

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Покращення експлуатаційних властивостей автомобіля**

Iveco EuroCargo 75E завдяки удосконаленню підвіски”

Виконав: студент II курсу групи Ат-22сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Назар НАБИТ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Ростислав ПАСЛАВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 629.114.3

Набит Н. Ю. Покращення експлуатаційних властивостей автомобіля Ivesco EuroCargo 75E завдяки удосконаленню підвіски. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 64 с.

Табл. 10; рис. 4; бібліогр. джерел 20.

Проаналізовано вплив транспортних операцій на загальні експлуатаційні затрати у технологічному процесі вирощування гречки.

Розглянуто методику розрахунку операційної технології транспортного процесу. Проведено розрахунок показників транспортного процесу під час збирання гречки.

З метою покращення курсової стійкості, плавності ходу та прохідності автомобіля, переобладнати ресорну підвіску автомобіля Ivesco EuroCargo 75E на ресорно-пневматичну, що дасть можливість збільшити технічну швидкість руху на 12%.

Кваліфікаційна робота передбачає впровадження заходів із дотримання безпечних умов праці. Обґрунтовано економічну ефективність використання автомобіля з удосконаленою трансмісією.

Зміст

Вступ	6
1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	7
1.1. Характеристика перевезень вантажів у підприємстві	7
1.2. Опис та недоліки існуючої у господарстві технології вирощування гречки	10
1.3. Розробка операційно-технологічної карти на збирання та транспорту- вання гречки	11
1.3.1. Розрахунок та побудови циклограми руху транспортного засобу ..	14
1.3.2. Продуктивність транспортного засобу	17
1.3.3. Показники ефективності транспортного процесу	19
1.4. Покращення організації перевезень сільськогосподарських вантажів	23
Висновки	24
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	25
2.1. Обґрунтування вибору типу підвіски	25
2.2. Особливості будови удосконалення та його компоновка	28
2.3. Принцип роботи ресорно-пневматичної підвіски	30
3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	31
3.1. Розрахунок рами пневмобалонів задньої підвіски	31
3.1.1. Вихідні дані для розрахунку	35
3.2. Розрахунок рами пневмобалонів	38
3.3. Розрахунок малолистових ресор для передньої і задньої підвісок ..	42
3.3.1. Визначення розрахункових параметрів	43
3.3.2. Визначення контрольного прогину	46
3.3.3. Визначення напруження в ресорі	47
3.3.4. Розрахунок навантаження осадки ресори	48
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
4.1. Аналіз стану охорони праці в підприємстві	49

4.2.	Безпека праці під час роботи на автотранспорті	50
4.3.	Пожежна безпека	52
4.4.	Виробнича санітарія	53
4.5.	Пропозиції з покращення умов охорони праці в господарстві	54
5.	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
5.1.	Економічна ефективність впровадження удосконаленої підвіски автомобіля у виробництво	55
5.1.1.	Методика розрахунку економічної ефективності	56
5.1.2.	Економічні показники	57
5.2.	Результати розрахунку	59
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	62
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	76

Вступ

Автомобільний транспорт є найбільш масовим видом транспорту, особливо ефективним і зручним під час перевезення вантажів і пасажирів на відносно невеликі відстані. Економічна і ефективна робота автомобільного транспорту забезпечується раціональним використанням рухомого складу –вантажних і легкових автомобілів, автобусів, причепів і напівпричепів.

Забезпечення зростаючих вимог з боку основного виробництва до транспортних операцій та процесів можливе лише за високого та стійкого рівня технічної готовності парку автомобілів. Досягнення даного рівня можливе за рахунок удосконалення організації використання автомобільного парку та за рахунок залучення нових транспортних одиниць. В той же час, одним із резервів галузі є підтримання існуючого рухомого складу у технічно справному стані.

Рухомий склад автомобільного транспорту, який на даний час випускається промисловістю, характеризується високою надійністю. Однак, в наслідок ускладнення конструкції рухомого складу необхідно використовувати все більш складніші технічні засоби обслуговування, в першу чергу діагностичні, а також сучасні технології і організацію робіт. Інтенсивний ріст автомобільного парку потребує значного підвищення продуктивності праці під час обслуговування і ремонту, а ускладнення конструкції – підвищення кваліфікації ремонтно-обслуговуючого персоналу.

Трудові і матеріальні затрати на утримання рухомого складу у роботоздатному стані складають значну частину загальних затрат на автомобільному транспорті. Тому, простої рухомого складу через технічні несправності є причиною значних матеріальних втрат. Зменшення простоїв є однією із головних задач працівників галузі. Ці затрати можуть бути суттєво зменшені шляхом механізації і автоматизації виробничих процесів, а також за рахунок удосконалення організації і керівництва виробництвом.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1. Характеристика перевезень вантажів у підприємстві

Ефективність використання транспортних засобів в значній мірі залежить від правильної організації руху та їх розподілу за видами вантажів і по маршрутах.

Сільськогосподарське виробництво має значну номенклатуру вантажів. Тільки в галузі землеробства і тваринництва нараховується 45 найменувань вантажів у вигляді основної і побічної продукції і відходів. Крім цього, близько 30 найменувань вантажів необхідно для забезпечення виробничих процесів у цих галузях. Разом з тим для нормального функціонування господарства необхідне перевезення вантажів, не зв'язаних безпосередньо з технологією виробництва.

При розподілі автомобілів для перевезення вантажів, потрібно враховувати: дорожні умови, віддаль перевезень, вид вантажу. При виборі маршрутів руху потрібно враховувати: максимальну продуктивність транспортних засобів, найменшу вартість перевезень в даних умовах і терміновість перевезення в пункт призначення.

Залежно від віддалі і технології розрізняють наступні види перевезень: внутрішньогосподарські і зовнішні.

Внутрішньогосподарські перевезення служать для вивезення гною з ферми на поля, перевезення насіння, органічних добрив, перевезення зерна від комбайнів на тік, сільськогосподарських продуктів з полів до складів, сховищ і ферм, нафтопродуктів до агрегатів, доставляння людей до місця польових робіт в межах господарства на віддаль 3-20 км.

Внутрішньогосподарські перевезення пов'язані з обслуговуванням збиральних, посівних і посадочних агрегатів, а також машин для внесення добрив і іншої сільськогосподарської техніки відносяться до технологічних перевезень.

Це складає 45% перевезень від загального обсягу вантажів і 16% транспортних робіт.

Зовнішньогосподарські перевезення пов'язані з транспортуванням вантажів за межі господарства. В більшості випадків перевозять продукцію сільськогосподарського виробництва (зерно на елеватори, цукрові буряки на приймальні пункти цукрових заводів), а також завозять в господарство мінеральні добрива, нафтопродукти будівельні матеріали, машини і обладнання. Віддаль від цих перевезень доходить 100 і більше км. Для таких перевезень використовують автомобілі великої вантажопідйомності з високими технологічними швидкостями.

Багато сільськогосподарських вантажів потребують організації перевезень в спеціальних або переобладнаних транспортних засобах. Під час перевезень вантажів з малою об'ємною масою не повністю використовується вантажопідйомність транспортних засобів з кузовами загального призначення, що знижує їх продуктивність і підвищує затрати на перевезення.

Сільськогосподарські вантажі поділяються на тарні (у мішках, ящиках, контейнерах) та безтарні, які перевозяться без упаковки; навалочні вантажі (силосна маса, зерно); наливні (паливо, молоко), які перевозяться в цистернах.

За тривалістю вивезення і періодичністю сільськогосподарські вантажі поділяються на дві групи: термінові (зерно, насіння, овочі, картопля) та нетермінові (будівельні матеріали тощо), які перевозяться впродовж року і не обмежуються агротехнічними строками.

Клас вантажу визначається не тільки фізичними властивостями вантажу, а й способами його упаковки. Також, вантажі класифікуються за ступенем використання номінальної вантажопідйомності автомобіля.

Об'єм кузова автомобіля та причепа розраховують на забезпечення номінальної вантажопідйомності під час перевезення вантажів з об'ємною вагою, що дорівнює одиниці. Такі вантажі відносяться до I класу. Вантажі, які забезпечують використання номінальної вантажопідйомності автомобілів та причепів з коефіцієнтом 0,71-0,99 відносять до II класу, від 0,51 до 0,70 до III та від

0,41 до 0,5 до IV класу. Тому один і той самий вантаж залежно від стану і типу упакування можна відносити до різних класів. Наприклад, сіно та солома пресовані – до II класу, а непресовані – до IV класу.

Таблиця 1.1 - Номенклатура і класифікація сільськогосподарських вантажів

Найменування вантажу	Об'ємна маса, т/м ³	Вид упаковки	Клас вантажу
Зерно	0,79	насіпом	I
Цукрові буряки	0,65	навалом	I
Картопля	0,68	навалом	I
Кукурудза	0,75	насіпом	I
Кормові буряки	0,65	навалом	I
Зелена маса	0,34	навалом	II
Солома	0,10	навалом	IV
Сіно	0,10	навалом	IV
Молоко	0,70	бідони, автоцистерни	III
М'ясо	0,35	спец.тара	III
Органічне добриво	0,80	навалом	I
Мінеральне добриво	1,15	навалом	IV

Під час виконання перевезень розрізняють такі види маршрутів:

- маятниковий – багато разів повторювані поїздки між двома пунктами;
- радіальний – перевезення вантажів від одного постійного пункту або навпаки;
- кільцевий – перевезення вантажів по замкнутому контурі з послідовним обслуговуванням кількох пунктів;
- комбінований, який поєднує кілька видів маршрутів.

У зв'язку зі специфікою сільськогосподарських вантажів найчастіше застосовують маятникові маршрути зі зворотнім холостим пробігом, оскільки неможливо за санітарними вимогами в одному напрямку перевозити, наприклад,

органічні добрива, а в зворотньому - зерно. Радіальні маршрути застосовують при централізованому завезенні палива з районного нафтоскладу в господарство, їх також застосовують при транспортуванні по полю гною, соломи, сіна тощо. Кільцеві маршрути при централізованому перевезенні мастильних матеріалів у бочках (або в іншій тарі), запасних частин, ремонтного фонду та інших вантажів з районних баз в господарство.

1.2. Опис та недоліки існуючої у господарстві технології вирощування гречки

Розроблена для господарства технологія вирощування гречки передбачала мінімізацію затрат ручної праці, зменшення собівартості та підвищення рівня рентабельності. Однак, в міру її впровадження, в силу ряду обставин, в неї вносились корективи, які не дозволили повністю використати потенційні можливості та досягнення планової продуктивності (урожайності). На даний час, з причин нестачі у господарстві фінансових коштів, дотримання всіх технологічних вимог є ще більш проблематичним. Так, нестача мінеральних добрив та препаратів для захисту рослин від бур'янів і шкідників змусила вилучити із технологічної карти окремі операції. Крім того, нестача та незадовільний технічний стан, особливо спеціалізованої техніки, призвела до порушення термінів виконання окремих операцій. В наслідок дії цих факторів урожайність гречки за останні роки знизилась.

В загальному, існуюча на даний час у господарстві технологія вирощування гречки передбачає ряд послідовних етапів.

Перший етап – основний обробіток ґрунту включає в себе лушення пожнивних решток попередника (ЛДГ-10 в агрегаті з тракторами Т-150, Т-150К), внесення мінеральних добрив (РУМ-5 в агрегаті із МТЗ-82) і зяблеву глибоку оранку (ПН-5-35 в агрегаті з трактором Т-150, Т-150К).

Другий етап – передпосівний обробіток ґрунту та сівба являє собою комплекс заходів з підготовки ґрунту та сівби. До цього комплексу входять опера-

ції з культивації і вирівнювання ґрунту (КПС-4+4БЗСС-1,0 в агрегаті із тракторами МТЗ-80, МТЗ-82) та сівби з одночасним внесенням мінеральних добрив (З.СЗ-3,6+СП-11 в агрегаті із трактором Т-150К; СЗ-3,6 в агрегаті із трактором МТЗ-82).

Третій етап – догляд за посівами передбачає виконання наступних операцій: ранньовесняного боронування посівів (21 БЗТС-1,0+СГ-21 в агрегаті із трактором Т-150К); підживлення посівів азотними добривами (РУМ-5 в агрегаті із трактором МТЗ-82); обприскування посівів фунгіцидами та інсектицидами від хвороб і бур'янів (ОП-2000 в агрегаті з трактором МТЗ-80).

Четвертий етап – збирання врожаю включає в себе підготовку поля (обкошування та прокошування загінок), скошування у валки та наступне їх обмолочування або пряме комбайнування в залежності від погодних умов. Для виконання операцій збирання використовуються власні комбайни Дон-1500 та Дніпро 350.

1.3. Розробка операційно-технологічної карти на збирання та транспортування гречки

Операційна технологія – це комплекс технічних, організаційних і економічних правил, які забезпечують високопродуктивне використання машинних агрегатів та дозволяють отримати високу якість механізованих робіт.

Операційна технологія на перевезення сільськогосподарських вантажів включає вісім карт:

1. вихідні дані;
2. вимоги до виконання транспортної операції;
3. схема транспортного і збирального агрегатів;
4. графік руху транспортного засобу (циклограма);
5. параметри і показники використання транспортного та збирального агрегатів;

6. підготовка транспортного агрегату до роботи;
7. контроль якості;
8. техніка безпеки.

Вихідні дані для складання операційної карти на виконання транспортної операції наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Вихідні дані операційної карти на перевезення зернових

Умови використання агрегату	Дані по основному агрегату	Дані по допоміжному агрегату
Довжина поля $L=700$ м; Ширина поля	Місткість кузова $V_k=5$ м ³ ; Вантажопідйомність	Інтервал технологічно-допустимих швидкостей $V_p=3...8$ км/год;
$B=380$ м; Рельєф $i=2\%$; Віддаль перевезень $l_z=5$ км.	автомобіля $Q_n=4$ т; Власна маса автомобіля у спорядженому стані $G_o=4360$ кг; Щільність матеріалу (зерна) $\gamma_m=0,75$ т/м ³ ; Коефіцієнт опору перекочуванню $f=0,04$.	Транспортна швидкість $V_m=20$ км/год; Потужність двигуна $N_o=180$ кВт; Конструктивна ширина захвату $B_k=6,0$ м.

