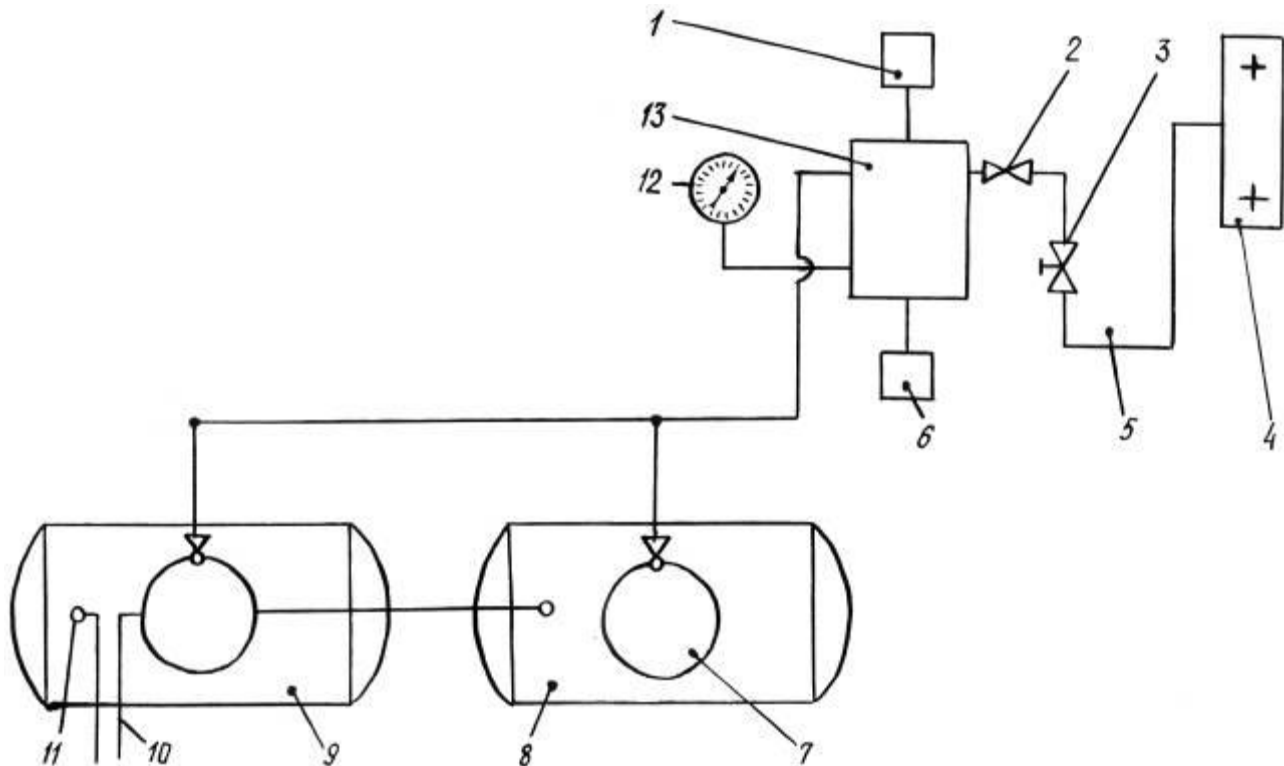


Рис. 14.3 Принципова схема наповнення автмолокоцистерни:

1 – запобіжний клапан; 2 – зворотний клапан; 3 – пробковий кран; 4 – впускний трубопровід двигуна; 5 – повітропровід; 6 – заглушка для зливу; 7 – піногасій; 8, 9 – секції; 10 – молокопровід; 11 – внутрішній клапан; 12 – мановакуумметр; 13 – рідиновідділювач

При роботі двигуна повітря засмоктується із секцій 8, 9 (по черзі) цистерни і в ній створюється розрідження. Можливість створення розрідження в кожній секції окремо забезпечується наявністю в них спеціальних кранів повітропроводів, що знаходяться біля горловини відповідної секції.

Для запобігання попадання парів бензину в секцію в системі встановлений зворотний клапан 2, а для запобігання попадання молока в двигун – рідиновідділювач 13. Для перекриття повітропроводів використовують пробковий кран 3. Величина розрідження контролюється мановакуумметром 12.

На рис. 14.4 представлена схема системи сигналізації.

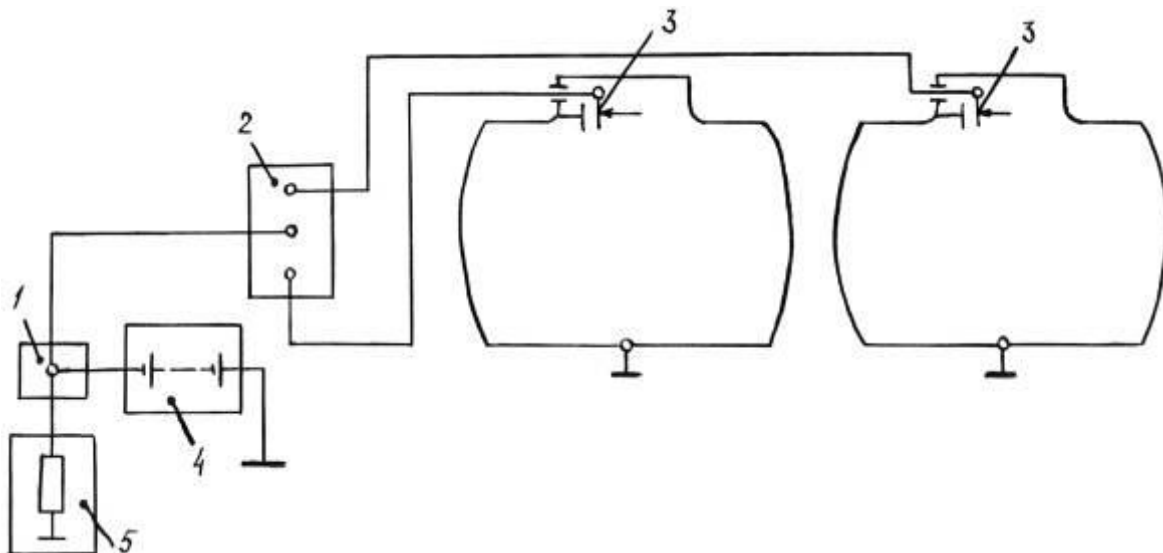


Рис. 14.4 Схема системи сигналізації цистерни для перевезення молока:  
 1 – котушка системи запалення; 2 – перемикач; 3 – замикач; 4 – акумуляторна батарея; 5 – система запалювання двигуна

В горловині кожної секції встановлено замикач 3, який підключений до котушки запалення 1 через перемикач 2, що розташований в кабіні автомобіля. При цьому до заповнення секцій молоком утворюється розімкнута електрична ланка. Перемикач 2 вмикається на передню або задню секції цистерни при заборі молока. Як тільки рівень рідини досягне замикача 3, ланка стає замкнутою, а так як опір на ділянці “замикач–молоко–корпус” значно менший, чим у системі запалювання двигуна 5, то подача енергії в систему припиняється і двигун “глохне”.

**Література:** [3], с.262...273.

## 15 Автомобільні цистерни для перевезень нафтопродуктів і сипучих матеріалів

### 15.1 Автомобільні цистерни для перевезень нафтопродуктів

Такі цистерни призначаються для транспортування палива з нафтобаз до паливороздавальних колонок і проміжних нафтосховищ і заправки ним транспортних засобів (літаків, автомобілів і тракторів тощо). Залежно від *призначення* автоцистерни розподіляються на:

- транспортні;
- паливороздавальні.

На міжміських маршрутах основному використовуються автоцистерни невеликої вантажопідйомності (2,5...3,8 т – на шасі ГАЗ і 3,8...4,2 т – ЗІЛ). Резервуари, мають овальний і еліптичний переріз виготовляються з вуглецевої сталі (з середини покриті цинком). Всі цистерни обладнані заземлюючим пристроєм і вогнегасниками, а глушник двигуна розташовується внизу переднього буфера автоцистерни.

Встановлені на автомобілі помпи (для заповнення, зливу і перекачки рідкого палива) приводяться від двигуна автомобіля через КВП і карданний вал.

Всі резервуари цистерн мають горловини, оглядові вікна, покажчики рівня рідини з щупом і редуційні клапани (для сполучення з атмосферою). В горловині резервуара цистерни розташовані покажчики і трубка редуційного клапана. Вона призначена для заповнення резервуара рідким паливом, а також для монтажу та ремонту агрегатів, розташованих в ній. Крім того, горловина є резервним об'ємом, який заповнюється при розширенні рідкого палива внаслідок нагріву.

Розвиток перевезень нафтопродуктів супроводжується підвищенням вантажопідйомності автопоїздів. Резервуари, особливо великого об'єму, поділяються на відсіки (хвилерізами). Наявність відсіків дозволяє перевозити різні рідини й прискорювати злив палива (самоплином або помпою). Встановлення хвилерізів і перегородок в резервуарах напівпричепів–цистерн необхідне, оскільки при відсутності їх (наприклад, рух на підйом) відбувається розвантаження ведучої осі автомобіля–тягача внаслідок перетікання рідини назад, що може призвести до буксування останнього. Розвантаження секційних напівпричепів–цистерн повинне розпочинатися з задніх секцій, щоб забезпечити необхідне навантаження на сидло.

Помпові агрегати автоцистерн з приводом від двигуна автомобіля замінюються помпами з гідроприводом. Для підвищення пожежної безпеки такі автоцистерни обладнуються двопровідною системою електрообладнання (виключення імовірності виникнення іскри), світловою сигналізацією, яка сповіщає водія про замикання на масу позитивного чи від'ємного проводу. В разі її відсутності водій зобов'язаний вимикати акумуляторну батарею перед заповненням цистерни.

На рис. 15.1 зображена технологічна схема автомобілів–цистерн АЦ–4,2–53А і АЦ–4,2–130.

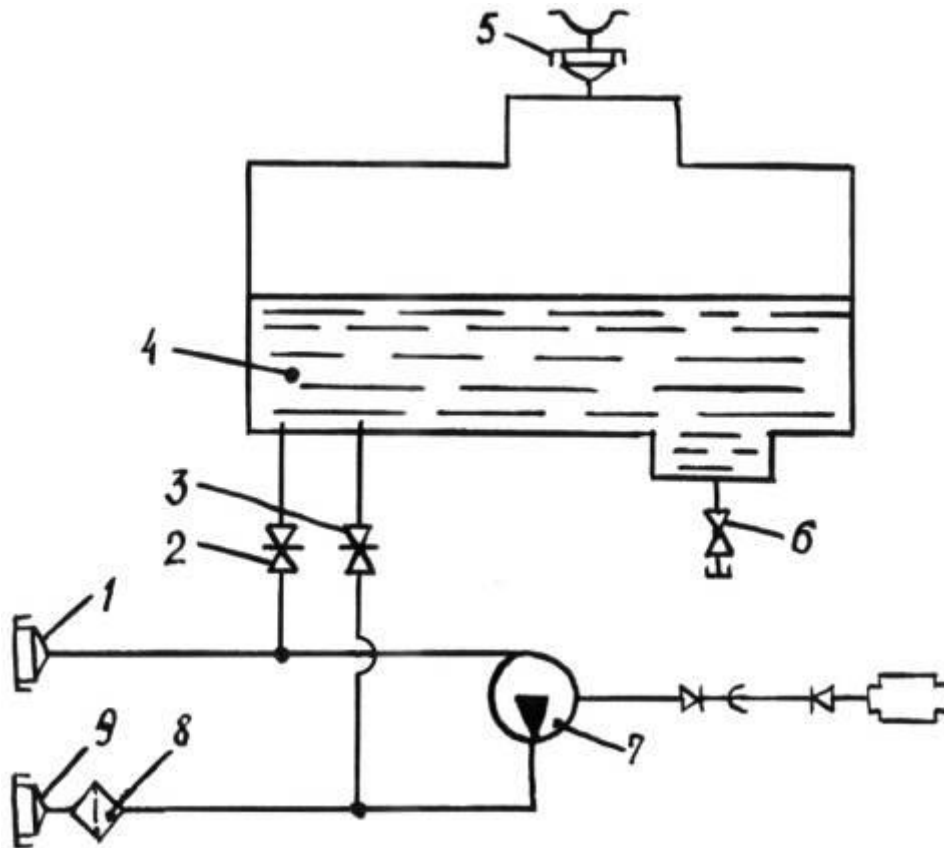


Рис. 15.1 Технологічна схема автомобілів-цистерн АЦ-4,2-53А і АЦ-4,2-130:  
 1 – напірний штуцер; 2, 3 – заслінки; 4 – цистерна; 5 – “дихальний” клапан;  
 6 – грязьовий вентиль; 7 – помпа; 8 – фільтр попередньої очистки; 9 – приймальний  
 штуцер

Характерною *особливістю* цих цистерн є те, що операція “злив нафтопродукту із цистерни самоплином” проводиться через напірний трубопровід, тому що на відстійниках не передбачений трубопровід зливу самоплином. Крім того, автомобільні цистерни не обладнані обмежувачем наповнення, тому спостереження за наповненням об’єму нафтопродуктами проводиться візуально.

На рис. 15.2 наведена технологічна схема автомобілів цистерн АЦ-4,3-131 і АЦ-4,0-131.

