

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії
агроекосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 62-77

НАГОРНЮК О.Р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Модернізація універсального підйомника для ремонту та
обслуговування автомобілів»**

133 „Галузеве машинобудування”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавра
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

Керівник роботи
В.О. Шубенко
к.т.н., доцент

Житомир – 2024

Анотація

Нагорнюк О.Р. Модернізація універсального підйомника для ремонту та обслуговування автомобілів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування, – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В роботі розглянуто перелік робіт по обслуговуванню автомобілів. Проведено аналіз існуючих конструкцій підйомників та представлено власну розробку. Проведено розрахунки приводної станції на міцність та витривалість.

Abstract

Nagornyuk O.R. Modernization of the universal lift for car repair and maintenance. – Qualification work on manuscript rights. Work on obtaining a bachelor's degree in the specialty 133 Branch mechanical engineering, – Polissia national university, Zhytomyr, 2024.

The list of works on car maintenance is considered in the work. An analysis of the existing constructions of lifts was carried out and an own development was presented. Calculations of the drive station for strength and endurance have been carried out.

Зміст

Вступ	4
1. Технологічна частина.....	6
1.1. Планування технології Технічного обслуговування (то) і поточного ремонту (ПР) на АТПЕ	6
1.2. Призначення робіт ТО	9
Розділ 2. Конструкторська частина.....	12
2.1. Класифікація підйомників.....	12
2.2. Опис пристрою й дії конструкції	16
2.3. Проектування приводної станції	17
2.3.1. Розрахунки гвинта	17
2.3.2. Вибір електродвигуна	19
2.3.3. Вибір черв'ячного редуктора	21
2.3.4. Вибір муфт	23
2.3.5. Розрахунки шпонкових з'єднань	24
Висновок	28
Література.....	29

					Пояснювальна записка		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
Розроб.		Нагорнюк			3		29
Перевір.		Шубенко			ПНУ зр.		
Н. Контр.							
Затверд.							

Вступ

Основні типи автомобільних підйомників

Головними елементами будь-якого автомобільного підйомника є опорна система та механізм приводу. Класифікація такого обладнання можлива за різними критеріями. Так, за компоновочними схемами виділяються такі категорії:

Стійкові системи. Тут основою конструкції виступають колони, кількість яких варіює від однієї до чотирьох, але найбільш поширені двостоечні підйомники. До стійок на шарнірах кріпляться лапи, положення яких може змінюватися. Лапи підводяться під пороги або силові елементи кузова, після чого автомобіль піднімається за рахунок ходу кареток, що рухаються напрямними всередині стійок. Роботу пристрою забезпечує електромеханічний чи електрогідравлічний привід.

Ножичний, або паралелограмний автопідйомник. Тут машина заїжджає металевими трапами на платформу і надійно на ній фіксується. Під платформою розташовується система важелів, закріплених шарнірно подібно до ножиць. При включенні витягу важелі починають випрямлятися, що штовхає підйомний стіл вгору. У центральній частині конструкції знаходиться гідроциліндр або елементи гідропневматичної системи.

Також бувають плунжерні та канавні витяги, але вони зустрічаються набагато рідше.

Залежно від того, як піднімається машина на підйомнику, пристрої бувають двох типів:

Ручні. В даний час у майстернях вони майже не використовуються, але окремі автовласники ставлять такі механізми у себе в гаражі, причому зробити їх можна навіть своїми руками, наприклад, ножичну систему. Підйом платформи здійснюється шляхом докладання м'язової сили, що також потребує більшої кількості часу, ніж у випадку з електроустаткуванням.

									Лист
									4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

Автоматичні. Саме такі підйомники застосовуються у наші дні. Рух елементів конструкції забезпечується приводним блоком, який живиться від електрики. Управління ведеться з пульта, причому обладнання оснащується кінцевими датчиками, що своєчасно подають сигнал на завершення операції. Основну роботу виконує електричний двигун: або у складі насоса він нагнітає тиск у гідроциліндрах, або завдяки редуктору передає зусилля систему важелів. Автоматичні витяги відрізняються більшою безпекою та стійкістю, і вони розраховані на більш значні навантаження, ніж ручні.

Ще класифікація можлива за різновидами приводного пристрою:

- електрогідравлічні підйомники;
- електромеханічне обладнання;
- пневматичний тип.

Що стосується підйомників з використанням пневматики, то в них для підйому платформи застосовується стиснене повітря, що подається під тиском. Перевагою гідравлічних та пневматичних систем є плавність ходу та можливість забезпечити високу вантажопідйомність. Крім того, пневматичні підйомники мають досить високу швидкість роботи пристрою.

Також підйомники відрізняються за розмірами та максимальною вантажопідйомністю, так що одні з них призначені тільки для легкових автомобілів, а інші мають більш універсальний характер.

						Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна частина

1.1. Планування технології технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) на АТП

Планування та облік ведуть, виходячи з річної виробничої програми, на підставі якої визначають кількість працівників, робочих постів та площ виробничих приміщень.

Пости технічного обслуговування розраховують за добовою виробничою програмою, вираженою серед обслуговувань даного виду (ЕО, ТО-1, ТО-2, СО), пости поточного ремонту, а також виробничих ділянок – за річною виробничою програмою. Останню встановлюють по кожній групі машин, виходячи зі спискового складу, середнього річного пробігу однієї машини та нормативів міжремонтних пробігів та пробігів між технічними обслуговуваннями. Вихідні дані визначення кількості технічних обслуговування і трудомісткості цих робіт приймають з урахуванням конкретних умов роботи спеціалізованого автогосподарства і сезонної роботи машин.

