

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему **«Розроблення конструкції крана підкатного гідравлічного для  
демонтажу агрегатів транспортних засобів»**

Виконав: студент II курсу групи Маш-22сп

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)

Володимир ПИСЬ  
(Ім'я та прізвище)

Керівник:

Ігор СТУКАЛЕЦЬ  
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

д.т.н., професор Віталій ВЛАСОВЕЦЬ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу студенту

**Пісю Володимир Івановичу**

1. Тема роботи: **«Розроблення конструкції крана підкатного гідравлічного для демонтажу агрегатів транспортних засобів»**

Керівник роботи: Стукалець Ігор Геннадійович, к.т.н., в.о. доцента

Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 23.06.2023 року

3. Вихідні дані: довідкова література, ЄСКД, ДСТУ, ISO, геометричні параметри автомобілів, масові характеристики агрегатів транспортних засобів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз стану питання на практиці.

2. Конструкторська частина.

3. Міцнісний аналіз конструкції крана в середовищі SolidWorks Simulation.

4. Охорона праці.

5. Економічна частина.

Висновки і пропозиції.

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Аналіз технологічного обладнання автосервісів – 1-ий аркуш.

2. Аналіз геометричних параметрів автомобілів – 2-ий аркуш.

3. Кран підкатний гідравлічний (вид загальний візуалізований) – 3-ій аркуш.

4. Кресленник крана підкатного гідравлічного (вид загальний) – 4-ий арк.

5. Складальні та робочі кресленники елементів конструкції крана – 5-ий арк.

6. Результати міцнісного аналізу конструкції крана – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Ігор СТУКАЛЕЦЬ, к. т. н., в. о. доц. кафедри машинобудування			
4	Іван ГОРОДЕЦЬКИЙ, к. т. н., доцент кафедри УТІВВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про вико- нання
1.	<i>Виконання розділу: «Аналіз стану питання на практиці»</i>	<i>23.01.23-17.02.23</i>	
2.	<i>Виконання розділу: «Конструкторська частина»</i>	<i>20.02.23-17.03.23</i>	
3.	<i>Виконання розділу: «Міцнісний аналіз конструкції крана в середовищі SolidWorks Simulation»</i>	<i>20.03.23-05.05.23</i>	
4.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>08.05.23-02.06.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>05.06.23-16.06.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічної частини. Завершення роботи в цілому</i>	<i>19.06.23-23.06.23</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Володимир ПИСЬ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Ігор СТУКАЛЕЦЬ  
(підпис)

УДК 621.873.2/3

Розроблення конструкції крана підкатного гідравлічного для демонтажу агрегатів транспортних засобів.

Пись Володимир Іванович – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

Кваліфікаційна робота: 54 с. текст. част., 25 рис., 5 табл., 22 джерела, 6 арк. формату А1.

Проаналізовано конструкції підйомного обладнання для монтажу/демонтажу агрегатів транспортних засобів, зокрема двигунів. Виконано аналіз конструктивних особливостей автомобілів різного призначення та габаритів з метою розроблення конструкції крана універсального призначення.

Запроповано конструкцію крана підкатного гідравлічного з подовжувачем стріли та зміною положень лап ходової частини, що дає можливість уніфікувати призначення крана, використовуючи його для піднімання агрегатів масою до 1500 кг на висоту до 2400 мм.

В роботі виконано міцнісний аналіз елементів конструкції в середовищі *SolidWorks Simulation*.

Складено кошторис витрат на закупівлю матеріалів та комплектуючих виробів, необхідних для виготовлення крана.

Розглянуто заходи з охорони праці під час виготовлення крана підкатного.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ НА ПРАКТИЦІ.....	8
1.1. Загальна характеристика обладнання станцій технічного обслуговування	8
1.2. Оглядові споруди та підйомне обладнання .....	13
1.3. Автомобільні підйомники .....	14
1.3.1. Одностійкові підйомники з електромеханічним приводом .....	15
1.3.2. Двостійкові підйомники .....	16
1.3.3. Чотирьохстійкові підйомники .....	17
1.3.4. Паралелограмні підйомники .....	18
1.3.5. Плунжерні підйомники.....	19
1.3.6. Перекидачі автомобільні.....	20
1.3.7. Домкрати .....	21
1.3.8. Пересувні демонтажні крани .....	22
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	26
3. МІЦНІСНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КРАНА В СЕРЕДОВИЩІ <i>SOLIDWORKS SIMULATION</i> .....	34
3.1. Проектний аналітичний розрахунок профілю стріли крана .....	34
3.2. Міцнісний аналіз в <i>SOLIDWORKS SIMULATION</i> .....	36
4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	42
4.1. Заходи з техніки безпеки під час виготовлення крана.....	42
4.2. Заходи з техніки безпеки під час роботи з краном .....	44

4.3. Обслуговування крана підкатного гідравлічного.....	46
4.4. Загальні поняття про негативні наслідки для довкілля під час виготовлення крана підкатного гідравлічного .....	46
4.5. Види зварювальних відходів .....	47
4.6. Утилізація зварювального шлаку .....	48
4.7. Утилізація зварювальних електродів .....	49
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	50
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	52
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	53

## ВСТУП

Рівень ефективності та якості послуг автосервісу значною мірою залежить від стану, технічного рівня та умов функціонування виробничо-технічної бази підприємств технічного сервісу. Складовими елементами виробничо-технічної бази є технологічне обладнання, оснащення та інструмент. Сьогодні, в умовах воєнного стану, що характеризується значним навантаженням на підприємства ринку автосервісних послуг та підвищених вимог до якості надання послуг, парк основного та допоміжного обладнання будь-якого сервісного автотранспортного підприємства повинен являти собою гнучку систему машин з типами і видами обладнання як вітчизняного, так і закордонного виробництва, яке постійно оновлюється. Використовуване та придбане для технологічних процесів обладнання, оснащення та інструмент повинні забезпечувати необхідний технологічний вплив на всю номенклатуру автомобілів, що обслуговуються на станції технічного обслуговування, задовольняти цілу низку техніко-економічних вимог та мати характеристики на рівні найкращих світових зразків техніки, що випускається для підприємств автосервісу.

Сучасне технологічне обладнання для технічного обслуговування та ремонту автомобілів характеризується підвищеною складністю конструкції, наявністю гідравлічних, пневматичних, електронних та комп'ютеризованих систем, що вимагає для підтримки необхідного рівня працездатності високотехнологічної системи технічного обслуговування та ремонту. У цій роботі запропоновано конструкторське рішення та розрахунок на міцність обладнання, пов'язаного з ремонтом та обслуговуванням агрегатів транспортних засобів в умовах станцій технічного обслуговування, а саме, розроблення конструкції крана підкатного гідравлічного для демонтажу агрегатів транспортних засобів.

## 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ НА ПРАКТИЦІ

### 1.1. Загальна характеристика обладнання станцій технічного обслуговування

Технологічне оснащення підприємств автосервісу, будучи складовим елементом виробничо-технічної бази, значною мірою визначає продуктивність та якість робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів, умови праці персоналу, захист довкілля та ресурсозбереження. Технічне оснащення підприємства, призначене для здійснення технологічних процесів основного виробництва, включає в себе інженерні споруди, технологічне обладнання, оснащення, інструмент, засоби вимірювання та контролю. До інженерних технологічних споруд відносяться оглядові канали, естакади, одно- та багатоярусні майданчики та сходи. Технологічне обладнання складається з машин та апаратів.

Технологічні машини впливають на предмет праці за рахунок витрат та перетворень в основному механічної енергії (металообробний верстат, прес, автомобільний підйомник та ін.). У технологічних апаратах обробка предметів праці відбувається за допомогою енергій немеханічних видів (теплової, хімічної, ультразвукової та ін.).

До апаратів відносяться шлангові мийні установки, зварювальне, фарбувальне обладнання та ін. В окремих видах обладнання використовується як механічна, і немеханічна енергія. У цьому випадку віднесення обладнання до групи машин чи апаратів здійснюється на підставі визначення виду енергії, що виконує основний технологічний вплив.

Технологічне обладнання, залежно від цільового призначення, ділиться на дві групи: загальнопромислове обладнання та обладнання галузеве. До першої групи входить виробниче обладнання, яке широко застосовується як на підприємствах автосервісу, а й у інших об'єктах різних галузей економіки. Сюди відноситься обладнання для виконання зварювальних, ковальських,



металообробних, медичних, акумуляторних, електроремонтних, радіотехнічних, деревообробних та інших робіт.

Галузеве технологічне обладнання створене спеціально для використання на підприємствах автомобільного транспорту з метою підтримки чи відновлення технічно справного стану автомобіля, його агрегатів та систем. Сучасне технологічне обладнання досить різноманітне за номенклатурою, призначенням, робочими процесами, технічним параметрам, технологічним та конструктивним характеристиками, приводних пристроїв і т. п.

При всьому різноманітті конструкцій парк технологічного обладнання, залежно від виду узагальнюючих ознак, може бути розділений на окремі класифікаційні групи. До таких ознак належать функціональне призначення; організаційно-технологічна застосованість; технологічне призначення виконуваних операцій; характер машинного чи апаратного процесу; фізичний зміст технологічного процесу, що лежить в основі машинної (апаратної) операції; характер взаємодії робочих органів устаткування з об'єктом обробки; вигляд приводу; ступінь автоматизації, конструктивне виконання та ін.

Залежно від організаційно-технологічної застосовності на підприємствах автосервісу розрізняють обладнання постове та дільничне. Постове обладнання призначене для обслуговування та ремонту автомобіля, встановленого на посту (автомобільні підйомники, порталні та тунельні мийні установки, обладнання для регулювання кутів установлення керованих коліс та ін.). Дільничне обладнання використовується для діагностики, регулювання та відновлення технічної справності окремих агрегатів, складальних одиниць та деталей, знятих з автомобіля (балансувальні верстати, стенди для перевірки виробів електрообладнання автомобіля, верстати для рихтування колісних дисків та ін.).

Для малих підприємств автосервісу та майстерень такий поділ обладнання є дуже умовним, тому що для них характерно суміщення в одному виробничому приміщенні постових та дільничних робіт.

Класичним є поділ обладнання на групи за функціонально-технологічними ознаками. Прийнято виділяти такі основні групи обладнання: мийне; підйомно-транспортне; мастильно-заправне; складально-розбиральне; шиномонтажне та шиноремонтне; контрольнo-діагностичне; фарбувальнo-сушильне; ремонтне для агрегатів та систем автомобіля.

Технологічне обладнання для автосервісу випускається з різним видом приводу: електромеханічним, електрогідравлічним, пневматичним, м'язовим, комбінованим, а також без приводу.

Аналіз технологічних можливостей обладнання дозволяє розділити його на дві групи за рівнем спеціалізації – універсальне та спеціальне.

До універсального відноситься обладнання, призначене для виконання значної кількості різноіменних операцій на конструктивно різних виробах. Найбільш характерним представником цієї групи є пересувна шлангова мийна установка високого тиску, яку можна використовувати для зовнішнього миття будь-яких моделей і типів автомобілів, миття всіх порожнин кузова, а також агрегатів та деталей. До цієї групи належать також обладнання для кузовних робіт.

Спеціальне (або спеціалізоване) обладнання призначене для виконання однієї чи кількох технологічно пов'язаних операцій (як правило, не більше двох-трьох) на різних виробах (моделях) або обробки тільки одного виду (моделі) виробу, наприклад автомобільний підйомник або верстат для балансування коліс безпосередньо на легковому автомобілі. Ступінь універсальності є однією з найважливіших технічних характеристик обладнання, що визначають його застосування та економічну ефективність на підприємствах різної потужності та спеціалізації.

За рівнем автоматизації технологічне обладнання може бути неавтоматизованим, частково автоматизованим або автоматичної дії. У неавтоматизованому устаткуванні механізовано тільки основні операції. Виконання всіх допоміжних операцій здійснюється вручну. Оператор також вручну керує робітниками органами обладнання в основних операціях та

контролює якість обробки. У частково автоматизованому устаткуванні всі основні та частина допоміжних операцій виконується автоматично. Безпосереднє участь оператора потрібна для виконання настановних, знімальних, контрольних або деяких інших допоміжних операцій (у залежності від відсотка автоматизації машини), а також включення машини у наступний цикл роботи. Повністю автоматизоване обладнання забезпечує обробку виробу без участі людини. На частку оператора залишено функції підготовки обладнання до роботи та спостереження за її справністю. Працівник періодично контролює якість обробки виробів та проводить налагодження механізмів. Універсальне обладнання автосервісу в переважній здебільшого належить до неавтоматизованого або частково автоматизованого.

