

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Навчально-науковий інститут інноваційних освітніх технологій

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

*на тему Визначення раціональних параметрів розміщення та кріплення
великовагового вантажу з плоскою основою при його перевезенні*

Виконав: здобувач вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОПП «Автомобільний транспорт»

(вид та назва освітньої програми)

групи АТз-19мп

Ігор НЕМЧЕНКО

(ім'я та прізвище здобувача)

Керівник Віктор СТАДНИК

(ім'я та прізвище)

Рецензент Олександр ГОЛУБЧЕНКО

(ім'я та прізвище)

Оцінка захисту кваліфікаційної роботи

(сума балів, оцінка ECTS, оцінка за національною шкалою,)

Секретар ЕК _____

(підпис)

/ Віталій БОГОМОЛОВ /

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

Дніпро – 2020

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Інститут, факультет Навчально-науковий інститут інноваційних освітніх технологій
Кафедра експлуатації та ремонту машин
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр та назва)
Освітня програма ОПП «Автомобільний транспорт»
(вид та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
к.т.н. Олександр ЛИХОДІЙ
« 06 » жовтня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Ігорю НЕМЧЕНКО

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Визначення раціональних параметрів розміщення та кріплення
великовагового вантажу з плоскою основою при його перевезенні

керівник роботи Віктор СТАДНИК

(ім'я та прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора від « 06 » жовтня 2020 року № 459-кс

2. Строк подання роботи до захисту « 11 » грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автопоїзда МАЗ-7313 +
ЧМЗАП-8389. Нормативи щодо перевезень великовагових вантажів. Маршрут
перевезень.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.
1. Визначення раціональних параметрів кріплення та розміщення великовагових та
великогабаритних вантажів. 2. Організація перевезення вантажу та заходи
підготовки до перевезення. 3. Розміщення й кріплення трансформатора вагою
180 тонн на автомобільному рухомому складі. 4. Розрахунок стійкості автопоїзда з
трансформатором та розрахунок на міцність його кріплень. Висновки. Список
використаних джерел.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання «07» вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунково-пояснювальна записка:		
1.1	<i>Вступ. Визначення раціональних параметрів кріплення та розміщення великовагових та великогабаритних вантажів</i>	<i>до 24.09</i>	
1.2	<i>Організація перевезення вантажу та заходи підготовки до перевезення</i>	<i>до 16.10</i>	
1.3	<i>Розміщення й кріплення трансформатора вагою 180 тонн на автомобільному рухомому складі</i>	<i>до 28.10</i>	
1.4	<i>Розрахунок стійкості автопоїзда з трансформатором та розрахунок на міцність його кріплень</i>	<i>до 23.11</i>	
1.5	<i>Висновки. Список використаних джерел</i>	<i>до 27.11</i>	
2	Оформлення кваліфікаційної роботи	<i>до 03.12</i>	
3	Підготовка до попереднього захисту роботи	<i>з 10.12</i>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

/ Ігор НЕМЧЕНКО /

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

/ Віктор СТАДНИК /

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «*Визначення раціональних параметрів розміщення та кріплення великовагового вантажу з плоскою основою при його перевезенні*» складається із 69 аркушів формату А4, на яких містяться 4-ри розділи, 1 таблиця, 12-ть джерел інформації.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення перевезення великовагових та великогабаритних вантажів та виконання умов «Угод ...» із замовником по логістичному напрямку.

Предметом дослідження є закономірності конструкторських параметрів, що впливають на збереження великовагових та великогабаритних вантажів при перевезенні.

Мета дослідження - удосконалення організаційно-технічних напрямів по раціональності параметрів розміщення та кріплення великовагових та великогабаритних вантажів при перевезенні.

В роботі виконано аналіз існуючих методів визначення раціональних параметрів кріплення та розміщення великовагових і великогабаритних вантажів. Визначено організаційно-технологічні заходи щодо перевезення цих вантажів. Розраховані засоби розміщення й кріплення трансформатора масою 180 тонн на автомобільному рухомому складі.

Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані для організації планування перевезень вантажів та викладання теоретичного матеріалу з дисципліни «Транспортна логістика» у ПДАБА.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РУХОМИЙ СКЛАД, ВАНТАЖ, ВЕЛИКОВАГОВИЙ, ВЕЛИКОГАБАРИТНИЙ, КРІПЛЕННЯ, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРАНСФОРМАТОР

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ КРІПЛЕННЯ ТА РОЗМІЩЕННЯ ВЕЛИКОВАГОВИХ І ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ	9
1.1. Класифікація вантажу	28
1.2. Маршрут перевезення	30
1.3. Вибір автотранспортних засобів та розрахунок тягових зусиль	31
1.3.1. Вибір рухомого складу	31
1.3.2. Розрахунок тягових зусиль	33
1.3.3. Розрахунок швидкості руху автопоїзда з вантажем	36
Висновки по розділу 1	36
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ ТА ЗАХОДИ ПІДГОТОВКИ ДО ПЕРЕВЕЗЕННЯ	38
2.1. Характеристика маршруту	38
2.2. Розрахунок швидкості руху автопоїзда.....	40
2.3. Організаційно-технічні заходи	42
Висновки по розділу 2	44
РОЗДІЛ 3 РОЗМІЩЕННЯ Й КРІПЛЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРА ВАГОЮ 180 ТОНН НА АВТОМОБІЛЬНОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ	45
3.1. Вимоги до рухомого складу.....	45
3.2. Розміщення та кріплення вантажу на рухомому складі	45
3.3. Побудова графіку перегону автопоїзда та перевезення вантажу	47
3.4. Технологія завантажувальних та розвантажувальних робіт	47
Висновки по розділу 3	55
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ АВТОПОЇЗДА З ТРАНСФОРМАТОРОМ ТА РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ЙОГО КРІПЛЕНЬ.....	56

4.1. Загальні положення	56
4.2. Визначення сил, що діють на вантаж	58
4.3. Визначення сил, що діють на напівпричіп-вагозов	59
4.4. Розрахунок стійкості транспортного засобу з вантажем	60
Висновки по розділу 4	64
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	69

ВСТУП

В умовах переходу до ринкової економіки формування соціальної політики країни немислиме без добре налагодженого транспортного обслуговування населення перевезеннями. З початком ринкових перетворень, демократизацією суспільства і посиленням ролі місцевого самоврядування в нашій країні політика перевезень потребує максимально повного обліку регіональних особливостей функціонування громадського транспорту і рівня життя населення.

Загальноекономічні проблеми, такі як падіння платоспроможного попиту, інфляція, непропорційне зростання вартості сировини, паливно-енергетичних ресурсів, деяких видів послуг, значно ускладнили діяльність підприємств, у тому числі і транспорту. Особливо слід зазначити проблеми, пов'язані з функціонуванням громадського пасажирського транспорту, чия діяльність носить соціальний характер, що накладає певні обмеження на можливість зростання цін і тарифів на перевезення. Ще однією проблемою, характерною для громадського міського транспорту є гнучка організаційна структура підприємств і всієї системи управління, заснована на державній власності в цій сфері, відсутності конкуренції, наявності значних категорій населення, що користуються пільгами для проїзду на міському громадському транспорті [1].

Актуальність. Умови, які склалися в країні, впливають на зміну форми власності підприємств і на автомобільному транспорті: більшість державних підприємств із командно-адміністративною системою керування на сьогоднішній день приватизована і нова форма власності вимагає нових підходів до керування підприємствами. Для керівників автотранспортних підприємств головним завданням у ринкових умовах є вибір політики господарювання, яка б стимулювала ефективний розвиток діяльності підприємства. В умовах, коли постійно змінюється як внутрішній, так і зовнішній зміст автотранспортного підприємства, рішення проблем щодо керування й господарювання сприяє виходу підприємства із кризи й функціонування його на ринку як високорентабельного підприємства. Це свідчить

про актуальність питань, пов'язаних з керуванням і господарюванням, а також всіма аспектами використання сучасних технологій керування [1].

Головним критерієм діяльності підприємства є прибуток, що визначається як різниця між доходами й витратами. Доходи підприємства залежать від обсягів виробництва (надання послуг), які в ринкових умовах регулюються попитом, що в результаті унеможливорює керування доходами безпосередньо.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення перевезення великовагових вантажів, беззаперечні гарантії доставки цих неподільних вантажів, виконання умов договору із замовником.

Предметом дослідження є закономірності конструкторських параметрів, що впливають на збереження великовагових вантажів при перевезенні.

Мета дослідження – удосконалення організаційно-технічних напрямів по раціональності параметрів розміщення та кріплення великовагових вантажів з плоскою основою при перевезенні

Завдання дослідження:

- аналітично проаналізувати систему та методи розміщення великовагових та великогабаритних вантажів на рухомому складі;
- виконати розрахунки оптимальної організації перевезень вантажів щодо вибору рухомого складу;
- виконати раціональні параметри кріплення великовагового вантажу при перевезенні.

Методи дослідження. Використовувалися аналітичні методи визначення раціональних параметрів кріплення та розміщення великовагових і великогабаритних вантажів на рухомому складі при перевезенні.

Наукова новизна. 1. Набули подальшого розвитку методи визначення раціональних параметрів розміщення та кріплення великовагових вантажів при перевезенні. 2. Визначення варіантності методів раціональних параметрів залежно від ваги, зовнішніх параметрів та конфігурації неподільних вантажів.

Практичне значення одержаних результатів. Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані для організації планування перевезень вантажів та викладання теоретичного матеріалу з дисципліни «Транспортна логістика» у ПДАБА.

РОЗДІЛ 1

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ КРІПЛЕННЯ ТА РОЗМІЩЕННЯ ВЕЛИКОВАГОВИХ І ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ

При визначенні раціональних параметрів кріплення та розміщення великовагових великогабаритних вантажів на рухомому складі необхідно керуватися «Инструкцией по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом», «Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом», ДСТУ «Прицепы и полуприцепы автомобильные. Общие требования», інструкціями по експлуатації рухомого складу-автомобілів, автомобілів тягачів, причепів-ваговиків, напівпричепів-ваговиків, технічними вимогами заводів, які виготовляли вантажі.

До початку визначення параметрів кріплення необхідно визначити маршрут перевезення, умови транспортування вантажу від місця навантаження до місця розвантаження, відомості про стан дороги, величинах повздовжніх та поперечних ухилах проїзної частини доріг, стан ліній зв'язку, мережі електропередач, комунікацій, мостів, інженерних споруд, залізничних переїздів, будівель. Також необхідна документація (креслення), яка містить: розміри вантажу з координатами найбільш виступаючих частин; місця кріплення та укладки на платформу рухомого складу; їх розміри та найменування вузлів та деталей; наявність проушин або інших елементів для вивішування чи опирання вантажу; дані про особливості вантажу; транспортну масу вантажу; положення центру мас; кріплення вантажу.

Одним із найважливіших граничних критеріїв при перевезенні великовагових та великогабаритних вантажів являються допустимі навантаження на вісь автомобілів, автомобілів-тягачів, напівпричепів, причепів та автопоїздів, які залежать в тому числі від якості автомобільних шляхів та їх побудови і типу, нормативною документацією, державними стандартами, будівельними нормативними інструкціями.

Автомобільна дорога перебуває під впливом географічних комплексів – клімату, ґрунтів, геології, рельєфу місцевості, поверхневих і ґрунтових вод.

Урахування цих умов дозволяє створити найбільш стійкі та довговічні конструкції земляного полотна й дорожніх одягів, обґрунтувати оптимальні способи будівництва й експлуатації доріг.

Конструкцію дорожнього одягу та матеріал покриття необхідно призначати виходячи з транспортно-експлуатаційних вимог, інтенсивності руху та складу автотранспортних засобів в його потоці, кліматичних, ґрунтово-геологічних умов, санітарно-гігієнічних вимог, вимог безпеки та комфортності руху, забезпеченості місцевими будівельними матеріалами.

Дорожній одяг складається з одного або кількох шарів. За наявності кількох шарів дорожній одяг включає покриття, основу та, за необхідності, додаткові шари основи.

Покриття повинно бути стабільно міцним, рівним, шорстким, протистояти накопиченню пластичних деформацій влітку, зберігати суцільність при прогині навесні, восени та при розтягуванні від охолодження в зимовий період. Для тривалого збереження шорсткості матеріал покриття повинен бути стійким до стирання. По поверхні покриття за необхідності може влаштовуватись поверхнева обробка або тонкошарове покриття різного призначення – для підвищення шорсткості, захисних, вирівнювальних та інших функцій [11].

Основа повинна забезпечувати зменшення прогину покриття від дії зовнішнього навантаження а також мати достатню жорсткість, щоб зменшувати напруження в додатковій основі та в ґрунті земляного полотна до допустимих значень.

Додаткова основа повинна сприяти зменшенню прогину та напружень від транспортних засобів у покритті, основі і земляному полотні.

Загальна товщина дорожнього одягу і товщина окремих шарів повинні забезпечувати міцність та морозостійкість усєї конструкції.

За механічними властивостями, опором навантаженню від транспортних засобів та реакцією на температуру, вологість і тривалість дії навантаження дорожній одяг поділяється на нежорсткий (асфальтобетон) та жорсткий (цементобетон).

При проектуванні дорожніх одягів за розрахункові приймають нормовані навантаження згідно з ДБН В.2.3-4:2007 «Автомобільні дороги», що відповідають граничним навантаженням на вісь автомобілів. Нормативне статичне навантаження на вісь 115 кН, нормативне статичне навантаження на поверхню покриття від колеса розрахункового автомобіля; $Q_{\text{розр.}} = 57,5$ кН; $p = 0,80$ МПа; $D = 34,5$ см [11].

У разі потреби розширення існуючого дорожнього одягу при реконструкції ділянок дороги конструювання дорожнього одягу виконуються відповідно до методики і вимог даних норм, як для проектування нової конструкції дорожнього одягу.

Поняття великогабаритних і великовагових вантажів виникло при бурхливому будівництві заводів-гігантів, фабрик, мостів і мостових переходів, електростанцій, гідроелектростанцій, гірничорудних комбінатів та ін. Промислові заводи, об'єднання, машинобудівні заводи, які виготовляли устаткування, на етапі проектування закладали параметри виготовлення під певний вид транспорту для транспортування даного виду устаткування. Найчастіше, транспорту, який би в розгалуженій мережі міських доріг і вулиць зміг би благополучно перевезти вищезгадане устаткування, не було. Тому гірничошахтне та гірничорудне устаткування проектувалося й виготовлялося частинами. Те ж відбувалося й з устаткуванням хімічної, нафтопереробної промисловості та інших. Однак, таке виготовлення вроздріб, надалі в кілька разів збільшувало вартість збірки й викликало більші ускладнення при монтажі устаткування та, саме головне, знижувало якість роботи. Тому перед міністерствами й відомствами ставилося завдання про створення належних умов перевезення складного, великовагового, великогабаритного устаткування, що при цілісній доставці забезпечувало надійну технологічну роботу всього виробничого циклу.