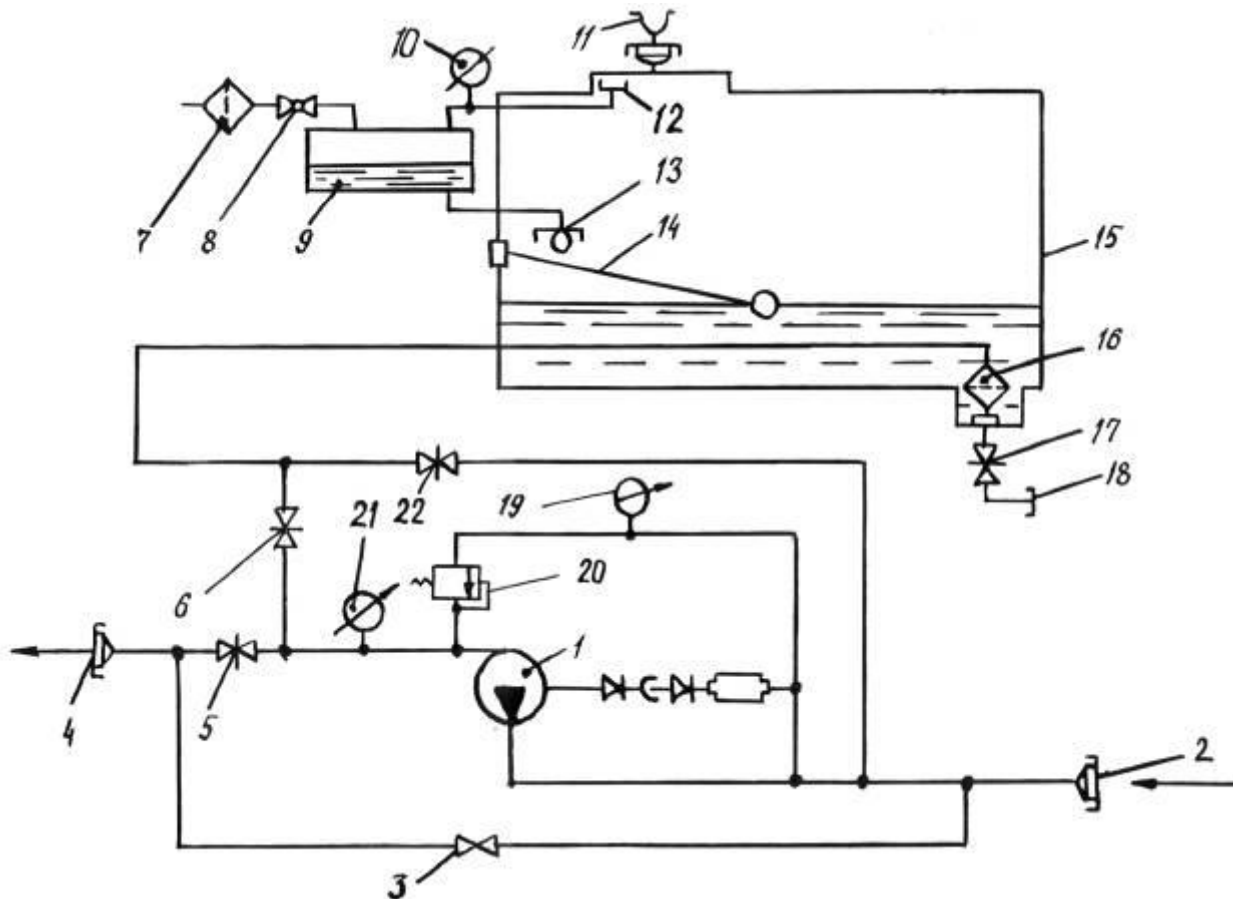


Рис. 15.2 Технологічна схема автомобілів цистерн АЦ-4,3-131 і АЦ-4,0-131:

1 – pompa; 2 – приймальний штуцер; 3 – вентиль; 4 – напірний штуцер; 5, 6 – заслінки; 7 – фільтр; 8 – дренажний кран; 9 – компенсаційний бачок; 10, 19 – мановакуумметри; 11 – комбінований клапан з заливною горловиною; 12 – дренажний трубопровід; 13 – клапан; 14 – показчик рівня; 15 – цистерна; 16 – фільтр попередньої очистки; 17, 22 – заслінка; 18 – зливний патрубок; 20 – перепускний клапан; 21 – манометр

Принципова технологічна схема цих автоцистерн дозволяє виконувати всі основні робочі операції з прийому і зливу нафтопродуктів. Крім цього, технологічне обладнання дозволяє проводити операцію “заповнення цистерни стороннім перекачуючим засобом”. Під час цієї операції один кінець рукава під’єднується до напірного патрубку автомобіля-цистерни, а другий – до напірного патрубку стороннього перекачуючого засобу. При заповненні цистерни не допускається тиск в напірній магістралі вище  $4 \text{ кгс/см}^2$ , так як це може призвести до витікання рідини через заслінки. У зв’язку з тим, що цистерни АЦ-4,3-131 і АЦ-4,0-131 обладнані двома рукавами з роздавальними кранами, вони можуть виконувати ще одну операцію “видача нафтопродуктів із цистерни через роздавальні крани”.

Крім того, характерною *особливістю* є необхідність з’єднання газового простору цистерни з атмосферою за допомогою дренажного крана.

Для забезпечення повного зливу нафтопродукту із цистерни через патрубок нижнього зливу передні колеса автомобіля встановлюють на підкладки.

На рис. 15.3 наведена технологічна схема причепа-цистерни ПЦ-6,7-5207В-М.



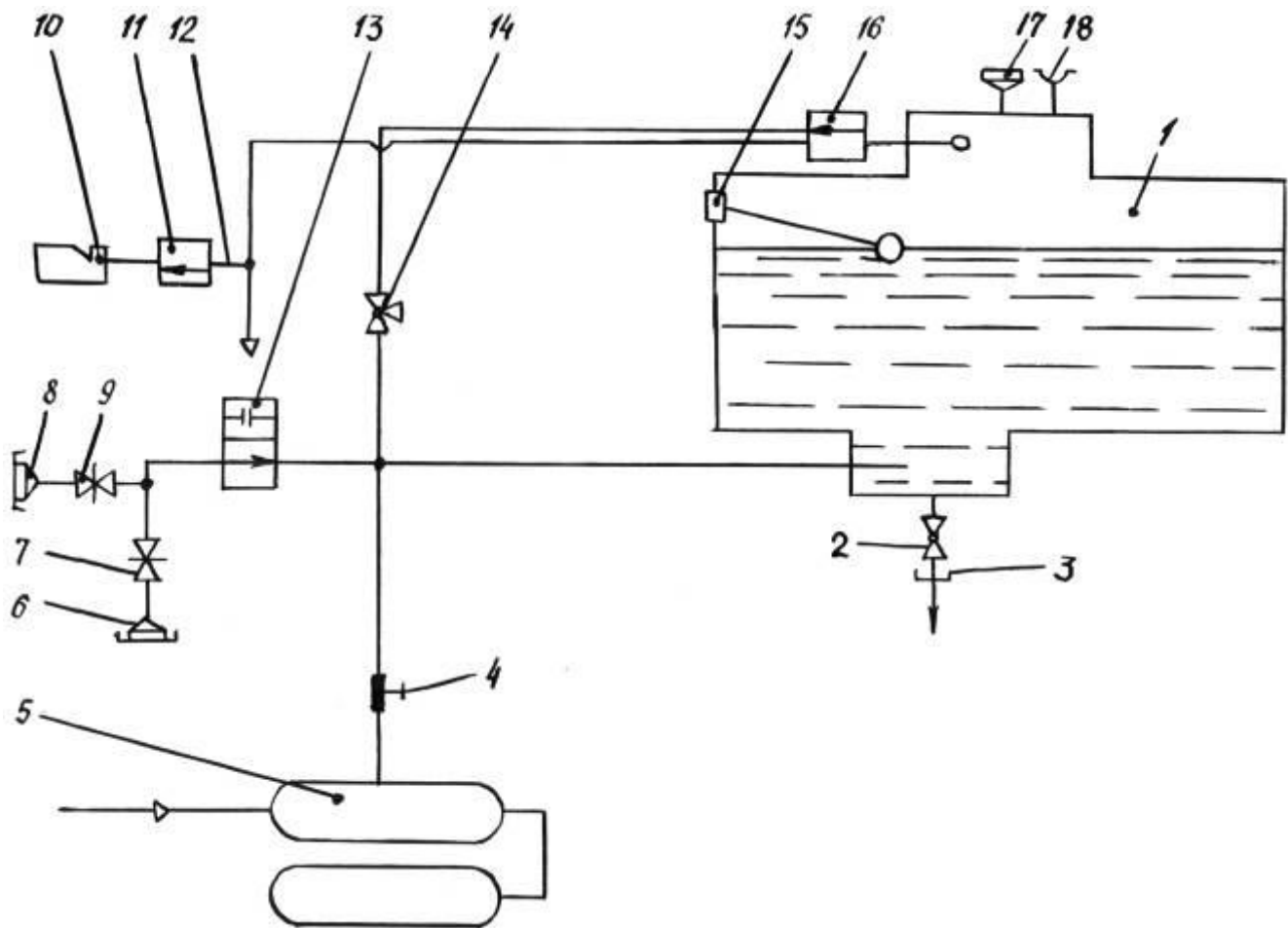


Рис. 15.3 Технологічна схема причепа-цистерни ПЦ-6,7-5207В-М:

1 – цистерна; 2 – запірний вентиль; 3 – штуцер зливу; 4 – випарний трійник; 5 – ресивер; 6 – приймальний штуцер; 7, 9 – заслінки; 8 – штуцер постійного приєднання; 10 – сигнал; 11 – клапан сигналу; 12 – трійник; 13 – пневматичний клапан; 14 – кран ручного керування; 15 – показчик рівня; 16 – клапан обмежувача наповнення; 17 – заливна горловина; 18 – комбінований клапан

Така технологічна схема є найбільш складною у зв'язку з тим, що вона обладнана пневматичною системою. Особливістю виконання робочих операцій причепом-цистерною ПЦ-6,7-5207В-М є те, що для виконання робочих операцій по наповненню цистерни нафтопродуктами через всмоктуючий трубопровід за допомогою сторонніх перекачуючих засобів необхідно ввімкнути пневматичну систему причепа-цистерни. При ввімкненні пневматичної системи кран керування подає повітря на клапан обмежувача наповнення, пневмоклапан всмоктуючої магістралі і клапан звукового сигналу обмежувача наповнення. При досягненні нафтопродуктом граничного рівня спрацьовує обмежувач наповнення і пневмоклапан закривається (нафтопродукт не надходить).

Досить широко застосовуються цистерни для транспортування бітуму. Він перевозиться при температурі 190...260°C. У зв'язку з цим, такі цистерни мають шар термоізоляції та пристрої для підігріву і виготовляються з вуглецевої некордуючої сталі або алюмінію.

Специфіка вантажу, який перевозиться, вимагає дотримання *особливих методів* організації перевезень та експлуатації рухомого складу. Так, не дозволяється попадання вологи в резервуар перед його завантаженням. Забороняється завантажувати цистерну гарячим бітумом, який має температуру вищу безпечного рівня, обумовленого заводом–виробником. Порушення цієї вимоги може призвести до термічного перевантаження резервуару. Особливого догляду в цьому відношенні вимагають алюмінієві цистерни. Якщо цистерна обладнана підігрівом, то нею *не можна* користуватися у випадках:

при порожній цистерні;

під час завантаження і розвантаження;

в середині приміщень або в іншому обмеженому просторі;

для підігріву вантажу з легкими фракціями.

При роботі з підігрівачем завантажувальний люк частково відкривається.

## **15.2 Автомобільні цистерни для перевезення зріджених газів**

Автомобільний транспорт перевозить в зрідженому вигляді метан, водень, кисень, азот, пропан, бутан, вуглекислоту тощо.

Конструкції цистерн для зріджених газів визначаються головним чином температурою і тиском. Температура зріджених газів коливається від  $-89^{\circ}\text{C}$  до  $-198^{\circ}\text{C}$ , а тиск від 0,33 до 0,5...1,0 кГс/см<sup>2</sup>. Рідкий кисень, азот і водень перевозять в цистернах сферичної, циліндричної форми, ізольованих поліуретаном або вакуум–порошковою ізоляцією.

Цистерни складаються із внутрішнього резервуару, зовнішнього кожуха і шару термоізоляції. Внутрішній резервуар виготовляється в основному із високоміцної конструкційної сталі, яка піддається гартуванню з наступним відпуском, некордуючої сталі та з алюмінієвих сплавів.

Цистерни для перевезень зріджених газів, які мають температуру нижче  $-100^{\circ}\text{C}$ , нагадують термос. На рисунку 15.4 наведена схема типової цистерни для рідкого водню.

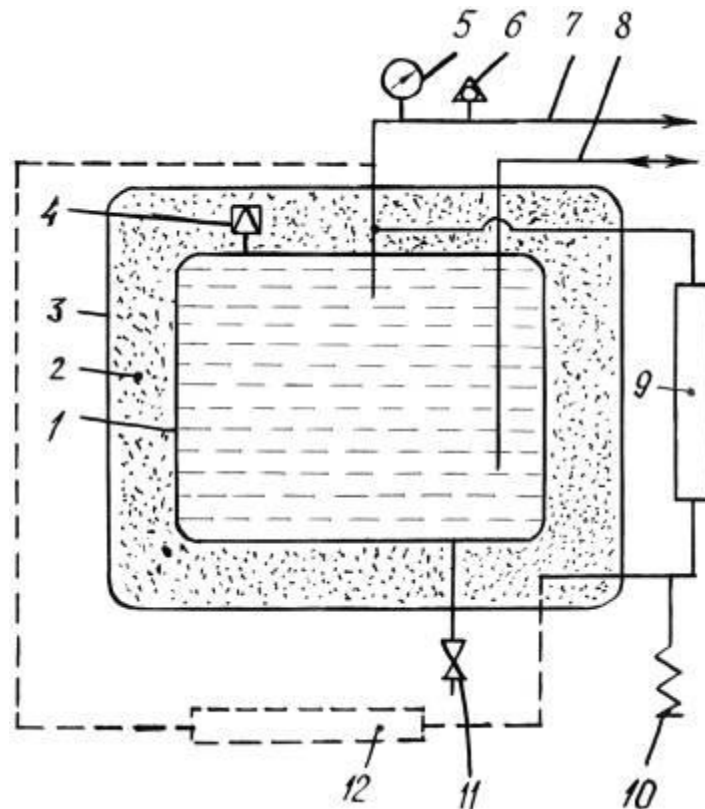


Рис. 15.4 Схема типової цистерни для рідкого водню:

1–внутрішній резервуар; 2–термоізоляційний матеріал; 3– зовнішній резервуар; 4–запобіжна мембрана; 5– манометр; 6–запобіжний клапан; 7–труба (для зниження тиску); 8–трубопровід наливу і зливу водню; 9–показчик рівня; 10–випаровувач; 11–патрубок для відбору проб; 12–контроль вакууму в ізоляції

Вона складається із внутрішнього резервуару 1, куди заливається зріджений газ, і зовнішнього 3. В цілях обмеження випаровування рідкого газу простір між внутрішнім і зовнішнім резервуарами заповнюється ізолюючим матеріалом 2 (наприклад, гранульованим перлітом, аерогелем тощо), а повітря з цього простору відсмоктують до розрідження 0,02 мм рт.ст. Інколи між ізоляцією і зовнішнім резервуаром цистерни циркулює рідкий азот.

