

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до практичних робіт**  
**з дисципліни**  
**«Технологічне обладнання для**  
**обслуговування та ремонту автомобілів»**  
**для студентів спеціальності**  
**274 - «Автомобільний транспорт»**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до практичних робіт з дисципліни**  
**«Технологічне обладнання для обслуговування**  
**та ремонту автомобілів»**  
**для студентів спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт»**

Електронне видання  
комбінованого (локального та мережного) використання

Вінниця  
ВНТУ  
2021

Рекомендовано до видання Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 11 від 21.05.2020 р.)

Рецензенти:

**В. А. Макаров**, доктор технічних наук, професор

**А. А. Кашканов**, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів» для студентів спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» [Електронний ресурс] / Уклад.: В. Л. Крещенецький, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов.– Вінниця : ВНТУ, 2021. – 107 с.

У методичних вказівках розглянуто методику виконання практичних робіт, вони призначені допомогти студентам спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» у самостійній підготовці до виконання практичних робіт та оформленні звіту.

## ЗМІСТ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. Визначення рівнів механізації робіт з ТО і ПР .....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. Розрахунок необхідності і вибір технологічного обладнання для автотранспортних підприємств .....	10
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. Визначення параметрів струминних установок для миття автомобілів.....	17
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. Розрахунок основних параметрів електромеханічного підйомника з гвинтовою передачею .....	24
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. Розрахунок гідроприводу автомобільних підйомників .....	34
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. Розрахунок комбінованого роликowego станда.....	51
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7. Розрахунок підйомника з електромеханічним приводом.....	57
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8 Розрахунок ланцюгових конвеєрів.....	63
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	70
ДОДАТКИ.....	72

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

## Визначення рівнів механізації робіт з ТО і ПР

**Мета роботи:** навчитися визначати рівень та ступінь механізації робіт відповідного технологічного процесу.

### 1.1 Теоретичні відомості

До ручного способу виробництва відносять роботи, що виконуються за допомогою найпростіших знарядь праці: молотка, викрутки, напилка, гайкового ключа, ручного дреля, а також роботи, що виконуються за допомогою пристосувань і пристроїв, які приводяться в дію мускульною силою людини (зйомники, домкрати, крани та інше обладнання, що має привод від спеціального джерела енергії).

До робітників, які виконують роботу механізованим або механізовано-ручним способом потрібно відносити тих, хто використовують один або декілька видів обладнання протягом зміни. Загальний час використання обладнання має складати не менше 30% робочого часу, в іншому разі виконавців потрібно відносити до робітників, які виконують роботу ручним способом.

Визначення показників механізації процесів ТО, ремонту автомобілів має як теоретичну, так і значну практичну цінність з точки зору раціональної організації технологічних процесів, зменшення собівартості робіт, оптимізації продуктивності праці виконавців. Тільки забезпечення необхідного рівня механізації дозволяє застосовувати високопродуктивні ресурсозберігаючі технології, поліпшувати умови праці робітників. Показники механізації та автоматизації раціонально визначати як для підприємства в цілому, так і для окремих видів робіт. Це обумовлює необхідність урахування великої кількості параметрів, розрахунок та оцінювання яких за оптимальними методами дається в даних методичних вказівках.

Оцінювання механізації виробничих процесів проводиться, в основному, за двома інтегральними показниками: *рівнем механізації виробничих процесів та ступенем механізації*. Базою для визначення цих показників є спільний аналіз операцій технологічних процесів і обладнання, яке використовується при виконанні цих операцій.

Рівень механізації «Р» визначає частку механізованої праці в загальних працевитратах.

Ступінь механізації «С» визначає заміну робочих функцій людини реальним обладнанням порівняно з повністю автоматизованими технологічними процесами.

Кількість робочих функцій людини, що замінюються обладнанням, визначається поняттям «ланковість» обладнання – «Z» (в окремих підручниках поняття «ланковість» замінено на поняття «технічний рівень

механізованості»). Залежно від того, яка кількість робочих функцій людини замінюється, всі засоби механізації поділяються на такі групи:

- ручні засоби механізації,  $Z = 0$ ;
- машини ручної дії без спеціального джерела енергії,  $Z = 1$ ;
- механізовані ручні машини з підведенням енергії від спеціального джерела,  $Z = 2$ ;
- механізовані машини,  $Z = 3$ ;
- машини-напівавтомати,  $Z = 3,5$ ;
- машини-автомати,  $Z = 4$ ;
- гнучкі автоматизовані виробництва,  $Z = 5$ .

До ручних (немеханізованих) операцій належать операції, які виконуються з використанням ручного інструменту та без нього.

До механізованих операцій належать операції, які виконуються з використанням обладнання та інструменту з  $Z = 1-3$ .

До автоматизованих належать операції, які виконуються з використанням автоматизованого обладнання з  $Z$  від 3,5 до 5.

З урахуванням специфіки виробничих процесів в АТП максимальний рівень ланковості технологічного обладнання становить 4.

Розрахунок окремих показників механізації виконується для кожного виду технічного обслуговування, для робіт на постах і дільницях з поточного ремонту, для складських і допоміжних робіт.

Розрахунок окремих показників виконується: при процесах ТО – на одну дію; при процесах ПР – на один поточний ремонт відповідно до певного переліку робіт; при складських та допоміжних роботах – відносно умовної кількості вантажів, що зберігаються на кожному складі, та відносно умовного обсягу кожного виду допоміжних робіт.

Окремі показники механізації виробничих процесів ТО та ПР розраховуються для:

- вантажних АТП – за найчисельнішою моделлю вантажного автомобіля;
- автобусних АТП – за найчисельнішою моделлю автобуса;
- легкових АТП – за найчисельнішою моделлю легкового автомобіля;
- змішаних АТП – за найчисельнішою моделлю кожного типу рухомого складу.

Для всіх АТП при рівній кількості автомобілів різних моделей в межах одного типу рухомого складу розрахунок окремих показників виконується за моделлю, яка має найбільшу трудомісткість ТО та ПР.

Якщо кількість автомобілів одного типу для змішаних та змішано-пасажирських АТП складає 10% і менша від загальної кількості автомобілів в АТП, допускається розрахунок показників для цього типу автомобілів не проводити.

За наявності в АТП автопоїздів розрахунок показників механізації проводиться за автомобілем-тягачем.

Окремі показники щодо складських і допоміжних робіт розраховуються для АТП в цілому незалежно від типу рухомого складу.

За отриманими окремими показниками визначаються показники механізації АТП в цілому.

Розрахунок показників механізації щодо ТО інженерного обладнання, комунікацій в цій методиці не викладається.

## 1.2 Порядок розрахунку показників механізації виробничих процесів

Рівень механізації виробничих процесів, розраховується за формулою

$$P = \frac{T_m}{T_3} \cdot 100, \% \quad (1.1)$$

де  $T_m$  – трудомісткість механізованих операцій, визначена за технологічною документацією, люд. год.;

$T_3$  – загальна трудомісткість всіх операцій процесу з застосовуваної технологічної документації, люд. год.

Ступінь механізації виробничих процесів ТО, ремонту автомобілів розраховується за формулою

$$C = \frac{M}{4 \cdot H}, \% \quad (1.2)$$

де  $M$  – сумарна кількість механізованих операцій, які виконуються з обладнанням відповідного рівня механізованості;

4 – максимальне значення рівня ланковості (технічного рівня механізованості);

$H$  – загальна кількість операцій технологічного процесу.

Значення  $M$  визначається з такої залежності:

$$M = Z_1 \cdot M_1 + Z_2 \cdot M_2 + Z_3 \cdot M_3 + Z_{3,5} \cdot M_{3,5} + Z_4 \cdot M_4, \quad (1.3)$$

де  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_{3,5}, Z_4$  – значення ланковості використовуваного обладнання;

$M_1$  – кількість механізованих операцій, які виконуються з використанням обладнання ланковості,  $Z = 1$ ;

$M_2$  – кількість механізованих операцій, які виконуються з використанням обладнання ланковості,  $Z = 2$ ;

$M_3$  – кількість механізованих операцій, які виконуються з використанням обладнання ланковості,  $Z = 3$ ;

$M_{3,5}$  – кількість механізованих операцій, які виконуються з використанням обладнання ланковості,  $Z = 3,5$ ;

$M_4$  – кількість механізованих операцій, які виконуються з використанням обладнання ланковості,  $Z = 4$ .

## 1.3 Порядок виконання роботи

### 1.3.1 Вимоги до виконання роботи

Розрахунки показників механізації виконуються на основі документально оформлених технологічних процесів обслуговування та ремонту автомобілів в АТП. Розрахунки показників механізації виконуються за типовими технологіями, за операційними нормативами та нормами часу з урахуванням коригування показників залежно від використовуваного обладнання та прийнятої організації виконання робіт.

### 1.3.2 Послідовність виконання роботи

Практичні роботи виконуються, як правило, на чотирьох–шести виробничих зонах (дільницях) та на підприємстві в цілому в такому порядку:

- знайомство з технологічним обладнанням та технологічним процесом ТО на окремій зоні (дільниці) підприємства;
- вибір початкових даних для виконання розрахункових робіт (додаток А відповідно до номера за списком);
- виконання розрахунків для визначення показників механізації виробничих процесів на окремій дільниці;
- формування кінцевих результатів та висновків.

### 1.3.3 Додаткові відомості щодо розрахунків показників

Форма розрахунків показників механізації виробничих процесів кожного типу рухомого складу подана в таблиці 1.

Таблиця 1 – Форма розрахунку показників механізації виробничих процесів ТО та ремонту автомобілів

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, використовуваний інструмент	Значення Z з ланковостями						Сума Z	Всього операцій	Трудомісткість, люд. год.		Показник механізації, %	
		0	1	2	3	3,5	4			M	H	T <sub>M</sub>	T <sub>3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

В графі 1, 2 форми заносяться назви механізованих операцій та обладнання, яке використовується в цих операціях.

В графах 3–8 у кожній механізованій операції знаком «+» відмічається відповідна ланковість використовуваного обладнання.

В графу 11 записують трудомісткість кожної механізованої операції.

В графу 10 в рядки «всього» заносять загальну кількість операцій технологічного процесу.

В графі 11, 12 в рядки «всього» заноситься відповідна сума



трудомісткості механізованих операцій та сумарна трудомісткість всіх операцій технологічного процесу.

В графі 13, 14 в рядки «всього» заносяться показники механізації окремих технологічних процесів, що розраховуються за формулами (1.1), (1.2).

При розрахунку показників механізації для АТП, що експлуатують один вид рухомого складу, в графі 9–12 в рядки «всього по АТП» заносяться суми кінцевих значень кожного техпроцесу та виду робіт.

В графі 13, 14 в рядки «всього по АТП» заносяться показники механізації, що розраховуються за формулами (1.1), (1.2) з використанням кінцевих значень граф 9–12 в цьому рядку.

### Приклад виконання

Відповідно до вихідних даних заповнюємо форму розрахунків показників механізації виробничих процесів (табл. 2).

Таблиця 2 – Виготовлення деталей платформи вантажного автомобіля на деревообробній дільниці

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Випилювання брусків	Пила циркулярна	0,05
2. Стругання брусків	Універсальний верстат	0,08
3. Продовбування гнізд в брусках	Універсальний верстат	0,13
4. Вирізування шипів в брусках	-"-	0,12
5. Випилювання дошок платформи	Циркулярна пила	0,03
6. Стругання дошок платформи	Універсальний верстат	0,03
7. Вибір шпунта дошок платформи	Циркулярна пила	0,07
8. Складання платформи автомобіля	-	0,37
Всього		0,88

Приклад заповненої таблиці розрахунку показників механізації виробничих процесів ТО та ремонту автомобілів наведений в таблиці 3

Таблиця 3 – Пприклад розрахунку показників механізації виробничих процесів ТО та ремонту автомобілів

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, використовуваний інструмент	Значення Z з ланковостями						Сума Z	Всього операцій	Трудомісткість, люд. год.		Показник механізації, %	
		0	1	2	3	3,5	4	M		N	T <sub>M</sub>	T <sub>Z</sub>	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Випилювання брусків	Пила циркулярна				+					0,05	0,05		
2. Стругання брусків	Універсальний верстат				+					0,08	0,08		
3. Продовбування гнізд в брусках	Універсальний верстат				+					0,13	0,13		
4. Вирізування шипів в брусках					+					0,12	0,12		
5. Випилювання дошок платформи	Циркулярна пила				+					0,03	0,03		
6. Стругання дошок платформи	Універсальний верстат				+					0,03	0,03		
7. Вибір шпунта дошок платформи	Циркулярна пила				+					0,07	0,07		
8. Складання платформи автомобіля		+						-			0,37		
Всього		1	0	0	7	0	0	21	8	0,51	0,88	58	66

Отже, рівень механізації складає  $P = \frac{0,51}{0,88} \cdot 100, \% = 58\%$ .

Визначаємо сумарну кількість механізованих операцій, які виконуються з обладнанням відповідного рівня механізації,

$$M = 3 \cdot 7 = 21.$$

Отже, ступінь механізації складає  $C = \frac{21}{4 \cdot 8} \cdot 100 \% = 66\%$ .

Визначено, що на ділянці рівень механізації складає 58%, а ступінь механізації – 66%.

При формуванні студентом кінцевих результатів та висновків потрібно навести: порівняльну характеристику отриманих значень показників механізації та автоматизації з максимально допустимими значеннями, варіанти вдосконалення механізації робіт переліку ділянок АТП, які розглядалися в практичних роботах.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### Розрахунок необхідності і вибір технологічного обладнання для автотранспортних підприємств

*Мета роботи:* навчитися визначати необхідну кількість технологічного обладнання для автотранспортних підприємств.

#### 1 Теоретичні відомості

Для обґрунтованого і комплексного вибору спеціалізованого технологічного обладнання потрібно врахувати:

- технічну характеристику, сферу застосування і можливості кожного зразка;
- пристосовність даного зразка до обслуговування існуючих типів і моделей автомобілів на АТП;
- добову або річну трудомісткість ТО та ПР автомобілів на АТП і її частку, що припадає на роботу з використанням даного зразка обладнання;
- кількість, конструкцію, розміщення і спеціалізацію постів ТО та ПР;
- організацію і технологію ТО та ПР на АТП;
- економічні показники ТО та ПР і обладнання (вартість робіт, ефективність застосування обладнання та інше).

Перелік і характеристика потрібного обладнання, кількість однакових зразків визначаються вимогами, які витікають з наміченої мети, масштабів і змісту заходів з механізації робіт, і в більшій мірі залежать від потужності АТП та існуючого обладнання. Найбільш ефективно, нарівні з застосуванням нового обладнання, збереження кращих елементів застосовуваної технології робіт і існуючого на АТП обладнання [1, 2].

На АТП різних типів і потужності висуваються різні вимоги до номенклатури та кількості однакових зразків обладнання. Зі збільшенням потужності АТП виникають умови для більш глибокої диференціації робіт і спеціалізації робочих постів. З'являється необхідність реалізації технологічних ланок виробництва для істотного підвищення пропускної спроможності зон, дільниць, постів і продуктивності праці виконавців. В цих умовах може виявитися недостатньо правильним вирішення питань механізації тільки за рахунок збільшення кількості однакового обладнання. Може знадобитися застосування більш досконаліх, високопродуктивних зразків обладнання, кожен із яких здатний замінити декілька використовуваних раніше. Таким чином, потрібний обґрунтований підхід до вибору продуктивності обладнання. Потрібно враховувати, що застосування високопродуктивного обладнання впливає на організацію і технологію робіт на відповідному робочому посту а також на суміжних або технологічно пов'язаних з ним. Це свідчить про нерозривний зв'язок між організаційно-технологічними аспектами виробництва, технічними

можливостями АТП різної потужності та обладнанням різної продуктивності, а також комплексним підходом до визначення номенклатури обладнання й необхідної кількості однакових зразків [3].

При виборі обладнання потрібно також враховувати специфіку його застосування та встановлення. Наприклад, плунжерні підйомники вимагають заглиблення, неможливе їх установа за наявності підвальних приміщень, нижніх поверхів і т. п.

В перелік обладнання для великих АТП зазвичай вноситься високопродуктивне, складне обладнання, для малих – просте, меншої вартості.

За наявності декількох промислових зразків з однаковими характеристиками і призначенням перевагу надають тим, які використовують найбільш економічні та зручні в даних умовах види енергії. Вибір обладнання має проводитись з урахуванням необхідності його раціонального розміщення на наявних виробничих площах в конкретних умовах планування приміщень.

Доцільність застосування обладнання оцінюється його навантаженням і співвідношенням вартості питомого простою автомобілів в ТО і ремонті, а також витрат на експлуатацію обладнання. Наприклад, високопродуктивне, але досить дороге обладнання доцільно застосовувати, якщо ефект від його роботи більший за витрати на придбання, що можливо при його досить великому завантаженні, і навпаки, малоцінне обладнання при такій же продуктивності можна придбати навіть при мінімальному навантаженні. В той же час обладнання, що використовується, потрібно експлуатувати якомога інтенсивніше [4, 5].

Випадковий характер надходження заявок на ПР обумовлює нерівномірність завантаження обладнання. Через це потрібно прагнути не до максимального, а й до оптимального завантаження обладнання, при якому черга автомобілів в чеканні ТО та ПР невелика.

## **2 Методика розрахунку потрібної кількості технологічного обладнання для АТП**

Методика визначення потреби в засобах механізації технологічних процесів ТО та ПР рухомого складу автомобільного транспорту передбачає такі способи її визначення АТП в спеціалізованому обладнанні [6]:

– технологічний розрахунок за сумарною річною трудомісткістю робіт ТО та ПР, які виконуються з використанням зразка обладнання, кількості постів і робочих місць, зон і ділянок ТО та ПР, на яких може використовуватись зразок, число виконавців на зонах, ділянках, які використовують це обладнання;

– експертно-технічний спосіб з оцінювання технологічної потреби в зразку для здійснення операцій або робіт, виконання яких без цього

обладнання неможливе, небезпечне для виконавців, істотно знижує якість результатів або продуктивність праці та інше;

– комбінований спосіб, який поєднує в собі технологічний розрахунок та експертно-технічний метод.

Основним способом визначення штатної кількості обладнання для АТП є технологічний розрахунок за сумарною трудомісткістю робіт, які виконуються з використанням конкретного зразка обладнання. Цей спосіб застосовується для обладнання, яке найбільшою мірою впливає на влаштування і тип постів, умови роботи виконавців, рівень механізації ТО та ПР. Розрахунок охоплює збирання та визначення вихідних даних; складання переліку необхідного для АТП обладнання, яке підлягає розрахунку; визначення сумарної добової працемісткості робіт з ТО та ПР з використанням зразка обладнання, яке внесено в перелік [7, 8].

Вихідними даними для розрахунку річної (добової) трудомісткості робіт ТО та ПР, сумарного коефіцієнта коригування трудомісткості робіт, штатного числа кожного зразка обслуговування є число автомобілів; середні добові трудомісткості робіт, які виконуються з використанням кожного зразка; кількість робочих днів АТП за рік; значення коефіцієнтів коригування згідно з чинним «Положенням» [9]:  $K_1$  – категорія умов експлуатації;  $K_2$  – модифікація рухомого складу та організація його роботи;  $K_3$  – природно-кліматичні умови;  $K_4$  – пробіг з початку експлуатації;  $K_5$  – розмір АТП.

При змішаному парку рухомого складу АТП для кожного зразка обладнання береться сумарна кількість автомобілів тих моделей, для яких воно застосовується. Визначається кількість робочих днів тих типів автомобілів, для яких застосовується це обладнання. Значення коефіцієнтів коригування визначається методом середньозваженого для даного АТП окремо за типами для кожного з типів автомобілів.

Сумарна добова трудомісткість робіт з використанням конкретного зразка обладнання, за можливості застосування його на двох і більше ділянках, розраховується за формулою

$$T_{ТО,ПРi} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (1)$$

де  $T_1, T_2, \dots, T_n$  – трудомісткість робіт, які виконуються з використанням даного зразка обладнання на відповідній ділянці, люд. год.

Підрахунок сумарної добової трудомісткості робіт проводиться для кожного зразка всіх моделей автомобілів, в яких він може використовуватися.

Річна трудомісткість робіт з використанням  $i$ -го зразка обладнання визначається за формулою

$$T_{рiч.i} = \Delta p \sum T_{ТО,ПРi}, \quad (2)$$

де  $\Delta p$  – число днів роботи за рік  $i$ -го зразка обладнання.

Потрібна кількість зразків обладнання  $i$ -го типу розраховується за формулою

$$N_i = \frac{K_{\Sigma} \cdot T_{рiч.i}}{\Phi_m \cdot \eta_p}, \quad (3)$$

де  $K_{\Sigma}$  – сумарний коефіцієнт коригування;

$\Phi_m$  – річний фонд часу роботи  $i$ -го зразка обладнання, год.;

$\eta_p$  – коефіцієнт використання основного робочого часу поста ( $\eta_p=0,85 \div 0,9$ ).

Сумарний коефіцієнт коригування розраховують за формулою

$$K_{\Sigma} = A + B, \quad (4)$$

де  $A=K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_i$  – враховує трудомісткість поточного ремонту;

$K_i$  – питома вага трудомісткості ПР в сумарній трудомісткості ТО та ПР;

$$B = \frac{K_2 \cdot K_5 \cdot K_j}{K_1}, \quad (5)$$

$K_j$  – питома вага ТО в загальній трудомісткості ТО та ПР;

$K_1, K_2, K_5$  – коефіцієнти коригування.

Спосіб визначення штатної кількості обладнання за числом постів ТО та ПР і робочих місць АТП може бути застосованим для зразків обладнання, які є засобами оснащення постів або робочих місць, або використовуються для механізації окремих робіт, операцій ТО та ПР.

Штатна кількість обладнання визначається за числом постів, робочих місць однакової спеціалізації з урахуванням їх розташування в зоні, на дільниці і можливості використання зразка на декількох сусідніх постах (робочих місцях) за формулою

$$N_{П} = n_{П} \cdot K_{П}, \quad (6)$$

де  $n_{П}$  – число постів (робочих місць) однакової спеціалізації;

$K_{П}$  – коефіцієнт, який враховує можливості використання зразка на декількох сусідніх постах (робочих місцях).

Спосіб визначення штатної кількості обладнання АТП за числом виконавців в зонах, на дільницях використовується для визначення

штатної кількості обладнання, в основному, індивідуального використання.

Штатна кількість конкретних зразків обладнання визначається за формулою

$$N_u = P_u \cdot K_u, \quad (7)$$

де  $P_u$  – число виконавців в зонах, на ділянках АТП, які використовують даний зразок обладнання, осіб;

$K_u$  – коефіцієнт, який враховує можливість використання зразка декількома виконавцями.

Кількість мийних установок можна визначити, знаючи продуктивність установки, за формулою

$$N_M = \frac{A_c \cdot K_G}{\Pi \cdot K_H \cdot t_{zm}}, \quad (8)$$

де  $A_c$  – спискове число автомобілів на АТП, шт.;

$K_G$  – коефіцієнт технічної готовності парку;

$\Pi$  – продуктивність мийної установки, авт./год.;

$t_{zm}$  – тривалість роботи зони мийки, год.;

$K_H$  – коефіцієнт, який враховує нерівномірність з якою надходять автомобілі на мийку, ( $K_H = 0,8$ ).

Експертно-технічний спосіб застосовується у випадку, коли кількість обладнання не піддається визначенню шляхом розрахунку через мале добове навантаження або використання для несистематично виконуваних операцій.

Число одиниць кожного виду обладнання визначається за номенклатурою, наведеною в «табелі ...» [5], з урахуванням конкретних умов його застосування.

Визначення штатної кількості обладнання для АТП комбінованим способом проводиться для обладнання, штатна кількість якого визначається технологічним розрахунком і використовується для коригування одержаних результатів відповідно до технологічних, технічних й інших вимог і з урахуванням даних АТП і конкретного зразка обладнання.

### 3 Послідовність виконання розрахункової роботи

Розрахунково-практична робота виконується в такій послідовності.

1. Вихідні данні для розрахунку.

2. Аналіз факторів АТП, які визначають вибір заданого виду спеціалізованого технологічного обладнання.

3. Типи і найменування обладнання, яке можна використовувати в умовах даного АТП.

4. Вибір обладнання для даного АТП.

5. Розрахунок потреби в технологічному обладнанні.

6. Висновки.

Висновки розрахунково-практичної роботи мають містити:

– коротке обґрунтування вибору тієї чи іншої моделі технологічного обладнання для умов конкретного АТП;

– пропозиції щодо найбільш ефективного використання вибраного обладнання;

– прогнозовану ефективність використання технологічного обладнання;

– питання впливу оснащення АТП технологічним обладнанням на механізацію виробничих процесів ТО та ремонту рухомого складу, продуктивність і якість робіт.

## 4 Приклади визначення потреби АТП в технологічному обладнанні

### 4.1 Визначення потреби АТП в підйомниках

Вихідні дані: АТП має 200 автомобілів ЗИЛ-130. Середній добовий пробіг 180 км. Категорія умов експлуатації – II. Природно-кліматичні умови – помірний район.

За умовами АТП вибрали гідравлічний підйомник моделі П-151 вантажопідйомністю 12,5 тонни.

Вибираються дані з «Положення про ТО і ПР»: норма пробігу автомобіля до капітального ремонту 300000 км; періодичність ТО-1 – 3000 км; ТО-2 – 12000 км; трудомісткість ЩО – 0,45 люд.-год., ТО-1 – 2,5 люд.-год., ТО-2 – 10,6 люд.-год., ПР на 100 км. пробігу – 4 люд.-год.

За результатами технологічного розрахунку: число капітальних ремонтів за рік – 42, ТО-2 – 800, ТО-1 – 2400, ЩО – 54000.

Сумарна трудомісткість ЩО – 29376 люд.-год., ТО-1 – 7200 люд.-год., ПР – 68185 люд.-год., ТО-2 – 10176 люд.-год.

Загальна трудомісткість зон ТО-2 та ПР, в яких використовуються підйомники,

$$T_{ТО-2, ПР} = t_{ТО-2} + t_{ПР} = 10176 + 68185 = 78361 \text{ люд.год.}$$

Число робітників, зайнятих в зонах ТО-2 та ПР, за умови, що річний фонд робітника складає 1860 годин,

$$P = \frac{T_{ТО-2, ПР}}{\Phi_p} = \frac{78361}{1860} = 42 \text{ люд.}$$



Кількість постів ТО-2 і ПР визначається за середнім числом робітників (що дорівнює 2) на одному посту.

$$П = \frac{P}{P_{\Pi}} = \frac{42}{2} = 21 \text{ пост.}$$

Кількість підйомників визначається з урахуванням даних проектних організацій

$$N_{\text{под}} = 0,4 \cdot 21 = 8.$$

Таким чином, для виконання виробничої програми потрібно 8 підйомників моделі П-151.