Два міністерства, а саме, залізничного та автомобільного транспорту колишнього Радянського Союзу разом з міністерством важкого машинобудування й міністерством автомобільної промисловості з доручення Ради Міністрів почали пророблення, проектування й виготовлення ряду автомобільної та автотранспортної

техніки, призначеної для перевезення великогабаритних і великовагових вантажів, що масово зустрічаються для будівництва важкої індустрії.

Були випущені перші залізничні платформи із двома здвоєними вісями для перевезення плоских вантажів і такої ж платформи для перевезення круглих вантажів, тільки вкороченої посадки та з нерухомими ложементами і на кульових поворотних шарнірах. На автомобільних перевезеннях з'явився причіпний парк Челябінського машинобудівного заводу автомобільних і тракторних причепів, на коротких характеристиках якого й хотілося б зупинитися [3].

Напівпричеп ЧМЗАП-93853. Випускається з 1986р. Призначений для перевезення негабаритних великовагових вантажів і транспортних засобів по дорогах із твердим покриттям [3].

Основний тягач КрАЗ 258 Б1.

Основні розміри напівпричепа:

Вантажопідйомність, кг	- 26600
Маса спорядженого напівпричепа, кг	- 6100
Розподіл маси спорядженого напівпричепа, кг:	
- на дорогу через дві задні осі	- 4000
- на сидельний пристрій тягача	- 2100
Колія по серединах зовнішніх коліс, мм	- 2270
Число коліс	- 8 + 1 запасне
Розмір шин	- 280-508
Тиск у шинах, кпа (кг/див)	- 637 (6,5)
Максимально припустима швидкість руху, км/г:	
- при будь-якій навантаженні	- 90
Навантажувальна висота, мм	- 1200

Напівпричіп ЧМЗАП-5247 М (МАЗ-5247 М). Випускається з 1968р. Призначений для перевезення негабаритних великовагових вантажів і транспортних засобів по поліпшених ґрунтових дорогам і дорогам із твердим покриттям [3].

Основний тягач МАЗ-537 М.

Основні розміри напівпричепа:

Вантажопідйомність, кг	- 50000
Маса спорядженого напівпричепа, кг	- 18000
Розподіл маси спорядженого напівпричепа, кг:	
- на дорогу через задній візок	- 10800
- на сидельний пристрій тягача	- 7200
Колія по серединах зовнішніх коліс, мм	- 3050
Число коліс	- 8 + 1 запасне
Розмір шин	- 300-508
Тиск у шинах, кПа (кг/див)	- 539 (5,5)
Максимально припустима швидкість руху, км/г:	
- по дорогах із твердим покриттям	- 55
- по ґрунтових дорогах	- 40

Ширина габаритного коридору, займаного автопоїздом при повороті із зовнішнім габаритним

радіусом 15,5 м, м - 9,5

Навантажувальна висота, мм - 1170

Напівпричеп ЧМЗАП-5530. Випускається Челябінським машинобудівним заводом автомобільних і тракторних причепів з 1971р [3].

Призначений для перевезення негабаритних великовагових вантажів по дорогах із твердим покриттям.

Причеп складається із двох керованих тривісних візків, на яких підвішена вантажна платформа. Платформа симетрична й може бути відокремлена від візків.

Причеп постачаний устаткуванням, що забезпечує підйом і опускання вантажної платформи. Керування причепом під час руху здійснюється з кабіни оператора.

Основний тягач КЗКТ 537 Л або МАЗ 537 М.

Основні розміри напівпричепа:

Вантажопідйомність, кг	- 120000
Маса спорядженого напівпричепа, кг	- 46500

Маса переднього візка, кг	- 12540
Маса заднього візка, кг	- 13360
Маса вантажної платформи, кг	- 20600
Колія по серединах зовнішніх коліс, мм	- 2895
Число коліс	- 24 + 2 запасних
Розмір шин	- 370-508
Тиск повітря в шинах, кпа (кг/див)	- 662 (6,75)
Силова установка	- безелектричний агрегат АБ-8-Т (230 М)
Максимально припустима швидкість руху, км/г:	
- без вантажу	- 25
- з вантажем	- 8
Ширина коридору, займаного автопоїздом із зовнішнім габаритним радіусом 16 м, м	- 8,5
Навантажувальна висота, мм:	
- опущеної платформи	- 500
- піднятої платформи	- 1000
Напівпричеп ЧМЗАП-8388 (8389). Випускається Челябінським	

машинобудівним заводом автомобільних і тракторних причепів з 1979р [3].

Призначений для перевезення негабаритних великовагових вантажів по дорогах із твердим покриттям. При необхідності два причепи ЧМЗАП-8388 можуть зістиковуватися в поздовжньому напрямку з утворенням єдиної платформи ЧМЗАП-8389 вантажопідйомністю 300000 кг.

Гідробалансирна підвіска забезпечує рівномірний розподіл маси причепа на дорогу, підйом і опускання платформи причепа.

Причеп може управлятися вручну з місця оператора.

Основний тягач – КЗКТ - 537 Л або МАЗ - 7310, що має кузов або бортову платформу для розміщення силової установки, що возить.

Основні розміри напівпричепа:

Вантажопідйомність, кг	- 150000 (300000)
Маса спорядженого напівпричепа, кг	- 26500 (53070)

Колія по серединах зовнішніх коліс, мм	- 3488
Число коліс	- 48 + 6 запасних на платформі силової установки (96+6)
Розмір шин	- 240-508
Тиск повітря в шинах, кпа (кг/див)	- 686 (7,0)
Максимально припустима швидкість руху, км/г:	
- с повним навантаженням	- 6 (5)
- порожнього	- 20 (15)
Ширина коридору, займаного автопоїздом ЧМЗАП - 8389 із зовнішнім габаритним радіусом 23 м, м	- 8,1
Габарити силової установки, що возить (с платформою), мм	- 4500x2500x1600
Маса силової установки, що возить, кг	- 3580
Навантажувальна висота, мм:	
- опущеної платформи	- 1120
- платформи в транспортному положенні	- 1280

Як ми вже згадували, для перевезення великогабаритних і великовагових вантажів (ВВВ) використовувалася не тільки автотранспортна техніка але й автомобілі. Основними тягачами в період 60-90 років були автомобілі сімейства КрАЗ [3].

З конвеєрів Кременчуцького автомобільного заводу сходять тривісні вантажні автомобілі з колісною формулою 6x4 і 6x6.

До першого типу (6x4) відносяться:

- самоскид КрАЗ - 256 Б1
- транспортний автомобіль загального призначення КрАЗ - 257 Б1
- сідельний тягач КрАЗ - 258 Б1
- автомобільне шасі КрАЗ - 250,

до другого типу (6x6):

- транспортний автомобільний тягач КрАЗ - 255 Б1
- сідельний тягач КрАЗ - 255 У1
- лісовозний тягач КрАЗ - 255 Л1.

Модернізовані автомобілі відрізняються від своїх попередників двоконтурною робочою гальмовою системою, новими приладами висвітлення й світлової сигналізації, поліпшеними умовами роботи водія, більш високою надійністю й довговічністю, збільшеною на 25 % періодичністю ТО, вимагають менших витрат на проведення ТО та ПР. По основних агрегатах автомобілі уніфіковані між собою і відрізняються лише додатковим устаткуванням. Модернізовані автомобілі КрАЗ широко використовуються в народному господарстві не тільки для перевезення вантажів, але й у якості шасі, на яких монтуються різноманітні установки.

Конструкція автомобілів постійно вдосконалюється, також поліпшуються техніко-економічні показники, знижується металоємність, трудомісткість ТО та ремонту, застосовуються більш сучасні мастильні матеріали, підвищується якість, полегшуються умови роботи водія.

Розглянемо особливості повнопривідних автомобілів.

Транспортний автомобіль-тягач високої прохідності КрАЗ-255Б1 випускається з 1979 року. Він призначений для перевезення вантажів і людей по різних видах доріг і бездоріжжю, може буксирувати причепа масою від 10 до 30 тонн залежно від категорій доріг. Допускається короткочасне буксирування причепів масою до 75 тонн на спеціальних дорогах із твердим покриттям. При цьому на платформі автомобіля повинен бути баласт масою 7-8 тонн [3].

Особливістю цих автомобілів є те, що вони можуть використовуватись при перевезеннях великовагових вантажів. Звичайно вони входять до складу автопоїздів з автомобілями МАЗ при транспортуванні вищевказаних вантажів. Включаються до складу автопоїзда при буксируванні на підйом поперед вантажів, а прибуксируванні з ухилу у вигляді стримуючих транспортних засобів, позад вантажів. При складанні даних видів автопоїздів повнопривідні автомобілі КрАЗ є надійними тягачами й надають неоціненну допомогу в рішенні народногосподарських завдань під час перевезення вантажів вагою більше 120 тонн. На автомобілі КрАЗ-255Б1 установлені широкопрофільні шини з регульованим тиском повітря, лебідка з видачею троса вперед та назад, що значно підвищує прохідність автомобіля в умовах бездоріжжя [3].

Лісовозний тягач КрАЗ-255 Л1 розроблений на базі автомобіля КрАЗ - 255 Б1 і призначений для роботи в складі лісовозного автопоїзда разом із причепом розпуском ТММ 9383-010; використовується на перевезенні хлестів і дерев по лісовозних дорогах із твердим удосконаленим покриттям. Допускається короткочасний заїзд на дороги лісосік, по яких автопоїзд може рухатися самостійно в навантаженому стані. Особливістю тягача є здатність перевозити причеп - розпуск на собі при не вантажному рейсі. Це дозволяє збільшити середньотехнічну швидкість, підвищити безпека руху, особливо при зустрічних роз'їздах і підняти ресурс причепа. Для забезпечення правильного розподілу навантаження на коники тягача й причепа розпуску, причеп-розпуск комплектується з дишлом, що забезпечує відстань між кониками [3].

Кабіна тягача утеплена по підлозі, дверям, даху, задній стінці й передньому щиту. Внутрішні панелі дверей додатково утеплюються зйомною теплоізоляцією. Кабіна може бути обладнана електрообігріваними вітровими шибками, нагрівником, дверні й задні шибки мають додаткове остіклення, що у літню пору може зніматися. За замовленням споживачів завод може випускати північну модифікацію цього автомобіля [3].

На дорогах із твердим покриттям рух вищевказаних автомобілів можна починати із другої передачі коробки передач.

Понижувальна передача роздавальної коробки включається, як правило, у тяжких умовах або при роботі в складі важкозавантажених автопоїздів.

Особливістю керування автомобілями є те, що керуючі агрегатами трансмісії, необхідно при переході з вищої на нижчу передачу застосовувати подвійне вимикання зчеплення з перегазовкою двигуна. Це підвищує довговічність синхронізаторів. Вмикання або вимикання переднього привідного моста на повнопривідних автомобілях, блокування або розблокування міжосьового диференціала в роздавальній коробці виконують тільки під час руху, але не в момент пробуксовки коліс.

Круті підйоми переборюються автомобілями на зниженій передачі роздавальної коробки й на першій або другій передачі коробки передач без зупинок

і упорів. На особливо важких підйомах необхідно заблокувати міжосьовий диференціал.

На спусках швидкість руху автомобіля залежить від стану дороги, інтенсивності руху, умов видимості, крутості й довжини спуска. При цьому двигун не вимикається, тому що це спричиняє швидке використання запасів стисненого повітря із пневмосистеми й припинення роботи гідروпідсилювача рульового керування автомобіля.

Для зниження швидкості руху автомобіля на спусках необхідно користуватися допоміжною (моторною) гальмовою системою й при необхідності робочою. Щоб уникнути підвищення максимально допустимої частоти обертання колінчатого вала двигуна й наступного за цим роз'єднання деталей клапанного механізму слід строго дотримуватися обмежень максимальної швидкості руху на спусках.

Важливим напрямком в експлуатації повнопривідних автомобілів КрАЗ є шляхи підвищення їхньої економічності. Ефективність використання зазначених автомобілів може бути досягнута при експлуатації їх з максимальною вантажопідйомністю й мінімальними експлуатаційними витратами. Практика експлуатації автомобілів КрАЗ показує, що від загальних витрат витрати на пально-мастильні матеріали становлять 12-12%, а на шини - 10-12%, на ТО й ТР - до 15 %. Витрати на ТО залежать від повного й своєчасного виконання операцій регламентних робіт, регулювання вузлів, систем і своєчасної заміни зношених деталей. Автомобіль, технічний стан якого відповідає регульовальним даним, має максимальну економічність і максимальний шлях руху накатом з відключеним двигуном [3].

На витрату палива й масла впливає передчасне зношування шатунно-поршневої групи. Для нормальної роботи двигуна необхідно підтримувати оптимальний температурний режим двигуна, системи охолодження й повітряного фільтра, стежити за герметичністю впускного повітряного тракту. Правильний вибір частоти обертання колінчатого вала двигуна й дозування навантаження, підтримування в справному стані агрегатів системи живлення й виключення витоків палива є основними факторами, що забезпечують економію палива. Експлуатаційна

витрата палива залежить від дорожніх умов, організації руху й технічного стану автомобіля.

Значна частка потужності, а, відповідно, і витрати палива затрачається на подолання опору розкачування автомобіля. Опір розкачуванню зростає на дорогах поганої якості й при зростанні швидкості руху автомобіля, а також характеризується коефіцієнтом опору розкачування залежно від дорожнього покриття. Наприклад, цементно-бетонне й асфальто-бетонне покриття має коефіцієнт опору озкачування 0,015, а ґрунтове профільоване має коефіцієнт 0,060 [11].

Двигун ЯМЗ - 238, що перебуває в задовільному технічному стані, може витрачати від 250 до 880 г моторного масла на 1000 км пробігу. Економія палива від 1 до 5 % досягається при використанні шин з мінімальним опором розкачування. Зниження тиску повітря в шинах приводить до збільшення опору розкачування й до підвищення витрат палива.

Під час руху автомобіля на максимальній швидкості витрата палива зростає також через збільшення лобового опору від зустрічного потоку повітря.