З метою зменшення нагріву зріджених газів за рахунок теплопровідності деталей, встановлених між зовнішнім і внутрішніми резервуарами, трубопроводи 8 для наливу і зливу водню, а також опори внутрішнього резервуару виготовляються із теплопровідних матеріалів, а їх переріз повинен бути мінімальним.

За внутрішнім тиском в цистерні водій слідкує за манометром 5, який встановлюється в кабіні. Встановлений на зовнішньому резервуарі запобіжний (дисковий) клапан 6 миттєво спрацьовує у випадку пошкодження внутрішнього резервуару. При збільшенні тиску в вакуумному кільцевому просторі спрацьовує мембрана 4.

## 15.3 Цистерни для перевезень сипучих матеріалів

### 15.3.1 Автомобілі–цистерни для перевезення борошна

*Перевагами* безтарного перевезення борошна є:

- 1) зниження затрат на тару;
- 2) немає витрат борошна (залишок в мішку після її вивільнення складає 0,3 кг);
- 3) можливість комплексної механізації вантажно–розвантажувальних робіт, що знижує простої рухомого складу в місцях завантаження і розвантаження;
- 4) забезпечення санітарно–гігієнічних норм транспортування борошна.

Конструкція автоцистерн для перевезення борошна з пневморозвантаженням *відрізняється* від цистерн для перевезення інших сипучих вантажів розвантажувальними пристроями внаслідок *зниженої* текучості борошна із–за малої об'ємної маси ( $0,55 \text{ т/м}^3$ ).

*Особливістю* конструкції автопоїзда–борошновоза С–654 (див. рис. 15.5) є поєднання *пневматичного* і *самоскидного* розвантаження. Перед розвантаженням борошна резервуар нахиляється назад гідравлічним підйомним механізмом (на кут до  $50^\circ$ ).

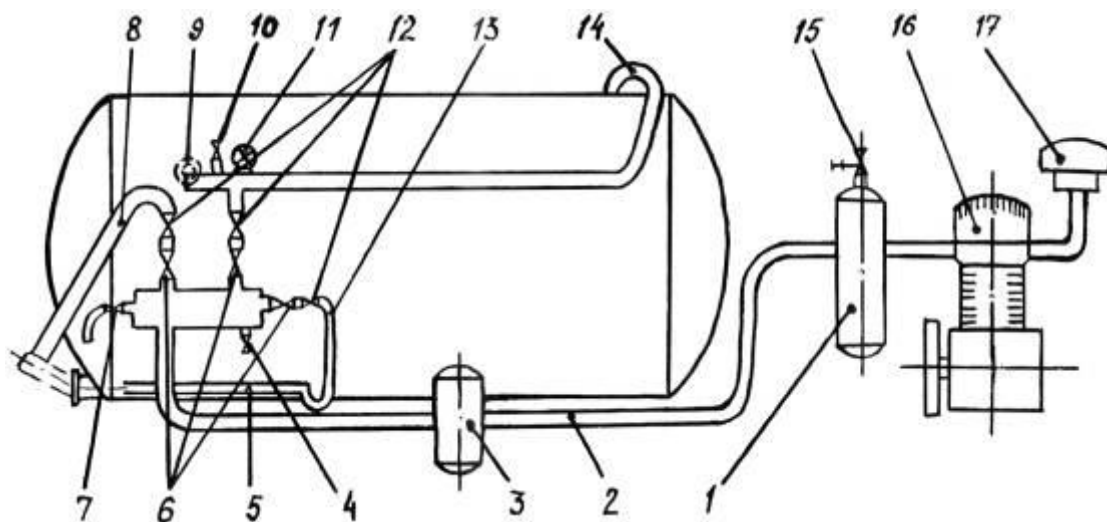


Рис. 15.5 Схема пневматичної системи борошновоза С–654:

1 – вологомасловідділювач грубої очистки; 2 – трубопровід; 3 – вологомасловідділювач тонкої очистки; 4 – зливний кран; 5 – аеропристрій; 6 – вентиля; 7 – кран відбору повітря для обдуву; 8 – трубопровід підводу повітря до наконечника розвантажувального пристрою; 9 – трубопровід подачі повітря під конус; 10 – аварійний кран; 11 – манометр; 12 – зворотні клапани; 13 – трубопровід підводу повітря до аеропристрою; 14 – трубопровід підводу повітря в резервуар; 15 – запобіжний клапан; 16 – компресор; 17 – повітряний фільтр

При розвантаженні борошна повітря від компресора 16 через вологомасловідділювачі 1 і 3 поступає по трубопроводу 2 до повітророзподільника, а потім по трубопроводу 14 в резервуар, трубопроводу 13 до аеропристрою і, на кінець, по трубопроводу 8 до розвантажувального пристрою. Система

повітропроводів має вентиля, запобіжний і зворотний клапани, а також манометр і аварійний кран.

Щоб *розвантажити* цистерну потрібно:

- 1) зафіксувати положення цистерни, яка встановлена під кутом;
- 2) приєднати гумотканевий шланг до наконечників розвантажувального пристрою і приймального складу;
- 3) відкрити вентиля трубопроводів подачі повітря до розвантажувального пристрою, конусу і аеропристрою;
- 4) пустити компресор.

Момент *закінчення* розвантаження характеризується *падінням тиску* в резервуарі цистерни до нуля. Після закінчення розвантаження продувають розвантажувальний трубопровід, виключають компресор, закривають заслінки, від'єднують розвантажувальний трубопровід, звільняють упор і резервуар опускається в горизонтальне положення.

Схема борошновоза з двома вертикально розташованими резервуарами наведена на рис. 15.6.а з пневматичним розвантаженням.

Особливістю конструкції є те, що компресор розташований на напівпричепі. Це дозволяє значно скоротити простої автомобіля тягача при розвантаженні напівпричепи і використовувати його з двома або трьома напівпричепами. Використання власної ваги вантажу в поєднанні з розвантаженням борошна стиснутим повітрям забезпечує значне скорочення часу розвантаження.

Резервуари циліндрично–конічної форми змонтовані на напівпричепі. Для відкривання і закривання завантажувальних люків 5 і очистки внутрішніх поверхонь резервуарів є площадки 4 і драбина. В нижній частині резервуарів розміщується аеропристрій, який складається із металевого днища і пористої перегородки.

Під дією власної ваги і тиску повітря, що подається до напівсферичної верхньої частини резервуара і під пористу перегородку 7 (див. рис. 15.6.б) мука у підвішеному стані надходить спочатку в конус і трубопровід 6, а потім в розвантажувальний шланг.

Стиснуте повітря від компресора надходить через два маслорозділювачі до сферичних днищ, аеропристрою і розвантажувального наконечника. Резервуари розвантажуються послідовно.

Борошновози можуть бути використані і для перевезення зерна. На рис. 15.6.в наведено схему такої цистерни.

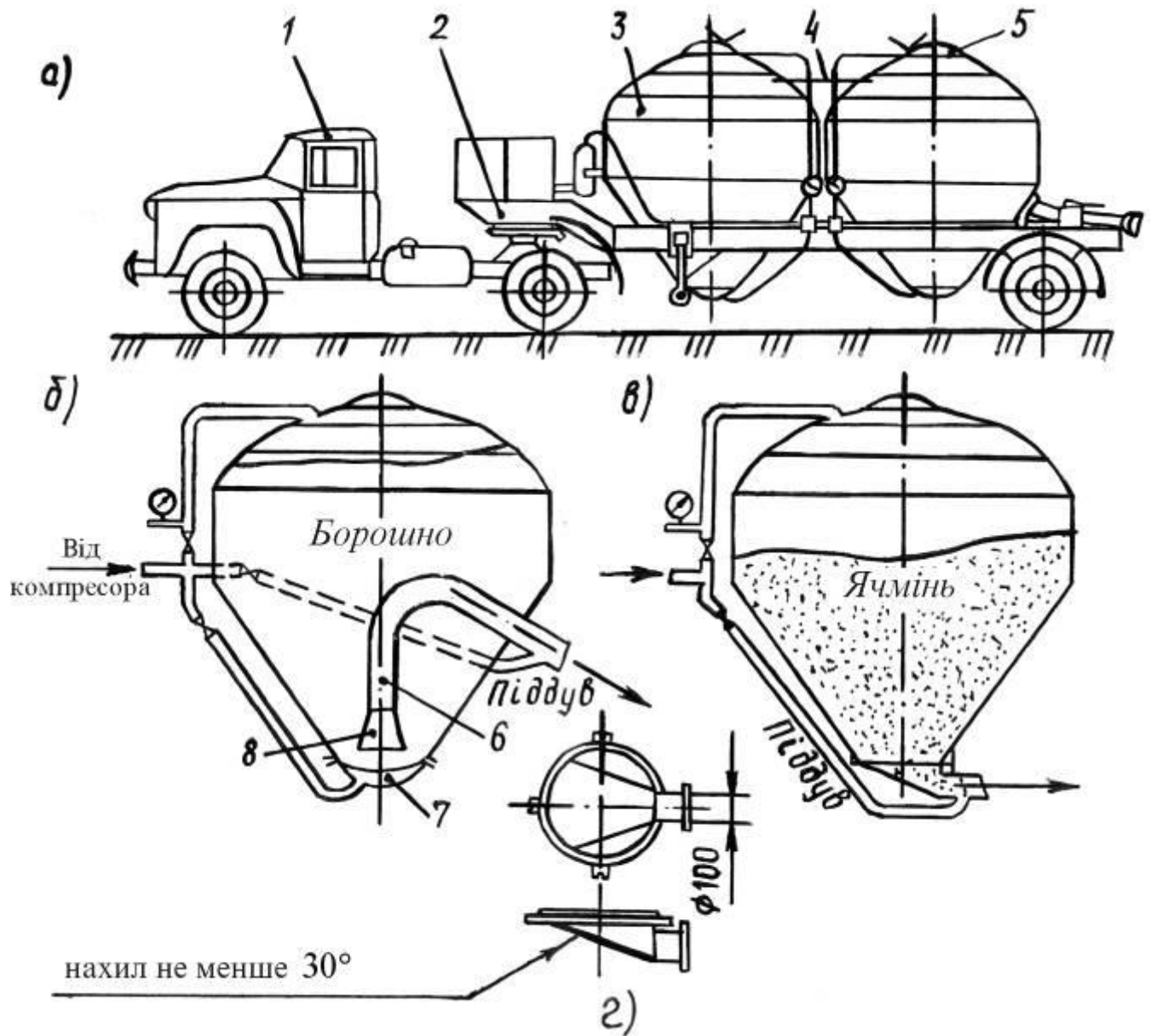


Рис. 15.6 Схеми борошновоза та його агрегатів

а) автопоїзд-борошновоз; б) резервуар для перевезення борошна; в) резервуар для перевезення зерна; г) днище

1 – тягач; 2 – напівпричіп; 3 – резервуар; 4 – площадка; 5 – люк; 6 – трубопровід; 7 – перегородка; 8 – конус

В резервуарі борошновоза замінено днище і вилучено трубопровід з конусом через, який здійснюється розвантаження борошна. Отвір для труби на конусній частині резервуару заглушуються. Днище нової конструкції не має аеропристрою, а місце підводу повітря перенесено безпосередньо до розвантажувального патрубку. Для покращення текучості зерна днище виготовлено з чохлам в сторону патрубку не менше 30° (див. рис. 15.6.г).

### 15.3.2 Автоцистерни для перевезення цементу, гіпсу, вапна

Цемент, гіпс і вапно мають схожі фізико-технологічні властивості, до яких належать:

- 1) велика гігроскопічність;
- 2) здатність злипатись;
- 3) залежність об'ємної маси від вологості;
- 4) абразивність, що створює шкідливі умови праці і викликає підвищене спрацювання механізмів і вузлів автоцистерни;
- 5) легке розпилення, що призводить до великих втрат при транспортуванні у відкритих кузовах, навантаженні і розвантаженні.

Схема пневматичної системи розвантаження цементовоза наведена на рис. 15.7.