Число робітників за виробничими ділянками та видами технічного обслуговування планують відповідно до середньодобової трудомісткості технічного обслуговування та ремонту машин та обладнання та з таблицями розподілу трудомісткості ТО та ремонту за видами робіт.

Основні документи планування та ремонту: бланк випуску, поворотний і технічний бланки верстата, листи технічного обслуговування і ремонту верстата, лицева карта верстата і карта безперервного ремонту пристрою. Форму виїзду, його поворот і технологічне положення верстата фіксує робочий механік на контрольному пункті. При виїзді на лінію механік-водій перевіряє технічний стан машини та записує у бланку (у відповідних графах) номер гаража, час виходу машини на лінію, показання спідометра та надлишок пального. Коли автомобіль переводиться з лінії в гараж, механік-водій активує контрольно-

										Лист
										6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

інспекційного робота, який потім фіксує час обертання, показання спідометра, надлишок палива і після завершення відображає відповідний значок «Автомобіль в порядку» або «Несправний».

Усю технічно справну техніку технічно справний механік відправляє на пост для належного обслуговування, а кількість таких автомобілів повідомляє в диспетчерську, де на наступний день їх записують у листок руху за підписом теплового механіка. Для машин, які потребують обслуговування або ремонту, механік заповнює аркуш паперу у формі, записує гаражний номер даної машини, дату та час, коли цей вид технічного обслуговування буде виконано, і направляє машину. Зверніться до свого регіону для обслуговування та ремонту. Якщо ваша машина потребує поточного ремонту, записуйте всі операції в розділ «Запити». Потреба в ремонті визначається під час перевірки машини або застосування. Після проведення технічного обслуговування старшина і черговий командир бригади ТО-1 розписуються на аркуші або проставляють на ньому штамп з написом «Виконано». Якщо машина потребує поточного ремонту, який не може бути повністю закінчений на момент технічного обслуговування, то в проектному листі також вказується передача робіт, необхідних для ремонту.

Перелік транспортних засобів, які пройшли технічне обслуговування та не потребують ремонту в режимі онлайн, передається механіку КПП, а перелік транспортних засобів, які потребують ремонту, передається відповідальному з ПТО із зазначенням часу, витраченого на ремонт машини.

Механіки звикають до позмінної роботи та одержимо працюють під час техобслуговування, проводячи інвентаризацію машин на лінії.

Оглянувши транспортний засіб і перевіривши інформацію, водій дістає дорожній квиток із диспетчерської та показує його механіку, коли виїжджає з гаража. Запис про виконання містить підпис механіка, який підтверджує, що транспортний засіб було належним чином перевірено та ідентифіковано, тому механік не контролює зовнішній вигляд автомобіля. Технічний огляд машини проводиться повторно за підписом інженера-механіка. Якщо під час годинного

									Лист
									7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

огляду транспортних засобів перед виїздом на чергу водії помічають несправності, вони повідомляють про це механіків КПП. Якщо потрібен ремонт, механік складає на транспортний засіб бланк і доставляє його керівнику клініки, а автомобіль їде прямо в ремонтну майстерню. Тепер, після завершення виробництва верстата на лінії, кресляр-машиніст передає всі листи до відділу обладнання. Відділ обладнання прикріплює (після обробки) лицьову картку із зазначенням необхідної заміни пристрою та вузла, а номер у спеціальному полі посередині відповідає номеру автомобіля.

Після ремонту водій надає транспортний засіб разом із аркушем паперу механіку на контрольно-пропускному пункті, який оглядає транспортний засіб на наявність дефектів і передає папір механіку.

Коли ви зателефонуєте на лінію технічної підтримки транспортних засобів, механік КПП напише лист до відділу ремонту автомобілів цієї лінії. Під час поточного ремонту, якщо пристрій потрібно замінити, майстер або керівник заповнює картку поточного ремонту пристрою та зберігає її на суміжному складі з пристроєм. Після завершення ремонту записують зняті та встановлені компоненти та пристрої в реєстраційному листі вашого автомобіля. Екіпірувальний лист разом з карткою поточного ремонту приладу передається слюсарю КПП для перевірки в'язкості механічного робота. Якщо під час поточного процесу ремонту буде виявлено, що ремонт був потрібен через поломку машини або нещасний випадок, але це не зазначено у формі, керівник або субпідрядник повідомить керівника виробництва, правильно, якщо особа, яка розглядає заявку, подає заявку зі штампом «Нещасний випадок». Потрібна «Поломка» та ваш підпис.

Спеціальні автомобілі, призначені для експлуатації, закріплюються за водієм або бригадою водіїв. Він оформляється актом, який підписується всіма водіями бригади та начальником гаража (колонії) і затверджується начальником спецавтогосподарств. Якщо хтось із водіїв приєднався до екіпажу пізніше, складіть додатковий акт. Якщо ви раніше не користувалися цією машиною, то

						Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

для початку варто ознайомитися з особливостями її конструкції, правилами експлуатації та обслуговування.