Раніше ми підкреслили, що ефективність залежить від мінімальних експлуатаційних витрат, тобто від гарного технічного стану автомобіля, що у свою чергу залежить від якісного обслуговування й ремонту рухомого складу.

Для автомобілів сімейства КрАЗ встановлені наступні види ТО згідно ДСТ 21624-81, а саме:

- щоденне технічне обслуговування
- перше технічне обслуговування
- друге технічне обслуговування
- сезонне технічне обслуговування, проведене при підготовці автомобілів

до зимової й літньої експлуатації.

Нормативні показники ТО й ТР автомобілів випуску з 01 січня 1983 року встановлені заводом виготовлювачем стосовно до I категорії умов експлуатації.

За сімейством автомобілів КрАЗ самим надійним і розповсюдженим тягачем для перевезення великогабаритних і великовагових вантажів є автомобіль МАЗ-7310 з колісною формулою 8×8. Цей автомобіль випускається Мінським автомобільним

заводом з 1976р. Він має кузов - бортова платформа, дві двомісні кабіни, вантажопідйомність становить 20 тонн, власна маса 25 тонн [3, 7].

Більш докладну характеристику ми приведемо в розділі «Технологія перевезення».

Місто Дніпро займає серед міст, чисельність яких становить більше мільйону, провідну роль в історії розвитку перевезень великогабаритних і великовагових вантажів і є на сьогодні флагманом розвитку й здійснення даного виду перевезень.

У нашому місті було створено одне з перших автотранспортних підприємств по профілю перевезень великогабаритних та великовагових вантажів. Це АТП 11262 «Дніпротяжтранс».

Крім цього, на даному підприємстві була створена проектна група, що розробляла перші проекти перевезень і яка надалі реалізовувала свої творчі розробки в Дніпропетровському конструкторсько-технологічному бюро НВО «Автотранспорт». Застосовуючи спеціалізований рухомий склад і розроблені проекти, ТОВ АТП 11262 і в цей час перевозить ВВВ.

За допомогою розвитку й удосконалення технології перевезень були здійснені перевезення:

- з м. Краматорська, завод КМЗ доставлені в м. Маріуполь станини вагою більше 100 тонн для стану 1500, завод «Азовсталь»,
- з Сумського машинобудівного заводу в Росію доставлене машинобудівне устаткування вагою більше 80 тонн,
- з Харківського заводу «Турбоатом» були перевезені гідротурбіни на гідроелектростанцію,
- Лохвицкий цукровий завод спеціальним транспортом перевозив все своє устаткування при реконструкції,
- багаторазово перевозилося устаткування для Лісичанського і Кременчуцького нафтопереробних заводів,
- від границі з Румунією здійснювалися перевезення на Долинський ГЗКОР (горнозбагачувальний комбінат окислених руд).

Постійними замовниками по перевезенню ВВВ є об'єднання “Полтавагазпром”, “Івано-Франківськгазпром”, НВО “АЗОТ” м. Дніпродзержинськ, завод ім. Петровського та ін.

Сьогоднішні перевезення не на багато відрізняються від перевезень 20-річної давнини, але вони з кожним роком ускладнюються через більш компактну забудову міст, наявності дуже багатьох комунікацій, у тому числі й електросилових ліній і залізничних переїздах, перегляду й обмеження вимог нормативних документів. Цього вимагає й вимоги до розвитку автомобілебудування. У результаті рухомий склад і причепний парк теж змінюється. На зміну вітчизняним причепам і автомобілям тягачам з'являється більш компактний, потужний і швидкохідний транспорт, що має певні переваги й у конструктивному плані.

Самою великою світовою групою компаній, що спеціалізується на змішаних перевезеннях і монтажі великовагових і великогабаритних вантажів є група компаній МАММОЕТ (Маммут), що в перекладі на російську мову означає мамонт [4].

В організаційній структурі групи компаній компанія Mammoet Decalift International B.V. (Маммут Даколіфт Інтернешенел) є відділенням компанії Royal Nediloyd N.V., що займається транспортуванням і монтажем великовагового й великогабаритного устаткування. Головний офіс цієї холдингової компанії перебуває у м.Амстердамі, Нідерланди. Відділення морських перевезень холдингу, компанія Mammoet Shipping B.V. (Маммут Шининг) і відділення наземних перевезень і монтажу Mammoet Stoof V.O.E. (Маммут Стуф) розташовані в м.Амстердам і м.Марення відповідно. Крім того, Маммут має численні філії й представництва в Західній і Східній Європі, Росії, на Близькому й Далекому Сході, у США, Канаді, Південній Америці й Південній Африці [4].

Компанія Маммут Стуф спеціалізується на автоперевезеннях великовагових і великогабаритних вантажів, включаючи монтаж (установку на фундамент) таких вантажів.

Маммут Стуф була заснована братами Стуф в 1927 році, які почали з перевезень на гужових візках. Незабаром після другої Світової війни брати, на

прохання замовників, зайнялися транспортуванням великовагових вантажів і швидко завоювали репутацію фахівців зі складних перевезень. В 1971 році кілька компаній, що спеціалізуються на морських і наземних перевезеннях, об'єдналися в холдинг Mammoet Transport B.V. (Маммут транспорт Б.В.). Маммут Стуф зайняла місце європейського відділення наземних перевезень цього холдингу.

Відділ самохідних модульних транспортерів (СМТ) експлуатує найбільший у світі парк СМТ, розроблений при участі Маммут і являє собою транспортний засіб для перевезення великовагових вантажів. Найважливіші відмінні риси транспортерів – це самохідність і система керування на базі мікропроцесорів, тобто комп'ютерна система керування. Всі колеса такого транспортера можуть обертатися на 360° під повним навантаженням. Останнє дозволяє транспортеру рухатися вперед, назад, переміщуватися в бічних напрямках по діагоналі. Керування всіма функціями СМТ здійснюється з одного центрального пульта або дистанційно, або з кабіни водія [4].

Висоту несучої платформи транспортера можна регулювати в межах між 1200 і 1800 мм. Це дозволяє піднімати вантаж і встановлювати його на опори без використання іншого допоміжного устаткування навіть в умовах обмеженого простору.

Є 4-х осьові й 6-ти осьові модулі розмірами 5,60(L)м × 2,43(В)м і 8,40м×2,43м, вантажопідйомністю 120 т і 180 т відповідно [4].

Із цих одиничних модулів можна зробити будь-яку збірку закритої або відкритої конфігурації залежно від маси й розмірів вантажу. Кожна із цих збірок оснащується своїм портативним блоком живлення.

Щоб уникнути крутих навантажень на транспортуємий вантаж, застосовується гідравлічна підвіска, що втримує точки опори в одній площині. Система керування гарантує безпеку транспортування при будь-яких обставинах. Вантажопідйомність СМТ фактично необмежена. Завдяки тому, що ширина одиничного модуля 2,43 м, а максимальна власна маса 22 т, окремі модулі можна без особливої праці перевозити у звичайних автотрейлерах. Вищеописані особливості СМТ разом з керованою комп'ютерною системою гідростатичної передачі роблять СМТ набагато більш універсальними в порівнянні зі стандартними модульними

трейлерами. СМТ можна використовувати в ситуаціях, де маневреність і рухомість особливо необхідні, наприклад, на діючих заводах і будівельних майданчиках, де недостатньо місця для розвороту.

За допомогою цих транспортних засобів можна переміщувати готові мостові переходи, шляхопроводи, великі елементи промислових будинків, а іноді самі будинки цілком. На СМТ можна перевозити вантажі одиничною масою до 12500т. Крім СМТ фірма використовує у своїй роботі іншу спеціальну транспортну техніку, включаючи безбортові й низькорамні причеми, напівпричеми, причеми-«розпуски», візки та ін.

Маммут Стуф має у своєму розпорядженні все необхідне устаткування для реалізації транспортних і монтажних проектів, включаючи потужні тягачі, крани, гідравлічні піднімальні системи, спеціальні домкрати й трелювальне встаткування, а також баржі й судна, якщо необхідно перевезення по воді.

На озброєнні фірми, створені інженерними компаніями, є унікальні піднімальні системи. Систему хайдраджек використовують при установці корпусів реакторів і інших великовагових виробів, наприклад, на нафтопереробних заводах і електростанціях.

Система складається з окремого піднімального пристрою, розрахованого на підйом вантажу одиничною масою в 50 тонн. Для підйому більше важких виробів можна поєднувати до восьми таких піднімальних пристроїв, що дає збільшення загальної вантажопідйомності системи до 5200 тонн. Є ще одна система, що називається «ковзний» кран MSG-50 (МСГ-50). Підйомник має збірну конструкцію, всі складові частини якого можна перевозити у звичайних контейнерах. У цей час вантажопідйомність МСГ-50 становить 3600 тонн [4].

Маммут Стуф не має рівних по кількості операцій навантаження-розвантаження морських споруджень одиничною масою до 1000 тонн, здійснених у Нідерландах, Бельгії, Франції, Норвегії й Великобританії. Всі ці вантажі перевозилися наземним транспортом.

На самохідних модульних транспортерах здійснювалося перевезення нафтової експлуатаційної платформи масою 1700 тонн у м. Фламінг. На них же

здійснювалося перевезення мостових настилів одиничною масою 85 тонн кожний, чотирьох апаратів високого тиск масою 1000 тонн кожний, які перевезли морем з Японії в м. Антверпен, Бельгія, вантажопідйомної траверси довжиною 61 м по дорозі з голландського міста Алфен-на-Рейні до очисних споруджень у м. Вьястер, Нідерланди, 600-тонною дистиляційної колони з м. Роттердама, великогабаритних складських резервуарів до броварні на півночі Франції, апарата масою 800 тонн на нафтопереробний завод, печі масою 350 тонн по території нафтопереробного заводу й багато інших вантажів [4].

Маючи високий рівень досвіду в даних видах перевезень Маммут Стуф співробітничав з усіма організаціями в усьому світі, що займаються перевезенням великогабаритних і великовагових вантажів.

Крім компанії Маммут Стуф негабаритними й великоваговими перевезеннями займаються й інші компанії й організації.

Це спільна Франко-Германо-Російська фірма «LOSSERT», Дніпропетровське конструкторсько-технологічне бюро НПО «Автотранспорт», ТОВ «Пенком», Харківське ВАТ «Харьковюжатомелектромонтаж», ТОВ «Лісичанськспецремстроймонтаж» та інші.

Для перевезення цих вантажів використовуються автомобілі-тягачі Рено, ДАФ, STYR 1491, напівпричепи Coldnoffer, Шевроле, Кайзер та інші.

Окрім вищезазначених перевезень фірма Mammoet здійснила наступні проекти:

Канада

У провінції Квебек, у м. Монреаль спеціалісти компанії Mammoet здійснили операцію за заміни залізничодорожнього мосту. Додаткову складність додавала та обставина, що ця складна операція повинна була виконатись протягом 24 годин, а сам міст розташовувався над швидкопливною річкою Святого Лаврентія. Операція по заміні мосту пройшла успішно, і вже через 24 години рух по мосту було відновлено [4].

Великобританія

У м. Н'юкасл на річці Тина в північно-східній Англії силами голландського мамонту була перенесена сама важка офшорна конструкція. Збірна платформа-палуба для офшорних робіт вагою 11772 тисячі тон, довжиною 70 метрів та висотою 63 метра була перенесена на 426 осьових лініях SPMT. Mammoet посадив гіганта на колеса підйомних платформ типу «ро-ро» вже у цеху збірки та завантажив на морську баржу, яка потім відправилась у центральну частину Північного моря, за 200км від шотландського порту Абердин [4].

Mammoet Global приймав участь у роботі по подовженню крізного судна Коста Класика у містечку Беркенхед, Великобританія.

Судно було розрізано на 2 частини, після чого в нього можна було вставити новий елемент. Клієнт сподівався виготувати цей елемент у виробничому цеху судноверфі. Оскільки висота стелі у цеху не дозволяла виготувати виріб цілком, було прийнято рішення зібрати його з двох частин. Перший етап проекту включав збірку цих двох частин. Другий етап заключався у переміщенні закінченої середньої частини вагою 6500 тон з тимчасової площадки перед цехом до води [4].

Південна Африка

Підрозділ компанії у Південній Африці отримало замову на зважування та перевезення двох яхт. Одна з них важила 452 тони, друга – 425 тон. Вже готові до відправки яхти були обладнані спусковими салазками для їх переміщення. Після зважування першу яхту перенесли на 250 метрів, щоб завантажити її на борт судна для перевезення великовагових вантажів. При завантажуванні були використані 550-тонні крані судна. Другу яхту завантажили

у наступний день. Судно з палубним вантажем, який складався з двох яхт, взяло курс на Нідерланди.

7 січня 2001 року, у неділю, яхти було розвантажено на важковаговому терміналі Маммоет неподалеку від Роттердаму [4].

На сьогодні досягнення підрозділів Маммоет, компанії «Соймерстил» в Росії – це, понад усім, повний контроль над ринком важких підйомів.

97 % подібної роботи виконує «Соймерстил», причому від Калінінграду, де у компанії контракт з «Лукойлом» на встановлення модулів нафтяної платформи вагою до 2300 тон, до Сахаліну, де відкривається представництво «Соймерстила». Оборот «Соймерстила» за даними його ген директора за п'ять років роботи у Росії збільшився у 16 раз.

Загальний середній річний оборот Маммоет за даними керівника компанії Ван Сеумерена складає 350 млн. євро на рік. Повна назва компанії «Мамут Ван Сеумерен Груп» відображає важливу на світовому ринку підйому та транспортування вантажів подію – об'єднання 12 липня 2000 року двох величезних інженерних компаній «Ван Сеумерен Роланд» та «Мамут». Назва Маммоет як відображаюче дух компанії вирішено було зробити ключовим [4].

У 1992 році компанія Ван Сеумерен Роланд почала робити на російському ринку.

У 1998 році з'явилося СП голандського мамонту та російської «Сталь конструкції», - майбутня компанія «Соймерстил».

Виконання таких складних завдань, які становлять перед компанією її клієнти, потребує особливих технічних можливостей.

«Соймерстил» має унікальний для Росії парк техніки, який постійно поповнюється ще більш удосконаленою та сучасною технікою.

У теперішній час парк техніки «Соймерстил» складається з наступного транспорту:

- крани LIEBHERR марок LTM – 1090, LTM – 1400, Grove, Demag AC 100 вантажопідйомністю до 400 тон;
- тягачі MAN – чотирьохосні;

- тягачі Mercedes-Benz – трьохосні, SISU SCANIA;
- трейлери п'ятиосні вантажопідйомністю 60 тон та довжиною 21 метр;
- трейлери NOOTEBOOM – восьмиосні вантажопідйомністю 120 тон та довжиною до 22 метрів;
- низькорамники SCHEUERLE – від 40 до 300 тонн [4].

