

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ФАКУЛЬТЕТУ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт по дисципліні

«Спеціалізований рухомий склад»

для студентів	1 курсу
підготовки	першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
галузі знань	27 Транспорт
спеціальності	274 Автомобільний транспорт
освітньо-професійної програми	Автомобільний транспорт
факультету	Інженерії та транспорту

Хмельницький 2024

Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт по дисципліні «Спеціалізований рухомий склад» підготовки фахівців на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти спеціальності 274 – Автомобільний транспорт.

РОЗРОБНИКИ: Мешков Ю.Є. доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу, к.т.н.

Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт по дисципліні «Спеціалізований рухомий склад» затверджена на засіданні кафедри транспортних систем і технічного сервісу

Протокол № 1 від «28.08» 2024 року

Завідувач кафедри



Павло Луб'яний

Схвалено групою забезпечення спеціальності: 274 Автомобільний транспорт

Протокол № 1 від «28.08» 2024 року

Керівник групи забезпечення



Сергій Русанов

Схвалено науково-методичною радою факультету Інженерії та транспорту

Протокол № 1 від «30.08» 2024 року

Голова



Ольга Войтович

Узгоджено з навчально-методичним відділом

Реєстраційний номер № 9 від 03.09.2024р

ВСТУП

Одним з основних напрямів розвитку вантажного автомобільного транспорту є його спеціалізація. Інженер з організації експлуатації та ремонту автомобілів повинен знати переваги, напрями і методи спеціалізації, технічні можливості, особливості конструкцій, роботу механізмів і систем спеціалізованих автомобілів.

У основі навчальної дисципліни лежить вивчення не однієї або декількох конкретних моделей спеціалізованого рухомого складу (СРС), загальних принципів конструкцій. При такому підході виробляється здатність розуміти і вільно розбиратися в усьому різноманітті існуючих конструкцій і оцінювати рівень їх досконалості.

Самостійна робота студентів по дисципліні «Спеціалізований рухомий склад» напряму підготовки фахівців напряму підготовки 274 “Автомобільний транспорт” спрямована на рішення завдань визначення потреби в: розвитку транспортної мережі; рухомому складі з урахуванням організації і технології перевезень, вимог забезпечення безпеки перевізного процесу.

Самостійна робота студентів направлена на розвиток пізнавальної самостійної діяльності студентів по опануванню знаннями дисципліни, а також на розвиток їх ініціативи та відповідальності.

Метою самостійної роботи дисципліни "Спеціалізований рухомий склад" є формування у студентів здатності самостійно мислити; оволодіти базовими поняттями, опанувати новітніми теоретичними підходами, стійкої системи професійних знань по основах конструкції і конкретному облаштуванні вузлів, агрегатів і систем спеціалізованих автотранспортних засобів. щоб після закінчення навчання можна було на високому професійному рівні вирішувати проблеми, пов'язані з спеціалізований рухомий складом, приймати зважені рішення, спрямовані на посилення конкурентних позицій автотранспортного підприємства.

Самостійна робота студентів з даного дисципліни передбачає опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle, самостійне вивчення окремих теоретичних питань тем дисципліни, виконання індивідуальної роботи, що є обов'язковими видами самостійної роботи студента.

При виникненні складностей при опрацюванні зазначених теоретичних питань, студент отримує необхідні консультації у викладача-лектора під час проведення індивідуально-консультаційних занять. Контроль за опрацюванням теоретичних питань, що виносяться на самостійний розгляд, здійснюється шляхом тестування на практичних заняттях та включення цих питань до завдань рубіжної контрольної роботи (поряд з теоретичними питаннями, що розглядаються під час лекцій).

Виконання індивідуальної роботи контролюється викладачем, що проводить практичні заняття. Індивідуальна робота передбачає експертне оцінювання, експертами виступають студенти. Необхідні консультації з виконання індивідуальної роботи студенти отримують під час проведення

індивідуально-консультаційних занять. Виконану індивідуальну роботу студенти здають викладачу на перевірку у встановлений термін. Оцінювання даного виду робіт відбувається під час індивідуально-консультаційного заняття у формі співбесіди.

Види обов'язкової самостійної роботи, форми контролю та оцінка в балах наведені в таблиці 1.

ВИДИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Таблиця 1

Обов'язкова самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк годин	Форми контролю та звітності	Макс кількість балів
1	Предмет і зміст дисципліни. Класифікація вантажів, що перевозяться, і загальні вимоги до рухомого складу. Типи спеціалізованого рухомого складу і особливості їх конструкції. Переваги спеціалізованого рухомого складу і перспективи його розвитку.	10	Опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	2
2	Загальні відомості про спеціальний рухомий склад. Класифікація автопоїздів і їх переваги. Тягово-динамічні властивості автопоїздів. Особливості конструкції автомобілів - тягачів. Компонування автомобілів-тягачів. Особливості використання автомобільних тягачів в перевізному процесі. Специфіка підготовки водіїв. Питання забезпечення безпеки руху. Групування вантажу та класифікація СРС. Типаж спеціального рухомого складу. Технічні вимоги до спеціального рухомого складу.	10	Опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle,	2
3	Автопоїзди для перевезення довгомірних та великої ваги вантажів. Роль автопоїздів в спеціалізації автотранспорту, їх переваги та тенденції розвитку. Класифікація і аналіз схем конструювання автопоїздів. Особливості конструкції автотягачів автопоїздів. Тягово-зчіпні пристрої. Сідлово-зчіпні пристрої.	15	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle,	2
4	Автопоїзди для перевезення металу, лісо і пиломатеріалів та залізобетонних виробів. Класифікація автопоїздів. Автопоїзди для перевезення металоконструкцій. Рухомий склад для перевезення лісо та пиломатеріалів. Автопоїзди для перевезення залізобетонних виробів.	15	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	2
5	Автомобілі-самоскиди та самоскидні поїзди Класифікація і область застосування самоскидів.	15	опрацювання	

№ з/п	Назва теми	Кільк годин	Форми контролю та звітності	Макс кількість балів
	Дорожні умови експлуатації самоскидів. Залежність тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автомобілів-самоскидів від дорожніх умов. Компонування автомобілів-самоскидів. Кузови автомобілів-самоскидів. Перекидний пристрій кузовів автомобілів-самоскидів. Самоскидні автопоїзди.		лекційного матеріалу в системі Moodle	2
6	Кар'єрні автомобілі-самоскиди. Особливості конструкції кар'єрних автомобілів-самоскидів. Підймальні механізми автомобілів-самоскидів. Особливості конструкцій агрегатів трансмісії та систем керування. Коротко-базові автомобілі-самоскиди.	15	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	2
7	Автомобілі та автопоїзди-цистерни. Призначення, класифікація, загальні вимоги. Автомобілі-цистерни для перевезення нафтопродуктів. Автомобілі-цистерни для перевезення сипучих та напіврідких вантажів. Автомобілі-цистерни для перевезення сільськогосподарських вантажів.	10	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	2
8	Автомобілі-самонавантажувачі. Автотранспортні засоби з вантажопідйомними бортами. Автомобілі-самонавантажувачі з консольними стріловими кранами. Автотранспортні засоби з порталними кранами. Напівпричеми-контейнеровози з вантажопідймальними засобами. Автотранспортні засоби зі з'ємними кузовами.	10	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	2
Разом		100		20

Таблиця 2

Вибіркові види самостійної роботи

Види самостійної роботи	Рекомендована література	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальна кількість балів
- активна робота під час лекцій, практичних занять, консультацій		протягом семестру		10
- участь у конференціях	Наукові видання, публікації,		публікація тез, статті.	10
- підготовка статті, роботи на конкурс				10
Всього балів за вибіркові види самостійної роботи				max10

Загальні питання

Вивчення курсу треба починати із знайомства з основними термінами і визначеннями, складом національного і світового парку спеціалізованих автотранспортних засобів, завданнями, які стоять перед розробниками і виробниками автомобілів по задоволенню існуючих потреб в таких автотранспортних засобах.

До спеціалізованих автотранспортних засобів відносяться автомобілі і автопоїзди, пристосовані для перевезення вантажів відповідної групи, які мають спеціальні пристрої для забезпечення збереження вантажів, механізації навантажувальних і розвантажувальних робіт.

Тому необхідно розглянути види вантажів, які перевозяться автотранспортом, їх транспортно-технологічні характеристики, що впливають на технологію перевезення і групову класифікацію, загальні вимоги, пред'явлені до спеціалізованих автотранспортних засобів, їх техніко-експлуатаційні показники, шляхи підвищення техніко-експлуатаційних показників. Потім треба вивчити признаки класифікації, класифікацію спеціалізованого автотранспорту, основні його переваги і вади порівняно з автомобільним транспортом універсального призначення.

Запитання для самоперевірки

- 1 Який автотранспорт відноситься до спеціалізованого?
- 2 Яка роль та методи спеціалізації автотранспорту?
- 3 Розкажіть про вплив вантажів, які транспортуються, на конструкцію спеціалізованих автотранспортних засобів.
- 4 Назвіть переваги і вади спеціалізованого автотранспорту.
- 5 Як класифікують спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту?
- 6 Які загальні вимоги ставляться до спеціалізованих автотранспортних засобів?
- 7 Назвіть перспективні напрямки розвитку спеціалізованого автотранспорту.
- 8 Які завдання автомобільної промисловості по вдосконаленню шпагу і розширенню виробництва спеціалізованого автотранспорту?

Автомобільні поїзди

Важливість вивчення цієї теми визначається тим, що більшість видів спеціалізованого автотранспорту включають до себе автомобілі-тягачі і спеціалізовані причеми. В зв'язку з цим спочатку треба засвоїти призначення і області застосування автопоїздів, їх класифікацію, основні переваги перед одиночними автомобілями і існуючі їх схеми компонування. Необхідно знати вагові, габаритні обмеження автопоїздів.

Студент повинен уміти розрахувати повну масу причіпної ланки на основі тягово-динамічних якостей автомобіля-тягача і вагових обмежень, знати оціночні параметри і основні напрямки підвищення тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності автопоїздів, знати вплив основних конструктивних параметрів ланок автопоїзда на маневреність. Треба також

навчитися оцінювати вплив на експлуатаційні властивості автопоїзда характеристик вузлів і агрегатів шасі тягача, особливо специфічних, знати особливості їх конструкції. Рекомендується звернути увагу на особливості автопоїздів з активними осями причіпних ланок, засвоїти спеціальні вимоги, пред'явлені до таких автопоїздів, а також переваги і вади існуючих різних приводів активних осей. Потім слід ознайомитися з сучасними тенденціями розвитку і підвищення ефективності використання автопоїздів.

При вивченні особливостей конструювання і розрахунку автопоїздів слід засвоїти існуючі схеми компонування автомобілів-тягачів і причепів, особливості конструкцій автомобілів-тягачів порівняно з базовими автомобілями, оціночні показники досконалості конструкцій автопоїздів, звернути особливу увагу на вимоги, пред'явлені до зчіпних пристроїв автопоїздів по забезпеченню надійного і швидкого зчеплення і розчеплення, безпечного руху і прохідності. Треба також усвідомити які геометричні параметри автопоїзда і зчіпних пристроїв впливають на можливість взаємозчеплення ланок автопоїздів близьких класів, як вибрати конструкцію, місце розташування і розрахувати основні конструктивні розміри типових опорних пристроїв напівпричепів. Слід також засвоїти особливості конструкцій і принципи роботи існуючих і перспективних пристроїв для керування і стабілізації коліс причепів і напівпричепів, гальмових систем автопоїздів.

Запитання для самоперевірки

- 1 Розкажіть про роль автопоїздів в спеціалізації автотранспорту, тенденції їх розвитку.
- 2 Як класифікують автопоїзди по типу зв'язку між ланками, числу ланок, призначенню, особливостям приводу коліс?
- 3 Перелічіть нормативні вимоги і обмеження до автопоїздів, зробіть порівняльну оцінку схем, що застосовуються при компонуванні автопоїздів.
- 4 Які фактори визначають тягово-швидкісні якості і прохідність автопоїздів?
- 5 В чому полягають конструктивні особливості автомобілів-тягачів?
- 6 Які автотранспортні засоби відносяться до причіпного рухомого стаду?
- 7 Як класифікують причіпний склад по призначенню, числу осей, конструкції поворотних пристроїв?
- 8 Назвіть загальні технічні вимоги, пред'явлених до причіпного складу.
- 9 В чому полягають особливості конструкцій спеціалізованих причепів і напівпричепів?
- 10 Назвіть особливі вимоги, пред'явлених до підвісок спеціалізованих причепів та напівпричепів, особливості їх конструкцій і тенденції розвитку.
- 11 Як впливає на безпеку руху, продуктивність і прохідність автопоїзда його маневреність?
- 12 В чому полягають особливості конструкцій гальмових систем автопоїздів, пред'явлених вимог до цих систем?
- 13 Які напрямки розвитку гальмових систем автопоїздів перспективні?

14 Розкажіть про особливості будови і роботи електропневматичних приводів гальмових систем автопоїздів.

15 Чим викликана необхідність застосування комбінованих пневматичних приводів гальм на автопоїздах?

16 В чому полягають особливості конструкцій однопривідних і двохпривідних пневматичних гальмових приводів автопоїздів?

17 Чим викликане застосування підвісок з підйомними і пересувними осями на автопоїздах?

18 Як можна зменшити силу опору повітря під час руху автопоїзда?

19 Які вимоги ставляться до зчіпних пристроїв автопоїздів?

20 В чому полягають особливості конструкцій зчіпних пристроїв які застосовують на автопоїздах?

21 Для чого призначені і як влаштовані опорні пристрої напівпричепів?

22 З якою метою застосовують пристрої для керування колесами причіпних ланок і як вони влаштовані?

23 Від чого виникають поперечні коливання (виляння) причепів?

24 Як здійснюється стабілізація керованих коліс причіпних ланок під час прямолінійного руху автопоїздів?

25 Які зусилля виникають в шарнірних зчленуваннях автопоїздів під час гальмування і як вони впливають на стійкість автопоїзда?

26 Якими параметрами визначається стійкість автопоїзда від бокового перекидання?

27 Якими показниками характеризується маневреність автотранспортних засобів під час руху по колу і повороту на дев'яносто градусів?