На підприємствах автосервісу досить широко застосовується технологічне та організаційно-технологічне оснащення. Технологічна оснастка має другу назву – технологічні пристосування. Як елемент технічного забезпечення виробничого процесу технологічне пристосування являє собою окремий пристрій, призначений для використання в основних та допоміжних технологічних операціях спільно з обладнанням чи самостійно з метою підвищення продуктивності праці, збільшення м'язових зусиль робітника, а також покращення якості виконуваної операції. Пристосування, що встановлюються на устаткуванні та використовуються для виконання хватних, притискних, настановно-знімальних, міряльних та інших операцій, за аналогією із загальномашинобудівною термінологією називаються верстатами.

Ці пристрої в автосервісі застосовуються в набагато меншій мірі, ніж автономні, номенклатура яких надзвичайно широка. До останніх відносяться різні зйомники, оправки, гвинтові пристосування для запресування випресування деталей, струбцини для складання-розбирання складальних одиниць пружними деталями, контрольні шаблони, надставки.

Організаційно-технологічне оснащення призначене для поліпшення умов праці робітників та підвищення культури виробництва. У цю групу

входять візки та пересувні контейнери для інструменту, агрегатів і деталей, що знімаються з автомобіля, телескопічні та поворотні кронштейни для інструментів, спеціальні пересувні стійки для діагностичної апаратури.

Окрему, досить широку за номенклатурою групу технічного забезпечення технологічних процесів автосервісу складають засоби діагностики, вимірювання та контролю. Сюди входять стенди, прилади та інструмент. Стенди автомобільні діагностичні та контрольні представляють собою стаціонарне обладнання, призначене для загальної або поелементної діагностики систем автомобіля, наприклад, підвіски або гальмівної системи, а також для встановлення відповідності параметрів автомобіля нормативним значенням. Крім цих стендів для контролю справності, перевірки працездатності та обкатки після ремонту окремих складальних одиниць та агрегатів автомобіля (двигуни, генератори, паливна апаратура та ін.) застосовуються агрегатні стенди, виконані як стаціонарне обладнання, що імітує роботу систем автомобіля та з необхідним комплектом вимірювальних приладів.

Сучасна приладова техніка, що використовується для діагностики та регулювання агрегатів та систем автомобілів, може бути розділена на дві групи.

До першої групи входять засоби зчитування, вимірювання та контролю структурних та функціональних параметрів, у другу – засоби вимірювання фізичних величин або процесів, що є діагностичними параметрами. Прилади першої групи, як правило, конструктивно та функціонально сумісні з системою бортової діагностики автомобіля і включають сканери та електронно-обчислювальні машини з різною конфігурацією периферійні пристрої.

Прилади другої групи за своєю суттю практично нічим не відрізняються від загальнотехнічних приладів для вимірювання фізичних величин та процесів. До них відносяться компресометри, осцилографи, мотор-тестери.

Вимірювальний та контрольний інструмент, створений для робіт у системі автосервісу, має конструктивні відмінності від

загальномашинобудівного інструменту аналогічного призначення, викликані конструктивними особливостями об'єкта вимірювання або контролю – автомобіля, його агрегатів, складальних одиниць та деталей. В цю групу входять люфтомери, спеціальні лінійки, динамометричні ключі, шаблони.

## 1.2. Оглядів споруди та підйомне обладнання

Оглядів споруди та підйомне обладнання є основними елементами виробничо-технічної бази. В середньому, з використанням даного обладнання та споруд на підприємствах автосервісу виконується до 80-90% всього обсягу робіт на автомобілі. До інженерних споруд відносяться оглядові канали та естакади. Групу підйомного обладнання складають автомобільні підйомники, перекидачі, домкрати, пересувні крани та ліфти (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Класифікація підйомно-транспортного обладнання та споруд за технологічним призначенням

### 1.3. Автомобільні підйомники

На сучасному автосервісі автомобільний підйомник є основним видом обладнання. На даний момент на ринку представлений дуже широкий асортимент витягів, призначених для різних видів робіт.

Підйомники необхідні для повного підймання автомобіля, що забезпечує зручний доступ знизу та збоку до двигуна, ходової частини, підвіски, трансмісії та інших елементів конструкції під час виконання оглядових, ремонтних та демонтажно-монтажних робіт. Підйомники для підвішування автомобіля мають низку переваг порівняно з оглядовими канавами. Вони дозволяють під час роботи змінювати положення автомобіля за висотою, що значно зменшує втомлюваність робітника та створює безпечні умови праці. Застосування підйомників створює певні зручності слюсарю під час регулювання, зняття та встановлення коліс; під час огляду та різних роботах знизу автомобіля. Підйомники забезпечують нормальні гігієнічні умови для працівників, сприяють підвищенню продуктивності праці та якості виконуваних робіт.

Вся різноманітність автомобільних підйомників, представлених на ринку обладнання, можна розділити на окремі типові групи залежно від прийнятої ознаки класифікації, до яких можна віднести ступінь рухливості, конструктивно-монтажне виконання, конструктивну схему, вид робочих органів, технологічну схему підхоплення автомобіля, вид приводу.

За типом приводу автомобільні підйомники класифікуються на: підйомники з електромеханічним, електрогідравлячним та пневматичним приводом.

*Підйомники із електромеханічним приводом.* Перевагою таких підйомників досі залишаються низька вартість, що дозволяє реалізувати економічний варіант оснащення автосервісу, і простота конструкції. Робочим органом підйомників є пара гвинт-гайка, до періодичності обслуговування якої ставляться високі вимоги.

**Підйомники з електрогідравлічним приводом.** Електрогідравлічні підйомники в порівнянні з аналогічними моделями з електромеханічним приводом мають низку переваг: менше енергоспоживання, безшумність і плавність роботи, висока швидкість піднімання-опускання, значно більший термін служби, можливість опускання в разі відключення електроенергії, простота та низька вартість обслуговування, високий рівень безпеки.

**Підйомники з пневматичним приводом.** Даний тип підйомника належить до пантографних або ножичних підйомників. На відміну від гідравлічних підйомників, підйом платформи здійснюється за рахунок стисненого повітря, що збільшує швидкість обслуговування автомобіля.

Нижче розглянемо основні конструкції підйомників.

### 1.3.1. Одностійкові підйомники з електромеханічним приводом

Одностійкові підйомники (рис. 1.2) складаються з однієї несучої стійки (колони). Головним плюсом таких підйомників є мала займана площа. Одностійкові підйомники бувають стаціонарні та пересувні.



Рис. 1.2. Одностійковий підйомник

Стаціонарні підйомники мають більшу вантажопідйомність (до 2,5 т), ніж пересувні (до 250 кг). Підйом автомобіля таким одностійковим підйомником здійснюється з одного боку автомобіля, або за пороги, або колеса.



Підйомник одностійковий чудово підійде для виконання робіт з технічного обслуговування автомобіля, для антикорозійної обробки днища, для шиномонтажу на станціях технічного обслуговування з обмеженою площею та гаражах.

### 1.3.2. Двостійкові підйомники

Двостійкові підйомники (рис. 1.3) складаються з двох стійок, кожна з яких оснащена кронштейнами (лапами) для підйому. Залежно від типу підйомника їх вантажопідйомність досягає 5 т. Підймання автомобіля у таких підйомниках здійснюється за піддомкратні майданчики. Передні лапи підйомника мають кут повороту 180 градусів, таким чином забезпечується швидка установка автомобілів, як з довгою, так і з короткою базою.



Рис. 1.3. Двостійковий підйомник

Підйомник двостійковий з асиметричною конструкцією застосовується для обслуговування широкобазних легкових автомобілів. Двостійкові автомобільні підйомники поділяються на симетричні та асиметричні. В асиметричних підйомниках стійки повернуті до задньої частини автомобіля і відповідно телескопічні лапи мають різну довжину (передні коротші), що



дозволяє дверям автомобіля відкриватися значно ширше. Такі автомобільні підйомники можна рекомендувати для не надто важких авто (до 3 тонн).

Для більш важких і великих автомобілів рекомендується використовувати симетричні автопідйомники, переважно через більшу стійкість автомобілів на лапах підйомників симетричного типу.

Двостійкові підйомники можуть бути з підлоговою рамою (переважне використання для неміцних підлог), що полегшує встановлення підйомника, а також «з чистою підлогою» – останнім часом більш поширеним типом, що забезпечує комфортний заїзд автомобіля та робоче місце автослюсаря під піднятим транспортним засобом.

При розміщенні елементів синхронізації вгорі слід звернути увагу на такий важливий елемент як висота верхньої горизонтальної перемички. Для обслуговування міні-венів з високим дахом потрібна мінімальна висота від 4000 мм. Двостійкові підйомники застосовуються для загальносервісних, шиномонтажних та арматурних робіт.

### 1.3.3. Чотирьохстійкові підйомники

Чотирьохстійкові підйомники (рис. 1.4) складаються з чотирьох стійок і розміщеною на них платформою для автомобіля. Завдяки вбудованій у платформу гідравлічній системі, підйомник працює дуже тихо, а низька висота платформи дозволяє обслуговувати автомобілі з низьким кліренсом, наприклад, спортивним автомобілям.

Підйомник чотирьохстійковий оснащується різними типами платформ: гладкою платформою, довгою гладкою платформою, платформою під розвал-сходження з виїмками під поворотні столи та укомплектовані ковзними пластинами під задні колеса, платформою з додатковим мікропідйомником.

Чотирьохстійкові підйомники зазвичай використовуються для обслуговування вантажної техніки, а також на постах контролю та регулювання кутів установки коліс (розвал-сходження).



Рис. 1.4. Чотирьохстійковий підйомник

### 1.3.4. Паралелограмні підйомники

Паралелограмні (ножичні) підйомники (рис. 1.5). Істотною перевагою цих підйомників є те, що в неробочому положенні вони не займають місця (у модифікаціях із заглибленням трапів). При наземній установці на поверхні розташовуються лише трапи та в'їзні апарелі. Ножичні підйомники, як правило, оснащені гідравлічними приводами, що забезпечують безшумність та довговічність роботи обладнання.



Рис. 1.5. Паралелограмний підйомник

Синхронізація між обома сторонами підйомника ножика здійснюється або за допомогою гідравліки, яка є дуже надійною, безшумною і гранично точною, або електронним способом. Підйомники ножичні комплектуються

додатковими підйомними столами для вивішування коліс і комплектом для стенду «розвал-сходження». Підйомники ножичні використовуються для спільної роботи зі стендами установки кутів коліс, а також для загальносервісних робіт.

### 1.3.5. Плунжерні підйомники

Конструкція плунжерних підйомників (рис. 1.6) максимально спрощена. Підйомні лапи, трапи або платформи закріплені на кінцевих частинах поршнів (плунжерів) гідроциліндрів, які, у свою чергу, заглиблені у підлогу у вертикальному положенні. Плунжерні підйомники можуть мати два виконання – з наземним розташуванням підйомних пристроїв або з заглибленням їх у підлогу, причому в другому випадку, коли підйомник знаходиться в неробочому положенні, на поверхні підлоги взагалі нічого немає.



Рис. 1.6. Плунжерний підйомник

Коли автомобіль знаходиться на підйомнику, до нього є вільний доступ з будь-якої сторони. Виносний блок керування дозволяє експлуатувати ці підйомники всередині приміщень та на автомобільних мийках. Плунжерні підйомники є ідеальним рішенням під час проведення загальносервісних робіт, у тому числі під час приймання та здачі автомобіля. Пропонуються одно-, дво- або чотирьохплунжерні підйомники, причому останні відмінно підходять для спільної роботи зі стендами «розвал-сходження».

Завдяки застосуванню спеціальних схем синхронізації плунжерні підйомники можуть об'єднуватися у великі системи, для обслуговування, наприклад, довгомірного та великогабаритного транспорту.

### 1.3.6. Перекидачі автомобільні

Перекидачі є технологічним обладнанням кузовної та антикорозійної дільниць та призначені для нахилу автомобіля в поперечній площині з метою забезпечення зручного доступу до днища кузова (рис. 1.7). Перекидачі мають укріплену шарнірно на основі підйомна стійку з кареткою. Каретка шарнірно з'єднана з платформою, на якій закріплено автомобіль.



Рис. 1.7. Перекидач автомобільний

Друга сторона платформи, так само як і стійка, шарнірно закріплена на основі. Каретка переміщається по стійці за допомогою механізму підйому. Цей механізм може бути гвинтовим з електромеханічним приводом або поршневым приводом від гідронасосної станції. Підйомна стійка, що має електромеханічний привід, конструктивно влаштована так само, як і моторна стійка в двостійковому підйомнику, а стійка з гідравлічним приводом – так само, як у двостійковому підйомнику з електрогідравлічним приводом.

### 1.3.7. Домкрати

На станціях технічного обслуговування (СТО) та в автомайстернях домкрати (рис. 1.8) застосовуються для часткового вивішування автомобілів (одного колеса або двох коліс однієї осі) та під час виконання робіт зі зняття або встановлення агрегатів на автомобілі, піднятого на підйомнику.