Перед початком перевезення зерна здійснюють підготовку автомобіля до роботи:

1. перевіряють технічний стан:
 - наявність та необхідний рівень палива, масла, охолоджуючої рідини і інших технічних рідин у агрегатах та системах автомобіля;
 - запускають двигун і за контрольними приладами та за звуком перевіряють його роботу;
 - справність та надійність роботи рульового керування, гальмівної системи, приладів світлової та звукової сигналізації;
2. нарощують борти кузова (вантажної платформи) автомобіля;
3. ущільнюють борти кузова автомобіля;
4. встановлюють іскрогасник на глушник автомобіля;
5. наявність та термін придатності вогнегасника, а також наявність совкової лопати.

Для ущільнення бортів використовують кузова автомобіля використовують паси, гумові шланги, дерев'яні планки та інший ущільнюючий матеріал, який є у наявності.

Під час збирання зернових та транспортуванні її на тік рекомендується використовувати груповий метод роботи, який передбачає організацію комплексного збирально-транспортного загону у склад якого входять зернозбиральні комбайни та автомобілі.

Для транспортування зерна від комбайна Дніпро 350 на тік використовуємо автомобілі-самоскиди у поєднанні з вантажними автомобілями загального призначення. Перевезення зерна здійснюється за маятниковим маршрутом із холодним зворотнім рухом автомобіля.

Транспортний процес розраховуємо для збирання гречки прямим комбайнуванням із завантаженням автомобіля на ходу.

Продуктивність комбайна за годину роботи визначаємо з виразу

$$W_2 = \frac{60 \cdot V_{\delta} \cdot \gamma_m \cdot \lambda_{\delta}}{T_{\psi}}, \quad (1.1)$$

де V_{δ} – об'єм бункера комбайна м^3 ($V_{\delta}=6,5 \text{ м}^3$ для комбайна Дніпро 350);

γ_m – щільність гречки (за [] $\gamma_m=0,78 \text{ т/м}^3$);

λ_{δ} – коефіцієнт заповнення бункера комбайна (за статистичними даними господарства $\lambda_{\delta}=0,9$);

T_{ψ} – тривалість одного робочого циклу комбайна, хв.

Час одного робочого циклу комбайна визначається з виразу

$$T_{\psi} = t_{3,\delta} + t_p, \quad (1.2)$$

де $t_{3,\delta}$ – час завантаження бункера комбайна, хв;

t_p – час розвантаження бункера комбайна (за [] $t_p=3$ хв).

Час завантаження бункера комбайна становить

$$t_{3,\delta} = \frac{k_{\delta} \cdot V_{\delta} \cdot \gamma_m \cdot \lambda_{\delta} \cdot 600}{Y_3 \cdot B_k \cdot \beta \cdot V_p}, \quad (1.3)$$

де k_6 – коефіцієнт, який враховує затрати часу на можливі холості повороти та короткочасні зупинки комбайна під час наповнення бункера (за [] $k_6=1,1$);

Y_3 – урожайність гречки (середнє значення за попередні 15 років $Y_3=32,1$ ц/га $=3,21$ т/га);

B_k – конструктивна ширина захвату жатки (за [] $B_k=6,0$ м);

β – коефіцієнт використання конструктивної ширини B_k захвату жатки (за [] $\beta=0,98$);

V_p – робоча швидкість комбайна (за [] $V_p=3\dots 8$ км/год; для розрахунків приймаємо $V_p=4,5$ км/год).

Після підстановки значень у вираз (1.3) отримаємо:

$$t_{з.б} = \frac{1,1 \cdot 6,5 \cdot 0,78 \cdot 0,9 \cdot 600}{3,21 \cdot 6,0 \cdot 0,98 \cdot 4,5} = 35,9 \text{ хв.}$$

Тоді, за виразом (1.2) час одного робочого циклу комбайна становитиме

$$T_{ц} = 35,9 + 3 = 38,9 \text{ хв.}$$

За виразом (1.1) годинна продуктивність комбайна становитиме

$$W_2 = \frac{60 \cdot 6,5 \cdot 0,78 \cdot 0,9}{38,9} = 4,86 \text{ т/год.}$$

Під час перевезення зерна слід узгодити роботу з навантаження, транспортування і розвантаження. Таке узгодження забезпечується шляхом побудови циклограми руху транспортного засобу.

1.3.1. Розрахунок та побудови циклограми руху транспортного засобу

Циклограму руху транспортного засобу будують у наступній послідовності. По осі ординат відкладаємо шлях L пройдений автомобілем від комбайна до місця розвантаження, а по осі абсцис – час необхідний для завантаження ($t_{зав}$), їздки ($t_{їзд}$), зважування ($t_{зваж}$), розвантаження ($t_{розв}$), тобто час циклу автомобіля.

Час циклу автомобіля визначаємо з виразу:

$$T_{ц.а} = t_{зав} + t_{їзд} + t_{зваж} + t_{розв} \quad (1.4)$$

Час завантаження автомобіля знаходимо з виразу

$$t_{зав} = t'_{розв} \cdot n_{б} + t_{пер} \cdot (n_{б} - 1), \quad (1.5)$$

де $t'_{розв}$ - час розвантаження бункера комбайна (за [] $t'_{розв} = 3$ хв);

$n_{б}$ - кількість бункерів, яку може прийняти один автомобіль;

$t_{пер}$ - час переїзду від одного комбайна до іншого за час нагромадження у кузові n бункерів (за [] $t_{пер} = 1-3$ хв; для розрахунків приймаємо $t_{пер} = 1,5$ хв).

Кількість бункерів, які може прийняти (нагромадити) один автомобіль

$$n_{б} = \frac{Q_n}{G_{б}}, \quad (1.6)$$

де Q_n - номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

$G_{б}$ - маса зерна у бункері комбайна, т.

Маса зерна у бункері комбайна розраховується з виразу

$$G_{б} = V_{б} \cdot \gamma_m \cdot \lambda_{б}. \quad (1.7)$$

Після підстановки отримуємо:

$$G_{б} = 6,5 \cdot 0,78 \cdot 0,9 = 3,16 \text{ т.}$$

Звідси

$$n_{б} = \frac{4,0}{3,2} = 1,26.$$

Приймаємо $n_{б} = 1$.

Тоді час завантаження становитиме:

$$t_{зав} = 3 \cdot 1 + 0 \cdot (1 - 1) = 3 \text{ хв.}$$

Час їздки визначаємо з виразу

$$t_{їзд} = \frac{62,5 \cdot l_z}{V_m \cdot \alpha_n}, \quad (1.8)$$

де l_z - віддаль перевезень вантажу ($l_z = 5$ км);

V_m - середня технічна швидкість руху, км/год;

α_n - коефіцієнт використання пробігу автомобіля з вантажем та без вантажу ($\alpha_n = 0,5$).

Середню технічну швидкість визначаємо з виразу

$$V_m = \frac{V_1 + V_2}{2}, \quad (1.9)$$

де V_1 і V_2 – відповідно, швидкість руху автомобіля з вантажем і без вантажу, км/год ($V_1=30$ км/год; $V_2=40$ км/год).

Після підстановки отримуємо:

$$V_m = \frac{30 + 40}{2} = 35 \text{ км/год.}$$

Тоді

$$t_{\text{їзд}} = \frac{62,5 \cdot 5}{35 \cdot 0,5} = 17,86 \text{ хв.}$$

Час зважування на автомобільних вагах і оформлення документів становить за [] $t_{\text{зваж}}=4,5$ хв. Час на маневрування і розвантаження за $t_{\text{розв}}=3,6$ хв.

Отже час циклу автомобіля буде рівним

$$T_{\text{ц.а}} = 3 + 17,9 + 4,5 + 3,6 = 28,96 \text{ хв.}$$

Отримані значення структури часу рейсу дозволяють побудувати циклограму транспортного процесу (рис. 1.1)

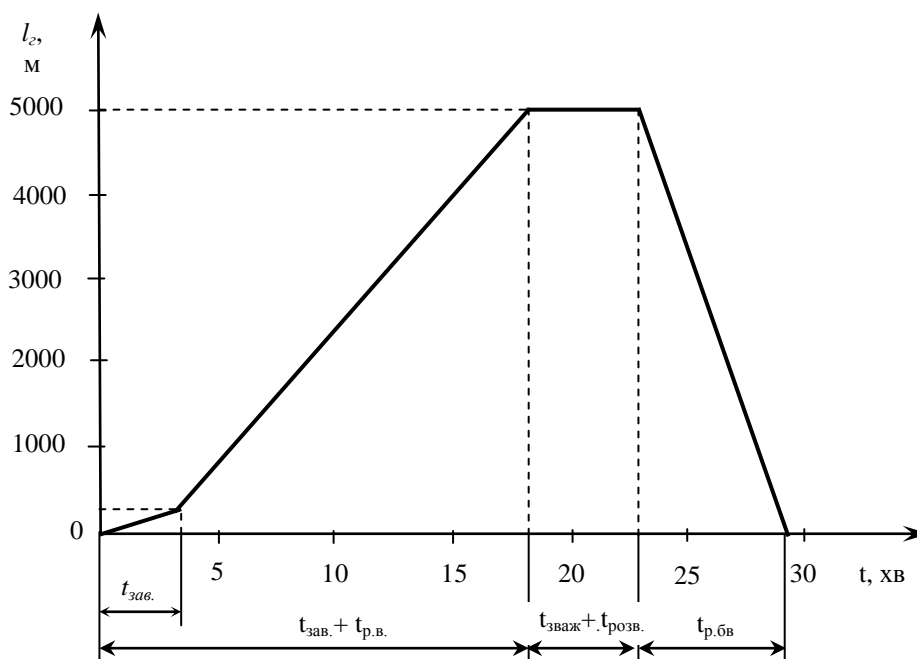


Рисунок 1.1 - Циклограма транспортного процесу

Кількість автомобілів, яка необхідна для обслуговування одного комбайна визначається за формулою

$$m = \frac{V_{\bar{o}} \cdot \gamma_m \cdot T_{ц.а} \cdot \lambda_{\bar{o}}}{t_{з.б} \cdot Q_n}, \quad (1.10)$$

де $V_{\bar{o}}$ – об'єм бункера комбайна, м³;

γ_m – щільність зерна, т/м³;

$\lambda_{\bar{o}}$ – коефіцієнт завантаження (заповнення) бункера;

Q_n – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

$T_{з.б}$ – час завантаження бункера комбайна.

Підставивши значення у вираз (1.10), отримуємо:

$$m = \frac{6,5 \cdot 0,78 \cdot 29 \cdot 0,9}{35,9 \cdot 4,0} = 0,64 \text{ од.}$$

Приймаємо $m=1$ од. (1 автомобіль).

Середній час перевезення зерна від комбайна на тік рівний

$$t = \frac{l_2}{V_1}, \quad (1.12)$$

де l_2 – відстань перевезень вантажу, км;

V_1 – швидкість руху автомобіля з вантажем, км/год.

$$t = \frac{5}{30} = 0,17 \text{ год.}$$

1.3.2. Продуктивність транспортного засобу

Продуктивність транспортного засобу виражається кількістю перевезеного вантажу (в тоннах) або роботою (в тонно-кілометрах), виконаною за одиницю часу. Продуктивність в тоннах перевезеного вантажу залежить від номінальної вантажопідйомності Q_n , коефіцієнта використання вантажопідйомності $k_{в.н}$ автомобіля та кількості рейсів n_p виконаних за зміну.

Змінна продуктивність транспортного засобу визначається за формулою

$$W_{зм} = Q_n \cdot k_{в.н} \cdot n_p. \quad (1.13)$$

Кількість рейсів, виконаних автомобілем за зміну при перевезенні зерна знаходимо з виразу

$$n_p = \frac{T_{зм} \cdot \alpha_n \cdot V_m}{l_2 \cdot t_{n.p} \cdot \alpha_n \cdot V_m}, \quad (1.14)$$

де $T_{зм}$ – час зміни (приймаємо $T_{зм}=10$ год);

α_n – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

$t_{n.p}$ – середня тривалість навантаження і розвантаження автомобіля, год;

V_m – середня технічна швидкість руху автомобіля, км/год;

l_2 – віддаль перевезень, км.

Середня тривалість навантаження і розвантаження автомобіля визначається з виразу

$$t_{n.p} = \frac{t_{зав} + t_{розв}}{60}. \quad (1.15)$$

Підставивши значення у вираз (1.15), отримаємо:

$$t_{n.p} = \frac{3 + 3,6}{60} = 0,11 \text{ год.}$$

Кількість рейсів за виразом (1.14) становитиме

$$n_p = \frac{10 \cdot 0,5 \cdot 35}{5 + 0,11 \cdot 0,5 \cdot 35} = 18,18.$$

Приймаємо $n_p=19$ рейсів.

Коефіцієнта використання вантажопідйомності автомобіля

$$k_{в.н} = \frac{G_{\delta} \cdot n_{\delta}}{Q_n}, \quad (1.16)$$

де G_{δ} – маса зерна у бункері комбайна, т;

n_{δ} – кількість бункерів комбайна, які можна завантажити на один автомобіль;

Q_n – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т.

Після підстановки отримуємо:

$$k_{в.н} = \frac{3,16 \cdot 1}{4} = 0,789.$$

За виразом (1.13) значення змінної продуктивності становить

$$W_{зм} = 4 \cdot 789 \cdot 19 = 60,021 \text{ т.}$$

1.3.3. Показники ефективності транспортного процесу

Витрата палива одного автомобіля за зміну $G_{n.зм}$ визначаємо з виразу

$$G_{n.зм} = \frac{q_{км1}}{100} \cdot \left(\frac{l_2}{\alpha_n} \cdot n_p + 2 \cdot l_{нз} \right) + \frac{q_{км2}}{100} \cdot l_{зав} \times \\ \times n_p + \frac{q_{т \cdot км}}{100} \cdot n_p \cdot W_{т \cdot км}^p + 0,25 \cdot n_p, \quad (1.17)$$

де $q_{км1}$ – витрата палива на 100 км пробігу для автомобіля даної марки (за [] $q_{км1}=30,5$ л/100 км);

$q_{км2}$ – витрата палива на 100 км пробігу, яка враховує тип дороги (за [] для польової дороги $q_{км2}=1,2 * q_{км1}=1,2*30,5=36,6$ л/100 км);

$q_{т \cdot км}$ – норма витрати палива на 100 т·км (для автомобілів, що виконують роботу, яка облікується в тонно-кілометрах, крім лінійної витрати $q_{т \cdot км}$ на кожні 100 т·км за [] приймається додаткова витрата – для бензинових двигунів $q_{т \cdot км}=2$ л);

$W_{т \cdot км}^p$ - рейсова продуктивність автомобіля, т·км;

$l_{нз}$ – віддаль від гаражу до місця завантаження (за даними господарства $l_{нз}=2$ км);

$l_{зав}$ – шлях, що проходить автомобіль під час завантаження, км;

0,25 – витрата палива автомобілем-самоскидом в пунктах розвантаження, л.