28 Назвіть види і критерії нестійкості руху автопоїздів.

29 Як забезпечується стійкість автопоїздів від бокового перекидання на косогорі?

30 Як визначити параметри, які характеризують маневреність автопоїзда під час руху по колу?

31 Викладіть методики розрахунків тягово-зчіпних і опорно-зчіпних пристроїв автопоїздів, опорних пристроїв напівпричепів.

Автомобілі - самоскиди, самоскидні автопоїзди

Почати вивчення теми доцільно з розгляду видів і транспортних властивостей вантажів, які перевозяться самоскидними автотранспортними засобами. Це допоможе засвоїти такі питання як області ефективного використання самоскидних транспортних засобів, основні вимоги, пред'явлені до них, а також ознаки класифікації самоскидів.

Далі слід вивчити основні типи самоскидів та їх конструктивні особливості порівняно з вантажними автомобілями загальнотранспортного призначення, звернувши при цьому особливу увагу на конструктивні особливості агрегатів шасі, рами, надрамника, кузова і перекидного пристрою. Звичайно самоскиди обладнуються механізмами перекидання

платформ з гідравлічним приводом, проте застосовуються і інші типи приводів, які слід вивчати в порівнянні з гідравлічними.

Треба вивчити призначення і будову основних вузлів підйомних механізмів різних типів, переваги і вади можливих компоновок підйомачів на самоскидах різного призначення. Особливу увагу слід приділити особливостям застосування і розрахунку телескопічних гідропіднімачів.

Студент повинен навчитися обґрунтовувати вибір типу кузова самоскида для перевезення конкретних видів вантажів, розрахувати потрібний об'єм самоскидного кузова і його основні розміри.

Особливості конструкції автомобілів-самоскидів різного призначення, обумовлені відмінностями умов роботи як їх в цілому, так і їх окремих агрегатів і вузлів. Особливо зверніть увагу на конструктивні особливості кузовів і підйомних механізмів у самоскидів різного типу, включаючи автопоїзди-самоскиди, вивчіть особливості конструкції агрегатів трансмісій і систем управління кар'єрних автомобілів-самоскидів. В кінці познайомтеся з тенденціями розвитку самоскидних вітчизняних і закордонних автотранспортних засобів.

Запитання для самоперевірки

1 Як класифікують самоскидні автотранспортні засоби по призначенню, напрямкам розвантажування кузова, принципу дії системи розвантажування, типу кузова?

2 Назвіть експлуатаційні особливості, пред'явлені вимоги до автомобілів-самоскидів різного призначення.

3 Розкажіть про переваги і вади автомобілів-самоскидів, які мають різні схеми компонування.

4 Розкажіть про особливості існуючих конструкцій кузовів автомобілів-самоскидів.

5 Назвіть типи механізмів перекидання вантажних платформ автомобілів-самоскидів, які застосовуються, і порівняйте їх переваги і вади.

6 Як вибирається об'єм і основні розміри самоскидного кузова?

7 Як влаштовані і працюють гідропіднімачі поршневого типу?

8 Чим визначається місткість і основні розміри самоскидного кузова?

9 Як визначити потрібну подачу і споживаючу потужність масляного насоса гідравлічного перекидача кузова автомобіля-самоскиду?

10 Визначте необхідне число ступенів, їх діаметри і максимальний хід телескопічного гідроциліндра механізму перекидання вантажної платформи автомобіля-самоскида.

11 Визначте потрібні діаметри і максимальний хід гідравлічного циліндра поршневого механізму перекидання вантажної платформи автомобіля-самоскида.

12 Який порядок визначення необхідного максимального зусилля телескопічного гідравлічного циліндра механізму перекидання вантажної платформи?

13 Який порядок визначення необхідного максимального зусилля поршневого гідравлічного циліндра механізму перекидання вантажної платформи?

Автомобілі і автопоїзди-фургони

Під час перевезення товарів народного споживання і товарів, які швидко псуються, знаходять все більш широке застосування автомобільні фури. Треба засвоїти основні переваги автомобілів і автопоїздів-фургонів, їх класифікацію і призначення, показники оцінки якості конструкції фургонів, а також чим обумовлений вибір їх типів. Необхідно вивчити основні вимоги, пред'явлені до конструкцій автомобілів-фургонів різного призначення, які забезпечують виконання цих вимог. Зверніть увагу на особливі вимоги, пред'явлені до фургонів для перевезення вантажів, що швидко псуються, які типи фургонів цієї групи застосовуються, а також якими показниками характеризуються ізоітермічні властивості фургонів. Слід вивчити способи охолодження фургонів-рефрижераторів і роботу холодильних установок різних типів, будову і конструктивні особливості рефрижераторів. Необхідно засвоїти методики вибору автотранспортних засобів для перевезення вантажів, які швидко псуються. На завершення вивчення теми ознайомтесь з перспективами розвитку вітчизняних і зарубіжних автомобілів і автопоїздів-фургонів.

Запитання для самоперевірки

- 1 Які типи автомобілів-фургонів ви знаєте?
- 2 Яке призначення ізоітермічного рухомого складу автотранспорту і які вимоги до нього пред'являються?
- 3 Як влаштована і як працює система охолодження кузовів фургонів на зрідженому азоті?
- 4 Які застосовуються способи без машинного охолодження кузовів-фургонів?
- 5 Як влаштовані і як працюють холодильно-опалювальні агрегати систем машинного охолодження кузовів-фургонів?
- 6 В чому полягають особливості конструкцій каркасних і без каркасних ізоітермічних фургонів?
- 7 Які конструкційні матеріали застосовуються в виробництві ізоітермічних кузовів-фургонів?
- 8 Як розрахувати коефіцієнт теплопередачі ізоітермічного кузова-фургона і що він характеризує?
- 9 Як визначити необхідну холодопродуктивність холодильної установки?

Автомобілі, автопоїзди - цистерни

Вивчення даної теми рекомендується починати, засвоївши види і транспортні властивості вантажів, які перевозяться автомобільними цистернами. Далі треба вивчити по яким ознакам класифікують цистерни, які основні спеціальні вимоги ставляться до них. Потрібно засвоїти які фактори

впливають на вибір форми і матеріалу резервуарів цистерн. Вимагається вивчити вплив міри заповнення резервуарів рідкими вантажами на стійкість руху автоцистерн, якими конструктивними засобами можна підвищити стійкість транспортних засобів при перевезеннях рідких вантажів в цистернах. Зверніть увагу на конструктивні особливості цистерн різного призначення і склад застосованого на них технологічного обладнання, які застосовуються способи навантаження і розвантаження вантажів на цистернах, як забезпечуються безпека цистерн, призначених для перевезення горючих, легко запальних і вибухонебезпечних вантажів. На закінчення слід познайомитись з перспективами розвитку спеціалізованих автотранспортних засобів цього типу.

Запитання для самоперевірки

1 Які вантажі перевозяться на автотранспортних цистернах і як їх транспортні властивості впливають на конструкції цистерн?

2 Розкажіть про транспортні властивості сільськогосподарських вантажів, які перевозяться на спеціалізованих автоцистернах, і особливості конструкції цистерн для таких вантажів.

3 За якими ознаками класифікують цистерни?

4 Розкажіть про особливості конструкцій резервуарів цистерн різного призначення, застосованих матеріалах і технологіях при їх виготовленні.

5 Як влаштовані автоцистерни для перевезення нафтопродуктів?

6 Назвіть технологічні операції, які виконуються обладнанням автоцистерн для нафтопродуктів.

7 Накресліть принципові схеми і поясніть роботу технологічного обладнання транспортної автоцистерни і автоцистерни-заправника для нафтопродуктів.

8 Назвіть способи навантаження-розвантаження вантажів на цистернах, які застосовуються, і дайте їм порівняльну оцінку.

9 Як влаштовані і працюють пневматичні системи навантаження-розвантаження цистерн?

10 В чому полягають особливості конструкції цистерн для перевезення дрібнодисперсних вантажів?

11 Розкажіть про системи, що застосовуються для навантаження-розвантаження дрібнодисперсних вантажів на автоцистернах.

12 Як влаштовані основні елементи технологічного обладнання автоцистерн: насоси, дихальні пристрої, контрольно-вимірювальні прилади, протипожежне обладнання?

13 Для чого призначені автобітумовози і які вимоги до них ставляться?

14 Як влаштовані і працюють системи обігрівання резервуарів, насосів бітумовозів?

15 Де застосовуються і яким вимогам повинні задовольняти спеціалізовані транспортні засоби для перевезення рідких сумішей і бетону?

16 В чому полягають особливості конструкцій спеціалізованих автомобілів розчиновозів, бетоновозів, вапновозів, бетонозмішувачів?

Автомобільні транспортні засоби для перевезення габаритних і важковагових вантажів, будівельних конструкцій

В пергу чергу для вивчення цієї теми треба засвоїти особливості вантажів, які перевозяться такими видами транспорту, умови експлуатації цих видів транспортних засобів і основні вимоги до рухомого складу. По кожному типу спеціалізованих автотранспортних засобів слід знати його будову, основні конструктивні особливості, способи закріплення вантажів, принцип роботи навантажувальних механізмів і допоміжного обладнання, якими конструктивними рішеннями забезпечується необхідна маневреність автопоїздів, переваги і вади існуючих конструкцій. Особливу увагу слід звернути на особливості конструкцій автопоїздів, що забезпечують безпеку руху, прохідність, збереження вантажу від деформації і руйнування під час перевезення. В кінці треба ознайомитись з тенденціями і перспективами розвитку автотранспортних засобів для перевезення габаритних, важковагових вантажів і будівельних конструкцій.

Запитання для самоперевірки

1 Які основні вимоги ставляться до спеціалізованого автотранспорту для перевезення габаритних і важковагових неподільних вантажів і в чому полягають особливості конструкцій таких транспортних засобів?

2 Назвіть особливі вимоги до умов перевезення залізобетонних виробів і будівельних конструкцій та особливості конструкцій спеціалізованих автотранспортних засобів для таких вантажів.

3 В чому полягають особливості конструкцій спеціалізованих автотранспортних засобів для перевезення лісоматеріалів?

4 Розкажіть про призначення та будову спеціального обладнання лісовозних автопоїздів: коника, тягово-зчіпного пристрою, запірного пристрою дишла, лебідки.

5 Назвіть які застосовуються способи повороту керованих коліс причепів-розпусків і порівняйте їх переваги і недоліки.

6 В чому полягають особливості конструкцій спеціалізованого автотранспорту для перевезення габаритного сортаменту металу?

7 Які способи і пристрої кріплення і розвантаження габаритних вантажів застосовуються на спеціалізованому автотранспорті?

8 Назвіть шляхи підвищення тягово-динамічних властивостей автопоїздів-важковозів.

9 Які напрямки розвитку автотранспортних засобів для перевезення габаритних, важковагових вантажів і будівельних конструкцій перспективні?

Контейнеровози, самонавантажувачі і автомобілі зі знімними кузовами

В ряді випадків під час перевезення вантажів на автомобілях доцільного застосовувати для механізації завантажувально-розвантажувальних робіт механізми, змонтовані на автомобілях. Тому під час вивчення цієї теми в першу чергу необхідно засвоїти області застосування таких видів спеціалізованих автотранспортних засобів і який вплив робить їх

використання на собівартість перевезень. Треба вивчити основні вимоги, пред'явлені до автомобілів самонавантажувачів, їх класифікацію, навчитися аналізувати їх переваги і вади. Вивчаючи кожен тип автомобіля-самонавантажувача треба звернути увагу на особливості конструкції і принципи роботи навантажувально-розвантажувального обладнання, які забезпечать стійкість автомобілів-самонавантажувачів під час навантажувально-розвантажувальних робіт, в чому полягають особливості гідравлічного приводу обладнання. Зверніть увагу на призначення і застосування таких гідравлічних пристроїв як дросельні отвори, гідрозамки, зворотньо-дроселюючі клапани. Необхідно засвоїти методики розрахунку стійкості і умов безпечної роботи автомобілів-самонавантажувачів, виходячи з їх вагових і геометричних параметрів. Перед вивченням питань з автотранспорту для контейнерних перевезень рекомендується розглянути існуючі типажі контейнерів різного призначення, звернувши увагу на розміри, які визначають розташування контейнерів на транспорті, особливості кріплення контейнерів під час перевезення. Необхідно усвідомити сутність системи контейнерних перевезень і перевезень в кузовах-контейнерах, для яких вантажів застосування такої системи найбільш ефективно, як при цьому змінюється технологія перевезень. Далі треба засвоїти основні вимоги, які пред'являються до автотранспортних засобів зі знімними кузовами-контейнерами, особливості конструкцій шасі і кузовів, систем знімання і установки кузова на автомобіль, які застосовуються. Зверніть увагу на області застосування, будову і основні конструктивні ознаки напівпричепів-контейнеровозів, особливості типажів таких контейнеровозів. Завертаючи вивчення теми познайомтесь з перспективами розвитку автомобілів-контейнеровозів, самонавантажувачів, а також з перспективами використання розкладних, еластичних контейнерів і контейнерів з перемінним об'ємом.

Запитання для самоперевірки

- 1 Для яких видів перевезень застосовуються і яким вимогам повинні відповідати автотранспортні засоби-самонавантажувачі і контейнеровози?
- 2 В чому полягають основні відмінності призначення автомобілі-самонавантажувачів і автомобільних кранів?
- 3 Як забезпечується стійкість автомобілів самонавантажувачів різних типів під час вантажно-розвантажних робіт?
- 4 Яка будова порталного навантажувача і його механізмів: коливання портала, переміщення каретки, підйому-опускання вантажу?
- 5 Яка будова консольно-стрілового крана-навантажувача і його механізмів: повороту колони, підйому стріли, управління гусаком, зовнішніх опор?
- 6 Розкажіть про особливості застосовуваних конструкцій вантажопідйомних бортів, їх компоновальні вирішення, типи підйомних механізмів і приводів.
- 7 Назвіть основні складові контейнерної транспортної системи.

8 Розкажіть про типи контейнерів, які застосовуються для перевезення різних вантажів на спеціалізованому автотранспорті.

9 Які перспективи використання еластичних, розкладних і з перемінним об'ємом контейнерів?