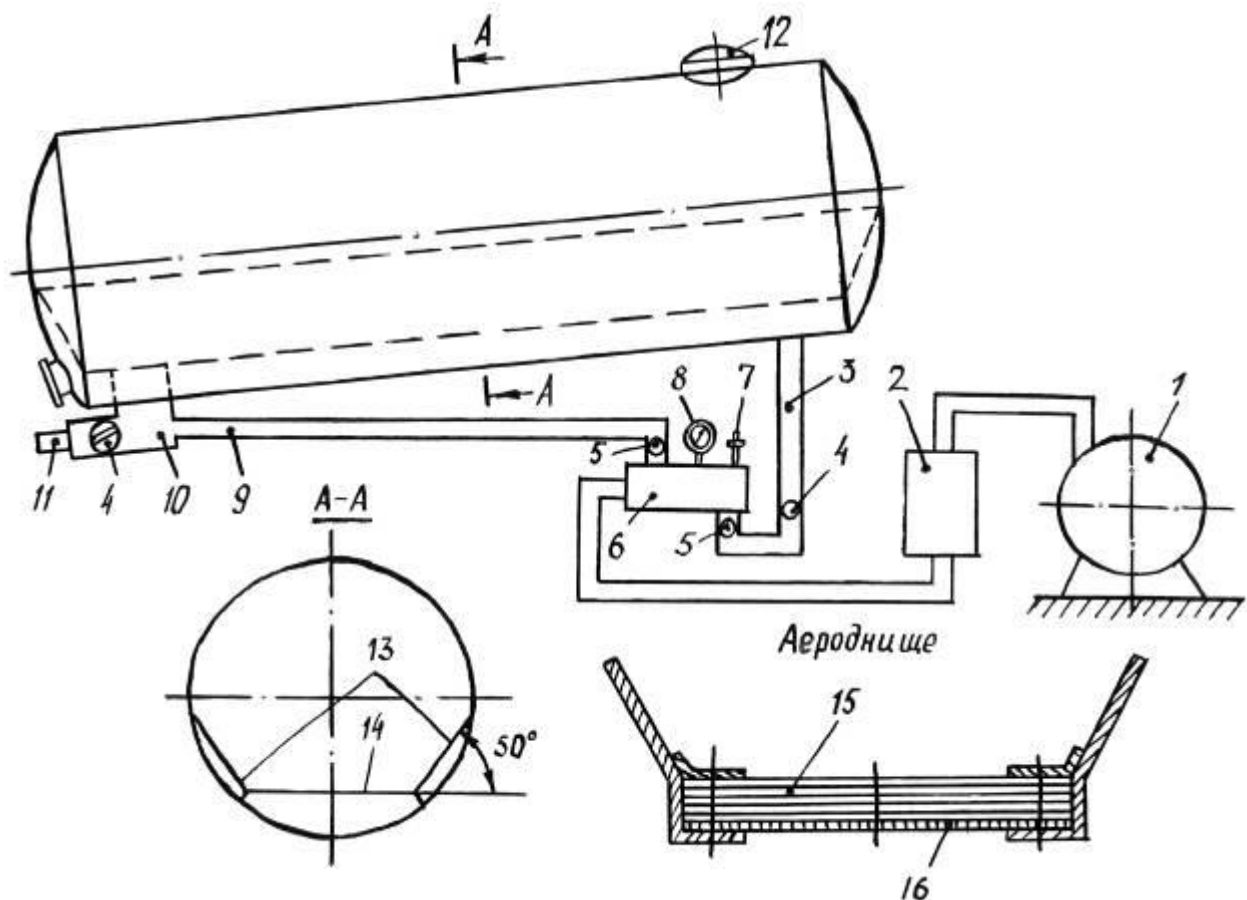


Рис. 15.7 Схема пневматичної системи розвантаження цементовозів:

- 1 – компресор; 2 – вологомасловідділювач; 3 – трубопровід; 4 – вентиль;  
 5 – зворотний клапан; 6 – повітророзподільник; 7 – запобіжний клапан;  
 8 – манометр; 9 – трубопровід; 10 – розвантажувальний патрубок; 11 – форсунка;  
 12 – люк; 13 – відкоси; 14 – аероднище; 15 – тканина; 16 – сітка

Завантажують резервуари через верхні люки, які закриваються герметично в транспортному положенні. При цьому цемент надходить в люк 12 по рукавах із бункера складу або під дією власної ваги, або із застосуванням стиснутого повітря. Стиснене повітря дозволяє прискорити процес завантаження.

*Розвантаження* цементу здійснюється за допомогою стиснутого повітря, яке надходить від компресора 1 до повітророзподільника 6 через вологомасловідділювач 2 і гнучкий шланг, потім по трубопроводу 3 (через вентиль 4) до аероднища 14 і відкосам 13, а по трубопроводу 9 до форсунки 11 розвантажувального патрубку 10. Трубопроводи 3 і 9 мають зворотні клапани 5, що пропускають повітря тільки в одному напрямку (для запобігання забивки труб цементом). У повітряну магістраль ввімкнений запобіжний клапан 7 і манометр 8.

Аероднище 14 являє собою лоток, закритий зверху шарами бавовняної пористої тканини 15, покладеної на металеву сітку. Тканина по периметру прилягання до лотка і щільно притиснена болтами. Аероднище в зібраному стані випробовується на стенді, а потім встановлюється в резервуар цистерни через монтажний люк. Для стікання цементу в аероднищі застосовуються відкоси 13, що розташовані по всій довжині резервуару під кутом 50° до горизонталі.

При розвантаженні цементу стиснене повітря, яке протікає крізь сітку і шар тканини аероднища, подрібнюється на дрібні потоки і змішується з цементом, надаючи йому текучості. Аерований таким чином цемент стікає на похиле аероднище і потім по ньому потрапляє в розвантажувальний патрубок 10, наконечники якого мають форсунки 11. Повітря витискається з форсунок, захоплює цемент і транспортує його по шлангу до місця розвантаження.

Керують процесом розвантаження за допомогою вентилів 4 або пробкових кранів, що встановлені в розвантажувальному патрубку (перед форсункою) і на трубопроводі підводу повітря до аероднища і відкосів.

Щоб *розвантажити* цистерну, необхідно:

- 1) з'єднати наконечник розвантажувального патрубку з рукавом, другий кінець якого під'єднаний до наконечника приймального пристрою складу;
- 2) відкрити вентиль 4 (або пробкові крани) розвантажувального патрубку і трубопроводу підводу повітря до аероднища і відкосів;
- 3) ввімкнути КВП і компресор.

Ознакою *закінчення* розвантаження є *падіння тиску* в пневмосистемі до нуля. Цементовози призначені і для самозавантаження із відкритих вагонів і складів. Схема завантаження наведена на рис. 15.8. Завантаження цементовоза здійснюється за рахунок розрідження, що створюється в резервуарі компресором. Перед завантаженням цементовоза до всмоктуючого патрубку компресора 8 під'єднують рукав, який з'єднаний з резервуаром, а нагнітаючий – від'єднують.



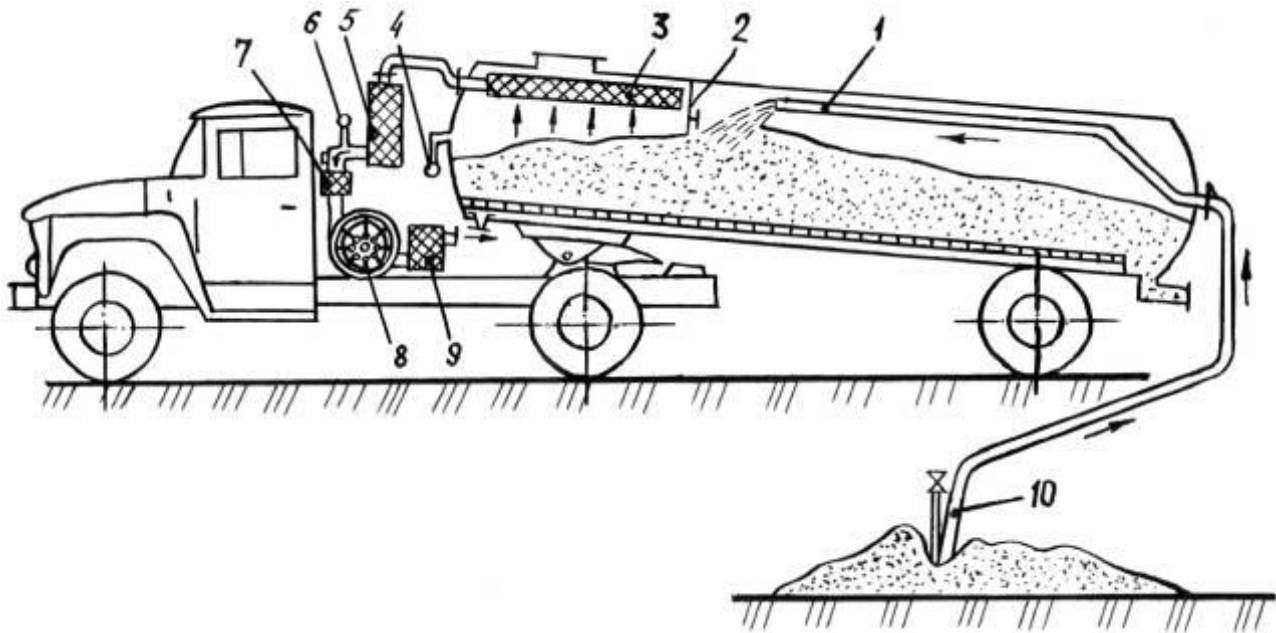


Рис. 15.8 Схема завантаження автомобіля–цементовоза:

1 – розподільна труба; 2 – показчик рівня цементу; 3 – тканинний фільтр; 4 – мановакуумметр; 5 – тканинний фільтр (другої ступені); 6 – вакуумметр; 7 – масляний фільтр; 8 – ротаційний компресор; 9 – вологомасловідділювач; 10 – забірний рукав з наконечником.

**Література:** [1], с.124...133; [3], с.273...292; [5], с.53...58.

## 16 Конструктивні особливості рухомого складу для перевезень будівельних конструкцій і матеріалів

### 16.1 Особливості перевезень будівельних конструкцій і матеріалів

СРС цієї групи перевозить такі основні довгомірні вантажі:

- 1) труби (ліс), сортовий прокат різних розмірів;
- 2) залізобетонні конструкції.

*Особливістю* цих вантажів є їх велика довжина, що визначає конструкцію і специфіку автопоїзда.

При перевезенні довгомірів вантаж спирається не на платформу, а на два “коника” розташованих на тяговому автомобілі та на причепі, а інколи і сам вантаж служить силовим зв’язуючим елементом автопоїзда.

Експлуатація автопоїздів для перевезення довгомірних вантажів проходить в різних кліматичних і дорожніх умовах. Тому їх конструкції поряд з високою маневреністю повинні забезпечувати високу прохідність.

З метою підвищення прохідності таких автопоїздів застосовують автомобілі–тягачі високої прохідності, ародні і широкопрофільні шини, причепи з активними осями тощо.

До *особливостей* перевезень будівельних вантажів необхідно віднести технологічні та технічні можливості вантажно–розвантажувальних пунктів:

- 1) наявність підйомно–транспортних засобів;
- 2) спосіб навантаження (розвантаження);
- 3) протяжність фронту ведення навантажувально–розвантажувальних робіт;
- 4) пропускна здатність навантажувально–розвантажувальних пунктів;
- 5) наявність і якість під’їзних шляхів на об’єктах будівництва і вантажовідправника.

## 16.2 Панелевози

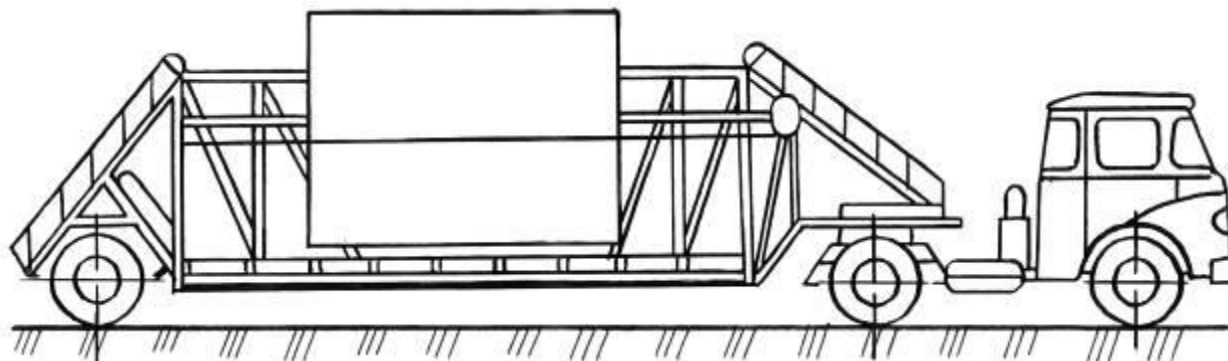


Рис. 16.1 Панелевоз

Враховуючи всі аспекти перевезень будівельних панелей в умовах великого промислового міста, панелевози повинні відповідати наступним *вимогам*:

- 1) забезпечувати перевезення стінових панелей у вертикальні або нахиленому положенні під кутом не більше  $8^\circ$ ;
- 2) забезпечувати перевезення панелей з транспортним габаритом за висотою, який не перевищує 3,8 м;
- 3) вантажна висота не повинна перевищувати 0,8 м;
- 4) забезпечувати можливість навантаження панелей у вертикальному і горизонтальному положеннях, а також перевід панелей в горизонтальне положення при розвантаженні;
- 5) мати обладнання для захисту панелей, що перевозяться від сколів, механічних дій і попадання на них бруду в процесі транспортування;
- 6) бути укомплектованими гідравлічними опорами (односторонньої або двосторонньої дії) з оперуванням ними із кабіни водія автомобіля–тягача;
- 7) гідравлічні опори напівпричепи–панелевоза повинні мати механічні фіксатори, що використовуються при відчепленні, крім того, на панелевозі повинні бути місточки, огороження, драбини та інше обладнання для роботи такелажників;
- 8) причепи–панелевози, що мають збільшену базу, повинні мати поворотну систему заднього візка з приводом від автомобіля–тягача.

Всі відомі конструкції напівпричепів–панелевозів за *способом завантаження* розподіляються на:

- 1) з центральним завантаженням (див. рис. 16.2.а,б);
- 2) з боковим завантаженням (див. рис. 16.2.в);
- 3) з боковим і центральним (одночасно) завантаженням (див. рис. 16.2.г).

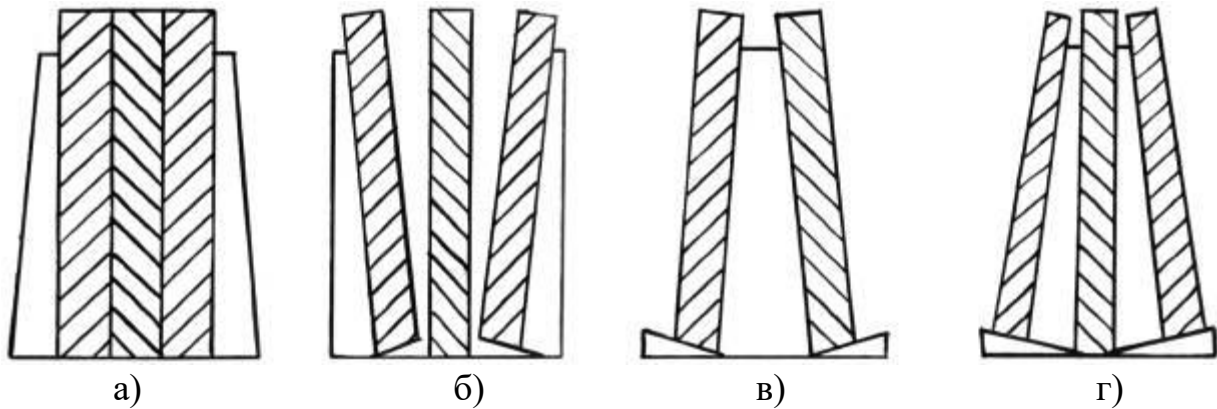


Рис. 16.2 Схема завантаження напівпричепів–панелевозів:  
а, б – центральна; в – бокова; г – центральна і бокова

Розрізняють *рамні* і *фермові* напівпричепи–панелевози.