#### **4.2 Визначення потреби АТП в шиномонтажних стендах для вантажних автомобілів**

Вихідні дані: АТП має 400 вантажних автомобілів. Тривалість роботи дільниці шиноремонтних робіт – 8,2 год. Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію – 0,7.

Вибирається шиномонтажний стенд для вантажних автомобілів моделі Ш-515 продуктивністю  $П_{ш} = 15$  шин/год.

Середньодобовий обсяг робіт з демонтажу-монтажу шин, залежно від умов, може змінюватися в широкому діапазоні.

Приймаємо  $N_{шм} = 80$  шин/добу.

Потрібна кількість шиномонтажних стендів визначається так:

$$N_y = \frac{N_{шм}}{П_{ш} \cdot K_n \cdot t_{зм} \cdot K_y} = \frac{80}{15 \cdot 0,8 \cdot 8,2 \cdot 0,97} = 1 \text{ шт.}$$

де  $K_n$  – коефіцієнт, який враховує нерівномірність, з якою надходять колеса в ремонт;

$K_y$  – коефіцієнт використання робочого часу стенда.

Таким чином, для виконання виробничої програми потрібний один шиномонтажний стенд моделі Ш-515.

Технологічні нормативи, які потрібні для розрахунку потреби АТП в технологічному обладнанні, наведені у додатках.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3**

### **Визначення параметрів струминних установок для миття автомобілів**

***Мета роботи:*** набуття практичних навичок модернізації існуючих та проектування нових конструкцій обладнання для миття автомобілів, знайомство з перспективними екземплярами обладнання для миття.

#### **1 Теоретичні відомості**

Прибирально-мийні роботи (ПМР) в щоденному обслуговуванні автомобілів є найбільш трудомісткими, вимагають застосування важкої фізичної праці, виконуються в брудних, вологих, некомфортних умовах. Тому з метою скорочення трудомісткості ПМР, виконання вимог екологічної безпеки навколишнього середовища, економії витрат на ПМР виникає потреба у постійному вдосконаленні існуючих та розробці принципово нових конструкцій обладнання для миття автомобілів.

Обладнання, яке випускається промисловістю, не відповідає вимогам оптимальності конструкції (особливо струменеві пристрої для миття), має великі витрати води та електроенергії, низьку надійність, не враховує параметри рухомого складу. При проектуванні та модернізації установок для миття практично не використовується науково обґрунтований аналітичний апарат проектування та розрахунків параметрів установок. Внаслідок невідповідності обладнання типу автомобілів та неякісного виконання робіт погіршуються показники обладнання, які, в свою чергу, погано впливають на показники діяльності автотранспортного підприємства (АТП).

В зв'язку з недосконалістю обладнання для миття, а також його дефіцитом АТП змушені своїми силами виконувати роботи з модернізації та проектування установок для миття. Враховуючи цей момент та майже повну відсутність в літературі розрахункових матеріалів щодо цього, в даних методичних вказівках наведені докладні рекомендації з вибору та розрахунку основних параметрів робочих органів струминних установок з урахуванням вимог технологічного процесу миття автомобілів.

Для найбільш повного та глибокого засвоєння наведеного матеріалу методика виконання практичної роботи побудована на елементах ігрових методів навчання (стосовно оптимізації конструктивних елементів струминних установок для миття).

Основна мета виконання ПМР – досягнення необхідної якості очищення поверхні автомобіля при найменших витратах. Цього можна досягти при виборі обладнання з оптимальними конструктивними, технологічними параметрами, які забезпечують потрібну якість та ефективність процесу миття.

Установки для миття поділяються, як правило, на три групи: шлангові струминні пристрої, струминні установки, щіткові установки.

Щіткові пристрої та струминно-щіткові установки є похідними від основних груп обладнання. При використанні щіток якість миття та збереження лакофарбового покриття забезпечується шляхом досягнення оптимальної величини сил натискання щіток на поверхню автомобіля.

Шлангові установки складаються з насосної станції та розпилювального пристрою (пістолет) з соплом. Вони можуть бути одно- та двопостовими, стаціонарними та пересувними. Насосна станція використовується для створення тиску води перед насадкою. Задача проектування цих пристроїв складається з визначення типу сопла, його діаметра, тиску повітря та води, визначення оптимальних їх співвідношень, гідравлічного розрахунку насосної станції.

Механізовані струминні установки для миття автомобілів складаються з двох основних частин: гідравлічної, яка містить душеве обладнання і трубопроводи з соплами, та системи приводу колекторів з соплами. Якість миття автомобілів на струминних установках цілком визначається властивостями миючого струменя, а миючі властивості струменя характеризуються конструктивними геометричними особливостями насадок, тиском та іншими показниками.

Для підвищення ефективності та якості процесу миття для колектора та насадок задаються варіанти руху: паралельний, нахилений паралельний, непаралельний, зворотно-коливальний, спіралеподібний, круговий, еліпсоїдний та інші. При проектуванні струминних установок додатково з типом і діаметром насадок визначаються: тиск води, кут атаки струменя, кількість коливань колектора, оптимальний коефіцієнт перекриття сопел, швидкість пересування елементів.

В щіткових установках струминний блок виконує допоміжні функції: змочування, нанесення миючого розчину, ополіскування. Основну операцію миття виконують ротаційні щітки, які механічно впливають на забруднення. При розрахунку щіткових установок визначаються: сили тиску щіток на поверхню автомобіля, стан лакофарбового покриття, працездатність установки, частота обертання валів щіток.

## **2 Методика проектування струминних установок для миття автомобілів**

Основна умова миття на струминних установках для миття – перевищення динамічного тиску рідини над міцнісними властивостями забруднення. Для виконання цієї умови потрібно забезпечити розмивну здатність струменя, що досягається забезпеченням оптимальних параметрів таких величин:

- діаметр насадки  $d_n$  та кількість насадок  $N_n$  ;
- відстань між насадками  $h_n$  ;

- витрати води  $Q$ ;
- перепад тиску на насадці  $P$ .

Вхідні дані для розрахунку вибираються за реальною установкою.

Для видалення частинок забруднення при струминному митті потрібно визначити мінімальний радіус круглого струменя за формулою

$$r = 2,7 \cdot d_3, \quad (1)$$

де  $d_3$  – діаметр частинок забруднення, що видаляються, м.

На основі проведених досліджень встановлено, що 80% складу твердої фази елементів забруднення поверхні автомобіля мають розмір  $(0,01 - 0,25) \cdot 10^{-3}$ , м. Для розрахунків прийнято

$$d_3 = 2,5 \cdot 10^{-3}, \text{ м.} \quad (2)$$

Швидкість витікання струменя визначається за формулою

$$V_c = K_v \cdot V^2 \cdot g \cdot H, \quad (3)$$

де  $K_v$  – коефіцієнт швидкості. Для конічних та циліндричних насадок  $K_v$  дорівнює значенню коефіцієнта витікання насадки  $M_{ю}$  ( $M_{ю} = 0,7 - 0,98$ );

$H$  – напір води, мм вод. ст.;

$g$  – прискорення вільного падіння, дорівнює  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

Орієнтовні витрати води з одної насадки визначаються за формулою

$$Q = \Pi \cdot r \cdot e \cdot V_c, \quad (4)$$

де  $\Pi$  – число «Пі»;

$e$  – коефіцієнт стиснення струменя. Для конічних насадок та циліндричних насадок з конічною частиною  $e = 1$ .

Діаметр проектованої насадки визначається за формулою

$$d_n = \frac{4 \cdot Q - 2}{\Pi \cdot V_c} \cdot 10. \quad (5)$$

Перепад тиску на насадці визначається за формулою

$$p = \frac{8 \cdot j \cdot Q \cdot 2}{g \cdot m \cdot d_n \cdot \Pi \cdot N_n}, \quad (6)$$

де  $N_n$  – кількість насадок, шт.

$$N_H = l_c / h_n, \quad (7)$$

де  $l_c$  – загальна довжина колектора мийного блока, м;

$h_n$  – крок між насадками, м.

Стосовно вантажного автомобіля, за умови забезпечення миття всієї бокової поверхні, загальна довжина колектора визначається за формулою

$$l = l_k + l_{ш}, \quad (8)$$

де  $l_k$ ,  $l_{ш}$  – довжина очищувального колектора, відповідно, кузова та шасі автомобіля, м.

Колектор віддалений від бічної поверхні так: мінімально, в середньому, на 0,3 м, максимально – на 1,55 м.

Зона очищення  $X_{оч}$  має дві складові, які характеризують якість та ефективність мийного процесу:

–  $X_1$  – зона очищення гарантованої якості, м;

–  $X_2$  – зона очищення задовільної чистоти (служить для визначення меж досягнення економічного та ефективного миття, впливає на значення коефіцієнта перекриття струменів  $K_c$  та на крок між насадками  $h_n$ , м).

Це пояснюється тим, що очищена поверхня не має чітких контурів, а має перехідні ділянки. При проектуванні струминних установок важливо знати обидві складові  $X_{оч}$ , тому що оптимальний розмір зони очищення розташовується між  $X_1$  та  $X_2$ .

Визначення  $X_1$  та  $X_2$  виконується за експериментально встановленими формулами, які використовуються для практичних інженерних розрахунків при проектуванні установок,

$$X_1 = p \cdot (7,888 - 8,642 / d_n - 0,076 / l - 0,005 V_n) \cdot 10, \quad (9)$$

$$X_2 = p \cdot (2,01 d_n - 0,6311 \cdot 1,917 / h_n - 0,055 V_n + 0,097) \cdot 10. \quad (10)$$

При цьому  $X_1 < X_{оч} < X_2$ .

Відстань між насадками (крок) визначається за формулою

$$h_n = 2 X_{оч} \cdot K_c, \quad (11)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт перекриття струменів з насадок,  $K_c = 0,9$ .

Після встановлення діаметра насадки, її типу та конфігурації визначається секундна витрата води  $Q_c$

$$Q_c = m \cdot \Pi \cdot d_n / 4 \cdot 2 \cdot g \cdot H \cdot 10, \text{ л/с.} \quad (12)$$

Напір води  $H$  приймається на основі рекомендацій довідкових даних.

Витрати води через насадки визначаються за формулою

$$Q = Q_c \cdot N_n \cdot f, \quad (13)$$

де  $f$  – коефіцієнт запасу,  $f = 1,1 - 1,3$ .

При переміщенні автомобіля зі швидкістю  $V_a$  бажано скористатися формулою

$$Q = 0,46 \cdot \frac{d_n + 0,98 - 2}{V_a + 0,24 + 0,55} \cdot P \cdot 10 \cdot (L_{cp} + a) \cdot N_n, \quad (14)$$

де  $a$  – габарит наближення, м.

Найефективніше очищення поверхні здійснюється при довжині струменя, що визначається за формулою

$$L_{CT} = 57200 \cdot \left( \frac{V_c \cdot \rho \cdot d_n - 0,15E}{z} \right) \cdot \left( \frac{0,31}{\rho \cdot d_n \cdot z} \right) \cdot d_n, \quad (15)$$

де  $E$  – коефіцієнт динамічної густини;

$z$  – коефіцієнт поверхневого натягу води;

$\rho$  – густина рідини.

Після визначення оптимальних параметрів струминної установки розраховується її потрібна продуктивність  $\Pi$ . При визначенні  $\Pi$  враховується типаж автомобілів, конструктивні та технологічні параметри мийної установки.

$$\Pi = \frac{2 \cdot X_{оч} \cdot N_n \cdot K_c \cdot L_{cp} \cdot K_\delta \cdot V_a \cdot 60}{(1 + K_{pf}) \cdot H_a \cdot L_a \cdot K_{np} \cdot (L_{cp} + a)}, \quad (16)$$

де  $H_a, L_a$  – відповідно, висота та довжина автомобіля, м;

$L_{cp}$  – середня довжина автомобілів, що їх миють, м;

$K_\delta$  – коефіцієнт, що враховує динаміку руху колекторів установки,  $K_\delta > 1$  (визначається конструктором при кресленні кінематичної схеми робочих органів установки);

$V_a$  – швидкість пересування автомобіля (конвеєра) відносно робочих органів установки;

$X_{оч}$  – ширина зони очищення струменя, що витікає з однієї насадки, м;

$K_{pf}$  – коефіцієнт рельєфності, який враховує екранування поверхні.

Значення  $K_{pf}$  наведені в таблиці 1;

$K_{np}$  – коефіцієнт, що враховує просвіт автомобіля,  $K_{np} = 0,87 - 0,89$ ;

$a$  – габарит наближення. Як правило,  $a = 2$  м.

Таким чином, поверхня автомобіля, яка підлягає миттю, визначається з урахуванням екранованих та важкодоступних зон за формулою

$$F_a = 2(1 + K_p) \cdot H_a \cdot L_a . \quad (17)$$

Торцеві сторони автомобіля миються тими ж колекторами, що й бокові.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів рельєфності  $K_p$  та площі автомобіля  $F_a$

Тип та марка автомобілів	$K_p$	$F_a, \text{м}^2$
<b>1. Вантажні автомобілі загального призначення</b>		
1.1 УАЗ-451 ДМ, УАЗ-451М, УАЗ-452, УАЗ-452Д, КраЗ-762В	0,16	11,02
1.2 ГАЗ-52-03, ГАЗ-52-04, ГАЗ-53А, ЗИЛ-130	10,45	20,48
1.3 УРАЛ-377Н, МАЗ-5335, КраЗ-257Б1, УРАЛ-375Н, КамАЗ-5320 та ЗИЛ-133Г2 без тента, ЗИЛ-157 КД	0,65	33,33
<b>2. Автомобілі та автопоїзди з тентом</b>		
2.1 ЗИЛ-133Г2, ЗИЛ-133ГЯ, КамАЗ-5320, КамАЗ-53212, МАЗ-53352	0,73	49,13
2.2 Те ж саме, але з причепом	0,80	69,0
2.3 ГАЗ-66-01, ГАЗ-66-02, ЗИЛ-131, УРАЛ-375Д, УРАЛ-4320, КраЗ-255Б1, КраЗ-260	0,65	36,76
<b>3. Тягачі</b>		
3.1 ГАЗ-52-06 ЦКТБ-А 402, ЗИЛ-130В1-76, ОдаЗ-885, ЗИЛ-131В, ЗИЛ-157КДВ, МАЗ-504В, МАЗ-5429 з напівпричепом	0,71	48,6
3.2 УРАЛ-375 СМ, УРАЛ-375М-К1, УРАЛ-377 СМ, КраЗ-255В1, КраЗ-258Б1, КраЗ-260В	0,56	31,9
<b>4. Автомобілі самоскиди</b>		
4.1 САЗ-3502, САЗ-3503, САЗ-3504, ГАЗ-САЗ-53, ЗИЛ-ММЗ-555, ЗИЛ-ММЗ-4502, ЗИЛ-ММЗ-55414	0,53	22,6
4.2 КаМАЗ-5511, КраЗ-256Б1, МАЗ-5549	0,70	33,1
<b>5. Автомобілі-фургони</b>	0,54	30,46

Площа, яку має обробити один блок для миття, визначається за формулою

$$F' a = \frac{F_a}{2} . \quad (18)$$

Значення  $F a$  наведено в таблиці 1.

Після визначення необхідної продуктивності установки за формулою (19) її потрібно віднести до конкретного параметричного ряду установок: 30, 40, 60, 80 авт/год.

Продуктивність установки також можна визначити за формулою

$$P = \frac{Va \cdot 60}{Lc + a}, \quad (19)$$

Для поодиноких автомобілів загального призначення  $Lc=7,1$  м.

Швидкість конвеєра визначається за формулою

$$V_k = \frac{P(Lc + a)}{60}. \quad (20)$$

Після цього, за потреби, вибирають конвеєр відповідного виконання.

Орієнтовні значення продуктивності струменевої установки для миття при стандартному значенні вхідних даних: для 100 автомобілів  $P = 20-25$  авт./год; для 500 авт.  $P = 55-65$  авт./год; для 600 авт.  $P = 68-76$  авт./год; для 750 авт.  $P = 85-94$  авт./год.

### 3 Послідовність виконання розрахункової роботи

#### Вибір початкових даних

Початкові дані на практичну роботу видаються кожному студенту окремо. Початковими даними є:

– кількість та марка автомобілів, їх габаритні розміри (задаються викладачем);

– початкові значення вхідних даних установки для миття (вибираються студентом при виконанні роботи з наведених граничних значень).

Варіанти початкових даних, які видаються викладачем, наведені в додатку В.

### 4 Аналіз результатів та формування висновків

Отримані результати (продуктивність установки для миття  $P$ , кількість насадок  $N_n$ , витрати води на один автомобіль  $Q$ , діаметр насадок  $d_n$ ) потрібно проаналізувати на предмет можливості збільшення продуктивності (при автоматичній зміні інших параметрів) та підвищення якості робіт з миття. Звернути увагу на можливе збільшення чи зменшення витрат води, електроенергії, вартості установки. Підібрати параметри насосної станції та конвеєра для пересування автомобіля.

Сформулювати висновок з практичної роботи – ефективність оптимізації параметрів установки, практична цінність, точність і достовірність отриманих результатів.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

### Розрахунок основних параметрів електромеханічного підйомника з гвинтовою передачею

**Мета роботи:** отримати навички розрахунку основних параметрів електромеханічних підйомників з гвинтовою передачею.

#### 1 Теоретичні відомості

Електромеханічні підйомники слугують для підйому автомобіля над рівнем підлоги на потрібну для зручності обслуговування (ремонт) висоту. Їх класифікують (за способом устанавлення) на: стаціонарні, рухомі й переносні. За місцем устанавлення підйомники поділяються на: підлогові та канавні, за конструкцією опорної рами – на підйомники з колійною, міжколійною та поперечною рамами й опорними траверсами.

Електромеханічні стаціонарні підйомники можуть бути одно-, дво-, ..., шестистоякові з вантажопідйомністю від 1,5 до 14 т і більше. В цій групі підйомників використовуються гвинтова, ланцюгова, тросова, карданна або важільно-шарнірна силові передачі, що приводяться в дію від електродвигуна.

Двостояковий стаціонарний електромеханічний підйомник моделі П-133 (рис. 1), призначений для підйому легкових автомобілів масою до 2 тонн, має чотири рухомих підхвати 5, під дією яких підйом автомобіля здійснюється за його кузов. Кожний підхват впирається в місце на кузові, призначене для упора домкрата. Це забезпечує можливість проведення робіт з ТО і ПР всіх агрегатів і механізмів, розміщених знизу автомобіля. Забезпечується також зручність роботи з колесами, для чого автомобіль піднімають на потрібну висоту.

Час роботи підхватів на повну висоту (1700 мм) складає 90 с.

Вздовж двох стояків 3 під дією вантажонесучих гвинтів і вантажних гайок 2 переміщаються каретки 4 з балками підхватів 6. Загальна потужність двох електродвигунів 1 складає 1–2,2 кВт. Контрольна гайка і кінцеві вимикачі, що обмежують переміщення кареток, забезпечують безпеку користування підйомником. Одночасне проведення робіт зверху і знизу, як і в інших підйомниках даного типу, неможливе.

Підйомники цього типу кріпляться до підлоги болтами і можуть встановлюватися на міжповерхових перекриттях. Гвинтовий чотиристояковий підйомник більш складний, ніж ланцюговий або тросовий, потребує постійного нагляду за гвинтовою парою і кінчними передачами, характеризується великою вантажопідйомністю і надійністю в роботі.

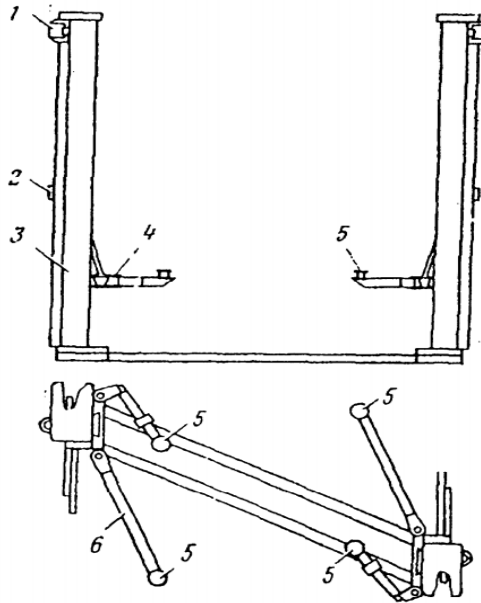


Рисунок 1 – Електромеханічний двостояковий підйомник П-133

## 2 Будова і принцип роботи

Загальний вигляд підйомника показаний на рис. 2 та 3. Підйомник двостояковий з електромеханічним приводом для легкових автомобілів встановлюється без спеціального фундаменту.

Колони 1 і 2 виготовлені з гнутого профілю з листової сталі товщиною 3–4 мм і швелерів.

По оброблених поверхнях колони переміщуються каретки 3, що спираються на ролики і на вантажну бронзову гайку 12, яка переміщується при обертанні вантажонесучого гвинта 11.

Обертання здійснюється від електродвигуна 7 під дією клинопасової передачі на гвинт однієї колони, який з гвинтом другої колони зв'язаний ланцюговою передачею.

Під вантажною бронзовою гайкою з зазором 16–18 мм по гвинту переміщується сталевая страхувальна гайка 13, яка не несе навантаження. Ця гайка (вловлювач) призначена для механічного страхування у випадку зносу і обриву вантажної гайки. В момент обриву різьби вона бере на себе все навантаження та дозволяє лише опустити каретку в крайнє нижнє положення.

Встановлений у страхувальній гайці опорний підшипник 14 не дає можливості провести підйом автомобіля. Наступний підйом можна здійснити тільки після заміни зношеної гайки на нову.

В основі каретки шарнірно кріпляться кронштейни 6, які регулюються за довжиною. Така конструкція кронштейнів забезпечує вільний заїзд і з'їзд автомобіля з підйомника і дозволяє здійснити встановлення

кронштейнів під короб жорсткості автомобіля або під місця, призначені для встановлення домкратів. Переміщення каретки вверх і вниз в крайніх положеннях обмежується кінцевими вимикачами 15 і 16, а при обриві ланцюга – вимикачем 17.

Опорна рама 4 являє собою зварну конструкцію, всередині якої розташовується міжколонна ланцюгова передача.

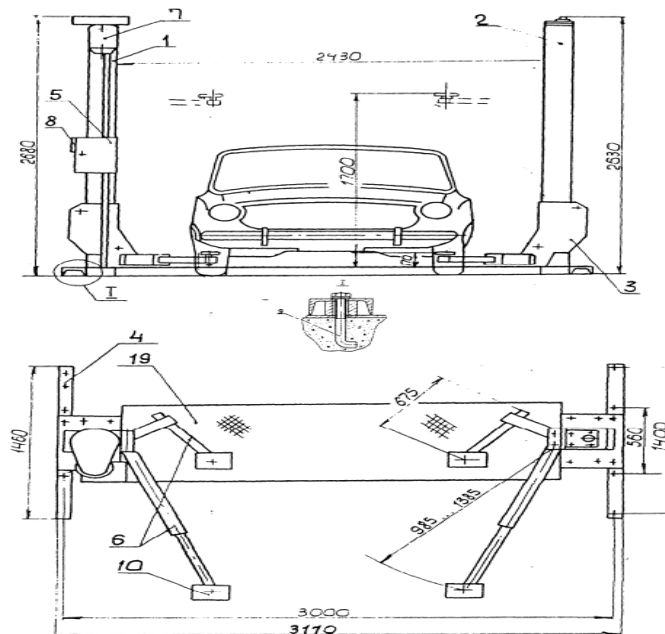
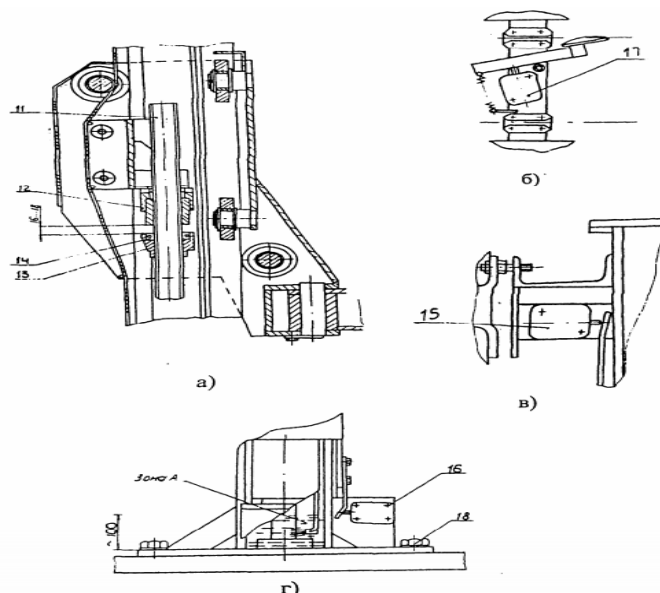


Рисунок 2 – Загальний вигляд двостоякового підйомника



а) – каретка (розріз); б) – контроль обриву ланцюга;  
в) – обмежування підйому каретки; г) – основа двигунної колони

Рисунок 3 – Елементи двостоякового підйомника

Встановлюється рама на рівну поверхню безпосередньо на тверде покриття і кріпиться за допомогою анкерних болтів 9.

Електрообладнання підйомника складається з пульта керування та арматури для прокладання кабелів.

Технічні характеристики деяких електромеханічних підйомників наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики електромеханічних вилкових підйомників

Параметри	Модель				
	CE-2 AFIT (Угорщина)	CE-203 AFIT (Угорщина)	DUQLTFTS (HOFFMAN, Австрія)	SDD-2,5 (Польща)	ZO 3,5 (B.Zipperer, Німеччина)
Кількість опор	2	2	2	4	4
Максимальна висота підйому, мм	1800	1850	1750	1500	1650
Вантажопідйомність, кг.	2000	2000	2500	2500	3500
Час підйому, с	50	60	32	40	45
Споживана потужність, кВт	2,2	3	3	3	2,2
Габаритні розміри, м Д×Ш×В	1,2×3×2,1	1,45×3×2,68	1,6×3×2,4	3×3,6×1,7	3×5×2
Вага, кг	600	800	680	900	580

Загальний вигляд деяких підйомників показано на рисунках 4–6 [1].