10 Для чого призначені напівпричепи-контейнеровози, які ставляться до них вимоги, в чому полягають особливості їх конструктивного виконання?

11 Які системи навантаження-розвантаження великовантажних контейнерів застосовуються на контейнеровозах-самонавантажувачах?

Автомобілі і автопоїзди високої прохідності

Вивчати тему бажано почати з розгляду областей застосування автотранспортних засобів підвищеної і високої прохідності, звернувши особливу увагу на автомобілі сільськогосподарського призначення.

Необхідно знати класифікацію, вплив фракційного складу і зволоження на механічні властивості ґрунтів, як опорних поверхонь для руху, які визначають прохідність автомобілів. Усвідомте, які специфічні вимоги до конструкцій таких автомобілів ставляться.

Вивчаючи особливості конструкцій існуючих автомобілів і автопоїздів високої прохідності зверніть увагу на те, як задовольняють експлуатаційно-технічним вимогам їх колісні рушії, трансмісії, системи підресорювання. Вимагається знати типаж комерційних автомобілів і автопоїздів високої прохідності, які експлуатуються та перспективи розвитку і доцільні шляхи удосконалення як складу вітчизняного парку таких засобів, так і окремих автомобілів, які входять до його складу.

При вивченні особливостей конструкцій плаваючих автомобілів також треба розглянути галузі комерційного застосування таких автомобілів. Зверніть увагу на шляхи задоволення пред'явлених до плаваючих автомобілів специфічних вимог при збереженні максимального запозичення конструктивних рішень по основним агрегатам і системам базових автомобілів.

На закінчення треба вивчити існуючі експериментальні, експериментально-теоретичні і теоретичні методики вибору параметрів колісних рушіїв автомобілів високої прохідності, із врахуванням механічних характеристик ґрунтів і необхідних показників опорної прохідності.

Запитання для самоперевірки

1 В яких умовах використовуються повнопривідні автомобілі і які вимоги до них ставляться?

2 Розкажіть про типаж повнопривідних автомобілів і особливості їх конструкції.

3 Як впливають характеристика шин на опір руху повнопривідного автомобіля в тяжких дорожніх умовах?

4 Як впливають характеристики підвіски на опір руху повнопривідного автомобіля?

5 Як розрахувати опір руху автомобіля по опорній поверхні що деформується?

6 Як вибираються основні параметри колісних рушіїв автомобілів високої прохідності?

7 Чим викликане застосування тягачів підвищеної прохідності і активних причіпних ланок автопоїздів?

8 В чому полягають особливості конструкцій існуючих активних автопоїздів?

9. Які існують типи приводів активних осей причіпних ланок автопоїздів?

10 В чому полягають переваги і недоліки гідрооб'ємної, електричної і механічної трансмісій активних автопоїздів?

11 Якими засобами забезпечується плавучість, маневреність, остійність і непотоплюваність автомобілів?

12 В чому полягають особливості конструкцій плаваючих автомобілів?

13 Нетрадиційні типи рушійно-опорних систем транспортних засобів для перевезення важких неподільних вантажів по шляхам низької несучої здатності.

Індивідуальне розрахункове завдання

Загальні вимоги до виконання завдання і вибору варіанту

Індивідуальне розрахункове завдання виконується в заплановані в обсязі годин для самостійної роботи по дисципліні і повинно містити аргументоване викладення відповідей на наступні запитання:

- призначення і умови експлуатації спеціалізованого транспортного засобу;
- пред'явлені вимоги, обґрунтований вибір техніко-експлуатаційних характеристик спеціалізованого автотransпортного засобу;
- особливості конструкцій основних і спеціальних агрегатів і систем спеціалізованого автотransпортного засобу, що відрізняють його від автотransпортних засобів загальнотransпортного призначення;
- реальні і розрахункові навантажувальні режими, обґрунтування конструкцій, проектувальний і перевірочний розрахунки особливих агрегатів і систем автотransпортного засобу.

Завдання повинно оформлюватися у відповідності до вимог технічної документації, установленими в ЄСКД і СТП ЗНТУ 20-70848І2-90. Загальний обсяг розрахункового завдання не повинен перевищувати 25 стор. друкованого тексту.

Видаючи індивідуальне завдання доцільно узгодити варіант по базовому автомобілю з викладачем. В усіх інших випадках варіант завдання визначається по номеру запису прізвища студента в журналі групи (перші дві цифри) і другої цифри шифру групи (третья цифра). Перші дві цифри визначають тип спеціалізованого автотransпортного засобу, а третя - аналог або базову модель для розробки спеціалізованого автотransпортного засобу. Необхідні для розрахунків технічні характеристики і параметри приймаються по даним довідкової технічної літератури, з урахуванням динаміки зміни характеристик на перспективу.

Варіанти індивідуальних розрахункових завдань і аналоги для вибору основних технічних характеристик і геометричних параметрів наведені в таблиці 3 та 4 відповідно.

Таблиця 3

Варіанти індивідуальних розрахункових завдань

Номер варіанту (перші дві цифри)	Тема завдання
01	Сідельний зчіпний пристрій автопоїзда
02	Опорний пристрій напівпричепа автопоїзда
03	Гаковий тягово-зчіпний пристрій автопоїзда
04	Шкворневий тягово-зчіпний пристрій автопоїзда
05	Кульовий тягово-зчіпний пристрій автопоїзда
06	Пристрій керування з поворотною віссю причіпної ланки автопоїзда
07	Пристрій керування з поворотними колесами причіпної ланки автопоїзда
08	Пристрій керування з самоустановлючою віссю сідельного автопоїзда
09	Телескопічний механізм перекидання вантажної платформи автомобіля-самоскида
10	Поршневий механізм перекидання вантажної платформи автомобіля-самоскида
11	Механізм трьохстороннього перекидання вантажної платформи автомобіля-самоскида
12	Механізм перекидання вантажної платформи причепа-самоскида складанням дишла
13	Механізм перекидання з попереднім підйомом вантажної платформи автомобіля-самоскида
14	Установка машинного охолодження кузова-фургона рефрижератора
15	Установка охолодження кузова-фургона рефрижератора з застосуванням зрідженого азоту
16	Ізотермічний кузов-фургон з охолодженням замороженими рідинами
17	Механізм складання в транспортне положення лісовозного автопоїзда
18	Пристрій поворотний причепа-розпуску лісовозного автопоїзда

19	Автомобіль-самонавантажувач з консольним краном
20	Автомобіль-самонавантажувач з порталним краном
21	Автомобіль-самонавантажувач з вантажопідйомним бортом
22	Лебідка повнопривідного автомобіля
23	Система регулювання тиску повітря в шинах повнопривідного автомобіля
24	Вибір основних параметрів колісного рушія повнопривідного автомобіля
25	Плавучість, стійкість і переміщення автомобіля, пристосованого до подолання водяних перешкод на плаву

Таблиця 4

Аналоги і базові моделі спеціалізованих автотранспортних засобів для вибору основних технічних характеристик і геометричних параметрів

Номер варіанту (перші дві цифри)	Третя цифра номеру варіанту і відповідні їм моделі		
	1	2	3
01	ЗІЛ-443І-ОдАЗ-885	КамАЗ-54112-ОдАЗ-9385	МАЗ-6422-МАЗ-9393
02	ЗІЛ-ІЗІНВ-ОдАЗ-865	КрАЗ-260В-ЧМЗАП-5523А	МАЗ-6422-МАЗ-9398
03	ЗІЛ-443І-ГКБ-8328(8350)	КамАЗ-5320-ГКБ-8350	МАЗ-5335-МАЗ-6926
04	ЗІЛ-ІЗІН-СМЗ-8325	КамАЗ-53212-СЗАП-8352	МАЗ-5336-МАЗ-8926
05	ЗАЗ-П02	ВАЗ-2І09	ГАЗ-31029
06	ЗІЛ-4332-ГКБ-8328(8350)	КамАЗ-5320-ГКБ-8350	КрАЗ-260-ЧМЗАП-5523А
07	ЗІЛ-ІЗІН-СМЗ-8325	Урал-4320-782В	КрАЗ-260-МАЗ-5207ВШ
08	КамАЗ-5410-ОдАЗ-9370	МАЗ-537Г-ЧМЗАП-9990	МАЗ-6422-МАЗ-9389
09	САЗ-3504	КамАЗ-5511	БелАЗ-6510
10	ЗІЛ-ММЗ-4502	МАЗ-5549	КрАЗ-65І0
II	ГАЗ-САЗ-3507	КАЗ-4540	КамАЗ-55102
12	ГАЗ-3І5І-УАЗ-	ГАЗ-3302-ГКБ-	ЗІЛ-ММЗ-45022-

	8199	8302	ЦКБ-А3П
13	ГАЗ-СА3-3502	ЗІЛ-ММЗ-4502	КамАЗ-5511
14	ГЗСА-3702	ЛуАЗ-890Б	ПАЗ-3742
15	УАЗ-374І	КамАЗ-5320	МАЗ-5432-МАЗ-9397
16	ІжМЗ-2715	ГАЗ-3302	КамАЗ-5320
17	ЗІЛ-ІЗІН-ТМЗ-802	Урал-4320-ТМЗ-985І	КрАЗ-6437-ГКБ-9871
18	ЗІЛ-ІЗІН-ТЮ-802	Урал-4320-ТМЗ-985І	КрАЗ-6437-ГКБ-9871
19	ГАЗ-53-12	ЗІЛ-433І	КамАЗ-5320
20	ГАЗ-53-12	ЗІЛ-433І	КамАЗ-5320
21	ГАЗ-53-12	ЗІЛ-433І	КамАЗ-5320
22	ЛуАЗ-1302	УРАЛ-4320	МАЗ-537
23	ГАЗ-66-11	ЗІЛ-ІЗІН	КрАЗ-260
24	ЛуАЗ-1302	Урал-4320	КрАЗ-260
25	ЛуАЗ-1302	Урал-4320	КрАЗ-260

Приклад виконання індивідуального завдання

Прийняті скорочення:

АТ - автомобільний транспорт;

ТЗ - транспортний засіб;

АТЗ - автотransпортний засіб;

САТЗ- спеціалізований АТЗ;

СРС - спеціалізований рухомий склад;

АП - автопоїзд;

ТЗП - тягово-зчіпний пристрій;

СЗП (ОЗП) - сидельно-зчіпний (опорно-зчіпний) пристрій;

ОП - опорний пристрій причепа.

За умовами виробництва звичайно доцільно задовольняти потреби в АТЗ мінімальним типажом універсальних машин, тому що собівартість машин із ростом об'єму їхнього випуску знижується. Однак, істотне зниження витрат в експлуатації можна досягти лише в тому випадку, якщо автомобіль найбільшою мірою задовольняє конкретним умовам експлуатації, тобто є спеціалізованим АТЗ.

Загальний ефект від використання конкретного автомобіля визначається витратами на його виготовлення й експлуатацію протягом усього життєвого циклу, від введення в експлуатацію до списання. Якщо сумарний ефект підвищується, то виправдане збільшення витрат на виробництво виробу. Зважаючи на те, що САТЗ мають більшу собівартість у

порівнянні з АТЗ загального призначення, а частка собівартості САТЗ менша, порівняно з витратами в експлуатації (останні для САТЗ нижче, чим для АТЗ загального призначення), як правило, застосування САТЗ більш ефективно для перевезення вантажів визначеного виду, чим АТЗ загального призначення. У зв'язку з цим спостерігається тенденція збільшення частки САТЗ у вантажному транспортному парку всіх країн.

Техніко-економічний аналіз, проведений рядом вітчизняних і закордонних фахівців, показує, що оптимальна частка САТЗ у транспортному парку складає 75 і більше, досягаючи 90 відсотків.

Необхідність більш широкого застосування САТЗ викликана зростанням номенклатури і обсягів перевозом вантажів із специфічними властивостями: сухих сипучих (цемент, мука, комбікорм для птиць і тварин, пісок, гравій і ін. будівельні матеріали); рідких (нафтопродукти, спецрідини, молоко); габаритних і ваговитих неподільних (металопрокат, лісоматеріали і пиломатеріали, металеві і залізобетонні будівельні конструкції) і т. п.

З огляду на зростаючу роль спеціалізації АТ загального призначення, актуальним є формування в інженерів-механіків за фахом 8.090211 “Колісні та гусеничні транспортні засоби” знань по особливостям конструкцій, методів розрахунку й аналізу експлуатаційних характеристик САТЗ, специфічним питанням теорії АТЗ, що і є метою вивчення дисципліни “Спеціалізований рухомий склад” або більш точно СРС АТ.

Задачі по створенню і розвитку САТЗ

Перед автомобільною промисловістю стоїть задача випуску високоефективних спеціалізованих автопоїздів для сільськогосподарського виробництва на базі автомобілів КамАЗ, Урал, ЗІЛ, ГАЗ, автопоїздів-цистерн підвищеної місткості для перевезення нафтопродуктів на базі автопоїздів КамАЗ (19 і 25 т), КрАЗ і МАЗ (33 т).

Має перспективи виробництво модернізованих автопоїздів-лісовозів підвищеної вантажопідйомності на базі автомобілів КрАЗ і МАЗ, а також для роботи в особливо важких дорожніх умовах - на базі повнопривідних із централізованою системою регулювання тиску повітря в шинах автомобілів УралАЗ.

Для перевезення будівельних насипних і навалювальних вантажів доцільний випуск самоскида КрАЗ підвищеної вантажопідйомності, а також випуск на базі самоскида МАЗ-5551 і сідельного тягача МАЗ-54331 самоскидних причіпних і сідельних автопоїздів.

Для задоволення потреб промисловості в перевезеннях важких і надважких будівельних конструкцій, агрегатів і устаткування має перспективи використання автопоїздів-вагозовів у складі різних причепів і напівпричепів-вагозовів вантажопідйомністю 15...1500 т. ЧМЗАП, вирішення задач по удосконаленню й освоєнню виробництва магістральних автопоїздів великої вантажопідйомності.

Роль і методи спеціалізації АТ

Спеціалізація АТ загального призначення обумовлена необхідністю підвищення якості й ефективності перевезень вантажів, зниження трудовитрат вантажно-розвантажувальних робіт.