*Домкрат пневматичний*



*Домкрат підкатний гідравлічний*



*Домкрат рейковий*



*Домкрат підкатний пневмогідравлічний*



*Домкрат пляшкового типу одноштоковий*



*Домкрат ручний*



*Домкрат електричний*

Рис. 1.8. Домкрати гаражні

За своїм функціональним призначенням домкрати для вивішування коліс автомобіля поділяють на траверсні домкрати, призначені для встановлення на

платформні підйомники, та мобільні домкрати, що працюють автономно з підлоги приміщення або з землі на відкритій території.

Траверсні домкрати мають різні види приводу: пневматичний від централізованої мережі, гідравлічний м'язовий та пневмогідравлічний з живленням від пневматичної централізованої мережі, – та два види підйомних механізмів – ножичний та плунжерний.

Страховальні механізми у домкратах не передбачаються. Домкрати, що автономно працюють, для вивішування частини автомобіля, можна розбити на чотири групи:

- підкатні гідравлічні домкрати з м'язовим приводом та важільний механізм підйому;
- підкатні гідравлічні домкрати з м'язовим приводом та плунжерним циліндром;
- переносні гідравлічні домкрати з м'язовим приводом та плунжерним циліндром;
- пневматичні домкрати із сильфонним механізмом підйому.

Гідравлічні монтажно-демонтажні домкрати представляють собою телескопічні стійки з гідравлічним плунжерним механізмом підйому. Всі гідравлічні домкрати мають однаково влаштований гідравлічний механізм, що ґрунтується на замкнутій схемі «насос-циліндр». У гідроциліндрі обидві порожнини – робоча та резервуар, заповнені олією під атмосферний тиск. Коли перепускний клапан закритий, то перекачуючи масло плунжерним насосом з резервуара в підплунжерну порожнину, створюють у ній надлишковий тиск, який змушує плунжер підніматися та долати корисне навантаження. При відкритті перепускного клапана плунжер опускається у вихідне положення, зрівнюючи тиск оливи в обох порожнинах.

### **1.3.8. Пересувні демонтажні крани**

Під час монтажу-демонтажу вузлів та агрегатів автомобілів з подальшою доставкою їх на склад, на спеціальні майданчики складування або допоміжні



цехи з ремонту (моторний, агрегатний тощо) використовують підкатні гідравлічні крани (рис. 1.9). Крани різних фірм-виробників мають однаковий конструктивний пристрій.



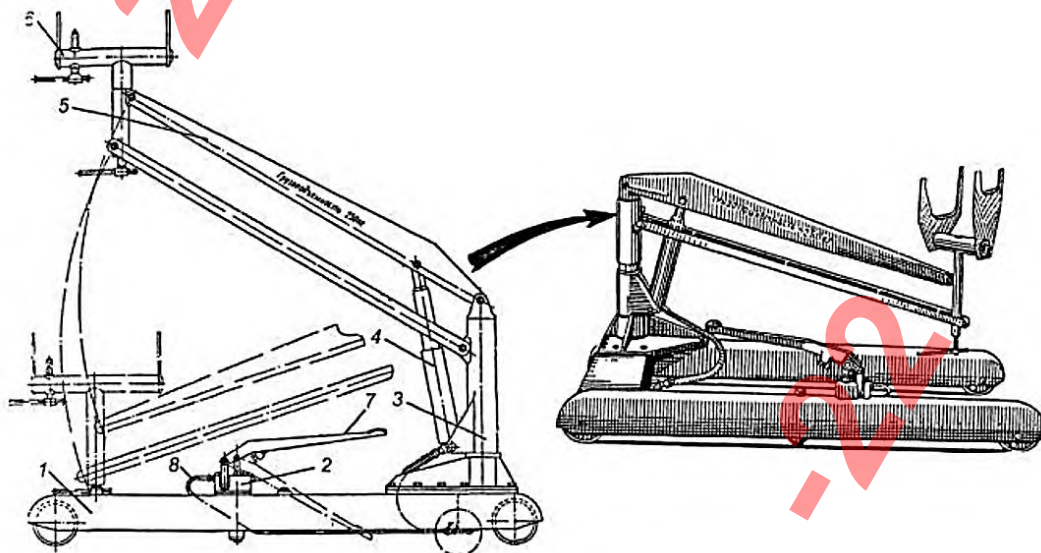
Рис. 1.9. Кран підкатний гідравлічний

Стандартно кран складається із стійки, стріли, механізму підйому стріли та рухомої основи. Стійка зі складною стрілою встановлена на рухому опору, лапи якої також складаються, утворюючи дуже компактний пристрій. У складеному стані кран займає мало місця і може зберігатися в будь-якому зручному місці виробничої дільниці. Привід підйому стріли крана – гідравлічний з м'язовим приводом плунжерного насосу. Гідравлічна схема крана не відрізняється від схеми гідравлічного домкрата. Стріла має регульований виліт та різну висоту підйому, що змінюється шляхом перестановки шарнірної точки кріплення штока гідроциліндра до консолі стріли.

Розглянемо деякі типові конструкції кранів підкатних.

Кран (рис. 1.10) гідравлічний пересувний з поворотною підйомною стрілою 5 призначений для заміни коробок передач, редукторів мостів

вантажних автомобілів, що обслуговуються на оглядових канавах (кран розміщується при цьому в канаві) та підйомниках. Силовим органом крана є робочий гідроциліндр 4, що діє від гідронасосу 2 плунжерного типу з педальним приводом 7. Циліндр та стріла змонтовані на стійці 3, яка може обертатися на опорі, що знаходиться на одному з кутів горизонтальної П-подібній рамі на котках. На кінці стріли, що представляє собою систему рівноплечих важелів, закріплений вертикальний важіль з отвором для встановлення змінних захватів 6 для вузлів та агрегатів. Система рівноплечих важелів дозволяє перебувати захвату з вантажем на будь-якій стадії роботи в горизонтальному положенні.



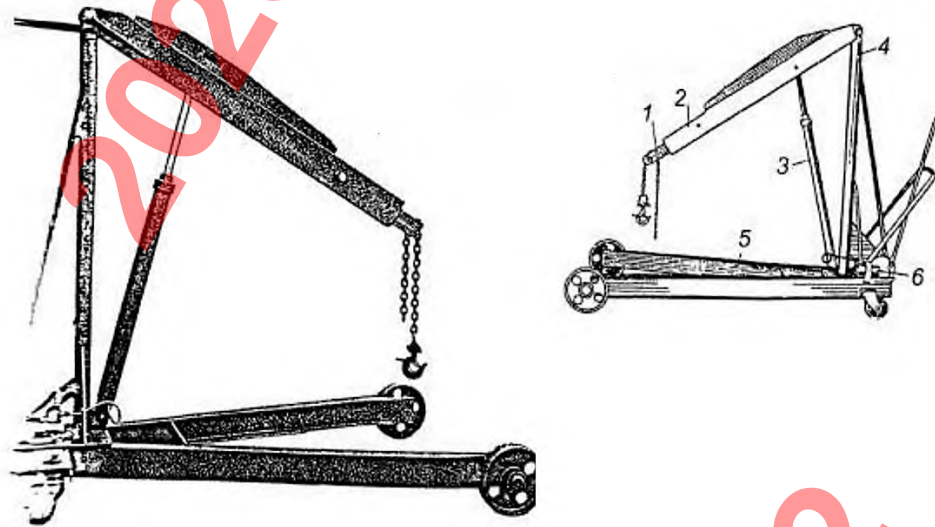
1 – візок; 2 – ножний гідронасос; 3 – поворотна стійка; 4 – робочий гідроциліндр; 5 – підйомна стріла; 6 – захват; 7 – педаль; 8 – трубопровід  
Рис. 1.10. Кран для заміни і транспортування агрегатів

Така конструкція забезпечує широкий діапазон переміщення захвату в просторі, а також легкість і точність його підведення, наприклад, під агрегат, що демонтується. При кількох натисканнях на педаль рідина з плунжерного насоса надходить у гідроциліндр, який починає впливати на стрілу, плавно піднімаючи її разом із захватом. Залишається тільки повернути всю систему на опорі рами, щоб точно підвести під агрегат, що демонтується.



Після зняття агрегату стріла легко виводиться разом з ним із канави з-під автомобіля для подальшого транспортування. Монтаж проводиться у зворотній послідовності. Опускання крана здійснюється поворотом спеціальної ручки.

Для монтажу-демонтажу двигунів (переважно у невеликих гаражах), а також для підняття та переміщення на невеликі відстані агрегатів та інших вантажів масою не більше 1000 кг використовується кран (рис 1.11).



1 – висувний подовжувач з вантажозахоплювальним гаком; 2 – підйомна стріла; 3 – силовий гідроциліндр; 4 – трубчаста стійка; 5 – V-подібна рама;  
6 – ручний гідронасос плунжерного типу

Рис. 1.11. Вантажопідйомний кран

Кран складається з горизонтальної V-подібної рами 5 на котках (з поручнем), на якій встановлена вертикальна трубчаста стійка 4, у верхній частині якої шарнірно закріплена підйомна стріла 2 з висувним (фіксованим у декількох положеннях) подовжувачем 7, ланцюг з вантажозахоплювальним гаком. Зі стрілою шарнірно з'єднаний шток гідроциліндра 3, що приводиться в дію ручним поршневым насосом (подвійної дії). Циліндр шарнірно закріплений на поперечині рами.

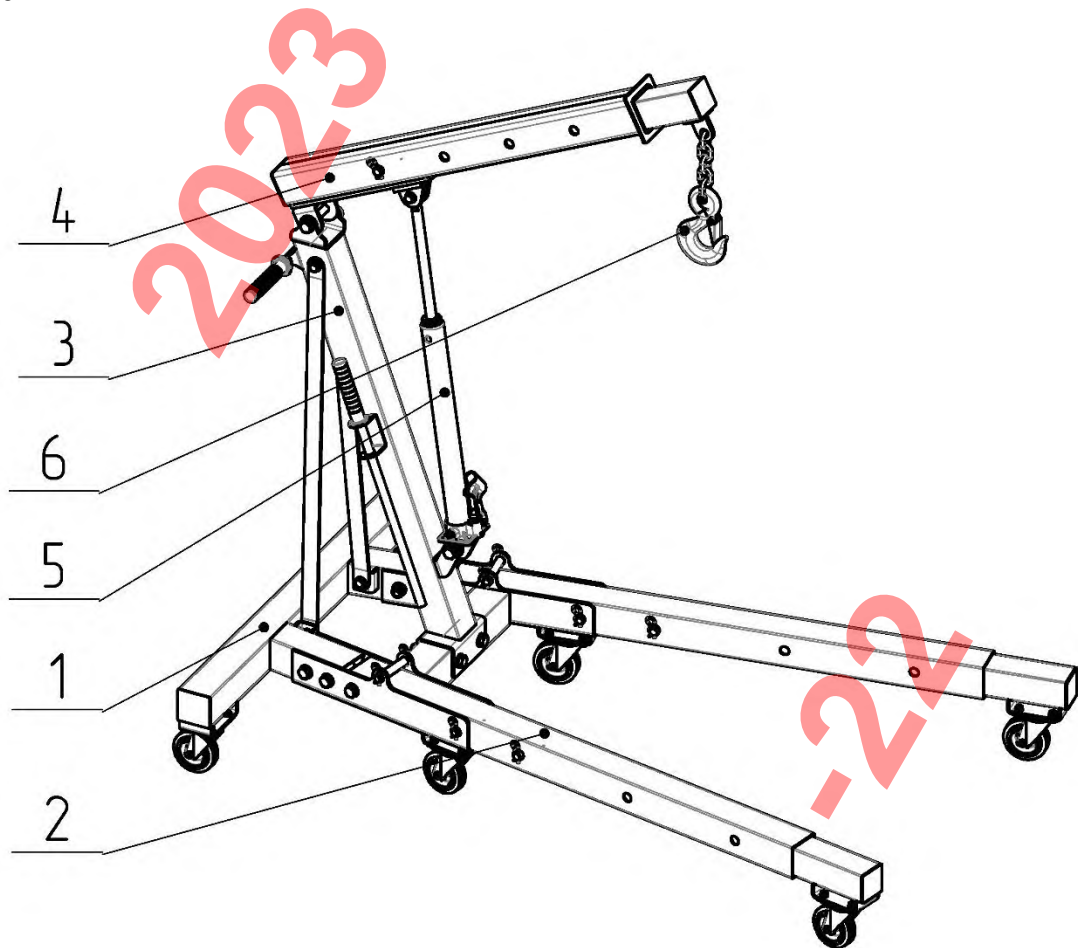
## 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

У кваліфікаційній роботі пропонується конструкторська розробка крана підкатного гідравлічного для демонтажу агрегатів транспортних засобів в умовах СТО (рис. 2.1), основною сферою використання якого є: станції технічного обслуговування, гаражі, склади, будівельні майданчики, виробничі цехи і технологічні дільниці.