Вся техніка обслуговується власними силами компанії «Соймерстил». Працівники компанії постійно підвищують свою кваліфікацію, регулярно вивчаючись на курсах стажувань за кордоном. Саму активну технологічну підтримку компанія «Соймерстил» отримує від свого голландського акціонера.

Ще одна організація, яка з'явилась на ринку перевезень негабаритних та важковагових вантажів – це компанія «Євросіб – Логістика». Ця компанія завоювала повагу замовників після перевезення у 2006 році крана вантажопідйомністю 1000 тон по маршруту Кіріши – порт Санкт-Петербург.

Компанія «Євросіб – Логістика» здійснила це унікальне перевезення крану Liebherr LR-1800 у квітні 2006 року. Кран вартістю 10 мільйонів євро був перевезений на 87 машинах (у тому числі на тралах великої вантажопідйомності) за 6 днів. Замовником виступала компанія «Старлайн», підрозділ голандської фірми Matmoet, яка спеціалізується в області лізингу важкої техніки. В теперішній час росте доля імпорту обладнання та техніки, які приходяться на лізингові компанії. Об'єм перевезеного крану в розібраному вигляді склав 4 540 куб. м, а вага – 2 000 тон. 40 % цього об'єму склали негабаритні та великовагові вантажі, наприклад, гусені крану вагою 52 тони і довжиною 14 м. кожна. В обов'язки «Євросібу» входив комплекс транспортних послуг з отриманням всіх необхідних дозволів, організація супроводження отрядом ДПС, перевезення при закритті шляхів на просушку. Особливістю цього перевезення був дуже жорсткий графік поставки автотранспорту. За 6 днів було здійснено рейсів, інколи інтенсивність руху досягала 23 машин за добу. Кран був перевезений в Кіріши для установки колон ретифікації на Кірішському НПЗ. Усього за допомогою цього крану було встановлено 16 колон. Вага деяких з них досягала 1 100 тон. Подібної техніки у Росії поки що немає, тому для цих операцій кран спеціально завозився із Голландії. Монтаж та обслуговування

здійснювала компанія Mammoet. Сьогодні «Євросіб» активно розвиває автомобільні перевезення. Тільки у 2005 році було здійснено більш ніж 100 проектів [4].

1.1. Класифікація вантажу

Згідно завдання кваліфікаційної роботи перевезенню підлягає трансформатор АТ ТДН 200000/110/130 для Придніпровської електростанції.

Трансформатор має вагу 180 тонн з наступними габаритними розмірами в транспортному положенні:

- довжина (L) - 11400 мм,
- діаметр - 3200 мм,
- висота - 4750 мм.

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 18 січня 2001 року № 30 «Про проїзд негабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями й залізничними переїздами» і «Правилами проїзду негабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями й залізничними переїздами», затвердженими вищезгаданим постановленням, згідно пункту 2 цих правил «Транспортний засіб або автопоїзд із вантажем або без вантажу вважається негабаритним, якщо його габарити перевищують хоча б один з параметрів, зазначених у пункті 22.5 Правил дорожнього руху, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 31 грудня 1993р. № 1094» [6].

Згідно пункту 3 цих «Правил проїзду ...» «Транспортний засіб або автопоїзд із вантажем або без вантажу вважається великоваговим, якщо максимальна маса й осьове навантаження перевищує хоча б один з параметрів, зазначених у пункті 22.5 Правил дорожнього руху» [6].

З 01 січня 2002р. у дію вступили нові правила дорожнього руху, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001р. за № 1306. Згідно цих правил пункт 22.5 викладений в Осі вважаються здвоєними або строєними, якщо відстані між ними (суміжними) не перевищує 2,5 метри. наступній редакції:

«за спеціальними правилами здійснюється перевезення небезпечних вантажів і не знищеної тари з під них, рух транспортних коштів і їхніх составів у випадку, коли хоч один з їхніх габаритних розмірів перевищує по ширині 2,65 метрів, по висоті від поверхні дороги - 4 метри (для контейнеровозів на встановлених маршрутах - 4,35 метрів), по довжині - 22 метра (для маршрутних транспортних засобів - 25 метрів), фактична маса більше 38 тон, навантаження на одиночну вісь - 10 тон, здвоєні осі - 16 тон, строєні - 22 тонни (на встановлених Мінтрансом і Державтоінспекцією - 40 тон, для контейнеровозів на встановлених маршрутах - 44 тони, навантаження на одиночну вісь - 11 тон, здвоєні осі - 18 тон, строєні - 24 тони) або якщо вантаж виступає за задній габарит транспортного засобу більше як на 2 метри [2].

Осі вважаються здвоєними або строєними, якщо відстань між ними (суміжними) не перевищує 2,5 метри.

Класифікація вантажів відбиває ті властивості, які визначають різні сторони процесу їхнього перевезення й зберігання. Для планування перевезень автомобільним транспортом вантажі класифікуються по номенклатурі 21 класу. Наш вантаж відноситься до 12 класу - промислові вантажі й формувальні матеріали. Крім цього, за ознаками специфічних властивостей і ступеня небезпеки він відноситься до небезпечних вантажів 2-й групи - «небезпечні по своїх розмірах».

Відповідно до поняття маркування вантажів - це нанесення спеціальних написів і знаків. Наш вантаж має «вантажне» маркування, у якому зазначена маса вантажу й об'єм, а ще він має спеціальне маркування, тобто вказано центр ваги на самому вантажі для використання під час перевезення та навантаженні-розвантаженні.

1.2. Маршрут перевезення

Трансформатор доставлений на територію Придніпровської електростанції на залізничній платформі по під'їзним залізничним коліям і встановлена на дві залізничні поворотні опори (ложементи), які мають залізничні колісні площадки й перебувають на відомчих залізничних коліях.

Способів перевантаження або навантаження, розвантаження на автомобільний причеп-вагозов пропонується декілька.

Перший полягає в тім, що для навантаження використовується два 100-тонних самохідних, на гусеничному ході, крани, які встановлюється згідно розробленого конструкторами проекту організації виробництва.

Другий спосіб більш простий. Є автомобільний кран «Libgerr» LMT 1300 вантажопідйомністю 300 тон, який можна використати замість двох 100-тонних самохідних кранів, час на доставку якого, монтаж, розбирання, відправлення набагато більше.

Третій спосіб, як ми приймаємо – це такелажний спосіб. Він застосовується тому, що на електростанції немає місця для розміщення крану.

Маршрут перевезення трансформатору від місця зберігання, відомчої залізничної гілки до цеху електростанції, де будуть встановлювати цей трансформатор, становить 1,1 км, тобто руху автопоїзду за межі електростанції не буде.

Умови перевезення більш детальноше будуть приведені по частково в кожному розділі (ухили поперечні, повздовжні і т.п.).

1.3. Вибір автотранспортних засобів та розрахунок тягових зусиль

1.3.1. Вибір рухомого складу. У цьому розділі ми переходимо до чергового розділу виконання проекту перевезення великовагового й великогабаритного вантажу - вибір і обґрунтування типів рухомого складу, проведення необхідних розрахунків.

Перевезення великогабаритних і великовагових вантажів автомобільним транспортом здійснюється лише у зв'язку з неможливістю або недоцільністю їхнього транспортування враздріб або іншим видом транспорту.

Вибір виду транспорту здійснюється на стадії розробки проектної документації на виготовлення великогабаритного або великовагового устаткування або виробу. У розрахунках ураховуються витрати, пов'язані з можливими заходами щодо часткової реконструкції автомобільних доріг, штучних споруджень і забезпечення безпеки дорожнього руху.

З огляду на велику вагу, а також довжину, ширину та висоту трансформатора, для його перевезення можна вибрати рухомий склад, раніше розглянутий нами в аналітичній частині.

А. З огляду на те, що самохідних модульних транспортерів в Україні немає, а їхня мобілізація через кордон й назад є дуже дорогою, вибираємо вітчизняний транспорт, що перебуває на Україні.

Б. Для перевезення технологічної колони вибираємо причеп-вагозов ЧМЗАП-8389, що по вантажопідйомності цілком відповідає для вибору. У якості тягового автомобільного засобу приймаємо автомобіль-тягач МАЗ-7313.

Причеп-вагозов складається із двох уніфікованих шестиосних візків ЧМЗАП-8388, зістикованих у поздовжньому напрямку, маючих окремі системи, самостійне керування й здатних мати загальну систему керування.

Рухомий склад по своїй міцності повинен відповідати транспортній масі перевезених вантажів, з обліком виникаючих при транспортуванні додаткових навантажень, забезпечувати схоронність вантажу й стійкість автопоїзда. При виборі

рухомого складу необхідно враховувати питомий тиск, що допускається, на навантажувальні майданчики.

Коротка технічна характеристика автомобіля-тягача МАЗ-7313 [3]

Вантажопідйомність, кг	21000
Власна маса зі станцією, кг	27600
Габаритні розміри, мм	
довжина	11660
ширина	3050
висота	2950
Максимальна швидкість, км/година	60
База, мм	7700
Колія, мм	2375
Потужність двигуна, л.с.	525

Коротка технічна характеристика причепа-ваговоза ЧМЗАП-8389 [3, 7]

Вантажопідйомність, кг	300000
Власна маса зі станцією, кг	53000
Габаритні розміри, мм	
довжина	26360
ширина	3740
висота	1310
Розміри вантажної платформи, мм	
довжина	19560
ширина	3350
Навантажувальна висота, мм	1280
Найменший дорожній просвіт, мм	358
Швидкість транспортування з вантажем, км/година	5 - 3,8
без вантажу	15
шестисного візка без вантажу	20
Ширина коридору, займаного автопоїздом з ЧМЗАП - 8389 із зовнішнім габаритним радіусом 22 м,	8,1 м.

1.3.2. Розрахунок тягових зусиль. Розрахунок тягових зусиль і вибір транспортних засобів зроблено за наступною методикою [3, 7]:

1. Визначаємо сумарний опір (ТС) до руху всього транспорту по формулі:

$$F = G_T \cdot f_T + (G_{\Pi} + G_G)f_{\Pi} + (G_T + G_{\Pi} + G_G)F_y \quad (1.1)$$

де G_T – маса автомобіля-тягача, т

f – питомий опір руху автомобіля-тягача, н/т

G_{Π} – маса причепа-ваговоза, т

f_{Π} – питомий опір до руху причепа-ваговоза, н/т

G_G – маса вантажу, т

f_y – опір від ухилу дороги, н/т, рівне 1000 і (і - показник ухилу, що відповідає 0,01 на кожний відсоток ухилу), цей опір приймається із плюсом при підйомі і з мінусом при спуску).

2. Визначаємо необхідне тягове зусилля (Т.С.) з урахуванням збільшення тягового навантаження при зрушенні з місця приблизно до 50 %:

$$F_1 = 1,5 F \quad (1.2)$$

3. Визначаємо силу тяги обраного автомобіля-тягача по потужності двигуна на ведучих колесах автомобіля (Т.С.):

$$F_d = \frac{270 \cdot N}{V} \quad (1.3)$$

де N – потужність двигуна, Вт.

V – швидкість руху, км/година

ККД двигуна та силової передачі ($\eta = 0,85$)

4. Визначаємо силу тяги автомобіля-тягача по зчепленню з поверхнею дороги (Т.С.):

$$F_{\text{сц}} = P_c \cdot \phi \quad (1.4)$$

де P_c – зчіпна маса транспортного засобу, (т), що забезпечує надійне зчеплення його з поверхнею дороги.

Для автомобілів із ведучими задніми колесами P_c становить 0,6 – 0,7 їхньої маси.

Для автомобілів з усіма провідними колісьми P_C дорівнює масі. Із двох значень сил тяги F_D і $F_{CЦ}$ приймається в увагу найменше, котре й забезпечує переміщення транспортного вантажу.

Необхідною умовою для руху автопоїзда є

$$F_1 < F_{CЦ} < F_D \quad (1.5)$$

Розрахунок тягових зусиль і вибір транспортних засобів робимо для максимальної ваги - 180 т, перевезеного автомобілем - тягачем МАЗ – 7313 та причепом-ваговозом ЧМЗАП-8389, технічна характеристика яких наведена в розділі 1.3.1.

Вихідні дані:

$G_T = 180$ т	- маса вантажу з ложементами
$G_T = 27,6$ т	- маса автомобіля-тягача
$G_{П} = 53,0$ т	- власна маса причепа-ваговоза ЧМЗАП - 8389
$f_T = 200$ н/т	- питомий опір до розкачування автомобіля-тягача
$f_{П} = 250$ н/т	- питомий опір до розкачування причепа-ваговоза (дорожнє покриття – асфальтобетон)

ϕ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою.

Вибираємо найбільш складні умови - мокрий асфальтобетон, де $\phi=0,6$

$$F_y = i \cdot 0,01 \cdot 1000 = 6 \cdot 0,01 \cdot 1000 = 60 = 600 \text{ н/т}$$

$$i_{\text{підйому}} = 6\% \quad i_{\text{спуску}} = 10\%$$

Визначаємо загальний сумарний опір руху автопоїзда по прямій:

$$F_{\text{пр}} = G_T \cdot f_T + (G_{П} + G_T)f_{П} \quad (1.6)$$

$$F_{\text{пр}} = 27,6 \cdot 200 + 233 \cdot 250 = 63770 \text{ Н}$$

На підйом:

$$F_{\text{під.}} = G_T \cdot f_T + (G_{П} + G_T) \cdot f_{П} + (G_T + G_{П} + G_T) \cdot f_y$$

$$F_{\text{під.}} = 27,6 \cdot 200 + 233 \cdot 250 + (27,6 + 233) \cdot 600 = 220130 \text{ Н}$$

Визначаємо опір руху автопоїзда за умови зрушення з місця:

$$F_1 = 1,5 F$$

- по прямій: $F_{1\text{пр.}} = 1,5 \cdot 63,77 = 95,65 \text{ кН}$

- на підйом: $F_{1\text{під.}} = 1,5 \cdot 220,13 = 330,2 \text{ кН}$

Визначаємо силу зчеплення колес з дорогою залежно від стану дорожнього покриття:

$$F_{\text{сц}} = P_{\text{с}} \cdot \phi \quad (1.7)$$

де $P_{\text{с}}$ – зчіпна вага автомобіля-тягача

$$F_{\text{сц}} = 27,6 \cdot 0,6 = 165,6 \text{ кН}$$

Визначаємо силу тяги автомобіля-тягача:

$$F_{\text{д}} = \frac{270 \cdot N}{V} \quad (1.8)$$

де ККД трансмісії = 0,85

N_e - потужність двигуна = 525, л.с.