САТЗ створюються, як правило, на базі АТЗ загального призначення. Тому типажі САТЗ пов'язані з типажами базових АТЗ загального призначення. У ряді випадків виробництво САТЗ організується, як спеціалізоване виробництво на окремих заводах, що дозволяє оперативно враховувати і вчасно реагувати на зміни кон'юнктури ринку й умов експлуатації.

САТЗ включають автомобілі, автопоїзди, причепа і напівпричепа, конструкція яких дозволяє в специфічних дорожньо-кліматичних умовах перевозити вантажі визначеного виду (групи вантажів), що мають спільні транспортно-технологічні властивості і спеціальні вантажно-розвантажувальні пристрої.

Основною класифікаційною ознакою САТЗ є тип кузова, конструкція якого визначається видом вантажів, для яких вони призначені.

Види вантажів і їх вплив на конструкцію САТЗ

Виділяють наступні основні групи вантажів: сипучі, гігроскопічні, напіврідкі або в'язкі, для перевезення яких застосовують самоскиди; продовольчі, промислові товари, що вимагають забезпечення умов збереженості, для перевезення яких застосовують а АТЗ фургони; рідкі і порошкові, які перевозяться на АТЗ цистернах; великогабаритні і ваговиті штучні, для перевезення яких використовують автопоїзди.

Класифікація САТЗ за призначенням у залежності від виду вантажу і наявності вантажно-розвантажувальних пристроїв може бути подана наступною схемою.



Для експлуатації у важких дорожніх умовах використовуються спеціалізовані автомобілі підвищеної прохідності і автопоїзди з повнопривідними тягачами, а також з активними причепами.

САТЗ у порівнянні з АТЗ загальнотранспортного призначення мають наступні переваги: звичайно більший коефіцієнт вантажопідйомності; кращу збереженість вантажів; більш високу механізацію вантажно-розвантажувальних робіт; можливість перевезення специфічних вантажів; зниження витрат на тару й упаковку вантажів; підвищення безпеки і поліпшення санітарно-гігієнічних умов перевезення вантажів.

Однак САТЗ, порівняно з АТЗ загальнотранспортного призначення, мають і ряд недоліків: велику вартість; зниження в окремих випадках

номінальної вантажопідйомності; збільшення трудовитрат на обслуговування; у ряді випадків погіршення коефіцієнта використання по пробігу, внаслідок порожніх пробігів.

Незважаючи на це, загальна тенденція розширення застосування САТЗ у транспортному процесі характерна для розвитку автомобільного транспорту, як у нашій країні, так і закордоном.

Продуктивність САТЗ і шляхи її підвищення

У загальному випадку продуктивність (Π) САТЗ визначається корисною роботою (A), яка виконується за час роботи t_p по залежності

$$\Pi = A / t_p = m_z g L_{np} / t_p,$$

де: $L_{np} / t_p = V_T$ – середня технічна швидкість, км/ч;

$m_z = K_z m_{ch}$ – повна маса вантажу, що визначається коефіцієнтом вантажопідйомності K_z при заданій спорядженій масі, кг;

$t_p = t_{dv} + t_{np} + t_{mor}$ – час роботи, що залежить від часу руху t_{dv} , простою під завантаженням-розвантаженням вантажу t_{np} і витрат часу за пробіг на технічне обслуговування і поточні ремонти t_{mor} .

Питомі витрати на перевезення вантажу визначаються наступними основними чинниками, пов'язаними залежністю

$$C_{yd} = (\Pi_{ATZ} / L_p + Z_v / V_T + C_{экс} \cdot m_z) / m_z,$$

де: Π_{ATZ} – ціна САТЗ, грн.;

L_p – ресурс САТЗ по пробігу, км;

Z_v – заробітна плата водія, грн./г;

V_T – середня технічна швидкість САТЗ, км/г;

$C_{экс}$ – питомі експлуатаційні витрати на одиницю транспортної роботи САТЗ, грн./(кг·км).

З приведених залежностей випливає, що продуктивність САТЗ може бути підвищена за рахунок наступних чинників: підвищення коефіцієнта вантажопідйомності, що досягається на САТЗ зменшення ваги тари, кузовів; пристосування АТЗ до дорожньо-кліматичних експлуатаційних умов, чим забезпечується зменшення витрат часу на рух, технічне обслуговування і ремонти; зниження питомих трудовитрат ТО і ПР САТЗ; зменшення витрат часу на навантаження-вивантаження вантажу; а економічна ефективність САТЗ визначається зниженням вартості виробництва САТЗ; скороченням витрат на зарплату водіїв за рахунок збільшення вантажопідйомності АТЗ; скороченням витрат на експлуатацію САТЗ при підвищенні середньої технічної швидкості; скороченням капітальних витрат на виробництво АТЗ.

Класифікація і характеристика вантажів може бути проведена за призначенням: продовольчі, промислові, сільськогосподарські; вартістю: цінні, малоцінні; агрегатним станом: тверді сипучі і пилоподібні, рідкі,

газоподібні; безпекою: вибухонебезпечні, легкозаймисті, підтримуючі горіння; термінам збереження: швидкопсувні, тривалого збереження; транспортно-технологічними властивостями: текучі, сипучі, що розшаровуються, навалювальні, штучні габаритні і ваговиті.

Вплив видів вантажів на технологію їх перевезень і конструкцію АТЗ

Технологічний процес перевезення вантажів включає роботи по оформленню документації на відправлення-одержання вантажу, вантажно-розвантажувальні роботи, транспортування вантажів.

АТЗ повинні бути пристосовані для виконання зазначених етапів транспортного процесу за допомогою сучасних засобів. Пристосування АТЗ до вантажно-розвантажувальних робіт забезпечується конструкцією кузовів, застосуванням спеціальних засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт. Необхідні умови для перевезення вантажів забезпечується конструкцією кузова.

Вплив виду вантажу на спеціалізацію ТЗ

Спеціалізація ТЗ забезпечується пристосованістю кузова під перевезення вантажів, з урахуванням повноти використання вантажопідйомності, збереженості, способів навантаження-вивантаження, складом технологічного устаткування САТЗ, пристосуванням під визначені експлуатаційні дорожні умови.

Загальні вимоги, запропоновані до САТЗ, визначають вантажопідйомність, питому потужність, вантажомісткість кузова, швидкісні якості, аварійну та після аварійну й екологічну безпеку, безвідмовність, довговічність і експлуатаційну технологічність, обумовлені дорожніми обмеженнями габаритні-масові характеристики.

Тенденції розвитку СРС охоплюють вирішення питань організації виробництва САТЗ різного призначення на базі існуючих ТЗ вітчизняного і закордонного виробництва, підвищення загального технічного рівня шасі і різних систем ТЗ, поліпшення паливної економічності за рахунок застосування дизельних двигунів, електронних систем керування робочими процесами ТЗ, застосування нових конструкційних матеріалів і технологічних процесів їхньої обробки.

Автопоїзди

Автопоїздом називається ТЗ, що складається з декількох, з'єднаних легкокорознімними шарнірними зв'язками ланок.

Класифікація автопоїздів

По кількості ланок можуть застосовуватися АП дволанкові, трьохланкові, багатоланкові.

По типу зв'язку між ланками розрізняють АП: причіпні (зчіпний пристрій в основному передає тільки тягове зусилля), сидельні (зчіпний

пристрій передає тягове зусилля і частину ваги причепа), розпуски (тягове зусилля і частина ваги вантажу передається через вантаж і дишель).

По наявності приводу коліс причепа можуть застосовуватися АП з активним причепом, із пасивним причепом.

По прохідності розрізняють АП загальнотранспортного призначення, підвищеної і високої прохідності.

Аналіз схем, що застосовуються при компонованні АП

Схеми компоновання АП прийнято позначати схемою ходової частини тягача ($m \times n$), та числом осей (l) для типу причепа ($П$, $ПП$ або $Р$) визначеної вантажопідйомності (m_g) у тонах за схемою “ $m \times n - l m_g$ ”.

Найбільшого поширення набули схеми компоновання АП: причіпних: 4х2-1П; 4х2-2П; 6х4-2П; 6х6-2П; 8х8-2П; сидельних: 4х2-2ПП; 6х4-3ПП; 8х8-2(3)ПП, 6х4-2ПП; 6х6-2ПП; трьохланкових автопоїздів: 6х4-2ПП-2П; 6х6-2ПП-2П; активних автопоїздів: 6х6-2ПП.

Порівнюючи схеми компоновання необхідно відзначити наступні переваги причіпних АП: універсальність тягача, підвищена вантажопідйомність, задовільна маневреність.

Однак їм властиві і недоліки: збільшення габаритної довжини автопоїзда, гірша усталеність прямолінійного руху, низький рівень спеціалізації, складна конструкція причіпної ланки.

До переваг сидельних АП відносять більш високий рівень спеціалізації, менші габарити, кращу маневреність і усталеність, кращу паливну економічність, можливість застосування прогресивних методів перевезень при наявності оборотного фонду причепів.

Недоліками сидельних АП є велика вартість тягача і неможливість його використання, як одиночного ТЗ.

Перевагами активних АП є їхня висока прохідність, вантажопідйомність і вантажомісткість, краща маневреність.

Однак активні АП мають високу вартість, низький КПД трансмісії, більш низькі швидкісні і тягово-динамічні властивості.

Особливості конструкції автомобілів-тягачів

Тягачі звичайно створюються, як модифікації базових автомобілів загальнотранспортного призначення, з максимальним рівнем прийнятності.

Особливістю автомобілів-тягачів є підвищена питома потужність ДВЗ і комфортабельність кабін, великий запас ходу, розширений діапазон трансмісії за рахунок додаткової коробки, підвищені тягово-динамічні властивості, застосування гідро і пневмоавтоматики керування причепом, обладнання зчіпним пристроєм.

Конструкція зчіпного пристрою включає наступні функціональні елементи: рознімно-зчіпний, амортизаційний, шарнірний, страхувальний, блокувальний.

Застосовуються наступні види ТЗП: шворневий, з зчіпною парою “вилка-петля”; гаковий — “так-петля”; кульовий — “сфера-сферична

порожнина” та СЗП: двохзахватний, напівавтоматичний з нерегулюємим у процесі експлуатації зазором у зчіпній парі; однозахватний, з регулюємим зазором у зчіпній парі з одною або двома ступенями коливання сидла.

До зчіпних пристроїв пред'являються вимоги зручності і малих трудовитрат при зчепленні і розчепленні; надійності роботи; гасіння і зниження навантажень у зчіпному пристрої; забезпечення необхідної кінематики щодо переміщення деталей у зчіпному пристрої.

Основний розрахунок ТЗП - розрахунок на опір дії максимальних навантажувальних чинників.

Зовнішній діаметр упорних шайб і отворів корпусу ТЗП визначаються допустимими напруженнями зминання в місцях контакту шайб із корпусом і шайб із пружним елементом.

Перетин тягового гака вибирають із умови забезпечення міцності при складному навантаженні від зусиль розриву і згинання.

Основні габаритно-масові параметри

Габаритно-масові параметри автопоїздів (АП) визначаються віднесенням їх до групи за експлуатаційним призначенням. Група А – експлуатація на автомобільних дорогах першої і другої категорії з удосконаленим капітальним покриттям; група Б – експлуатація на всіх автомобільних дорогах. Осьові навантаження для АП цих груп регламентуються в залежності від відстані між суміжними осями (табл. 5).

Таблиця 5

Максимальні осьові навантаження

Автопоїзд	Осьові навантаження при відстані між суміжними осями, м		
	$\geq 2,50$	1,39...2,50	1,25...1,39
Групи А, т	10,0	9,0	8,0
Групи Б, т	6,0	5,5	5,0

Відповідно максимальна повна маса АП обмежується сумою допустимих осьових навантажень. При цьому повна маса їх не може перевищувати 52т для групи А і 34 т для групи Б.

Габарити АП обмежуються по ширині до 2,5 м, висоті до 3,8 м і довжині до 20м або 24м, відповідно для двох ланкового або багатоланкового транспортного засобу.

Обмеження масою габаритних параметрів продиктовані умовами безпечної і ефективної експлуатації АП, можливостями транспортування тягачів причепів різними видами транспорту, збереженістю дорожнього покриття і навантажувальною спроможністю дорожніх споруджень.

Компонування АП повинне забезпечувати можливість зчеплення тягачів із різними причепами, що забезпечується конструкцією,

розташуванням і встановленням типових рядів зчіпних пристроїв, а також регламентованими відповідними розмірами (ДОДАТОК А рис. А.1, А.2).

Довжина і висота вантажних платформ тягачів і причепів визначаються необхідною вантажопідйомністю, з урахуванням кратності розмірів платформ габаритам контейнерів різних типажів і упаковки для подільних вантажів або габаритами неподільних вантажів.

Положення центра отвору захватів сидельно-зчіпних пристроїв по довжині АП відносно осей повинне забезпечувати належний розподіл навантаження на осі тягача при повному навантаженні. Звичайно, величина допустимого навантаження Q на сидельно-зчіпний пристрій визначається як різниця між повною масою завантаженої платформи базового для розробки тягача автомобіля загально транспортного призначення і повною масою сидельно-зчіпного пристрою. На деяких сидельних АП узгодження габаритно-масових характеристик досягається лише при зміні довжини рами.

Тягово-зчіпні пристрої

Конструкція тягово-зчіпних пристроїв (ТЗП) повинна забезпечувати необхідну гнучкість автопоїздів в шарнірі. Враховуючи, що різні типи ТЗП застосовуються на АП, які відносяться до різних класів і груп призначенням, до них пред'явлені різні вимоги щодо забезпечення необхідної гнучкості (табл. 6).

Таблиця 6

Вимоги по забезпеченню гнучкості АП з ТЗП різних типів

Тип ТЗП	Кут гнучкості в площині, град		
	Вертикально-повздожня	Горизонтальна	Вертикально-поперечна
Гаковий	± 40 (62*)	± 55	
Шкворневий	± 20	± 75	± 25
Кульовий	± 25	± 60	± 25

Крім того, ТЗП повинні відповідати вимогам по амортизації навантажень, високої надійності, швидкого і безпечного, бажано напівавтоматичного або автоматичного, зчеплення і розчеплення.