1.2. Призначення робіт ТО

ТО-1 полягає у виконанні у повному обсязі:

- зовнішнього технічного огляду всього автомобіля;
- контрольно-діагностичних, кріпильних, регулювальних, мастильних, електротехнічних та заправних робіт з перевіркою роботи двигуна, кермового керування, гальм та інших механізмів.

Для діагностування механізмів та систем, що забезпечують безпеку руху автомобіля, служить комплекс діагностичних робіт (Д-1), який виконується при або перед ТО-1.

ТО-1 проводиться періодично через встановлені інтервали по пробігу та має забезпечити безвідмовну роботу агрегатів, механізмів та систем автомобіля в межах встановленої періодичності.

Для забезпечення інформацією про стан автомобіля станції, на якій проводитиметься ТО-2, за один-два дні проводиться поглиблене діагностування (Д-2), та при виявленні великого обсягу робіт автомобіль перенаправляється до зони поточного ремонту.

ТО-2 проводиться з виведенням автомобіля з експлуатації на 1-2 дні та включає виконання у встановленому обсязі кріпильних, регулювальних, мастильних та інших робіт, а також перевірку дії агрегатів, механізмів та приладів у процесі роботи.

Як говорилося вище, діагностування Д-1 призначається головним чином визначення технічного стану агрегатів, вузлів, систем автомобіля, які забезпечують безпеку руху. Для діагностики Д-1 механізмів, що забезпечують безпеку руху, потрібні швидкодіючі автоматизовані засоби для діагностування гальмівних механізмів та кермового керування.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед та в процесі Д-2 проводяться необхідні підготовчі роботи відповідно до прийнятої технології діагностування, як наприклад: підкачування шин, встановлення автомобіля на стенд, приєднання датчиків, прогрів двигуна та інших агрегатів до робочої температури і т.д.

Для діагностування автомобіля в цілому та його агрегатів необхідні стенди з біговими барабанами для визначення потужнісних та економічних показників, стану систем та агрегатів, а також умови діагностування, що максимально наближають їх до умов роботи автомобіля. Для поєднаної діагностики технічного обслуговування з ремонтом повинні використовуватися пересувні та переносні діагностичні засоби та прилади.

СО проводиться 2 рази на рік і є підготовкою рухомого складу до експлуатації в холодну та теплу пору року. Okремо рекомендується проводити для рухомого складу, що працює в зоні холодного клімату. Для інших кліматичних зон 3 поєднується з ТО-2 при відповідному збільшенні трудомісткості основного виду обслуговування.

ТР проводиться на станціях технічного обслуговування і полягає в усуненні невеликих несправностей та відмов у роботі автомобіля. Це дозволяє закрити всі проблеми, згідно з нормами пробігу автомобіля до капітального ремонту.

Діагностування при поточному ремонті проводиться для виявлення відмови або несправності та знаходження найкращого способу їх усунення, наприклад, на місці, зі зняттям вузла або агрегатів з їх повним або частковим розбиранням, а також регулюванням. Поточний ремонт полягає в розбиранні, складанні, проведенні слюсарних, зварювальних та інших робіт, а також заміни деталей в агрегатах (крім базових) та окремих вузлів та агрегатів в автомобілі, що потребують поточного чи капітального ремонту.

При поточному ремонті агрегати та вузли на автомобілі змінюють лише в тому випадку, якщо час ремонту агрегату або вузла перевищує час, необхідний його заміні.

										Лист
										10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

КР автомобілів, агрегатів та вузлів виконується на спеціалізованих ремонтних підприємствах, заводах, майстернях. Він передбачає відновлення працездатності автомобілів та агрегатів до наступного капітального ремонту. Списання автомобілів відбувається за 80% від норм пробігу для нових автомобілів та агрегатів.

Під час капітального ремонту автомобіля або агрегату виконується його повне розбирання на вузли та деталі, які потім ремонтують чи замінюють. Після заміни всіх деталей агрегати збирають, випробовують та спрямовують на складання автомобіля. Знеособлений метод ремонту передбачає, що автомобіль збирають із раніше відремонтованих агрегатів.

Після капітального ремонту проводиться діагностика, що має на меті перевірку якості капітального ремонту.

За весь термін служби автомобіль, як правило, піддається одному капітальному ремонту.

						Лист
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2. Конструкторська частина

2.1. Класифікація підйомників

Плунжерні підйомники

Автомобільні плунжерні підйомники рідко використовуються в автосервісі через складність монтажу і подальшого ремонту. При цьому ці пристрої мають ряд переваг перед двостійковими підйомниками. Дане підйомне обладнання для автосервісу випускається в двох варіантах: одноплунжерний і двоплунжерний, з ніжками під поріг або у виконанні платформи. У складеному положенні плунжерний підйомник займає дуже мало робочого місця. Підйом автомобіля здійснюється за рахунок гідравлічного приводу.



Рис. 2.1. Плунжерний підйомник

Підйомники ножичні

Ножичні підйомники широко використовуються для загального використання всередині приміщень з «опускаючимися» підставками. Ножичні підйомники для автосервісу зазвичай мають гідравлічний привід з гідравлічною або електронною синхронізацією. Ці підйомники виготовляються наступним

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

чином: Тип підставки під поріг (не для використання з обладнанням для падіння по сходах) Форма майданчика під колеса.