Рейсова продуктивність автомобіля рівна

$$W_{т \cdot км}^p = Q_n \cdot k_{в.н} \cdot l_2. \quad (1.18)$$

Після підстановки отримуємо:

$$W_{т \cdot км}^p = 4 \cdot 0,789 \cdot 5 = 15,79 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

Шлях, що проходить автомобіль під час завантаження $l_{зав}$ розраховується із виразу

$$l_{зав} = (V_{зав} \cdot t_{роз}) / 60, \quad (1.19)$$

де $V_{зав}$ – швидкість руху комбайна під час розвантаження на ходу ($V_{зав}=4,5$ км/ГОД);

$t_{роз}$ – час розвантаження бункера комбайна ($t_{роз}=3$ хв)

Після підстановки значень у вираз (1.19) отримаємо:

$$l_{зав} = (4,5 \cdot 3) / 60 = 0,225 \text{ м.}$$

За прийнятими даними та отриманими результатами розрахунків за виразом (1.17) визначаємо змінну витрату палива одним автомобілем:

$$G_{н.зм} = \frac{30,5}{100} \cdot \left(\frac{5}{0,5} \cdot 19 + 2 \cdot 2 \right) + \frac{36,6}{100} \cdot 0,225 \times \\ \times 19 + \frac{2}{100} \cdot 19 \cdot 15,79 + 0,25 \cdot 19 = 71,487 \text{ л/зм.}$$

Витрата палива за зміну у кілограмах під час перевезення зерна визначається з виразу

$$G_{н.зм(кг)} = G_{н.зм} \cdot \gamma_n; \quad (1.20)$$

де $G_{н.зм(кг)}$ - змінна витрата для попередньої та запроектованої урожайності гречки, л/зм;

γ_n – питома вага палива (бензину) (за [] $\gamma_n=0,725$ кг/л).

Після підстановки отримуємо:

$$G_{н.зм(кг)} = 71,486 \cdot 0,725 = 51,828 \text{ кг/зм.}$$

Продуктивність транспортного засобу в т·км за зміну під час перевезення зерна визначається із виразу

$$W_{т·км}^{зм} = W_{т·км}^z \cdot T_{зм}; \quad (1.21)$$

де $W_{т·км}^z$ - годинна (технічна) продуктивність автомобіля, т·км/ГОД.

Годинна (технічна) продуктивність розраховується за формулою

$$W_{т·км}^z = W_{т·км}^p \cdot \frac{60}{T_{ц.а}}; \quad (1.22)$$

де $W_{т·км}^p$ - рейсова продуктивність автомобіля, т·км;

$t_{ц.а}$ – час циклу автомобіля, хв.

Підставивши значення у вираз (1.22), отримаємо:

$$W_{т·км}^2 = 15,79 \cdot \frac{60}{28,96} = 32,73 \text{ т·км/год};$$

Змінна продуктивність автомобіля у т·км за виразом (1.21) становить:

$$W_{т·км}^{3М} = 32,73 \cdot 10 = 327,28 \text{ т·км/зм.}$$

Питома витрата палива на одиницю виконаної роботи визначається із виразу

$$G_n = \frac{G_{п.зм(кг)}}{W_{т·км}^{3М}}. \quad (1.23)$$

$$G_n = \frac{71,487}{327,277} = 0,158 \text{ кг.}$$

Обсяг транспортної операції на всю площу $F_{сум}$

$$F_{сум} = \frac{L \cdot B}{10^4} \cdot Y_3 \cdot l_2, \quad (1.24)$$

де L і B – відповідно довжина та ширина поля, м;

$$\frac{L \cdot B}{10^4} = S \text{ - площа поля, га};$$

Y_3 – урожайність основної продукції (зерна) ц/га;

l_2 – відстань транспортування зерна від поля до току, км.

Після підстановки значень у вираз (2.24) отримуємо

$$F_{сум} = \frac{700 \cdot 380}{10^4} \cdot \frac{35}{10} \cdot 5 = 465,5 \text{ т·км.}$$

Кількість нормо-змін $N_{зм}$ необхідних для виконання всього обсягу роботи розраховується за формулами

$$N_{зм} = \frac{F_{сум}}{W_{3М т·км}} \cdot n_m, \quad (1.25)$$

де n_m – кількість робітників на одному транспортному засобі, чол.

Таким чином, кількість нормо-змін для виконання всього обсягу операції становитиме

$$N_{зм} = \frac{465,5}{327,28} \cdot 1 = 1,42 \text{ н.-зм.}$$

Затрати праці $Z_{n,m}$ виконавців на весь обсяг операції розраховуються з виразу:

$$Z_{n,m} = T_{змн} \cdot N_{зм}, \quad (1.26)$$

де $T_{змн}$ – нормативна тривалість зміни ($T_{змн}=7$ год).

$$Z_{n,m} = 7 \cdot 1,42 = 9,96 \text{ люд.-год.}$$

Тарифні ставки для основних робітників приймаємо згідно рекомендацій [5] – $T_{см}=600,24$ грн. за нормо-зміну.

Тарифний фонд $T_{фм}$ виконавців розраховуємо з виразу

$$T_{фм} = T_{см} \cdot N_{зм}. \quad (1.27)$$

$$T_{фм} = 600,24 \cdot 1,42 = 900,61 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування A_m на транспортний засіб розраховується за формулою:

$$A_m = K_{a.в} \cdot F_{сум}, \quad (1.28)$$

де $K_{a.в}$ – коефіцієнт амортизаційних відрахувань (згідно [5] $K_{a.в}=0,08$).

$$A_m = 0,08 \cdot 465,5 = 37,24 \text{ грн.}$$

Відрахування на поточний ремонт $B_{n.p}$ (грн.) транспортного засобу визначаємо за формулою

$$B_{n.p.} = K_{n.p.} \cdot F_{сум}, \quad (1.29)$$

де $K_{n.p}$ – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт (згідно [5] $K_{n.p}=0,05$).

$$B_{n.p.} = 0,05 \cdot 465,5 = 23,28 \text{ грн.}$$

Відрахування на зберігання B_z автомобіля визначаємо за формулою

$$B_z = K_{в.з} \cdot B_{n.p.}, \quad (1.30)$$

де $K_{в.з}$ – коефіцієнт відрахувань на зберігання техніки (згідно [5] $K_{в.з}=0,065$).

$$B_z = 0,065 \cdot 23,28 = 1,51 \text{ грн.}$$

Вартість палива B_n , яке необхідне для виконання всього об'єму операції розраховуємо за формулою

$$B_n = B_{o.n} \cdot F_{сум} \cdot G_n, \quad (1.31)$$

де $B_{o.n}$ – вартість одного кілограма палива (приймаємо $B_{o.n}=50,2$ грн.).

$$B_n = 50,2 \cdot 465,5 \cdot 0,158 = 3621,8 \text{ грн.}$$

Прямі експлуатаційні затрати Z_n на виконання транспортної операції розраховуємо за формулою

$$Z_n = A_m + B_{n,p} + B_z + B_n + T_{фм}. \quad (2.32)$$

$$Z_n = 37,24 + 23,28 + 1,51 + 3621,8 + 900,61 = 4528,81 \text{ грн.}$$

Для покращення показників продуктивності транспортних засобів необхідно покращити їх експлуатаційні властивості (збільшення швидкості, покращення гальмівних властивостей стійкості та керованості).

1.4. Покращення організації перевезень сільськогосподарських вантажів

Від того як організована робота автотранспорту для перевезення вантажу сільськогосподарського виробництва, залежить багато факторів, в першу чергу збереження фізіологічних властивостей продукції, яке залежить від своєчасного її вивезення з поля, ферм, а також з господарства за призначенням. Ці фактори значною мірою впливають на втрати, пошкодженість і об'єм перевезень продукції, тривалість робочого циклу, експлуатаційні затрати матеріалів.

Щоб покращити перевезення сільськогосподарських вантажів в господарстві слід насамперед раціонально організувати роботу автопарку. Доцільно видавати цільові путівки, проводити короткі збори з водіями після роботи, видавати план роботи на наступний день, розпорядження, щоб зменшити простої рухомого складу перед початком роботи. Збільшити коефіцієнт використання пробігу за рахунок ретельної підготовки плану перевезень, чіткої організації маршрутів, роботу пунктів заправки і постів технічного обслуговування, підбору вантажів для зворотного напрямку.

Підвищити коефіцієнт використання вантажопідйомності за рахунок попереднього сортування вантажів, раціонального вибору рухомого складу, дбайливого укладання і закріплення вантажів у кузові; використання автомобілів із

збільшеними вантажною площею і місткістю під час перевезення вантажів з малою об'ємною масою за рахунок реконструкції кузова.

Підвищити технічну швидкість руху автомобілів за рахунок дорожніх умов (повздовжнього профілю, ширини, покриття, радіусів закруглень), створення безпеки руху (регулювання, освітлення), покращення технічного стану транспортних засобів і підвищення кваліфікації водіїв.

Збільшити об'єм перевезень за рахунок зменшення часу на навантаження, розвантаження, перебування в дорозі, що досягається підвищенням рівня механізації цих процесів.

Використовувати, особливо на коротких рейсах, автомобілі і причепи із спеціалізованими кузовами.

Висновки

Розглянуто народногосподарське значення зернових культур та місце у їх структурі гречки.

Проведений аналіз існуючих технологій вирощування гречки дозволив обґрунтувати основні вимоги, які ставляться до них. Також, проаналізовано наявність у технологічному процесі вирощування транспортних операцій та їх вплив на загальні експлуатаційні затрати процесу.

Розглянуто методику розрахунку операційної технології транспортного процесу. Проведено розрахунок показників транспортного процесу під час збирання гречки. В якості транспортного засобу прийнято автомобіль IVECO EUROCARGO 75E .

Отримані показники ефективності транспортного процесу з використанням автомобіля IVECO EUROCARGO 75E є вищими у порівнянні із використовуваними у господарстві транспортними засобами.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування вибору типу підвіски

Сукупність механізмів, який забезпечують пружний зв'язок між підресореною і не підресореною масами називається підвіскою. За призначенням деталі підвіски поділяються на призначення на пружний елемент, направляючий пристрій і гасячий пристрій.

Пружний елемент передає вертикальні навантаження і знижує рівень динамічний навантажень, які виникають під час руху автомобіля по нерівній поверхні дороги. Забезпечуючи при цьому необхідну плавність ходу автомобіля.

Направляючий пристрій підвіски передає несучій системі автомобіля сили і моменти між колесом і кузовом і визначає характер переміщення коліс відносно несучої системи. Залежно від конструкції направляючий пристрій повністю або частково звільняє пружний елемент від додаткових навантажень.

Гасячі пристрій, а також тертя в підвісці забезпечують затухання коливань кузова і коліс, при якому механічна енергія коливань переходить в теплову.

За конструкцією всі підвіски поділяються на залежні і незалежні. Залежна підвіска характеризується залежністю переміщення одного колеса моста від переміщення другого колеса. При незалежній підвісці відсутній прямий зв'язок між колесами. Кожне колесо даного моста переміщується незалежно одне від одного.

За типом напрямного пристрою незалежна підвіска поділяється на: важільні підвіски, телескопічні підвіски.

Важільна підвіска – підвіска, напрямний пристрій якої являє собою важільний механізм. Залежно від кількості важелів можуть бути двоважільні і одно важільні, а залежно від площини розташування важелів:

- поперечно-важільні;
- діагонально-важільні;

- поздовжньо-важільні.

Телескопічна підвіска являє собою телескопічний механізм. Гасячу дію в підвісці забезпечує, головним чином, амортизатор. Найбільше розповсюджені гідравлічні амортизатори. За характером роботи розрізняють амортизатори односторонньої та двосторонньої дії. Амортизатори односторонньої дії складають опір і гасять коливання тільки при ході відбою, а двохсторонньої дії – як при ході відбою, так і при ході стиску. За конструктивним признаком розрізняють амортизатори телескопічні і важільні.

За типом пружного елемента підвіски поділяють на:

- підвіски з металічним пружним елементом, ресорні, пружинні, торсіонні;
- підвіски з немателічними пружними: пневматичні, гідропневматичні, гумові;
- комбіновані: ресорно-пружинні, ресорно-пневматичні.

Основні вимоги до підвісок наступні:

Пружна характеристика підвіски повинна забезпечити високу плавність ходу, відсутність ударів, протидію кренам під час повороту, присіданнях при розгоні, поштовхам при гальмуванні автомобіля.

Кінематична схема повинна забезпечити умови для можливої мінімальної зміни колії і кутів установки шворнів та керуючих коліс; спів падання кінематики переміщення коліс кінематиці рульового приводу, включаючи коливання керуючих коліс навколо шворнів.

Забезпечити оптимальну величину затухання коливань кузова і коліс.

Надійність передачі від коліс кузову або рамі поздовжніх і поперечних зусиль та їх моментів.

Малу масу елементів підвіски і особливо не підресорених частин.

Достатню міцність і довговічність деталей підвіски та особливо пружних елементів, які відносяться до числа найбільш навантажених деталей автомобіля.

Найбільше розповсюдження на вантажних автомобілях здобули металічні пружні елементи. Листова ресора являє собою набір листів, які складають пружний елемент, з'єднуючий підресорену і не підресорену масу автомобіля. Основні недоліки листових ресор – невисока довговічність, велика металомісткість і практично лінійна пружна характеристика, яка не дозволяє забезпечувати необхідну плавність руху. Ці недоліки ресорної підвіски особливо різко проявляються під час експлуатації в поганих дорожніх умовах. В цих умовах термін служби ресор в декілька разів менший терміну служби інших агрегатів автомобіля.

Типи і конструкції пневматичних підвісок різноманітні. Основні види сталевих пружних елементів вже установлені (листова ресора, циліндрична пружина, торсіон), а у відношенні пневматичних ще ідуть розробки найбільш раціональних форм. Різні можуть бути і цілі, які ставлять при заміні в підвісці сталевих пружних елементів пневматичними. В деяких випадках основною ціллю являється підвищення плавності ходу автомобіля, в інших – збільшення плавності і довговічності. Деякі типи пневматичних підвісок мають специфічні переваги та недоліки і залежно від цього раціональні області їх застосування.