Проектні і перевірочні розрахунки ТЗП необхідно вести по навантажувальним режимам, які визначаються граничними значеннями сил і моментів при різних експлуатаційних умовах, з урахуванням можливостей збігу найбільш несприятливих факторів. При цьому необхідно враховувати обмеження по зчепленню коліс з дорожнім покриттям. Так, наприклад, максимальне повздожнє зусилля $F_{x\max}$ при ударних навантаженнях, які виникають при різкій дії тягових або гальмівних сил, особливо при не узгодженій дії контурів приводів різних ланок, не перевищує повної ваги АП.

Аналогічно, максимальне поперечне зусилля $F_{H\max}$ обмежується величиною, яка визначається найбільшим моментом опору повороту ланок по зчепленню коліс, коли починається складування АП. Максимальне вертикальне зусилля виникає при співпадінні осьової лінії і максимальним кутом дії повздовжнього зусилля β положення дишла і рівнодіючої сили в ТЗП, при максимальних значеннях повздовжнього і поперечного зусиль визначається кутом нахилу дишла γ в вертикальній площині

$$F_{V\max} = (F_{X\max}^2 + F_{H\max}^2)^{1/2} \operatorname{tg} \gamma$$

При розрахунках ТЗП, які можуть застосовуватись для комплектації АП з одновісними причепами, необхідно враховувати, що на величину вертикального навантаження F_V впливає додаткове статичне навантаження внаслідок можливого повздовжнього зміщення центра ваги причепа відносно осі його коліс, а і динамічне навантаження від інерції маси причепа

$$\Delta F_V = \frac{F_{X\max} (h_q + \gamma \cdot (a + r_{CT} \gamma - L_g) - h_g) + G_{\Pi} (a + \gamma (r_{CT} - h_q))}{(L_g - h_g \gamma)}$$

де: h_q, h_g – висота центра ваги і дишла причепа;

r_{CT} – статичний радіус коліс причепа;

L_g – довжина дишла (відстань від кінематичного центра повздовжнього шарніра ТЗП до вісі коліс).

В завданні необхідно вибрати розміри регламентовані нормативно-технічною документацією і обґрунтуванням вільних проектувальними і перевірочними розрахунками. Тяговий стержень і амортизаційний пристрій є типовими елементами ТЗП різних конструкцій. Діаметр тягового стержня в небезпечному перетині, по внутрішньому діаметру різьби, вибирається по типовим рядам, за умов забезпечення міцності на розрив при дії максимального повздовжнього зусилля. Зовнішній діаметр різьби d тягового стержня, її шаг і кількість витків тягової гайки, одночасно повинні забезпечувати незминаємість і відсутність зрізу витків. Діаметр тягового стержня на виході із кришки кронштейна кріплення ТЗП поперечної балки D вибирається з умов міцності на згин від максимального зусилля під дією вертикальної і горизонтальної сили, а також моменту опору в шарнірі повздовжньої гнучкості, товщина t і діаметр D_1 фланців (задньої і передньої упорних шайб) амортизаційного пристрою визначається з умов міцності на розрив при обмежених допустимих величинах питомого тиску на конічних поверхнях і поверхнях контакту фланців з кришкою або корпусом при дії максимальних повздовжніх зусиль і можуть бути розраховані по залежностям:

$$t \geq \frac{(D - d)}{2((4/\pi(D^2 - d^2)\sigma_3)^2 - 1)^{1/2}};$$

$$D_1 \geq \max \left\{ \frac{(F_{кр\max} + \sigma_p(D^2 - d^2))}{\sigma_p(D - d)}; \left(\left(\frac{4F_{кр\max}}{\pi\sigma_3} \right) + d^2 \right)^{1/2} \right\},$$

де: σ_3 – допустимі напруження зминання на поверхнях контакту фланець-стержень або фланець-втулка;

σ_p, σ_3 – допустимі напруження розриву і зминання відповідно на поверхнях контакту фланців із стержнем і гумовим елементом.

Діаметр осі шарніра повздовжньої гнучкості d_m , який застосовується в шкворневих ТЗП вибирається із умов міцності на зріз по формулі:

$$d_m \geq \left(\frac{4F_{кр\max}}{\pi\tau} \right)^{1/2},$$

де: τ – допустимі напруження зрізу для матеріалу стержня.

Жорсткість і розміри пружного елемента блокувального пристрою шарніра, розміри натискної пластини і лиски на циліндричній поверхні провусини розраховуються із умов забезпечення обмеженого повздовжнього кута повороту зчіпної частини вільного ТЗП під дією своєї ваги. Звичайно, цей кут повинен становити $1...2^\circ$ для нового ТЗП і не перевищувати допустимого, який визначається кутами нахилу верхньої частини напрямних пристроїв петлі і тертя. Найбільший момент опору в шарнірі і напруження зминання на кромках лиски виникають на нових ТПЗ, при цьому напруження зминання не повинні перевищувати допустимі. Діаметр пальця кульового шарніру визначається із умов міцності на згин і зріз в місті його прилаштування до кронштейну. Болти кріплення кронштейна ТЗП до автомобіля розраховуються на зріз і розрив.

Особливості конструкції і розрахунку шворневих ТЗП

Номінальний діаметр шворнів для забезпечення уніфікації зчіпних пристроїв стандартний $d_{ш} = 50\text{мм}$. Діаметри втулок вилки і петлі визначаються умовами зминання робочих поверхонь.

Ширина петлі b_n і її товщина t_n визначаються з умови міцності на розрив із залежності

$$(b_n - d_{ш}) \cdot t_n [\sigma_p] \geq F_{кр.\max},$$

де: $[\sigma_p]$ – припустимі напруження матеріалу петлі на розрив;

$F_{кр.\max}$ – максимальне подовжнє навантаження в ТЗП.

Аналогічна залежність для вилки має вид

$$2(b_{\text{в}} - d_{\text{ш}}) \cdot t_{\text{в}}[\sigma_p] \geq F_{\text{кр. max}}$$

Розміри і параметри, що визначають взаємозчепність сидельних АП показані (ДОДАТОК рис. А.1, А.2). Відповідні габаритні радіуси передніх і задніх частин тягача і причепа повинні забезпечувати гарантований необхідний зазор в найбільш несприятливих експлуатаційних умовах.

$$R_{\text{ПГГ}} - R_{\text{ПГП}} = \Delta_{\text{min}}^{\text{I}} \geq 90 \dots 110 \text{ мм}; R_{\text{ЗГП}} - R_{\text{ЗГГ}} = \Delta_{\text{min}}^{\text{II}} \geq 90 \dots 110 \text{ мм}.$$

Розрахунок деталей СЗП повинен забезпечувати відсутність зминання і зрізу елементів захватів у замковому пристрої і зрізу осей повороту захватів.

Крім того, осі подовжніх і поперечних шарнірів коливань сидла розраховуються на зріз і зминання, у залежності від максимально діючого зусилля у результаті навантажень на сидло.

Конструктивні чинники, що визначають маневреність

Звичайно для характеристики показників маневреності застосовують показники (ДОДАТОК А рис. А.3, А.4):

$R_{\text{min з}}$, $R_{\text{min к}}$ – мінімальний радіус повороту по габаритах і колії коліс відповідно;

$H_{\text{к}}$, $H_{\text{з}}$ – ширина смуги руху по колії коліс габаритна при виконанні маневру.

$$R_{\text{min к}} = \frac{L_T}{\sin \theta_{\text{max}}},$$

де: L_T – колісна база тягача, м;

θ_{max} – максимальний кут повороту зовнішнього колеса.

Крім того, використовують показник маневреності при повороті на 90° (ДОДАТОК А рис. А.4):

$$\text{ПМ} = l_{\text{AB}} \text{ і } \text{ПМ} \leq B_n \sqrt{2},$$

де: l_{AB} – довжина бісектриси кутового проїзду до перетинання з лінією, яка обмежує зсередини смугу руху по колії або габаритам;

B_n – ширина проїзної частини дороги.

Маневреність АП із поворотними осями або колесами може забезпечуватися їхнім керуванням дишлем, керуванням по копіру, у залежності від відносного положення ланок, із дистанційним керуванням спеціальною тросовою, важільною або гідравлічною системою.

Можуть застосовуватися конструкції поворотних коліс причепів із розрізної та нерозрізної трапеціями.

Перевагами причепів із поворотними колесами є забезпечення найкращих показників маневреності при мінімальній висоті рами причіпної ланки. Однак розбіжність тягової сили дишла і площини обертання поворотних коліс, при передаточному числі поворотного пристрою не рівному одиниці, приводить до виникнення перемінних бічних сил на колесах причепа, що викликає поперечні коливання причіпної ланки.

Поворотні пристрої причепів із поворотною віссю

На причепах із поворотними осями застосовуються безшворневі поворотні пристрої. Шарнір такого поворотного пристрою являє собою радіально-упорний, частіше усього кульковий підшипник великого діаметра зі спеціальними фланцевими обоймами. Таким конструкціям властиве високе розташування рами причепа і збільшеної смуги руху при повороті.

Однак, унаслідок кращої курсової усталеності АП і простоти конструкції такі поворотні пристрої одержали найбільше поширення.

Величина показника маневреності для автомобілів і автопоїздів, з урахуванням ширини смуги руху і перетинів доріг з удосконаленням покриттям, повинна вибиратися з умови $ПМ \leq 12,0 \dots 13,0 м$. Для існуючих автомобілів $ПМ = 4,8 \dots 8,6 м$, у той час як для автопоїздів $ПМ = 6,0 \dots 13,8 м$.

В поворотних пристроях із поворотними колесами можуть застосовуватися як жорсткі, так і шарнірні або складні дишлі. Шарнірні дишлі (зчіпні механізми) при обмеженій їхній довжині звичайно зменшують вертикальні навантаження в зчіпних пристроях при вертикальних переміщеннях тягача і причепа. Складні дишла застосовують для зменшення габаритної довжини АП.

Опорні пристрої напівпричепів

ОП призначені для утримання окремо стоячого причепа на стоянці, забезпечуючи горизонтальне положення рами і задовільні умови зчеплення і розчеплення з тягачем.

Опорні пристрої повинні забезпечувати регулювання висоти положення шворня, необхідне зусилля для підйому передньої частини напівпричепа при максимальному навантаженні, малий час спрацьовування, подовжнє переміщення причепа при зчепленні і розчепленні з тягачем, надійність роботи при тривалій стоянці, простоту конструкції і відповідати іншим загальнотехнічним вимогам: мала маса і габарити, доступні конструкційні матеріали та ін.

Опори опорних пристроїв можуть виконуватися у виді башмака, з кріпленням до стояка на подовжньому шарнірі, з опорною тарілкою і сферичним шарніром, із металевими або покритими гумою катками.

Підйомні механізми опорних пристроїв можуть бути механічними: гвинтовими, шестеренними, важільними або гідравлічними.

Розрахунок підйомних пристроїв

Передатне число приводу вибирається виходячи з допустимого зусилля на рукоятці.

Приводи повинні забезпечувати самогальмування і можуть мати дві ступені: ходову, для швидкого опускання опори до дотику з дорогою, і силову, для подолання навантаження на стояку від повної маси напівпричепа.

Вибір розмірів опорної площадки

Позначимо:

$\phi_{вн}$ – кут внутрішнього тертя ґрунту, рад;

Q - питомий тиск у контактi з опорною поверхнею, кПа.

У механіці ґрунтів широко застосовується емпірична залежність тиску від деформації яка має назву залежність Летошнева-Бернштейна

$$q = 10^2 C h^\mu,$$

де: C – опір деформації ґрунту;

μ – показник ущільнення ґрунту, який приймають рівним:

$\mu = 1$ для піщаних, ґрунтів що не ущільнюються;

$\mu > 1$ - для ґрунтів суглинних, супіщаних що ущільнюються;

$\mu < 1$ - для опорних поверхонь з обмеженою несучою спроможністю, при їх вологості рівній або більшій повній вологонасиченості.

Для розрахунків можна скористатися також емпіричною залежністю Кацигіна

$$q = q_s th \frac{K_{од} \cdot h}{q_s},$$

де: $K_{од}$ – коефіцієнт об'ємної деформації ґрунту;

q_s – максимальний тиск у контактi по несучій спроможності опорної поверхні.

Площа опорної поверхні визначається залежністю

$$F \geq 10^{-2} \frac{Q}{ch^\mu}, \text{ або } F \geq \frac{Q}{q_s th \left[\frac{K_{од} h}{q_s} \right]},$$

де h – допустима деформація опорної поверхні, см;

Q - навантаження на опорний пристрій, кН;

$C, \mu, q, K_{од}$ - параметри ґрунту.

Опорно-зчіпні пристрої (ОЗП) в залежності від призначення АП повинні забезпечувати гнучкість в зчлененні в межах, указаних в таблиці 7.

Вимоги по забезпеченню гнучкості АП в ОЗП

Призначення АП	Кут гнучкості в площині, град		
	Вертикально повздожня	Горизонтальна	Вертикально- поперечна
Загально-транспортне призначення	$\geq (\pm 12)$	$\geq (\pm 90)$	$\leq (\pm 3)$
Для ґрунтових доріг і ділянок місцевості	$\geq (\pm 15)$	$\geq (\pm 100)$	$\geq (\pm 6)$

В основному на АП застосовуються шкворневі двохзахватні напівавтоматичні з двома або трьома на повнопривідних тягачах ступенями свободи ОЗП. Найбільш напруженим в них є роз'ємно-зчіпний вузол, при розрахунках якого величина опорної площі захватів під замок визначається із умов незминання, а діаметри пальців захватів – із умов зрізу.

Кут нахилу слизів і опорної плити α повинен забезпечувати здійснення зчеплення АП без переміщення причепа при осаджуванні тягача назад

$$\alpha \leq \frac{\arctg \varphi G_{\text{ВКТ}}}{Q - \mu},$$

де φ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою;

$G_{\text{ВКТ}}$ – навантаження ведучих коліс тягача;

μ – коефіцієнт сухого тертя сталевोї пари, $\mu = 0,15 \dots 0,30$.

В той час як кут прийомного сектору слизів і захватів (2γ) повинен при цьому бути достатнім для повороту передньої частини причепа відносно задньої осі. Необхідно враховувати, що в залежності від початкового регулювання рівня розташування шворня відносно положення захватів такий поворот можливий як без розвантаження опорного пристрою, так і після початкового або повного його розвантаження.