Рис. 2.1. Кран підкатний гідравлічний (візуалізація проекту)

Запропонована конструкція крана дає змогу здійснювати демонтаж агрегатів транспортних засобів (ТЗ) широкого діапазону габаритних розмірів ТЗ та різної вантажності агрегатів. Кран підкатний гідравлічний (рис. 2.2) складається з таких основних частин: ходової частини, складовими елементами якої є основа 1 та лапи 2, стійки 3 з гідронасосом 5, стріли 4 та гака 6.



1 – основа ходової частини; 2 – лапа ходової частини; 3 – стійка;  
4 – стріла; 5 – гідронасос; 6 – гак

Рис. 2.2. Елементи конструкції крана підкатного гідравлічного

Кран підкатний гідравлічний призначений для демонтажу агрегатів ТЗ і транспортування їх у межах ділянки до місця призначення. Оснащений ручним гідравлічним приводом, який забезпечує швидкість піднімання та безпеку роботи.

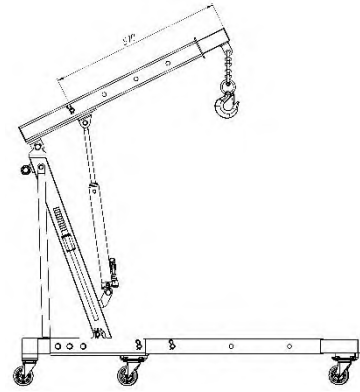
Кран призначений для установки агрегатів та вузлів на автомобіль або стенд для розбирання, а також для підйому та переміщення вантажу на невеликі відстані. Підйом вантажу здійснюється за допомогою масляного ручного насоса ручної дії, змонтованого на рамі крана. Плавне опускання вантажу здійснюється викручуванням голки зливного вентиля. Робочий циліндр гідравлічного механізму підйому з'єднаний із рамою крана, а шток із консольною стрілою. Стріла, у свою чергу, шарнірно з'єднана з вертикальною стійкою, розташованою на рамі.

Підйом вантажів до 1500 кг проводиться основною стрілою. При підйомі легших вантажів виліт може бути збільшений за допомогою подовжувача, який має чотири фіксовані положення.

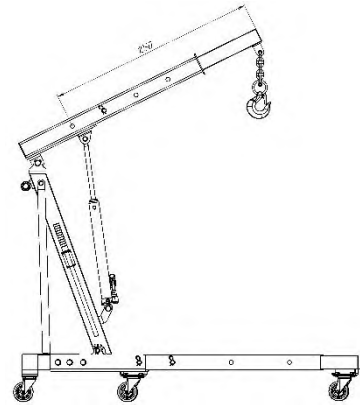
Кран підкатний гідравлічний є мобільним пристроєм, що працює за принципом сполучених судин, який приводиться в дію за допомогою гідроциліндра. Тиск у гідроциліндрі створюється за рахунок руху рукояті, після чого відбувається підняття штока, з'єданого кінематично з силовою конструкцією крана. Пристрій оснащений висувною телескопічною стрілою, на кінці якої встановлений гак на ланцюзі. Підйом вантажу відбувається плавно без ривків із можливістю його фіксації на потрібній висоті до 2,4 метра, що дозволяє його використовувати на невеликих висотах для зняття агрегатів з транспортного засобу, наприклад двигуна, і великих висотах, наприклад установка агрегата на стенд.

Для зручності та безпечної роботи з нестандартними вантажами та вантажами зі зміщеним центром тяжіння застосовуються лінійні траверси. Для можливості переміщення гідравлічного крана в будь-якому напрямку, на ходовій частині передбачено колеса-ролики.

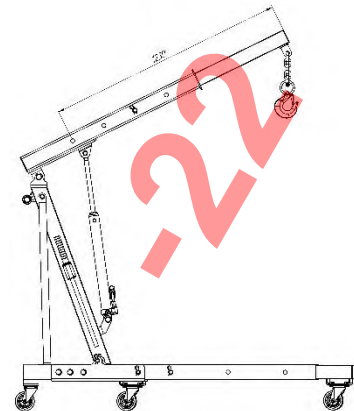
Основні елементи конструкції з урахуванням розрахунків, наведених у розділі 3, виготовлено з квадратної труби (ГОСТ 8639-82): стійка – труба 80×80×3, ходова частина – труба 80×80×3, стріла ходової частини – труба 70×70×3, стріла – труба 90×90×8, подовжувач стріли – труба 70×70×5.



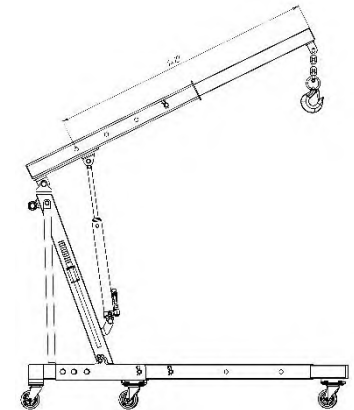
Положення 1,  $L=870$  мм



Положення 1,  $L=1050$  мм



Положення 1,  $L=1230$  мм



Положення 1,  $L=1410$  мм

Рис. 2.3. Положення телескопічної стріли крана



Технічні характеристики крана наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Технічні характеристики крана

Параметр	Значення
Вантажопідйомність, кг	1500
Габаритна довжина, мм	2350
Габаритна ширина, мм	2230
Габаритна висота, мм	2860
Довжина стріли (положення 1), мм	870
Довжина стріли (положення 2), мм	1050
Довжина стріли (положення 3), мм	1230
Довжина стріли (положення 4), мм	1410
Навантаження при положенні 1 стріли, кг	1500
Навантаження при положенні 2 стріли, кг	1000
Навантаження при положенні 3 стріли, кг	650
Навантаження при положенні 4 стріли, кг	500
Розміри (у складеному положенні), мм	1065×1020×1540
Максимальна висота піднімання, мм	2400
Маса, кг	123

Конструкція крана зумовлена його універсальним призначенням, а саме: можливість використання на СТО, які обслуговують транспортні засоби різних габаритів з агрегатами різної маси. Зокрема враховано широкий діапазон габаритних розмірів транспортних засобів, від малогабаритних (*Renault Clio*) до вантажних автомобілів значних габаритних розмірів (ГАЗ, ЗИЛ).

Для підвищення стійкості крана, рівномірності розподілу навантаження та безпеки роботи ширина вильоту лап підйомника є змінною та у випадку демонтажу двигунів транспортних засобів обмежується шириною колії між їх колесами (з урахуванням ширини профілю шин). Результати аналізу

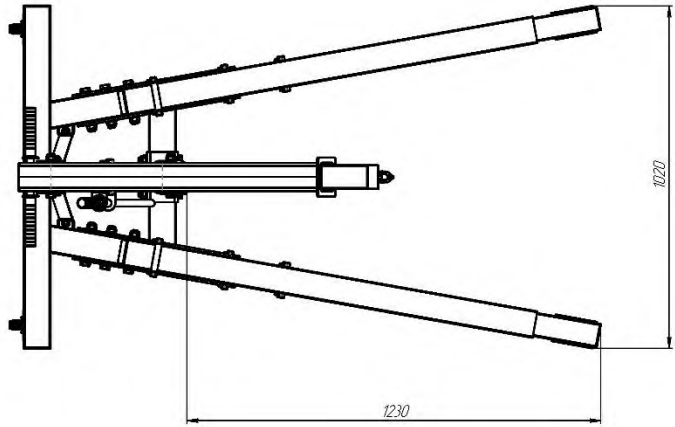
максимально допустимої ширини вильоту лап ходової частини підйомника, зумовленої конструктивними особливостями транспортних засобів, наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

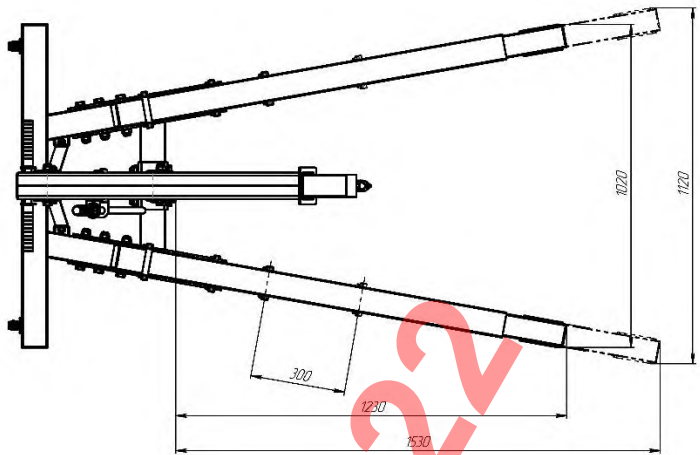
Максимально допустима ширина вильоту лап підйомника для  
обслуговування автомобілів різних марок

Марка автомобіля	Максимально допустима ширина вильоту лап підйомника, мм
Renault Clio	1250
Audi A4	1298
BMW X5	1376
Jeep Grand Cherokee	1368
Renault Master	1525
Mercedes Vito 639	1400
ГАЗ 33021	1560
ГАЗ 3307	1630
ЗИЛ 130	1855

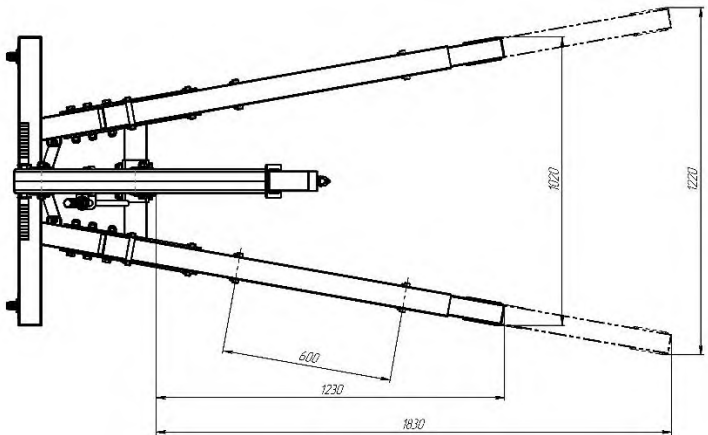
Конструкцією крана підкатного гідравлічного передбачено регулювання вильоту лап ходової частини з метою підвищення стійкості крана та безпеки роботи. Так, лапи крана можуть займати три положення з вильотом 1230, 1530, 1830 мм та шириною вильоту 1020, 1120, 1220 мм для кожного з трьох положень відповідно (рис. 2.4).



*Положення 1*



*Положення 2*



*Положення 3*

Рис. 2.4. Положення лап ходової частини крана



Гідравлічний циліндр (рис. 2.5) для крана вантажністю 5 тонн є однією з основних складових в гідравлічного крана.

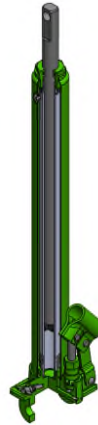


Рис. 2.5. Гідравлічний циліндр крана підкатного гідравлічного

Гідроциліндр – зворотно-поступального руху, що застосовується для перетворення енергії гідравлічної оливи в механічну енергію для підняття краном ваги до 5 тонн. Хороша якість, надійність та сервіс забезпечують безперебійну та довговічну експлуатацію.

Діаметр штока гідроциліндра – 22 мм, хід поршня – 500 мм.

Конструкцією крана передбачено можливість швидкого складання, що дозволяє компактно розташовувати його у виробничому приміщенні на час простою.



Рис. 2.6. Кран підкатний гідравлічний у складеному положенні

### 3. МІЦНІСНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КРАНА В СЕРЕДОВИЩІ *SOLIDWORKS SIMULATION*

#### 3.1. Проектний аналітичний розрахунок профілю стріли крана

Визначимо товщину стінки стріли крана, провівши попередній проектний розрахунок на міцність конструкції під дією вантажа, який піднімається гаковою підвіскою крана. Оскільки стріла крана є найбільш навантаженою частиною конструкції, міцнісний розрахунок здійснимо на її прикладі. Розрахункова схема являє собою балку (рис. 3.1). Матеріал балки – сталь 30, форма поперечного перерізу – квадрат (ГОСТ 8639-82 «Труби сталеві квадратні. Сортамент»).