Порівняно з підвісками із сталевими пружними елементами пневматична підвіска має наступні переваги:

В більшості випадків може бути досягнута нелінійна прогресивна характеристика, що підвищує плавність ходу, зменшує можливість ударів. Характеристика сталевих пружних елементів лінійна і потрібна прогресивність характеристики досягається за рахунок ускладнення її конструкції.

Легко досягається автоматичне регулювання жорсткості і динамічності ходу підвіски з врахуванням умов навантаження, в зв'язку з цим збільшується можливість покращення плавності ходу та покращуються інші експлуатаційні показники.

За однакових розмірів пневматичного пружного елемента, змінюючи тиск повітря в ньому, можна отримати елементи різної вантажопідйомності, що розширює можливості застосування даної конструкції.

Пневматичні пружні елементи деяких типів мають надзвичайно високу довговічність, яка при сталених пружних елементах може бути досягнута лише при значному збільшенні маси і розмірів.

Легко виконується автоматичне регулювання стабільності рівня рами відносно поверхні дороги незалежно від величини статичного навантаження.

У зв'язку з постійною стабільністю положення рами полегшується розв'язок задачі забезпечення правильної кінематики підвіски і рульового приводу, знижується центр мас розвантаження автомобіля, а це означає покращення його стійкості.

Легко виконується примусове регулювання положення рами відносно дороги, в результаті чого збільшується прохідність.

Теорія. Експериментальні дослідження та практичний досвід вказують, що для забезпечення нормальної плавності ходу необхідно в першу чергу виконувати наступні умови:

Власна частота коливань підресорених мас автомобіля повинна бути достатньо низькою. Підвіска повинна мати достатньо динамічну енергоємність і динамічний хід, щоб під час руху по нерівних дорогах уникнути ударів. Найкращим вимогам відповідає пневморесорна підвіска, яка є проміжною між ресорною підвіскою та пневматичною. За конструктивними параметрами та розрахунками ця підвіска є кращою ніж ресорна.

Отже. Для покращення техніко-експлуатаційних показників автомобіля IVECO EURO CARGO 75E ми пропонуємо обладнати його ресорно-пневматичною підвіскою.

2.2. Особливості будови удосконалення та його компоновка

Переобладнання автомобіля з ресорної на ресорно-пневматичну підвіску повинно здійснюватись з мінімальними конструктивними змінами в шасі. З ці-

єю метою елементи попередньої підвіски слід використати по можливості в удосконаленій.

Запропонована підвіска складається з пневмоприводу, пружних елементів та елементів їх кріплення.

До пружних елементів відносяться – мало листові передні і задні ресори 17 (арк. 2), два передні пневмобалони і чотири задніх 12. Для гасіння коливань підресореної маси, яка припадає на задню вісь, додатково встановлюються по два гідравлічних амортизатори 7 двосторонньої дії.

Для підтримування тиску в пневмобалонах використовується існуючий пневмопривід гальмівної системи. Для регулювання тиску в пневмобалонах залежно від завантаження автомобіля в систему включено три регулятори тиску 26 (арк. 3). Крім цього, дані регулятора виконують функцію вирівнювання кузова за рахунок одночасної зміни тиску в балонах правої або лівої сторони автомобіля. Щоб не попадали олива і волога в балони підвіски і гальмівні камери в пневмосистему включено два маслловловлювачі 28. Для попередження втрат повітря у випадку пошкодження пневмоприводу підвіски встановлено зворотній клапан 29. Для з'єднання елементів пневмопідски використовуються стандартні пневмопроводи і шланги.

Пневмобалони задньої підвіски монтуються на окремо виготовленій рамі, вигляд і розмір якої зображені на арк. 4. Рама стрем'янками кріпиться до корпусу заднього моста. Одинарні пневмобалки за допомогою спеціальних болтів нижньою частиною кріпляться до рами підвіски, а верхньою частиною кріпляться болтами до рами автомобіля. Для обмеження ходу підвіски встановлені обмежники ходу відбору 9, які виготовлені з троса і кріпляться одним кінцем до рами автомобіля, а другим кінцем через буфер 15 до рами підвіски.

Мало листові ресори 17 середньою частиною кріпляться стрем'янками до корпусу заднього моста, передній кінець кріпиться до рами автомобіля через кронштейн 6, а задній через кронштейн 11. Задній кінець ресори в кронштейні не защемлений.

Амортизатори 7 верхньою частиною з'єднуються з рамою автомобіля через кронштейн 8 за допомогою пальців з гумовими втулками, а нижньою з рамою пневмобалонів таким же способом як і з рамою автомобіля.

Пневмобалони передньої підвіски нижньою частиною кріпляться до балки переднього моста, а верхньою частиною до поперечини, яка приварюється до рами автомобіля.

2.3. Принцип роботи ресорно-пневматичної підвіски

Система подачі повітря і регулювання підвіски автомобіля IVECO EURO CARGO 75E зображена на **арк. 3**. Повітря з компресора 1 через балон відокремлення конденсату 4, подвійний захисний клапан, зворотній клапан 29 подається до регуляторів положення кузова передньої і задньої підвіски 26. Від регуляторів положення кузова у відповідні пневмобалони 27 підвісок.

У випадку руху завантаженого автомобіля по горизонтальній дорозі, за рахунок зменшення віддалі між підресореною і не підресореною масами важіль діє на золотник регулятора. Тоді пневмобалони підвіски з'єднуються з пневмосистемою. Стиснуте повітря через регулятор поступає в пневмобалони. Проходить збільшення їх висоти до розміру при якому золотник за допомогою важеля відключить балони від системи. В процесі розвантаження автомобіля повітря в пневмобалонах розширюється. При цьому спрацьовує золотник регулятора і повітря з пневмобалонів виходить в атмосферу, до тих пір, поки їх висота не зменшиться до номінальної.

У випадку руху автомобіля по схемі і на повороті вирівнювання кузова проходить аналогічно вищеописаного. Та сторона кузова у якій зменшилась віддаль між рамою і заднім мостом піднімається за рахунок подачі стиснутого повітря через регулятор в пневмобалони, а друга сторона кузова опускається за рахунок зменшення тиску в них.

3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок рами пневмобалонів задньої підвіски

В рамі пневмобалонів задньої підвіски (рис. 3.1) розглянемо дві консольні балки 1 і статично невизначену раму 2, утворену кінцями повздовжніх балок і поперечною балкою. Через те, що рама 2 більш навантажена ніж консолі балки 1 розрахунок проводимо тільки для рами 2.

Поперечна балка навантажена згинаючими моментами, які показано на епюрі (рис. 3.2). Максимальний згинний момент діє в консольній частині поперечної балки, який становить:

$$M_1 = Q \cdot a, \quad (3.1)$$

де Q – розрахункове навантаження на один пневматичний пружний елемент;

a – довжина консолі поперечної балки.

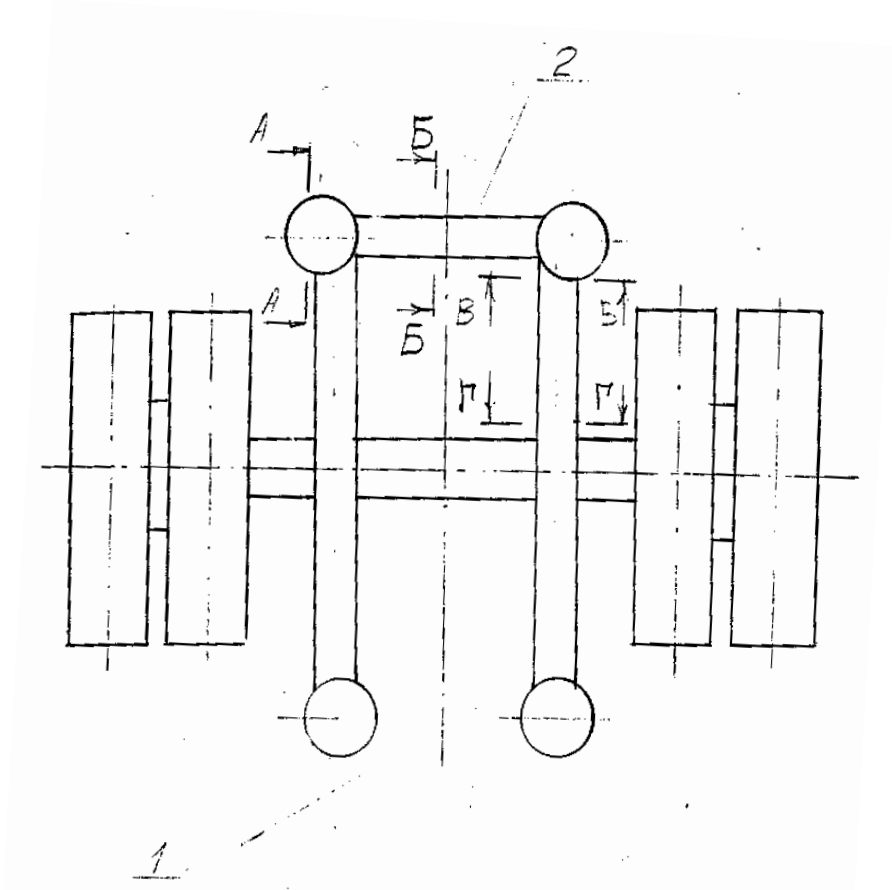


Рисунок 3.1 - Схема рами пневмобалонів задньої підвіски

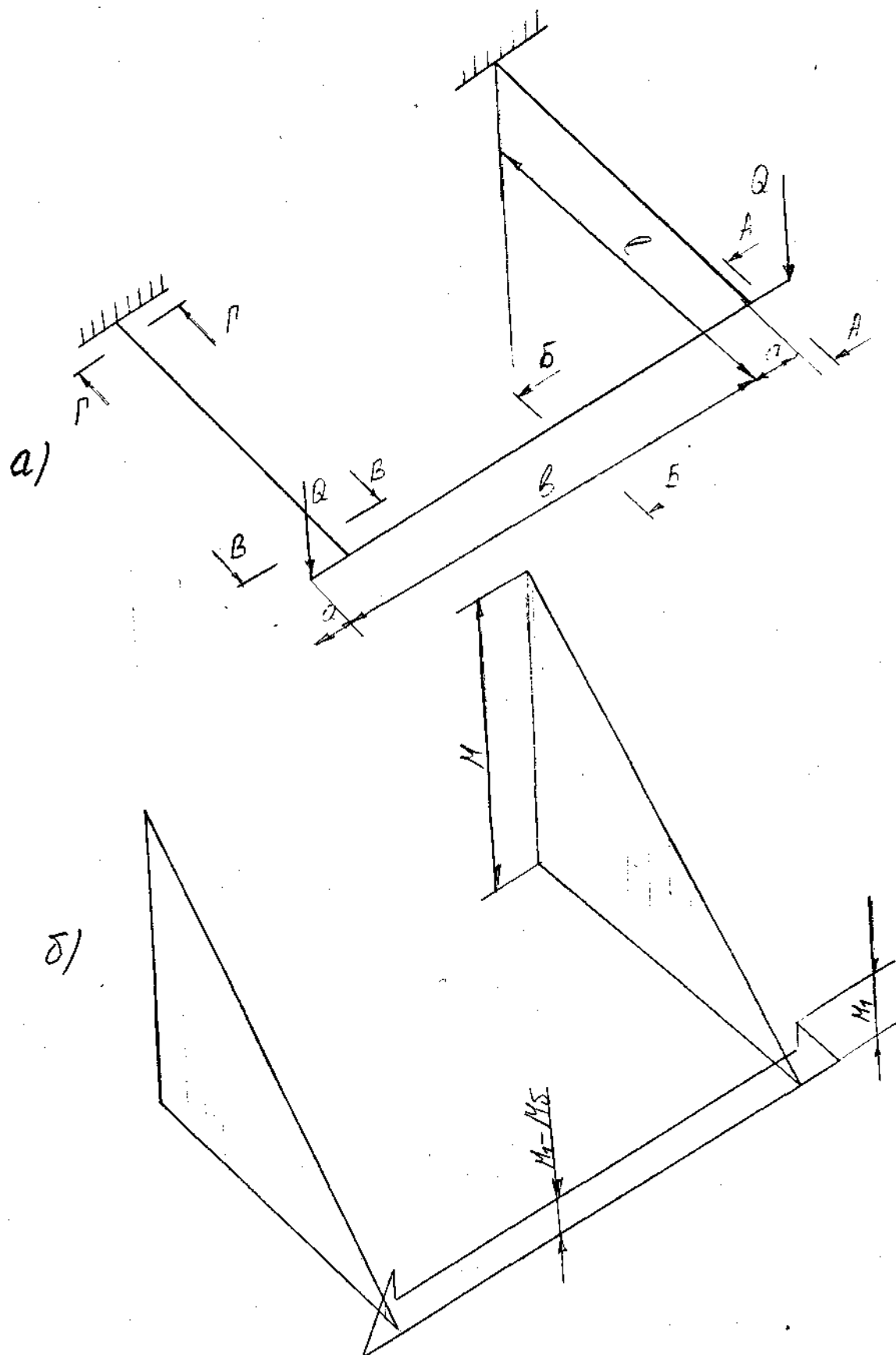


Рисунок 3.2 - а) розрахункова схема статично-невизначеної рами;
 б) епюра згинаючих моментів

Навантаження на один пневматичний пружний елемент, визначається за формулою

$$Q_{cm} = \frac{Q_{zn} - Q_{nn} - 2Q_p}{n}, \quad (3.2)$$

де Q_{zn} – навантаження, яке передається на дорогу через задню вісь при максимальному навантаженні;

Q_{nn} – вага не підресорених мас задньої підвіски;

Q_p – навантаження, яке передається на одну ресору задньої підвіски;

n – кількість пневмобалонів задньої підвіски.

Згинний момент в середній частині передньої балки

$$M_z = Q \cdot a - M_\delta,$$

де M_δ – згинний момент, який виникає від реактивної дії повздовжньої балки рами пневмобалонів.

Згинний момент від реактивної дії повздовжньої балки пневмобалонів визначається за формулою

$$M_\delta = \frac{Q \cdot a \cdot b}{b + \frac{E \cdot I \cdot S \cdot l}{2\sigma \cdot \omega^2 \cdot \delta}}, \quad (3.4)$$

де E – модуль пружності при розтягуванні стиску;

σ – модуль пружності при крученні;

I – момент інерції перерізу середньої частини поперечної балки;

S – периметр середньої лінії перерізу повздовжньої балки;

l – довжина повздовжньої балки;

ω – площа прямокутника, отриманого середньою лінією перерізу повздовжньої балки.