Тому

$$\gamma = \max \left\{ \frac{\left(\arctg \left(\varphi Q \ell_{\text{ш}} \ell_0 \sqrt{(v_0^2 + 2\ell_0^2)} \right) \right)^2 + \varphi (G_{\text{П}} - Q) \frac{B_{\text{П}}}{2}}{\varphi (Q + (G_{\text{П}} - Q) \varphi) \ell_0} \right\}$$

де: φ – коефіцієнт зчеплення опорного пристрою з дорогою;

$v_0, v_{\text{П}}$ – бази опорного пристрою і коліс причепа, відповідно.

При визначенні навантаження деталей ОЗП в можливих експлуатаційних умовах необхідно враховувати максимальні повздожні, поперечні і вертикальні зусилля, які обмежуються повною масою АП, максимальними моментами опору повороту його ланок і максимальним уповільненням.

АТЗ самоскиди

Самоскидні АТЗ діляться по призначенню на:

будівельні $\gamma_v = 1,6 \dots 2,0 \text{ Т/м}^3$;

сільськогосподарські $\gamma_v = 0,8 \dots 1,0 \text{ Т/м}^3$;

кар'єрні $\gamma_v = 2,5 \dots 3,0 \text{ Т/м}^3$, що мають різну вантажомісткість кузовів, відповідно до щільності найбільш ймовірних для них вантажів.

Перекидання кузовів самоскидних АТЗ здійснюється гідравлічними телескопічними або поршневыми, механічними гвинтовими важільними чи тросовими, пневматичними пристроями.

По напрямку розвантаження може застосовуватися одностороннє, двостороннє або тристороннє перекидання.

Телескопічні гідравлічні механізми можуть мати переднє розташування гідроциліндра, при якому зменшується необхідне його максимальне зусилля втрати в гідроприводі, але збільшується повний хід. Такі компоновання застосовують при довжині кузова більш 4м.

При розташуванні гідроциліндра під днищем кузова зменшується необхідний його повний хід, збільшується коефіцієнт використання габаритної довжини автомобіля під корисне навантаження, менші габарити циліндра і забезпечується можливість перекидання кузова в різні сторони. Однак, при цьому збільшується кількість ступенів циліндра, внаслідок обмежень компоновального простору для розміщення силового циліндра, збільшується навантаження штока, пред'являються підвищені вимоги до міцності кузова, збільшується довжина трубопроводів і втрати в приводі.

Також застосовується подвійне розташування циліндрів: попереду і позаду.

Розрахунок гідравлічних механізмів перекидання

З умови рівності моментів сил $\sum M_0 = 0$, щодо осі перекидання кузова визначається необхідне зусилля на шток гідроциліндра при різних кутах нахилу кузова β .

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

де: a ; b ; H ; h ; γ – лінійні і кутові конструктивні чинники, які визначаються особливостями компоновання автомобіля (ДОДАТОК А, рис. А.5).

Хід гідроциліндра визначається по залежності

$$S(\beta) = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2 - 2\rho_1\rho_2 \cos(\tau_1 + \tau_2 + \beta)},$$

де: ρ_1 ; ρ_2 ; τ_1 ; τ_2 – відповідно розмірні і кутові конструктивні величини, що визначають взаємне положення нижньої і верхньої опор телескопічного гідроциліндра та осі перекидання кузова.

Об'ємна подача і число ступенів гідроциліндра визначається по залежності

$$Q_H \approx \frac{10^3}{t_n} \left[\sum_{i=4}^m \frac{\pi d_i^2}{4} \ell_i + \ell_{\text{ТР}\Sigma} \frac{\pi d_{\text{ТР}}^2}{4} \right];$$

де: Q_H – подача насоса, л/хв.;

m – число ступенів циліндра;

ℓ_i ; $\ell_{\text{ТР}\Sigma}$ – довжина ступенів і трубопроводів відповідно, м.

Звичайно приймають течу рідини в трубопроводі при числі Рейнольдса $Re \leq 1600$. Діаметр трубопроводів тоді визначається по залежності

$$d_{\text{ТР}} \geq \frac{4Q_H}{10^3 \pi Re_{\text{кр}} V},$$

де: $d_{\text{ТР}}$ – діаметр трубопроводів, м;

V – коефіцієнт кінематичного в'язкості робочої рідини приводу.

Потужність насоса корисна

$$N_{\text{пол}} = Q_u \cdot P_{u_{\text{max}}}, P_{u_{\text{max}}} \leq 15 \text{ МПа},$$

що затрачується двигуном

$$N_e = \frac{Q_u \cdot P_{u_{\text{max}}}}{\eta_v \cdot \eta_H \cdot \eta_{\text{Пр}}}, \text{кВа},$$

де: η_v , η_H ; $\eta_{\text{Пр}}$, – об'ємний, механічний та приводу насоса ККД відповідно.

Особливості розрахунку телескопічних гідроциліндрів

Приймаючи напруження розтягу в стінках ступенів однаковими, внутрішній діаметр і товщина стінок зв'язані залежностями

$$d_i = \frac{2t_i [\sigma_p]}{P_{\text{ж max}}} \text{ і } t_i = \frac{P_{\text{ж max}}}{2[\sigma_p]} d_i,$$

де: $[\sigma_{\text{ТР}}]$ – допустимі напруження розтягу;

d_i – внутрішній діаметр ступенів;

t_i – товщина стінок ступенів.

З огляду на те, що

$$d_i + 2t_i + 2e = d_{i-1} = D_i \text{ і } d_i = d_{i-1} - 2t_i - 2e = d_{i-1}.$$

Позначивши,

$$K = 1 + \frac{P_{\text{ж max}}}{[\sigma_p]} \text{ і } d_0 = \sqrt{\frac{4F_{\text{max}}}{\pi P_{\text{ж max}}}} \approx 1,128 \sqrt{\frac{F_{y_{\text{max}}}}{P_{\text{ж max}}}}$$

одержимо залежність для визначення внутрішнього діаметра довільної ступені

$$d_i = 1,128 \sqrt{\frac{F_{y_{\max}}}{P_{\text{жс}}} K - 2e \sum_{j=1}^i K^j},$$

де: $e = 2 \dots 3$ мм – міжтрубний зазор.

Поперечна і подовжня стійкість самоскидів при перекиданні кузовів і вплив на неї різних чинників

Стійкість самоскидних АТЗ при вивантаженні вантажу визначається положенням осі крену підресореної маси і положенням щодо неї осі перекидання кузова, колією і жорсткістю шин, опором деформації ґрунту, основних геометричних розмірів автомобіля (L, B, h_g), характеристик ґрунту.

Розрахункові схеми при перекиданні ТЗ

При розрахунках на стійкість визначаються моменти опору перекиданню й перекидання та їхнє співвідношення - коефіцієнт запасу стійкості

$$K_3 = M_{\text{conp}} / M_{\text{onp}} \geq 1,25$$

Деформація шин і ґрунту може враховуватися приведеною жорсткістю шин по залежності

$$C_{\text{ш}}^{\text{ш}} = \frac{C_{\text{ш}} \cdot C_2}{C_{\text{ш}} + C_2},$$

де: $C_{\text{ш}}$ і C_2 – жорсткості шини і ґрунту при деформації відповідно.

Запас усталеності повинен бути достатнім для запобігання перекидання при допустимих нерівностях опорної поверхні і можливого несприятливого зсуву центра маси вантажу в процесі розвантаження.

АТЗ фургони

Фури призначені для перевезення вантажів, що вимагають спеціальних умов для збереженості. Їх класифікують по типу базового шасі – автомобіль-фургон, напівпричіп-фургон, причіп-фургон; по типу кузова – універсальний, термофургон, вузькоспеціалізований; по способу розвантаження – саморозвантажний, із механізованим розвантаженням.

До конструкції кузовів-фургонів пред'являються вимоги:

- прямокутності форми закритої вантажної платформи,
- площини полу при вантажопідйомності більш 15тон;
- розміри завантажувального простору повинні бути кратні типовим розмірам контейнерів і упаковки;
- міцність полу фургонів вантажопідйомністю більш 4,5тон повинна забезпечувати в'їзд вилочного навантажувача повною масою до 2,5тон;
- навантажувальна висота полу повинна забезпечувати зручність навантаження-вивантаження, при висоті полу більш 0,5м необхідно

обладнувати фургон поручнями, трапом для зручності входу-виходу; наявність дверей позаду і збоку справа;

- розміри дверних отворів повинні забезпечувати зручність навантаження-вивантаження, у тому числі і механізованого;

- замки дверей повинні забезпечувати надійність замикання та можливість пломбування;

- герметичність фургону повинна забезпечувати необхідну пиловологонепроникненість, а також запобігати накопиченню токсичних речовин при роботі;

- наявність системи вентиляції фургону з необхідною кратністю повітрообміну;

- стінки і застосовувані матеріали кузова повинні забезпечувати необхідний коефіцієнт теплопередачі і відповідати санітарно-гігієнічним нормам;

- застосування освітлювальної апаратури закритого типу;

- розміщення запасного колеса за межами кузова.

Специфічними вимогами для ізотермічних фургонів передбачається забезпечення стабільності температури по об'єму завантажувального простору, можливість регулювання температури в заданих межах у залежності від класу фургона:

А - ($12^{\circ}\text{C} \dots 0^{\circ}\text{C}$);

В - ($12^{\circ}\text{C} \dots -10^{\circ}\text{C}$);

С - ($12^{\circ}\text{C} \dots -20^{\circ}\text{C}$) для рефрижераторних і до $+12^{\circ}\text{C}$ для обігрівуючих фургонів при температурі навколишнього середовища відповідно до -10°C класу А, і до -20°C класу В.

Конструкція багат шарової стінки фургону має зовнішній шар із сталі або дюралю, внутрішній теплоізолюючий шар товщиною до 80... 100мм із пінополімерних матеріалів і внутрішній шар із матеріалів, що відповідають санітарно-гігієнічним умовам перевезення вантажів.

З'єднання панелей і конструкція дверних отворів повинні виключати наскрізні теплові містки.

По виконанню силових елементів застосовуються каркасні, каркасно-панельні і панельні фургони.

На рефрижераторних фургонах у якості технологічного устаткування можуть застосовуватися установки безмашинного охолодження з використанням сухого льоду, заморожених рідин, зріджених газів.

Сухий лід, вуглекислота у твердому стані, має високі питомі теплотехнічні характеристики: $\rho = 1,5 \text{ Т/м}^3$; питому теплоємність 575 кДж/кг . Перевагами його застосування є простота і зручність. Однак, складність автоматизації температури, утрата вантажомісткості, негативний вплив на вантажі привели до альтернативних устаткувань з охолодженням замороженими рідинами: водяними розчинами етиленгліколю або пропіленгліколю, солей NaCl , CaCl_2 і зріджених газів, звичайно рідкого азоту.

Перевагами таких охолоджувачів є відносна простота, швидкий вихід на необхідний температурний режим, інертність по відношенню до вантажу, компактність. Про те ефективне використання таких фургонів вимагає створення мережі заправних станцій, що звичайно, вимагає додаткових капітальних вкладень.

Установки машинного типу можуть працювати в двох режимах: охолодження або обігріву для підтримки необхідної температури та розтоплення снігової шуби, інверсійного конденсату вологи на поверхні випарника.

Таким установкам властиві складність, висока вартість, великий час виходу на сталий температурний режим, низька надійність.

Однак, відсутність негативного впливу на вантаж і автономність роботи визначили широке застосування таких холодильних установок.

Розрахунок холодильних установок

Застосовуються два види розрахунків: перевірочний, (з метою визначення коефіцієнтів теплопередачі фургонів, необхідної потужності холодильної установки) і проектувальні розрахунки (для визначення основних розмірів, ефективності конструктивних рішень та застосовуваних матеріалів).

У обох випадках визначаються коефіцієнти теплопровідності і теплопередачі однорідних зон поверхні фургона. Теплопередачу через теплові містки і внаслідок змін коефіцієнта теплопровідності з часом враховують апріорно прийнятими емпіричними коефіцієнтами.

Дійсний коефіцієнт теплопередачі визначається по залежності

$$\alpha_d = K_T(1 + K_C\tau_E) \cdot \sum_{i=1}^{\ell} \frac{S_i}{S_p} \left[\frac{1}{\alpha_{зов}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{1}{\sum_{j=1}^K \frac{\lambda_{ij}}{B_{ij}}} \right]^{-1};$$

де: α_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі фургона, Вт/м²;

$K_T \approx 1,3 \dots 1,5$ – коефіцієнт, що враховує збільшення теплообміну через теплові містки;

$K_C \approx 0,03 \dots 0,04$ – коефіцієнт, що враховує збільшення теплообміну внаслідок старіння теплоізолюючих матеріалів;

τ_E – розрахунковий термін експлуатації фургону, років;

S_i, S_p – площі i -тої однорідної зони і всієї поверхні фургону відповідно, м²;

$i \in (\overline{1, l})$ – число однорідних зон;

$j \in (\overline{1, K}), \lambda_{ij}, B_{ij}$ – число шарів, їхня теплопровідність і товщина стінок кожної зони;

$\alpha_{зов}, \alpha_{вн}$ – коефіцієнти теплопередачі зовнішніх і внутрішніх поверхонь однорідних зон.

Необхідна потужність визначається з рівняння балансу потужності, який враховує теплообмін завантажувального простору фургону з навколишнім середовищем. Необхідно також враховувати теплоту, що може виділяти вантаж під час перевезення.

АТЗ цистерни

Цистерни застосовуються для перевезення текучих вантажів: рідин, зріджених і розчинених у воді газів, сипучих дрібнодисперсних речовин.

Цистерна включає: шасі, резервуар і технологічне додаткове устаткування для завантаження-вивантаження, перемішування, фільтрації і дозованого вивантаження вантажу.

Класифікація АТЗ цистерн

Цистерни розрізняють по типу базового шасі: автомобілі-цистерни (АЦ), причепи-цистерни (ПЦ), напівпричепи-цистерни (ППЦ); по об'ємі резервуара, у м³; по типі перевезеного вантажу: для спеціальних рідин, води й ін.; по призначенню: транспортні, цистерни-заправники.