Рис. 2.2. Підйомник ножичний

Двостійкові підйомники

Двостійкові підйомники є найпоширенішим типом підйомного обладнання на СТО (СТО). Ці машини мають просту конструкцію і хорошу ремонтпридатність. На двостійковому підйомнику можна виконувати всі види робіт з діагностики, ремонту та технічного обслуговування транспортних засобів вагою до 5 тон, включаючи міні-вантажівки та мікроавтобуси. Залежно від способу підйому гаражні підйомники для автосервісу можна розділити на електрогідравлічні одноциліндрові і двоциліндрові (з тросовою синхронізацією) і електромеханічні з електричною, електронною або стійковою синхронізацією підйомного ланцюга. Залежно від типу кріплення до підлоги двостійкові підйомники бувають як безкаркасними, так і каркасними. Двостійкові підйомники є найбільш продаваними автомобільними підйомниками.

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рис. 2.3. Двостійковий підйомник

Чотирьохстійкові підйомники

Підйомники з чотирма стовпами дуже універсальні та широко використовуються як звичайні стовпи, так і «низькопідйомні» стійки для металевих робіт. Для більшої зручності 4-стійкові підйомники часто використовують з домкратами (траверсами). Конструктивно чотиристійковий автомобільний підйомник являє собою підйомну платформу з пристроєм, на якому транспортний засіб пересувається в опущеному стані.

						Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.4. Чотирьохстійковий підйомник

Ямні домкрати

Ямний домкрат – це підйомний пристрій, який використовується для часткового підйому автомобіля в ямі або в поєднанні з ножичним або чотиристійковим підйомником. Ямні домкрати використовуються для звичайних слюсарних робіт або демонтажу драбин. Залежно від типу приводу домкрати діляться на: ручний домкрат; з пневматичним приводом.



Рис. 2.5. Ямний домкрат

					Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	15

2.2. Опис пристрою й дії конструкції

Підйомник призначений для роботи в автотранспортних підприємствах, станціях технічного обслуговування й тролейбусних парках для технічного обслуговування й ремонту автомобілів, автобусів і тролейбусів з навантаженням на вісь від власної маси не більш 8 т.

Підйомник складається із двох стійок (1, 2), з'єднаних між собою поперечкою (3), у якій змонтований привод підйому. Привод складається з електродвигуна (4), з'єданого за допомогою двох муфт (5) з редуктором (6), установленими на рамі (7).

Стійки (1, 2) виконані зі швелерів. Усередині стійок змонтовані грузонесучі гвинти (8) по яких переміщуються грузонесучі гайки (9). Гайки запресовано в траверсах (10). На траверсах закріплені штанги (11), що проходять через напрямні втулки (12), закріплені на опорах (13). У верхній частині штанг закріплені черевики (14). Передача обертання до грузонесучим гвинтам здійснюється за допомогою муфт (15).

На гвинтах під грузонесучими гайками із зазором 6-8 мм змонтовані страхувальні гайки (16). Хід гайок по гвинту обмежено двома кінцевими вимикачами (17, 18), змонтованими на одній зі стійок.

На випадок відмови робочих вимикачів передбачені аварійні вимикачі (19, 20). Підйомник постачаний гальмами (21), розташованими на опорах.

Керування підйомником здійснюється від виносний кнопкової станції (22).

										Лист
										16
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

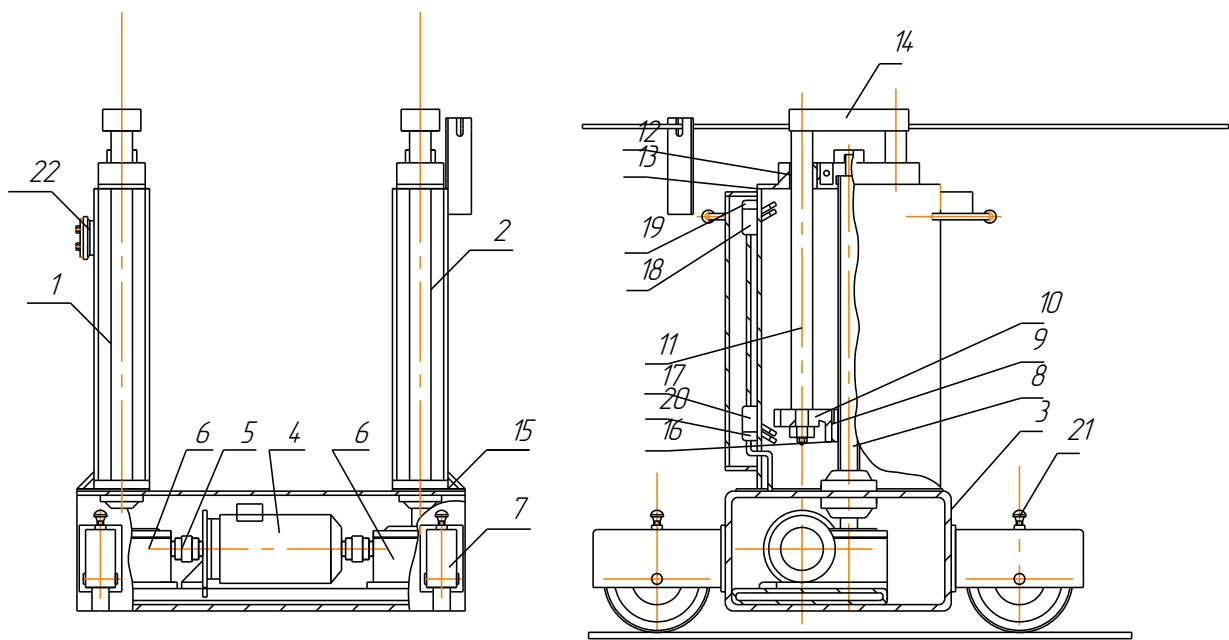


Рис. 2.6. Підйомник канавний

2.3. Проектування приводної станції

2.3.1. Розрахунки гвинта

Визначимо ККД гвинта:

а) кут β підйому гвинтової лінії упорного різьблення (при середньому діаметрі d_2):

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P}{\pi \cdot d_2} = \frac{8}{3,14 \cdot 49} = 0,0520 \quad (2.1.),$$

або $\beta=2,970$

де P - P - крок різьблення гвинта

d_2 – середній діаметр гвинта, мм;

б) кут тертя ρ при $f=0,12$ $\operatorname{tg} \rho=0,12$ або $\rho=6,840$;

в) умова самогальмування буде при $\beta \leq \rho$;

г) умова перетворення поступального руху в обертальне буде при $\beta \geq 2\rho$;

д) робота за один оберт гвинта, необхідна для підйому вантажу й подолання сили тертя в різьбленні,

$$\dot{A}_\delta = \frac{Q}{2} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \rho) = \frac{78400}{2} \cdot 3,14 \cdot 49 \cdot \operatorname{tg}(2,97 + 6,84) = 1043401,54 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 1043,40 \text{ Дж} \cdot \text{об} \quad (2.2.),$$

де Q – навантаження;

е) Корисна робота підйому вантажу

$$\dot{A}_T = \frac{Q}{2} \cdot P = \frac{78400}{2} \cdot 8 = 313600 \text{ Дж} \cdot \text{об} = 313,6 \text{ Дж} \cdot \text{об} \quad (2.3.),$$

ж) ККД:

$$\eta = \frac{\dot{A}_T}{\dot{A}_\delta} \cdot 100\% = \frac{313,6}{1043,40} \cdot 100\% = 30,06\% \quad (2.4.)$$

Знайдемо крутний момент:

$$\dot{M}_{\text{ед}} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\beta + \rho) = \frac{78400}{2} \cdot \frac{49}{2} \cdot \operatorname{tg}(2,97 + 6,84) = 16606251 \text{ Дж} \cdot \text{об} = 166,06 \text{ Дж} \cdot \text{об} \quad (2.5.)$$

Перевіряємо напругу у гвинті:

Розрахункова довжина гвинта: $L=753 \text{ мм}$,

а) радіус інерції кола діаметром $d_1=43 \text{ мм}$

$$i = \frac{d_1}{4} = \frac{43}{4} = 10,75 \text{ мм} \quad (2.6.)$$

б) Гнучкість стрижня:

$$\lambda = \frac{L}{i} = \frac{753}{10,75} = 70,05 \quad (2.7.)$$

в) Нормальна напруга:

$$\sigma_{\text{нв}} = \frac{Q/2}{F} = \frac{Q/2}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} = \frac{78400/2}{\frac{3,14 \cdot 43^2}{4}} = 26,99 \text{ МПа} \quad (2.8.)$$

						Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

г) Дотичне напруження:

$$\tau_{\dot{\epsilon}\delta} = \frac{\dot{I}_{\dot{\epsilon}\delta}}{0,2 \cdot d_1^3} = \frac{166062,51}{0,2 \cdot 43^3} = 10,44 \text{ МПа} \quad (2.9.)$$

д) Наведена напруга:

$$\sigma_{i\delta} = \sqrt{\sigma_{\dot{\epsilon}\delta}^2 + 4 \cdot \tau_{\dot{\epsilon}\delta}^2} = \sqrt{26,99^2 + 4 \cdot 10,44^2} = 34,12 \text{ МПа} \quad , (2.10.)$$

$$34,12 < 85$$

для гвинта зі сталі 45 при статичнім навантаженні припустиме $\sigma_p = 85 \text{ МПа}$

Перевірка гвинта на стійкість по формулі Ейлера:

Тому що $60 < \lambda < \lambda_{\text{кр}} = 100$, те маємо:

$$P_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot \sigma_{\text{кр}}, \quad (2.11.)$$

де $P_{\text{кр}}$ – критична сила, H

$\sigma_{\text{кр}}$ – критичне напруження, МПа

$$\sigma_{\text{кр}} = 321 - 1,16 \cdot \frac{L}{i} = 321 - 1,16 \cdot \frac{753}{10,75} = 239,75 \text{ МПа} \quad (2.12.)$$

$$P_{\text{кр}} = \frac{3,14 \cdot 43^2}{4} \cdot 239,75 = 348165,24 \text{ Н} \quad (2.13.)$$

Запас стійкості:

$$n_y = \frac{P_{\text{кр}}}{Q/2} = \frac{348165,24}{78400/2} = 8,88 \quad (2.14.)$$

Помітимо, що рекомендується $n_y \geq 4$

2.3.2. Вибір електродвигуна

Знаючи крутний момент гвинта, визначимо потужність:

Прийемо частоту обертання гвинта рівну 170 мин^{-1}

						Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_B = \frac{\dot{Q}_{\text{ау}} \cdot n_{\text{ау}}}{9550} = \frac{166,06 \cdot 170}{9550} = 2,86 \text{ кВт} \quad (2.15.)$$

Тоді необхідна потужність електродвигуна

$$P_{\text{э.тр}} = \frac{P_{\text{ау}}}{\eta_{\text{ау}}} \quad (2.16.)$$

де: $P_{\text{э.тр}}$ – Потужність електродвигуни необхідна, кВт.