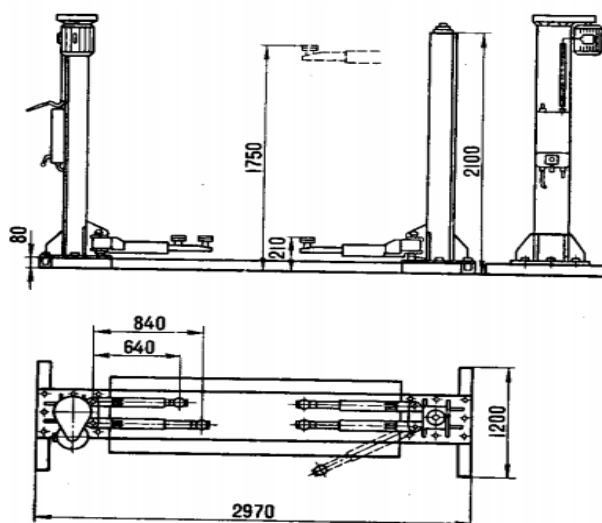


Рисунок 4 – Двостояковий вилковий підйомник

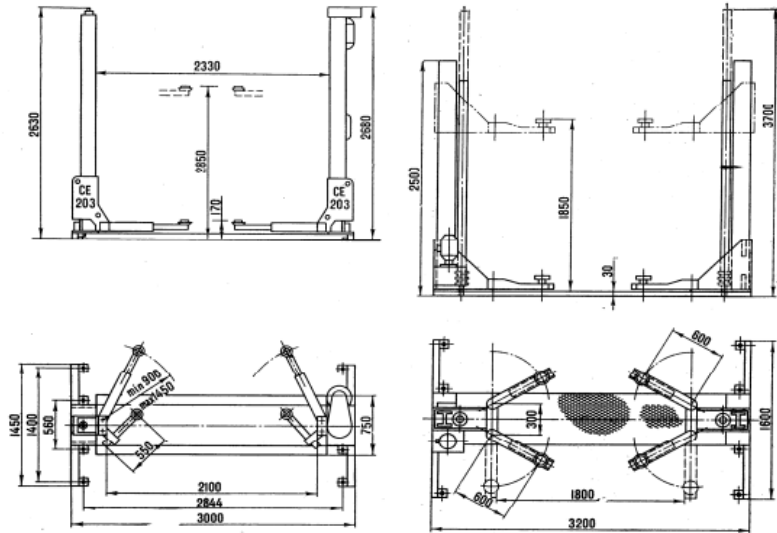


Рисунок 5 – Двостоякові вилкові підйомники CE-203 та ZFA-321

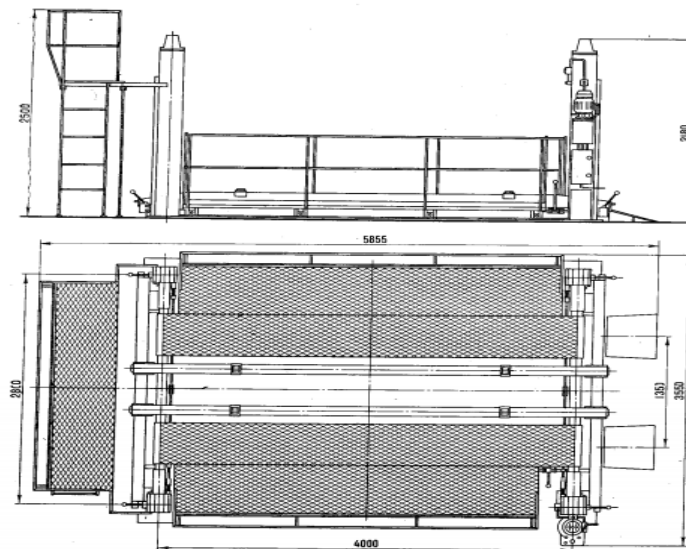
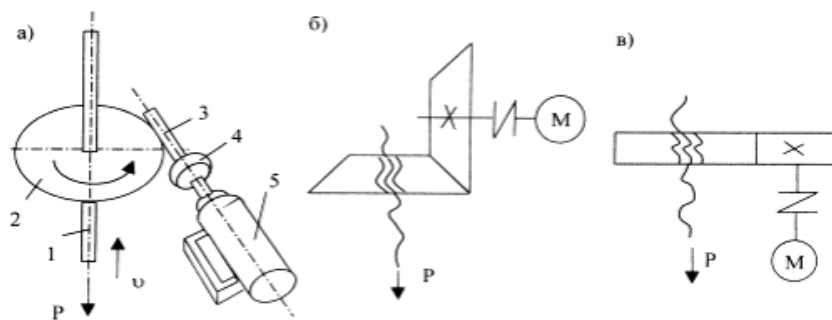


Рисунок 6 – Чотиристояковий підйомний стенд BELED-A

### 3 Методика розрахунку електропривода

В електроприводах обладнання для експлуатації та ремонту автомобілів використовують двигуни змінного та постійного струму. Найбільш поширені електродвигуни змінного струму асинхронні з короткозамкненим ротором.

Для поступального руху робочих органів обладнання для експлуатації та ремонту автомобілів широко використовують суміщення електродвигуна, редуктора (конічного, черв'ячного, циліндричного) і гвинта (рис. 7).



а) – схема з черв'ячним редуктором; б) – з конічним редуктором;  
в) – з циліндричним редуктором

Рисунок 7 – Електропривод з гвинтовою передачею

Вал двигуна 5 з'єднується муфтою 4 з черв'яком 3. Черв'ячне колесо 2 редуктора має нарізку і служить одночасно гайкою гвинту 1.

При обертанні черв'яка черв'ячне колесо (гайка) обертається, а гвинт рухається поступово. Його переваги – простота, надійність, реверсивність, компактність при великому навантаженні, можливість забезпечення великої точності руху, а також автоматизація управління робочим органом.

Недоліки – значні втрати на тертя і малий к.к.д., неможливість використання при великих швидкостях руху.

При проектуванні привода з гвинтовим механізмом задають або знаходять осьову силу  $P$ , яка діє вздовж осі гвинта від робочого органу обладнання, і швидкість гвинта (швидкість руху робочого органу). Розрахунок полягає у визначенні параметрів гвинтової пари, виборі електродвигуна і редуктора. Основна причина виходу з ладу гвинтових механізмів – зношення різьби. Завдання для розрахунку наведено у додатку Г1.

З умов зносостійкості знаходять середній діаметр різьби  $d_2$ .

Тиск на різьбі, МПа,

$$p = \frac{P}{10^6 \cdot \pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z} \leq [p], \quad (1)$$

де  $P$  – осьова сила, Н;

$[p]$  – допустимий тиск (для сталевго гвинта і бронзової гайки  $[p] = 8 \div 12$  МПа);

$10^6$  – переведення Па в МПа;

$h$  – робоча висота профілю різьби.

$$h = 0,5 \cdot S; \quad (2)$$

де  $S$  – крок різьби;

$z$  – кількість витків гайки черв'ячного колеса.

Крок різьби визначається за зовнішнім діаметром гвинта (додаток Г2) [3].

$$z = \frac{H}{S}, \quad (3)$$

де  $H$  – товщина черв'ячного колеса, м.

Зазначивши

$$\frac{H}{d_2} = \psi_M, (\psi_M = 1,2 \div 2,5), \quad (4)$$

з формули (1) отримаємо середній діаметр різьби, м

$$d_2 = \sqrt{\frac{2P}{10^6 \cdot \pi \cdot \psi_M \cdot [p]}}. \quad (5)$$

Внутрішній діаметр різьби,  $d_1$ , м

$$d_1 = \frac{d_2}{(1,1 \div 1,125)}. \quad (6)$$

Зовнішній діаметр різьби  $d$ , м

$$d = (1,2 \div 1,25) \cdot d_1. \quad (7)$$

Хід різьби,  $S_1$ , м:

$$S_1 = z_3 \cdot S; \quad (8)$$

де  $z_3$  – кількість заходів.

Враховуючи, що гвинт одночасно працює на розтягання (стиск) та кручення, його розраховують на міцність з умов

$$\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{P}{F_1 \cdot 10^6}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}}{10^6 \cdot W}\right)^2} = [\sigma], \quad (9)$$

де  $F_1$  – площа поперечного перерізу гвинта, м<sup>2</sup>

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}. \quad (10)$$

$M_{кр}$  – крутний момент на різьбі, Нм

$$M_{\text{кр}} = \frac{T \cdot d_2}{2}, \quad (11)$$

де  $T$  – колова сила на різьбі, Н;

$$T = P \cdot \tan(\alpha + \rho'), \quad (12)$$

де  $\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії (для самогальмувальних гвинтів  $\alpha < \rho'$ ,  $\alpha \leq 4^\circ 30'$ );

$\rho'$  – приведений кут тертя,  $\rho' = 6,17$ .

$$\tan \rho' = \frac{f}{\cos \beta}, \quad (13)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя гвинта та гайки,  $f = \operatorname{tg} \rho = 0,08 \div 0,1$  при терті сталі об бронзу;

$\rho$  – кут тертя;

$\beta$  – кут загострення різьби (для прямокутної різьби  $\beta = 0$ ;  $\rho = \rho'$ ) [3];

$[\sigma]$  – допустиме напруження, МПа;

$W$  – момент опору перерізу гвинта, м.

$$W = 0,1d_1^3. \quad (14)$$

Гвинти, які працюють на стиск, перевіряють на стійкість.

Якщо

$$\mu l > (8 \div 10)d_1, \quad (15)$$

де  $l$  – найбільша вільна довжина гвинта, м;

$\mu$  – коефіцієнт довжини, який враховує характер закріплення кінців гвинта (для робочих органів обладнання для експлуатації та ремонту автомобілів) приймають рівним

$$\mu = 0,6 \div 0,7l,$$

то умови стійкості

$$n_y = \frac{P_{\text{кр}}}{P} \geq [n_y], \quad (16)$$

$$n_y = \frac{116142}{24950} = 4,7 \geq [n_y] \text{ – стійкість забезпечується.}$$

де  $[n_y]$  – коефіцієнт запасу стійкості ( $[n_y] \geq 3 \div 4$ );

$P$  – осьова сила, Н;

$P_{\text{кр}}$  – критична повздовжня сила, Н.



Сила  $P_{кр}$  визначається за формулою Ейлера, якщо гнучкість гвинта  $\lambda \geq 100$ :

$$P_{кр} = 10^6 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot L}{(\mu l)^2}, \quad (17)$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

Якщо  $\lambda \leq 100$ , то

$$P_{кр} = 10^5 \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot (4640 - 32,6 \cdot \lambda); \quad (18)$$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i}; \quad (19)$$

де  $i$  – радіус інерції,

$$i = \sqrt{\frac{I}{F_1}}; \quad (20)$$

де  $I$  – момент інерції,  $\text{м}^4$ ;

$F_1$  – площа перерізу гвинта,  $\text{м}^2$ .

Момент інерції перерізу гвинта  $I$  визначають з формули [2, 4]

$$I = 0,01 \cdot \left(2 \div 3 \frac{d}{d_1}\right) \cdot d^4, \quad (21)$$

Якщо стійкість не забезпечується, то гвинт перераховують. Гайку виготовляють з антифрикційних матеріалів (бронзи або чавуну). Знаючи параметри гвинта, знаходять частоту обертання черв'ячного колеса,  $\text{хв}^{-1}$ ,

$$n = \frac{60 \cdot v}{S_1}, \quad (22)$$

де  $S_1$  – хід різьби,  $\text{мм}$ ;

$v$  – швидкість гвинта (швидкість підйому робочого органу),  $\text{м/с}$ .

Потужність двигуна,  $\text{кВт}$ ;

$$N = \frac{P \cdot v}{1000 \cdot \eta_{ч} \cdot \eta_{г}}, \quad (23)$$

де  $\eta_{ч}$  і  $\eta_{г}$  – к.к.д. черв'ячної і гвинтової пар;

к.к.д. черв'ячної передачі

$$\eta_{\text{ч}} = \eta' \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{р}}, \quad (24)$$

де  $\eta'$  – враховує втрати в зчепленні;

$\eta_{\text{п}}$  – враховує втрати в підшипниках;

$\eta_{\text{р}}$  – враховує втрати на розмішування та розбризкування мастила,

$$\eta' = \eta'_{12} = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \rho')}, \quad (25)$$

де  $\gamma$  – кут підйому черв'яка.

Значення  $f$  та  $\rho'$  при бронзовому колесі та сталевому черв'яку наведені у додатку Г1.

При розрахунку черв'ячних передач з опорами кочення потрібно приймати ( $\eta_{\text{п}} = 1, \eta_{\text{р}} = 1$ ).

Залежно від  $f$  та  $\rho'$  к.к.д черв'ячної передачі визначають з графіка (додаток Г3) [4].

к.к.д. гвинтової передачі

$$\eta_{\text{г}} = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{р}}}, \quad (26)$$

де  $A_{\text{к}}$  – корисна робота підйому вантажу, Н·м;

$A_{\text{р}}$  – робота за один оберт гвинта, необхідна для підйому вантажу та подолання сил тертя у різьбі, Н·м;

Корисна робота підйому вантажу  $A_{\text{к}}$  визначається з формули

$$A_{\text{к}} = Q \cdot S, \quad (27)$$

де  $Q$  – вантажопідйомність гвинта, Н;

$S$  – крок різьби гвинта, м.

Робота за один оберт гвинта, необхідна для підйому вантажу та подолання сил тертя у різьбі  $A_{\text{р}}$ , визначається з залежності

$$A_{\text{р}} = Q \cdot \pi \cdot d_2 \cdot \tan(\beta + \rho), \quad (28)$$

де  $d_2$  – середній діаметр різьби гвинта, мм.

Після визначення розрахункової потужності двигуна підбирається тип електродвигуна (додаток Г4) [5].

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

### Розрахунок гідроприводу автомобільних підйомників

**Мета роботи:** отримати навички розрахунку основних параметрів гідроприводу автомобільних підйомників.

#### 1 Теоретичні відомості

З усіх існуючих типів приводів найбільш поширене використання має гідропривід. Гідропривід має невеликі габарити та масу гідроагрегатів, просту конструкцію захисту вузлів від перевантажень, він легко керується, може передавати великі зусилля та потужність, має малу інерцію, малий час запізнення при виконанні командних сигналів, невеликі махові маси гідродвигунів обертової дії (10–20% махових мас електродвигунів тієї ж потужності).

Недоліки гідроприводу: велика жорсткість зовнішніх характеристик; висока точність виготовлення елементів для запобігання витіканню робочої рідини через ущільнення; проникнення повітря в робочу рідину з порушенням рівномірного руху гідроагрегатів.

Існують об'ємні і гідродинамічні приводи. В об'ємних гідроприводах як вихідний елемент використовують гідроциліндри та гідродвигуни. Швидкість регулюють двома способами: дросельним – частково відводять рідину з системи при постійній подачі насоса (дроселювання); об'ємним – змінюють робочий об'єм насоса або гідромотора. Перший спосіб найбільш простий, але неекономічний, тому що зменшується об'ємний коефіцієнт корисної дії, особливо при потужностях більше 3 кВт. Для другого способу необхідне більш складне обладнання. Дроселювання використовують за наявності гідроциліндрів, об'ємне – за наявності гідродвигунів.

Гідравлічні підйомники бувають одноплунжерними, двоплунжерними, триплунжерними, чотириплунжерними, шестиплунжерними та восьмиплунжерними. Циліндри одно-, дво- і триплунжерних підйомників розташовують у бетонних колодязях глибиною до 2 м. Чотири-, шести-, восьмиплунжерні підйомники виконують підлоговими. При цьому гідроциліндри розташовують у стояках. Підлогові компактні підйомники використовують і без стояків, важільної конструкції, яка під дією гідравлічного циліндра повертається, підіймаючи автомобіль із деяким ухилом.

Одноплунжерний підйомник дозволяє повертати опорну раму навколо осі плунжера. Це полегшує встановлення автомобіля на пост обслуговування. Разом з цим центральне розташування плунжера затрудняє підхід до окремих вузлів автомобіля знизу. Двоплунжерний підйомник з невеликими рамами або захватами на кожному плунжері

забезпечує підхід майже до всіх вузлів автомобіля, дає можливість установити автомобіль під кутом до 40°. Для підйому автомобілів з різною вагою має бути можливість зміни відстані між плунжерами.

## 2 Будова і принцип роботи

### 2.1 Одноплунжерні гідравлічні підйомники

На рисунку 1 показана схема одноплунжерного гідравлічного підйомника, вбудованого в підлогу, моделі FP87 фірми Rotary lift (США).

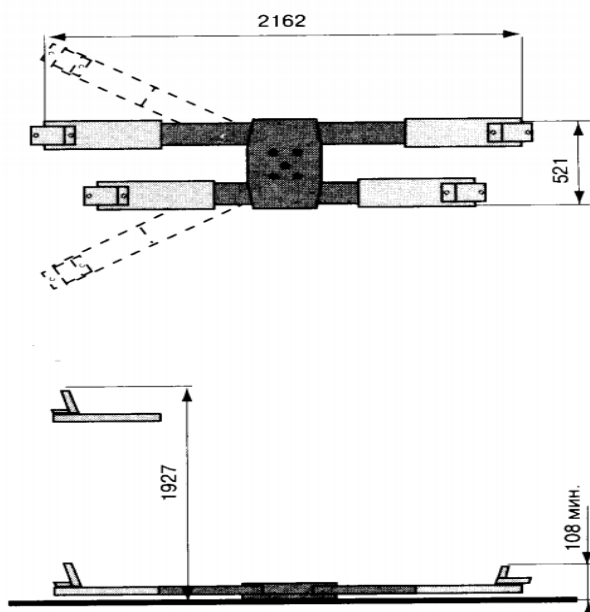


Рисунок 1 – Одноплунжерний гідравлічний підйомник моделі FP87 фірми Rotary lift (США)

На рисунку 2 показані схеми одноплунжерних підйомників моделей PF10, 10AF/19HF та T110.

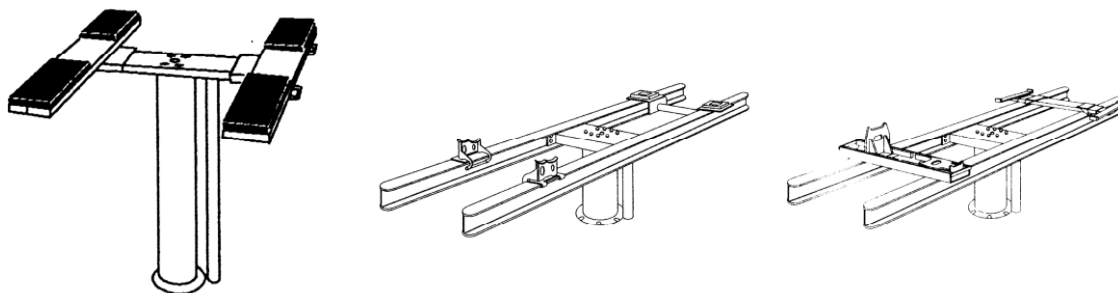


Рисунок 2 – Одноплунжерні гідравлічні підйомники моделей PF10, 10AF/19HF та T110 фірми Rotary lift (США)

Підйомник PF10 має платформу. Підйомник 10AF/19HF – це рамна версія для вантажних автомобілів. Підйомник T110 – це рамна версія для вантажних автомобілів та мінівенів. Ці підйомники використовуються на дільницях миття автомобілів та постах заміни мастил. У таблиці 1 наведено параметри вантажопідйомності та діаметри плунжера.

Таблиця 1 – Вантажопідйомність і діаметр плунжера підйомників

Модель	FP87	FP46	PF10	10AF/HF	T110
Вантажопідйомність, т	3,175	3,626	3,626	3,626	5,443
Діаметр плунжера, мм	216	270	270	270	270

На рисунку 3 показано одноплунжерний гідравлічний підйомник для підйому над рівнем підлоги автомобілів масою до 2 тонн.

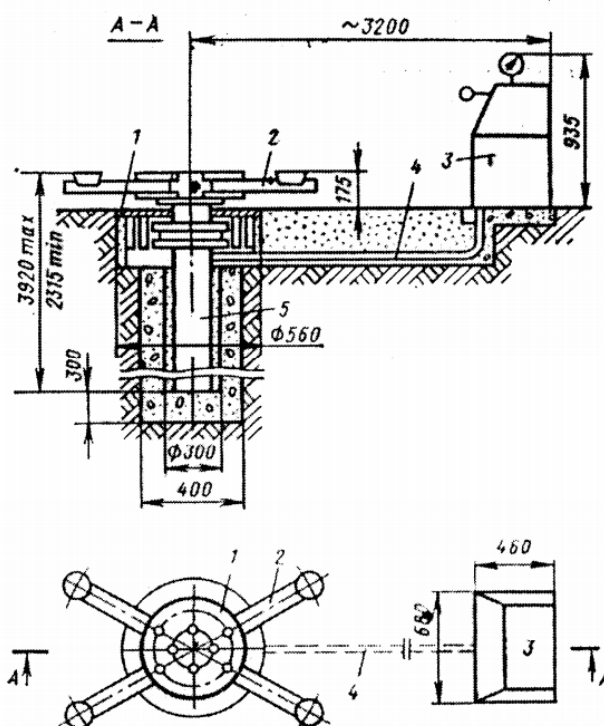


Рисунок 3 – Одноплунжерний гідравлічний підйомник

Він складається з поворотної платформи 1, балки платформи підйому 2, насосної станції 3, маслопроводу 4 та гідроциліндра 5. В гідросистемі підйомника є дросельний клапан, який забезпечує уповільнений рух штока при опусканні автомобіля, і запобіжний клапан, який спрацьовує при досягненні штоком максимальної висоти підйому, яка дорівнює 1600 мм. Конструкція опорного устрою впливає на зручність підходу до нижніх частин автомобіля. Технічна характеристика наведена у таблиці 2. На рисунку 4 показано одноплунжерний гідравлічний підйомник вантажопідйомністю 6 тонн.

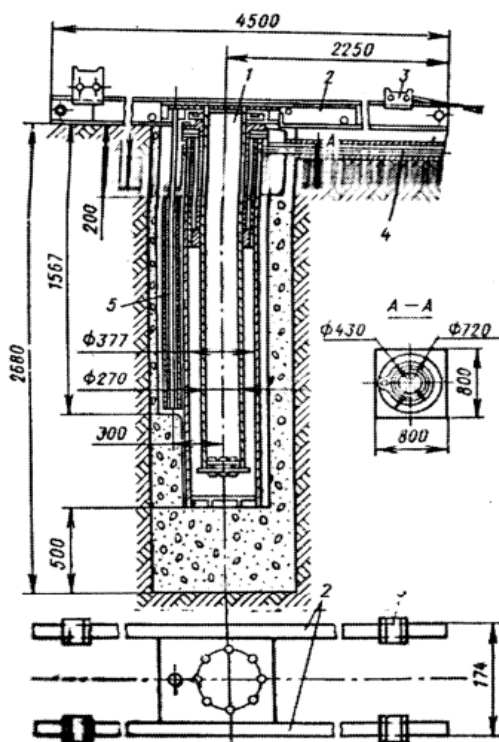


Рисунок 4 – Одноплунжерний гідравлічний підйомник вантажопідйомністю 6 тонн

Підйомник призначений для підйому над рівнем підлоги легкових і вантажних автомобілів масою до 6 тонн. Він складається з гідравлічного циліндра 1, підйомної платформи 2, блокувальної системи 3, маслопроводу 4, запобіжного стержня 5. Технічна характеристика наведена у таблиці 2.

Таблиця 2 – Технічні характеристики одноплунжерних гідравлічних підйомників

Параметри	Одноплунжерний гідравлічний підйомник вантажопідйомністю 2 т	Одноплунжерний гідравлічний підйомник вантажопідйомністю 6 т
Тип	Стационарний	Стационарний
Привід	Гідравлічний	Гідравлічний
Вантажопідйомність, кг	2000	6000
Максимальна висота підйому, мм	1600	1600
Час підйому автомобіля на повну висоту, с	180	200
Робоча рідина	мастило індустріальне 20; 30; 50	мастило індустріальне 20; 30; 50
Площа, яку займає підйомник	4000×850	4500×850

## 2.2 Двоплунжерні гідравлічні підйомники

Двоплунжерний гідравлічний підйомник призначений для підйому легкових і вантажних автомобілів масою до восьми тонн (рис. 5). Цей гідравлічний підйомник має пристрій для синхронного переміщення штоків.

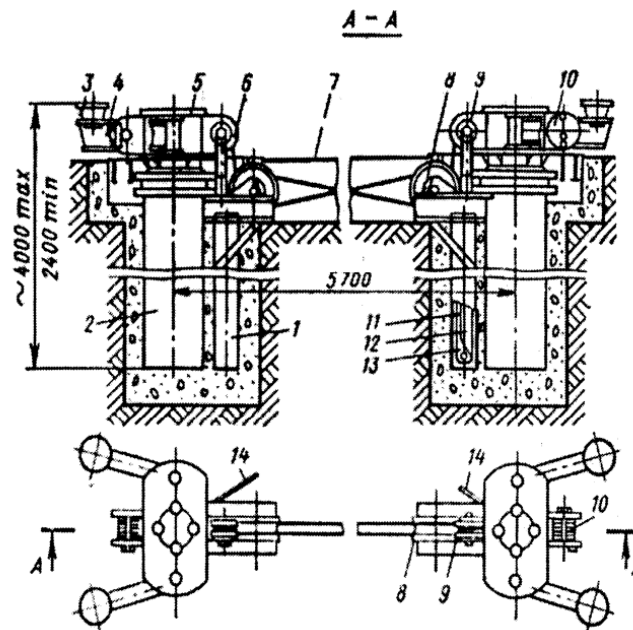


Рисунок 5 – Двоплунжерний гідравлічний підйомник

Він складається з кожуха штовхальної системи 1, гідравлічного циліндра 2, підхвату 3, балки платформи 4, плити платформи 5, запобіжного стержня 6, настилу 7, великого та малого блоків 8, синхронізувальної системи 9, барабана 10, тросу 11, штовхальної труби 12, клинового затискача троса 13 та маслопроводу 14.

Двоплунжерний гідравлічний підйомник (рис. 6) призначений для підйому вантажних автомобілів масою до шістнадцяти тонн.