На рис. 16.3 (а, б, в, г) приведені конструктивні схеми панелевозів.

- а) фермовий хребетний напівпричіп (див. рис. 16.3.а);
- б) фермовий напівпричіп–панелевоз з центральною касетою (див. рис. 16.3.б);
- в) фермовий напівпричіп–панелевоз з центральною і боковими касетами (див. рис. 16.4.в);
- г) рамний напівпричіп–панелевоз (див. рис. 16.3.г).

Відміна рамного напівпричепи–панелевоза від фермового полягає в тому, що вони (рамні) мають раму, яка і несе основне навантаження. Касета закріплюється на рамі і частково збільшує жорсткість конструкції. Панелі встановлюють у внутрішню касету, яка має дощатий настил. Від бокового переміщення панелі утримують за допомогою затискних гвинтів.

*Недоліком* рамних напівпричепів–панелевозів є збільшена власна маса. Подальше зниження власної ваги напівпричепів–панелевозів призводить до недостатньої жорсткості конструкції та пошкодження панелей внаслідок передачі зусиль від перекосів рами та русі по нерівностях дороги.

Для забезпечення збереженості панелей при перевезенні інколи касети з'єднують з рамою напівпричепи за допомогою *незалежної* підвіски.

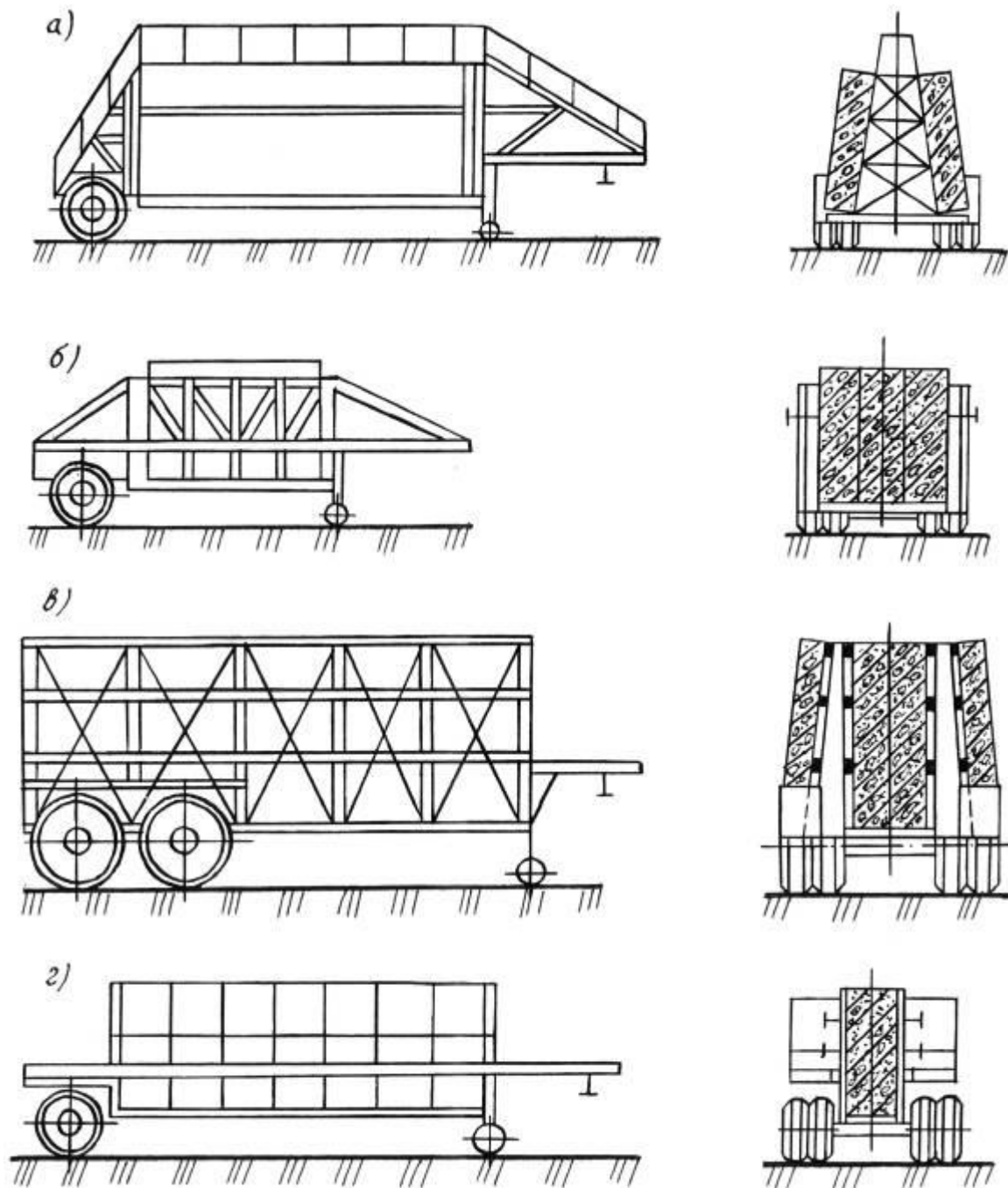


Рис. 16.3 Конструктивні схеми панелевозів:

- а) фермовий хребетний напівпричіп;
- б) фермовий напівпричіп–панелевоз з центральною касетою;
- в) фермовий напівпричіп–панелевоз з центральною і боковими касетами;
- г) рамний напівпричіп–панелевоз.

*Фермові* напівпричепи бувають:

- 1) з центральним розташуванням ферми трапецієподібного поперечного перерізу (хребетний напівпричіп–панелевоз, див. рис. 16.1);
- 2) з боковими плоскими несучими фермами (наприклад, касетний напівпричіп–панелевоз, див. рис. 16.3.б).

Перелічені схеми є найбільш розповсюдженими і мають свої переваги і недоліки.

*Перевагами* хребетного напівпричепа–панелевоза є:

- 1) порівняно мала власна вага при достатній жорсткості конструкції;
- 2) зручність вантажно–розвантажувальних робіт;
- 3) простота кріплення панелей в транспортному положенні та в процесі навантаження.

*Недоліки:*

- 1) трудність у забезпеченні захисту панелей від попадання бруду при транспортуванні;
- 2) неможливість перевезення непарної кількості панелей;
- 3) вузька спеціалізація причепа.

*Переваги* касетного напівпричепа–панелевоза:

- 1) легко вирішується питання захисту панелей від бруду;
- 2) можливість перевезення будь–якого числа панелей;
- 3) форма вантажонесучого пристрою дозволяє перевозити широку номенклатуру залізобетонних виробів, що сприяє підвищенню ефективності використання напівпричепа.

*Недоліки:*

- 1) підвищена металоміскість конструкції;
- 2) складність закріплення панелей особливо з кремнійорганічним покриттям у вертикальному положенні;
- 3) відносна гірша пристосованість до вантажно–розвантажувальних робіт.

### **16.2.1 Опорні гідравлічні пристрої автопоїздів–панелевозів**

На рис. 16.4 наведена схема з'єднання елементів гідравлічних пристроїв з гідросистемою тягача.

Працездатність та надійність гідроопор залежить від якості їх виготовлення. Одним із варіантів виготовлення гідроопори панелевоза, що підвищує надійність роботи опорних пристроїв, є конструкція, зображена на рис. 16.7. Вона представляє собою дві труби прямокутного перерізу (зовнішня 5 і внутрішня 4) з п'ятою 1, в якій вмонтований гідроциліндр 3 двосторонньої дії. За допомогою пальця 6 він з'єднується з зовнішньою трубою 5, а головка його штоку за допомогою пальця 2 – з внутрішньою трубою 4. Зовнішня та внутрішня труби опори – коробчатого перерізу. Така конструкція опори надійніша, тому що резинові ущільнення штоків захищені від попадання бруду.

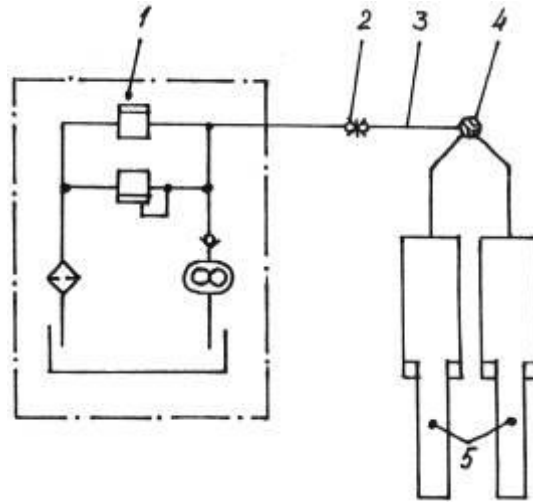


Рис. 16.4 Схема з'єднання опорних гідравлічних пристроїв автопоїзда-панелевоза: 1 – гідрообладнання автомобіля-тягача; 2 – запірний пристрій; 3 – лінія зв'язку; 4 – запірний кран; 5 – гідроопора

На рис. 16.5 зображена схема строповки панелей.

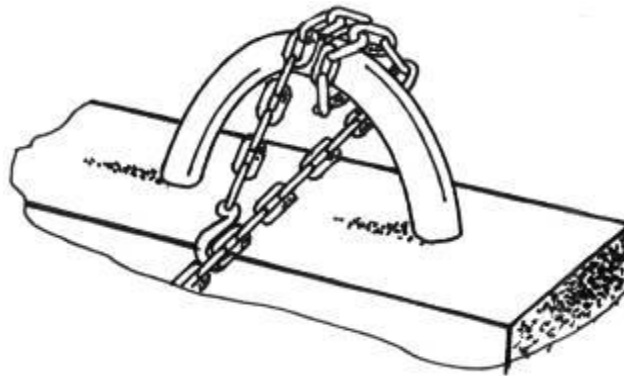


Рис. 16.5 Схема строповки панелей

На рис. 16.6 наведена схема притискного механізму.

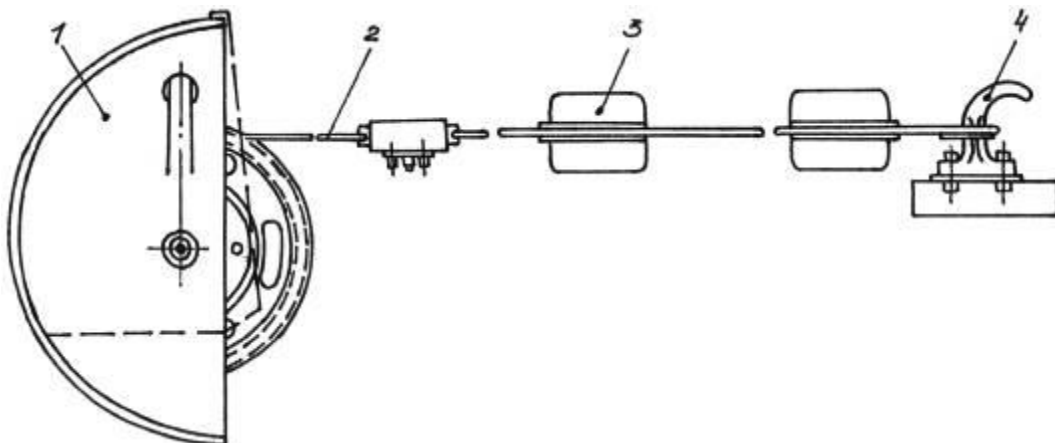


Рис. 16.6 Схема притискного механізму: 1 – лебідка; 2 – канат; 3 – прижив; 4 – гак.

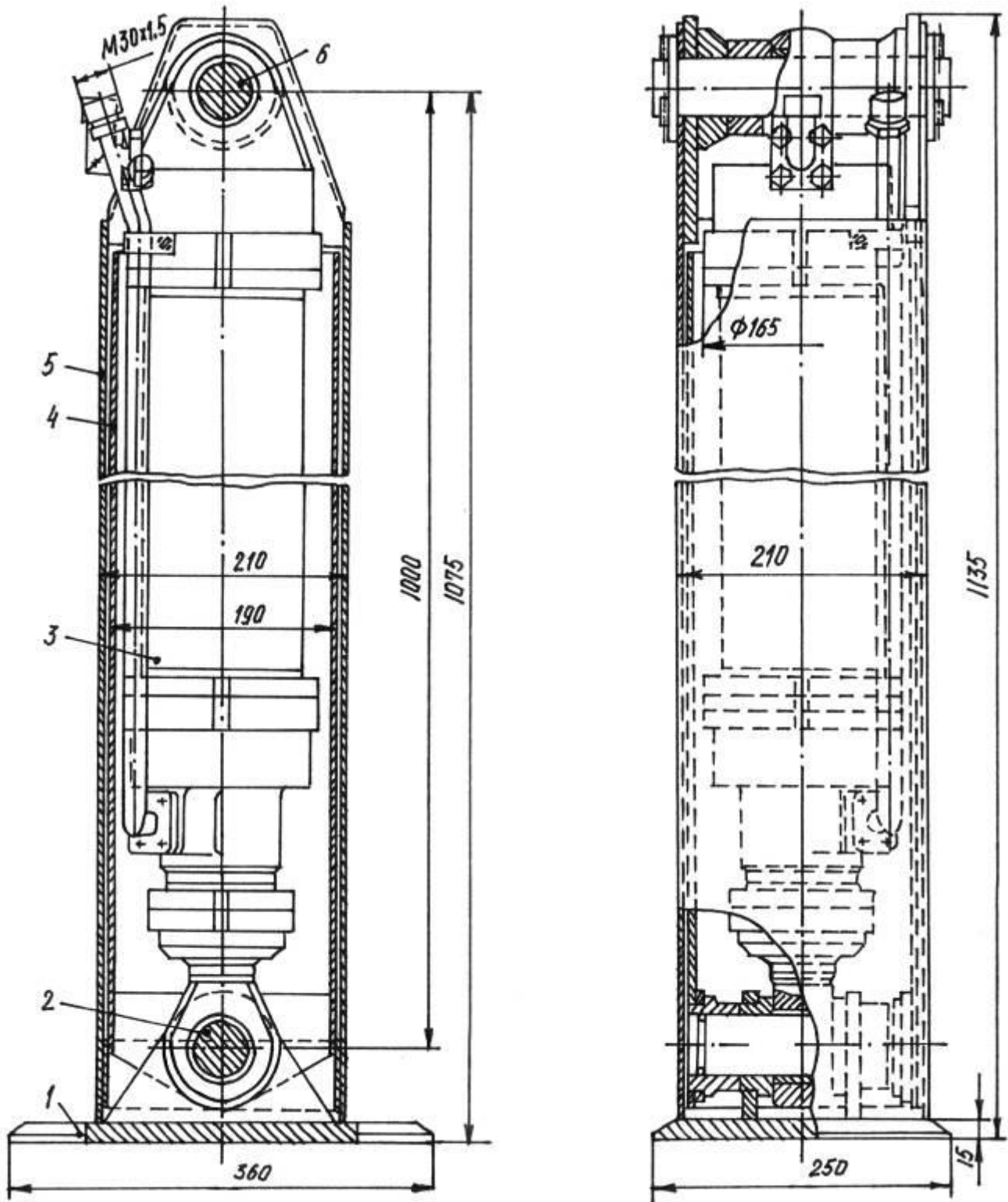


Рис. 16.7 Гідроопора:

1 – п'ята; 2, 6 – палець; 3 – гідроциліндр; 4 – труба внутрішня; 5 – труба зовнішня

### 16.2.2 Поворотні пристрої напівпричепів–панелевозів

Поворот візка напівпричепа–панелевоза великої вантажопідйомності здійснюється *тросовим* приводом (див. рис. 16.8).