Повздовжня балка навантажується згинним моментом (рис. 3.2) і крутним моментом M_δ .

Напруження згину в балках визначається за формулою

$$\sigma_{1,2} = \frac{M}{W_{1,2}}, \quad (3.5)$$

де σ_1 – напруження згину для крайніх волокон балки на розтяг;

σ_2 – напруження згину для крайніх волокон балки на стиск;

W_1 – момент опору згину перерізу балки для крайніх волокон працюючих на розтяг;

W_2 – момент опору згину перерізу балки для крайніх волокон працюючих на стиск.

Напруження кручення в балці визначається за формулою

$$\tau = \frac{M_b}{2\omega \cdot \delta} \quad (3.6)$$

Еквівалентні напруження для повздовжніх балок визначаються за формулою:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma_{1,2}^2 + 3\tau^2}. \quad (3.7)$$

Умова міцності балки визначається за наступним виразом

$$\sigma_{екв} = \frac{\sigma_T}{R}. \quad (3.8)$$

де σ_T – межа текучості матеріалу балки;

R – коефіцієнт запасу міцності для конструкційних сталей.

Розрахункове навантаження на один пневматичний пружний елемент визначається за формулою

$$Q = Q_{ст} \cdot k_g, \quad (3.9)$$

k_g – коефіцієнт динамічності;

$Q_{ст}$ – статичне навантаження на один пневматичний пружний елемент.

3.1.1. Вихідні дані для розрахунку

Необхідні для розрахунку розміри рами пневмобалонів, характеристики матеріалу і навантаження приведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані.

№ п/п	Параметр	Символ	Розмірність	Величина
1	2	3	4	5
1	Довжина консолі поперечної балки	a	м	0,032
2	Довжина середньої частини поперечної балки	b	м	0,6
3	Довжина повздовжньої балки	l	м	0,66
4	Модуль пружності для сталі 09Г2:			
	при розтягу-стиску	E	Н/м ²	$2,1 \cdot 10^{11}$
	при крученні	σ	Н/м ²	$0,8 \cdot 10^{11}$
5	Межа текучості для сталі 09Г2	σ_T	МПа	310
6	Коефіцієнт запасу міцності	R		1,4
7	Коефіцієнт динамічності	R_g		2,5
8	Навантаження, яке передається через задню вісь	Q_{3H}	Н	78700
9	Вага підресорених мас задньої підвіски	Q_{HH}	Н	4600
10	Контрольне навантаження на одну ресору задньої підвіски	Q_p	Н	14700
11	Кількість пневмобалонів задньої підвіски	n		4
12	Периметр середньої лінії перерізу повздовжньої балки	S	м	0,56
13	Площа прямокутника, утвореного середньою лінією перерізу повздовжньої балки	ω	м ²	$1,86 \cdot 10^{-2}$
14	Товщина перерізу повздовжньої балки	δ	м	0,005

Основні розміри небезпечних перерізів балок рами пневмобалонів зображено на рис. 3.3, 3.4, 3.5, 3.6.

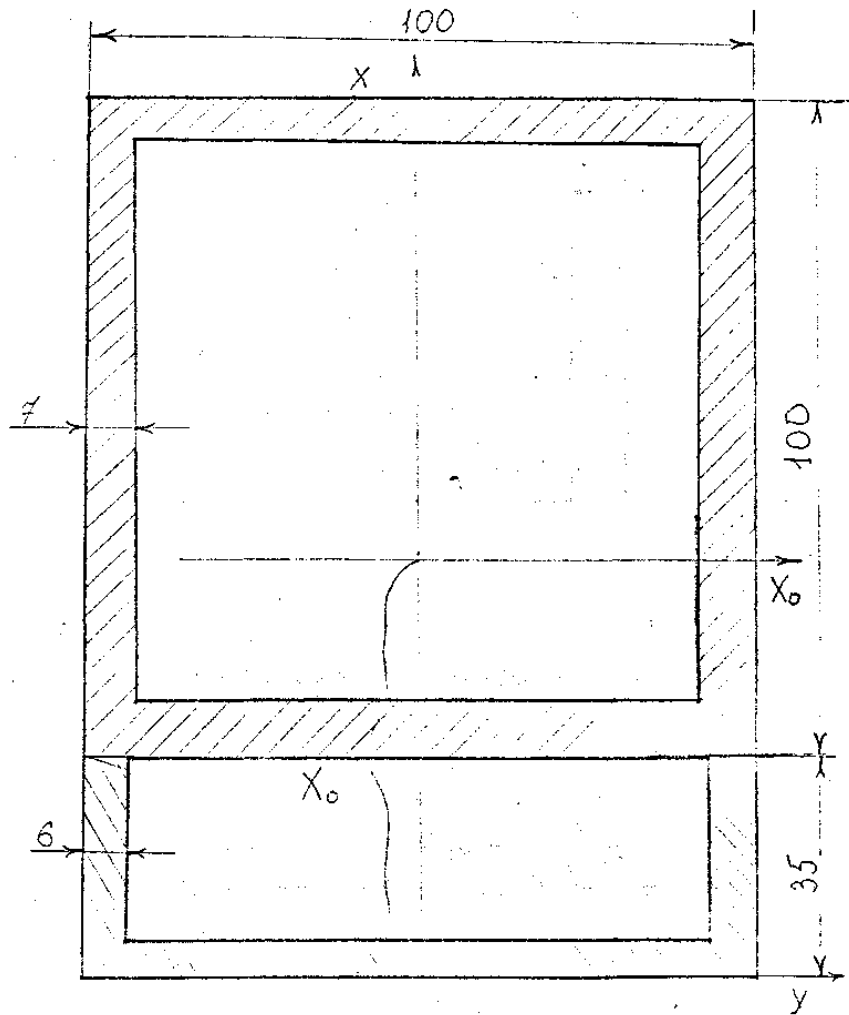


Рисунок 3.3 - Основні розміри перерізу А-А консолі

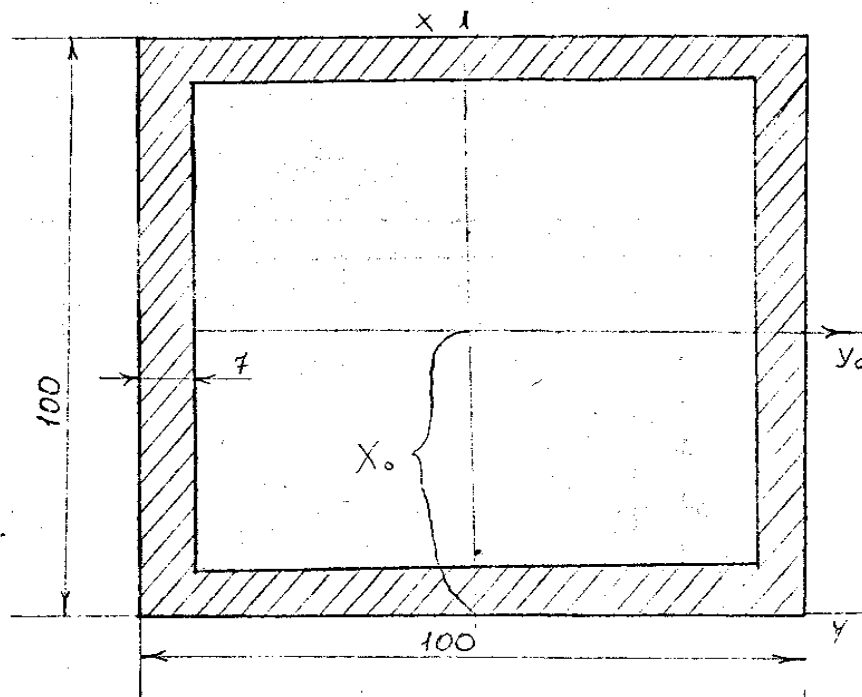


Рисунок 3.4 - Основні розміри перерізу Б-Б

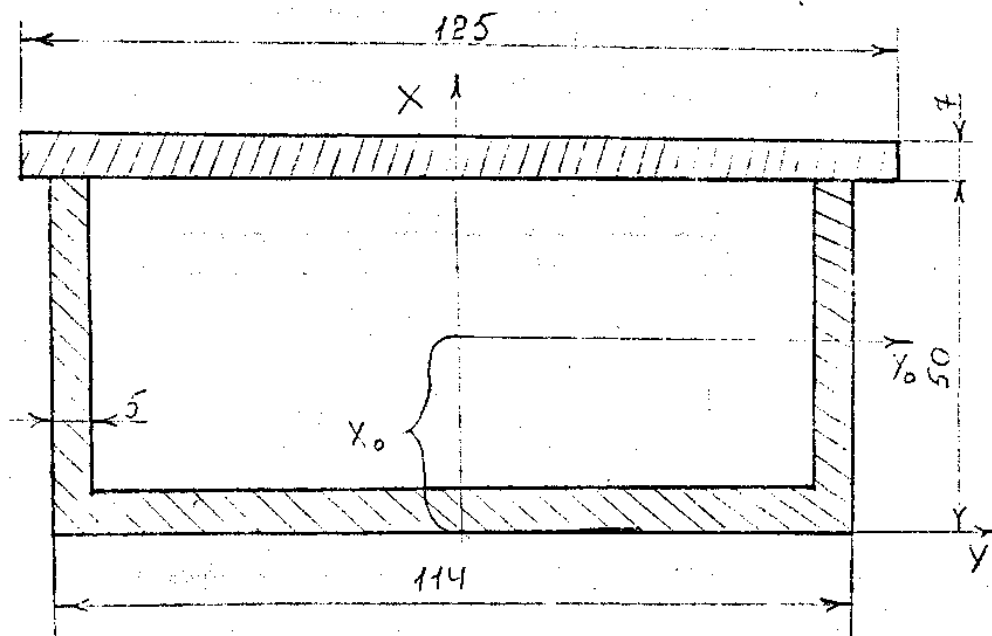


Рисунок 3.5 - Основні розміри перерізу В-В

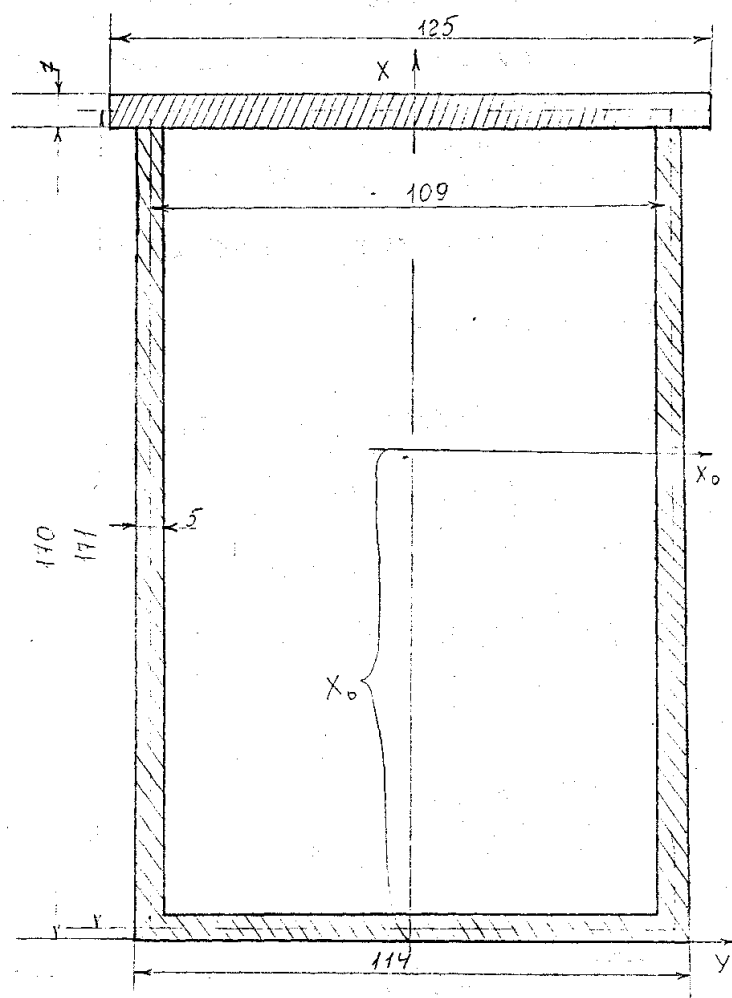


Рисунок 3.6 - Основні розміри перерізу Г-Г

3.2. Розрахунок рами пневмобалонів

Визначаємо статичне навантаження на один пневматичний пружний елемент

$$Q_{cm} = \frac{78700 - 4600 - 2 \cdot 17400}{4} = 9825 \text{ Н.}$$

Визначаємо динамічне навантаження на один пневматичний пружний елемент

$$Q = 9825 \cdot 2,5 = 24560 \text{ Н.}$$

Приймаємо $Q = 24600 \text{ Н.}$

Визначаємо максимальний згинаючий момент, який діє в консольній частині поперечної балки

$$M_1 = 24600 \cdot 0,032 = 787,2 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначаємо геометричні характеристики перерізів: координати центра ваги x_0 , моменти інерції I , момент опору $W_{1,2}$.