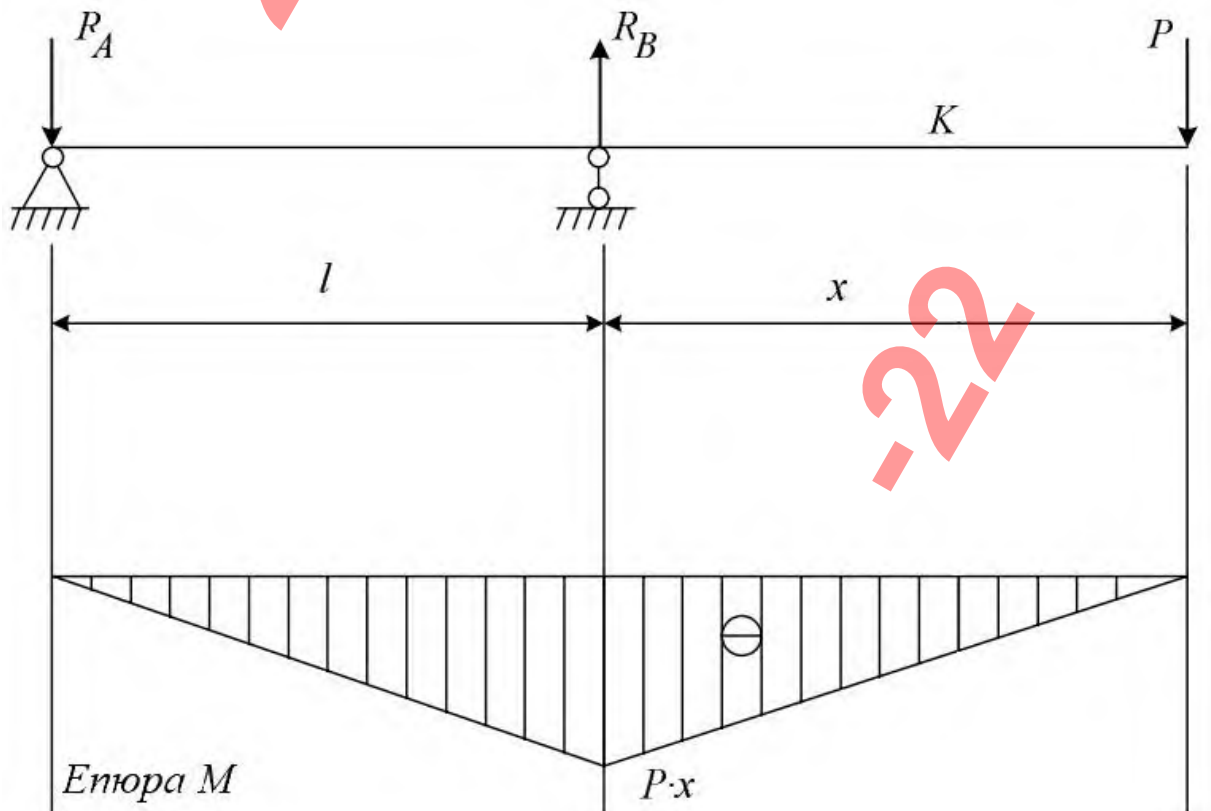


Рис. 3.1. Розрахункова схема стріли крана підкатного гідравлічного

Реакції опор визначатимуться з рівнянь:

$$\sum M_A = 0, R_B \cdot l - P \cdot (l + x) = 0, R_B = P \frac{l+x}{l} = P \left(1 + \frac{x}{l}\right) \quad (3.1)$$

$$\sum M_B = 0, R_A \cdot l - P \cdot x = 0, R_A = P \frac{x}{l}$$

Умова міцності на згин:

$$\sigma_{z2} = \frac{M_{\max}}{W_x} \cdot s \leq [\sigma], \quad (3.2)$$

де  $M_{\max}$  – максимальний згинальний момент, Н·мм;

$W_x$  – осьовий момент опору перерізу, мм<sup>3</sup>;

$[\sigma]$  – допустиме напруження матеріалу (сталь 30),  $[\sigma] = 320$  МПа;

$s$  – коефіцієнт запасу міцності, приймаємо  $s = 2$ .

Визначимо максимальний згинальний момент у небезпечному перерізі, який знаходиться в місці кріплення гідроциліндра:

$$M_{\max} = P \cdot x \quad (3.3)$$

Осьовий момент опору для труби квадратного тонкостінного перерізу визначається за формулою:

$$W_x = \frac{4}{3} B^2 \cdot S, \quad (3.4)$$

де  $B$  – розмір сторони квадрата, мм;

$S$  – товщина стінки труби, мм.

Враховуючи те, що товщина стінки труби становить  $0,1B$ , можна записати:

$$W_x = \frac{4}{3} B^2 \cdot S = \frac{4}{3} B^2 \cdot 0,1B = 0,13B^3 \quad (3.5)$$

Тоді

$$\sigma_{z2} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{P \cdot x}{0,13B^3} \cdot s \leq [\sigma] \quad (3.6)$$

Звідси

$$B \geq \sqrt[3]{\frac{2P \cdot x}{0,13\sigma}} \quad (3.7)$$

Таким чином розрахуємо сторону квадрата перерізу стріли крана в небезпечному перерізі:

$$B \geq \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 15000 \cdot 810}{0,13 \cdot 320}} \geq 84 \text{ мм}$$

Відповідно до ГОСТ 8639-82 «Труби сталеві квадратні. Сортамент» попередньо приймаємо профіль стріли крана – труба 90×90×8, а подовжувача – труба 70×70×5.

### 3.2. Міцнісний аналіз в *SOLIDWORKS SIMULATION*

Проведемо уточнений міцнісний аналіз стріли крана в середовищі системи автоматизованого проектування *SOLIDWORKS* за допомогою модуля *SOLIDWORKS SIMULATION*.

Загальний вигляд конструкції стріли представлено на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Загальний вигляд конструкції стріли (розрахункова модель)

Матеріал стріли – сталь 30 ( $\sigma_T = 320\text{МПа}$ ).

Профіль основної частини стріли – труба 90×90×8, подовжувача – труба 70×70×5.

В аналізі враховано та контакти між компонентами збірки стріли.

Обмеження накладено параметром «фіксована геометрія» у місці кріплення кронштейнів стійки та гідроциліндра до стріли.

Зусилля, що імітує навантаження агрегатом, який піднімається краном, прикладено до отвору вуха подовжувача стріли в місці кріплення ланцюга гака.

Сітку для усіх варіантів вильоту стріли створено за допомогою параметра «стандартна сітка» з урахуванням кривизни поверхонь.

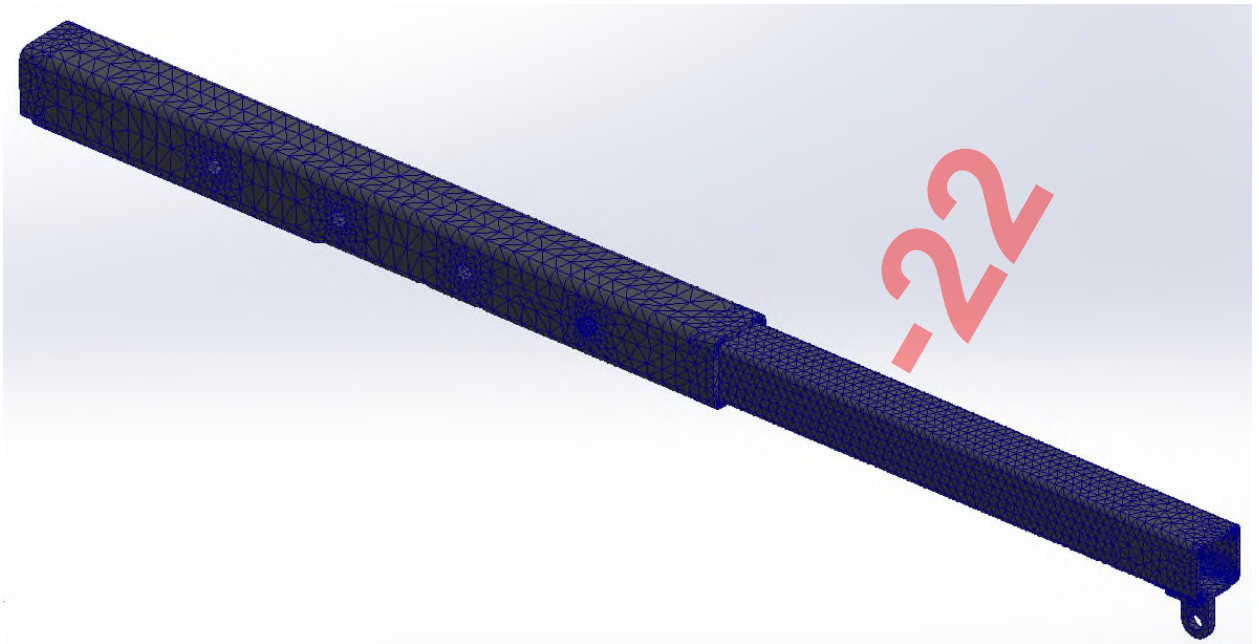


Рис. 3.3. Сіткова модель стріли, положення 4

Для розрахунків використано чотири варіанти довжини вильоту подовжувача стріли та різні значення навантажень.

У положенні 1 навантаження на стрілу становить 15000 Н. Епюри напружень, переміщень та коефіцієнта запасу міцності наведено на рис. 3.4-3.6.

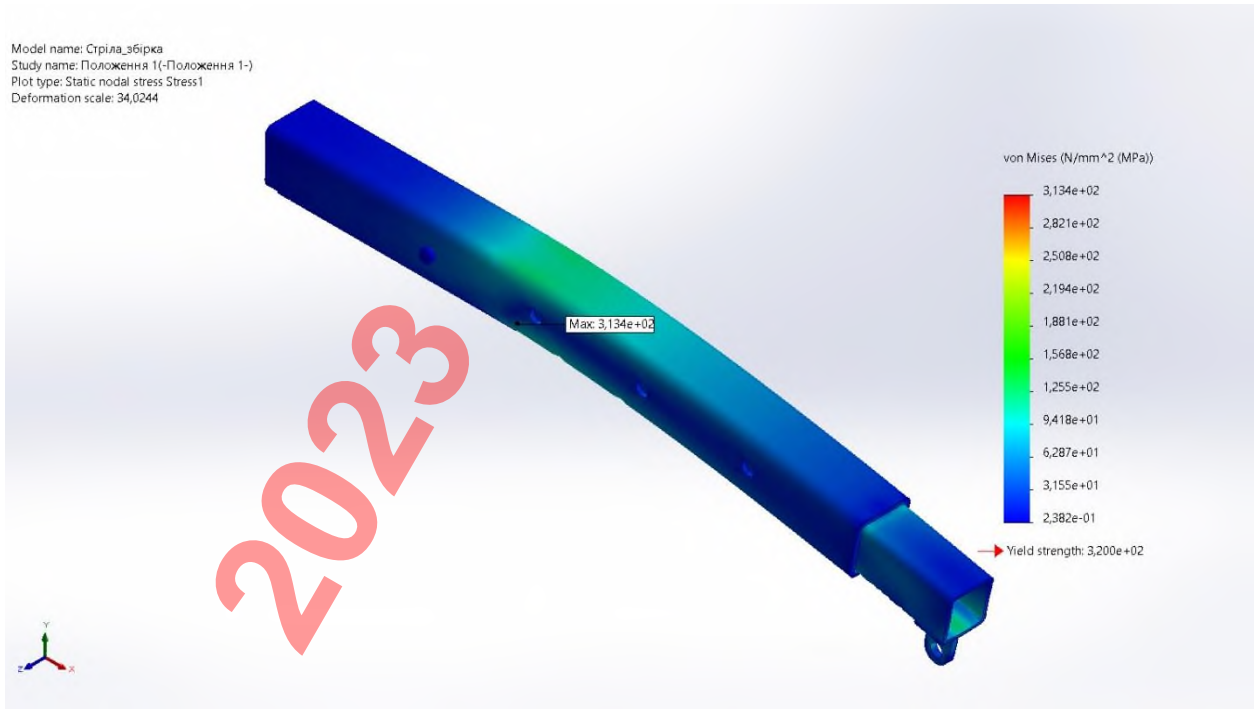


Рис. 3.3. Епюра напружень для положення 1 ( $P = 15000$  Н)