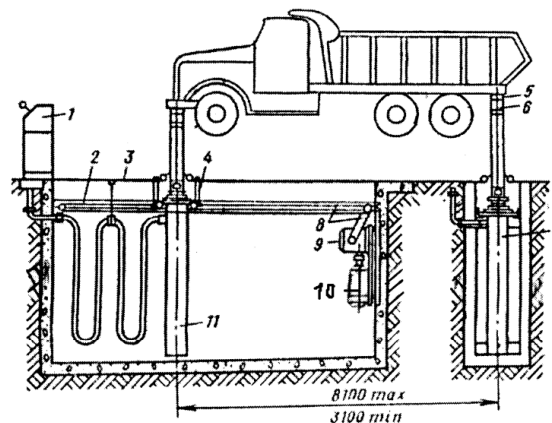


Рисунок 6 – Двоплунжерний гідравлічний підйомник

Цей підйомник має можливість зміни відстані між осями циліндрів.

Він складається з насосної станції 1, прямої каретки 2 рухомого циліндра, настилу 3 канави, каретки 4, підхвату 5, траверси 6 штока циліндра, нерухомого циліндра 7, ланцюгової передачі 8, редуктора 9, електродвигуна 10 приводу рухомого циліндра, рухомого циліндра 11.

Технічна характеристика двоплунжерних гідравлічних підйомників наведена у таблиці 3.

Таблиця 3 – Технічна характеристика двоплунжерних гідравлічних підйомників

Параметри	Двоплунжерний гідравлічний підйомник вантажопідйомністю 8 т	Двоплунжерний гідравлічний підйомник вантажопідйомністю 16 т
Тип	стаціонарний	стаціонарний
Привід	гідравлічний	гідравлічний
Вантажопідйомність, кг	8000	16000
Максимальна висота підйому, мм	1600	1600
Час підйому автомобіля на повну висоту, с	180	180
Робоча рідина	мастило індустріальне	мастило індустріальне
Площа, яку займає підйомник	6650×1220	9000×1600

### 2.3 Електрогідравлічні двоплунжерні підйомники

Електрогідравлічні підйомники економічні, безшумні і довговічні.

Гідроциліндри (колони) змонтовані в єдиній конструкції, яка легко встановлюється. Ці підйомники мають електронну синхронізацію та контрольну систему швидкості підйому-спуску. На рисунку 7 наведено схеми електрогідравлічних підйомників моделі RAV-1010 та RAV-1020 фірми Rotary lift (США).

Електрогідравлічний підйомник моделі RAV-1010 має вантажопідйомність до 3,5 т і потужність електродвигуна 2,6 кВт. Електрогідравлічний підйомник моделі RAV-1020 має вантажопідйомність 4 т і потужність електродвигуна 2,6 кВт. Крім того він оснащений платформою.

Серія електрогідравлічних підйомників моделі SP0A7, SP0A9 фірми Rotary lift (США) наведено на рис. 8. Схема електрогідравлічного підйомника моделі SP09 показана на рис. 9.

Підйомники моделей SP0A7 і SP0A9 мають асиметричну конструкцію, а підйомник SP09 – симетричну конструкцію. Підйомник моделі SP0A7 має вантажопідйомність 3,175 т, а підйомники SP0A9 і SP09 – 4,082 т. В таблиці 4 наведено технічні характеристики електрогідравлічних підйомників.



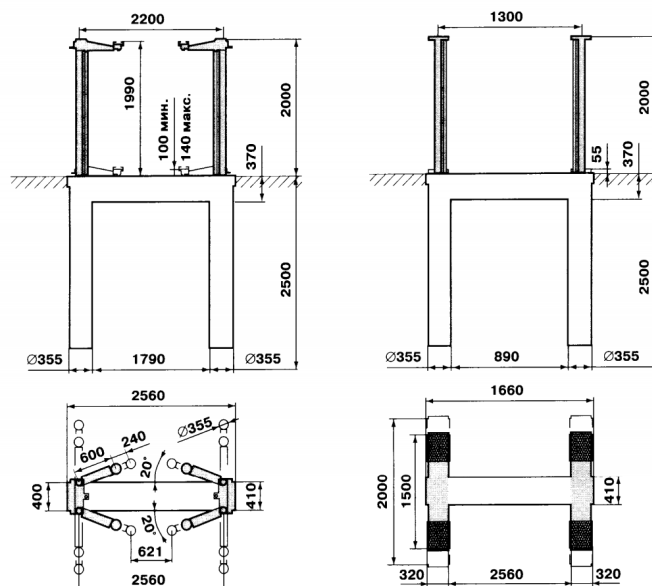


Рисунок 7 – Електрогідрравлічні підійомники моделі RAV

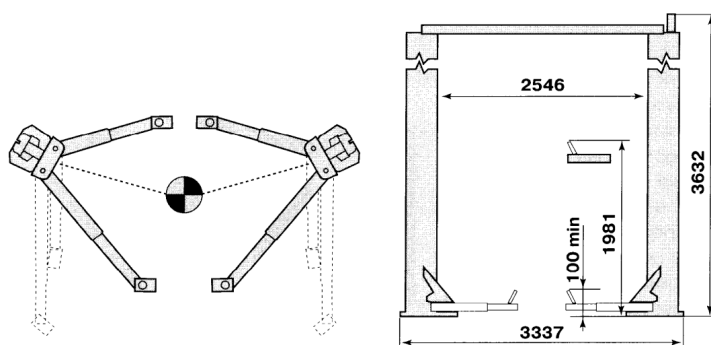


Рисунок 8 – Електрогідрравлічні підійомники моделі SP0A7 і SP0A9

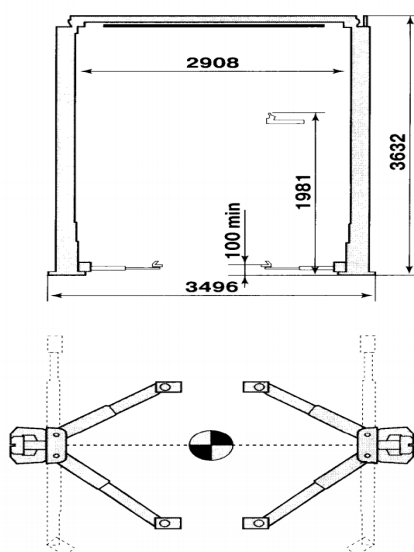


Рисунок 9 – Електрогідрравлічний підійомник моделі SP09

Таблиця 4 – Технічні характеристики електрогідравлічних підйомників

Модель	SP0A7	SP0A9	SP09
Вантажопідйомність, т	3,175	4,082	4,082
Гідростанція, НР	2	2	2
Довжина бази А, мм	2546	2699	2908
Час підймання, с	45	45	45

Серія електрогідравлічних підйомників великої вантажопідйомності фірми Rotary lift (США) оснащена змінними адаптерами, які можуть використовуватися для більшості підйомників. Адаптери дозволяють працювати з будь-якими видами автомобілів, зокрема рамної конструкції; джипами, мінівеннами і легкими тракторами. Комплекти адаптерів ROTARY виготовлені у вигляді органайзерів, які кріпляться на колонах.

На рисунку 10 наведено схему електрогідравлічного підйомника моделі SP012.

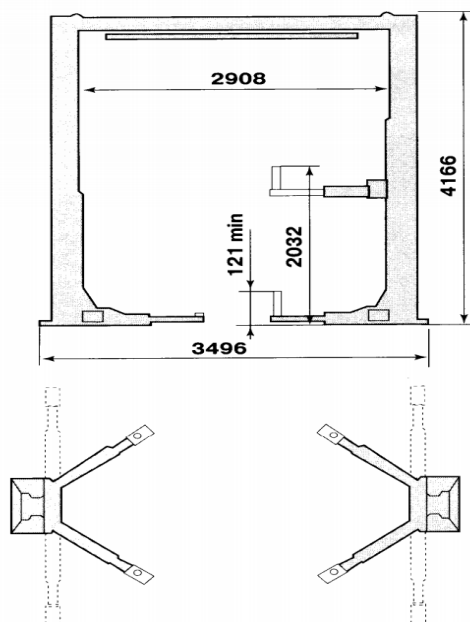


Рисунок 10 – Електрогідравлічний підйомник моделі SP012

В таблиці 5 наведено технічну характеристику електрогідравлічних підйомників моделей SP012, SP015, SP019.

Таблиця 5 – Технічна характеристика електрогідравлічних підйомників

Модель	SP012	SP015	SP019
Вантажопідйомність, т	5,443	6,804	8,165
Гідростанція, НР	2	2	2
Довжина бази А, мм	2908	3040	3040
Час підймання, с	60	85	85

## 2.4 Електрогідравлічні підйомники ножицевого типу

Електрогідравлічні підйомники ножицевого типу – найпоширеніші підйомники в сучасному автосервісі. Вони безшумні, автоматизовані, точні і довговічні.

Ці підйомники універсальні. Ножицеві підйомники моделі RAV фірми Rotary lift в складеному стані являють собою абсолютно гладку поверхню і не потребують складної трудомісткої підготовки фундаментів.

Підйомники використовують на тупикових і проїзних, універсальних і спеціалізованих постах технічного обслуговування автомобілів. При їх використуванні немає потреби зливати паливо з баків, охолоджувальну рідину і мастило – з двигуна, знімати акумуляторні батареї.

На рисунку 11 наведено схему електрогідравлічних підйомників ножицевого типу з закладенням у підлогу

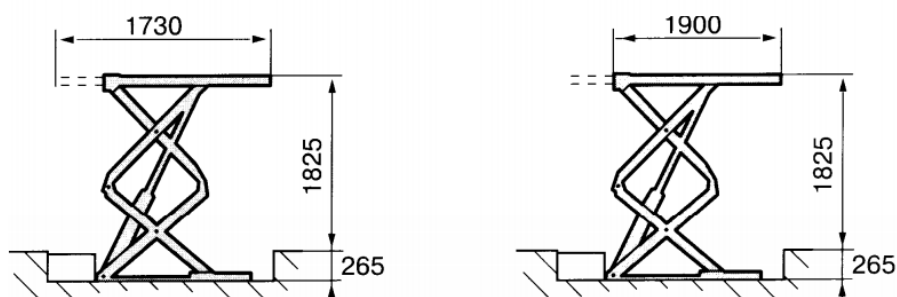


Рисунок 11 – Електрогідравлічні підйомники ножицевого типу з закладенням у підлогу

На рисунку 12 наведено схеми електрогідравлічних підйомників ножицевого типу моделей RAV 506, 508 і RAV 510 з можливістю встановлення на підлозі.

Конструкції цих підйомників вміщують в собі особливості дво- і чотиристоякових підйомників. Вони дозволяють економити робочий простір. В складеному стані вони являють собою виключно гладку поверхню.

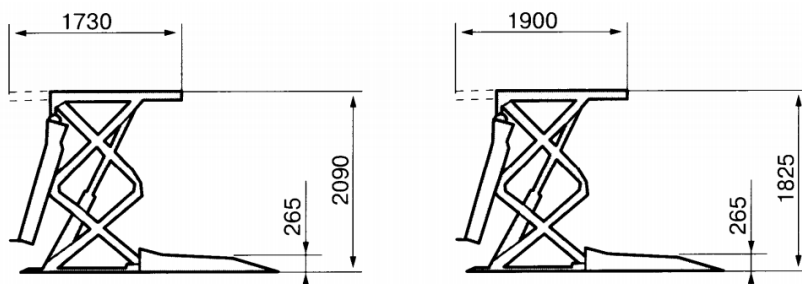


Рисунок 12 – Електрогідравлічні підйомники ножицевого типу моделей RAV 506, 508 і RAV 510

В таблиці 6 наведено технічні характеристики електрогідравлічних підйомників ножицевого типу.

Таблиця 6 – Технічні характеристики електрогідравлічних підйомників ножицевого типу

Модель	RAV 5061	RAV 5081	RAV 5101	RAV 508	RAV 510	RAV 516	RAV 518
Вантажопідйомність, т	2,5	3	3	2,5	3	3,5	2,5
Двигун, кВт	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6	2,6
Вага, кг	840	860	880	990	1030	740	748
Час підйому, с	-	-	-	-	-	28	35

На рисунку 13 наведено схеми електрогідравлічних підйомників під стенд «розвал-сходження» монопривідних і повнопривідних автомобілів.

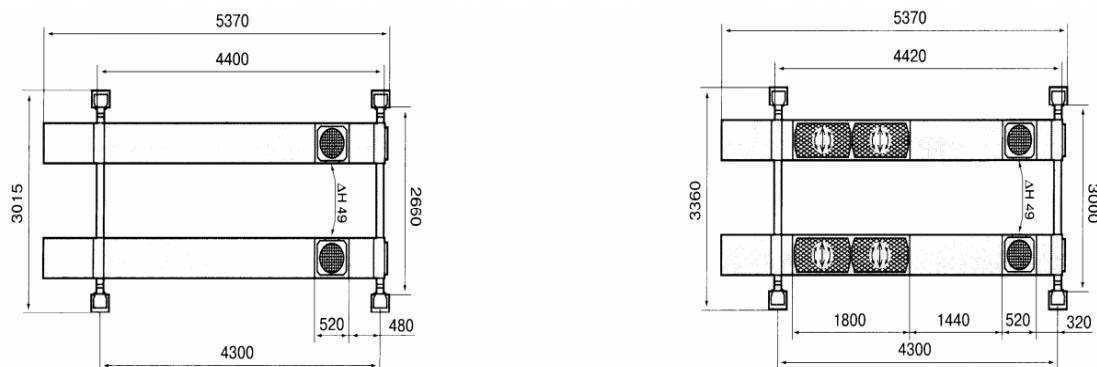


Рисунок 13 – Електрогідравлічні підйомники під стенд «розвал-сходження» монопривідних і повнопривідних автомобілів

Ці підйомники не потребують спеціальної підготовки фундаменту і можуть бути використані в будь-якій робочій зоні. Вони мають автомати попередження від перевантажень, компенсаційний клапан автоматичного регулювання спускання автомобіля.

### 3 Методика розрахунку гідроприводу

#### 3.1 Регулювання швидкості гідроприводу

Швидкість регулюють двома способами: дросельним – частково відводять рідину з системи при постійній подачі насоса (дроселювання); об'ємним – змінюють робочий об'єм насоса або гідромотора. Перший спосіб найбільш простий, але неекономічний, тому що зменшується об'ємний коефіцієнт корисної дії, особливо при потужностях більше 3 кВт. Для другого способу потрібне більш складне обладнання. Дроселювання використовують за наявності гідроциліндрів, об'ємне – за наявності гідродвигунів.

Дросель встановлюють послідовно (в напірній або зливній магістралі) або паралельно гідроциліндру чи гідродвигуну. При встановленні дроселя ДР1 (рис. 14) на вході напірної магістралі перед ним розміщують запобіжний клапан ЗК, який підтримує постійний тиск насоса.

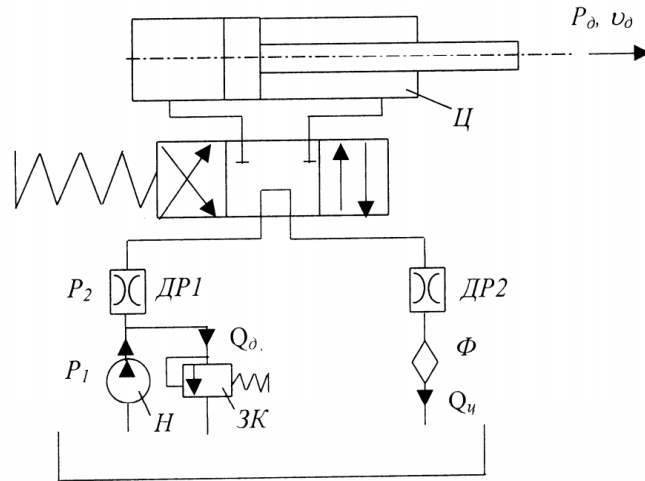


Рисунок 14 – Схема гідроприводу з послідовним під'єднанням дроселя

Клапан ЗК виконує роль переливного клапана, оскільки частка рідини через нього стікає в резервуар, оминаючи силовий гідроциліндр Ц.

Швидкість поршня, м/с, визначають за формулою

$$v = \frac{Q_u}{F_n} = \frac{Q_d}{F_n} = \frac{\mu \cdot S_{dp}}{F_n} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}, \quad (1)$$

де  $Q_u, Q_d$  – витрати рідини в циліндрі і в дроселі, м<sup>3</sup>/с;

$F_n$  – площа поршня, м<sup>2</sup>;

$S_{dp}$  – площа робочого прохідного перерізу дроселя, м<sup>2</sup>;

$\rho$  – щільність робочої рідини, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho \approx 840 \div 900$  кг/м<sup>3</sup>);

$\mu$  – коефіцієнт витрат ( $\mu = 0,6 \div 0,7$ );

$\Delta p$  – перепад тиску в дроселі, Па.

Без урахування тиску в зливній лінії  $p_c$  перепад тиску  $\Delta p$  між тиском насоса  $p_1$  і дроселя  $p_2$ , Па, дорівнює

$$\Delta p = p_1 - p_2 = p_1 - \frac{P_n}{F_n}, \quad (2)$$

де  $p_1$  – тиск насоса;

$p_2$  – тиск дроселя;

$P_n$  – навантаження, яке прикладене до поршня, Н;

$F_n$  – площа поршня, м<sup>2</sup>.

Підставивши в рівняння (1) величину  $\Delta p$  (2), отримаємо

$$v = \frac{1}{F_n} \mu \cdot S_{dp} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left( p_1 - \frac{P_n}{F_n} \right)}. \quad (3)$$

Таким чином, при збільшенні навантаження  $P_n$  швидкість руху поршня зменшується. Такий привід використовують в обладнанні з системою з постійним навантаженням. Недоліком такого приводу є низький к.к.д ( $\eta \leq 0,36$ ) і нагрівання циліндра рідиною, яка надходить після дроселя. Якщо дросель ДР установлюють на виході в зливній магістралі (рис. 15, праве положення), то швидкість штока, м/с, визначають за формулою

$$v = \frac{1}{F_n} \mu \cdot S_{dp} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left( p_1 \pm \frac{|P_n|}{F_n} \right)}, \quad (4)$$

де  $p_1$  – тиск, який розвивається насосом, Па.

В цьому випадку швидкість руху поршня також величина змінна і залежить від зовнішнього навантаження. Схема з дроселем на виході менш економічна, тому що в ній зменшується зусилля на штоку гідроциліндра через подолання протитиску. Але, в зв'язку з двостороннім тиском на поршень, ця схема зручна при знакозмінному навантаженні. В цьому випадку дросель можна використовувати як гальма.

При встановленні дроселя паралельно гідроциліндру потік рідини  $Q$  розділяється на два потоки (рис. 15): до гідроциліндра  $Q_y$  і до дроселя  $Q_d$

$$Q_y = Q - Q_d. \quad (5)$$

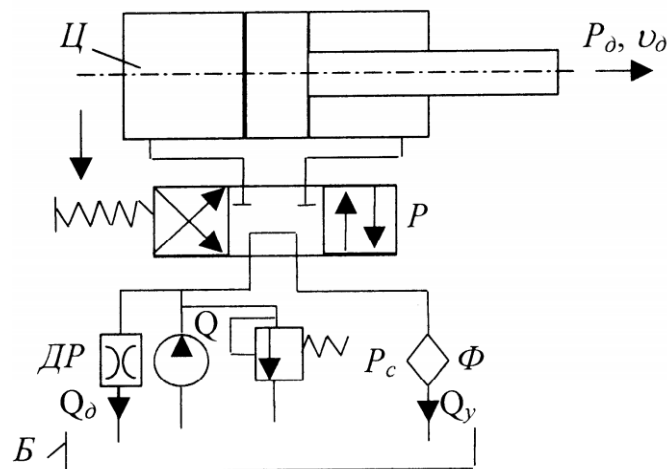


Рисунок 15 – Схема гідроприводу з паралельним під'єднанням дроселя

Середня швидкість руху штока без урахування тиску в зливній лінії, м/с, дорівнює

$$v = \frac{Q_u}{F_n} = \frac{Q}{F_n} - \frac{1}{F_n} \cdot \mu \cdot S_{dp} \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \frac{P_n}{F_n}}. \quad (6)$$

В цьому випадку потужність насоса пропорційна навантаженню гідроциліндра. Тому такий гідропривід більш економічний, ніж при послідовному під'єднанні дроселя, коли потужність насоса постійно незалежна від навантаження. Для забезпечення стабільної роботи привода в напорній лінії встановлюють запобіжний клапан.

Дросельне регулювання найбільш ефективно, якщо до одного насоса під'єднують декілька силових гідроциліндрів.

При об'ємному регулюванні використовують регульований насос або гідродвигун. У такого гідропривода жорстка характеристика (швидкість практично не залежить від навантаження) і високий к.к.д. (відсутні втрати на дроселювання), однак конструкція більш складна.

### 3.2 Розрахунок основних параметрів об'ємного гідропривода

При проектуванні гідросистеми складають принципову гідросхему і визначають основні її елементи. За ГОСТ 13825–80 передбачається низка нормалізованих величин тиску (5; 8; 10; 12; 16; 20 МПа).

Якщо за силовий елемент використовують гідроциліндр, то зусилля, яке діє вдовж штока,  $H$ , визначають за формулою

$$G_a = P_n = p \cdot F \cdot \eta_m \cdot 10^6, \quad (7)$$

де  $G_a$  – вага автомобіля (додаток Д, табл. Д.1);

$p$  – перепад тиску в гідроциліндрі, МПа

$$p = p_1 - p_2, \quad (8)$$

де  $p_1$  – тиск в зливній порожнині, який створюється насосом в нагнітальній порожнині циліндра ( $p_1 = 10$  МПа для пластинчатих насосів;  $p_1 = 32$  МПа для аксіально-поршневих насосів);

$p_2$  – тиск у зливній порожнині, який при зливанні через золотник дорівнює опорі магістралі зливу, МПа ( $p_2 \approx 0,2 \div 0,5$  МПа).

Робоча площа поршня  $F_n$ , м<sup>2</sup>:

$$F_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (9)$$

або

$$F_n = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad (10)$$

де  $D$  – діаметр поршня, м;

$d$  – діаметр штока, м (приймають  $d = (0,3 \div 0,7)D$ ).

З формули (10) визначають площу поршня

$$F_n = \frac{P_n}{p \cdot \eta_m \cdot 10^6}, \quad (11)$$

де  $10^6$  – переведення МПа в Па;

$\eta_m$  – механічний к.к.д гідроциліндра ( $\eta_m = 0,97 \div 0,85$ ).

Діаметр поршня, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_n}{\pi \cdot p \cdot \eta_m \cdot 10^6}}. \quad (12)$$

Уточнюємо діаметр поршня з урахуванням діаметра штока

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_n}{\pi \cdot p \cdot \eta_m \cdot 10^6} + d^2}. \quad (13)$$

З нормального ряду діаметрів деталей (додаток Д, табл. Д.3) вибираємо найближчий більший діаметр поршня і штока.

Визначивши діаметр поршня визначаємо хід штока  $s$  залежно від діаметра поршня  $D$  (додаток Д, табл. Д.4).

Товщина стінки циліндра, м

$$\delta = \frac{D_e \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p_p}{[\sigma_p] - p_p} - 1}}{2 \left( 1 - \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p_p}{[\sigma_p] - p_p} - 1} \right)}, \quad (14)$$

де  $P_p$  – розрахунковий тиск, Па ( $P_p = 1,23 p_{max}$ ),  $p_{max} = 12,5$  МПа – для пластинчастих насосів,  $p_{max} = 40$  МПа – для аксіально-поршневих;

$\sigma_p$  – допустиме напруження матеріалу циліндра на розтягування, Па, (таблиця 7);

$D_e$  – внутрішній діаметр циліндра, м.



Таблиця 7 – Допустиме напруження матеріалу циліндра на розтягування

Марка сталі	Термообробка	Допустиме напруження матеріалу циліндра на розтягування, $\sigma_p$ , Мпа
20Х	Нормалізація	105
	поліпшення	140
	загартування з охолодженням у мастилі	170
40Х	Нормалізація	125
	поліпшення	160
	загартування з охолодженням у мастилі	260
45Х	Нормалізація	130
	поліпшення	190
	загартування з охолодженням у мастилі	280

При прямому з'єднанні швидкість штока дорівнює швидкості витрати рідини  $Q_i$  (м<sup>3</sup>/с) в конкретному циліндрі

$$Q_i = F_n \cdot v_i = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot v_i, \quad (15)$$

де  $F_n$  – площа поршня, м<sup>2</sup>;

$D$  – діаметр циліндра, м;

$v_i$  – швидкість руху поршня, яка задається, м/с.

Загальна витрата рідини циліндрів, які працюють одночасно,

$$Q = \sum_{i=1}^{n_y} Q_i, \quad (16)$$

де  $n_y$  – кількість циліндрів, які працюють одночасно.

Потрібна для роботи циліндрів подача насосів, м<sup>3</sup>/с

$$Q_H = \frac{Q}{\eta_0 \cdot \eta_{cy}} K, \quad (17)$$

де  $\eta_0$  – об'ємний к.к.д. насоса ( $\eta_0 = 0,85 \div 0,97$ );

$\eta_{cy}$  – об'ємний к.к.д. силового циліндра ( $\eta_{cy} = 0,56$ );

$K$  – коефіцієнт, який враховує втрати в елементах системи ( $K \approx 1,02$ ).

Визначивши робочий тиск і продуктивність обирають тип гідронасоса (додаток Д2). При виборі насоса потрібно пам'ятати: поршневі насоси рекомендується використовувати в нерегульованих гідропередачах з

високим робочим тиском. Аксиальні роторно-поршневі насоси і гідродвигуни випускають на тиск 5, 10, 16, 20, 25, 32 МПа.

Для зміни напрямку руху рідини використовують золотникові розподільники. Їх обирають за витратою рідини і тиску.

Діаметр основних каналів розподільника, м

$$d_H = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}, \quad (18)$$

де  $Q$  – витрати робочої рідини, яка проходить через канал, м<sup>3</sup>/с;

$v$  – швидкість руху рідини, м/с ( $v = 5 \div 6$  м/с).

При розрахунку трубопроводів вибирають діаметр труби,  $d_m$ , м

$$d_m = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_M}}, \quad (19)$$

де  $v_M$  – швидкість руху рідини в магістралях ( $v_M = 3 \div 5$  м/с – для коротких трубопроводів;  $v_M = 1,5$  м/с – для всмоктувальних;  $v_M = 2$  м/с – для заливних трубопроводів).