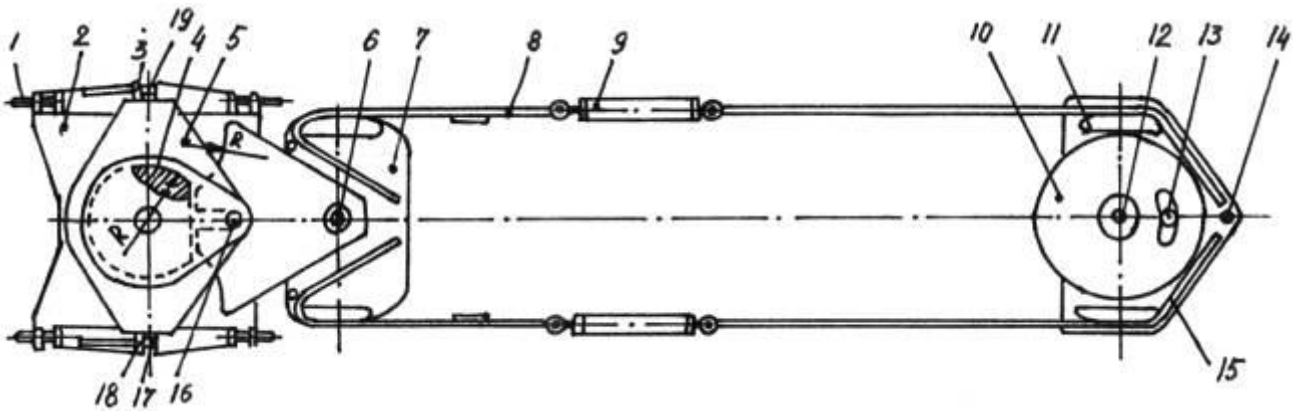


Рис. 16.8 Поворотний пристрій напівпричепа–панелевоза:

1 – гвинт; 2 – основа упорів; 3 – правий упор; 4 – шворень поводка; 5 – поводок; 6 – шворень середнього блоку; 7 – середній блок; 8, 15 – троси; 9 – стяжка; 10 – задній блок; 11 – сектор; 12 – шворень заднього блоку; 13 – упор обмеження повороту; 14 – стопор; 16 – палець поводка; 17, 19 – ролики поводка; 18 – лівий упор

Пристрій складається з повздовжніх тросів 8, 15, які передніми кінцями закріплені до середнього блоку 7, що перебуває в зачепленні з поводком 5, а задніми кінцями – до блоку 10, що закріплений на візку.

При повороті сідлового тягача упори 3 і 18, що закріплені на рамі автомобіля–тягача під сідловим пристроєм, натискають залежно від сторони повороту на правий 19 або лівий 17 ролик поводка, повертаючи його навколо вертикального шкворня 4 на кут повороту тягача. Палець поводка 16, перебуваючи у виймці сектора середнього блоку 7, повертає його в протилежному напрямку. Одночасно за допомогою тросів 8 і 15 повертається задній блок 10, а разом з ним і задній візок.

При досягненні кута складання  $42^\circ$  палець поводка 16 виходить із зачеплення з виймкою середнього блоку 7 і поворот заднього візка припиняється. Візок має упор 13 обмеження повороту, який не дозволяє повертатись їм на великий кут.

При необхідності (наприклад у випадку розриву канату) поворотний візок можна зробити неповоротним. Для цього стопор 13 вставляють в отвір кронштейнів на задній рамі напівпричепа і на візку, фіксуючи останній відносно задньої рами.

### 16.2.3 Поворотний візок напівпричепа–панелевоза

Схема конструкції поворотного візка приведена на рис. 16.9, який складається з рами 2, двох осей 6 з колесами і гальмівними камерами, підвіски, двох балансирів 11 і блоку 4 поворотного пристрою 8. Рама 2 – зварна конструкція до якої приварюються кронштейни 1 і 5 кріплення ресори. Підвіска балансиричного типу на двох повздовжніх напівеліптичних ресорах 12. Ресора середньою частиною опирається на накладку 10 осі балансира та кріпиться до неї двома стрем'янками 9. В



центрі ресори (зверху) закріплений гумовий буфер 3, що обмежує прогин ресори. На передній частині ресори встановлено вухо з втулкою. Задні кінці листів ресори вільно опираються на циліндричну поверхню заднього кронштейна 5. Осі у візка кріпляться до кінців балансірів 11 скобами через пружний елемент 7. Вісь 14 коліс напівпричепа представляє собою трубу з запресованими по кінцях напівосями.

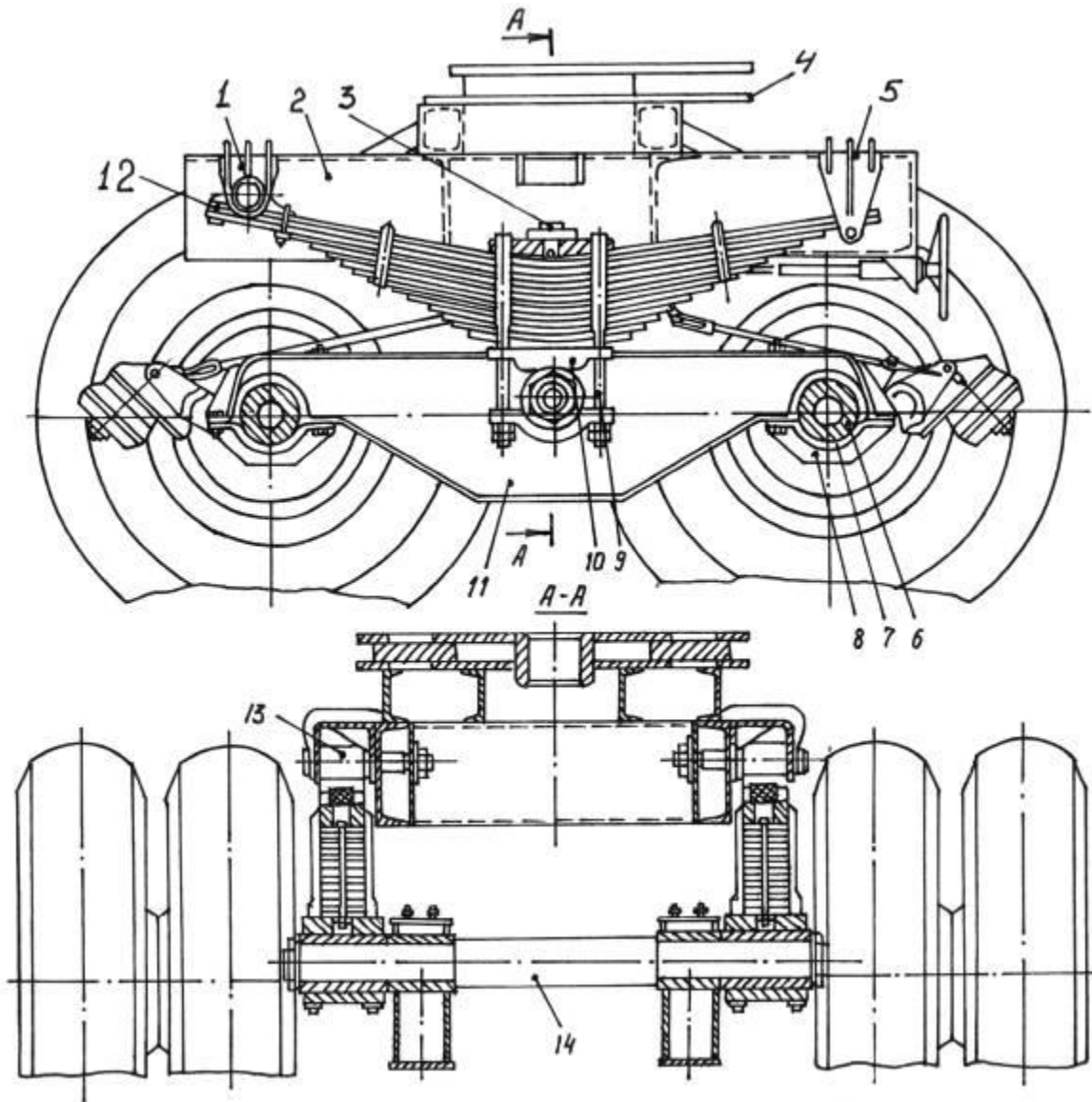


Рис. 16.9 Конструкція поворотного візка напівпричепа–панелевоза:

1, 5 – кронштейни; 2 – рама; 3 – буфер; 4 – блок; 6, 14 – вісь; 7 – пружний елемент; 8 – поворотний пристрій; 9 – стрем'янка; 10 – накладка; 11 – балансири; 12 – ресори; 13 – палець

### 16.3 Автопоїзди для перевезення труб (трубовози)

Магістральні трубопроводи великої протяжності будують вдалині від залізниць та населених пунктів, а їх траси часто пролягають через гори, тайгу, пустелі і болота. Тому перевозити труби приходится в умовах бездоріжжя, а також рухатись на підйом і спуск в різних кліматичних умовах. Специфічні особливості вантажу (велика довжина та діаметр труб, мала товщина стінок, наявність ізоляції), а також

дорожні та кліматичні умови викликають низку додаткових умов до рухомого складу для перевезень труб. Ці умови зводяться до наступного:

- 1) автопоїзди повинні мати надійні пристрої для закріплення вантажу та його розвантаження, які забезпечують збереженість труб від пошкоджень стінок і торців;
- 2) високі динамічні якості, маневреність та прохідність.

Перевезення окремих труб здійснюється на автопоїздах за наступними схемами:

- 1) автомобіль–тягач + одновісний причіп–розпуск з жорстким дишлом;
- 2) автомобіль–тягач + двовісний причіп–розпуск без жорсткого дишла;
- 3) сідловий автомобіль–тягач + напівпричіп + причіп–розпуск без жорсткого дишла між причепами.
- 4) багатовісний автомобіль–тягач без причепа та напівпричепа (див. рис. 16.10).

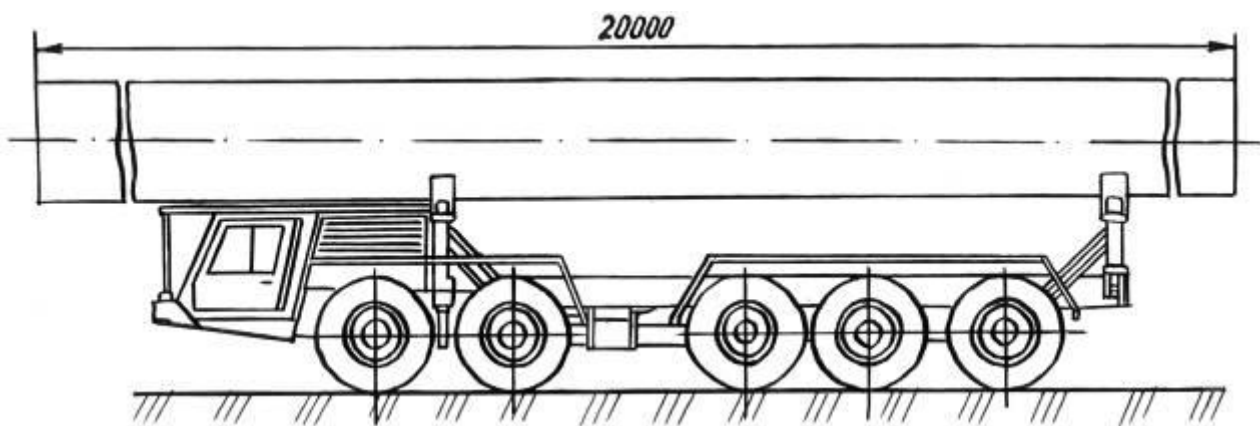


Рис. 16.10 П'ятивісний трубовоз "Татра-Сінекс"

### 16.3.1 Розвантажувальні пристрої трубовозів

На рис. 16.11.а,б зображено розвантажувальний пристрій трубовоза.

Механізм розвантаження складається з телескопічної стріли 6 з гідроциліндром і двох гідропідійомників 2 і 7. Телескопічна стріла 6 та гідропідійомники з'єднані з рамою напівпричепа шарнірно і тому мають можливість відхилятися в ту чи іншу сторону в вертикальній площині. Верхні кінці гідропідійомників 2 і 7 з'єднані шарнірно з телескопічною стрілою 6, яка за допомогою вмонтованого в ній гідроциліндра може підніматись і опускаться. Внутрішній циліндр телескопічної стріли має на своєму верхньому кінці вантажний захват.