Цистерни позначають буквено-цифровим індексом, із указівкою типу базового шасі, виду вантажу, призначенню, об'єму резервуара і моделі базового шасі. Наприклад: АЦ-7,0-5320 - автомобіль-цистерна транспортна з об'ємом резервуара 7м³ на шасі автомобіля КамАЗ-5320.

Конструкція резервуару і спеціального устаткування включає наливну горловину, відстійник, перегородки для обмеження коливання рідини, зовнішню обшивку, теплоізоляційний шар, зливальний вентиль, систему трубопроводів і запірно-регулюючої арматури, патрубки зі сполучними штуцерами з кришками, внутрішнє покриття резервуара, рідинний насос і контрольно-вимірювальні прилади.

Цистерни-заправники додатково обладнуються пристроями для дозованої видачі вантажу.

У технологічному устаткуванні цистерн для перевезення дрібнодисперсних вантажів застосовуються пневматичні системи завантаження і вивантаження. Прохідні перетини трубопроводів таких систем вибирають з умов допустимої швидкості течії вантажу.

Цистерни повинні відповідати вимогам до резервуарів підвищеної безпеки, при тиску в них більш 0,7МПа.

Цистерни для перевезення легкозаймистих і вибухонебезпечних вантажів повинні мати заземлення, іскрогасники у вихлопному тракті, іскробезпечну електропроводку й електроприлади.

При проектуванні цистерн для перевезення в'язкотекучих вантажів необхідно враховувати рухливість вантажу, що змінює інерційні характеристики і положення центру мас АТЗ. Зміну інерційних характеристик враховують приєднаними масами, які залежать від характеристики вантажу, форми резервуара і впливають на динамічні властивості і, особливо, на керованість і усталеність автомобіля.

АТЗ контейнеровози

Контейнеровози застосовуються для зменшення витрат на навантаження-вивантаження вантажів.

Контейнерна транспортна система включає: типажі універсальних, спеціалізованих, спеціальних контейнерів і контейнерів-платформ; спеціалізовані АТЗ контейнеровози.

Застосовуються наступні види контейнерів: закриті, відкриті, розбірні, складані, із перемінним об'ємом.

Основні технічні характеристики контейнерів: маса брутто, власна маса, габаритні розміри, розміри завантажувального простору, розміри дверних проїм, розміри, що визначають місця розташування і форму пристроїв для кріплення вантажів і контейнера на АТЗ.

Типажі контейнерів включають універсальні уніфіковані 3...5 тонні (УУК), автомобільні універсальні 0,625... 1,250 тонні (АУК), великотоннажні 10...40 тонні (ВТК), легкі менше 0,6 тонні контейнери.

Ряд контейнерів по повній масі має вид: 0,625т; 1,25т; 2,5(3,0)т; 5,0т; 10,0т; 20,0т.

Габаритні розміри контейнерів по висоті визначаються обмеженнями висоти АТЗ, а їхня ширина і довжина кратні, з урахуванням маніпуляційних просвітів і можливості розміщення різних контейнерів на площадці кратної розмірам по довжині і ширині відповідно 3,0 і 2,4 м.

Особливості конструкції АТЗ контейнеровозів

Для перевезення контейнерів від 0,625т до 20т контейнеровози виконуються на базі АТЗ загальнотранспортного призначення. Вантажні платформи виконуються з пристроями кріплення контейнерів. Іноді платформи являють собою раму, із змонтованими на ній консолями для кріплення площадок із пристроями кріплення контейнерів.

Пристрої кріплення контейнерів звичайно уніфіковані, а їхня конструкція забезпечує центрування контейнера щодо цих пристроїв.

Для контейнерів застосовуються наступні типи вантажопідйомних пристроїв: вантажопідйомний борт і консольний кран для малотоннажних контейнерів, порталний кран для середньотоннажних контейнерів, консольні крани з траверсами і додатковими опорами для великотоннажних контейнерів.

Будова вантажопідйомних механізмів

Направляючий механізм вантажопідйомного борта на важелях паралелограмного типу або на вертикальних стояках з повзунами повинен забезпечувати горизонтальне положення при підйомі від рівня дороги до рівня підлоги кузову. Приводи вантажопідйомного борта можуть бути гідро або електромеханічними, важільними, ланцюговими або тросовими.

Геометричні розміри елементів консольних кранів і кінематика їхніх вантажних захватів повинні забезпечувати навантаження-вивантаження контейнерів з боків і позаду автомобіля. При цьому робоча зона не повинна

проходити над кабіною. Для порталних кранів передбачається навантаження-вивантаження контейнерів тільки позаду автомобіля.

Стійкість самонавантажувачів

Максимальний момент, що перекидає, відповідає найбільшому плечу дії максимальної ваги контейнера відносно осі перекидання. Момент опору перекиданню визначається плечем дії ваги автомобіля відносно осі перекидання. Запас стійкості з урахуванням допустимих нахилів опорної поверхні повинен бути не менше 1,25...1,50. При розрахунках положення вантажу і центру мас автомобіля відносно осі перекидання необхідно враховувати кінематику відносного переміщення підресореної і невідресорених частин автомобіля.

Особливості конструкції АТЗ для перевезення ваговитих і габаритних вантажів

Для перевезення ваговитих і габаритних вантажів застосовуються багатовісні автомобілі і автопоїзди. Перспективне застосування АТЗ модульної конструкції. Підвіски багатоопорних АТЗ можуть мати системи забезпечення рівномірного розподілу навантажень по колесах, регулювання положення рами відносно дороги. Застосовуються системи керування з поворотними колесами або осями, та такими що самонаправляються.

У методиках забезпечення безпеки при перевезеннях ваговитих і габаритних вантажів передбачаються розрахунки на перекидання і зсув вантажу. Ці методики враховують нахил і підйом дороги, масу і положення центру ваги вантажу і транспортного засобу, радіуси кривизни дороги в плані, зчеплення коліс з дорогою і вантажу з платформою, площі перетину і положення метацентрів вантажу і транспортного засобу, вітрове навантаження.

При розрахунках враховується несприятливе сполучення чинників.

Умова стійкості транспортного засобу по перекиданню:

$$(m_B + m_T) \cdot \left[\frac{V^2}{R} + q \cdot \sin \alpha \right] \leq \varphi q (m_B + m_T) \cos \alpha,$$

де: m_B і m_T – маси вантажу і транспортного засобу, кг;

V – максимальна припустима швидкість руху, м/с;

R – кривизна дороги в плані, м;

q – прискорення вільного падіння, м/с²;

α – поперечний нахил дороги, рад;

φ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою.

Автомобілі і автопоїзди високої прохідності

Області застосування - будівельна, сільськогосподарська, лісопромислова, оборонна галузі, підрозділи цивільної оборони та надзвичайних ситуацій.

На таких АТЗ забезпечується підвищення прохідності за рахунок збільшення зчеплення ведучих коліс, застосування диференціалів що блокуються, систем зменшення прослизання коліс, регулювання тиску повітря в шинах, застосування спеціальних засобів підвищення прохідності: лебідок, систем роздільного переміщення ланок автопоїздів, допоміжних рушіїв.

Звичайно АТЗ високої прохідності повнопривідні.

Типажі повнопривідних АТЗ включають автомобілі й автопоїзди вантажопідйомністю 0,3...40тон, при обмеженні 60тон їхньої повної маси і навантажень на осі від 6 до 10...12тон, із колісною формулою 4x4, 6x6, 8x8 для автомобілів і 10x10 для автопоїздів.

Граничні значення опорної прохідності визначаються запасом питомої сили тяги по зчепленню і можуть визначатися, з урахуванням характеристик опорної поверхні по залежності

$$\Pi = (\phi - f) / f .$$

Таблиця 8

Коефіцієнти зчеплення й опору коченню колісних рушіїв на ґрунтах

Характеристики ґрунтів	ϕ	f
Твердий кам'янистий	0,40...0,50	0,03...0,05
Піщаний	0,30...0,55	0,08...0,35
Суглинний	0,25...0,34	0,10...0,25
Мулистий на твердій підставі	0,20...0,25	0,10...0,30
Болотистий	0,25...0,40	0,15...0,25

Конструктивні особливості плаваючих АТЗ

Розрізняють амфібії і пристосовані для подолання водяних перепон. Амфібії – наземні транспортні засоби призначені для експлуатації на суші і воді, тоді як пристосовані для подолання водяних перепон є сухопутними транспортними засобами. До специфічних експлуатаційних властивостей таких машин відносяться характеристики плавучості: водотоннажність, осідання носової та кормової частини, крен і диферент корпусу, довжина і ширина корпусу по ватерлінії, коефіцієнт повноти водотоннажності.

Показники плавучості визначаються по залежності для водотоннажності

$$D = m_T / \rho ,$$

де: D – водотоннажність транспортного засобу, т;

m – маса транспортного засобу, т;

ρ – густина води, т/м³.

Диферент корпусу машини визначається по залежності

$$\varphi = \arctg \left(\frac{T_K - T_H}{L_W} \right),$$

де: φ – диферент, рад;

T_K і T_H – осад кормової і носової частини відповідно, м;

L_W – довжина корпусу по вертикалі, м.

Коефіцієнт повноти об'єму витіснення води транспортного засобу визначається по залежності

$$\mu_v = 2D / (L_W \cdot B_W \cdot (T_K + T_H)),$$

де: B_W – ширина корпусу по ватерлінії, м.

Вплив характеристик плавучості на експлуатаційні властивості АТЗ

Збільшення співвідношення довжини до ширини поліпшує ходовість, а зменшення відношення довжини до осідання поліпшує маневреність АТЗ при русі на плаву.

Динамічний кут по перекиданню плаваючої машини визначається по діаграмі статичної остійності, що представляє собою залежність відновлюючого моменту від кута нахилу корпусу.

Допустимий статичний кут нахилу визначається заливанням корпусу або втратою остійності, а допустимий динамічний кут визначається середньою величиною при бортовій або кільовій хитавиці для крену чи деферента машини відповідно. Динамічний кут визначається з умови рівності роботи, що затрачається при нахиленнях корпусу від початкового положення і роботи при нахиленнях корпусу від цього кута до критичного по заливанню або втраті остійності.

Ходовість плаваючих АТЗ

Ходовість плаваючих машин характеризує їхня спроможність рухатися з визначеною швидкістю, витрачаючи необхідну енергію.

Рівняння тягового балансу автомобіля на плаву має вид:

$$P_{\epsilon} = R_w + R_{\epsilon} + R_j,$$

де: P_{ϵ} – упор водохідного рушія, Н;

R_w – сила опору води руху, Н;

$P_{\epsilon} (P_{\epsilon} \leq R_w)$ – аеродинамічний опір надводної частини, Н;

R_j – інерційний опір руху, Н.

Опір руху при роботі водохідного рушія відрізняється від опору руху при буксируванні, унаслідок зміни обтікання підводної частини викликаного

роботою у воді водохідного і сухопутного рушіїв, що враховується коефіцієнтом засмоктування t_3 у залежності:

$$R_w = R_6 / (1 - t_3),$$

а

$$R_6 = C_w \rho \Omega V^n \cdot K(H/T),$$

де: R_6 – опір буксируванню;

C_w – коефіцієнт обтічності підводної частини;

Ω – площа Міделевого перетину підводної частини;

V – швидкість руху;

$n \approx 2$ – показник залежності опору буксируванню машин водовитісняючого типу, і $n = var$ – для машин із гідродинамічним забезпеченням плавучості на ходу;

$K(H/T)$ – коефіцієнт впливу глибини водойми, $K(H/T) = 1$ на глибокій воді, при $H/T \geq 5$.

Момент на валу і упор водохідного рушія визначається залежностями:

$$M_v = K_m \rho D^5 n_v^2$$

$$; P_v = K_p \rho D^4 n_v^2,$$

де: K_m і K_p – коефіцієнти моменту і упору відповідно;

D – характерний лінійний розмір рушія, прийнятий для гребних гвинтів, рівним їхньому діаметру;

n_v – частота обертання рушія;

ρ – густина води.

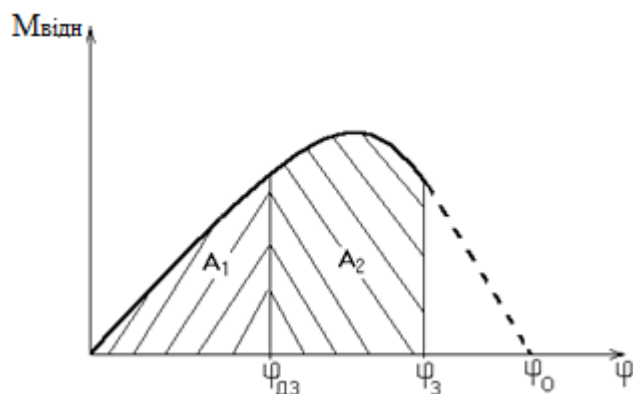


Рис. 1 - Діаграма остійності

$M_{в\dot{д}н}$ – відновлюючий момент;

ϕ_o – граничний нахил по остійності;

ϕ_3 – граничний нахил по заливанню;

$\phi_{дз}$ – динамічний нахил по заливанню

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Краснокутський В., Самородов В., Селевич С. Спеціалізований рухомий склад на автомобільному транспорті: навч. посіб. Харків: Друкарня Мадрид, 2020. 240 с.
2. Білоконь Я. Окоча А. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: навч. посіб. К: "Аграр МедіаГруп", 2011. 249 с.
3. Кашканов А.А., Ребедайло В.М. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: конструкція. Навч. посіб. Вінниця: ВДТУ, 2002. 164 с.
4. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2009. 267с.
5. Яцківський Л.Ю., Зеркалов Д.В. Загальний курс транспорту: навч. посіб. Книга 1. Київ: Арістей, 2007. 544 с.