Товщина стінок трубопровода, м

$$\delta = \frac{p_e \cdot d_m \cdot K}{2 \cdot \sigma}, \quad (20)$$

де  $p_e$  – тиск в системі при випробуваннях, МПа ( $p_e = 1,23 p_{max}$ , МПа);

$\sigma$  – допустиме напруження на розтяг, МПа (для сталевих трубопроводів  $\sigma = 80$  МПа);

$d_m$  – внутрішній діаметр труби, м;

$K$  – коефіцієнт безпечності ( $K \approx 2$ ).

Об'єм бака  $V_\delta$  (м<sup>3</sup>) гідросистеми залежить від кількості теплоти  $\theta$  (Ккал/год), температури навколишнього середовища  $t_1 = 18\text{--}20$  °С та температури нагрівання мастила  $t_2 = 60$  °С, яка допускається.

$$V_\delta = \frac{1}{10^3} \sqrt{\left(\frac{Q}{t_2 - t_1}\right)^3}. \quad (21)$$

Кількість теплоти, яка виділяється, залежить від кількості втраченої потужності  $N_e$  (кВт) в гідросистемі

$$Q = N_e \cdot 860 \cdot K_e, \quad (22)$$

$$N_{\varepsilon} = \frac{p \cdot Q}{60} (1 - \eta), \quad (23)$$

де  $p$  – робочий тиск, МПа;

$K_{\varepsilon}$  – коефіцієнт використання за часом роботи (0,8–0,9);

$Q$  – витрати рідини, л/хв;

$\eta$  – к.к.д механізму (0,93).

#### 4 Послідовність виконання розрахункової роботи

1. За варіантом завдання задається марка і вага автомобіля (додаток Д, табл. Д.1).

2. Вибирають, згідно з вагою автомобіля, тип підйомника з таблиць 1–6.

3. Визначають за формулою (7) зусилля, яка діє вздовж штока підйомника. Для цього попередньо приймають тип насоса і перевіряють: для одноплунжерного підйомника умову  $Pn > Ga$ ; для двоплунжерного підйомника –  $Pn > Ga/2$ ; для чотириплунжерного підйомника –  $Pn > Ga/4$ . Якщо умова не виконується приймають інший тип підйомника, або тип гідронасоса і перераховують силу, яка діє вздовж штока підйомника.

4. Визначають товщину стінки гідроциліндра за формулою (14). Для цього з таблиці 7 вибираємо матеріал, з якого виготовлено гідроциліндр, і спосіб термообробки, від чого залежить допустиме напруження матеріалу циліндра на розтягування  $[\sigma]$ .

5. З формули (17) визначають потрібну для роботи гідроциліндра (гідроциліндрів) подачу насоса. Визначивши робочий тиск і продуктивність гідроциліндра обирають тип гідронасоса (додаток Д, табл. Д.2).

6. Визначають з формули (18) діаметр основних каналів розподільника. З формули (19) розраховують діаметр труби для трубопроводів, а також з формули (20) – товщину стінок трубопроводу.

7. З формул (21), (22), (23) визначають інші параметри гідравлічної системи.

8. Складають принципову гідросхему.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6**

### **Розрахунок комбінованого роликового стенда**

**Мета роботи:** отримати навички розрахунку основних параметрів комбінованого роликового стенда.

#### **1 Теоретичні відомості**

Комбінований роликовий стенд призначений для перевірки гальмових і потужних якостей автомобілів. Гальмові випробування проводяться інерційним методом – на реальних швидкостях.

Такі стенди можуть застосовуватися на універсальних стаціонарних станціях діагностики в АТП, СТО, колективних гаражах тощо, а також на пересувних станціях діагностики.

#### **1.1 Технічні вимоги. Склад продукції і вимоги до конструктивного пристрою**

1.1.1 При перевірці технічного стану автомобілів колесо, що перевіряється, спирається на два рівнобіжних ролики, тобто стенди для двоосьових автомобілів мають мати дві пари роликів.

1.1.2 Перевірка гальм здійснюється динамічним способом, а саме: гальмування проводиться з реальною швидкістю руху.

1.1.3 Перевірка тягових якостей виробляється на заданій швидкості руху при повній подачі палива.

1.1.4 Міцність конструктивних елементів стенда має забезпечувати надійну перевірку даного типу автомобілів.

1.1.5 Режими перевірок і нормативи – згідно з ДСТУ 3649:2010 і ГОСТ 22895-89.

#### **1.2 Вихідні дані**

1.2.1 Марка автомобіля, що перевіряється.

1.2.2 Маса автомобіля (споряджена і повна).

1.2.3 Розподіл навантаження по осях (при спорядженій і повній масах).

1.2.4 Дані про шини: модель, зовнішній діаметр, ширина, статичний радіус, моменти інерції передніх і задніх коліс, радіус кочення.

1.2.5 Колія передніх і задніх коліс, ширина по внутрішніх боковинах шин.

1.4.6 Конструктивний розподіл гальмівних сил між осями.

## 2 Вибір основних геометричних параметрів роликів блоку

### 2.1 Діаметр роликів

Діаметр роликів у мм визначається за формулою

$$D_p = (0,8...1,0) \cdot r_k, \quad (6.1)$$

де  $r_k$  – радіус кочення колеса по роликах, мм.

Приблизно  $r_k$  дорівнює статичному радіусу ( $r_{cm}$ ) шини на дорозі. Дані про значення  $r_{cm}$  наведені в [2]. Якщо на стенді перевіряються автомобілі різних марок, потрібно приймати  $r_k$  за найбільшим колесом. Отриманий діаметр ролика потрібно округлити до найближчого числа з ряду: 240, 320, 370, 400, 475 мм.

### 2.2 Розрахунок довжини роликів і відстаней між їхніми торцями

Розрахунок робимо за схемою (рис. 2.1).

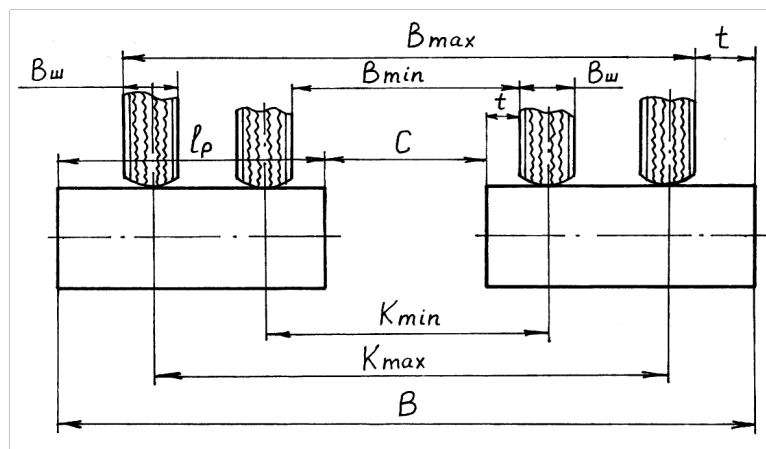


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема стенда

$$B = B_{\max} + 2t; C = B_{\max} - 2t; l_p = (B - C) / 2, \quad (6.2)$$

де  $B$ ,  $C$  – відповідно, відстані між зовнішніми і внутрішніми торцями роликів, мм;

$B_{\max}$ , – відповідно, ширина по зовнішніх гранях коліс найбільшого автомобіля і внутрішніх гранях коліс найменшого автомобіля, мм;

$t$  – запас на вільне розміщення коліс, мм ( $t = 100$  мм);

$l_p$  – довжина ролика, мм.

Для осей з односхилими колісьми при колії  $K$  і ширині профілю шин  $B_{ш}$

$$B_{\max} = K_{\max} + B_{ш}; B_{\min} = K_{\min} - B_{ш}.$$

Для осей з двосхилими колісьми

$$B_{\max} = K_{\min} + 2B_{ш} + \frac{t}{2}; B_{\min} = K_{\min} - 2B_{ш} - \frac{t}{2}.$$

### 2.3 Міжцентрова відстань, взаємне розташування роликів

Взаємне розташування роликів вибирають з таких міркувань. При гальмових випробуваннях автомобіль має тенденцію до самовиїзду назад, при тягових – уперед. Тому на гальмових стендах задній ролик розміщують вище переднього, на тягових – навпаки. На комбінованих стендах типу СББ використовують симетричну схему (рис. 6.2).

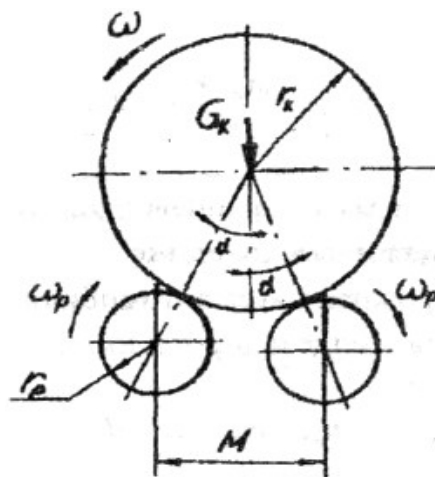


Рисунок 6.2 – Схема для розрахунку міжцентрової відстані

З досвіду проектування та експлуатації стендів можна приймати  $2\alpha = 65...90^\circ$ .

Міжцентрова відстань (рис. 6.2) визначається за формулою

$$M = 2(r_k + r_p) \cdot \sin \alpha. \quad (6.3)$$

### 3 Розрахунок функціональних якостей стенда

Найбільш складні вимоги до стенда висуваються при перевірці гальм, тому при проектуванні роликового стенда потрібно їх враховувати в першу чергу.

На дорозі величина нормативної гальмівної сили в Н для передньої та задньої осей складає

$$P_{mn1} = \frac{\beta \cdot m_{\partial} \cdot j_n}{2}; P_{mn2} = \frac{(1 - \beta) \cdot m_{\partial} \cdot j_n}{2},$$

де  $\beta$  – коефіцієнт розподілу гальмівних сил по осях автомобіля;

$m_{\partial}$  – споряджена маса автомобіля при перевірці гальм на дорозі, кг;

$j_n$  – нормативне сповільнення на дорозі, м/с<sup>2</sup>.

На величину гальмівної сили впливають: коефіцієнт тертя, площі накладок, зусилля в приводному контурі. Коефіцієнт тертя найбільш істотно залежить від температури поверхні тертя. З умови імітації реальної температури і при однаковій силі натискання на педаль гальма визначаємо необхідну величину інерційної маси стенда, кг

$$m_{cm} = \frac{m_{\partial} \cdot V_{\partial}^3}{V_c^3} - 2m_k, \quad (6.4)$$

де  $V_{\partial}$ ,  $V_c$  – швидкість на дорозі і на стенді, км/год;

$m_k$  – інерційна маса коліс, кг;

Інерційна маса – це маса фіктивного тіла, що рухається зі швидкістю  $V$ , яка дорівнює лінійній швидкості в контактні колеса з опорною поверхнею та має ту ж кінетичну енергію, що й автомобіль. Інерційна маса дозволяє порівняти енергію обертового і поступального рухів тіла, що рухається.

Маса між передніми і задніми колісьми відповідно розподіляється так:

$$\begin{aligned} m_{\partial n} &= \beta \cdot m_{\partial}; \\ m_{\partial z} &= (1 - \beta) \cdot m_{\partial}. \end{aligned} \quad (6.5)$$

Сумарна інерційна маса, що перешкоджає гальмуванню колеса, виражається сумою

$$\sum m = m_{cm} + 2 \cdot m_k. \quad (6.6)$$

Необхідна інерційна маса стенда для передніх коліс визначається за формулою

$$m_{cm}^n = \frac{\beta \cdot m_{\partial} \cdot V_{\partial}^3}{V_c^3} - 2 \cdot m_k, \quad (6.7)$$

де  $V_{\partial}$  – швидкість перевірки гальм на дорозі (за ДСТУ 3649:2010  $V_{\partial} = 35 \dots 45$  км/год);

$V_c$  – швидкість перевірки на стенді (рекомендується для легкових автомобілів і автобусів 70...80 км/год, для вантажних – 60 км/год).

Вибравши значення інерційної маси стенда для перевірки гальм передньої осі  $m_{cm}$  визначаємо швидкість перевірки гальм задньої осі  $V_{cz}$

$$V_{cz} = \sqrt[3]{\frac{(1-\beta) \cdot m_{\delta}}{m_{cm} + 2 \cdot m_{\kappa}}} \quad (6.8)$$

Якщо значення необхідної інерційної маси для перевірки задніх коліс вище, ніж для передніх, масу стенда приймають за значенням для задніх коліс, а для перевірки передніх коліс підбирають швидкість.

#### 4 Приклад розрахунку параметрів стенда для автомобіля газ-3110

Випишемо необхідні дані для розрахунку.

Інерційна маса переднього колеса  $m_{\kappa n} = 11,09$  кг; заднього –  $m_{\kappa z} = 11,49$  кг.

Статичний радіус колеса  $r_{\kappa} = 0,315$  м, ширина профілю шини  $B_{ш} = 185$  мм, коефіцієнт розподілу гальмівних сил  $\beta = 0,575$ . За ДСТУ 3649:2010 швидкість дорожніх випробувань гальм –  $V_{\delta} = 40$  км/год, нормативне сповільнення  $j_n = 5,8$  м/с<sup>2</sup>. Повна маса ГАЗ-3110 – 1820 кг, споряджена маса –  $m_{\delta} = 1420$  кг ( $G_{ac} = 13916$  Н).

Швидкість початку гальмування на стенді для коліс передньої осі –  $V_c = 80$  км/ч. Колія передніх коліс  $K_{max} = 1470$  мм, колія задніх коліс  $K_{min} = 1420$  мм.

За формулами (6.5)

$$m_{\delta n} = \beta \cdot m_{\delta} = 0,575 \cdot 1420 = 816,5 \text{ кг},$$

$$m_{\delta z} = (1-\beta) \cdot m_{\delta} = (1-0,575) \cdot 1420 = 603,5 \text{ кг}.$$

За формулою (6.7)

$$m_{cm}^n = \frac{816,5 \cdot 40^3}{80^3} - 2 \cdot 11,09 = 79,9 \text{ кг}.$$

Приймаємо необхідну величину інерційної маси стенда  $m_{cm} = 80$  кг.

Швидкість перевірки гальм задніх коліс складе (6.8)

$$V_{cz} = 40 \cdot \sqrt[3]{\frac{(1-0,575) \cdot 1420}{80 + 2 \cdot 11,49}} = 72 \text{ км / год}.$$



За формулами (6.1) розраховуємо діаметр ролика

$$D_p = 1,0 \cdot 0,315 = 0,315 \approx 0,32 \text{ м.}$$

Ширина по колесах

$$B_{\max} = K_{\max} + B_{\text{ш}} = 1470 + 185 = 1655 \text{ мм};$$

$$B_{\min} = K_{\min} - B_{\text{ш}} = 1470 - 185 = 1235 \text{ мм.}$$

За формулами (6.2) визначаємо інші параметри стенда:

$$B = B_{\max} + 2t = 1655 + 2 \cdot 100 = 1855 \text{ мм};$$

$$C = B_{\min} - 2t = 1235 - 2 \cdot 100 = 1035 \text{ мм};$$

$$l_p = (B - C) / 2 = (1855 - 1035) / 2 = 410 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $\alpha = 35^\circ$ , тоді за формулою (6.3) міжцентрова відстань дорівнює

$$M = 2(315 + 160) \cdot \sin 35^\circ \approx 540 \text{ мм.}$$

Завдання на виконання практичної роботи № 6 наведені в додатку Е.

Визначивши марку автомобіля, потрібно з довідника НІІАТ та додатка Е виписати потрібні вихідні дані для розрахунку.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

### Розрахунок підйомника з електромеханічним приводом

**Мета роботи:** отримати навички створення безпечної конструкції для забезпечення обслуговування автомобілів у зонах ТО-2 і ПР.

#### 1 Теоретичні відомості

Підйомник призначений для використання в АТП і СТО, які обслуговують автомобілі з навантаженням на вісь до 50 кН.

**Технічні вимоги. Склад продукції та вимоги до конструктивної будови**

Установлення підйомника здійснюється після подачі автомобіля на робоче місце.

Робоча зона підйомника має бути рівною, горизонтальною і не мати оглядових канав чи естакад. Для розрахунку підйомника потрібно задати тип автомобіля, висоту та час підйому.

Висота підйому транспортного засобу:

- для легкових автомобілів – 1,9 м;
- для автобусів – 1,6 м;
- для вантажних автомобілів – 1,7 м.

#### 2 Аналоги та вибір кінематичної схеми підйомника

На підприємствах застосовуються підйомники з гідравлічним або електромеханічним приводом підкатного типу.

Як приклад розрахуємо підйомник для автомобіля КрАЗ-256Б. Випишемо потрібні дані з завдання:

- навантаження на вісь у спорядженому стані – 90000 Н;
- висота підйому – 1,7 м;
- розмір шин – 12,0–20 (320–508);
- час підйому – 120 с;
- матеріал гвинта – сталь 65Г.

Визначаємо місце, за яке буде підніматися автомобіль – шини (рис. 7.1). Припускаємо, що стояки можна переміщувати до автомобіля підлогою.

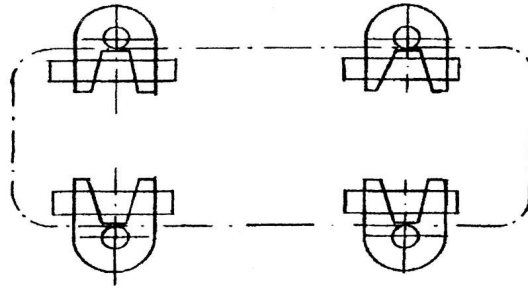
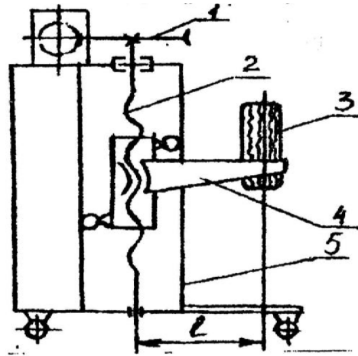


Рисунок 7.1 – Схема встановлення підйомників

По напрямному стояку переміщується каретка, що сприймає крутний момент. Момент виникає від навантаження колеса, що знаходиться на відстані  $l$ , м від осі вантажного гвинта. Вантажний гвинт сприймає тільки осьове розтягувальне навантаження. У верхній опорі гвинта встановлений упорний підшипник, у нижній – радіальний (рис. 7.2).



1 – електромеханічний привід, 2 – гвинт; 3 – колесо, 4 – каретка, 5 – стояк

Рисунок 7.2 – Схема роботи стояка

### 3 Розрахунок гвинта

Для виготовлення гвинта використовуємо конструкційну сталь марки 65Г. Для цієї сталі  $\sigma_{вр} = 800$  МПа,  $\sigma_{Т} = 600$  МПа. Сортамент сталі – круг. Для вантажних гвинтів застосовується трапецеїдна різьба, іноді прямокутна чи упорна. Порівняльна характеристика конструкційних сталей наведена в табл. 7.1. Визначимо попередньо діаметр гвинта розрахунком на розтягання. Розрахункова схема гвинта наведена на рис. (7.3).

Таблиця 7.1 – Порівняльна характеристика конструкційних сталей

Матеріал	$\sigma_{вр} = 800$ МПа	$\sigma_{Т} = 600$ МПа
45	560	280
40Х	730	500
65Г	800	600

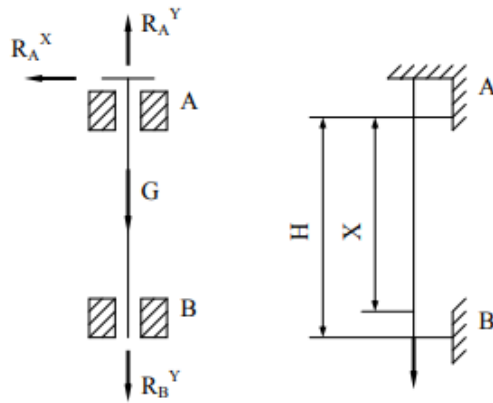


Рисунок 7.3 – Розрахункова схема гвинта

Основною причиною виходу з ладу передачі гвинт–гайка є знос. Для забезпечення необхідної зносостійкості передачі насамперед потрібно, щоб питомий тиск не перевищував припустиме значення  $P$ .

$$P = \frac{G}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z} \leq P', \quad (7.1)$$

де  $G$  – розрахункова осьова сила, що діє на гвинт, Н;

$d_2$  – середній діаметр різьби, мм;

$h$  – робоча висота профілю, мм (для трапецеїдної різьби –  $0,5t$ ;

$z$  – число витків у гайці (звичайно від 6 до 10).

$$z = \frac{H}{t}, \quad (7.2)$$

де  $H$  – висота гайки, мм;

$t$  – крок різьби, мм (вибирається з довідника [1]).

Підставивши у формулу значення  $z$  і  $h$ , одержимо

$$P = \frac{2G}{\pi \cdot d_2 \cdot H} \leq P'. \quad (7.3)$$

Звідси, вводячи відношення висоти гайки до середнього діаметра різьби  $\psi_n = H / d_2$ , одержуємо розрахункову формулу для визначення середнього діаметра різьби

$$d_2 = \sqrt{\frac{2G}{\pi \cdot \psi_n \cdot P'}}. \quad (7.4)$$

Значення  $\psi_n$  вибирають звичайно в межах 1,2; ...; 2,5. Великі значення вибирають для різьб менших діаметрів і навпаки. Допустимі значення  $P$  для сталі по антифрикційному чавуну – 10...13 МПа, для сталі по бронзі – 8...12 МПа. Приймаємо  $P = 10$  МПа. Для нашого прикладу  $G = 40000$  Н (половина навантаження на найбільш завантажену вісь).

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 40000}{\pi \cdot 1,8 \cdot 10^7}} = \sqrt{0,00142} = 0,0399 \approx 40 \text{ мм.}$$

Попередньо приймаємо упорну різьбу за ГОСТ 10177-62:  $d_{\text{нар}} = 50$  мм;  $d_{\text{вн}} = 29,174$  мм;  $t = 12$  мм.

Остаточно гвинти перевіряють на міцність за еквівалентною номінальною напругою

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{G}{F^2} + \frac{3 \cdot M_k}{W^2}} \leq \sigma' \quad (7.5)$$

де  $M_k$  – крутний момент, що передається валом;

$F$  і  $W$  – площа і момент опору крутінню перерізу гвинта по внутрішньому діаметру різьби.

$$F = \pi \cdot d_{\text{вн}}^2 / 4, W = \pi \cdot d_{\text{вн}}^3 / 32, \quad (7.6)$$

де  $d_{\text{вн}}$  – внутрішній діаметр різьби, мм.

Допустиму номінальну напругу приймаємо з коефіцієнтом запасу міцності 2, тобто  $\sigma' = 0,5 \cdot \sigma_T$ . Тоді для сталі 65Г  $\sigma' = 300$  МПа. Крутний момент, який передається валом, Н·м,

$$M_k = G \left[ \frac{d_2}{2} \cdot \text{tg}(\psi + \rho') + f_1 \cdot r_1 \right], \quad (7.7)$$

де  $d_2$  – середній діаметр різьби, мм;

$\psi$  – кут підйому гвинтової лінії, град;

$\rho'$  – кут тертя (для упорної різьби можна прийняти  $5,72^\circ$ , для трапецеїної –  $5,91^\circ$ ).

$f_1$  – коефіцієнт тертя в підшипниках (приймаємо рівним 0,1);

$r_1$  – приведений радіус тертя на опорній поверхні (для упорного підшипника ковзання при обраних розмірах гвинта він дорівнює 0,04 мм).

$$\psi = \arctg \frac{t}{\pi \cdot d_2}. \quad (7.8)$$

Умова самогальмування -  $\psi \leq \rho'$ . Для обраної різьби

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{0,012}{\pi \cdot 0,041} = \operatorname{arctg} 0,09316 = 5,32^\circ;$$

$$M_k = 40000 \left[ \frac{0,041}{2} \cdot \operatorname{tg}(5,32 + 5,72) + 0,004 \right] = 360 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$F = \frac{\pi \cdot 0,029174^2}{4} = 6,68 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$W = \frac{\pi \cdot 0,029174^3}{32} = 2,44 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$\sigma_\epsilon = \sqrt{\left( \frac{40000}{6,68 \cdot 10^{-4}} \right)^2 + 3 \cdot \left( \frac{320}{2,44 \cdot 10^{-6}} \right)^2} = 235 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq \sigma' = 300 \text{ МПа}.$$

Отже, діаметр гвинта обраний правильно.

#### 4 Вибір електродвигуна

Визначимо потрібну потужність електродвигуна, кВт, за формулою

$$N_n = \frac{M_k \cdot \omega}{1000}, \quad (7.9)$$

де  $M_k$  – крутний момент, Н·м;

$\omega$  – частота обертання, с<sup>-1</sup> ( $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ ).

Тоді

$$N_n = \frac{M_k \cdot \pi \cdot n}{30000},$$

де  $n$  – обороти вала, хв<sup>-1</sup>

$$N_n = 0,10472 \cdot 10^{-3} \cdot M_k \cdot n. \quad (7.10)$$

Знаючи висоту підйому  $H$ , час підйому  $T$  і крок різьби  $t$ , знайдемо  $n$

$$n = \frac{60 \cdot H}{t \cdot T} = \frac{60 \cdot 1,7}{0,012 \cdot 120} = 70,8 \text{ хв}^{-1}.$$

Потрібна потужність приводу складе

$$N_n = 0,10472 \cdot 10^{-3} \cdot 320 \cdot 70,8 = 2,4 \text{ кВт}.$$

Розділивши це значення на к.к.д. приводу ( $\eta = 0,85$ ), одержимо

$$N_{\text{дв}} = N_n / \eta = 2,4 / 0,85 = 2,8 \text{ кВт}.$$

Передатне число редуктора складе при  $n = 70,8 \text{ хв}^{-1}$

$$i_p = 750 / 70,8 = 10,6.$$

Це може бути черв'ячний чи шестерний редуктор. Краще прийняти черв'ячний – він дає додаткове самогальмування. Привід установлюємо на верхній частині стояка.

Завдання на виконання практичної роботи № 7 наведені в додатку Ж.

Наприклад, якщо номер за списком 17, то для виконання практичної роботи студент має прийняти такі значення: автомобіль Урал-4320, час підйому на потрібну висоту  $T=120 \text{ с}$ , матеріал гвинта – сталь 45.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

### Розрахунок ланцюгових конвеєрів

**Мета роботи:** отримати навички розрахунку основних параметрів ланцюгових конвеєрів.

#### 1 Теоретичні відомості

До конвеєрів з гнучким тяговим органом належать стрічкові та ланцюгові, а без гнучкого тягового органу – гвинтові та роликові. Конвеєри є технологічним обладнанням при потоковому методі технічного обслуговування і при ремонті автомобілів та їх агрегатів.