$\eta_{\text{общ}}$ - Загальний ККД.

$$\eta_{\text{ау}} = \eta_{\text{іод}} \cdot \eta_{\text{хад}} \cdot \eta_{\text{іод}} \quad (2.17.)$$

де: $\eta_{\text{Муф}}$ - ККД сполучної муфти. 0,98

$\eta_{\text{Чер}}$ - ККД черв'ячної передачі. 0,75

$$\eta_{\text{ау}} = \eta_{\text{іод}} \cdot \eta_{\text{хад}} \cdot \eta_{\text{іод}} = 0,98 \cdot 0,75 \cdot 0,98 = 0,72$$

$$P_{\text{э.тр}} = \frac{P_{\text{ау}}}{\eta_{\text{ау}}} = \frac{2,86}{0,72} = 3,97 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун “АИР100S2 ТУ 16 – 525.564 - 84”.

Електродвигун показано на малюнку 2.7., а основні розміри наведено в таблиці 2.1.

Двигун $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$

$P = 4 \text{ кВт}$.

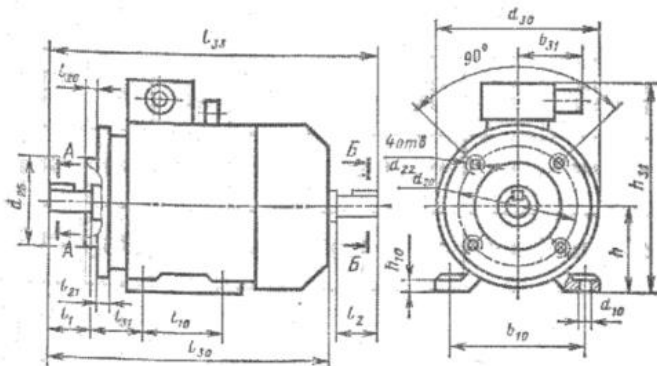


Рис. 2.7. Електродвигун “АИР100S2 ТУ 16 – 525.564 - 84”.

Продовження табл.2.2

ТИП	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	b	b_1	H	H_1
Ч-80	15	250	180	150	125	-	-	-	11 5	48	293	272

Продовження табл. 2.2

ТИП	h	h_1	h_2	h_3	A	D	D_1	D_2	D_3	D_4	d	R
Ч-80	112	14	50	62	180	-	13	18	15 5	-	16	115

Варіант складання редуктора представлено на рис. 2.9.

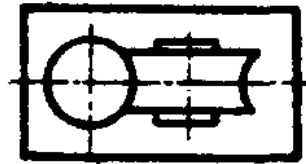


Рис. 2.9. Варіант розташування черв'ячної пари

Визначимо обертаючий момент на валах привода

Вал електродвигуна

$$n_{\text{Эл}} = 3000 \text{ мин}^{-1}$$

$$P_{\text{Эл}} = 4 \text{ кВт}$$

$$T_{\text{Эл}} = 9550 * \frac{P_{\text{Эл}}}{n_{\text{Эл}}} = 9550 * \frac{4}{3000} = 12,73 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.19.)$$

Частота обертання:

- черв'яка редуктора

$$n_{\text{Чер}} = 3000 \text{ мин}^{-1}$$

$$P_{\text{Чер}} = 4 \text{ кВт}$$

$$T_{\text{Чер}} = T_{\text{ЭЛ}} \cdot \eta_{\text{Муф}} = 12,73 \cdot 0,98 = 12,48 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.20.)$$

- колеса редуктора

$$n_{\text{Кол}} = \frac{n_{\text{Чер}}}{U_{\text{Ред}}} = \frac{3000}{20} = 150 \text{ мин}^{-1} \quad (2.21.)$$

$$P_{\text{Кол}} = P_{\text{Чер}} \cdot \eta_{\text{Ред}} = 4 \cdot 0,79 = 3,16 \text{ кВт} \quad (2.22.)$$

$$T_{\text{Кол}} = T_{\text{Чер}} \cdot U_{\text{Ред}} \cdot \eta_{\text{Ред}} = 12,48 \cdot 20 \cdot 0,79 = 187,2 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.23.)$$

- ГВИНТА

$$n_{\text{Винта}} = n_{\text{кол}} = 150 \text{ мин}^{-1}$$

$$P_{\text{Винта}} = P_{\text{Кол}} \cdot \eta_{\text{Муф}} = 3,16 \cdot 0,98 = 3,10 \text{ кВт} \quad (2.24.)$$

$$T_{\text{Винта}} = T_{\text{Кол}} \cdot \eta_{\text{Муф}} = 187,2 \cdot 0,98 = 183,46 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.25.)$$

2.3.4. Вибір муфт

Вибираємо пружні пальцеві-втулично-пальцеві муфти (рис. 2.10) за ДСТ 21424 – 93.