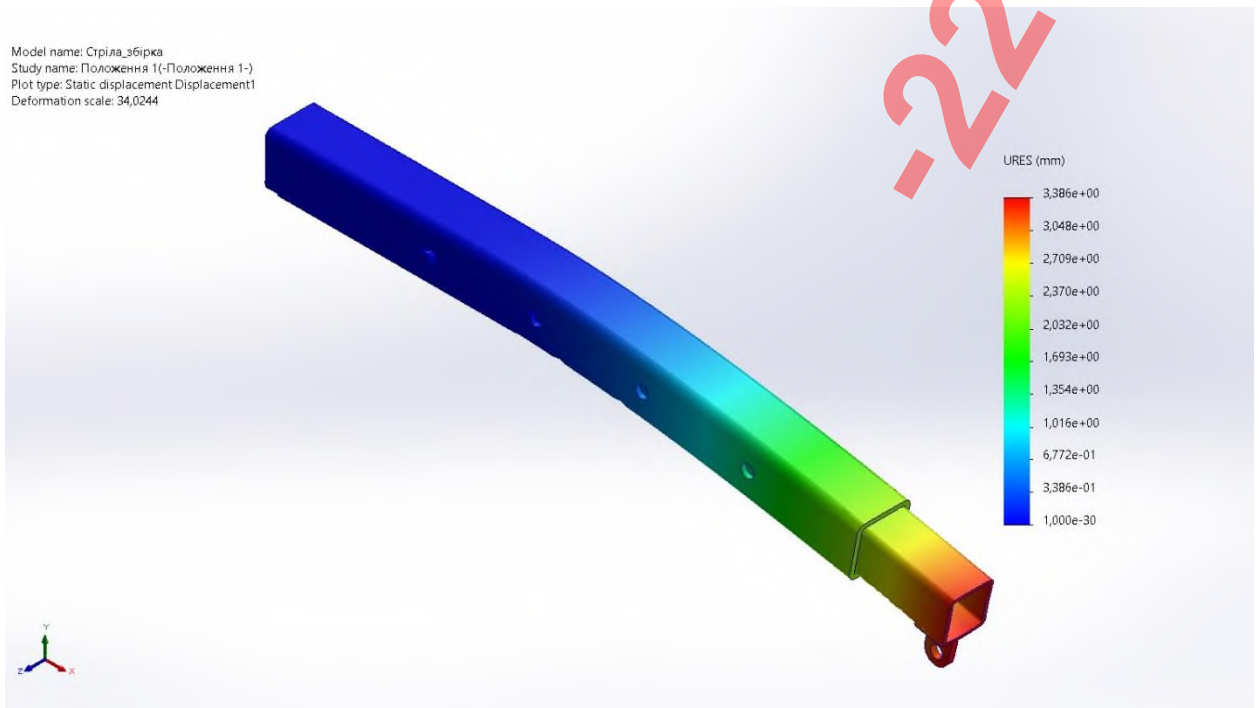


Рис. 3.4. Епюра переміщень для положення 1 ( $P = 15000$  Н)





Рис. 3.4. Епюра коефіцієнта запасу міцності для положення 1 ( $P = 15000$  Н)

Наведемо результати аналізу для положення 4 стріли крана – крайнього положення, а результати проміжних положень занесемо у зведену таблицю.

При положенні 4 навантаження на стрілу становить 5000 Н. Епюри напружень, переміщень та коефіцієнта запасу міцності наведено на рис. 3.5-3.7.

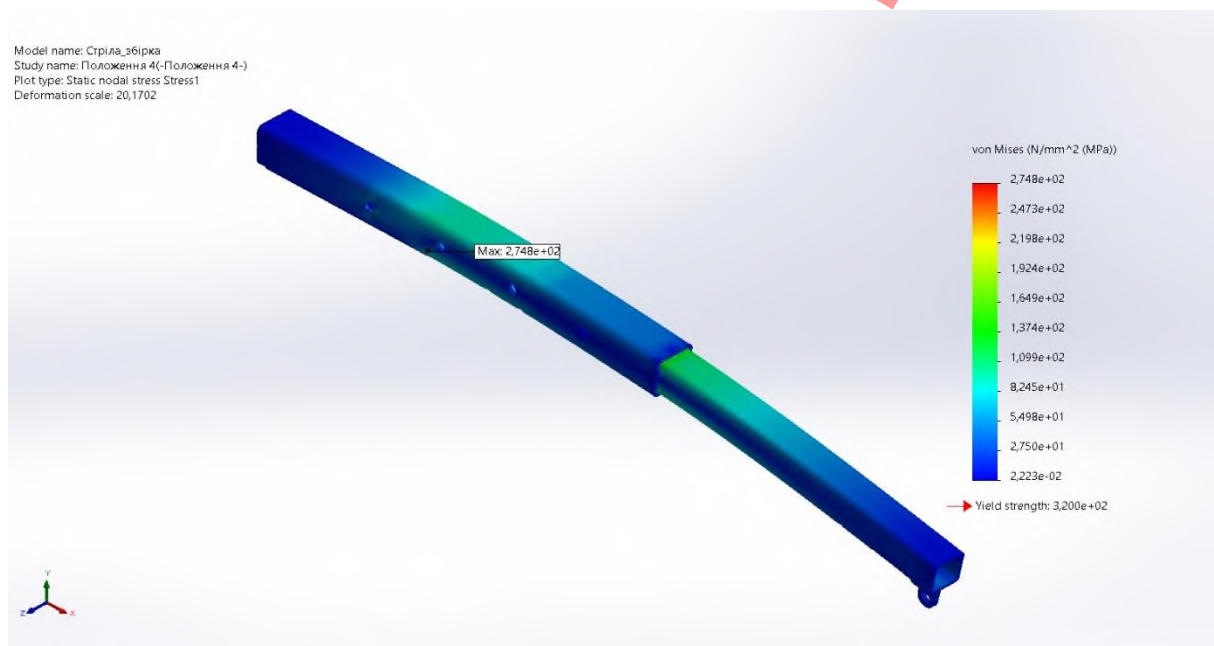


Рис. 3.5. Епюра напружень для положення 4 ( $P = 5000$  Н)

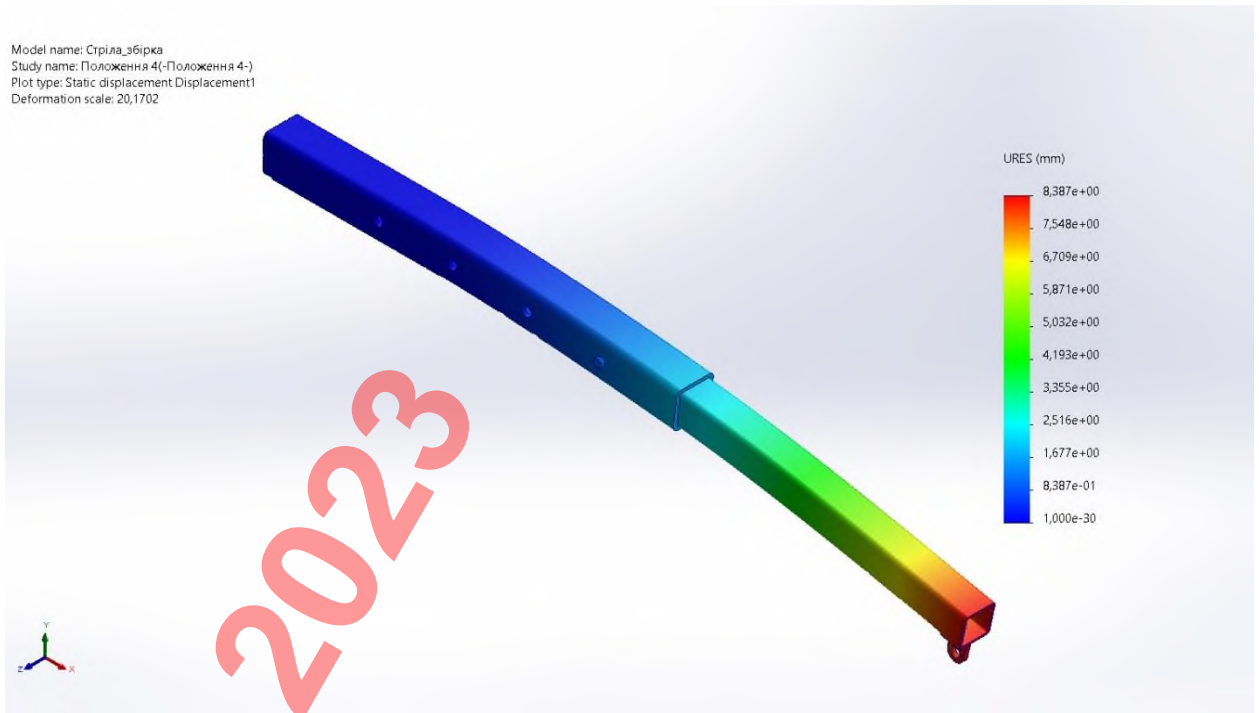


Рис. 3.6. Епюра переміщень для положення 4 ( $P = 5000$  Н)



Рис. 3.7. Епюра коефіцієнта запасу міцності для положення 4 ( $P = 5000$  Н)



Результати міцнісного аналізу наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Зведені результати міцнісного аналізу стріли крана підкатного гідравлічного

Положення стріли	Навантаження, Н	Напруження, МПа	Переміщення, мм	Коефіцієнт запасу міцності
1	15000	313	3,87	1,02
2	10000	275	4,59	1,16
3	6500	309	6,14	1,04
4	5000	275	8,39	1,17

Як бачимо з результатів аналізу в середовищі *SOLIDWORKS SIMULATION*, для всіх чотирьох варіантів вильоту стріли та різних значень навантажень дотримуються умови міцності. Результати комп'ютерного моделювання незначно відрізняються від результатів аналітичного розрахунку, що зумовлено врахуванням особливостей конструкції крана під час аналізу, а тому й отриманням точніших результатів. Загалом результати комп'ютерного моделювання підтвердили результати, отримані аналітичним шляхом і свідчать про достатню надійність конструкції.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Заходи з техніки безпеки під час виготовлення крана

Основні роботи під час виготовлення крана підкатного гідравлічного – це зварювальні роботи.

Значними впливами на людей під час зварювання є хімічна, фізична та психологічна дія. Хімічна дія виникає внаслідок утворення шкідливих речовин у повітрі під час зварювання. Основною шкідливою речовиною є, так званий, зварювальний аерозоль, який призводить до бронхо-легеневих захворювань. Вже через п'ять років після працювання, без дотримання правил особистої безпеки, в організмі повністю розвивається пневмоконіоз. Також існує інформація, що зварювальний аерозоль може підвищити ризик розвитку раку. Іншим проявом хімічної дії під час зварювання, є марганцева інтоксикація (отруєння) організму, яка може проявитися у вигляді ураження центральної нервової системи. Також хімічний вплив може проявитися у вигляді набряку легенів (отруєння монооксидом вуглецю), розвитку бронхопневмонії (вплив газоподібних та твердих сполучень фтору).

Отже, хімічна дія може сильно впливати на здоров'я людини, якщо не дотримуватися основних правил, а одним з основних правил для запобігання виникненню хвороб під час зварювання є одягання респіратора, який захистить органи дихання від потрапляння небезпечних речовин всередину організму. У якості адсорбенту респіратора можуть виступати різні матеріали з високою питомою поверхнею, найбільш поширений - пористий вуглець, або просто активоване вугілля. Також необхідно забезпечити щільне прилягання маски до обличчя, щоб запобігти проникненню шкідливих речовин через отвори.

Другим, не менш небезпечним, видом впливу на здоров'я організму зварника є фізична дія. Під час зварювання металів, окрім зварювання під флюсом, утворюються видиме випромінювання, ультрафіолетові промені та бризки розплавленого металу. Зокрема, всі ці процеси супроводжуються

інфрачервоним випромінюванням. Видимі світлові промені засвічують очі, бо яскравість цих променів перевищує природну у десять тисяч разів. Навіть якщо подивитися на них протягом досить короткого часу, то все одно є ризик викликати хворобу під назвою електрофтальмія. Основні ознаки хвороби, які проявляються через декілька годин після прямого контакту очей з променями, є спазми повік, різь в очах, а також почервоніння слизової оболонки повіки. Ультрафіолетове випромінювання, зокрема впливає й на будь-які відкриті ділянки шкіри, що призводить до опіків. Для захисту від уражень променями необхідно вдягати спеціальну маску яка відповідає створеним стандартам засобів індивідуального захисту очей та лиця при зварюванні (ГОСТ 12.4.238 – 2007). Цей стандарт включає в себе більш ніж пів-сотні вимог до захисного обладнання, яке забезпечить майже повний захист робітника під час зварювання. Зокрема, цей стандарт передбачає створення масок які б захистили обличчя від опіків внаслідок контакту з ультрафіолетовим випромінюванням. Також, не слід забувати про спеціальний одяг, який захистить інші відкриті ділянки шкіри від уражень.