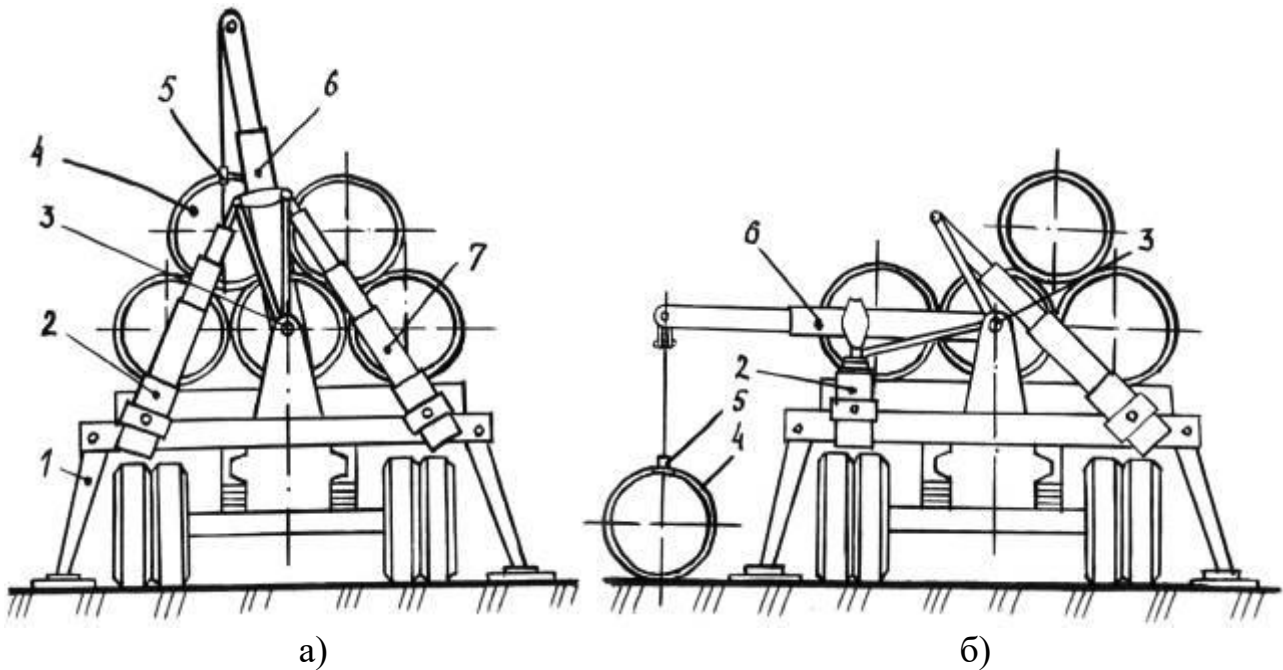


Рис. 16.11 Механізм розвантаження напівпричепи Т-280А:

а – положення перед розвантаженням; б – положення в кінці розвантаження;  
 1 – опора; 2, 7 – гідропідіймник; 3 – шарнір; 4 – труба; 5 – вантажний захват;  
 6 – стріла

Розвантаження здійснюється наступним чином. Телескопічна стріла 6 повертається навколо шарніра 3 гідропідіймника 2 або 7 в напрямку розвантажуваної труби 4. Вантажний захват 5 підводиться до торця труби 4 і заводиться в її середину. Телескопічна стріла розсувається за допомогою гідроциліндра подвійної дії та піднімає трубу на деяку висоту для забезпечення розвантаження на бокову сторону. Потім телескопічна стріла 6 повертається відносно шарніра 3 гідропідіймником 7 в напрямку розвантаження. При цьому ланки гідропідіймника 2 складаються, утворюючи пружну (демпфуючу) опору) для телескопічної стріли. Телескопічна стріла опускається до горизонтального положення і розвантажена труба кладеться на землю. Після чого вантажні захвати 5 виводяться з труби 4 і розвантажуючий пристрій повертається в початкове положення за допомогою висування ланок гідропідіймника 2 та складання ланок гідропідіймника 7.

Для забезпечення стійкості автопоїзда при розвантаженні напівпричіп обладнаний опорами 1.

**Література:** [2], с.123...126; [3], с.192...198; [7], с.81...91.

## 17 Фермовози, плитовози та автопоїзди з розсувними напівпричепами–платформами

Сучасні фермовози – це, як правило, напівпричепи *скелетної* конструкції *касетного* типу (див. рис. 17.1).

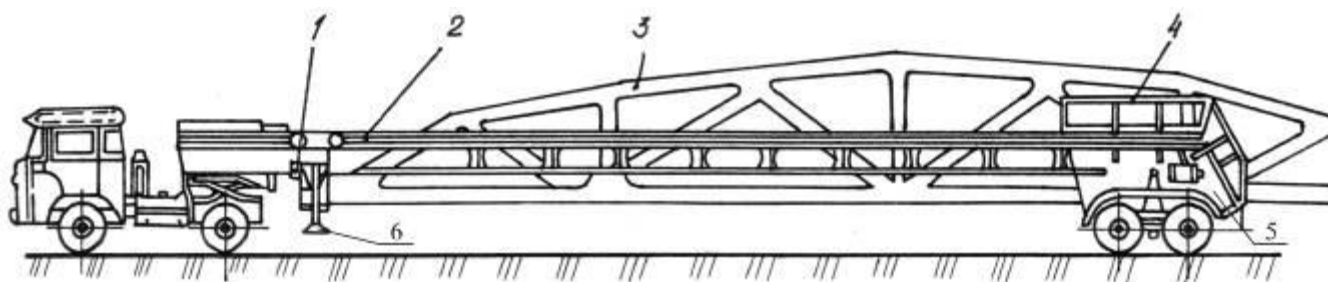


Рис. 17.1 Схема автопоїзда–фермовоза:

1 – лебідка; 2 – рама; 3 – залізобетонна ферма; 4 – мостик; 5 – задній візок; 6 – опора

### 17.1 Основні технічні вимоги до напівпричепів–фермовозів

Висувають наступні технічні вимоги до напівпричепів–фермовозів:

- 1) касета фермовоза виготовляється з можливістю звисання ферми однієї секції, при цьому, допускається задній кут прохідності напівпричепи з вантажем до  $15^\circ$ ;
- 2) забезпечення перевезення ферми довжиною від 12 до 30 м в робочому положенні;
- 3) наявність низькорамної компоновки та вантажної висоти не більше 0,7 м;
- 4) можливість одночасного транспортування не менше двох ферм однакової довжини загальною масою, що не перевищує вантажопідйомність автопоїзда;
- 5) касета розраховується на перевезення в ній не менше двох типорозмірів (за довжиною);
- 6) наявність системи керування колесами;
- 7) обов'язкова присутність пристосувань, які фіксують в транспортному положенні ферми і запобігають їх переміщенню під час перевезення;
- 8) кріплення ферм здійснюється не менше чим у двох точках по довжині конструкції у вузлах верхнього поясу.

#### 17.1.1 Поворотний пристрій автопоїздів–фермовозів

На рис. 17.2 наведена схема приводу поворотного механізму напівпричепи–фермовоза.

Схема такого приводу застосовується на напівпричепі–фермовозі ППФ–2124. Поворотний пристрій з комбінованим приводом керування передньої осі ходового вузла, який здійснюється прямим і зворотнім зв'язком. *Прямий* – перехресними тросами від автомобіля–тягача до проміжного блоку, а *зворотний* – від проміжного блоку до передньої керованої осі.

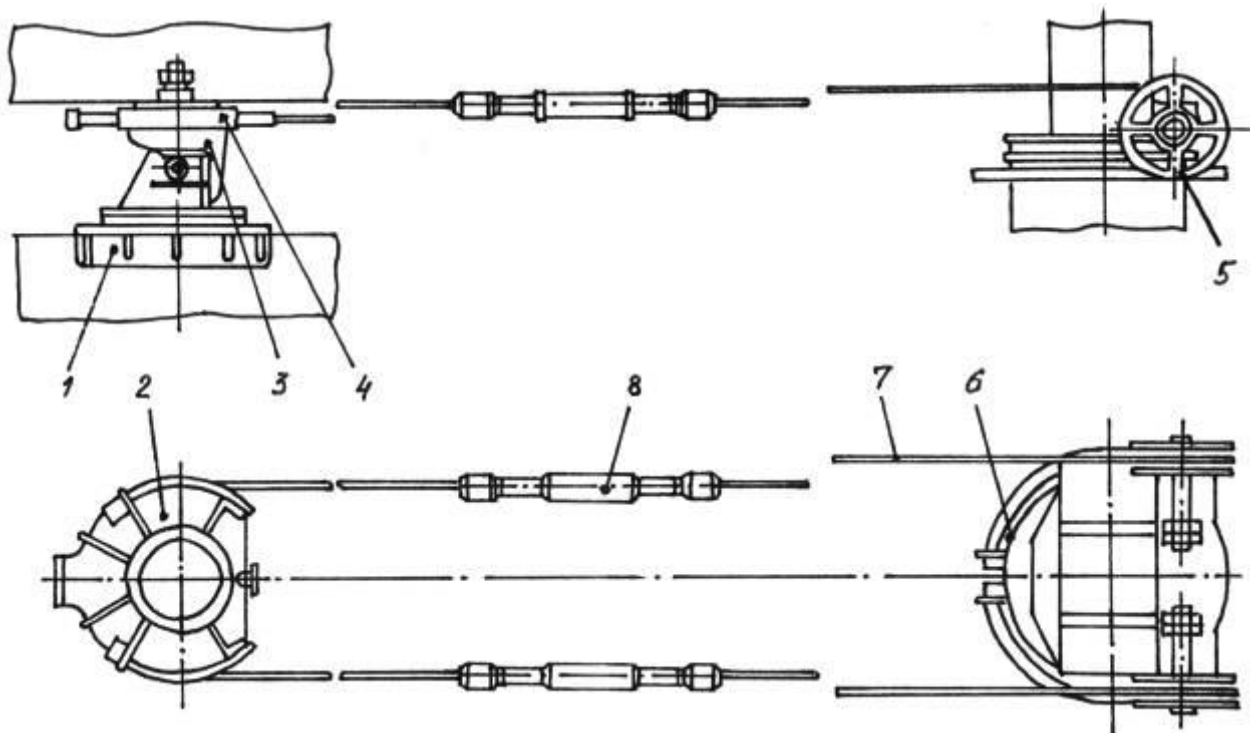


Рис. 17.2 Схема приводу напівпричепа–фермовоза ППФ–24:

1 – опорна плита; 2 – ведучий блок; 3 – упори; 4 – шкворень; 5 – проміжний блок; 6 – верхній ведений блок; 7 – тросові тяги; 8 – гвинтова стяжка

Опорна плита 1 встановлена на тягачі. Ведучий блок 2 з упорами 3 підвішений на шворні 4 до передньої частини каркасу (рамі) напівпричепа. Проміжні блоки 5 встановлені на каркасі напівпричепа, а верхній ведений блок 6 – на ходовому візку. Ведучий блок 2 і верхній ведений блок 6 з'єднані двома тросами–тягами 7. Натягнення кожної з тяг поворотного пристрою регулюється гвинтовими стяжками 8. Ходовий візок напівпричепа – двовісний, а поворотна передня вісь – керована.

## 17.2 Автопоїзди-плитовози

Призначення цієї групи СРС – перевезення великогабаритних залізобетонних будівельних конструкцій в *горизонтальному* положенні.

Напівпричепа–плитовози, як правило, виготовляються за високорамною схемою з вантажною висотою до 1,8 м. СРС для перевезень плит повинен комплектуватись *спеціальними пристроями*, “кониками”, вантажними площадками, які забезпечують правильне спирання вантажу при транспортуванні та його надійне кріплення на транспортному засобі.

“Коники” і вантажні площадки повинні розсуватися по ширині для забезпечення перевезень декількох виробів одночасно або виробів *збільшеного* поперечного габаритного розміру.

На рис. 17.3 зображений універсальний напівпричіп–плитовоз УПЛ–0906 призначений для перевезення плит, перекриттів і покриттів довжиною до 6 м і шириною 3 м. Візок напівпричепа – одновісний, неповоротний. Можливе виконання варіанту *пневморесорної підвіски*.

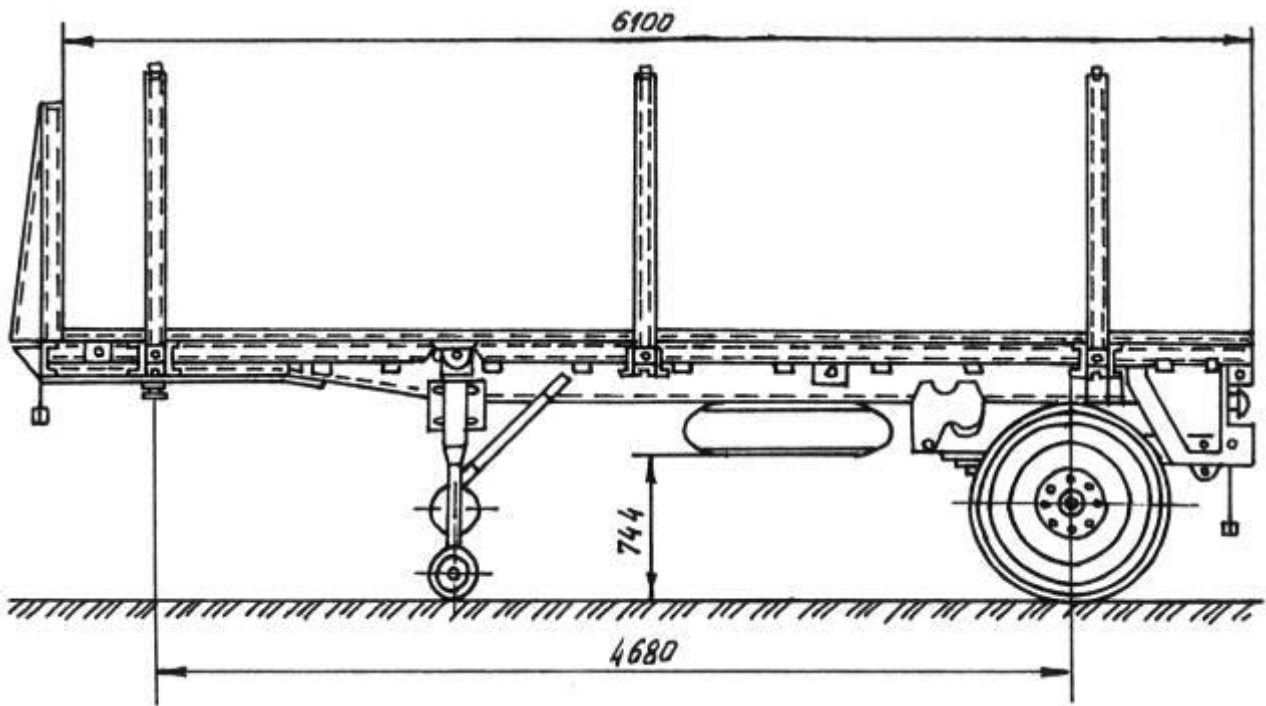


Рис. 17.3 Напівпричіп-плитовоз УПЛ-0906

На рис. 17.4 зображений напівпричіп-плитовоз для транспортування залізобетонних плит довжиною до 6 м і 12 м, масою до 14 т. Розсувні “коники” дозволяють при русі без вантажу та з вантажем вписуватись в транспортний габарит за шириною (до 2,5 м).