V - швидкість руху, км/година $V_1 = 5$ км/годину, $V_2 = 3$ км/годину

$F_{\text{д1}}$ – для $V_1 = 5$ км/год

$$F_{\text{д1}} = \frac{270 \cdot 0,85 \cdot 525}{5} = 240,9 \text{ кН}$$

$F_{\text{д2}}$ – для $V_2 = 3$ км/година

$$F_{\text{д2}} = \frac{270 \cdot 0,85 \cdot 525}{3} = 401,6 \text{ кН}$$

При русі по прямій:

$$F_1 < F_{\text{сц}} < F_{\text{д}} \quad (1.9)$$

$$95,65 \text{ кН} < 165,6 \text{ кН} \quad \text{і} \quad 96,65 \text{ кН} < 240,9 \text{ кН}$$

тобто досить для одного автомобіля - тягача.

На підйомі: повинне $F_{\text{під}} < F_{\text{сц}} < F_{\text{д}}$, а фактично $330,2 > 401,6$, тобто досить одного автомобіля - тягача. Тільки швидкість повинна бути 3 км/год.

Таким чином, при русі на підйом з ухилом 6% необхідно один тягач:

- МАЗ-537 – основний.

Визначаємо необхідну кількість тягачів на спуску 10 %.

При цьому, опір від ухилу дороги, н/т при спуску в 10 % буде рівний.

$$f_y = i \cdot 0,01 \cdot 1000 = 10 \cdot 0,01 \cdot 1000 = 100 = 1000 \text{ н/т}$$

Відповідно до вищевикладеної методики:

$$F_1 = 27,6 \cdot 200 + 233 \cdot 250 - 260,6 \cdot 1000 = - 196,8 \text{ кН}$$

$$F_{\text{сц}} = 165,6 \text{ кН}$$

З розрахунку видно, що для стримування транспортного засобу при русі на спуску 10 % при стані дороги «мокрый асфальтобетон» додаткових тягачів не потрібно.

1.3.3. Розрахунок швидкості руху автопоїзда з вантажем. Середньотехнічна швидкість автопоїзда з вантажем підраховується з обліком його максимальної швидкості й необхідних зменшень швидкості.

$$V_{\text{ср.т.}} = V_{\text{мах}} \cdot K \cdot 0,8 \quad (1.10)$$

де $V_{\text{мах}}$ - 7 км/годину - максимальна швидкість причепа-вагозов с вантажем

$K = 0,95$ - коефіцієнт зменшення швидкості для автопоїздів великої вагопідьомності

0,8 - коефіцієнт зменшення швидкості на автодорогах

$$V_{\text{ср.т.}} = 7 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 5,32 \text{ км/год}$$

Таким чином, середньотехнічна швидкість руху автопоїзда з вантажем складе 5,32 км/годину.

На спуску $V_{\text{ср.т.}} = 7 \cdot 0,95 \cdot 0,53 = 3,52 \text{ км/годину}$

Відповідно до тягового розрахунку, проведеному стосовно до існуючих умов перевезення для транспортування причепа-ваговоза, завантаженого технологічною колоною, потрібно МАЗ-537.

Висновки по розділу 1

Приведено вимоги при визначені раціональних параметрів кріплення та розміщення великовагових та великогабаритних вантажів. Згідно з вимогами нами детально та конструктивно розглянуті питання дорожнього огляду автомобільних доріг. Розглянута класифікація вантажів 180 т довжиною 11400 мм, шириною 3200 мм, висотою 4750 мм, який відноситься до небезпечних вантажів 2-ої групи.

Для перевезення таких вантажів використовуються автомобілі-тягачі Рено, ДАФ, STYR 1491, МАЗ-537, напівпричепи Coldnoffer, Шевроле, Кайзер та інші. Розрахована середньо технічна швидкість руху автопоїзда з вантажем по прямій та на спуску.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ ТА ЗАХОДИ ПІДГОТОВКИ ДО ПЕРЕВЕЗЕННЯ

2.1. Характеристика маршруту

Для здійснення перевезення трансформатора у м. Дніпро необхідний рухомий склад, що ми підібрали в розділі 1 дійсної роботи та подача якого буде здійснюватися своїм ходом.

Повернення автоколони здійснюється в такий же спосіб.

Маршрут подачі автоколони з автопоїздом проходить через м. Дніпро. Основні вимоги до режиму проїзду позагабаритних і великовагових транспортних засобів, викладений в «Правилах проїзду великогабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями й залізничними переїздами» (далі «Правила»), затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 18 січня 2001 року № 30 “Про проїзд великогабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями й залізничними переїздами». Вони полягають у наступному.

Умови й режим проїзду великогабаритних і великовагових транспортних засобів

«4. Основним документом, що надає право на рух великогабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями й залізничними переїздами та визначає умови й режим їхнього проїзду є дозвіл, що видається перевізникові Державтоінспекцією при наявності погоджень із дорожніми, комунальними, залізничними та іншими підприємствами і організаціями [6].

Максимальна швидкість руху автопоїзда і колони 20 км/год.

З урахуванням коефіцієнта зниження швидкості на різних ділянках маршруту швидкості становлять від 10 до 15 км/годину, а на автомагістралях до 25-40 км/годину, виходячи з умов, зазначених у дозволі ДАІ.

Рух автоколони проходить у світлий час доби, робляться зупинки для контрольного огляду рухомого складу.

Місця стоянки автоколони для короткочасного відпочинку й контрольного огляду визначає старший автоколони, призначений дирекцією автотранспортного підприємства, по місцевих умовах. Колона рухається строго в правому ряді проїзної частини дороги й виїжджає в лівий ряд тільки при необхідності об'їзду зупиненого транспортного засобу, обгону або перебудування перед перехрестям. Водії транспортних засобів повинні рухатися зі швидкістю не більше швидкості, зазначеної в дозволі ДАІ.

У туман і ожеледь рух заборонений.

Транспортні засоби повинні бути обладнані відповідно до вимог «Правил проїзду великогабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями й залізничними переїздами.

По м. Дніпро рух автопоїзду відбувається по слідуєчому маршруту:

- вул. Миколи Хвильового, вул. Гвардійська, пр. Свободи, вул. Кайдакський шлях, виїзд на Набережну заводську, рух по Січеславській набережній, по Набережній Перемоги, по Южному мосту, по вул. Гаванській, по вул. Вознюка, по вул. косм. Волкова.

Приймаємо розрахункову відстань перевезення з урахуванням проїзду по території електростанції 1,1 км.

Режим руху:

через кожні 2,5 години руху перерва на 30 хвилин. Перевірка технічного стану рухомого складу.

Максимальний ошатний час 12 годин без резервного водія.

Час виїзду 8.00 годин.

Перевезення здійснюється в літню пору року.

2.2. Розрахунок швидкості руху автопоїзда

Повздовжній профіль автомобільних шляхів представляє собою різноманітне поєднання підйомів, горизонтальних участків доріг та ухилів, які відповідним чином впливають на характер руху автомобіля. Якщо рух на підйомах та горизонтальних участках шляхів здійснюється за рахунок енергії двигуна, то на ухилах рух здійснюється як за рахунок можливого використання енергії двигуна, так і під впливом складової ваги автомобіля. У результаті цього швидкість може досягати значної величини, яка перевищує значення максимальної швидкості на горизонтальному участку шляху. Визначення швидкісних можливостей автомобіля у таких випадках може здійснюватися різними способами. Вибираємо спосіб, який впливає з умов забезпечення небезпечного руху автомобіля. При цьому під можливою швидкістю руху на ухилах розуміється така швидкість, починаючи з якої під впливом сили гальмування не порушиться стійкість автомобіля, тобто він не перекинеться відносно передньої вісі і його зчеплення з поверхнею дороги не порушиться.

Величина повної сили гальмування визначається [3, 12]:

$$P_T = P_{\tau} + \gamma_f G_a - \sin \alpha * G_a + \gamma_w G_a \quad (2.1)$$

де P_T – повна сила гальмування автомобіля, н

γ_f – питома сила опору качіння, н/н

γ_w – питома сила опору повітря, н/н

У зв'язку з тим, що величини $\gamma_f | G_a$ і $\gamma_w | G_a$ незначні в порівнянні з іншими величинами, які входять до рівняння (3), то рівняння для визначення P_T може бути записано у вигляді

$$P_T = P_{\tau} - \sin \alpha G_a \quad (2.2)$$

Кінетична енергія руху автомобіля при гальмуванні буде використана на роботу гальмуючої сили:

$$mV^2 = P_T \cdot S \quad (2.3)$$

де m – вага автомобіля, кг

V – початкова швидкість гальмування, м/сек

S – шлях гальмування, м

Гальмування для даного випадку розраховується до повної зупинки автомобіля.

З порівняння (2.3) визначаємо величину сили гальмування

$$P_T = \frac{m \cdot V^2}{2 \cdot S} \quad (2.4)$$

При гальмуванні $P_T = P_j$ [Н].

Треба звернути увагу на те, що шлях гальмування автомобіля на горизонтальній ділянці шляху буде максимальним у випадку руху автомобіля по ділянкам шляху з нульовим та позитивним ухилами [3, 12].

У зв'язку з цим прийнята умова, відповідно до якої шлях гальмування автомобіля при його русі на ухилах різної величини та при різному коефіцієнті зчеплення, повинен бути рівним шляху гальмування автомобіля на горизонтальній ділянці шляху, величина якого визначається за формулою:

$$S = \frac{V_{max}^2}{2 \cdot g \cdot \varphi} \quad (2.5)$$

де V_{max} – максимальна швидкість руху на горизонтальній ділянці шляху, м/сек.

Знаючи максимальну швидкість руху автомобіля, можна знайти величину шляху гальмування S .

З умов перевезення вантажу та категорії дороги I класу обираємо максимальну швидкість руху автопоїзда [3, 12].

Маючи на увазі велику вагу та габарити вантажу, з умов забезпечення безпеки дорожнього руху приймаємо V_{max} на горизонтальній ділянці дороги рівним 26 км/год або 7,22 м/сек.

Тоді S – шлях гальмування буде рівним:

$$S = \frac{V_{max}^2}{2 \cdot g \cdot \varphi} = \frac{7,22^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7} = 3,799 \text{ м},$$

де φ - коефіцієнт зчеплення приймаємо рівним 0,7.

Для визначення можливої швидкості руху автопоїзда при русі на ухилах обираємо максимально допустимий при будівництві шляхів повздовжній кут нахилу відповідно ДБН В.2.3-4-2000

$$\alpha = 35 \text{ ‰} \text{ або } 2^\circ 01'$$

Разом з цим необхідно враховувати, що на деяких ділянках дороги (враховуючи міські дороги) її категорійність до ІУ.

Тоді $\alpha = 55 \text{ ‰}$ або $3^\circ 08'$

Розрахунок можливої швидкості на ухилах проводим для $3^\circ 08'$.

$$\begin{aligned} V^2 &= \sqrt{2 \cdot S \cdot g \cdot (\cos \alpha \cdot \varphi - \sin \alpha)} = \\ &= \sqrt{2 \cdot 3,799 \cdot 9,81 \cdot (0,99849 \cdot 0,7 - 0,05495)} = 24,98 \text{ км / год} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Виходячи з умов перевезення нашого вантажу, приймаємо максимальну швидкість руху автопоїзда по маршруту перегону в м. Дніпро 15 км/год.

2.3 Організаційно-технічні заходи

Організаційно-технічні заходи проводяться з метою підготовки до своєчасного й безпечного виконання робіт. Ці заходи розробляються замовником та затверджуються наказом по підприємству з визначенням керівника робіт (відповідального).

Заходи , які виконує Замовник:

1. Призначає наказом відповідального представника Замовника на період провадження робіт
2. Наказом призначається матеріально відповідальна особа із числа інженерно-технічних працівників з покладанням на нього обов'язків і відповідальності за провадження робіт, техніку безпеки й протипожежні заходи;
3. Оформляє дозвіл у ДАІ на перевезення колони й супровід;
4. Підготовляє навантажувальну, розвантажувальні площадки і трасу перевезення відповідно до вимог дійсного проекту;
5. Забезпечує безпечний і безперешкодний проїзд із вантажем по інженерних спорудженнях, підземним комунікаціям;
6. При необхідності виконання робіт у нічний час забезпечує освітлення навантажувальної й розвантажувальної площадок по встановлених нормах освітленості;
7. Виділяє за заявкою керівника робіт підрядної організації на час провадження робіт необхідними, обумовленими договірними умовами, матеріали, механізми, протипожежні засоби та ін.. ;
8. Викликає на прохання керівника робіт Підрядника, представників організацій;
9. Робить навантаження, кріплення, транспортування й розвантаження колони синтезу.

Заходи, які виконує керівник робіт

1. Вивчає дійсний проект і іншу необхідну документацію, що забезпечує транспортування колони.
2. Робить огляд колони, вантажно-розвантажувальних площадок, дороги транспортування. При наявності зауважень дає рекомендації з їхнього усунення.
3. Одержує в Замовника необхідні узгодження й дозволи на перевезення, переконується в їхній повноті й достатності.
4. Уточнює разом із Замовником орієнтацію колони синтезу щодо місця установки, на якому вона встановлюється.

5. Знайомить персонал, що бере участь у провадженні робіт, з дійсним проектом, робить інструктаж і оформляє його відповідно до правил техніки безпеки, погоджує з персоналом умовну сигналізацію.

6. Здійснює поточне керівництво роботами з навантаження, транспортування й розвантаження.

Висновки по розділу 2

Приведений розрахунок тягових зусиль для перевезення трансформатора. Підтверджений рухомий склад, це причеп-вагозов 4МЗАП-8389, вантажопідйомність 300 т та ваговий автомобіль МАЗ-7313. Розрахунок тягових зусиль показав, що при перевезенні заданого вантажу необхідний 1 автомобіль як по прямій, так і на підйомі та спуску.

Визначена швидкість руху автопоїзда по маршруту: «вул. Миколи Хвильового – вул. косм. Волкова»

Визначені організаційно-технічні заходи, обов'язки керівника робіт.