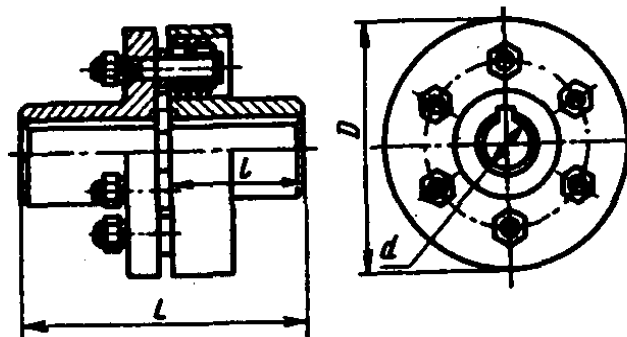


Рис. 2.10. Схема втулично – пальцевої муфти

Муфту вибираємо залежно від переданого крутного моменту й діаметрів валів.

Від двигуна до редуктора:

$$T_k = 12,73 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Вибираємо муфти 125 – 28 – 1 – 25 – 4 – В3 ГОСТ 21424 – 93

Від редуктора до гвинта:

$$T_k = 187,2 \text{ Нм}$$

Вибираємо муфти 250 – 32 – 1 – 36 – 1 – В3 ГОСТ 21424 – 93

2.3.5. Розрахунки шпонкових з'єднань

З'єднання муфти й гвинта:

Діаметр вала $d = 36$ мм,

Довжина маточини муфти $L = 58$ мм,

Переданий крутний момент $T_k = 250$ Нм,

Матеріал гвинта – сталь 45, матеріал маточини муфти – сталь 45

Відповідно діаметру гвинта $d = 36$ мм і довжині маточини шестірні $L = 58$ ухвалюємо за ДСТ 23360 – 78, призматичну шпонку 10 х 8 х 32, застосуємо для шпонки сталь 45. Довжина шпонки визначається по формулі:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_k}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{CM}} = \frac{2 \cdot 250000}{36 \cdot (8 - 5) \cdot 150} = 31 \text{ мм}, \quad (2.26.)$$

ухвалюємо 32 мм

де $(h - t_1)$ – висота грані шпонки в маточині

$T_k = 250000$ Нмм – крутний момент

Ухвалюємо «Шпонка 10 х 8 х 32 ГОСТ 23360 – 78 »

Перевіримо з'єднання на зминання по формулі:

						Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot K} \leq [\sigma]_{CM} \quad (2.27.)$$

де: $l_p = 25$ робоча довжина шпонки,

$K = 0,0045$, довідковий розмір для розрахунків на зминання,

$[\sigma]_{CM} = 150$ МПа зминання, що допускається напруга на.

$$\sigma_{\dot{N}\dot{I}} = \frac{2 \cdot \dot{O}_{\dot{E}}}{d \cdot l_p \cdot K} = \frac{2 \cdot 250}{0,036 \cdot 0,032 \cdot 0,0045} = 96,45 \cdot 10^6 \text{ Па} = 96,45 \text{ МПа} \leq 150 \text{ МПа} \quad (2.28.)$$

Перевіримо шпонку на зріз по формулі:

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau]_{CP} \quad (2.29.)$$

де: $b = 10$ мм ширина шпонки;

$[\tau]_{CP} = 80$ МПа, що допускається напруга на зріз.

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 250}{0,036 \cdot 0,032 \cdot 0,010} = 43,40 \cdot 10^6 \text{ Па} = 43,40 \text{ МПа} \leq 80 \text{ МПа}.$$

З'єднання муфти й тихохідного вала редуктора:

Діаметр вала $d = 32$ мм,

Довжина маточини муфти $L = 58$ мм,

Переданий крутний момент $T_k = 250$ Нм,

Матеріал гвинта – сталь 45, матеріал маточини муфти – сталь 45

Відповідно діаметру тихохідного вала редуктора $d = 32$ мм і довжині маточини шестірні $L = 58$ ухвалюємо за ДСТ 23360 – 78, призматичну шпонку 10 x 8 x 36, застосуємо для шпонки сталь 45. Довжина шпонки визначається по формулі:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_k}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{CM}} = \frac{2 \cdot 250000}{32 \cdot (8 - 5) \cdot 150} = 34,7 \text{ мм}, \quad (2.30.)$$

ухвалюємо 36 мм

						Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Ухвалюємо «Шпонка 10 x 8 x 36 ГОСТ 23360 – 78 »

Перевіримо з'єднання на зминання по формулі:

$$\sigma_{\tilde{N}} = \frac{2 \cdot \dot{O}_{\tilde{E}}}{d \cdot l_p \cdot K} \leq [\sigma]_{\tilde{N}} \quad (2.31.)$$

де: $l_p = 36$ робоча довжина шпонки,

$K = 0,0045$, довідковий розмір для розрахунків на зминання,

$[\sigma]_{CM} = 150$ МПа зминання, що допускається напруга на.

$$\sigma_{\tilde{N}} = \frac{2 \cdot \dot{O}_{\tilde{E}}}{d \cdot l_p \cdot K} = \frac{2 \cdot 250}{0,032 \cdot 0,036 \cdot 0,0045} = 96,45 \cdot 10^6 \text{ Па} = 96,45 \text{ МПа} \leq 150 \text{ МПа}$$

Перевіримо шпонку на зріз по формулі:

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau]_{CP} \quad (2.32.)$$

де: $b = 10$ мм ширина шпонки;

$[\tau]_{CP} = 80$ МПа, що допускається напруга на зріз.