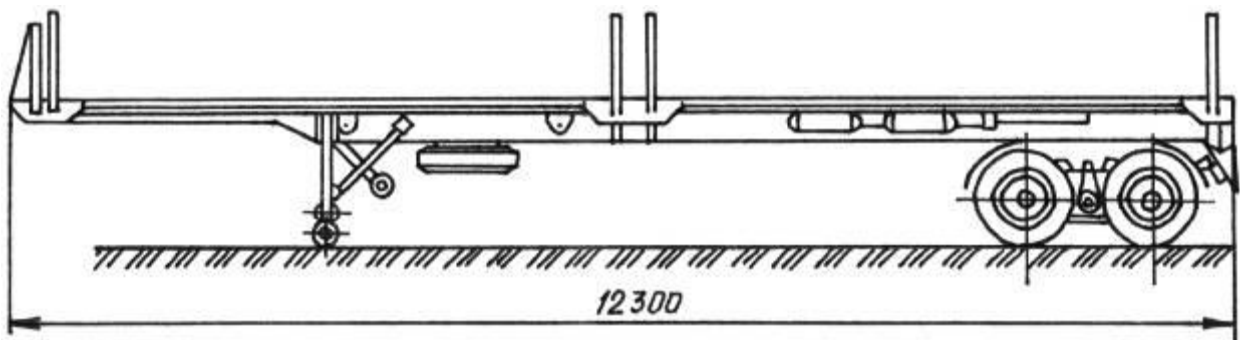


Рис. 17.4 Напівпричіп-плитовоз УПЛ-1412

На рис. 17.5 зображений напівпричіп-плитовоз ПК-2021, який призначений для перевезень балок, ригелів, колон, свай, опор до 24 м, прокату, арматурної сталі та інших будівельних вантажів.

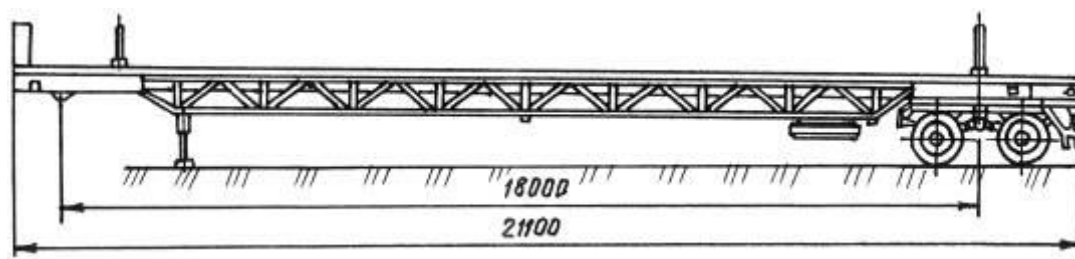


Рис. 17.5 Напівпричіп-плитовоз ПК-2021

Рама напівпричепа складається з двох плоских ферм, зв'язаних між собою спереду накаткою, ззаду – опорними площадками, а в середній частині – поперечинами. Візок і поворотний пристрій уніфіковані з візком і поворотним пристроєм причепа-панелевоза УПП-2008.

На рис. 17.6 зображений напівпричіп-блоковоз ЧМЗАП-9399.

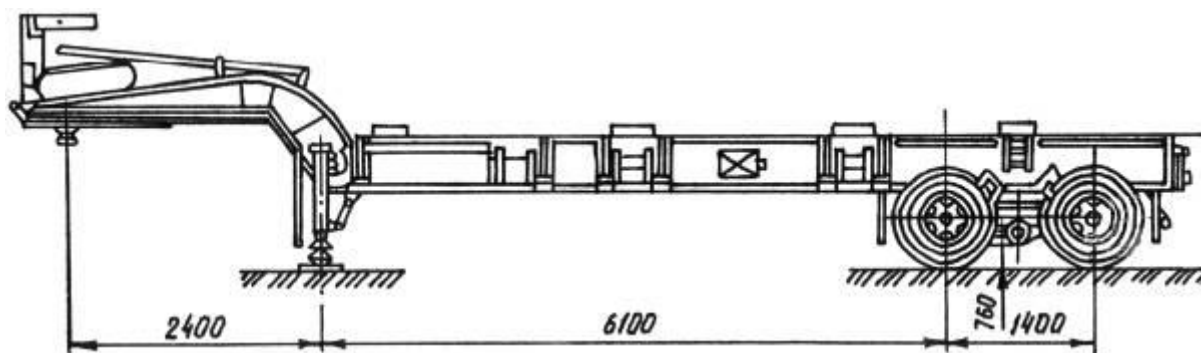


Рис. 17.6 Напівпричіп-блоковоз ЧМЗАП-9399

При наявності спеціальних розсувних і опорних площадок вдається забезпечувати спирання блоків по кутам або по їх довших сторонах і суміщати центр ваги об'ємного блоку з повздовжньою віссю симетрії блоковоза. Також є можливим транспортування блоків різної довжини з дотриманням навантажень на спеціальний зчіпний пристрій та візок причепа. Конструкція блоковоза дозволяє перевозити об'ємні блоки різних типорозмірів, а також інші будівельні конструкції.

### 17.3 Автопоїзд з розсувними напівпричепами-платформами

На рис. 17.7 наведена схема причепа УПР-1212, яка є найбільш розповсюдженою для даного типу рухомого складу. Причіп призначений для перевезень залізобетонних плит шириною до 3 м, балок та інших залізобетонних виробів довжиною до 12 м. Крім того на ньому можна транспортувати пиломатеріали, сталі труби, катанку тощо.

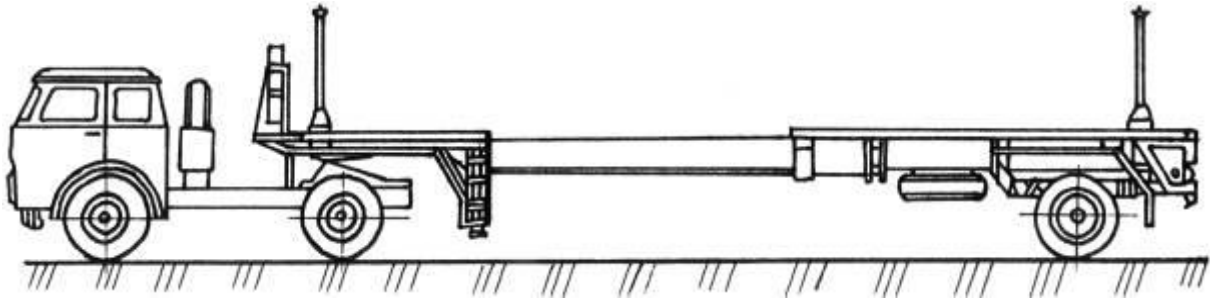


Рис. 17.7 Напівпричіп–платформа УПР–1212

Розсувна телескопічна рама напівпричепи складається з рухомо з'єднаних між собою передньої та задньої напіврам. Передня частина напівпричепи спирається на сидлово–зчіпний пристрій, автомобіля тягача, а задня через ресорну підвіску – на вісь коліс. На рамі встановлена роз'ємна платформа, яка складається з двох горизонтальних площадок. При досягненні заданого продовження напіврам їх положення (однієї відносно іншої) *фіксується автоматично*.

**Література:** [3], с.198...204; [7], с.91...105.

### Література

1. Автомобильные цистерны для транспортирования нефтепродуктов / Рыбаков К.В., Савин В.Д., Митягин В.А. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с., ил., табл.
2. Специализированный подвижной состав для грузовых автомобильных перевозок / Якобашвили А.М., Олитский В.С., Цеханович А.Л. – М.: Транспорт, 1979. – 319 с., ил., табл.
3. Бурков М.С. Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 296 с., ил., табл.
4. Фаробин Я.Е. Теория специализированного подвижного состава: Учебное пособие. – М.: Московский автомобильно-дорожный институт, 1979. – 74 с., ил.
5. Специализированный автомобильный подвижной состав (для топлив, масел и специальных жидкостей): Справочник / К.В.Рыбаков, В.Е.Бычков, И.Я.Шарин и др. – М.: Транспорт, 1982. – 175 с.
6. Автомобили-самосвалы / В.Н.Белокуров, О.В.Гладков, А.А.Захаров, А.С.Мелик-Саркисянц; под общей редакцией А.С.Мелик-Саркисянца. – М.: Машиностроение, 1987. – 216 с., ил.
7. Якобашвили А.М., Олитский В.С., Цеханович А.Л. Специализированный подвижной состав для грузовых автомобильных перевозок. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 224 с.
8. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство”. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.



9. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчёта: Учебник для вузов по специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство”. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с., ил.

#### Додаткова література:

1. Dzyura V. Ways of improvement of the city road network functioning / V. Dzyura // Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, 2016. – Vol. 1, No. 1. – p. 11-15.
2. Tson O. Analytical evaluation of technical and operational indicators impact on the transportation technology by automobile trailers / O. Tson // Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, 2016. – Vol. 1, No. 1. – pp. 23-26. doi:10.14254/jsdtl.2016.1-1.4.
3. Vovk Y. Crisis of relationship in general theory of crisis / Andrushkiv, B., Vovk, Y., Pohaydak, O., Fedyshyn, I. // Journal of International Studies, 2011. – Vol. 4, No 1. – pp. 18-25. DOI: 10.14254/2071-8330.2011/4-1/2
4. Vovk Y. Resource-efficient intelligent transportation systems as a basis for sustainable development. Overview of initiatives and strategies / Y. Vovk // Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, 2016. – Vol. 1, No. 1. – p. 6-10. (Польща).
5. Вангер Г. Основы исследования операций. Том 1. – М.: Мир, 1972. – 335 с.
6. Вангер Г. Основы исследования операций. Том 2. – М.: Мир, 1973. – 486 с.
7. Вовк Ю. Аналіз стану транспортної системи України та перспективи її розвитку / Юрій Вовк // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2015. – Вип. 2 (13). – С. 5-15.
8. Вовк Ю. Вплив трансферу технологій на інноваційні процеси: український та зарубіжний досвід [Електронний ресурс] / Ю. Вовк, І. Нагорняк, Г. Нагорняк // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2013. – Вип. 2 (9). – С. 117-127.
9. Вовк Ю.Я. Пути формирования ресурсоэффективной транспортной системы / Ю.Я. Вовк // Экономические тенденции, 2017. – Вып. 1, № 1. – С. 22-29. (Білорусь).
10. Вовк Ю.Я. Ресурсономіка: теоретичні та прикладні аспекти: Монографія / Андрушків Б.М., Вовк Ю.Я., Вовк І.П., Паляниця В.А. та ін. – Тернопіль: ТОВ "Терно-Граф", 2012. – 456 с. (0,2 внесок автора).
11. Дзюра В.О. Обґрунтування швидкості руху на міських вулицях і дорогах / В.О. Дзюра // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2016. – Вип. №55. – С. 112-116.
12. Дзюра В.О. Порушення при облаштуванні прибудинкових територій, зокрема місць для зберігання індивідуальних транспортних засобів в межах населених пунктів / В.О. Дзюра // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка присвячений 25 річчю ННІ ТС. – 2016. – Вип. 169 «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу» «транспортні технології». – Харків : ХНТУС, 2016. – С. 228-232.
13. Карпенко О. Проблеми функціонування механізму трансферу наукових технологій освітньої діяльності в логістиці / Олена Карпенко, Світлана Ковальчук, Юрій Вовк, Ігор Гирила, Оксана Шевчук, Мар'яна Януш // Соціально-економічні проблеми і

держава. – 2016. – Вип. 2 (15). – С. 114-119.

14. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. / Словарь современной экономической науки. Издание 4-е, переработанное и дополненное. – Г.: Издательство «АВФ», 1996. – 704с.
15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни “Основи теорії транспортних процесів та систем” для студентів 4 курсу денної форми навчання 6.070101 «Транспортні технології» (автомобільний транспорт) / Укл.: Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, П.В. Попович та ін. – Тернопіль: СтереoАрт, 2016. – 38 с.
16. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизована система управління на транспорті» (для студентів 4 курсу денної форми навчання 6.070101 Транспортні технології). Укл.: Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, П.В. Попович та ін. – Тернопіль: СтереoАрт, 2016. – 24 с.
17. Поліщук В. П. Теорія транспортного потоку : методи та моделі організації дорожнього руху / В. П. Поліщук, О. П. Дзюба. – К. : Знання України, 2008. – 175 с.
18. Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень в сучасних умовах / П.В. Попович, О.С. Шевчук, А.Й. Матвіїшин, В.Н. Лотоцька // Науковий журнал. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – Житомир, 2016. – №2(77). – С. 224-228.
19. Попович П.В. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем / Попович П. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 223 - 225.
20. Попович П.В. Економічні аспекти використання послуг 3PL операторів вітчизняними підприємствами / П.В. Попович. // Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – № 2. - С. 125-129.
21. Попович П.В. Проблематика імітаційного моделювання в оцінці економічної ефективності у логістиці / П. Попович // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 226-229.
22. Цьонь О.П. Правові аспекти організації перевезень вантажів у міжнародному сполученні / О.П. Цьонь // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 169. «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», «Транспортні технології» Х.: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2016. – С. 209-211.
23. Цьонь О.П. Шляхи визначення оптимальних відстаней між пунктами транспортної мережі / Цьонь О.П. // Міжвузівський збірник “Наукові нотатки”. Випуск №55. – Луцьк.: ЛНТУ, 2016. – С. 418-421.