На підприємствах автомобільного транспорту застосовують гаражні ланцюгові конвеєри.

За характером руху конвеєри поділяють на конвеєри безперервної та періодичної дії. Конвеєри безперервної дії застосовуються при щоденному обслуговуванні, а періодичної – при всіх видах обслуговування.

За способом передавання дії автомобілю гаражні конвеєри поділять на несучі, ведучі (тягнучі) та штовхальні.

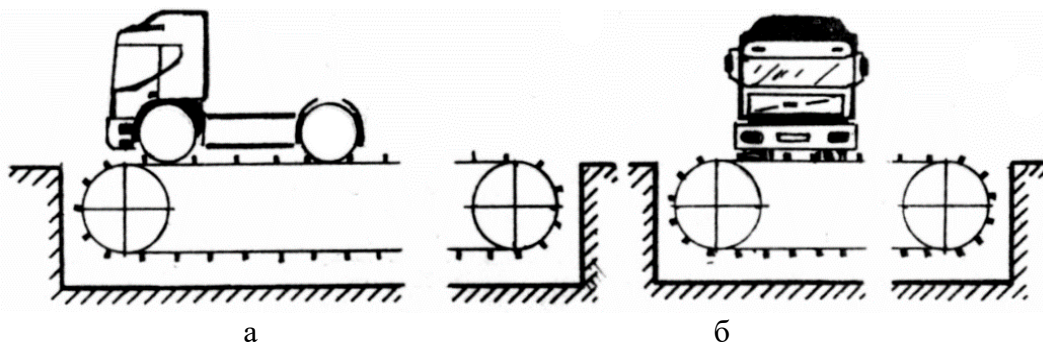
За розміщенням конвеєри бувають підвісні – над автомобілем та підлогові – під автомобілем.

Конвеєри забезпечують:

- зменшення забруднення повітря робочої зони;
- в процесі миття автомобіля конвеєри забезпечують сталу та потрібну (малу) швидкість руху;
- рух автомобіля в процесі фарбування та сушіння після фарбування.

Несучі конвеєри використовуються в зонах щоденного обслуговування, ведучі – при ТО-1, штовхальні – при ТО-1 і в малярних віддаленнях.

Несучі конвеєри (рис. 8.1) являють собою нескінченний (замкнутий) ланцюг, який рухається по напрямних за допомогою приводної станції. Несучі конвеєри можуть мати одну або дві ланцюгові стрічки.



а – з поздовжнім розміщенням автомобіля; б – з поперечним розміщенням

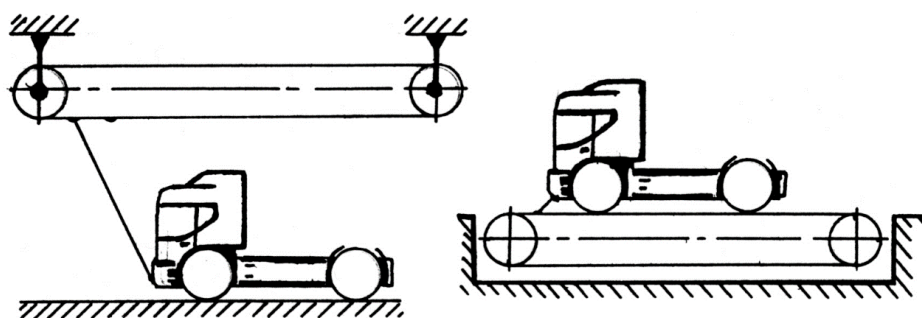
Рисунок 8.1 – Несучий конвеєр



Автомобіль встановлюється на ланцюги конвеєра колесами або вивішується, спираючись на ланцюги переднім і заднім мостами.

Конвеєри з одним ланцюгом більш прості конструктивно і більш економічні в експлуатації. Автомобіль може встановлюватися на несучий конвеєр поздовжньо (див. рис. 8.1, а) або поперечно (див. рис. 8.1, б) відносно його осі. Конвеєри з поперечним розміщенням автомобілів є найбільш складними і дорогими. Вони застосовуються, як правило, в тих випадках, коли для встановлення конвеєра з поздовжнім розміщенням автомобіля у виробничому приміщенні немає достатнього місця.

Ведучі (тягнучі) конвеєри (рис. 8.2) мають нескінченний (замкнутий) ланцюг, розміщений вздовж потокової лінії обслуговування над автомобілем (рис. 8.2, а) або під автомобілем (рис. 8.2, б).



а – над автомобілем;

б – під автомобілем

Рисунок 8.2 – Ведучий конвеєр

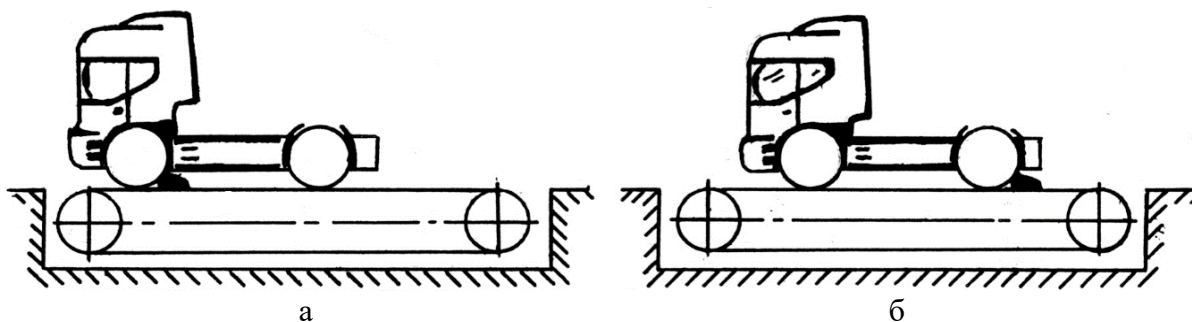
Автомобіль приєднується до тягового ланцюга буксирним захватом за передній буксирний крюк і рухається на своїх колесах. В кінці лінії обслуговування захват автоматично від'єднується (розчіплюється) від автомобіля. Цей тип конвеєрів є одноколіїним з поздовжнім напрямом руху автомобіля.

Ведучі конвеєри мають обмежене застосування через додаткові затрати ручної праці на перенесення захватів на початок лінії і приєднання (зачеплення) автомобіля. При верхньому розміщенні конвеєра перенесення захватів не потрібне.

Підвісні конвеєри з верхнім розміщенням тягового ланцюга забезпечують більше переваг при обслуговуванні автомобіля і можуть встановлюватися на міжповерхових перекриттях або над підвалом.

Штовхальні конвеєри (рис. 8.3) є найбільш поширеними і застосовуються для переміщення автомобілів за допомогою штовхача або несучого візка. Штовхальні конвеєри передають зусилля автомобілям, впираючись в передній міст (балку) (рис. 8.3, а) або в задній міст (балку) (рис. 8.3, б).

Як тяговий орган в штовхальних конвеєрах використовується втулково-роликовий ланцюг.



а – зі штовхачем під переднім мостом; б – зі штовхачем під заднім мостом

Рисунок 8.3 – Штовхальний конвеєр

## 2 Методика розрахунку ланцюгових конвеєрів

### 2.1 Продуктивність ланцюгових конвеєрів

Продуктивністю конвеєра називають кількість вантажу, що переміщується в одиницю часу. Розрізняють продуктивність масову, т/год.; об'ємну, м<sup>3</sup>/год. і поштучну шт./год.

При переміщенні конвеєрами штучних вантажів (автомобілів та їх агрегатів) продуктивність конвеєра в шт./год. визначається за формулою

$$П = \frac{3600}{t_p}, \quad (8.1)$$

де  $t_p$  – ритм роботи конвеєра – проміжок часу, протягом якого з конвеєра сходить один виріб (автомобіль), сек./шт.

Ритм роботи конвеєра визначається за формулою

$$t_p = \frac{P_p}{V}, \quad (8.2)$$

де  $P_p$  – крок робочих органів, на яких розміщується вантаж, м;

$V$  – швидкість конвеєра, м/с.

Враховуючи значення ритму роботи із (8.2) продуктивність конвеєра в шт./год. визначається за формулою

$$П = 3600 \frac{V}{P_p}. \quad (8.3)$$

Якщо продуктивність конвеєра задана, то з (8.3) знаходять необхідну швидкість

$$V = \frac{P \cdot P_p}{3600}. \quad (8.4)$$

Швидкість конвеєра може бути знайдена за формулою

$$V = \frac{P_p}{t_p}. \quad (8.5)$$

В цьому випадку ритм роботи знаходять за формулою

$$t_p = \frac{T}{P}, \quad (8.6)$$

де  $T$  – тривалість зміни, сек.;

$P$  – продуктивність конвеєра, шт. за зміну.

Масова продуктивність конвеєра в кг/год. буде:

$$P = 3600 \frac{V}{P_p} m_b, \quad (8.7)$$

де  $m_b$  – маса одного вантажу в кг.

Швидкість ланцюгових конвеєрів приймають в межах  $V = 0,05 \dots 0,5$  м/с.

## 2.2 Розрахунок несучих конвеєрів

Конвеєри з гнучким тяговим органом у загальному вигляді можуть мати трасу, яка складається з прямолінійних і криволінійних відрізків. Енергія двигуна витрачається на подолання сил шкідливого опору переміщенню вантажу і власних частин машини. При розрахунках трасу конвеєра розбивають на прямолінійні та криволінійні відрізки, визначають опір рухові та натяг тягового органу при сталому русі на кожному відрізку траси, а затім знаходять загальний опір рухові.

Для розрахунку сили опору конвеєра з гнучким тяговим органом вихідними величинами є навантаження на 1 м довжини конвеєра від рухомого вантажу Н/м:  $q_0$  – сила тяжіння від погонного метра рухомих частин конвеєра, масу погонного метра ланцюга беруть із таблиць;

$q$  – сила тяжіння вантажу на одному погонному метрі конвеєра,  $q = F_q/P_p$ ,  $F_q$  – сила тяжіння вантажу,  $P_p$  – крок робочих органів конвеєра;  $L$  – довжина прямолінійного відрізка конвеєра;  $W$  – коефіцієнт опору рухові тягового органу, що враховує опір у підшипникових вузлах роликів;  $K_H$  – коефіцієнт опору рухові ланцюга на неприводних зірочках. У розрахунках на основі експериментів беруть  $W = 0,06...0,13$  – для пластинчастих втулково-коткових ланцюгів з котками на підшипниках ковзання,  $W = 0,02...0,045$  – для таких самих ланцюгів із котками на підшипниках кочення;  $K_H = 1,05...1,1$ . Більші значення беруть для важких умов праці.

Розрахунок несучого конвеєра (рис. 8.4) будемо виконувати універсальним методом послідовного обходу контуру або, що те ж саме, обходу по точках спряжень прямолінійних і криволінійних ділянок контуру конвеєра. Пронумеруємо точки спряжень, починаючи від точки збігання ланцюга з приводної зірочки до точки набігання (точки 1, 2, 3, 4). Знайдемо послідовно силу натягу ланцюга в усіх точках. Розпочнемо обхід контуру від точки 1 збігання ланцюга з приводної зірочки. Позначимо силу натягу ланцюга у точках 1, 2, 3... відповідно  $F_1, F_2, F_3...$

Найменшим натягом ланцюга задаються в межах  $F_{\min} = 1...3$  кН.

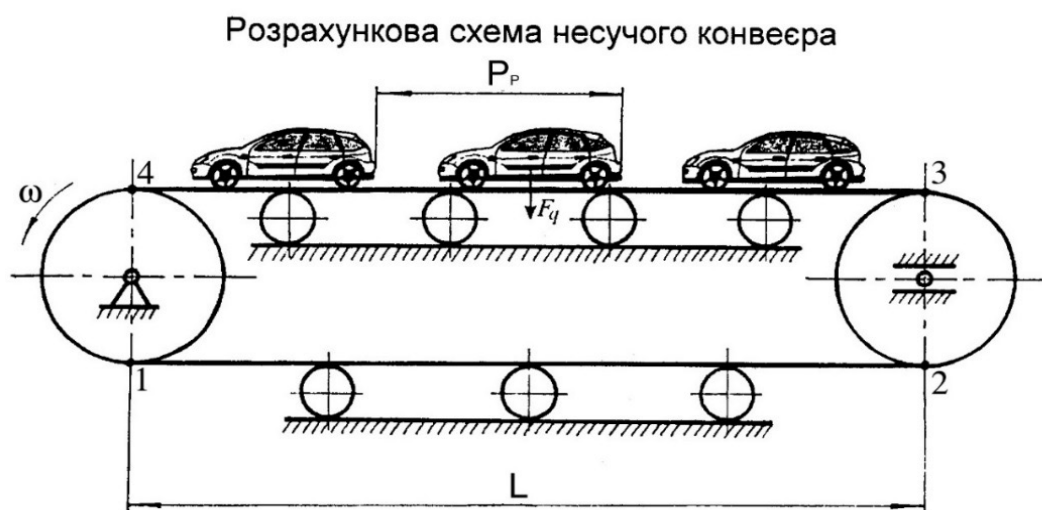


Рисунок 8.4 – Розрахункова схема несучого конвеєра

Натяг ланцюга в точці 1 буде

$$F_1 = F_{\min} \cdot \quad (8.8)$$

Знайдемо натяг ланцюга у точці 2

$$F_2 = F_1 + F_{\text{оп}1-2} \cdot \quad (8.9)$$

Натяги ланцюга у точках 3 та 4 відповідно будуть

$$F_3 = F_2 + F_{\text{оп}2-3}, \quad (8.10)$$

$$F_4 = F_3 + F_{\text{оп}3-4}, \quad (8.11)$$

де  $F_{\text{оп}1-2}$ ,  $F_{\text{оп}2-3}$ ,  $F_{\text{оп}3-4}$  – сили опору конвеєра відповідно на ділянках 1–2, 2–3, 3–4.

Знайдемо сили опору на окремих ділянках

$$\begin{aligned} F_{\text{оп}1-2} &= q_0 LW \\ F_{\text{оп}2-3} &= F_2 (K_H - 1) \\ F_{\text{оп}3-4} &= (q + q_0) LW \end{aligned} \quad (8.12)$$

Підставимо значення сил опору з (8.12) у (8.9)...(8.11), отримаємо

$$\begin{aligned} F_2 &= F_1 + q_0 LW \\ F_3 &= K_H F_2 \\ F_4 &= F_3 + (q + q_0) LW \end{aligned} \quad (8.13)$$

Найбільший натяг ланцюга буде в точці 4

$$F_{\text{max}} = F_4. \quad (8.14)$$

Знайдемо найбільший натяг ланцюга, підставивши значення  $F_3$  і  $F_2$  у вираз для  $F_4$ ,

$$F_4 = K_H F_2 + (q + q_0) LW, \quad (8.15)$$

остаточно маємо

$$F_4 = K_H (F_1 + q_0 LW) + (q + q_0) LW. \quad (8.16)$$

Для конвеєра з двома ланцюгами отримуємо

$$F_{\text{max}} = (0,6 \dots 0,7) F_4. \quad (8.17)$$

Визначимо потрібну тягову силу  $F$  ланцюга конвеєра (колову силу  $F_t$  на приводній зірочці)

$$F = F_t = F_{\max} - F_{\min} \quad (8.18)$$

Потрібну потужність електродвигуна знаходимо за формулою

$$N_{\text{дв}} = \frac{F_t V}{\eta_{\text{п}}}, \quad (8.19)$$

де  $\eta_{\text{п}}$  – к.к.д. приводу конвеєра.

При екстремому гальмуванні (стопорінні) конвеєра в ланцюгах виникають великі динамічні сили, які можуть призводити до їх розриву. Для захисту приводу від перевантаження потрібно передбачити запобіжні муфти.

Визначимо необхідну силу натягу  $F_{\text{н}}$  ланцюгів конвеєра

$$F_{\text{н}} = F_2 + F_3. \quad (8.20)$$

Підставимо значення сил  $F_2$  і  $F_3$  з (8.13) у (8.20), отримаємо

$$F_{\text{н}} = F_1 + q_0 LW + K_{\text{н}}(F_1 + q_0 LW). \quad (8.21)$$

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автомеханика. Автосервисное оборудование и инструмент. Каталог 98. АО «АВТОМЕХАНИКА», 1998.
2. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1. Изд. 5-е, перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1979. 728 с., ил.
3. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту : підручник / Волков В. П. та ін. ; під заг. ред. В. П. Волкова Харків : ХНАДУ, 2010. 556 с.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для машиностроительных вузов / Башта Т. М. и др. Изд. 2-е, перераб. М. : Машиностроение, 1982. 423 с., ил.
5. Говорущенко Н. Я., Туренко А. Н. Системотехника проектирования транспортных машин. Харьков : РИО ХНАДУ, 2002. 168 с.
6. Крамаренко Г. В., Барашков И.В. Техническое обслуживание автомобилей. Москва : Транспорт, 1982. 368 с.
7. Краткий автомобильный справочник НИИАТ. Москва : Трансконсалтинг, 1994. 779 с.
8. Кудрин А. И. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : текст лекцій. Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2000. 123 с.
9. Кудрин А. И., Волченко Г. Н. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : сборник задач и примеры решений. Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2001. 51 с.
10. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник. Київ : Знання-Прес, 2003. 511 с.
11. Максимов В. Г. Основы розрахунку, проектування та експлуатації технологічного устаткування : конспект лекцій. Одеса : ОНПУ, 2002. 140 с.
12. Марков О. Д. Организация автосервиса. Львов : Ориана Нова, 1998. 330 с.
13. Маркова В. Д. Маркетинг услуг. Москва : Финансы и статистика, 1996. 128 с.
14. Методика оценки уровня и степени механизации и автоматизации производства ТО и ТР подвижного состава автотранспортных предприятий. МУ-200-РСФСР-13-0087 / Минавтотранс РСФСР. Москва, 1987. 100 с.
15. Богданович Л. Б. Объемные гидроприводы. Москва : «Техника», 1971. 172 с.
16. Орлов П. И. Основы конструирования : справочно-методическое пособие в 2-х книгах. Москва : Машиностроение, 1988. 152 с.
17. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Минавтотранс РСФСР. Москва : Транспорт, 1986. 72 с.

18. Селиванов С. С. Выбор и определение необходимого количества технологического оборудования для АТП. Передовой произв. опыт и науч. техн. достижения, рекомендуемые для внедрения на автомобильном транспорте /ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. *Вопросы техн. эксплуатации и ремонта автомобилей*. 1986. Вып. 9. 165 с.
19. Сопротивление материалов : учебник для вузов / под общ. ред. акад. АН УССР Г. С. Писаренко. Изд. 4-е, перераб. и доп. Киев : Выща школа. Головное изд-во, 1979. 696 с.
20. Специализированное технологическое оборудование : Номенклатурный каталог/ ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. М., 1986. 165 с.
21. Специализированное технологическое оборудование: изменение и дополнение к номенклатурному каталогу изд. 1986 г. / ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. М., 1989. 20 с.
22. Табель технологического оборудования и специализированного инструмента для АТП, АТО и БЦТО / ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. М., 1986. 90 с.
23. Техническая эксплуатация : учебник для вузов / под ред. Е. С. Кузнецова. Москва : Транспорт. 1991. 413 с.
24. Типаж технологического оборудования и специализированного инструмента для АТП, АТО и БЦТО ЦРНТИ Минавтотранса РСФСР / НИИАТ. М., 1982. 124 с.
25. Управление автосервисом : учебн. пособие / под ред. Л. Б. Миротина. Москва : Экзамен, 2004. 320 с.
26. Фастовцев Т. Ф. Организация технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей. Москва : Транспорт, 1989. 240 с.
27. Хлявич А. И. Обслуживание автомобилей населения: организация и управление. Москва : Транспорт, 1989. 219 с.



## ДОДАТКИ

## Додаток А

Значення рівня ланковості (технічного рівня механізованості)  
технологічного обладнання в окремих технологічних процесах

Таблиця А.1 – Ремонт ресори на ресорній дільниці

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудовітність, люд. год.
1. Закріпити ресору на стенді	Кран-балка	0,03
2. Відвернути гайки болтів кріплення та роз'єднати листи	Ключі відкриті	0,07
3. Почистити та помити листи	Мийка 196 М	0,09
4. Комплектування ресори	-	0,06
5. Підрихтування листів ресори	Стенд Р275	0,027
6. Прикрутити вушко до ресорного листа	Ключі відкриті	0,05
7. Змастити листи графітовим мастилом, зібрати за розмірами, встановити болти, закрутити гайки кріплення	Стенд Р275	0,21
8. Зняти ресору	Кран-балка	0,03
Всього:		0,51

Таблиця А.2 – Ремонт радіатора на мідницькій дільниці

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудовітність, люд. год.
1. Зняти кожух вентилятора	Ключі відкриті	0,08
2. Поставити радіатор на стенд	Стенд НО 11	0,03
3. Почистити та помити радіатор від бруду	Стенд НО 11	0,42
4. Відпаяти бокові частини радіатора	Паяльник	0,1
5. Випробувати радіатор під тиском	Стенд НО 11	0,1
6. Заглушити трубку радіатора з двох сторін	Паяльник	0,1
7. Запаяти трубку радіатора	-"	0,12
8. Запаяти тріщину в бачку радіатора	-"	0,08
9. Випробувати радіатор під тиском	Стенд НО 11	0,1
10. Припаяти бокові частини радіатора	Паяльник	0,2
11. Зняти радіатор зі стенда	Стенд НО 11	0,017
12. Встановити кожух вентилятора	Ключі відкриті	0,1
Всього:		1,43

Таблиця А.3 – Ремонт гільзи циліндра на слюсарно-механічній дільниці

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудовістіксть, люд. год.
1. Встановити гільзу на розточувальний верстат	-	0,017
2. Розточити гільзу під ремонтний розмір	Верстат 278Н	0,345
3. Зняти гільзу з розточувального верстата	-	0,017
4. Встановити гільзу на хонінгувальний верстат	-	0,017
5. Хонінгування гільзи	Верстат ЗГ333	0,253
6. Зняти гільзу з хонінгувального верстата	-	0,017
Всього:		0,665

Таблиця А.4 – Фарбування на фарбувальній дільниці

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудовістіксть, люд. год.
1. Видалити стару фарбу	Щітка металева	0,15
2. Знежирити поверхню перед фарбуванням	-	0,022
3. Ізолювати місця, які не треба фарбувати	-	0,022
4. Шпаклювання поверхні	Шпатель	0,07
5. Зачистити шкуркою зашпакльовану поверхню	-	0,022
6. Ґрунтування поверхні	Фарборозпилювач	0,008
7. Фарбування поверхні в два шари	Фарборозпилювач	0,07
Всього:		0,363

Таблиця А.5 – Складські роботи зі складання запасних частин, допоміжні роботи

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Розвантажування автомобіля	Кран	15
	Без механізмів	35
2. Транспортування вантажів на склад	Навантажувач	3
	Електровізок	3
	Візок	6
3. Сортування вантажів	Кран	22
	Без механізмів	100
4. Завантажування на стелаж	Кран	35
	Навантажувач	45
	Вручну	160
5. Транспортування вантажів до місця використання	Навантажувач	3
	Електровізок	3,5
	Візок	6
6. Технологічний перегін автомобілів в межах АТП	Автомобіль	15
7. Прибирання приміщень	Прибиральна машина	60
	Без машини	180
8. Прибирання території	Машиною	10
	Без машини	1000

Таблиця А.6 – Відновлення працездатності форсунок

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Встановити автомобіль на пост, відкрити капот		0,15
2. Перевірити тиск у паливній системі.	Тестер тиску палива SMC-1002	0,12
3. Перевірити опір обмоток форсунок	Автомобільний мультиметр 2150В	0,022
4. Промити систему живлення на автомобілі	Міністанція очищення паливних систем SMC-2001mini	0,17
5. Зняти форсунки з автомобіля	Набір інструменту	0,12
6. Встановити форсунки на стенд	Стенд для діагностування і промивання форсунок Плазма 400М	0,022
7. Продіагностувати форсунки на стенді	Те ж	0,27
8. Промити засмічені форсунки	-<<-	0,15
9. Продіагностувати форсунки на стенді	-<<-	0,27
10. Встановити форсунки на автомобіль	Набір інструменту	0,12
11. Перевірити роботу двигуна		0,07
Всього:		1.484

Таблиця А.7 – Поточний ремонт рульового механізму

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудовісткість, люд. год.
1. Встановити автомобіль на пост ПР		0,15
2. Перевірити роботу рульового керування	Люфтомір	0,12
3. Зняти рульовий механізм з а/м	Набір інструменту, знімач	0,015
4. Доставити рульовий механізм на агрегатну ділянку	Візок	0,02
5. Розібрати рульовий механізм	Стенд для ремонту рульових механізмів, набір інструментів	0,12
6. Дефектувати деталі рульового механізму	Стіл дефектувальний	0,15
7. Укомплектуйте рульовий механізм	те ж	0,15
8. Зібрати та відрегулювати рульовий механізм	Стенд для ремонту рульових механізмів, набір інструментів	0,17
9. Доставити рульовий механізм в зону ПР	Візок	0,02
10. Встановити рульовий механізм на а/м	Набір інструменту	0,015
11. Перевірити роботу рульового керування		0,12
Всього:		1,05

Таблиця А.8 – Поточний ремонт циліндро-поршневої групи двигуна КамАЗ-740

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Витягнути циліндро-поршкову групу з блока циліндрів	Зйомник для випресування,	0,25
2. Встановити поршень з кільцями і шатуном	Верстак,	0,22
3. Зняти поршкові кільця	Щіпці для зняття кілець	0,15
4. Випресувати поршковий палець та роз'єднати поршень з шатуном	Пристрій для випресовки поршкового пальця	0,27
5. Помити та почистити деталі	Установка для миття деталей	0,17
6. Провести підбір поршнів під гільзи циліндра	Стенд для двигунів	0,22
7. Провести підбір поршкових кілець	Щуп 200×13×0,05 мм	0,2
8. Провести підбір поршкових пальців	Пристрій для запресування поршкових пальців та втулок шатуна	0,17
9. Підбір корінних та шатунних шийок	Стенд для двигунів	0,27
10. Умовне позначення відповідних деталей	Верстак	0,12
11. Комплектування	Стенд для двигунів	0,17
Всього:		2,21