РОЗДІЛ 3

РОЗМІЩЕННЯ Й КРІПЛЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРА ВАГОЮ 180 ТОНН НА АВТОМОБІЛЬНОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ

3.1. Вимоги до рухомого складу

Рухомий склад, використовуваний для перевезення великогабаритних великовагових вантажів, його технічний стан і устаткування повинні відповідати вимогам заводів - виготовлювачів.

Рухомий склад повинен забезпечувати надійне розміщення й кріплення вантажу з урахуванням його ваги й габаритів, а також схоронність вантажу, безпеку руху й стійкість автопоїзда.

Рухомий склад повинен відповідати вазі перевезеного вантажу з обліком виникаючих під час перевезення додаткових навантажень.

При виборі рухомого складу необхідно враховувати конструкцію платформи в місцях установки опор під вантаж. Інвентарні елементи кріплення вантажів на платформі причепа, а саме: скоби, гаки, пружини, петлі й т.д., повинні бути без деформацій, порушень цілісності матеріалу, зварених швів [7].

3.2. Розміщення та кріплення вантажу на рухомому складі

Для розміщення та кріплення трансформатора на рухомому складі необхідно враховувати, що причіп ЧМЗАП-8389 вантажопідйомністю 300 тонн складається в єдиний із двох причепів вантажопідйомністю 150 тонн кожен (ЧМЗАП-8388). Місце з'єднання посередині, тому, при перевезенні вантажу і його кріпленні ця обставина має велике значення. При русі причепа ЧМЗАП-8389 кожен із складових ЧМЗАП-8389 по поперечній осі здійснює свою траєкторію руху, а по поздовжній осі цей рух єдиний. Але при спусках та підйомах по поздовжній осі незалежні 150 тонн проходять траєкторію по різному, що приводить до руху середньої осі вгору або вниз. Це може привести до ситуації, коли середина (на з'єднанні) причепа, здійснюючи

рух вверх діє на вантаж і вантаж за рахунок вертикальних сил може змінювати своє положення на причепі, що призведе до його падіння або критичного зсуву і ушкодженню.

Для раціонального розміщення та кріплення нашого вантажу на причепі, та запобіганню небезпечного стану системи «причіп – вантаж» необхідно забезпечити конструкцію, яка об'єднує єдину ціліність причепа і виконує функцію додаткової рами для трансформатора.

Для виготовлення збірної конструкції рами ми підбираємо комплектуючі та матеріали. Рейки залізничні Р50 ДСТУ 7174-75 – 8 штук $L = 12500$ мм, гайки М24-64 ДСТУ 5915-70 – 8 штук, шайби 24.02 ДСТУ 9649-78 – 8 штук. Також, виготовляємо стяжні шпильки зі сталі 45.

Розміщуємо по 4 рейки пропорційно по поздовжній осі причепа, стягуємо шпильками та гайками, між рейками закладаємо дерев'яні прокладки – матеріал сосна. Розміщення та конструктивні особливості рами зазначені на слайдах № 3, 4 презентаційного матеріалу.

Але, для того, щоб рама була жорсткою, дві половини рами необхідно з'єднати. Для жорсткості рами ми виготовляємо: упори поперечні – 2 штуки, упори бокові ліві – 2 штуки, фіксатори – 8 штук, скоби – 16 штук, клини – 16 штук. Для розтяжок підбираємо дрiт 6-04 ДСТУ 3282 загальною довжиною 500 м.

Кріплення трансформатора вагою 180 тонн на стор 48 на рухомому складі проводимо:

- спочатку закріплюємо раму за допомогою упорів лівих та правих, бокових, потім упорів поперечних;
- закріплюємо упори та раму за допомогою скоб та клинів;
- потім зверху рами укладаємо 4 дерев'яні бруси.

Після цього проводимо роботи по завантаженню трансформатора, забезпечуємо закріплення вантажу та всього конструктива розтяжками.

3.3. Побудова графіку перегону автопоїзда та перевезення вантажу

Довжина перегону автопоїзда по маршруту вул. Миколи Хвильового – вул. косм. Волкова складає 19,8 км.

При швидкості перегону автопоїзда 15 км/год час перегону складає 79 хв.

Після перегону технологічна перерва складає 30 хв.

Подача автопоїзда – 20 хв.

Час завантаження – 130 хв.

Час закріплення – 120 хв.

Перевезення вантажу на відстань 1,1 км складає 22 хв.

Загальний час перегону автопоїзда та перевезення вантажу вагою 180 тонн, подача під завантаження, завантаження складає 6,68 годин, тобто, 401 хв.

3.4. Технологія завантажувальних та розвантажувальних робіт

Умови до виконання робіт по завантаженню трансформатора.

Виконання всіх робіт по завантаженню і розвантаженню трансформатору проводиться згідно технічної документації та діючим інструкціям.

Операція по підйманню вантажу та його переміщенню проводиться по команді майстра або по його дорученню, по команді бригадира.

При підйманні, переміщенні вантажу необхідно забезпечити сталість вантажу та вантажопідіймаючого обладнання. Також підймання повинно бути плавним, без ривків та перекосів.

Вантажопідіймаючі механізми, такелажне обладнання повинно бути перевіреном та відповідати одиницям кількості навантаження.

Завантаження трансформатора на причеп-ваговіз ЧМЗАП-8389 проводиться в два прийоми.

Перший етап – підймання вантажу на шпальну клітку, висота якої дорівнює вантажній висоті причепа, другий – переміщення вантажу з шпальної клітини на платформу причепа-ваговоза.

Підіймання вантажу здійснюється на шпальну клітку до подачі автопоїзду під завантаження.

Для забезпечення сталості трансформатора при підйманні на шпальну клітку довжину кожної шпальної клітки необхідно виставити паралельно поперечній вісі трансформатора в розмірі 4150 мм (довжина шпали і додати довжину напівшпалку) з вікном 2300 мм.

Умови до технології підіймання та пересування вантажу приведені на слайдах № 5-7 презентаційного матеріалу.

Викласти з однієї сторони трансформатора домкратні клітки із щільно укладених шпал та установити на них під спеціальні міста трансформатора гідравлічні домкрати.

Підіймати по чергово то одну, то другу сторони трансформатора. Підняти таким чином трансформатор на висоту 1120 мм, тобто викласти основну шпальну клітку із 7 рядів шпал, при цьому в останньому верхньому ряді шпали повинні лежати вздовж вісі трансформатора. Нахил вантажу не повинен бути біль ніж 3 %.

Встановити причеп паралельно трансформатора на відстані 1000 мм від основних шпальних кліток таким чином, щоб поперечна вісь вантажної платформи причепа співпала з центром тяжіння трансформатора.

Викласти під несучі балки причепа страхувальну шпальну клітку. Опустити платформу на страхувальну клітку.

Викласти проміжні шпальні клітки таким чином, щоб в останньому ряді шпали лежали повздовж вісі трансформатора.

Покласти на опорні бруски причепа підкладки з дерева таким чином, щоб вони були на одному рівні з основною та проміжною шпальними клітками.

Підіймаючи по чергово з бокових сторін трансформатор, покласти під нього на шпальні клітки та платформу причепа рейки залізнично-дорожні Р 50 довжиною 12500 мм.

Закріпити на зовнішніх двох рельсах упори для роботи гідро циліндрів та провести зсув трансформатора зі шпальної клітки на платформу причепа.

Підіймаючи вантаж по чергово з кожної сторони, прибрати залізнично-дорожні рейки та з платформи підкладки дерев'яні і розмістити його на опорні бруски.

Прибрати проміжні шпальні клітки.

Закріпити трансформатор на причепі.

Згідно з технологією завантаженості підбираємо обладнання та матеріали.

Таблиця 3.1

Кількість обладнання та матеріалів за умов завантаження вантажу вагою 180 т
(до слайду № 5 презентаційного матеріалу)

№	Найменування	Тип, розмір	Кількість	Примітка
1	Вантаж трансформатор	АТ ДТН-200000/330/10	1	
2	Напівпричіп в/п 300 тон	ЧМЗАП -8389	1	
3	Основна шпальна клітка	Шпала залізнична 2750x230x160	160	
4	Проміжна шпальна клітка	Шпала залізнична 930x230x160	48	
5	Проміжна шпальна клітка	Шпала залізнична 2750x230	64	
6	Підкладочні дошки	1200x150x20	16	
7	Станція насосна		2	
8	Упор рельсовий		2	
9	Домкрат гідравлічний	ДГ - 100	4	
10	Гідроциліндр	ЮМЗ	2	
11	Плита залізна	400x400x20	4	
12	Плита залізна	300x300x20	6	
13	Домкратна клітка	Шпала залізнична 690x230x160	36	
14	Страхувальна клітка	Шпала залізнична 460x230x160	32	

Умови до виконання робіт по розвантаженню вантажу вагою 180 тон.

Викласти основні шпальні клітки на висоту 1120 мм.

Встановити напівпричеп на відстані 1,0 м від шпальної клітки.

За допомогою гідросистеми підйому та спуску платформи напівпричепа підняти її до відмітки верха шпальної клітки і розклинити на цьому рівні напівшпалками.

Встановити з однієї сторони під трансформатор гідравлічні домкрати.

Демонтувати кріплення вантажу до платформи причепа.

Встановити проміжні шпальні клітки.

Підняти домкратами трансформатор та встановити під нього підкладки їх шпал.

Викласти рейки на основну і проміжну клітки. З допомогою автокрану завести їх під трансформатор. Головки рель сів перед цим змастити графітовою змазкою.

Трансформатор опустити на рейки.

Закріпити на рейках упори гідро циліндрів та поступово перемістити трансформатор на основні шпальні клітки.

Підіймаючи поступово та почергово вантаж з кожної сторони, прибрати залізничні рейки і опустити його на основну шпальну клітку.

Прибрати проміжні шпальні клітки.

Технічні вимоги:

Висота основних та проміжних шпальних кліток з-за усадки їх під дією переміщуваного вантажу повинна бути вищою платформи причепа з урахуванням підкладок під рейками на 40 мм.

Організація навантаження вантажу – трансформатора $Q = 180$ тон

У зв'язку з відсутністю у Замовника крану необхідної вантажопідйомності та території на електростанції для маневреності крану (автокрану), навантажувальні та розвантажувальні роботи при перевезенні трансформатора виконуються такелажним способом. Підйом та опускання вантажу здійснюється системою гідродомкратів.

Переміщення по залізничним рейкам з допомогою двох гідроштовхачів (гідроштовхачів).

Для забезпечення сталості трансформатора при підйманні на шпальні клітки довжину кожної шпальної клітки необхідно виставити паралельно поперечної вісі трансформатора в розмірі 4150 мм (довжина шпали плюс напівшпалок) з просвітом 2300 мм.

1. Для цього під домкратними площадками викласти домкратні шпальні клітки розміром $1370 \times 230 \times 160$ мм та встановити на них 4 (чотири) гідравлічні домкрати ДГО-100. Домкрати встановлюються на металеві плити розміром $500 \times 500 \times 30$ мм. Зазор, який залишився, вибрати листами фанери розміром $500 \times 500 \times 10$ мм.
2. Працюючи одночасно двома домкратами, підняти одну сторону трансформатора на хід поршня – 150 мм. Поставити для страхування спеціальні металеві підставки. Підставки встановити на металеві плити розміром $500 \times 500 \times 30$ мм. Зазор, який залишився, вибрати листами фанери розміром $500 \times 500 \times 10$ мм.
3. Підняти двома домкратами протилежну сторону трансформатора на хід поршня домкрата.
4. Прибрати шпальні клітки з під днища трансформатора.
5. Підготувати площадку (вирівняти) розміром 8 x 5,5 м для установки шпальних кліток.
6. Встановити дві шпальні клітки з укладкою двох рядів згідно креслення. Перший ряд шпал (нижній) встановити перпендикулярно повздовжньої вісі трансформатора.
7. Опустити одну сторону трансформатора на шпальну клітку, попередньо прибравши страхувальні підставки.
8. Прибрати страхувальні підставки з протилежної сторони та опустити трансформатор на другу шпальну клітку.

9. Працюючи двома домкратами одночасно, підняти одну сторону трансформатора на хід поршня домкрата (150 мм). Підкласти під днище трансформатора опорні бруски розміром $1000 \times 230 \times 80$ мм.
10. Опустити трансформатор на опорні бруски. Переустановити домкрати, встановивши опорні бруски розміром $1000 \times 230 \times 80$ мм під металеву плиту. Зазор між поршнем домкрату та днищем вибрати листами фанери розміром $200 \times 200 \times 10$ мм
11. Підняти двома домкратами протилежну сторону трансформатора на хід поршня домкрата (150 мм) на опорні бруски, повторивши операції 9, 10.
12. Підняти двома домкратами одну сторону трансформатора на хід поршня домкрата (150 мм). Встановити страховочні підставки (п.2). Замінити опорні бруски на ряд шпал, опустивши вантаж. Переустановити домкрати, підклавши під опорну плиту шпали.
13. Підняти двома домкратами протилежну сторону трансформатора на хід поршня домкрата (150 мм) та замінити опорні бруски на ряд шпал.
14. Продовжити піднімання трансформатора. Шпали п'ятого ряду викласти після підйому трансформатора на опорні бруски з двома шарами прокладних листів розміром $500 \times 500 \times 10$ мм. Переустановити домкрати, підставивши під плиту опорні бруски з прокладними листами розміром $500 \times 500 \times 10$ мм.
15. Підняти вантаж на хід поршня домкрата (150 мм). Замінити опорні бруски на шпали шостого ряду. Опустити вантаж на шпали. Переустановити домкрати, підставивши під плиту напівшпалки.
16. Продовжити піднімання трансформатора. Встановити на кожну із шпальних кліток шпали сьомого, восьмого, дев'ятого і десятого рядів.
17. Подати автопоїзд під навантаження на відстані одного метра від шпальної клітки згідно з виконаною перед цим розміткою на навантажувальній площадці.
18. Перпендикулярно повздовжньої вісі причепа на раму, згідно проекту, покласти вісім підкладних брусків розміром $3000 \times 200 \times 160$ мм.