Для перерізу А-А:

$$x_0 = \frac{(10 \cdot 10 - 8,6 \cdot 8,6) \cdot 8,5 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,6 \cdot 1,75 + 8,8 \cdot 0,6 \cdot 0,3}{10 \cdot 10 - 8,6 \cdot 8,6 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,6 + 8,8 \cdot 0,6} = 6,48 \text{ см}$$

$$I = \frac{10^4 - 8,6^4}{12} + (10^2 - 8,6^2) \cdot 2,02^2 + 2 \cdot \frac{3,5^3 \cdot 0,6}{12} + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,6 \cdot 4,73^2 + \frac{8,8 \cdot 0,6^2}{12} + 8,8 \cdot 0,6 \cdot 6,18^2 = 782,91 \text{ см}^4$$

$$W_1 = \frac{782,91}{7,02} = 111,5 \text{ см}^3 = 111,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

$$W_2 = \frac{782,91}{6,48} = -120,8 \text{ см}^3 = -120,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

Для перерізу Б-Б:

$$x_0 = 5 \text{ см}$$

$$I = \frac{10^4 - 8,6^4}{12} = 377,5 \text{ см}^4$$

$$W_1 = -W_2 = \frac{377,5}{5} = 75,5 \text{ см}^3 = 75,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 .,$$

Для перерізу В-В:

$$x_0 = \frac{12,5 \cdot 0,7 \cdot 5,35 + 2 \cdot 5 \cdot 0,5 \cdot 2,5 + 10,4 \cdot 0,5 \cdot 0,25}{12,5 \cdot 0,7 + 2 \cdot 0,5 + 10,4 \cdot 0,5} = 3,2 \text{ см}$$

$$I = \frac{12,5 \cdot 0,7^3}{12} + 12,5 \cdot 0,7 \cdot 2,45^2 + 2 \frac{0,5 \cdot 5^3}{12} + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,7 + \frac{10,4 \cdot 0,5^3}{12} + 10,4 \cdot 0,5 \cdot 2,95^2 = 96,1 \text{ см}^4$$

$$W_1 = \frac{96,1}{2,5} = 38,4 \text{ см}^3 = 38,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 ,$$

$$W_2 = -\frac{96,1}{3,2} = 30,03 \text{ см}^3 = 30,03 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 ,$$

Для перерізу Г-Г:

$$x_0 = \frac{12,5 \cdot 0,7 \cdot 17,35 + 2 \cdot 17 \cdot 0,5 \cdot 8,5 + 10,4 \cdot 0,5 \cdot 0,25}{12,5 \cdot 0,7 + 2 \cdot 17 \cdot 0,5 + 10,4 \cdot 0,5} = 10,0 \text{ см}$$

$$I = \frac{12,5 \cdot 0,7^3}{12} + 12,5 \cdot 0,7 \cdot 7,35^2 + 2 \frac{0,5 \cdot 17^3}{12} + 2 \cdot 0,5 \cdot 17 \cdot 1,5^2 + \frac{10,4 \cdot 0,5^3}{12} + 10,4 \cdot 0,5 \cdot 9,75^2 = 1825,7 \text{ см}^4$$

$$W_1 = \frac{1825,7}{7,7} = 237,1 \text{ см}^3 ,$$

$$W_2 = -\frac{1825,7}{10} = -182,57 \text{ см}^3 ,$$

Визначаємо момент від реактивної дії повздовжньої балки пневмобалонів

$$M_{\delta} = \frac{24600 \cdot 0,032 \cdot 0,6}{0,6 + \frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 377,5 \cdot 10^{-8} \cdot 0,66 \cdot 0,66}{2 \cdot 0,8 \cdot 10^{11} \cdot (1,86 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0,005}} = 255,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо згинний момент в середній частині поперечної балки

$$M_2 = 787,2 - 255,6 = 531,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо напруження згину σ , напруження кручення τ і еквівалентні напруження $\sigma_{\text{екв}}$ для наступних перерізів:

Переріз А-А:

$$\sigma_1 = \frac{787,2}{111,5 \cdot 10^{-6}} = 7,06 \cdot 10^6 \text{ Па} = 7,06 \text{ МПа},$$

$$\sigma_2 = -\frac{787,2}{120,8 \cdot 10^{-6}} = -6,52 \cdot 10^6 \text{ Па} = -6,52 \text{ МПа},$$

Переріз Б-Б:

$$\sigma_1 = -\sigma_2 = \frac{531,6}{75,5 \cdot 10^{-6}} = 7,04 \cdot 10^6 \text{ Па} = 7,06 \text{ МПа},$$

Переріз В-В:

$$\sigma_1 = \frac{24600 \cdot 0,05}{38,4 \cdot 10^{-6}} = 32,03 \cdot 10^6 \text{ Па} = 32,03 \text{ МПа},$$

$$\sigma_2 = -\frac{24600 \cdot 0,05}{30,03 \cdot 10^{-6}} = -40,96 \cdot 10^6 \text{ Па} = -40,96 \text{ МПа},$$

$$M_{\text{кр}} = M_{\delta} = 255,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\tau = \frac{255,6}{2 \cdot 1,86 \cdot 10^{-2} \cdot 0,005} = 1,37 \cdot 10^6 \text{ Па} = 1,37 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{екв1} = \sqrt{32,03^2 + 3 \cdot 1,37^2} = 32,12 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{екв2} = \sqrt{40,96^2 + 3 \cdot 1,37^2} = 41,03 \text{ МПа};$$

Переріз Г-Г:

$$M = 24600 \cdot 0,66 = 16236 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\sigma_1 = \frac{16236}{237,1 \cdot 10^{-6}} = 68,48 \cdot 10^6 \text{ Па} = 68,48 \text{ МПа},$$

$$\sigma_2 = -\frac{16236}{182,57 \cdot 10^{-6}} = -88,93 \cdot 10^6 \text{ Па} = -88,93 \text{ МПа},$$

$$\tau = 1,37 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{екв1} = \sqrt{68,48^2 + 3 \cdot 1,37^2} = 68,52 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{екв2} = \sqrt{88,93^2 + 3 \cdot 1,37^2} = 88,96 \text{ МПа};$$

Визначаємо допустимі напруження згину для сталі 09Г2 на розтягнутих волокнах

$$[\sigma] = \frac{310}{1,4} = 221,4 \text{ МПа}.$$

Отримана величина для напружень розтягу при згині.

Допустимі напруження стиску для згину в 1,27 – 1,3 рази більші

$$[\sigma_{ст}] = 221,4 \cdot 1,27 = 281,2 \text{ МПа}.$$

Напруження на стиснутих волокнах. Розраховані напруження розтягу і стиску при згині в розглянутих перерізах рами пневмобалонів задньої підвіски не перевищують допустимих.

3.3. Розрахунок малолістових ресор для передньої і задньої підвісок

Мета розрахунку – визначення основних геометричних розмірів малолістових ресор передньої і задньої підвісок автомобіля IVECO EUROCARGO 75E .

Враховуючи те, що проєктовані ресори повинні бути уніфіковані за основними параметрами з серійними багатолістовими ресорами, застосованими на автомобілі IVECO EUROCARGO 75E приймаємо для розрахунку наступні дані.

Контрольне навантаження

- на передню ресору, $Q_{к, Н} = 9400$
- на задню ресору, $Q_{к, Н} = 17400$

Необхідна жорсткість

- передньої ресори, $C, Н/см = 7500$
- задньої ресори, $C, Н/см = 7430$

Динамічний прогин ресори становить

$$f_{дин} = 1,2f_{ст},$$

де $f_{ст}$ – прогин ресори від контрольного навантаження.

Робоча довжина ресори в випрямленому стані

- передньої ресори, $L_p, мм = 1710,$
- задньої ресори, $L_p, мм = 1710,$

Довжина передніх кінців

- передньої ресори, $L, мм = 855,$
- задньої ресори, $L, мм = 855,$

Довжину ділянки постійного перерізу в центральній частині прокату (рис. 3.7), товщину прокату на кінцях n_0 , довжину ділянки з лінійним законом зміни товщини Q , довжину неробочих кінців ресори l приймаємо конструктивно

$$d = 160 \text{ мм}, h_0 = 12 \text{ мм}, l = 48 \text{ мм}.$$

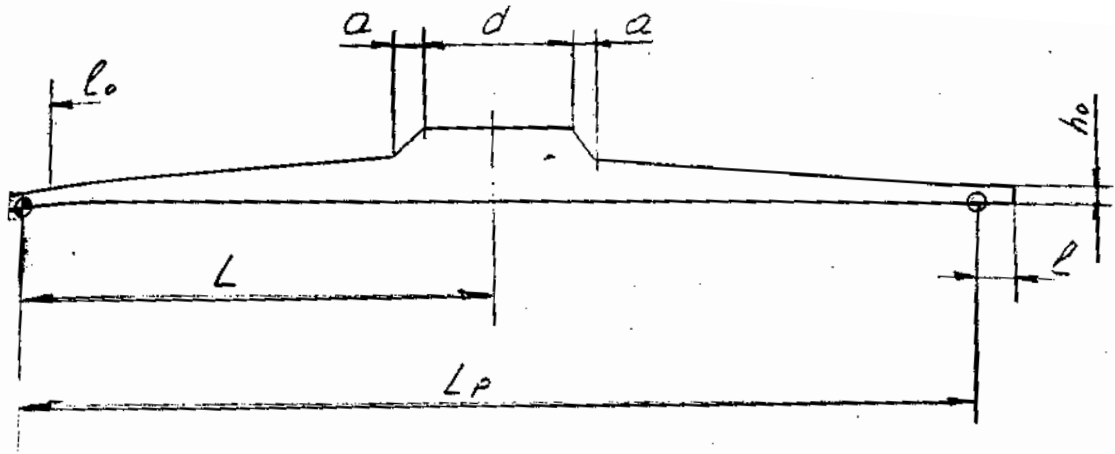
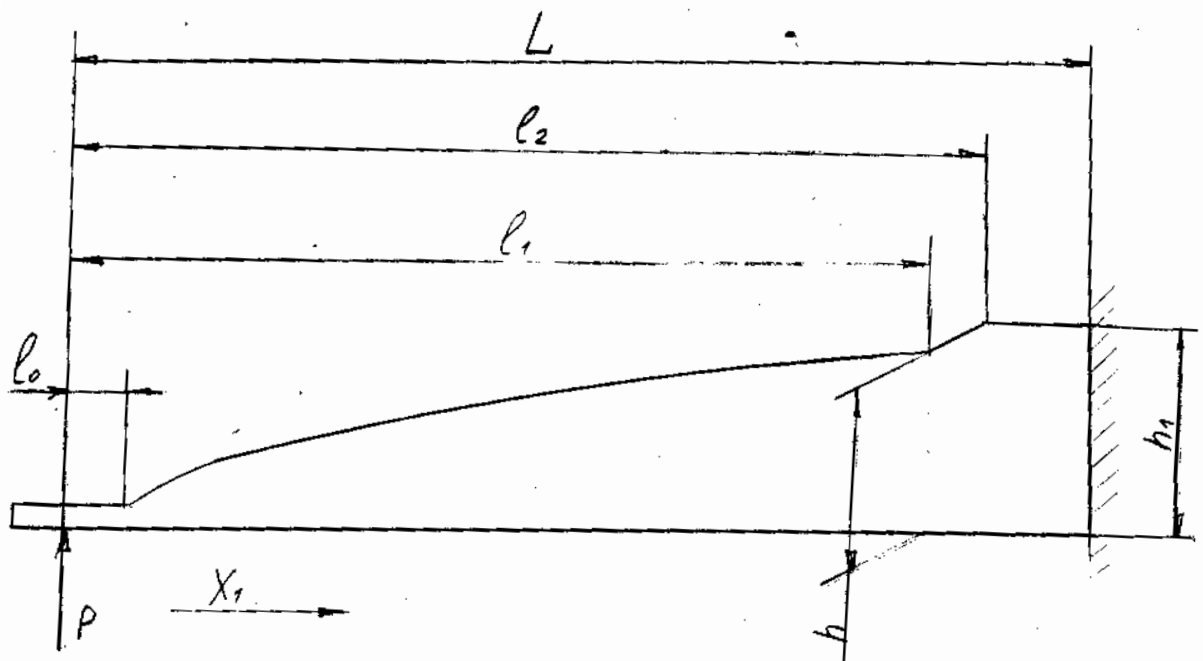


Рисунок 3.7 - Прокат для листової ресори

Рисунок 3.8 - Розрахункова схема листа мало листової ресори



3.3.1. Визначення розрахункових параметрів

З метою спрощення розрахунків приймаємо ряд припущень:

- ширина листа прокату по всій довжині постійна і відповідає ширині серійних ресор – 90 мм;

- навантаження порівну розподіляється між листами і по кінцях розрахункової довжини.

Визначаємо кількість листів виходячи з умови, що на кожний лист всіх ресор повинно діяти приблизно одне навантаження. Навантаження на половину кожної ресори визначається за формулою:

$$Q = \frac{Q_k}{2n}, \quad (3.11)$$

де n – кількість листів в ресорі.

Результати приведені в таблицях 3.2 і 3.3

Таблиця 3.2 - Навантаження на $\frac{1}{2}$ листа для передньої ресори

Навантаження на ресору, Q_k , Н	Навантаження на $\frac{1}{2}$ листа, Н				
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
9400	4700	2350	1566,7	1175	940

Таблиця 3.3 - Навантаження на $\frac{1}{2}$ листа для задньої ресори

Навантаження на ресору, Q_k , Н	Навантаження на $\frac{1}{2}$ листа, Н				
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
17400	8700	4350	2900	2175	1740

Ця умова виконується при навантаженні

$$Q = 4700 \div 4350 \text{ Н}$$

- передня ресора – однолистова ($n=1$);
- задня ресора – дволистова ($n=2$)

Параметри листа ресори визначаємо за більшим навантаженням на лист, а саме $Q = 4700 \text{ Н}$

Орієнтовано приймаємо допустимі напруження в середній частині листа $[\sigma]=500 \text{ Н/мм}^2$.

Визначаємо розмір h_1 , з рівняння чистого згину

$$h_1 = \sqrt{\frac{6 \cdot Q \cdot L}{[\sigma] \cdot b}}, \quad (3.12)$$

$$h_1 = \sqrt{\frac{6 \cdot 4700 \cdot 855}{500 \cdot 90}} = 23,15 \text{ мм.}$$

Приймаємо $h_1=24$ мм.

Напруження в листі на ділянках рівного опору

$$\sigma = \frac{6 \cdot Q \cdot l_0}{b \cdot h_0^2} \quad (3.13)$$

Для передньої ресори

$$\sigma = \frac{6 \cdot 4700 \cdot 150}{90 \cdot 12^2} = 326,4 \text{ Н / мм}^2 \text{ (МПа)}$$

Для задньої ресори

$$\sigma = \frac{6 \cdot 4350 \cdot 150}{90 \cdot 12^2} = 302,1 \text{ Н / мм}^2 \text{ (МПа)}$$

Закон зміни товщини на параболічних ділянках кожного листа

$$h_x = \sqrt{\frac{6 \cdot Q \cdot x_1}{\sigma \cdot b}}, \quad (3.14)$$

$$h_x = \sqrt{\frac{6 \cdot 4700 \cdot x_1}{500 \cdot 90}} = \sqrt{0,6267 x_1},$$

де x_1 – перемінна величина $l_0 \leq x_1 \leq l_1$, див. рис. 3.8.

Оскільки технічною базою відліку є середина періодичного прокату рівняння приймає вигляд

$$h_x = \sqrt{0,6267(855 - x)}, \quad (3.15)$$

де $d/2 + a \leq x \leq L_p/2 - l_0$.