Таблиця А.9 – Поточний ремонт двигуна автомобіля Kia Rio

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Двигун надходить на агрегатно-механічну дільницю	-	0,02
2. Встановлення двигуна на стенд ремонту двигунів	Підвісна кран-балка. Стенд для ремонту двигунів	0,15
3. Знімання навісного обладнання	Стенд ремонту двигунів	0,17
4. Знімання головки блока циліндрів	Стенд ремонту двигунів	0,15
5. Ремонт головки блока циліндрів	Стенд для ремонту головок блока циліндрів	0,27
6. Знімання деталей ЦПГ і ШПГ	Стенд ремонту двигунів	0,17
7. Знімання колінчастого вала	Стенд ремонту двигунів	0,22
8. Дефектування деталей КШМ	Слюсарний верстак	0,25
9. Відновлення гільз циліндрів і колінчастого вала	-	0,27
10. Ремонт деталей ШПГ	Стенд для ремонту шатунно-поршневої групи	0,27
11. Комплектування деталей КШМ	Слюсарний верстак	0,22
12. Збирання двигуна у зворотній послідовності	Стенд ремонту двигунів	0,17
13. Вихід двигуна з агрегатно-механічної дільниці	-	0,025
Всього:		2.355

Таблиця А.10 – Діагностування пневмопідвіски

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Встановлення а/м в зону діагностики	-	0,02
2. Під'єднатися до діагностичного роз'єма OBD системи	Мотор-тестер, роз'єм OBD	0,015
3. Зчитування кодів несправностей, аналіз та визначення можливого місця та причини несправності	Мотор-тестер, база даних кодів несправностей	0,17
4. Встановлення автомобіля на вібраційний стенд	Вібраційний стенд (з майданчиками)	0,15
5. Перевірка технічного стану ходової частини автомобіля	Канавний пересувний гідравлічний підіймач, оглядова канава	0,27
6. Перевірка стану датчиків пневматичної підвіски	Оглядова канава, гідравлічний підіймач гайковерт, мультиметр або ПК з потрібним програмним забезпеченням і набір сенсорів та щупів для приєднання до контактів датчиків.	0,17
7. Виїзд а/м з зони діагностики	-	0,02
Всього:		0,815



Таблиця А.11 – Поточний ремонт рульового механізму

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудовіткість, люд. год.
1. Встановити автомобіль на пост ПР		0,02
2. Оглянути рульове керування		0,05
3. Зняти рульовий механізм з автомобіля	Набір інструментів, знімач	0,17
4. Доставити рульовий механізм на агрегатну дільницю	Візок	0,015
5. Розібрати рульовий механізм	Стенд для ремонту рульових механізмів, набір інструментів	0,27
6. Дефектувати деталі рульового механізму	Стіл дефектувальний	0,17
7. Укомплектувати рульовий механізм	те ж	0,22
8. Зібрати рульовий механізм	Стенд для ремонту рульових механізмів, набір інструментів	0,25
9. Відрегулювати рульовий механізм	те ж	0,27
10. Доставити рульовий механізм в зону ПР	Візок	0,027
11. Встановити рульовий механізм на автомобіль	Набір інструментів	0,17
12. Перевірити роботу рульового керування		0,17
Всього:		1,802

Таблиця А.12 – Поточний ремонт коробки передач

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Доставити коробку передач на агрегатну дільницю	Візок	0,02
2. Зовнішнє очищення коробки передач	Установка для миття деталей та вузлів RAV VE800M	0,05
3. Розбирання коробки передач на вузли та деталі	Стенд Trommelberg C103711, наборо-ри інструментів, пристосування	0,17
4. Очищення вузлів та деталей коробки передач	Установка для миття деталей RAV VE800M	0,15
5. Провести зовнішній огляд знятих вузлів та деталей	Верстак слюсарний	0,17
6. Розбирання, перевірка та збирання первинного вала	Верстак слюсарний, набір інструментів	0,28
7. Розбирання, перевірка та збирання вторинного вала і синхронізаторів.	Верстак слюсарний, набір інструментів	0,22
8. Розбирання , перевірка і збирання диференціала	Верстак слюсарний, набір інструментів	0,25
9. Розбирання і збирання механізму перемикачів передач	Верстак слюсарний, набір інструментів	0,18
10. Скомплектувати деталі коробки передач	Верстак слюсарний	0,22
11. Збирання коробки передач	Стенд для ремонту двигунів, коробок передач Trommelberg C103711, набори інструментів	0,25
12. Провести контроль якості виконаних робіт	Те ж	0,17
Всього:		2,13

Таблиця А.13 – Відновлення працездатності форсунок

Номер і назва операції, переходу	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. хв.
1. Встановити автомобіль на пост, відкрити капот		0,02
2. Перевірити тиск у паливній системі.	Тестер тиску палива SMC-1002	0,05
3. Перевірити опір обмоток форсунок	Автомобільний мультиметр 2150В	0,11
4. Промити систему живлення на а/м	Міністанція очищ. паливних систем SMC-2001mini	0,15
5. Зняти форсунки з автомобіля	Набір інструментів	0,12
6. Встановити форсунки на стенд	Стенд для діагност. і промивання форсунок Плазма 400М	0,17
7.Продіагностувати форсунки на стенді	Те ж	0,11
8. Промити засмічені форсунки	-«-	0,15
9.Продіагностувати форсунки на стенді	-«-	0,12
10. Встановити форсунки на а/м	Набір інструментів	0,027
11. Перевірити роботу двигуна		0,07
Всього:		1,097

Таблиця А.14 – Заміна коробки передач автомобіля VW Т-5

Номер та назва операції	Технологічне обладнання, інструмент	Трудомісткість, люд. год.
1. Встановити автомобіль на підйомник.	Підйомник двостояковий електромеханічний SPOA3TS - EH2	0,02
2. Від'єднати кронштейн сажового фільтра від кріпильної пластини	Набір інструментів	0,05
3. Зняти трос перемикачів передач	Набір інструментів	0,02
4. Встановити задню опору адаптера, закріпити траверсу.	Адаптер-10 – 222 А / 23 -, траверса-10 – 222 А-	0,015
5. Злегка підтягнути силовий агрегат.	Ходовий гвинт -10 – 222А/11-	0,17
6. Підняти автомобіль.	Підйомник двостояковий електромеханічний SPOA3TS - EH2	0,02
7. Зняти вихлопну трубу.	Пневмогайковерт АТ-0305	0,022
8. Зняти підрамник.	Гідравлічний домкрат SA15RAV	0,05
9. Від'єднати правий та лівий приводні вали (півосі).	Набір інструментів	0,18
10. Підвести під коробку підйомник, і трохи її підняти	Підйомник для двигунів і агрегатів трансмісії - V.A.S 1383А-універсальна опора - V.A.S 1359/2-	0,22
11. Зняти стартер.	Набір інструментів	0,15
12. Встановити монтажний кронштейн на підйомник	Монтажний кронштейн - 3282 Підйомник для двигунів і агрегатів, трансмісії -V.A.S - 1383-А-	0,17
13. Встановити підйомник з монтажним кронштейном під автомобіль	Монтажний кронштейн- 3282 – Підйомник для двигунів і агрегатів, трансмісії -V.A.S -1383-А-	0,02
14. Відкрутити коробку передач.	Пневмогайковерт АТ-0305	0,15
15. Обережно опустити коробку передач.	Підйомник для двигунів і агрегатів, трансмісії -V.A.S- 1383-А-	0,025
16. Виконати операції в зворотній послідовності, після встановлення коробки передач на автомобіль	Пневмогайковерт АТ-0305, Підйомник для двигунів і агрегатів, трансмісії -V.A.S- 1383-А-, Монтажний кронштейн - 3282 , Гідравлічний домкрат SA15RAV, Підйомач двостояковий електро-механічний SPOA3TS - EH2	0,2
17. Перевірка виконаних операцій на якість виконання.	-	0,1
Всього:		1,582

Таблиця А.15 – Поточний ремонт рульового керування автомобіля ГАЗ-3302

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. год.
1. Демонтувати рульовий механізм	Набір інструментів	0,05
2. Доставити рульовий механізм на агрегатно-механічну дільницю	-	0,03
3. Очистити, провести зовнішній огляд	Щітка, ганчірки	0,17
4. Встановити рульовий механізм на стенд	Стенд для ремонту рульових механізмів і карданних валів	0,15
4. Розібрати рульовий механізм	Набір інструментів	0,27
5. Провести дефектацію деталей	-	0,28
6. Заміна зношених деталей, не придатних до експлуатації	-	0,22
7. Скласти рульовий механізм	Набір інструментів	0,25
8. Перевірити якість виконаних робіт	Контрольно-вимірвальні пристрої	0,18
9. Встановлення рульового механізму на автомобіль	Набір інструментів	0,05
Всього:		1.65

Таблиця А.16 – Поточний ремонт коробки передач МАЗ-5551

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. год.
1. Зняття коробки передач з автомобіля	Кран-балка	0,03
2. Миття і огляд коробки передач	Пересувна ванна для миття	0,05
3. Розбирання коробки передач	Набір ключів	0,27
4. Миття складових деталей та вузлів	Пересувна ванна для миття	0,15
5. Дефектація несправних вузлів	Лінійка, мікрометр	0,27
6. Заміна та ремонт зношених вузлів і деталей	Стенд для ремонту коробок передач	0,28
7. Контроль і складання коробки передач	Набір ключів. Комплект вимірвального інструменту	0,36
Всього:		1,41

Таблиця А.17 – Розбирання КПП Автобуса Богдан А092

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. год
1. Гальмівний барабан стоякового гальма	Ключ гайковий	0,05
2. Контргайка	Рукоятка 5-8840-2043-0	0,05
3. Муфта	Універсальний знімач: 5-8840-2198-0	0,1
4. Гальмо стоянки в зборі	-	0,2
5. Привід датчика спідометра в зборі	Ключ гайковий, викрутка	0,05
6. Сапун	-	0,05
7. Задня кришка картера	Молоток пластиковий, викрутка	0,3
8. Ведуча шестерня приводу спідометра	-	0,1
9. Дистанційна втулка	-	0,1
10. Муфта вимикання зчеплення в зборі	-	0,1
11. Вилка вимикання зчеплення і болт кріплення	-	0,2
12. Гумовий пильовик	-	0,1
13. Картер зчеплення	Молоток пластиковий, викрутка	0,15
14. Монтажний кронштейн	-	0,05
15. Блок керування в зборі	Ключ гайковий, викрутка	0,2
16. Болт-вісь обертання	Ключ гайковий	0,1
17. Важіль перемикачів 4-ї/5-ї передач та деталі перемикачів	-	0,1
18. Стопорне кільце	Молоток пластиковий	0,1
19. Задній підшипник проміжного вала	Знімач підш-ка 5-8840-2042-0, універс. знімач 5-8840-2027-0	0,05
21. Передній підшипник проміжного вала	Знімач підшипника 5-8840-2042-0, універсальний знімач 5-8840-2027-0	0,05
22. Вал прямої передачі в зборі	Молоток, накладка металева	0,1
23. Стопорне кільце	Молоток пластиковий	0,1
24. Задній підшипник вторинного вала	Знімач підшипника 5-8840-2342-0, болт і гайка 5-8840-2344-0	0,1
25. Вторинний вал в зборі	-	0,1
26. Проміжний вал в зборі	-	0,05
27. Вісь паразитної шестерні і кулька-фіксатор	Молоток, накладка металева	0,1
28. Паразитна шестерня	-	0,05
Всього:		2,8

Таблиця А.18 – Поточний ремонт генераторної установки

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудовісткість, люд. год
1. Встановити автомобіль на пост, відкрити капот		0,02
2. Оглянути генератор, перевірити натяг паса	Пристосування для вимірювання натягу паса	0,05
3. Визначити напругу в бортовій мережі а/м	Мультиметр	0,12
4. Перевірити стан щіток і регулятора напруги. В разі несправності – замінити	Набір інструментів, стенд	0,15
5. Зняти генератор з автомобіля	Набір інструментів	0,11
6. Перевірити генератор на стенді	Стенд Э-211	0,27
7. Розібрати генератор	Набір інструментів	0,17
8. Дефектувати деталі генератора, перевірити обмотки, регулятор напруги, діоди випрямляча, конденсатор	Стіл перевірочний Стенд Э-236	0,25
9. Відновити обмотки, проточити кільця, замінити діоди		0,27
10. Зкомплектувати генератор для збирання		0,25
11. Зібрати генератор	Набір інструментів	0,17
12. Перевірити генератор на стенді	Стенд Э-211	0,27
13. Встановити генераторну установку на а/м	Набір інструментів	0,11
14. Відрегулювати натяг паса приводу	Пристосування для вимірювання натягу паса	0,07
Всього:		2,28

Таблиця А.19 – Поточний ремонт стартера

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. год
1. Встановити а/м на пост, відкрити капот		0,02
2. Перевірити стан приладів системи електричного пуску двигуна	Мультиметр	0,04
3. Підняти автомобіль на підйомнику	Підйомник двостояковий	0,05
4. Оглянути стартер, перевірити кріплення		0,08
5. Зняти стартер з автомобіля	Набір інструментів	0,1
6. Перевірити стартер на стенді	Стенд Э-211	0,17
7. Розібрати стартер	Набір інструментів	0,15
8. Дефектувати деталі стартера, перевірити обмотки	Стіл перевірочний Стенд Э-236	0,2
9. Відновити обмотки, проточити колектор		0,17
10. Скомплектувати стартер для збирання		0,15
11. Зібрати стартер	Набір інструментів	0,15
12. Перевірити стартер на стенді	Стенд Э-211	0,17
13. Встановити стартер автомобіль	Набір інструментів	0,1
14. Опустити автомобіль	Підйомник двостояковий	0,05
15. Перевірити пуск а/м за допомогою стартера		0,01
Всього:		1,61



Таблиця А.20 – Зняття амортизаторного стояка

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. год
Встановити автомобіль на пост ПР		
1. Загальмувати а/м стоянковим гальмом і встановити протівідкатні упори під задні колеса	Протівідкатні упори	0,05
2. Послабити затяжку гайки кріплення маточини	Ключ торцевий «на 32»	0,02
3. Послабити затяжку болтів кріплення колеса	Ключ для болтів коліс	0,05
4. Відкрити капот		0,02
5. Зняти захисну кришку верхньої опори телескопічного стояка.	Викрутка з плоским жалом	0,05
6. Послабити затяжку гайки штока амортизатора	Ключ гайковий накидний «на 12», «на 19»	0,05
7. Послабити затягування трьох гайок кріплення верхньої опори	Ключ гайковий накидний «на 12»	0,03
8. Підняти передню частину а/м та встановити на надійні опори	Підйомник, підставки під автомобіль	0,04
9. Зняти колесо	Ключ для болтів коліс	0,01
10. Викрутити болти кріплення супорта переднього гальмівного механізму і зняти супорт в зборі	Ключ-шестигранник «на 9»	0,03
11. Від'єднати електричний роз'єм датчика швидкості колеса АБС		0,05
12. Викрутити стопорний гвинт і зняти гальмівний диск	Викрутка з хрестоподібним жалом	0,04
13. Відкрутити гайку пальця наконечника рульової тяги	Ключ гайковий накидний «на 12»	0,015
14. Випресувати палець наконечника рульової тяги з поворотного важеля телескопічного стояка	Знімач кулькових шарнірів	0,05
15. Зняти пружинний фіксатор гайки кріплення пальця кулькової опори	Пасатижі	0,02
16. Відкрутити гайку пальця кулькової опори	Ключ гайковий накидний «на 19»	0,01
17. Випресувати палець кулькової опори	Знімач кулькових шарнірів	0,1
18. Відкрутити гайку маточини колеса	Ключ торцевий «на 32»	0,02
19. Зняти шайбу	Викрутка з плоским жалом	0,01
20. Вивести хвостовик зовнішнього шарніра рівних кутових швидкостей з маточини колеса		0,05
21. Остаточо відкрутити три гайки кріплення верхньої опори до кузова	Ключ гайковий накидний «на 12»	0,03
22. Зняти шайби		0,01
23. Зняти телескопічний стояк в зборі		0,1
Всього:		

Таблиця А.21 – Діагностування та обслуговування системи живлення дизельного двигуна

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. год
1. Встановити а/м на пост ТО і ПР	Оглядова канава	0,02
2. Перевірити герметичність системи живлення повітрям і паливом	Пристрій для перевірки герметичності	0,08
3. Перевірити систему подачі палива низького тиску	Манометр, триходовий кран	0,17
4. Виконати ТО повітряного і паливного фільтрів	Компресор	0,21
5. Зняти форсунки. Перевірити і відрегулювати тиск впорскування палива	Стенд для регулювання форсунок	0,17
6. Зняти ПНВТ. Перевірити і відрегулювати циклову подачу палива та кут випередження нагнітання палива	Стенд для регулювання ПНВТ	0,28
7. Перевірити і відрегулювати кут випередження впорскування палива на двигуні	Діагностичний стенд	0,22
Всього:		1,15

Таблиця А.22 – Збирання двигуна

Номер і назва операції	Технологічне обладнання	Трудомісткість, люд. год
1. Встановлення колінчастого вала двигуна	Стенд для ремонту двигунів	0,12
2. Комплектування деталей КШМ	Стенд для ремонту двигунів	0,1
3. Встановлення шатунів з поршнями в циліндр	Стенд для ремонту двигунів	0,18
4. Встановлення піддона картера і кришки картера зчеплення	Стенд для ремонту двигунів	0,21
5. Встановлення кришки картера зчеплення	Стенд для ремонту двигунів	0,12
6. Комплектування деталей ГРМ	Стенд для ремонту двигунів	0,23
7. Встановлення головки блока циліндрів	Стенд для розбирання і збирання головок блока циліндрів	0,22
8. Встановлення навісного обладнання	Стенд для розбирання і збирання головок блока циліндрів	0,18
9. Доукомплектування двигуна іншим обладнанням після його встановлення на автомобіль	-	0,14
Всього:		1,5

## Додаток Б

### Інформація Б.1 – Варіанти завдань до практичної роботи № 2

1. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 500 автомобілів ЗИЛ-130. Середній добовий пробіг 200 км. Категорія умов експлуатації – І. Природно-кліматичні умови – помірний район.

2. Визначити потребу АТП в шиномонтажних стендах для вантажних автомобілів, якщо АТП має 800 вантажних автомобілів. Тривалість роботи дільниці шиноремонтних робіт – 8,2 год. Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію – 0,7.

3. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 300 автомобілів ГАЗ-53А. Середній добовий пробіг 150 км. Категорія умов експлуатації – ІІІ. Природно-кліматичні умови – помірно-холодний район.

4. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 100 автомобілів КамАЗ-5320. Середній добовий пробіг 250 км. Категорія умов експлуатації – ІІ. Природно-кліматичні умови – помірний район.

5. Визначити потребу АТП в шиномонтажних стендах для легкових автомобілів, якщо АТП має 450 легкових автомобілів. Тривалість роботи ділянки шиноремонтних робіт – 7 год. Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію – 0,9.

6. Визначити потребу міської СТОА в підйомниках, якщо СТОА обслуговує 1000 легкових автомобілів ВАЗ за рік. Середній добовий пробіг – 100 км. Категорія умов експлуатації – ІІ. Природно-кліматичні умови – помірний район.

7. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 140 автомобілів ЗИЛ-ММЗ-555. Середній добовий пробіг – 250 км. Категорія умов експлуатації – ІІІ. Природно-кліматичні умови – жаркий сухий район.

8. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 50 автобусів ПАЗ-672. Середній добовий пробіг – 300 км. Категорія умов експлуатації – ІІ. Природно-кліматичні умови – помірно холодний район.

9. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 500 автобусів ЛАЗ-695н. Середній добовий пробіг – 500 км. Категорія умов експлуатації – І. Природно-кліматичні умови – холодний район.

10. Визначити потребу дорожньої СТОА в шиномонтажних стендах для легкових автомобілів, якщо СТОА обслуговує 1500 легкових автомобілів за рік. Тривалість роботи дільниці шиноремонтних робіт – 8 год.

11. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 700 автомобілів РАФ-2203. Середній добовий пробіг – 400 км. Категорія умов експлуатації – І. Природно-кліматичні умови – помірно теплий район.

12. Визначити потребу АТП в шиномонтажних стендах для вантажних автомобілів, якщо АТП має 200 вантажних автомобілів. Тривалість роботи ділянки шиноремонтних робіт – 8 год. Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію – 0,85.

13. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 120 автомобілів Урал-377Н. Середній добовий пробіг 180 км. Категорія умов експлуатації – ІІІ. Природно-кліматичні умови – помірно-холодний район.

14. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 20 автомобілів УАЗ-3303. Середній добовий пробіг 250 км. Категорія умов експлуатації – V. Природно-кліматичні умови – холодний район.

15. Визначити потребу АТП в шиномонтажних стендах для легкових автомобілів, якщо АТП має 50 легкових автомобілів. Тривалість роботи дільниці шиноремонтних робіт – 7 год. Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію – 0,6.

16. Визначити потребу міської СТОА в підйомниках, якщо СТОА обслуговує 800 легкових автомобілів ГАЗ за рік. Середній добовий пробіг – 150 км. Категорія умов експлуатації – I. Природно-кліматичні умови – жаркий район.

17. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 200 автомобілів МАЗ-5335. Середній добовий пробіг – 200 км. Категорія умов експлуатації – IV. Природно-кліматичні умови – жаркий сухий район.

18. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 500 автобусів ЛіАЗ-677. Середній добовий пробіг – 450 км. Категорія умов експлуатації – I. Природно-кліматичні умови – помірний район.

19. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 150 автобусів ЛАЗ-699р. Середній добовий пробіг – 300 км. Категорія умов експлуатації – I. Природно-кліматичні умови – жаркий район.

20. Визначити потребу дорожньої СТОА в шиномонтажних стендах для легкових автомобілів, якщо СТОА обслуговує 2500 легкових автомобілів за рік Тривалість роботи ділянки шиноремонтних робіт – 8 год.

21. Визначити потребу дорожньої СТОА в шиномонтажних стендах для вантажних автомобілів, якщо СТОА обслуговує 500 вантажних автомобілів за рік Тривалість роботи дільниці шиноремонтних робіт – 8 год.

22. Визначити потребу АТП в підйомниках, якщо АТП має 250 автомобілів КраЗ-257Б1. Середній добовий пробіг – 300 км. Категорія умов експлуатації – V. Природно-кліматичні умови – жаркий сухий район.

Таблиця Б.1 – Ефективні річні фонди часу роботи технологічного обладнання і робочих постів ТО та ПР

Тип робочих постів, технологічного обладнання	Число днів роботи за рік	Ефективний річний фонд часу при циклі змін роботи за добу, год.		
		одна	дві	три
Пости прибиральних робіт ЩО;	255	2030	4020	-
Пости регулювальних, розбирально-збиральних, зварювально-жестяницьких, деревообробних робіт ТР;	305	2030	4020	5960
Обладнання: розбирально-збиральне, регулювальне, контрольне, прибиральне, зварювальне, кузовне, метало- та деревообробне, електротехнічне;	365	2430	4810	7140
пости першого та другого ТО;	255	1930	3800	-
Обладнання: підйомно-транспортне і оглядове;	305	1930	3800	5650
ковальсько-пресове, змащувально-заправне;	357	2250	4450	6600
шиномонтажне, вулканізаційне	365	2300	4570	6770

Таблиця Б.2 – Коефіцієнт завантаження основного технологічного обладнання

Найменування обладнання	Коефіцієнт завантаження
Діагностичне, контрольне, випробувальне, регулювальне, прибирально-мийне.	0,5
Фарбувально-сушильне, ковальсько-пресове, зварювальне, кузовне.	0,6
Металообробне, деревообробне, розбирально-збиральне, електротехнічне.	0,7

Таблиця Б.3 – Рекомендований режим проведення ТО та ПР рухомого складу

Найменування підприємств та видів робіт	Рекомендований режим проведення ТО та ПР рухомого складу			
	Число днів роботи за рік	Число змін роботи за добу	Тривалість зміни	Період виконання
АТП Прибирально-мийні роботи ЩО.	305	2	8	II, III
	357	3	7	I, II, III
	365	3	7	I, II, III
Діагностування загальне та поглиблене.	255	1	8	I
	305	2	8	I, II
Перше технічне обслуговування.	255	1	8	II
	305	2	8	II, III
Друге технічне обслуговування.	255	1	8	I
	305	2	8	I, II
Регулювальні і розбирально-збиральні роботи.	255	2	8	I, II
	305	3	7+8	I, II, III
	357	3	7	I, II, III
Агрегатні, слюсарно-механічні, електротехнічні, радіоремонтні, шиномонтажні, ковальсько-ресорні, мідницькі, зварювальні, жерстяницькі, арматурні, деревообробні, оббивні роботи;	305	2	8	I, II
ремонт приладів системи живлення;	305	2	8	I, II
таксометрові та акумуляторні роботи.	357	2	8	I, II
Фарбувальні роботи ТР.	255	1	7	I
СТОА легкових автомобілів Всі види робіт ТО та ПР:				
	міські СТОА	305	2	8
дорожні СТОА	305	2	8	I, II

Таблиця Б.4 – Значення коефіцієнтів використання робочого часу на пості ТО та ПР підприємств автомобільного транспорту залежно від змінності їх роботи

Тип робочих постів	Коефіцієнт використання робочого часу постів при числі змін роботи за добу		
	одна	дві	три
Пости щодобового обслуговування: прибиральних робіт мийних робіт.	0,98 0,90	0,97 0,88	0,96 0,87
Пости ТО-1 та ТО-2: на поточних лініях; індивідуального типу; пости загального та поглибленого діагностування.	0,93 0,98 0,90	0,92 0,97 0,88	0,91 0,96 0,87
Пости поточного ремонту: регулювальні, розбирально-складальні (не оснащені спеціальним обладнанням та інструментом), зварювально-жерстяницькі, шиномонтажні, деревооброблювальні, арматурні та інші;	0,98	0,97	0,96
розбирально-складальні (оснащені спеціальним обладнанням).	0,93	0,92	0,91
Фарбувальні	0,90	0,88	0,87