19. Паралельно повздовжньої вісі причепа на підкладні бруски покласти ряд шпал.
20. За допомогою гідросистеми підймання та опускання платформи причепа встановити її на відмітці верха шпальної клітки і на цьому рівні розклинити платформу напівшпалками.
21. Викласти проміжні шпальні клітки між причепом та основною шпальною кліткою.
22. Автокраном встановити чотири рейки Р-50 довжиною 12,5 м на причеп і проміжні шпальні клітки.
23. Двома домкратами підняти одну сторону трансформатора на хід домкрата. Автокраном за допомогою клешневих захватів застопорити рейку і завести її під днище трансформатора. Тут завести другу рейку. Опустити трансформатор на рейки.
24. Двома домкратами підняти протилежну сторону трансформатора, завести третю і четверту рейки під днище трансформатора, опустити трансформатор на рейки.
25. Закріпити на зовнішніх двох рейках упори для роботи гідроциліндрів.
26. Під'єднати гідроциліндри до станції високого тиску.
27. Працюючи одночасно двома гідро циліндрами, здійснити перестановку трансформатора зі шпальної клітки на платформу причепа. Перестановку здійснювати до суміщення контрольних міток упорів.
28. За допомогою домкратів ДГО-100 та автокрану, підіймаючи одну та другу сторони трансформатора, вивести з-під днища трансформатора рейки, шпали і по 4 (чотири) підкладних бруса, залишивши по чотири, закладених в бокові упори.
29. Закріпити трансформатор на платформі причепа згідно з кресленням.
30. Перед виїздом з навантажувальної площадки зняту розклинку платформи причепа, розвантаживши напівшпалки за допомогою гідравлічної системи підймання та опускання платформи.

Організація розвантаження трансформатора.

Розвантаження трансформатора на ОРУ-330 проводиться на попередньо підготовлені шпальні клітки, які укладаються на рейковий путь з розміткою розвантажувальної площадки по аналогії з площадкою завантаження. Шпали для облаштування кліток доставляються автомобілем з завантажувальної площадки. Розвантаження проводити в наступній послідовності:

1. Встановити причеп з вантажем на відстані одного метра від шпальних кліток, привівши в соосність вісь між шпального простору з віссю трансформатора (серединою) на причепі. За допомогою гідросистеми підймання та опускання платформи причепа встановити його на відмітки верху шпальної клітки та розклинити на цьому рівні напівшпалками.
2. Демонтувати кріплення вантажу до платформи причепа.
3. Встановити проміжні шпальні клітки.
4. За допомогою домкратів ДГО-100 та автокрану, підіймаючи одну та другу сторони трансформатора, установити шпали згідно креслення та чотири залізничні рейки під днище трансформатора.
5. Закріпити на залізничних рейках упори для роботи гідроштовхателів.
6. Установити на залізничних рейках на шпальній клітці граничні упори, які забезпечують суміщення повздовжньої вісі трансформатора з повздовжньою віссю залізничного шляху. Нанести помітки краскою – вісь залізничного шляху – вертикальна вісь шпальних кліток – горизонтальна вісь шпальних кліток. Паралельно із залізничними рейками на шпальні клітки покласти по чотири шпали.
7. Провести пересування трансформатора з платформи причепа на шпальну клітку. Після цього демонтувати проміжну шпальну клітку.
8. Зняти розклинку платформи причепа за допомогою гідравлічної системи. Відігнати причеп.

Для опускання трансформатора та подачі на місце роботи необхідно виконати аналогічні операції, як для підймання трансформатора.

Висновки по розділу 3

Проведений аналіз розміщення та кріплення вантажів на рухомому складі. Розглянуті вимоги до рухомого складу, розтяжок, вантажів. Визначенні раціональні параметри розміщення та кріплення вантажу на рухомому складі.

Розроблена конструкція рами під вантаж, який забезпечує розміщення та закріплення вантажу на рухомому складі та в цілому системи причіп – вантаж.

Побудований графік руху автопоїзда по складовим: перегін; технологічна перерва; подача; час завантаження; час закріплення та перевезення.

Загальна відстань складає 20,9 км. Загальний час руху автопоїзда, завантаження та закріплення складає 6,68 год або 401 хвилина.

Розроблена технологія завантажувальних та розвантажувальних робіт. Підібрано обладнання та матеріали.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ АВТОПОЇЗДА З ТРАНСФОРМАТОРОМ ТА РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ЙОГО КРІПЛЕНЬ

4.1. Загальні положення

При транспортуванні негабаритних великовагових вантажів на систему «транспортний засіб - вантаж» діють наступні сили [7]:

1. *Поздовжня інерційна сила.* Виникає при змінному русі, різкому гальмуванні, прискоренні;
2. *Поперечна інерційна сила.* Виникає при русі, як складова поздовжньої інерційної сили і залежить від швидкості руху та кутової швидкості повороту коліс. У зв'язку з незначним впливом на стійкість, у розрахунках не враховується;
3. *Відцентрова сила.* Виникає при проходженні поворотів;
4. *Вертикальна інерційна сила.* Залежить від швидкісного напору повітря, розмірів поверхні вантажу й транспортного засобу;
5. *Сила тертя.*

Крапкою докладання поздовжньої, вертикальної й відцентрової сил є центр мас вантажу: у довгомірних вантажів, розміщених з опорою на два транспортних засоби - центри мас поперечних перерізів вантажу, розташованих у вертикальних площинах, що проходять через середини опор.

Вихідні дані:

1. Для вантажу

Q_{Γ} – маса вантажу, т - 180

$h_{\text{цт}}^{\Gamma}$ - висота центра ваги вантажу, м - 2,236

$V_{п.г}$	- найкоротша відстань від проекції центра мас до кінця обпирання в поперечному напрямку, м	- 1,67
$S_{б}^г$	- площа бічної навітряної поверхні, м ²	- 51,2
$h_{н.п.}^г$	- висота центра навітряної поверхні, м	- 3,75
$S_{повз}^г$	- площа торцевої вітрової поверхні, м	- 18,1

2. Для рухомого складу

$Q_{пр}$	- маса причепа, т	- 53,1
$h_{цт}^п$	- висота центра мас, м	- 1,0
$Нп. в.$	- навантажувальна висота, м	- 1,17
$S_{б}^п$	- площа бічної навітряної поверхні, м ²	- 14,0
$h_{цпп}^п$	- висота навітряної поверхні, м ²	- 0,9
$V_{п}^п$	- найкоротша відстань від центра причепа до ребра обпирання в поперечному положенні, м	- 1,87

3. Умови перевезення

V	- максимальна припустима швидкість із вантажем, км/година	- 5,0
$\alpha^{об}$	- прийнятий розрахунковий поперечний кут	- 3°26′
$\beta^{об}$	- прийнятий розрахунковий поздовжній кут	- 3°38′
R_m	- розрахунковий радіус повороту	- 20,0
g	- питоме вітрове навантаження, н/м ²	- 500
W	- вітрове навантаження, $W = g \cdot S$	
S	- площа навітряної поверхні	

4.2. Визначення сил, що діють на вантаж

Визначення поздовжньої інерційної сили:

$$P_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\Gamma} = 4000 \cdot 180 = 720 \text{ кН} \quad (4.1)$$

де $a_{\text{пр}}$ - питома величина поздовжньої інерційної сили = 4000 Н/т,
[7, табл. 3]

Визначення поперечної інерційної сили:

$$P_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\Gamma} = 100 \cdot 180 = 18,0 \text{ кН} \quad (4.2)$$

де $a_{\text{п}}$ - питома величина поперечної інерційної сили при швидкості руху 15
км/година

$$a_{\text{п}} = 100 \text{ Н/т} \quad [7, \text{табл. 4}]$$

Вертикальна інерційна сила:

$$P_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\Gamma} = 500 \cdot 180 = 90,0 \text{ кН} \quad (4.3)$$

де $a_{\text{в}} = 500 \text{ Н/т}$ - питома величина вертикальної сили [7, табл. 5]

Вітрове навантаження поперечна:

$$W_{\text{п}} = 500 \cdot S_{\text{б}} = 500 \cdot 51,2 = 25,6 \text{ кН} \quad (4.4)$$

Вітрове навантаження поздовжнє:

$$W_{\text{пр}} = 500 \cdot S_{\text{т}} = 500 \cdot 18,1 = 9,0 \text{ кН} \quad (4.5)$$

де 500 Н/м^2 – питома тиск вітру на 1 м^2 поверхні

Сила тертя поздовжня:

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot K_{\text{тр}} = 1800 \cdot 0,8 = 1440 \text{ кН} \quad (4.6)$$

де $K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт тертя = 0,8 сталь по гумі.

Сила тертя поперечна:

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \cdot K_{\text{тр}} \cdot (1000 - a_{\text{в}}) = 1800 \cdot 0,8 \cdot 0,95 = 1368 \text{ кН} \quad (4.7)$$

де $K_{\text{тр}} = 0,8$ (сталь по гумі)

4.3. Визначення сил, що діють на напівпричіп-вагозов

Визначення поперечної інерційної сили:

$$P_{\pi} = a_{\pi} \cdot Q_{\pi} = 100 \cdot 53,1 = 5,3 \text{ кН} \quad (4.8)$$

де a_{π} - питома величина інерційної сили = 100 Н/т

Вітрове навантаження поперечна:

$$W_{\pi} = 50 \cdot S_{\sigma} = 500 \cdot 14,0 = 7,0 \text{ кН} \quad (4.9)$$

На причеп-вагозов діють сили:

$P_{\pi} = 5,3 \text{ кН}$ – поперечна інерційна сила;

$W_{\pi} = 7,0 \text{ кН}$ – поперечне вітрове навантаження.

Ці зусилля приймаються до уваги при подальших розрахунках стійкості причепа з вантажем.

Отже, на вантаж при транспортуванні діють сили, що зіштовхують його із причепа:

$P_{\pi} = 720,0 \text{ кН}$ – поздовжня інерційна сила;

$P_{\pi} = 18,0 \text{ кН}$ – поперечна інерційна сила;

$P_{\nu} = 90,0 \text{ кН}$ – вертикальна інерційна сила;

$W_{\text{пр}} = 9,0 \text{ кН}$ – поздовжнє вітрове навантаження;

$W_{\pi} = 25,6 \text{ кН}$ – поперечне вітрове навантаження.

На причеп діють сили:

$P_{\pi} = 5,3 \text{ кН}$ – поперечна інерційна сила;

$W = 7,0 \text{ кН}$ – поперечне вітрове навантаження.

4.4. Розрахунок стійкості транспортного засобу з вантажем

На ділянці автодороги з поперечним або поздовжнім ухилом стійкість транспорту насамперед залежить від маси (сили ваги) системи «транспортний засіб-вантаж», кута нахилу транспортного засобу й висоти розташування центра ваги системи.

При нахилі транспортного засобу вертикальна складова сили ваги викликає однобічне перевантаження його рухомої частини, що різко зростає зі збільшенням кута нахилу. Крім того, коли транспортний засіб рухається, діють горизонтальна складова сили ваги, вітровий напір і сила інерції, також спрямовані горизонтально. При додаванні всіх горизонтально спрямованих сил, прикладених до центра ваги системи, тобто коли всі вони спрямовані убік і можливе перекидання транспортного засобу з вантажем [7].

Транспортний засіб з вантажем може перекинутися, якщо момент сил перекидання перевищить момент сил утримання. Цьому моменту відповідає певний критичний кут перекидання, величина якого різна для кожного типу транспортного засобу й вантажу.

Критичний кут перекидання визначається з рівняння рівноваги діючих сил.

Розрахунок стійкості

Запас стійкості системи «причеп + вантаж» оцінюється по формулі:

$$n = \frac{M_y}{M_o} > 1,25 \quad \begin{array}{l} M_y - \text{утримуючий момент} \\ M_o - \text{перекидаючий момент} \end{array} \quad (4.10)$$

$$M_y = Q_{об} \cdot \cos \alpha \cdot \underline{B} \quad (4.11)$$

де $Q_{об} = Q_{пр} + Q_r = 53 + 180 = 233 \text{ т}$

α - стандартний кут дороги в поперечному напрямку (на узбіччі) = $3^\circ 26'$;

$\cos \alpha = 0,9982$.

Для нашого розрахунку застосовуємо стандартний кут ухилу в поперечному напрямку, тому що більше не допускається.

$$M_y = 2330 \cdot 0,9982 \cdot 1,67 = 3884 \text{ кН/м}$$

$$M_o = a_{\pi} \cdot Q(h_{\text{цтс}} \cdot \cos \alpha + B \sin \alpha) + W h_{\text{нп}} \quad (4.12)$$

$$M_o = 100 \cdot 233(3,6 \cdot 0,9982 + 1,67 \cdot 0,059) + 25,6 \cdot 4,8 = 84,0 \text{ кН/м}$$

де $h_{\text{цтс}}$ – висота ц.в. системи «вантаж + причеп»

$$h_{\text{цтс}} = \frac{Q_{\pi} \cdot h_{\text{цт}}^{\pi} + Q_{\Gamma}(h_{\text{цт}}^{\Gamma} + h_{\pi} + H)}{Q_{\pi} + Q_{\Gamma}} = \frac{53,0 \cdot 0,9 + 180(2,236 + 1,0 + 1,17)}{53 + 180} = 3,6 \text{ м} \quad (4.13)$$

$h_{\text{нп}}$ – висота центра навітряної поверхні системи

$$h_{\text{нп}} = \frac{S_6^{\pi} \cdot h_{\text{нп}}^{\pi} + S_6^{\Gamma}(h_{\text{нп}}^{\Gamma} + h_{\pi} + H)}{S_6^{\pi} + S_6^{\Gamma}} = \frac{14 \cdot 0,9 + 51,2(3,75 + 1,0 + 1,17)}{14 + 51,2} = 4,8 \text{ м} \quad (4.14)$$

Отже, запас стійкості системи «причеп + вантаж»

$$n = \frac{M_y}{M_o} = \frac{3884}{84,0} = 46,2 > 1$$

Причеп з вантажем стійкий при русі по узбіччю, на повороті та при вітровому навантаженні.