Товщина параболічної ділянки в місці переходу на лінійний закон зміни товщини

$$h = \sqrt{0,6267(855 - 100)} = 21 \text{ мм.}$$

3.3.2. Визначення контрольного прогину

Визначаємо контрольний прогин ресор методом Мора. Даний випадок приводить до інтегралу

$$f = \sum_{m=1}^m \int_{l_m}^{l_{m+1}} \frac{Q \cdot x^2}{E \cdot I_x} dx, \quad (3.16)$$

де m – число ділянок з різними законами зміни січення;

E – модуль пружності, $E = 2,1 \cdot 10^5$ Н/мм²;

I_x – момент інерції січення на кожній ділянці.

Після інтегрування для даного випадку отримуємо:

$$f = \frac{4Q}{E \cdot b} \left[\left(\frac{l_0}{h_0} \right)^3 + \frac{2l_1^{3/2}}{h^3} (l_1^{3/2} - l_2^{3/2}) + A + \frac{l^3 - l_2^3}{h_1^3} \right]$$

де

$$A = \frac{3}{\frac{h_1 - h}{l_2 - l_1}} \left[l_n h_1 + \frac{2 \left(h - l_1 \frac{h_1 - h}{l_2 - l_1} \right)}{h_1} - \frac{\left(h - l_2 \frac{h_1 - h}{l_2 - l_1} \right)^2}{2h_1^2} - l_n h - \frac{2 \left(h - l_1 \frac{h_1 - h}{l_2 - l_1} \right)}{h} + \frac{\left(h - l_2 \frac{h_1 - h}{l_2 - l_1} \right)^2}{2h^2} \right] \quad (3.17)$$

З рис. 3.7 видно, що

$$l_1 = L - \frac{d}{2} - a, \quad (3.18)$$

$$l_2 = L - \frac{d}{2}. \quad (3.18)$$

$$l_1 = 855 - \frac{160}{2} - 20 = 755 \text{ мм},$$

$$l_2 = 855 - \frac{160}{2} = 775 \text{ мм}.$$

Підставимо в формулу (3.17) числові значення і отримаємо прогин під контрольним навантаженням:

$$A = \frac{3}{24-21} \left[l_n 24 + \frac{2 \left(21 - 755 \frac{24-21}{775-755} \right) \left(21 - 755 \frac{24-21}{775-755} \right)^2}{24} - \frac{\left(21 - 755 \frac{24-21}{775-755} \right)^2}{2 \cdot 24^2} - l_n 21 - \frac{2 \left(21 - 755 \frac{24-21}{775-755} \right) \left(21 - 755 \frac{24-21}{775-755} \right)^2}{21} + \frac{\left(21 - 755 \frac{24-21}{775-755} \right)^2}{2 \cdot 21^2} \right] = 70 \text{ мм.}$$

Для передньої ресори

$$f = \frac{4 \cdot 9400}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 90} \left[\left(\frac{100}{12} \right)^3 + \frac{2 \cdot 755^{3/2}}{21^3} (755^{3/2} - 100^{3/2}) + 70 + \frac{855^3 - 775^3}{24^3} \right] = 132,4 \text{ мм}$$

Для задньої ресори

$$f = \frac{4 \cdot 17400}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 90} \left[\left(\frac{100}{12} \right)^3 + \frac{2 \cdot 755^{3/2}}{21^3} (755^{3/2} - 100^{3/2}) + 70 + \frac{855^3 - 775^3}{24^3} \right] = 122,5 \text{ мм}$$

Визначаємо жорсткість ресор за формулою

$$C = \frac{Q_k}{f}, \quad (3.20)$$

$$\text{передньої } C = \frac{9400}{13,24} = 710 \text{ Н/см},$$

$$\text{задньої } C = \frac{17400}{12,25} = 1420 \text{ Н/см}.$$

3.3.3. Визначення напруження в ресорі

Динамічне навантаження на ресору визначаємо за формулою

$$Q_{дин} = C \cdot 1,2 \cdot f, \quad (3.20)$$

передню

$$Q_{дин} = 710 \cdot 1,2 \cdot 13,24 = 11280 \text{ Н}$$

задню

$$Q_{дин} = 1420 \cdot 1,2 \cdot 12,25 = 20874 \text{ Н}$$

Напруження на ділянках рівного опору визначаємо за формулою:

$$\sigma_{\max} = \frac{6 \cdot Q_{\text{дин}} \cdot l_2}{2 \cdot n \cdot b \cdot h^2} \quad (3.22)$$

Для передньої ресори

$$\sigma_{\max} = \frac{6 \cdot 11280 \cdot 755}{2 \cdot 1 \cdot 90 \cdot 21^2} = 643,71 \text{ Н / мм}^2.$$

Для задньої ресори

$$\sigma_{\max} = \frac{6 \cdot 20874 \cdot 755}{2 \cdot 2 \cdot 90 \cdot 21^2} = 595,61 \text{ Н / мм}^2.$$

Тимчасовий опір розриву приймаємо $\sigma_s = 1600 \text{ Н / мм}^2$ для сталі 55С2ГФ

3.3.4. Розрахунок навантаження осадки ресори

Навантаження осадки ресори визначаємо за формулою

$$P_{oc} = \frac{2 \cdot n \cdot 0,85 \cdot \sigma_s \cdot b \cdot h^2}{6 \cdot l_1}, \quad (3.23)$$

Для передньої ресори

$$P_{oc} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1600 \cdot 90 \cdot 21^2}{6 \cdot 755} = 23830,8 \text{ Н}$$

Для задньої ресори

$$P_{oc} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 1600 \cdot 90 \cdot 21^2}{6 \cdot 755} = 47661,6 \text{ Н}.$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану охорони праці в підприємстві

Організація робіт в підприємстві з покращення стану охорони праці починається з введення в дію «Положення про охорону праці». Дане положення дотримується шляхом прийняття рішення правління підприємства про призначення осіб, які відповідають за охорону праці по галузях, відділеннях, цехах, бригадах. Це рішення доводять до відома відповідальних осіб і знайомлять їх з обов'язками по охороні праці.

Основною відповідальною особою за охорону праці в підприємстві є інженер по охороні праці. Крім того, відповідальність за дотримання правил техніки безпеки і охорони здоров'я несуть: голова підприємства, головний інженер, а також керівники всіх виробничих підрозділів.

Для забезпечення відповідних умов праці і побуту ведеться паспортизація умов праці на основі якої складаються комплексні плани соціального розвитку і охорони праці, а також стандарти по безпеці праці. Цими документами керуються всі члени підприємства при проведенні сільськогосподарських робіт.

Для проведення необхідного інструктажу при вступі робітника на місце роботи в підприємстві створені кабінети з охорони праці на тракторних бригадах, а також кутки охорони праці на тваринницьких фермах. Але дуже часто інструктажі по техніці безпеки проводяться не своєчасно і в багатьох випадках формально.

Для підтримання належного рівня гігієни праці створені санітарно-побутові приміщення, які обладнані відповідно умивальниками, шафами для одягу, а також відведені місця для відпочинку.

З метою запобігання професійних захворювань щорічно проводяться медогляди, які дозволяють виявити відхилення в стані здоров'я робітників і запобігти їх розвитку.

Протягом трьох минулих років в підприємстві не спостерігалось випадків виробничого травматизму і професійних захворювань, грубих порушень техніки безпеки.

Дотримуються вимоги з охорони праці під час транспортних робіт, правила пожежної безпеки при збиранні врожаю та ремонтних роботах.

4.2. Безпека праці під час роботи на автотранспорті

Перед випуском автомобілів в рейс відповідальна особа за випуск технічно справних транспортних засобів, зобов'язана ретельно перевірити їх придатність до роботи: справність кермового механізму, зчеплення, дію гальм, правильність укладання та кріплення вантажу та його масу, провести інструктаж з водієм, уточнюючи при цьому порядок руху, особливості маршруту тощо.

Кермове керування вважається справним, коли люфт на кермовому колесі не перевищує 25° , кріплення картера і кермової колонки справні і нормально затягнуті.

Гальмівна система повинна забезпечувати гальмівний шлях не більше 21,2 м при початковій швидкості 40 км/год.

Електрообладнання повинно забезпечувати надійну роботу всіх систем: освітлення, сигналізації та запалення.

Стоянкове гальмо повинно утримувати завантажений автомобіль на ухилі 16%.

Забороняється виїхати на лінію, якщо протектор шини має глибину малянку по центру бігової доріжки менше 1 мм. Забороняється експлуатувати шини, які по розміру в допустимому навантаженні не відповідають моделі даного автомобіля, а тиск в шинах не відповідає нормі. Колеса повинні мати правильне сходження і розвал.

Безпека при роботі транспортного агрегату суттєво залежить від виду і властивостей вантажів.

За ступенем небезпеки відповідно до існуючих стандартів усі вантажі поділяються на сім груп: 1 – вантажі мало небезпечні (товари широкого вжитку, запасні частини до тракторів і сільськогосподарських машин, овочі, продукти харчування, будівельні матеріали); 2 – горючі речовини (бензин, гас, дизельне паливо, нафта); 3 – пилоподібні і гарячі вантажі (цемент, вапно, мінеральні добрива, асфальт, бітум); 4 – обпікаючі рідини (кислоти, луги); 5 – балони із зрідженим і стисненим газом; 6 – вантажі, небезпечні за розмірами лісоматеріали, метали, залізобетонні балки); 7 – вантажі особливо небезпечні (пестициди, вибухові речовини).

Кожна із зазначених груп вантажів вимагає особливих заходів при безпечному їх перевезенні.

Вантажі 1-ої групи можна розміщувати у різній тарі або без неї. Такі вантажі щільно укладають у кузовах без проміжків.

В окремих випадках у проміжках можна встановлювати дерев'яні підкладки або розпірки. Висота вантажів в кузові не повинна перевищувати допустимий вертикальний габарит для транспортного засобу (не більше 3,8 м).

Вантажі 2-ої групи завантажують і розвантажують лише механізованим способом. Посудини з цими вантажами повинні бути герметичними і розміщуватись в кузові корками вгору, а при зливанні рідини, посудини заземлюють.

Вантажі 3-ої групи розміщують у кузовах рівномірно на рівні бортів. Відкриті кузова з пилоподібними вантажами накривають брезентом, а працівників транспортного засобу забезпечують необхідними засобами захисту очей і органів дихання. Вантажі 4-ої групи перевозяться спеціальним транспортом. Вантажі 5-тої групи перевозять у металевих і дерев'яних контейнерах. Балони в контейнерах можна встановлювати вертикально або горизонтально. Одночасно перевозити балони з киснем і ацетиленом чи навіть порожні з-під них не допускається.

Вантажі 6-ої групи навантажують і перевозять лише в кузовах автомобілів при знятих бортах, але при наявності спеціальних пристроїв (стояків). Вантажі 7-ої групи перевозять у спеціальних автомобілях.

4.3. Пожежна безпека

Пожежна профілактика – комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, запобігання пожежам, обмеження її поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

Заходи пожежної профілактики здійснює пожежна служба підприємства, яку очолює командир добровільної дружини. В її розпорядженні пожежна машина і набір засобів пожежогасіння. Пожежна техніка розміщена в приміщенні пожежного депо, де встановлено цілодобове чергування водіїв пожежного автомобіля.

З метою пожежної безпеки при збиранні врожаю зернових створюється ланка по підготовці поля до збирання. Ланка виконує роботи по скошуванню і пріорюванню протипожежних смуг.

Зернозбиральні комбайни і автомобілі обладнують вогнегасниками, а автомобілі, що перевозять зерно додатково обладнуються іскрогасниками.

В місці заправки транспортних засобів встановлено протипожежні щити, бочки з водою, ящики з піском і вогнегасники. В підприємстві створений відповідний запас води, що включає пожежні водоймища і водонапірні башти.

4.4. Виробнича санітарія

Виробнича санітарія включає ряд заходів санітарно-гігієнічного порядку. Санітарно-гігієнічні заходи направлені на підтримання чистоти, порядку, особистої гігієни, санітарної культури на всіх робочих місцях, в побутових і допо-

міжних приміщеннях, на території майстерні і тракторної бригади. Приміщення майстерні потрібно щоденно прибирати, а приміщення загального призначення необхідно прибирати з застосуванням 1% -го розчину хлорного вапна лише вологим способом. В приміщенні необхідно встановити бачок для питної води. Воду необхідно заливати щоденно, переварену.

Перед прийманням їжі необхідно добре вимити руки, а працівники, які працюють в акумуляторному і бляхарському відділах, на складі отрутохімікатів, повинні ще прополоскати водою рот.

Не можна змивати з рук бруд органічними розчинами, хлорним вапном, каустичною содою, піском, тирсою. Це призводить до пошкодження шкіри, різного її обезжирення, внаслідок чого виникають тріщини і утворюються умови для різних шкірних захворювань.

Всі працюючі забезпечуються спецодягом, взуттям та засобами індивідуального захисту в залежності від токсичності хімічних препаратів і їх препаративних норм.

На місцях проведення робіт з пестицидами забороняється вживати їжу, пити, палити. Для цього відводяться спеціальні місця, де повинні бути вода для миття рук, мило, рушник, аптечка медичної допомоги.

У першому кварталі року спеціалісти підприємства повинні перевіряти готовність техніки до робіт з представниками технічної інспекції.

4.5. Пропозиції з покращення умов охорони праці в підприємстві

Суттєвих порушень правил техніки безпеки за останні три роки не було, проте ряд недоліків у підприємстві мають місце. Недостатній контроль за машинно-тракторним парком. Кожен тракторист чи водій автомашини має мож-

ливість виїзду за межі парку, не маючи дорожнього листа. Бувають випадки зберігання трактора чи автомобіля по місцю проживання водіїв. У зв'язку з цим потрібно налагодити роботу диспетчерської служби, контролювати покази спідометра автомобілів та мотогодин тракторів. В автопарку необхідно покращити умови раці та відпочинку водіїв і обслуговуючого персоналу. Перш за все, встановити вентиляцію в гаражах, майстернях, обладнати кімнати відпочинку всім необхідним. Також потрібно забезпечити працюючих більш удосконаленими, новими транспортними засобами, більш високопродуктивними знаряддями праці.

Всі ці заходи приведуть до покращення здоров'я людей, умов праці, використання автотракторного парку і, як наслідок, до підвищення продуктивності праці.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

За даних економічних умов важливе місце займає питання зниження собівартості продукції. Одним із чинників підвищення ефективності агропромислового виробництва являється зниження транспортних затрат.