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 250}{0,032 \cdot 0,036 \cdot 0,010} = 43,40 \cdot 10^6 \text{ Па} = 43,40 \text{ МПа} \leq 80 \text{ МПа}.$$

З'єднання муфти й швидкохідного вала редуктора:

Середній діаметр вала $d = 23$ мм,

Довжина маточини муфти $L = 42$ мм,

Переданий крутний момент $T_k = 125$ Нм,

Матеріал вала – сталь 45, матеріал маточини муфти – сталь 45

Відповідно до середнього діаметру швидкохідного вала редуктора $d = 23$ мм і довжині маточини шестірні $L = 42$ мм ухвалюємо за ДСТ 23360 – 78, призматичну шпонку 8 x 7 x 25, застосуємо для шпонки сталь 45. Довжина шпонки визначається по формулі:

						Лист
						26
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_p = \frac{2 \cdot T_k}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{CM}} = \frac{2 \cdot 125000}{23 \cdot (7 - 4) \cdot 150} = 24,1 \text{ мм} \quad (2.33.)$$

ухвалюємо 25 мм

де $T_k = 125000$ Нмм – крутний момент.

Ухвалюємо «Шпонка 8 x 7 x 25 ГОСТ 23360 – 78»

Перевіримо з'єднання на зминання по формулі:

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot K} \leq [\sigma]_{CM} \quad (2.34.)$$

де: $l_p = 25$ робоча довжина шпонки,

$K = 0,0045$, довідковий розмір для розрахунків на зминання,

$[\sigma]_{CM} = 150$ МПа зминання, що допускається напруга на.

$$\sigma_{\dot{N}\dot{I}} = \frac{2 \cdot \dot{O}\dot{E}}{d \cdot l_p \cdot K} = \frac{2 \cdot 250}{0,032 \cdot 0,036 \cdot 0,0045} = 96,45 \cdot 10^6 \text{ Па} = 96,45 \text{ МПа} \leq 150 \text{ МПа} \quad (2.35.)$$

Перевіримо шпонку на зріз по формулі:

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau]_{CP} \quad (2.36.)$$

де: $b = 10$ мм ширина шпонки;

$[\tau]_{CP} = 80$ МПа, що допускається напруга на зріз.

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 250}{0,032 \cdot 0,036 \cdot 0,010} = 43,40 \cdot 10^6 \text{ Па} = 43,40 \text{ МПа} \leq 80 \text{ МПа}.$$

Висновок

Канавні підйомники є пристроєм з ручним приводом для вертикального підйому вантажних автомобілів та автобусів над оглядовою ямою. Вантажопідйомність обладнання розрахована на 11, 14, 5, 16, 5, 20 та 30 тони з висотою підйому 450, 600, 750 та 800 мм.

Особливості конструкції та види: переміщення по краях канави, переміщення по дну канави. Варіації приводу: гідравлічний, пневмогідравлічний, електрогідравлічний.

Принципи дії канавних підйомників:

Гідравлічний привід, принцип дії – підйом вантажу вручну до оптимальної висоти та опускання під навантаженням, що створюється власною вагою вантажу.

Пневмогідравлічний привід, принцип дії – підйом вантажу до навантаження пневматично, далі тільки ручний привід до оптимальної висоти та опускання вантажу під тиском власної ваги.

З додатковим повітряним мотором, принцип дії - аналогічно попередньому, але вже швидке піднесення вантажу стисненим повітрям до оптимальної висоти та швидке опускання вантажу.

Електрогідравлічний привід, принцип дії – прискорений та точний підйом вантажу до оптимальної висоти, швидке опускання вантажу під тиском власної ваги. Всі моделі підвісних канавних підйомників не бувають стандартних розмірів, основний і несучий елемент канавного підйомника - це каретка або рама підйомника - виготовляється виключно на замовлення і тільки на підставі заздалегідь отриманого від клієнта розмірного листа канави або оглядової ями. Це вимога безпеки, яка дозволить уникнути нещасних випадків.

									Лист
									28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

Література

1. Бондаренко С.Г. Технології механоскладального виробництва: Монографія. Ніжин: ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2008. 358 с.
2. Исюков Н.М. Феофанов Ю.А. М.У к лабораторным работам по курсу «Охрана труда». МАМИ, М.: 1988.
3. Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений] / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др. ; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. 2-е изд., перераб. и дополн. Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. 534 с.
4. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1993. 414 с.
5. Сапон С.П. Технологічні основи машинобудування. [Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів напрямів підготовки 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування всіх форм навчання]. Чернігів: НУЧП, 2020. 39 с.
6. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей: Справочник / Р.А. Полрпеузинский и др. М.: Транспорт, 1988.
7. Технологія конструкційних матеріалів : підручник для студ. мех. спец. вищ. навч. закл. / [М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз, та ін.] під ред. М. А. Сологуба, 2-е вид., перероб. і доп. Київ : Вища школа, 2002. 374 с.
8. Altintas Y. Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design. Cambridge University Press, 2012. 380 p.
9. Dan B. Marghitu Mechanical Engineer’s Handbook. Academic Press, 2001. 880 p.
10. Klocke F. Manufacturing Processes, Cutting. New York : Springer, 2011. 504 p.

						Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		