Розрахунок стійкості вантажу на причепі-вагозові

у поперечному напрямку

Стійкість вантажу від перекидання на причепі-вагозові в поперечному напрямку визначається по формулі:

$$n = \frac{M_y}{M_o} > 1,25 \quad (4.15)$$

Перекидаючий момент:

$$\begin{aligned} M_o &= P_{\pi}^{\Gamma}(h_{\text{цт}}^{\Gamma} \cdot \cos \alpha + B_{\pi}^{\Gamma} \sin \alpha) + Q_{\Gamma} \cdot h_{\text{цт}}^{\Gamma} \sin \alpha + B_{\pi}^{\Gamma} P_{\text{в}}^{\Gamma} \cos \alpha + W_{\pi} h_{\text{нп}}^{\Gamma} = \\ &= 18(2,236 \cdot 0,99 + 1,67 \cdot 0,059) + 1800 \cdot 2,236 \cdot 0,059 + \\ &+ 1,67 \cdot 90,0 \cdot 0,99 + 25,6 \cdot 3,75 = 523,7 \text{ кН/м} \end{aligned} \quad (4.16)$$

Утримуючий момент:

$$\begin{aligned} M_y &= B_{\pi} Q_{\Gamma} \cos \alpha (1 - 0,001 a_{\text{в}}) + P_{\text{в}}^{\Gamma} h_{\text{цт}}^{\Gamma} \cdot \sin \alpha = \\ &= 1,87 \cdot 1800 \cdot 0,999 (1 - 0,5) + 90,0 \cdot 2,236 \cdot 0,059 = 1677,2 \text{ кН/м} \end{aligned} \quad (4.17)$$

$$\text{Запас стійкості } n = \frac{1677,2}{523,7} = 3,2 > 1,25$$

Тобто, стійкість вантажу в поперечному напрямку по стандартних дорогах забезпечена.

Визначення зусилля, що зрушує, у поздовжньому напрямку:

$$1,25 F_{\text{сдв}}^{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} \quad (4.18)$$

де $F_{\text{сдв}}^{\text{пр}}$ – зусилля, що зрушує, поздовжнє

$$F_{\text{сдв}}^{\text{пр}} = a_{\text{пр}} Q_{\text{Г}} \cdot \cos \beta + Q_{\text{Г}} \cdot \sin \beta + W_{\text{пр}} = 4,00 \cdot 180 \cdot 0,998 + 180 \cdot 0,063 + 9,0 = 841,4 \text{ кН} \quad (4.19)$$

$$F_{\text{сдв}}^{\text{пр}} = 739 \text{ кН}$$

де $a_{\text{пр}}$ – питоме інерційне навантаження = 4000 Н/т

$Q_{\text{Г}}$ - маса трансформатора = 180 т

β - кут нахилу траси = 3°38′

W - вітрове навантаження на торець = 9,0 кН

$$\cos \beta = \cos 3^{\circ}38' = 0,998$$

$$\sin \beta = \sin 3^{\circ}38' = 0,063$$

Визначення утримуючого зусилля (зусилля тертя):

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = f \cdot \cos \beta (Q_{\text{Г}} - a_{\text{пр}} Q_{\text{Г}} \cdot \sin \beta) \quad (4.20)$$

де f - коефіцієнт тертя (гума-сталь) – 0,8

$$\cos \beta = \cos 3^{\circ}38' = 0,998; \sin \beta = \sin 3^{\circ}38' = 0,063$$

$Q_{\text{Г}}$ – маса трансформатора = 180 т

$a_{\text{пр}}$ – питоме інерційне поздовжнє зусилля = 4000 Н/т

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 0,8 \cdot 0,998(180 - 4 \cdot 180 \cdot 0,063) = 1402,3 \text{ кН}$$

Запас стійкості від зрушення

$$n = 1,25 F_{\text{сдв}}^{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 1,25 \cdot 841,4 - 1402,3 = 1051,8 - 1402,3 = - 350,5 \text{ кН}$$

Трансформатор стійкий від зрушення в поздовжньому напрямку в ложементях і не вимагає кріплення.

Розрахунок зусилля, що зрушує трансформатор разом з рамою в поздовжньому напрямку:

$$n = 1,25 F_{\text{сдв}}^{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}}$$

$$F_{\text{сдв}} = a_{\text{пр}} Q_{\text{Г}} \cdot \cos \beta + Q_{\text{Г}} \cdot \sin \beta + W_{\text{пр}} \quad (4.21)$$

де $Q_{\text{Г}}$ – маса трансформатора з рамою = 182 т

$a_{\text{пр}}$ – питоме інерційне поздовжнє зусилля = 4000 Н/т

$$F_{\text{сдв}} = 4,00 \cdot 182 \cdot 0,9989 + 1820 \cdot 0,063 + 9,0 = 850,6 \text{ кН}$$

Визначення утримуючого зусилля (тертя):

$$F_{\text{тр}}^{\text{np}} = f \cos \beta (Q_{\Gamma} - a_{\text{np}} Q_{\Gamma} \cdot \sin \beta) = 0,8 \cdot 0,9989 (1820 - 4 \cdot 182 \cdot 0,063) = 1417,8 \text{ кН} \quad (4.22)$$

$$n = 1,25 F_{\text{сдв}} - F_{\text{тр}} = 1,25 \cdot 850,6 - 1417,8 = -355,3$$

Не потрібно кріплень.

Визначення зрушення в поперечному напрямку:

$$n = 1,25 F_{\text{сдв}}^{\text{п}} - F_{\text{тр}}^{\text{п}} \quad (4.23)$$

$$F_{\text{сдв}}^{\text{п}} = a_{\text{п}} Q_{\Gamma} \cdot \cos \alpha + Q_{\Gamma} \cdot \sin \alpha + W_{\text{п}}$$

де $a_{\text{п}}$ – інерційне зусилля поперечне = 100 Н/т

α - кут нахилу поперечний (на узбіччі), $\alpha = 3^{\circ}26'$;

$$\cos \alpha = 0,9982;$$

$$\sin \alpha = 0,0598.$$

$$F_{\text{сдв}}^{\text{п}} = 0,1 \cdot 1800 \cdot 0,9982 + 1800 \cdot 0,0598 + 25,6 = 151,2 \text{ кН}$$

Утримуюче зусилля (зусилля тертя):

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}} = f (Q_{\Gamma} - a_{\text{п}} Q_{\Gamma} \cdot \sin \alpha) (1 - 0,001 \cdot a_{\text{в}}) \cos \alpha \quad (4.24)$$

де $f = 0,8$ - коефіцієнт тертя сталь-гума;

$a_{\text{в}} = 500$ Н/т – питоме вертикальне інерційне зусилля;

$a_{\text{п}} = 100$ Н/т – питоме інерційне поперечне зусилля;

$$\cos \alpha = 0,9982;$$

$$\sin \alpha = 0,0598.$$

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 0,8 (1800 - 0,1 \cdot 1800 \cdot 0,0598) (1 - 0,5) 0,9982 = 717,5 \text{ кН}$$

Запас стійкості від поперечного зрушення буде:

$$n = 1,25 F_{\text{сдв}}^{\text{п}} - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25 \cdot 151,2 \text{ кН} - 717,5 \text{ кН} = -536,1 \text{ кН}$$

Вантаж стійкий від зрушення в поперечному напрямку. Кріплення не потрібно.

Але з огляду на складні умови навантаження, розвантаження й маневрів під час перевезення, варто закріпити трансформатор на балках стяжками, а балки на причепі - скобами й клинами.

Розрахунок кількості підкладок дерев'яних.

Під трансформатор підкладаємо бруски із твердих пород дерева розміром $3000 \times 230 \times 160$.

Площа одного бруска

$$F = 300 \cdot 23 = 6900 \text{ см}^2$$

Зусилля, яке приймає один брус $N = \gamma \cdot F$ (4.25)

$$N = 18 \cdot 6900 = 1242000 \text{ кН}$$

Необхідна кількість брусків

$$n = \frac{1800}{1242} = 1,5 \quad (4.26)$$

де 1800 – вага вантажу в кН.

Конструктивно приймаємо кількість брусків

$$n = 8 \text{ шт.}$$

Висновки по розділу 4

Виконано розрахунок стійкості автопоїзда з трансформатором при перевезенні на 20,9 км. Отримано: поздовжня інерційна сила – 720 кН; поперечна інерційна сила – 18,0 кН; вертикальна інерційна сила – 90 кН; поздовжня вітрове навантаження – 25,6 кН; поперечне вітрове навантаження – 9,0 кН; подовжня сила тертя 1440 кН; поперечна сила тертя – 1368 кН.

Розрахунки показують, що система «причеп-вантаж» стійка. Вантаж розміщено н рухомому складі задовольняє вимогам. Запас стійкості системи виконується (-355,3 кН; -536,1 кН).

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішувалася важлива мета – удосконалення організаційно-технічних напрямів по раціональності параметрів розміщення та кріплення великовагових та великогабаритних вантажів при перевезенні. У ході виконаної роботи отримані наступні основні результати:

1. Розглянуто вимоги при визначені раціональних параметрів кріплення та розміщення великовагових та великогабаритних вантажів. Згідно з вимогами нами детально та конструктивно розглянуті питання дорожнього огляду автомобільних доріг. Для перевезення цих вантажів використовуються автомобілі-тягачі Рено, ДАФ, STYR 1491, напівпричепи Coldnoffer, Шевроле, Кайзер та інші.

2. Виконано розрахунок тягових зусиль при перевезенні трансформатора на причепі-ваговозі ЧМЗАП-8389, вантажопідйомність 300 т та ваговому автомобілі МАЗ-7313.

3. Визначені раціональні параметри розміщення та кріплення вантажу на рухомому складі. Підібраний матеріал для виготовлення додаткової рами та кріплення вантажу.

4. Виконано розрахунок стійкості автопоїзда з трансформатором при перевезенні на 1,1 км, підтверджено стійкість під час руху системи «причеп-вантаж».

5. Розроблено напрями безпечного перевезення великовагового вантажу. Визначено компонування рухомого складу, його маркування.

6. Розроблені вимоги безпеки при завантаженні та розвантаженні вантажу та послідовно і технологічно розкриті питання організації цих робіт. Розроблена організаційна частина робіт та технологія підймання трансформатора при виникненні надзвичайної ситуації.

7. Раціональність параметрів розміщення та кріплення вантажу з плоскою основою – трансформатора вагою 180 тонн підтверджена розрахунковою частиною роботи – це розрахунок стійкості автопоїзда при перевезенні. Розраховані: поперечна інерційна сила, поздовжня, вертикальна та інші. Розрахунки показують,

що система «причіп – вантаж» стійка. Запас стійкості системи виконується (-355 кН та -536,1 кН)

8. Матеріали кваліфікаційної роботи впроваджено до навчального процесу ПДАБА (м. Дніпро) при викладанні теоретичного матеріалу з дисципліни «Транспортна логістика».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 1-26 Управління транспортом у місті (В.П.Мотейчук; Асоціація міст України та громад – К: Гнозіс, 232 с. – 2008р.)
2. Правила дорожнього руху: Офіційне видання. 2-е видання, виправлене і доповнене – К..А.С.К.. 2008 – 64 с.: іл.
3. Державний науково-дослідний інститут автомобільного транспорту, короткий автомобільний довідник, м. Москва, видавництво «Транспорт», 1997р.
4. Московське представництво компанії Mammoet Stoff V.O.F (Маммут Стуф Інформаційний матеріал про компанію Маммут Стуф ВОФ (журнали, брошури), м. Москва, липень, 1999р.
5. Всесоюзний науково – дослідницький інститут безпеки дорожнього руху, Інструкція з перевезення великогабаритних і важковагових вантажів на автотранспорті, м. Москва, 1986р.
6. Постанова Кабінету Міністрів України № 30 від 18.01.2001р., “Про проїзд великогабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями й залізничними переїздами”, м. Київ, 18.01.2001р.
7. Міністерство автомобільного транспорту УРСР. РД. 200 УРСР 61-81, РД. 238 УРСР 84003-61-89, “Інструкція про розміщення й кріплення великогабаритних і великовагових вантажів на автомобільному рухомому складі”, м. Київ, 1981р., м. Київ, 1989р.
8. Методичні вказівки до підготовки та виконання дипломного проекту (роботи) для студентів спеціальностей 7.07010601 – «Автомобілі та автомобільне господарство» і 7.05050308 – «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання» деної та заочної форм навчання. / Укладачі: Заренбін В.Г., Коноваленко Ю.І. – Дніпропетровськ: ДВНЗ ПДАБА, 2014 – 44 с.
9. Стадник В. І., Сакно О. П., Котов Є. В., Дзюбенко Є. С., Олійник Д. С. Моделювання організації перевізного процесу автопідприємства. Наукові праці Міжнар. наук.-практ. конф. "Сучасні технології на автомобільному транспорті та

машинобудуванні" [15-18 жовтня 2019 р.] Харків 2019. Харківський Нац. Автомобільно-Дорожній Університет. С. 155-158.

https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-TOMOBILE/Конференції/_тези19ХНАДУ.pdf

10. Закон України Про автомобільний транспорт (В редакції Закону №3492-IV (3492-15) від 23.02.2006. ВВР.2006. №32. ст. 273). (Із змінами, внесеними згідно із Законами ...).

11. ДБН В.2.3 – 4 : 2007. Автомобільні дороги.

12. О. М. Сумець, В. Ф. Голодний Основи експертизи дорожньо-транспортних пригод – автотехнічна експертиза : Навчальний посібник. – К.: «Хай-Тек Прес», 2008. – 160 с.

Формат	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	№ екз.	Примітка
			<u>Загальна документація</u>			
A4	1	МКР.ЕРМ.20.15025.00.ПЗ	Пояснювальна записка	69	1	
A4	2	МКР.ЕРМ.20.15025.01	Загальні положення кваліфікаційної роботи	2	1	Слайди №1, 2
A4	3	МКР.ЕРМ.20.15025.02	Розміщення та закріплення вантажів вагою 180 тонн на причепі	2	1	Слайди №3, 4
A4	4	МКР.ЕРМ.20.15025.03	Схема завантаження вантажів	1	1	Слайд №5
A4	5	МКР.ЕРМ.20.15025.04	Перевезення вантажів вагою 180 тонн	1	1	Слайд №6
A4	6	МКР.ЕРМ.20.15025.05	Схема руху автопоїзда по маршруту вул. Миколи Хвильового – вул. косм. Волкова	1	1	Слайд №7
A4	7	МКР.ЕРМ.20.15025.06	Графік перегону автопоїзда та перевезення вантажів	1	1	Слайд №8
A4	8	МКР.ЕРМ.20.15025.07	Схема розвантаження вантажів вагою 180 тонн	1	1	Слайд №9
A4	9	МКР.ЕРМ.20.15025.08	Схема сил, що діють на вантаж під час руху автопоїзда	1	1	Слайд №10
A4	10	МКР.ЕРМ.20.15025.09	Загальні висновки	1	1	Слайд №11

					МКР.ЕРМ.20.15025.00.ВКР			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Немченко І.В.			Визначення раціональних параметрів розміщення та кріплення великовагового вантажу з плоскою основою при його перевезенні Відомість КР	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Стадник В.І.					69	1
Керівник		Стадник В.І.				ПДАБА, гр. АТз-19мп		
Н. контр.								
Затвер.		Лиходій О.С.						