Іншим видом впливу на здоров'я людини, під час зварювальних робіт, є психофізіологічна дія. Цей фактор небезпеки полягає в тому, що під час зварювання на робітника можуть вливати нервово-психічні та фізичні перевантаження. Через статичне перенапруження, яке включає умови праці та її тривалість, підвищується ризик утворення нервово-язового захворювання апарата плечового поясу. Також через складність роботи, загальну виснаженість, перенапруження очей, внаслідок спостереження статичної робочої області, вкупі з нервово-психічним перевантаженням, можуть викликати нервово-емоційне перенапруження. Це перенапруження може призвести до втоми, порушення функції скорочення м'язів очей (як наслідок – тимчасове або постійне порушення зору), а також пошкодити серцево-судинну та центрально-нервову систему. Для полегшення впливу психофізіологічної дії на зварника, необхідно дотримуватися правил щодо графіку роботи та загального стану робочої ділянки. Зокрема, необхідно роботи перерви між

зварюваннями, як тільки відчувається загальна втома, пониження якості зору. В перервах необхідно вийти з приміщення, якщо робота відбувається в замкнутому просторі, подихати свіжим повітрям, поспілкуватися, тобто загалом змінити обстановку. Ці дії допоможуть оновити фізичний стан та допоможуть розслабитися очам від постійного спостереження статичної картинки області зварювання. Також, існують окремі загальні рекомендації щодо безпеки людини під час зварювальних робіт. Зокрема, необхідно використовувати сучасне обладнання, яке відповідає вимогам стандартів якості, та сучасні матеріали, які можуть зменшити викиди шкідливих речовин у повітря навколо робочої області.

Отже, робота під час зварювання включає в себе небезпеки з боку трьох основних чинників: хімічна дія – вплив утворених газів в процесі зварювання, від якої можна захиститися за допомогою спеціальних респіраторів; фізична дія – вплив різних випромінювань, зокрема інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання, від яких можна захиститися за допомогою маски, яка відповідає стандартам ГОСТ 12.4.238 – 2007; психофізіологічна дія – вплив перенавантаження на роботі внаслідок довгого неперервного зварювання, який можна уникнути якщо дотримуватися графіку роботи та робити перерви виходячи на свіже повітря і давши відпочити очам, які довго спостерігали статичну робочу область.

#### **4.2. Заходи з техніки безпеки під час роботи з краном**

Контроль за технічним станом та правильною експлуатацією крана підкатного гідравлічного здійснюється призначеним наказом на підприємстві інженерно-технічним працівником відповідальним за нагляд утримання та безпечну експлуатацію спеціального підйомного обладнання, який зобов'язаний:

- а) здійснювати нагляд за технічним станом та безпечною експлуатацією крана;

- б) забезпечити наявність та правильність ведення технічної документації на кран;
- в) дотримуватись порядку призначення осіб відповідальних за експлуатацію крана;
- г) організувати та провести первинний огляд крана і не рідше ніж раз на шість місяців проводити періодичний огляд крана.

Кран повинен бути закріплений за особою відповідальною за його експлуатацію, призначення якого провадиться за погодженням з інженерно-технічним працівником, відповідальним за наглядом. До роботи з краном допускаються лише особи, які вивчили технічний опис пройшли інструктаж з техніки безпеки та ознайомлені з обов'язками його роботи та експлуатації. До початку експлуатації нового крана користувач зобов'язаний провести повний огляд крана відповідно до вимог технічного опису. Надалі кран, який перебуває в роботі, повинен проходити повний технічний огляд кожні 6 місяців. Забороняється експлуатувати кран у випадку видимого пошкодження гідроциліндрів або гідроапаратури.

Щомісяця проводити перевірку та підтяжку всіх різьбових з'єднань. Заборонено перевантажувати кран, це може призвести до його поломки. Кран необхідно встановити на тверду поверхню, здатну витримати навантаження. В іншому випадку, кран може втратити стійкість і перекинути вантаж. Стріла та вантаж повинні займати низьке положення перед переміщенням вантажу.

Переміщати вантаж необхідно плавно і повільно уникати розгойдування вантажу та його перекидання. Причиною низької вантажопідйомності може бути повітря в гідросистеми. Потрібно видалити повітря шляхом повного відкриття випускного клапана (поворотом рукоятки проти годинникової стрілки), потім у нижньому положенні стріли слід швидко натиснути кілька разів на ручку гідроциліндра. Якщо лапа зафіксована, можна відрегулювати виліт подовжувача, якщо відбувається провисання вантажу. Перед складанням лап (якщо це передбачено конструкцією) стрілу потрібно опустити вниз. Лапу

неможливо підняти, якщо кран навантажений. Якщо гідроциліндр оснащений запобіжним клапаном, його не можна відрегулювати.

### **4.3. Обслуговування крана підкатного гідравлічного**

При доливанні або заміні оливи необхідно використовувати оливу для домкратів відповідного класу. Не можна змішувати оливи різних класів та типів, заборонено використовувати гальмівну рідину, спирт, гліцерин, розчинник, моторну оливу або відпрацьовану оливу. Інакше це може призвести до серйозних поломок гідроциліндра.

Під час заправки оливи слід уникати попадання бруду та сторонніх речовин у систему. Необхідно перевіряти гідроциліндр та плунжер кожні три місяці на предмет наявності слідів корозії. За необхідності протерти тканиною, змоченою в оліві. За наявності поломки обслуговування повинно виконуватись кваліфікованим спеціалістом.

### **4.4. Загальні поняття про негативні наслідки для довкілля під час виготовлення крана підкатного гідравлічного**

Під час виготовлення крана підкатного гідравлічного значний об'єм робіт займають зварювальні роботи елементів конструкції крана.

Сучасне виробництво передбачає використання найрізноманітніших технологічних прийомів, пов'язаних з обробкою різних матеріалів, монтажем і збіркою виробів. У процесі виробництва з'являються негативні фактори, які можуть впливати безпосередньо на людину, що здійснює виробничий процес (наприклад, електричний потік, світлові спалахи), так і в навколишньому середовищі (наприклад, шуми, пил, забруднення повітря хімічно активними речовинами). У загальному випадку у виробничому процесі можуть виникнути небезпечні фізичні, хімічні, психофізіологічні, біологічні та виробничі фактори.

У технологіях сучасного виробництва використовуються процеси негативного впливу на навколишнє середовище, такі як механічні, термічні та гальванічні обробки, різання, зварювання, пайки та фарбування.

При вирішенні проблеми екологізації виробництва в даний час застосовуються пасивні методи захисту, сенс яких зводиться до обмеження кількості забруднюючих навколишнє середовище викидів, це вловлювання пилегазовиділених, викинутих в атмосферу, очищення стічних вод від домішок.

Сучасний стан біосфери характеризується тим, що діяльність людини стає все більш невідповідною природним силам природи. Так, накопичення в атмосфері вуглекислого газу в результаті спалювання палива йде більш інтенсивно, ніж його поглинання рослинністю і водами океанів і морів. Об'єм атмосферного кисню зменшується такими темпами, що в середині наступного століття може виникнути низка небезпечних проблем. Антропогенне забруднення атмосфери було наближено до кількості пилу і золи, вивержених вулканів, а антропогенне забруднення морської нафти збільшило її обсяг через природний розлом і тріщину на земній поверхні.

Захист навколишнього середовища перш за все пов'язаний із всестороннім вивченням біосфери та її еволюції, з розробкою методології біологічного та екологічного прогнозування.

Найбільш небезпечним видом непередбаченого впливу на природне середовище є її забруднення. Метеорологічні і гідрологічні процеси переносять, поширюють і розсіюють промислові забруднювальні речовини.

#### **4.5. Види зварювальних відходів**

Відходи зварювання, як і відходи будь-якої іншої галузі, мають свої особливості і правила з відновлення / рециклінгу (утилізації / переробки) або видалення. Розрізняють два основних види відходів зварювання – зварювальний шлак і недогарки електродів.

Клієнтами з відновлення/рециклінгу (утилізації/переробки) або видалення відходів зварювання є компанії, підприємства, установи та організації, які використовують у своїй діяльності (мають на балансі) вироби для зварювання.

Основною вимогою до пакування відходів зварювання з метою їх перевезення та тимчасового зберігання до моменту відновлення або видалення є запобігання їх потраплянню в навколишнє середовище.

#### **4.6. Утилізація зварювального шлаку**

Сам по собі шлак являє собою побічний продукт при використанні дугового зварювання, зварювання під флюсом, або порошкового дугового зварювання. Після охолодження він підлягає видаленню, але якщо ж вийшло так, що він контактує з металом деталі, то це вважається істотним дефектом і даний шов підлягає виправленню.

Шлакові утворення виникають в тих випадках, коли невеликий обсяг металу занадто швидко твердне, що не дозволяє шлаку покинути межі самої зварювальної ванни.

Склад шлаку одержуваного при виконанні зварювальних робіт буде залежати від складу покриття електрода або ж від зварювального флюсу. Найчастіше до складу відходу входять такі компоненти: діоксид кремнію, оксид марганцю, оксид титану, оксид заліза і оксид кальцію. Сам зварювальний шлак відноситься до четвертого класу небезпеки відходів.

Основний спосіб переробки зварювального шлаку – грохочення з подальшою магнітною сепарацією металевих елементів. Звільнений від металевих домішок шлак придатний для подальшого промислового застосування.

Також в окремих випадках відновлення (утилізація) зварювального шлаку може здійснюватися шляхом переплавки.



#### 4.7. Утилізація зварювальних електродів

Під час зварювання основним витратним матеріалом є електрод. У промисловому масштабі їх використовується величезна маса, яка обчислюється не штуками, а десятками, а то і сотнями кілограмів витрат. Незалежно від довжини цього виробу, від кожного з них залишається невеликий недогарок, який не може бути використований у подальшому.

Відновлення/рециклінг (утилізація/переробка) зварювальних електродів полягає в їх переплавці, але для цього спочатку потрібно відсортувати недогарки за складом домішок або металу. Це дозволить після переплавки відразу отримати сталь леговану потрібного хімічного складу. Найчастіше така сталь повторно йде на виробництво таких же зварювальних електродів. Це дуже зручно, так як не залишається відходів.

22

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Складемо кошторис матеріальних витрат на виготовлення конструкції.

Перелік та вартість комплектуючих матеріалів  $C_k$  наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1.

Вартість комплектуючих виробів

Назва елемента	Ціна, грн	Кількість, шт	Всього, грн
Гідронасос	2500	1	2500
Колесо поворотне	650	6	3900
Гак	250	1	250
Ланцюг	180	1	180
Болт DIN 933 - M8×1.25×20	2,87	20	57,4
Гайка DIN 985 - M8	17,43	20	348,6
Шайба DIN 125 - A8.4	2	40	80
Шплінт R - Ø16mm	8	12	96
Болт DIN 931 - M16×2×120	50	7	350
Гайка DIN 985 - M16	7,40	7	51,8
Шайба DIN 125 - A 17	3,56	14	49,84
Всього:			7863,64

Таким чином, сумарна вартість комплектуючих виробів для виготовлення крана становить 7863,64 грн.

Вартість основних матеріалів  $C_{осн}$  наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

## Вартість основних матеріалів

Назва	Ціна, грн	Кількість, м	Всього, грн
Профільна труба 70×70×3	310	2,2	682
Профільна труба 70×70×5	550	1	550
Профільна труба 80×80×3	320	5,6	1792
Профільна труба 90×90×8	1218	1	1218
Смуга	66	2	132
Інші матеріали	1000	-	1000
Всього:			5374

Вартість основних матеріалів становить 5374 грн.

Повна вартість матеріалів  $C_{\Pi}$ , необхідних для виготовлення крана підкатного гідравлічного становить:

$$C_{\Pi} = C_{\text{к}} + C_{\text{осн}} = 7863,64 + 5374 = 13\,237,64 \text{ грн.}$$

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційній роботі проаналізовано конструкції підйомного обладнання, що використовується для монтажу/демонтажу агрегатів транспортних засобів. Виявлено його переваги та недоліки. Проведено аналіз габаритів транспортних засобів, які впливають на конструктивні особливості кранів підкатних для демонтажу двигунів внутрішнього згорання.

Запропоновано конструкцію крана підкатного гідравлічного для використання в умовах станцій технічного обслуговування та виробничих ділянок для монтажу/демонтажу агрегатів, зокрема ДВЗ. В конструкції передбачено можливість ступінчатого регулювання довжини висувних лап ходової частини, що підвищує стійкість та надійність конструкції, а також можливість регулювання довжини стріли за допомогою подовжувача, що дозволяє працювати з агрегатами різних габаритів та за різних умов доступності до агрегата, що робить кран універсальним обладнанням для умов невеликих підприємств багатопредметної спеціалізації. Кран може працювати в широкому діапазоні навантажень, максимальна маса вантажу – 1500 кг.

В роботі проведено аналітичний розрахунок елементів конструкції, а також здійснено міцнісний аналіз конструкції в середовищі *SolidWorks Simulation*.

Розроблено заходи з техніки під час виготовлення крана та під час роботи з ним. Запропоновано перелік заходів з обслуговування крана для підтримання його безпечної експлуатації.

В роботі передбачено заходи з охорони довкілля під час виготовлення крана підкатного гідравлічного.