Для автомобільного транспорту сільськогосподарських підприємств одним з показників, який комплексно відображає ефективність його використання являється собівартість перевезення вантажів. В ньому відображаються кількісні і якісні результати виробничої діяльності автотранспорту, вантажообігу автопарку, затрати в процесі їх експлуатації, продуктивність праці і рівень організації транспортного процесу. В даний час в агропромисловому виробництві спостерігається тенденція збільшення собівартості перевезень продукції в основному через ріст цін на паливо-мастильні матеріали і запасні частини до автомобілів. Але важливим чинником, який впливає на величину собівартості є рівень експлуатації автомобілів. В нашому випадку пропонуємо покращити техніко-економічні показники за рахунок удосконалення підвіски автомобіля IVECO EUROCARGO

Економічна ефективність удосконаленого автомобіля досягається за рахунок покращення курсової стійкості, плановості ходу та прохідності автомобіля, що в свою чергу дасть можливість збільшити швидкість руху.

5.1. Економічна ефективність впровадження удосконаленої підвіски автомобіля у виробництво

Економічну ефективність удосконаленого автомобіля IVECO EUROCARGO визначаємо у порівнянні з серійним.

Оцінку економічних показників проводимо за умови роботи автомобіля в навчально науковому центрі з врахуванням реальних даних його використан-

ня, існуючих цін на автомобілі, паливо-мастильних матеріалів, нормативів на заробітну плату і коефіцієнтів різного роду відрахувань.

5.1.1. Методика розрахунку економічної ефективності

Річний економічний ефект від експлуатації удосконаленого автомобіля (E_p) в гривнях визначається за формулою:

$$E_p = (\Pi_{\sigma} - \Pi_{\eta} + E')B_B, \quad (5.1)$$

де Π_{σ} , Π_{η} – зведені затрати на одиницю напрацювання для базового та удосконаленого автомобіля, грн (од.напрацювання);

E' – економічний ефект від зміни витрати основних параметрів, кількості і якості продукції, що отримується під час експлуатації удосконаленого автомобіля, грн./од.напрацюв.;

B_B – річне напрацювання удосконаленого автомобіля, од.напрацюв./рік.

Економічний ефект від виробництва і використання за строк експлуатації удосконаленого автомобіля (E_{cc}) в гривнях становить:

$$E_{cc} = E_p / (Z_T + E), \quad (5.2)$$

де Z_T – коефіцієнт відрахувань на реновацію удосконаленого автомобіля;

E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Лімітна ціна удосконаленого автомобіля (Π):

$$\Pi = \Pi_{BM} - \sigma, \quad (5.3)$$

де Π_{BM} – верхня межа ціни удосконаленого автомобіля, грн.;

σ – коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту від використання удосконаленого автомобіля.

Верхня межа ціни удосконаленого автомобіля:

$$\Pi_{BM} = [E_p / (Z_T + E) + B_M] \cdot (1 / \delta), \quad (5.4)$$

де δ – коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову;

B_M – балансова ціна удосконаленого автомобіля, грн.

Річна економія праці під час експлуатації удосконаленого автомобіля (Z_p) в людино-годинах визначається з виразу

$$Z_p = (Z_{п.б} - Z_{п.н})B_B, \quad (5.5)$$

де $Z_{п.б}$, $Z_{п.н}$ – затрати праці на одиницю напрацювання базового і удосконаленого автомобіля, люд.год./од.напрац.

Ступінь зміни затрат у випадку експлуатації удосконаленого автомобіля порівняно з базовою (С) в процентах становить

$$C = (Z'_{р.б} - Z'_{р.н})100 / Z'_{р.б}, \quad (5.6)$$

де $Z'_{р.б}$, $Z'_{р.н}$ - річні затрати (затрати праці, прямі експлуатаційні затрати та зведені затрати, капітальні вкладення) відповідно до базового і удосконаленого автомобіля, люд.-год.

5.1.2. Економічні показники

Зведені затрати на одиницю напрацювання (Π) в гривнях визначається за формулою

$$\Pi = I + K \cdot E, \quad (5.7)$$

де I – прямі експлуатаційні затрати на одиницю напрацювання грн./од.напрац.;

K – капітальні вкладення на одиницю напрацювання, грн./од.напрац.

Прямі експлуатаційні затрати дорівнюють:

$$I = Z + \Gamma + P + A + \Phi, \quad (5.8)$$

де Z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./од.напрац.;

Γ – затрати на паливо-експлуатаційні матеріали і експлуатацію, грн./од.напрац.;

P – затрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, грн./од.напрац.;

A – затрати на реновацію, грн./од.напрац.;

Φ – інші прямі затрати на допоміжні матеріали і зберігання техніки, грн./од.напрац..

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становлять:

$$З = \left(\frac{1}{W_{зм}} \right) \sum_j n_j \tau_j k_{jД} + K \cdot E, \quad (5.9)$$

де $W_{зм}$ – продуктивність автомобіля за одну годину змінного часу, од.напрацювання/год.;

n_j – чисельність j -го виробничого персоналу, чол.;

τ_j – годинна тарифна ставка плати праці обслуговуючого персоналу за j -м розрядом, грн./люд.год.;

$K_{jД}$ – коефіцієнт, що враховує доплати за класність та стан роботи.

Затрати на паливо-мастильні матеріали

$$\Gamma = d \cdot \Pi, \quad (5.10)$$

де d – витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/од.напрацювання;

Π – ціна 1 кг палива (включаючи вартість мастильних матеріалів, що припадають на 1 кг основного палива), грн. 1 кг.

Затрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт за нормативами відрахувань від балансової ціни автомобіля:

$$P = B(\Gamma_T + \Gamma_K) / W_{зм} \cdot T_p, \quad (5.11)$$

де B – балансова ціна автомобіля, грн.;

Γ_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

Γ_T – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування;

T_p – річне завантаження автомобіля, год.:

$$T = D \cdot t, \quad (5.12)$$

де D – число днів роботи автомобіля за агротехнічний строк;

t – число годин роботи автомобіля за день (експлуатаційний час).

Затрати на реновацію автомобіля

$$A = B \cdot Z_T / W_{зм} \cdot T_p, \quad (5.13)$$

де Z_T – коефіцієнт відрахувань на реновацію автомобіля.

Затрати на зберігання ($Z_{зб}$) становлять:

$$Z_{36} = (\Gamma_T + \Gamma_K) \cdot B \cdot 0,065 / T_p, \quad (5.14)$$

Річне напрацювання удосконаленого автомобіля (B_B) становить:

$$B_B = W_{зм} \cdot T_p, \quad (5.15)$$

Розрахунок показників і аналіз економічної ефективності проводиться з допомогою комп'ютерної програми.

5.2. Результати розрахунку

Враховуючи експлуатаційні показники роботи удосконаленої і базової машини, керуючись нормативно-довідковими матеріалами, реальними цінами на паливо-мастильні матеріали, заповнюємо таблицю 5.1 вихідних даних для розрахунку економічної ефективності запропонованого удосконалення.

Збільшення продуктивності удосконаленого автомобіля досягнута за рахунок збільшення технічної швидкості перевезень на 12% за даними практичних досліджень та літературних джерел.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності вдосконаленої підвіски автомобіля IVECO EUROCARGO

Показник	Позначення	Автомобіль IVECO EUROCARGO	
		базова модель	удосконалена
1	2	3	4
Продуктивність автомобіля за годину змінного часу, $T \cdot \text{км/год.}$	$W_{T \cdot \text{км}}$	27,7	32,7
Балансова вартість автомобіля, тис. грн	B_M	300	330
Річне завантаження автомобіля, год.	$T_{p.T}$	1960	1960
Чисельність основного виробничого персоналу, чол.	$n_{осн}$	1	1
Годинні тарифні ставки основного персоналу	$T_{осн}$	80,1	80,1
Коефіцієнт, що враховує доплати основного персоналу	$K_{д.осн}$	1,05	1,05

Коефіцієнт відрахувань на реновацію автомобіля	Z_T	0,1	0,1
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування	Γ_T	0,092	0,092
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт автомобіля	Γ_K	0,053	0,053
Витрати паливо-мастильних матеріалів, кг/т·км	q	0,16	0,15
Ціна 1 кг палива з врахуванням вартості мастильних матеріалів, грн.	Π	50,0	50,0
Затрати на зберігання, що припадають на 1 годину експлуатаційного часу, грн./год.	$Z_{зб}$	0,144	0,152
Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень	E	0,15	
Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту	σ	0,8	
Коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову	δ	1,1	

Балансова вартість удосконаленого автомобіля визначається виходячи з вартості базового автомобіля та вартості запропонованого удосконалення. У вартість удосконалення входять: ціна на матеріали, з яких виготовляють деталі конструкції, в нашому випадку ціни на кутник, швелер, вартість стандартних складальних одиниць: амортизатори, пневмобалони, регулятори положення кузова, вартість робіт на виготовлення та розробки необхідної технологічної документації на виготовлення даного удосконалення, яка в загальному становить 30 тис грн.

Результати підрахунків показників економічної ефективності вдосконалення підвіски наведені в табл. 5.2.

Показники економічної ефективності (табл. 5.2) свідчать про доцільність реконструкції підвіски IVECO EURO CARGO. Продуктивність удосконаленого автомобіля зросла на 20,1%, прямі витрати зменшились на 15,8%, зведені на 13,04% і капіталовкладення зменшились на 9,4%. Річний економічний ефект від удосконалення підвіски на один автомобіль становить 3386 грн. Термін окупності удосконаленого автомобіля – 0,89 року.

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності впровадження розробки дипломного проекту у виробництво

Показник	Автомобіль IVECO EUROCARGO	
	базова модель	удосконалена
Річне напрацювання, т·км	93492	112896
Прямі витрати (грн/ т·км) на:		
- оплату праці	1,0	0,80
- паливо-мастильні матеріали	3,10	3,00
- технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт	0,04	0,04
- реновацію	0,03	0,02
- інші прямі витрати	0	0
- всього прямих витрат	4,80	4,40
Капітальні вкладення, грн./ т·км	0,32	0,29
Зведені витрати, грн./ т·км	8,00	7,03
Річний економічний ефект від експлуатації удосконаленого автомобіля, грн.	-	3386
Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби удосконаленого автомобіля, грн.	-	13544
Верхня межа ціни удосконаленого автомобіля, тис грн	-	423,12
Лімітна ціна удосконаленого автомобіля, тис. грн	-	338,9
Затрати праці, люд.год./т км	0,02	0,01
Річна економія праці, люд.год.	-	1129
Ступінь зміни витрат, %		
- праці	-	50
- прямих витрат	-	15,78
- зведених витрат	-	13,04
- капіталовкладень	-	9,40
Термін окупності, роки	-	0,89

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проаналізувавши роботу автопарку досліджуваного підприємства, встановлено низький рівень використання автомобілів, їх нерівномірність завантаження впродовж року, спад вантажообігу. Це пояснюється не чіткою організацією роботи автопарку, дефіцитом паливо-мастильних матеріалів і запасних частин.

Для покращення роботи автопарку необхідно:

Скласти операційні технологічні карти на всі види транспортних робіт;

Домогтися збільшення коефіцієнта використання пробігу за рахунок зменшення холостих їздок;

Для забезпечення належних умов життєдіяльності потрібно покращити умови праці і відпочинку водіїв і обслуговуючого персоналу, обладнати кімнати відпочинку, встановити вентиляцію в гаражах.

З метою покращення курсової стійкості, плавності ходу та прохідності автомобіля, переобладнати ресорну підвіску автомобіля IVECO EURO CARGO на ресорно-пневматичну, що дасть можливість збільшити технічну швидкість руху на 12%.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Безкортовайний М. І. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. 6-те вид. Київ: Либідь, 2006. 400 с.
2. Технічна характеристика автомобіля Iveco: <https://www.lecturaspecs.com.ua/ua>
3. Технічна характеристика автомобіля Iveco; <http://sav-iveco.kiev.ua/>
4. Березівський П.С., Більський Б.В., Дудаш Я.Я., Березівський З.П. Організаційно-економічні параметри ресурсощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. Львів: Українські технології, 2000. 223 с.
5. Вітвіцький В.В., Лобастов І.В. Нормування праці та витрат палива на механізованих польових роботах. Київ: ТОВ “Комплекс Віта”, 2008. 197 с.
6. Довідник сільського інженера / За ред. В.Д. Гречкосія. Київ: Урожай, 1988. 360 с.
7. Довідник з охорони праці в сільському господарстві (запитання і відповіді). / За ред. С.Д. Лехмана. Київ: Урожай, 2000. 400 с.
8. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ: Урожай, 2003. 288 с.
9. Павчак В.А., Іванух Р.А., Поплавський В.Г. Економіка сільськогосподарського виробництва. Київ: Вища школа, 2000. 399 с.
10. Самокіш М.І., Ермантраут Е.Р. Організація і технологія механізованих робіт: Навчальний посібник для профтехучилищ. Київ: Урожай, 2001. 160 с.
11. Сукач О.М., Миронюк О.С., Паславський Р.І., Шевчук В.В. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» Львів: ЛНУП, 2023. 50 с.
12. Самокіш М.І., Бендера І.М., Клевцов М.М., Божок А.М. Системи керування сільськогосподарських енергетичних засобів / Під ред. Самокіша М.І., Клевцова М.М. Київ: Урожай, 2009. 304 с.
13. Шувчук Р.С. Теорія, основи розрахунку і аналіз роботи тракторів та автомобілів: Навчальний посібник Львів: ЛДСГІ, 1993. 175 с.

14. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку (інформаційно-аналітичний збірник) / За редакцією П.Т. Саблука. Київ: ІАЕ, 2020. 601 с.
15. Державний комітет статистики України. Статистичний щорічник України за 2021 рік. / За редакцією О.Г. Осавуленка. Київ: “Техніка”, 2022. 685 с.
16. [Булгаков В.М.](#), [Черниш О.М.](#), [Адамчук В.В.](#), [Березовий М.Г.](#), [Яременко В.В.](#) Теорія механізмів і машин. Київ Центр учбової літератури, 2019 608 с.
17. Електронна книжка: <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil22-mehanichna-transmisija>
18. Електронна книжка: <https://mechanic.pto.org.ua/>
19. Технічна характеристика автомобіля Івеко: <http://sav-iveco.kiev.ua/>
20. Шевчук Р.С. Експлуатаційні показники автомобілів: практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2019. 171 с.