Таблиця Б.5 – Значення коефіцієнтів нерівномірності завантаження постів

Типи робочих постів	Спискова кількість рухомого складу												СТОА легкових автомобілів	
	до 100		100÷300		300÷500		500÷1000		1000÷2000		більше 2000		міські	дорожні
Кількість змін	1	2÷3	1	2÷3	1	2÷3	1	2÷3	1	2÷3	1	2÷3		
Пости ЩО.	1,8	1,4	1,5	1,25	1,35	1,18	1,2	1,1	1,15	1,08	1,1	1,05	1,15	1,15
Пости ТО-1 та ТО-2, загального та поглибленого діагностування.	1,4	1,2	1,25	1,13	1,17	1,09	1,1	1,05	1,07	1,04	1,05	1,03	1,15	1,15
Пости ПР, регулювальні та розбирально складальні;	1,8	1,4	1,5	1,25	1,35	1,18	1,2	1,1	1,15	1,08	1,1	1,05	1,15	1,15
Зварювально жерстяницькі, малярні, деревообробні	1,4	1,2	1,25	1,13	1,17	1,09	1,1	1,05	1,07	1,04	1,05	1,03	1,15	1,15

## Додаток В

Таблиця В.1 – Варіанти завдань до практичної роботи № 3

№ варіанта	Кількість автомобілів	Марка автомобілів	Габаритні розміри, м	
			довжина	Висота
1	110	КамАЗ-5320	7,435	3,34
2	195	МАЗ-53352	8,53	3,4
3	510	ЗИЛ-130-Г2	9,0	2,395
4	312	КамАЗ-53212	8,53	3,240
5	205	УРАЛ-377Н	7,611	2,56
6	94	КрАЗ-257Б1	9,64	2,67
7	289	ЗИЛ-130-76	6,675	2,4
8	150	КрАЗ-260	9,03	2,985
9	490	ГАЗ-53А	6,395	2,15
10	245	ЗИЛ-131	6,9	2,975
11	110	КрАЗ-255Б1	8,645	2,75
12	200	ЗИЛ-133ГЯ	9,04	2,4
13	600	ГАЗ-52-04	5,708	2,15
14	202	УРАЛ-4320	7,366	2,87
15	148	УРАЛ-377Н	7,611	2,56
16	97	ГАЗ-66-01	5,805	2,52
17	194	КамАЗ-5320	7,435	3,340
18	389	КрАЗ-260	9,03	2,985
19	498	МАЗ-5335	7,25	2,72
20	750	УАЗ-451 ДМ	4,46	2,07



## Додаток Г

Таблиця Г.1 – Варіанти завдань до практичної роботи № 4

Варіант	Марка автомобіля	Вага автомобіля, кг	Ділильний кут підйому черв'яка, $\gamma^\circ$	Коефіцієнт тертя черв'яка, $f$	Кут тертя черв'яка, $\rho'$
1	Mazda-6	1375	4°20'25"	0,08	4°34'
2	Opel Vectra	1485	5°10'15"	0,08	4°45'
3	Audi A3	1680	6°20'25"	0,09	4°50'
4	BMW 750i	2495	8°20'25"	0,11	6°17'
5	Jeep Grand Cherokee	2452	9°37'55"	0,09	5°09'
6	Ford Maverick	2075	11°19'20"	0,10	6°10'
7	Land Rover Freelander	2060	14°32'10"	0,12	6°51'
8	Ford Transit	3500	15°00'00"	0,065	3°43'
9	Lexus LS430	2350	20°20'25"	0,075	4°17'
10	BMW X5	2650	25°25'25"	0,055	3°09'
11	Ford Galaxy	2014	30°20'25"	0,045	2°35'
12	Nissan Maxima	2035	4°18'50"	0,040	2°17'
13	Toyota Land Cruiser 100	3260	11°30'20"	0,050	2°52'
14	ГАЗ-31105 «Волга»	1890	9°37'55"	0,11	6°17'
15	ЗАЗ-1103 «Славута»	1010	20°20'25"	0,08	4°45'
16	ВАЗ-11113 «Ока»	823	8°20'25"	0,065	3°43'
17	ВАЗ-2106	1115	15°40'30"	0,055	3°09'
18	ИЖ-2126 Ода	1156	25°25'25"	0,12	6°51'
19	Daewoo Matiz	965	9°37'55"	0,11	6°17'
20	ВАЗ-21103	1515	6°20'25"	0,050	0,050
21	Renault Megane	1899	8°20'25"	0,11	6°17'
22	Nissan Patrol	3080	9°37'55"	0,09	5°09'
23	Volvo S 60	1427	11°19'20"	0,10	6°10'
24	Toyota Corolla	1580	14°32'10"	0,12	6°51'
25	Volkswagen Touareg	3080	15°00'00"	0,065	3°43'
26	Hyundai Getz	1530	20°20'25"	0,075	4°17'
27	Skoda Fabia	1549	25°25'25"	0,055	3°09'
28	Mercedes-Benz S	2720	30°20'25"	0,045	2°35'
29	УАЗ-31514	2550	4°18'50"	0,040	2°17'
30	Chevrolet Tahoe	3084	11°30'20"	0,050	2°52'

Таблиця Г.2 – Характеристики гвинтової пари

Зовнішній діаметр різьби, $d$ ,мм	Крок різьби, $S$ , мм	Зовнішній діаметр різьби, $d$ ,мм	Крок різьби, $S$ , мм	Зовнішній діаметр різьби, $d$ ,мм	Крок різьби, $S$ , мм
10	2	22*	8	80	16
12	2	26	8	120	16
14*	2	28*	8	140*	16
16	2	44*	8	160	16
18*	2	50	8	450*	16
20	2	55*	8	500	16
22*	2	60	8	90*	20
26	2	160	8	100	20
28*	2	180*	8	110*	20
32	3	32	10	180*	20
36*	3	36*	10	200	20
40*	3	40	10	220*	20
44	3	70*	10	560*	20
50	3	80	10	120	24
55*	3	200	10	140*	24
60	3	220*	10	160	24
70*	4	44*	10	250	24
80	4	50	12	280*	24
22*	5	55*	12	600*	24
26	5	60	12	180*	32
28*	5	90*	12	220*	32
90	5	100	12	250	40
100	5	110*	12	280*	40
110*	5	250	12	320	48
32	6	280*	12	360*	48
36*	6	320	12	400	48
40	6	360*	12		
120	6	400	12		
140*	6	70*	16		

\*Другий ряд діаметрів.

Перевагу потрібно віддавати першому ряду діаметрів.

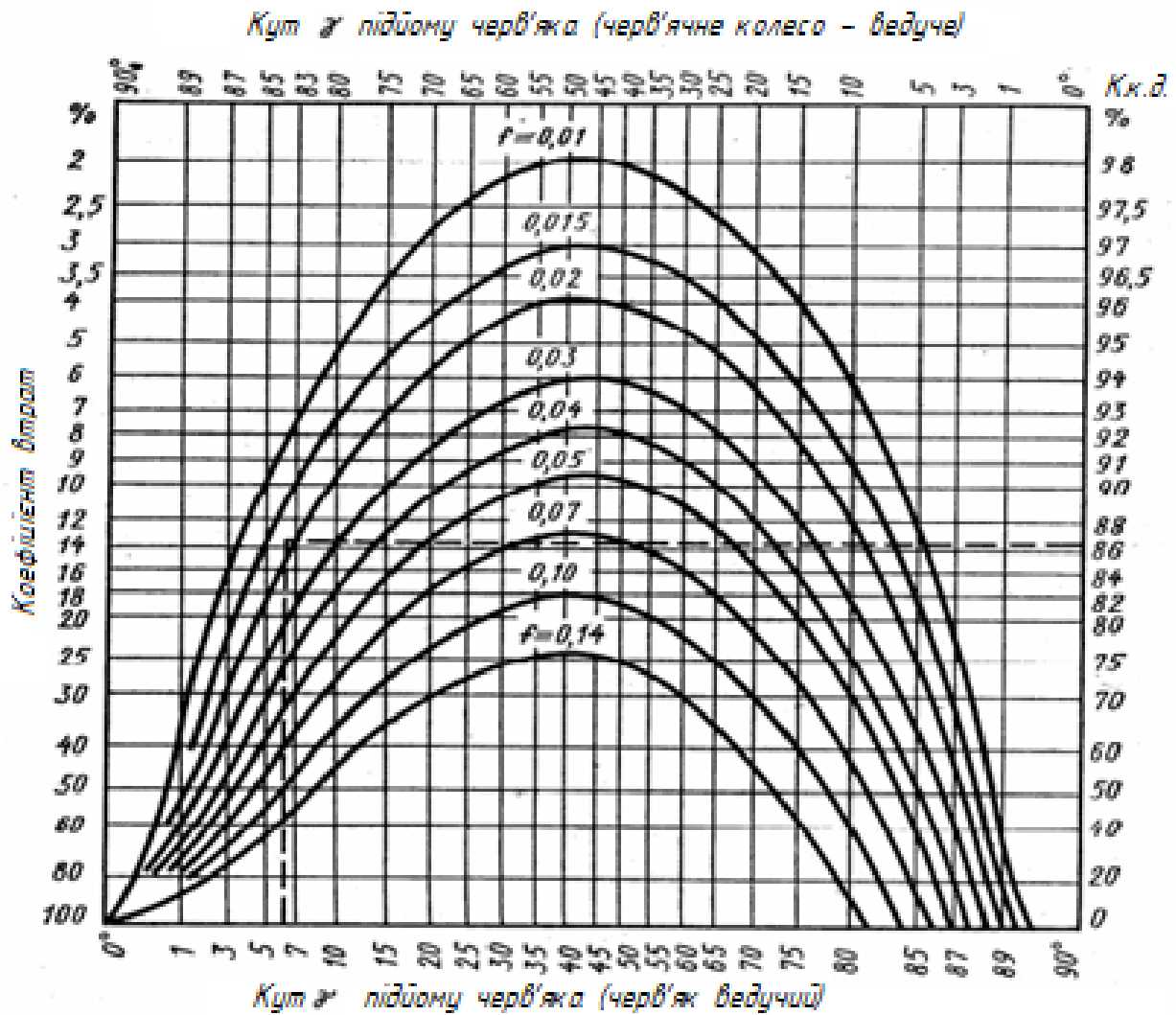


Рисунок Г.1 – Графік для визначення к.к.д. черв'ячних передач

**Приклад.** Визначити к.к.д.  $\eta_{12}'$  при ведучому черв'яку, коли  $\gamma = 6^{\circ}20'25''$  та  $f=0,017$ .

З графіка (дивись штрихову лінію) знаходимо, що  $\eta_{12}' \approx 0,86$ .

Кут  $\gamma$  підйому черв'яка (черв'ячне колесо – ведуче)

Таблиця Г.3 – Трифазні асинхронні, короткозамкнуті двигуни серії 4А (ГОСТ 19523-94)

Тип двигуна	Потужність, N, кВт	Синхронна частота обертання, n, об/хвил.	Тип двигуна	Потужність, N, кВт	Синхронна частота обертання, n, об/хвил.
4AA50A2Y3	0.09	3000	4AA63A6Y3	0,18	1000
4AA50A2Y3	0.12	3000	4AA63B6Y3	0,25	1000
4AA56A2Y3	0,18	3000	4A71A6Y3	0,37	1000
4AA56B2Y3	0,25	3000	4A71B6Y3	0,55	1000
4AA63A2Y3	0,37	3000	4A80A6Y3	0,75	1000
4AA63B2Y3	0,55	3000	4A80B6Y3	1,1	1000
4A71A2Y3	0,75	3000	4A90L6Y3	1,5	1000
4A71B2Y3	1,1	3000	4A100L6Y3	2,2	1000
4A80A2Y3	1,5	3000	4A112MA6Y3	3,0	1000
4A80B2Y3	2,2	3000	4A112MB6Y3	4,0	1000
4A90L2Y3	3,0	3000	4A132S6Y3	5,5	1000
4A100S2Y3	4,0	3000	4A132M6Y3	7,5	1000
4A100L2Y3	5,5	3000	4A160S6Y3	11,0	1000
4A112M2Y3	7,5	3000	4A71B8Y3	0,25	750
4A132M2Y3	11,0	3000	4A80A8Y3	0,37	750
4AA50A4Y3	0,06	1500	4A80B8Y3	0,55	750
4AA50B4Y3	0,09	1500	4A90LA8Y3	0,75	750
4AA56A4Y3	0,12	1500	4A90LB8Y3	1,1	750
4AA56B4Y3	0,18	1500	4A100L8Y3	1,5	750
4AA63A4Y3	0,25	1500	4A112MA8Y3	2,2	750
4AA63B4Y3	0,37	1500	4A112MB8Y3	3,0	750
4A71A4Y3	0,55	1500	4A132S8Y3	4,0	750
4A71B4Y3	0,75	1500	4A132M8Y3	5,5	750
4A80A4Y3	1,1	1500	4A160S8Y3	7,5	750
4A80B4Y3	1,5	1500	4A160M8Y3	11,0	750
4A90L4Y3	2,2	1500			
4A100S4Y3	3,0	1500			
4A100L4Y3	4,0	1500			
4A112M4Y3	5,5	1500			
4A132S4Y3	7,5	1500			
4A132M4Y3	11,0	1500			

## Додаток Д

Таблиця Д.1 – Варіанти завдань до практичної роботи № 5

Варіант	Марка автомобіля	Маса автомобіля, кг
1	Mazda6	1375
2	Opel Vectra	1485
3	БелАЗ-540А	21000
4	BMW 750i	2495
5	Jeep Grand Cherokee	2452
6	Ford Maverick	2075
7	Land Rover Freelander	2060
8	Ford Transit	3500
9	Lexus LS430	2350
10	BMW X5	2650
11	Ford Galaxy	2014
12	Nissan Maxima	2035
13	Toyota Land Cruiser 100	3260
14	ГАЗ-31105 «Волга»	1890
15	ЗАЗ-1103 «Славута»	1010
16	ВАЗ-11113 «Ока»	823
17	ВАЗ-2106	1115
18	ИЖ-2126 Ода	1156
19	Daewoo Matiz	965
20	ВАЗ-21103	1515
21	Renault Megane	1899
22	Nissan Patrol	3080
23	Volvo S 60	1427
24	Toyota Corolla	1580
25	Volkswagen Touareg	3080
26	КамАЗ-5511	9000
27	Skoda Fabia	1549
28	Mercedes-Benz S	2720
29	УАЗ-31514	2550
30	Chevrolet Tahoe	3084

Таблиця Д.2 – Основні параметри пластинчатих нерегульованих насосів

Параметри	БГ12-41Б	БГ12-41А	БГ12-41	БГ12-42
Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	3,2	5	8	12,5
Номінальна подача, л/хвил	3,3	6	10,4	16,7
Номінальна потужність, кВт	1,34	1,86	2,58	3,84
к.к.д. при номінальному режимі роботи				
об'ємний	0,69	0,8	0,87	0,89
Повний	0,4	0,53	0,65	0,71

Таблиця Д.3 – Основні параметри аксіально-поршневих нерегульованих насосів (НА)

Параметри	НА 4/320	НА 6,3/320 М	НА 10/320 М	НА 16/320	НА 25/320	НА 32/320 М
Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	4	6,3	10	16	25	32
Номінальна подача, л/хвил	5,25	8,3	13,5	22	34,8	45
Номінальна потужність, кВт	3,3	5,3	8,3	13,4	20,8	26,8
к.к.д. при номінальному режимі роботи						
об'ємний	0,88	0,88	0,91	0,92	0,93	0,94
повний	0,82	0,82	0,86	0,86	0,87	0,88

### Інформація Д.1

**Нормальні діаметри деталей** (поршні, плунжери, штоки, золотники, крани і т. д. і їх втулки) (мм) ГОСТ 12477-80: 1; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900); 1000.

В дужках надані значення додаткового ряду.

**Ходи поршня** (плунжера): 4; 6; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; (55); 60; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900); 1000; (1120); 1250; (1400); 1600; (1800); 2000; (2240); 2500.

В дужках надані значення додаткового ряду.

D, мм	s, мм							
	200	400	630	800	1000	1250	1600	2000
45								
55			Ділянка нестійкого руху					
63								
80								
90			Перехідна					
110			ділянка					
125								
160	Ділянка стійкого руху							
180								
200								
250								

Рисунок Д.1 – Відношення між довжиною ходу  $s$  і діаметром циліндра  $D$

## Додаток Е

Таблиця Е.1 – Завдання для виконання практичної роботи № 6

1	ЗА3-1102	11	РАФ-2203	21	ГАЗ-3302 «Газель»
2	ГАЗ-3307	12	ЗИЛ-431410	22	ВАЗ-2110
3	ВАЗ-2108	13	ЛАЗ-695Н	23	КамАЗ-5511
4	ПАЗ-3201	14	Икарус-260	24	МАЗ-5432
5	УАЗ-3303 (452)	15	КАВЗ-685	25	УАЗ-3151 (469Б)
6	АЗЛК-2141	16	ГАЗ-52-03	26	МАЗ-5549
7	КамАЗ-5320	17	Урал-4320	27	КрАЗ-260
8	КрАЗ-257Б1	18	МАЗ-5335	28	ЗИЛ-ММЗ-555
9	Икарус-280	19	ВАЗ-2104	29	ВАЗ-2105
10	ЛиАЗ-5256	20	ЗИЛ-133Г	30	Икарус-280

Таблиця Е.2 – Класифікація КТЗ

Категорія	Тип КТЗ	Повна маса, т	Найменування КТЗ
M <sub>1</sub>	КТЗ з двигуном, призначені для перевезення пасажирів, мають не більше 8 місць для сидіння, крім водія, чи створені на їхній базі модифікації, призначені для перевезення дрібних вантажів (пікапи, універсали тощо), при повній масі, яка відповідає повній масі базової моделі легкового автомобіля	—	Автобуси, пасажирські автомобілі та їхні модифікації, а також пасажирські автопоїзди
M <sub>2</sub>	Те ж, але які мають більше 8 місць	До 5,0	Те ж
M <sub>3</sub>	для сидіння крім місця водія	Понад 5,0	Те ж
N <sub>1</sub>	Те ж КТЗ з двигуном, призначені для перевезення вантажів	До 3,5	Вантажні автомобілі, автомобілі-тягачі і вантажні автопоїзди
N <sub>2</sub>	Те ж	Понад 3,5 до 12,0	Те ж
N <sub>3</sub>	Те ж	Понад 12,0	Те ж

Таблиця Е.3 – Орієнтовні значення коефіцієнта розподілу гальмівних сил

Автомобілі	Коефіцієнт розподілу гальмівних сил – $\beta$
Легкові з передніми дисковими і задніми барабанними гальмами	0,7
Легкові з усіма барабанними гальмами	0,6
Мікроавтобуси	0,78
Вантажні двовісні автомобілі та автобуси	0,35...0,4
Вантажні тривісні	0,33...0,35

Таблиця Е.4 – Дані інерційних стендів (орієнтовні)

Тип автомобіля	Діаметр барабанів, $D$ , м	Приведена інерційна маса стенда – $m_{ст}$ , кг	Швидкість стендової перевірки – $V_{0C}$ , км/год
Легкові $M_1$	0,240	250	80
Мікроавтобуси $M_2$ і вантажні кат. $N_1$	0,320	300	80
Автомобілі кат. $N_2$	0,370	500	60
Автомобілі кат. $M_3$	0,400	1600	60
Автомобілі кат. $N_3$	0,475	2000	60



Таблиця Е.5 – Дані по моментам інерції та інерційним масам коліс автомобілів

Розмір шини	Модель автомобіля	Момент інерції колеса, кг·м <sup>2</sup>		Статичний радіус, $r_{ст}$ , м	Приведена інерційна маса колеса, кг	
		Переднього $I_{кл}$	Заднього $I_{кз}$		Переднього $m_{кл}$	Заднього $m_{кз}$
6,15-13 (155-330)	ЗА3-968М	0,32	0,33	0,278	4,14	4,27
155/70 R13	ЗА3-1102	0,48	0,46	0,267	6,73	6,45
165/80 R13	ВА3-2104,05,06	0,47	0,49	0,271	6,40	6,67
165/70 R13	ВА3-2108,09,099	0,40	0,39	0,260	5,92	5,77
175/70 R13	ВА3	0,54	0,52	0,265	7,69	7,40
165/80 R14	АЗЛК-2141	0,78	0,75	0,284	9,67	9,30
185-14 (7,35-14)	ГАЗ-24-10	1,1	1,14	0,315	11,09	11,49
205/70 R14	ГАЗ-31029,3110	1,214	1,214	0,295	13,95	13,95
185/80 R15	РАФ-2203	1,37	1,42	0,310	14,26	14,78
8,40-15	УАЗ	2,97	3,08	0,364	22,42	23,25
240-508Р	ГАЗ-3307, ПА3-3201, КАВ3-685	8,63	16,48	0,457	41,32	78,91
260-508Р	ЗИЛ-431410, ЗИЛ-ММЗ-4502, ЗИЛ-431510	16,28	30,79	0,476	71,85	135,89
260-508Р	КамАЗ-5320	15,0	28,0	0,476	66,20	123,58
280-508Р	ЛАЗ-695Н, ЛиАЗ-5256	20,0	37,0	0,488	83,98	155,37
300-508Р	МАЗ-5335, Икарус-260	24,12	46,09	0,505	94,58	180,73
320-508Р	КрАЗ-257Б1 КрАЗ-258	23,44	44,82	0,540	80,38	153,70

Таблиця Е.6 – Нормативи ефективності робочої гальмової системи за ДСТУ 3649:2010

Категорія КТЗ	Дорожні випробування			Стендові випробування			
	Початкова швидкість гальмування $V_0$ , км/год	Стале уповільнення на дорозі $j_{0n}$ , м/с <sup>2</sup>	Час спрацювання приводу $\tau_c$ , с	Загальна питома гальмівна сила $\gamma_\tau$	Коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил осі $K_n$ , %	Час спрацювання приводу $\tau_c$ , с	
М <sub>1</sub>	35...45	5,0	0,5	0,5	30	0,5	
М <sub>2</sub>			0,8				0,5
М <sub>3</sub>			0,5				
Н <sub>1</sub>		4,5	0,8	0,45		0,8	
Н <sub>2</sub>			0,8				
Н <sub>3</sub>			0,8				

### Додаток Ж

Таблиця Ж.1 – Варіанти на виконання практичної роботи № 7

1	ЗАЗ-1102 – 80 – 45	11	ВАЗ-2109 – 100 – 40Х	21	ГАЗ-3302 «Газель» – 80 – 45
2	ГАЗ-31029 – 90 – 40Х	12	УАЗ-3151 (469Б) – 60 – 45	22	ВАЗ-2110 – 100 – 40Х
3	ПАЗ-3201 – 120 – 40Х	13	ЛиАЗ-5256 – 110 – 50	23	КамАЗ-5511 – 130 – 45Г
4	ЛАЗ-699Р – 70 – 65Г	14	ГАЗ-52-03 – 60 – 45Х	24	МАЗ-5432 – 120 – 40Х
5	ЛАЗ-695Н – 80 – 50Х	15	ИЖ-2715 – 70 – 20Х	25	ЗИЛ-133Г – 80 – 33ХС
6	ЗИЛ-431410 – 120 – 45Г	16	ГАЗ-3307 – 70 – 33ХС	26	МАЗ-5549 – 130 – 30ХГТ
7	КамАЗ-5320 – 110 – 30ХГТ	17	Урал-4320 – 120 – 45	27	КрАЗ-260 – 90 – 45
8	КрАЗ-255Б1 – 120 – 65Г	18	МАЗ-5335 – 100 – 40Х	28	ЗИЛ-ММЗ-555 – 110 – 65Г
9	Икарус-280 – 120 – 45	19	РАФ-2203 – 70 – 30ХГТ	29	ВАЗ-2105 – 90 – 40Х
10	УАЗ-3303 (452) – 70 – 45	20	Икарус-256 – 80 – 45	30	Икарус-260 – 100 – 50

## Додаток К

Таблиця К.1 – Варіанти завдань до практичної роботи № 8

Варіант	Крок робочих органів, на яких розміщується вантаж, м	Марка автомобіля	Маса автомобіля, кг	ККД приводу конвеєра	Довжина прямолінійного відрізка конвеєра, м
1	76,2	Mazda6	1485	0,97	40
2	63,5	Opel Vectra	21000	0,95	25
3	50,8	БелАЗ-540А	2495	0,98	32
4	76,2	BMW 750i	2452	0,96	18
5	50,8	Jeep Grand Cherokee	2075	0,94	27
6	63,5	Ford Maverick	2060	0,96	35
7	76,2	Land Rover Freelander	3500	0,98	15
8	63,5	Ford Transit	2350	0,97	28
9	76,2	Lexus LS430	2650	0,94	39
10	50,8	BMW X5	2014	0,92	24
11	76,2	Ford Galaxy	2035	0,95	16
12	63,5	Nissan Maxima	3260	0,94	36
13	50,8	Toyota Land Cruiser 100	1890	0,93	11
14	63,5	ГАЗ-31105 «Волга»	1010	0,98	34
15	76,2	ЗАЗ-1103 «Славута»	823	0,92	17
16	63,5	ВАЗ-11113 «Ока»	1115	0,96	26
17	76,2	ВАЗ-2106	1156	0,97	12
18	63,5	ИЖ-2126 Ода	965	0,99	38
19	50,8	Daewoo Matiz	1515	0,92	19
20	76,2	ВАЗ-21103	1899	0,93	37
21	63,5	Renault Megane	3080	0,97	13
22	76,2	Nissan Patrol	1427	0,94	33
23	63,5	Volvo S 60	1580	0,97	25
24	76,2	Toyota Corolla	3080	0,94	31
25	76,2	Volkswagen Touareg	9000	0,96	20
26	63,5	КамАЗ-5511	1549	0,92	30
27	50,8	Skoda Fabia	2720	0,99	21
28	76,2	Mercedes-Benz S	2550	0,96	29
29	63,5	УАЗ-31514	3084	0,97	10
30	76,2	Chevrolet Tahoe	1375	0,95	23

*Електронне навчальне видання  
комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному і мережному режимах*

**Методичні вказівки  
до практичних робіт з дисципліни  
«Технологічне обладнання для обслуговування  
та ремонту автомобілів» для студентів спеціальності  
274 – «Автомобільний транспорт»**

Укладачі: Володимир Леонідович Крещенецький  
Віталій Олександрович Огневий  
Євгеній Валерійович Смирнов

Рукопис оформлено *В. Огневим*

Редактор *В. Дружиніна*

Оригінал-макет виготовила *Т. Криклива*

Підписано до видання 10.03.2021.

Гарнітура Times New Roman

Замовлення № P2021-005.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95,

м. Вінниця, 21021.

Тел. (0432) 65-18-06.

**press.vntu.edu.ua;**

*E-mail:* kivc.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.