Додаткова

1. Кисликов В.Ф., Лушик В.В. Будова і експлуатація автомобілів. Київ: "Либідь". 1999. – 410 с.
3. Про автомобільний транспорт. Закон України від 23.02.2006 № 3492-IV , URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14#Text>.
4. Дзюра В.О., Цьонь О.П., Ю.Я. Вовк Спеціалізований рухомий склад. Конспект лекцій для студентів спеціальності 6.070101 “Транспортні технології” денної форми навчання. Тернопіль: ТНТУ, 2016. 140 с.
5. Сахно В.П., Безбородова Г.Б., Маяк М.М., Шарай С.М. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність. Київ: В-во: "КВІЦ", 2004. 327с.
7. Полупан Є.В. Спеціалізований рухомий склад автотранспорту: конспект лекцій. Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2022. 96 с.
8. Строков О.П. Основи будови та експлуатації автопоїздів. Київ: Грамота, 2005. - 348 с.
9. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: навчальний посібник. Київ: Арістей, 2006. 176 с.
10. Є.К. Вільковський, І.І. Кельман, О.О. Бакуліч. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад) – 2-е вид., перероблене і доповнене. – Львів: «Інтелект-Захід», 2007, 496 с.
11. Пістун І.П., Хом'як П.В., Хом'як В.В. Охорона праці на автомобільному транспорті: навч. посіб. Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. - 374 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

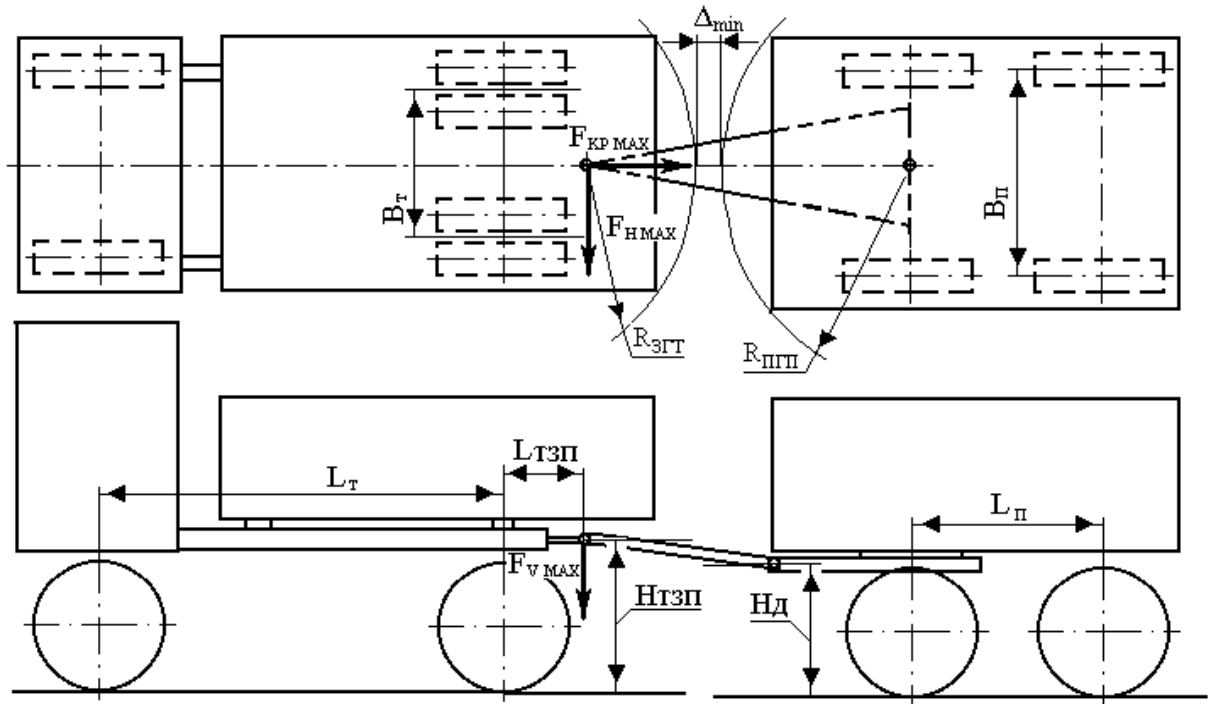


Рис. А.1 - Розрахункова схема причіпного автопоїзда

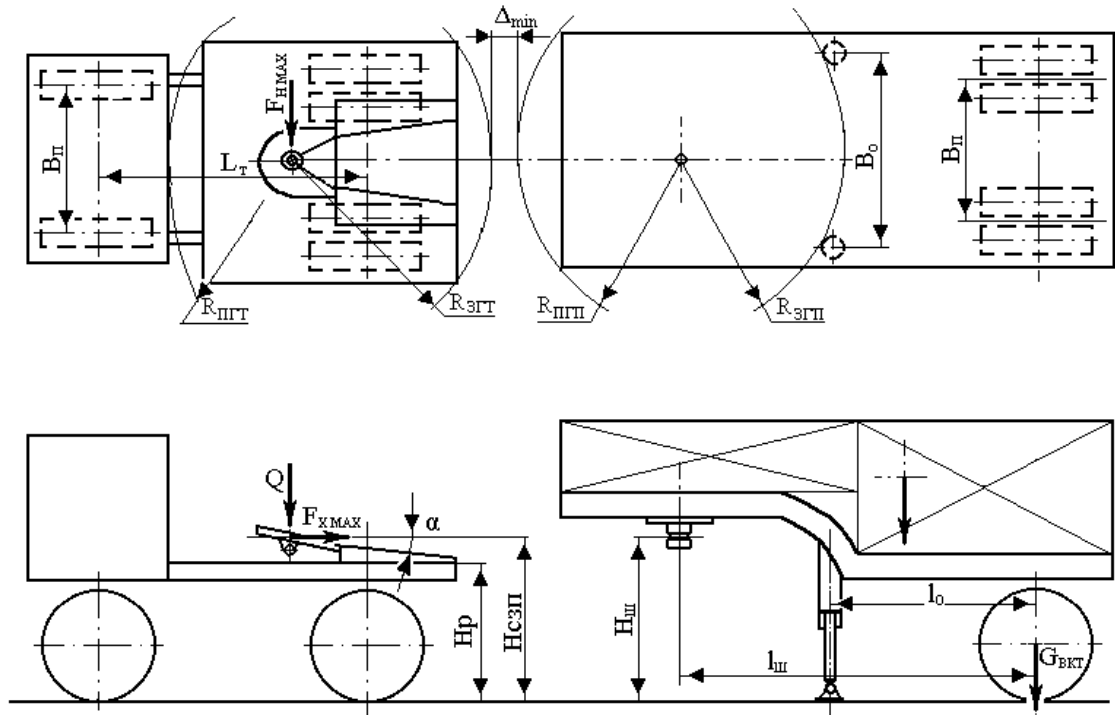


Рис. А.2 - Розрахункова схема сідельного автопоїзда

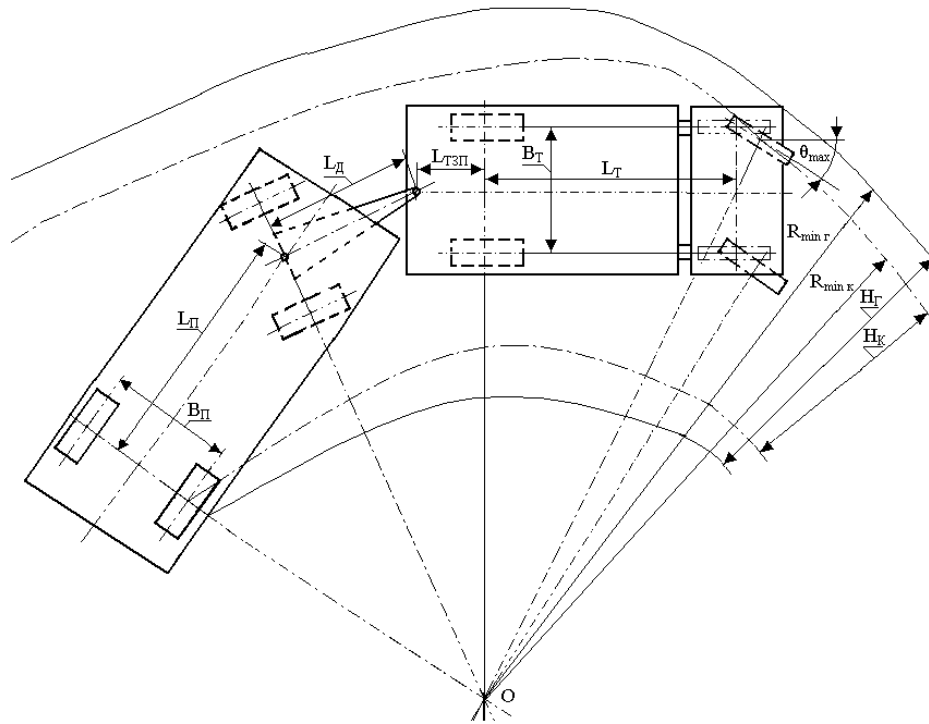


Рис. А.3 - Розрахункова схема визначення показників маневреності автопоїзда

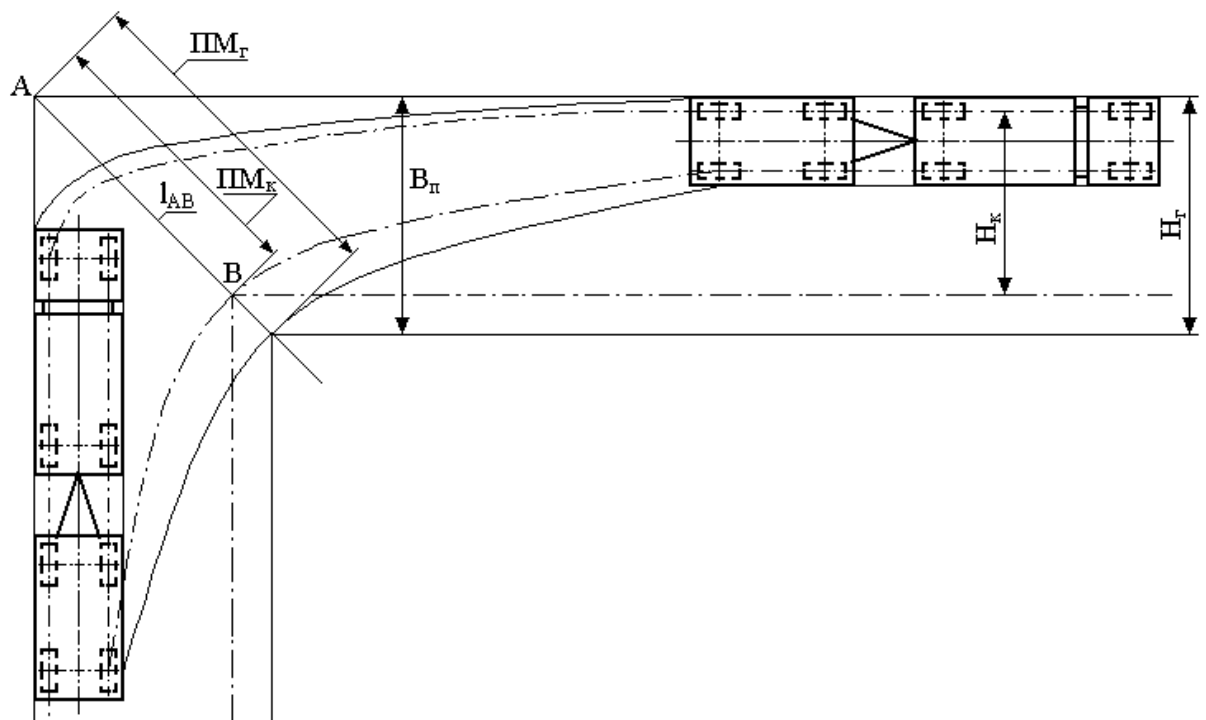


Рис. А.4 - Розрахункова схема визначення показника маневреності автопоїзда при повороті на 90^0 по габаритам і колії

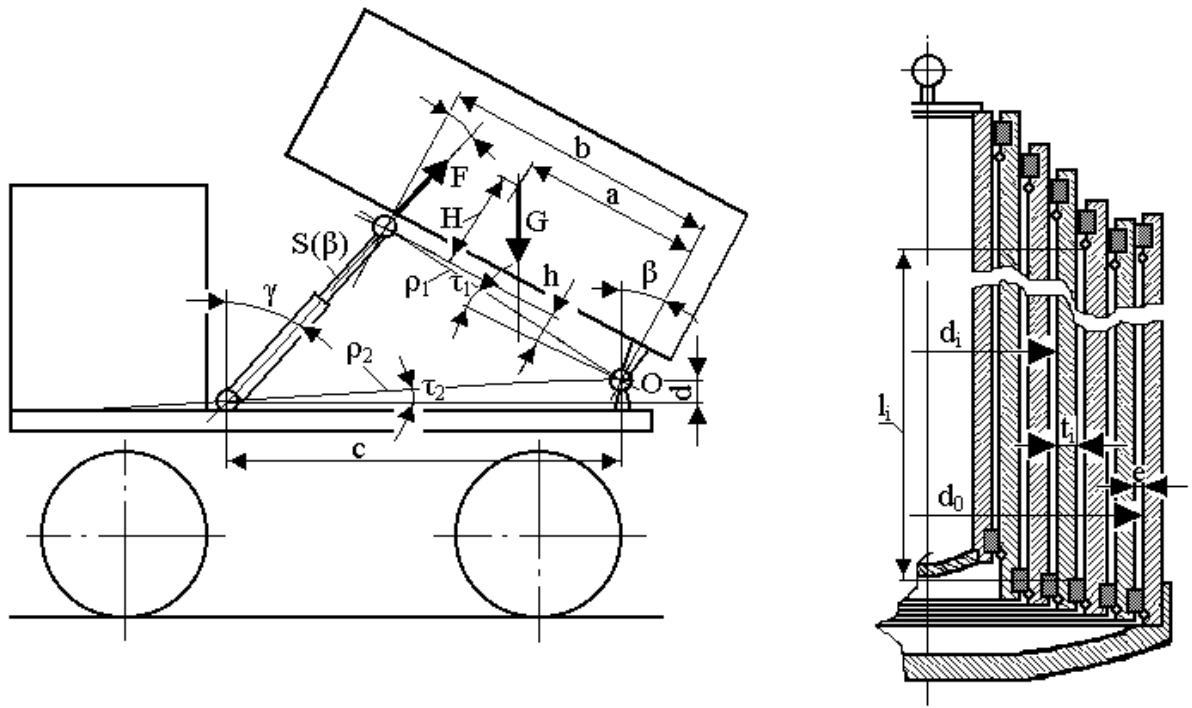


Рис. А.5 - Розрахункова схема самоскида та телескопічного гідравлічного циліндра