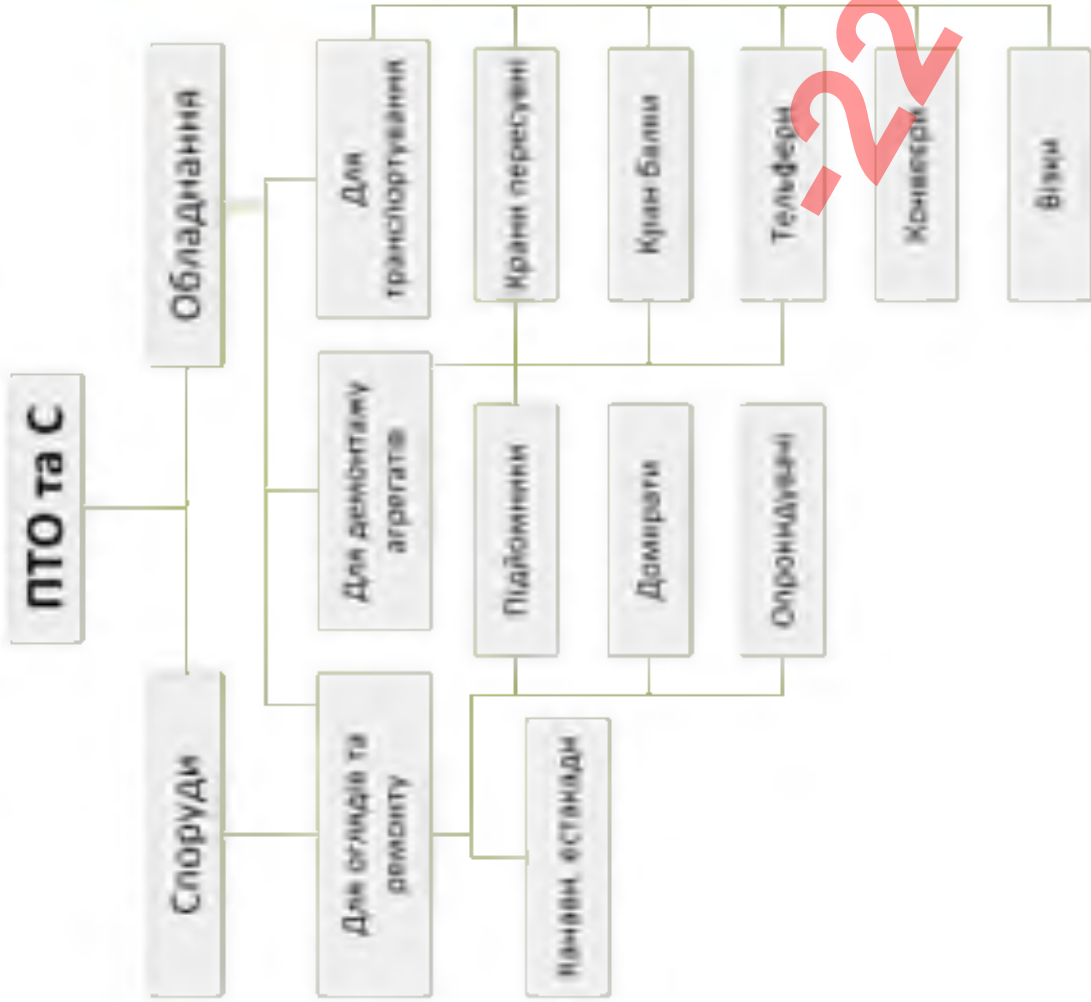
Здійснено економічний розрахунок, який полягав у визначенні витрат на закупівлю матеріалів та комплектуючих виробів, необхідних для виготовлення крана. Так, повна вартість матеріалів становить 13 237,64 грн, що є цілком прийнятною з урахуванням стану на ринку підйомного обладнання та підвищення ефективності технологічних процесів з використанням такого крана на виробництві.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1995. – 368 с.
2. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. – К.: Вища школа, 1993. – 288с.
3. Бутко Д. А., Луценков В. Л., Лехман С. Д. Практикум з охорони праці. – К.: Урожай, 1995. – 144 с.
4. Ванін В. В., Бліок А. В., Гнітецька Г. О. Оформлення конструкторської документації : Навч. посібн. 4-те вид., випр. і доп. – К.: Каравела, 2012. – 200с.
5. Гряник Г. М., Лехман С. Д. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с.
6. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. – Львів. : Афіша, 2001. – 236 с.
7. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
8. ДСТУ ISO 128-1:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128.
9. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT).
10. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006. Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT).
11. ДСТУ ГОСТ 2.051:2006. Єдина система конструкторської документації. Електронні документи. Загальні положення (ГОСТ 2.051-2006, IDT).
12. ДСТУ ГОСТ 2.052:2006. Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.052-2006, IDT).
13. ДСТУ ГОСТ 2.053:2006. Єдина система конструкторської документації. Електронна структура виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.053-2006, IDT).

14. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. – Львів. : Афіша, 2000. – 350 с.
15. Лехман С. Д., Врубльов В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – Київ. : Урожай, 1993. – 270 с.
16. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Курсове проектування. – Львів : Новий світ-2000, 2006. – 252 с.
17. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
18. Стукалець І. Г. Основи інженерного аналізу технічних об'єктів. Курс лекцій для студентів інженерних спеціальностей. Львів : ЛНУП, 2022. – 109 с.
19. Стукалець І. Г., Швець О. П. Методичні рекомендації до оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» для студентів факультету механіки та енергетики за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Львів : ЛНАУ, 2021. – 62 с.
20. Стукалець І. Г., Березовецький С. А., Баранович С. М. «Оформлення робочих креслеників складальних одиниць». Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни інженерна та комп'ютерна графіка. Львів : ЛНАУ – 2017 р. – 29 с.
21. Устюгов І. І. Деталі машин. – К.: Вища школа, 1984. – 400 с.
22. Швець О. П., Стукалець І. Г. Методичні рекомендації до виконання дипломних проектів освітнього рівня «Бакалавр» для студентів факультету механіки та енергетики за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Львів : ЛНАУ, 2020. – 62 с.

# Класифікація підійомно-транспортного обладнання та слоруд



## Аналіз існуючих технічних рішень

Кран Діа 566  
 Вага: 500 кг  
 Складний  
 Ціна - 20979 грн



Кран Діа 575  
 Вага: 500 кг  
 Нескладний  
 Ціна - 54600 грн



Кран Уайт УТ - 5535  
 Вага: 2200 кг  
 Складний  
 Ціна - 65800 грн



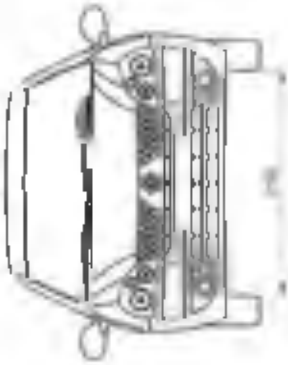
Кран Уайт УТ - 5557  
 Вага: 2000 кг  
 Складний  
 Ціна - 20700 грн



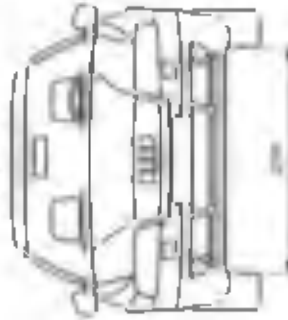
№	Назва	Категорія	Статус
1	Кран Діа 566	Підійомно-транспортне	Є
2	Кран Діа 575	Підійомно-транспортне	Є
3	Кран Уайт УТ - 5535	Підійомно-транспортне	Є
4	Кран Уайт УТ - 5557	Підійомно-транспортне	Є



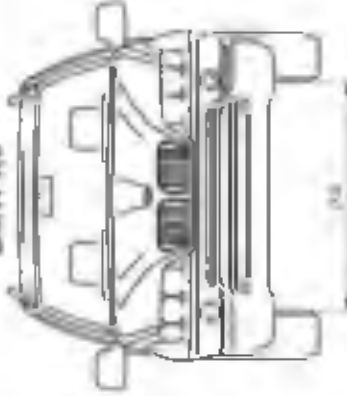
Renault Clio



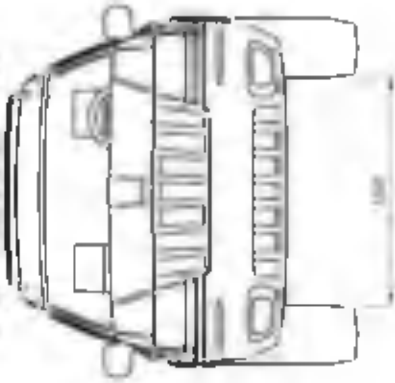
Audi A4



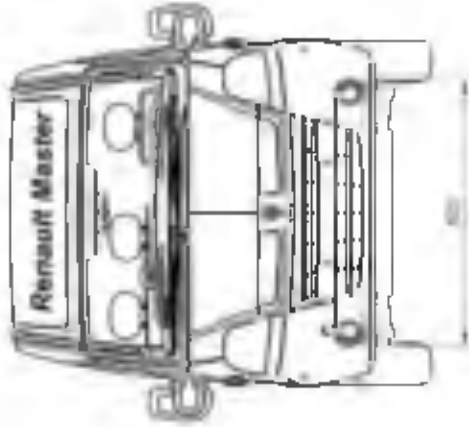
BMW X5



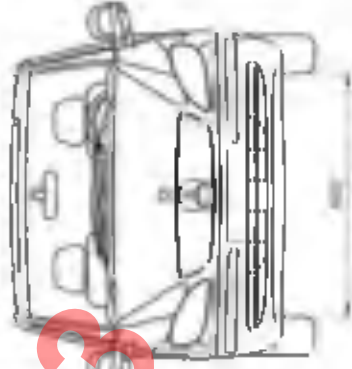
Jeep Grand Cherokee



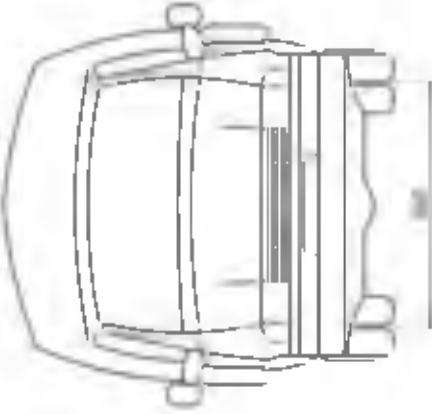
Renault Master



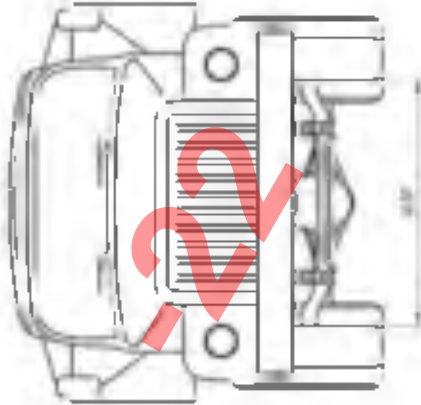
Mercedes Vito 639



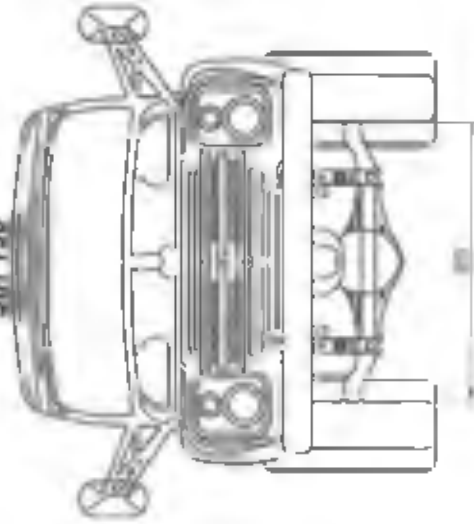
FA3 33021



FA3 3307



317 130



2023

Гидравлический подъемник N 110



Подъемник гидравлический

Гидравлический цилиндр

Ролик

Стебель

Платформа

Педаль

Ролик



2023

22

01740/1-000000		Итого	1
№ п/п	№ инвентарной книжки	№ инвентарного	№
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			







# РЕЗУЛЬТАТИ МІЦІСНОГО АНАЛІЗУ В SOLIDWORKS SIMULATION

Розрахункова модель



Поліжання 1  
P=1000 H



Поліжання 2  
P=1000 H



Поліжання 3  
P=1000 H



Поліжання 4  
P=5000 H

Елери напружень



Елери деформації



Елери коефіцієнта запасу міцності



Зведена таблиця результатів аналізу

Положення	Напруження H	Мінімальне MPa	Максимальне MPa	Коефіцієнт запасу міцності
1	5000	20	200	10
2	6000	25	450	7.6
3	1000	30	4.8	10.8
4	5000	25	230	1.7

2023

22

№ документа	0174004-01
Дата виходу	
Відомості про авторів	
Інформація про документи	
Інформація про документи	
Інформація про документи	