

Визначення параметрів малого вантажного АТП, яке працює в умовах експлуатації 1 категорії

Виконав:

Фесенко Віталій Сергійович

Керівник:

Монастирський Юрій Анатолійов

1. Вибір рухомого складу АТП

У відповідності із завданням обрані три легкові автомобілі з заданим об'ємом двигуна приблизно однакового класу та модифікації. Технічні характеристики яких наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Характеристики легкових автомобілів, обраних для наступного порівняння та розрахунку

Показник	Легковий автомобіль 1	Легковий автомобіль 2	Легковий автомобіль 3
Виробник	Opel	Lancia	ЗАЗ
Модель	Agila 1,3 CDTI	Ypsilon 1,2-16V	110307
Тип кузова	мультівен	хетчбек	хетчбек
Загальна кількість дверей	5	3	5
Число місць	4/5	5	4/5
База, мм	2360	2388	2320
Колія колес, передніх/задніх, мм	1420/1385	1450/1440	1315/1305
Довжина x ширина x висота, мм	3535x1620x1695	3778x1704x1530	3980x1578x1425
Споряджена маса, кг	1060	975	790
Допустима повна маса, кг	1500	1490	1190
Об'єм багажника мінімальний / максимальний, куб дм	240/1250	215/900	300/740
Максимальна швидкість, км/год	153	165	147
Час розгону з місця до 100 (96,5) км/год, с	15	13,2	17,4
Умовні витрати палива за стандартом EU, л/100 км (шосе/місто)	4,4/6,6	5,0/7,7	н.д.
Умовні витрати палива за стандартом USA, л/100 км (шосе/місто)	4,4/6,6	5,0/7,7	н.д.
Об'єм паливного баку, л	41	47	38

продовження табл. 1.1

Показник	Легковий автомобіль 1	Легковий автомобіль 2	Легковий автомобіль 3
Розташування двигуна і ведучі колеса	переднє	переднє	переднє
Розташування, число циліндрів і клапанів	P4-16	P4-16	P4-8
Робочий об'єм двигуна, л	1,2	1,2	1,2
Діаметр циліндру і хід поршня, мм	69,6x82,0	70,8x78,86	72,0x73,5
Ступінь стискання	18,0	10,6	9,5
Система живлення	турбо-дизельний	розподілене впорскування	карбюратор
Номінальна потужність, к с (кВт)/об/хв	70(51,1)/4000	80(59)/5000	58 (42,6)/5400
Максимальний крутний момент, Н*м/об/хв	170/1750	114/4000	90/3000
Тип і число ступенів коробки передач	M5	M5	M5
Тип передньої підвіски	незалежна підвіска	незалежна підвіска	незалежна підвіска
Тип задньої підвіски	залежна підвіска	пнп	пнп
Наявність гідропідсилювача рульового механізму	так	так	ні
Розмір стандартних шин	155/65R14	185/65R14	155/70R13
Тип гальм (передніх/задніх) та наявність АБС	Д/Б-АБС	Д/Б-АБС	Д/Б

Для розрахунку обрано автомобіль, що має найменші витрати палива.

Таким автомобілем є:

Виробник

Opel

Модель

Agila 1,3 CDTI

У відповідності із завданням обрані три вантажні автомобілі з заданою вантажопідйомністю. Технічні характеристики яких наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Технічні характеристики вантажних автомобілів, обраних для наступного порівняння та розрахунку

Показник	Вантажний автомобіль 1	Вантажний автомобіль 2	Вантажний автомобіль 3
Виробник	Volvo	Ford	MAN
Модель	FL180 (10/11/12т)	Courier 1.3 Endura E	LE220C(12.224]LC)
Номінальна вантажопідйомність, т	4,0	4,0	4,0
Колісна формула	4*2	2*4	4*2
Тип кабіни	кабіна над двигуном	капотна компоновка	кабіна над двигуном
Допустима повна маса, т	11,30	1,63	12,00
Двигун	Р6ТО	БР4	Р6ТО
Робочий об'єм двигуна, куб.см	5480	1299	6871
Потужність двигуна, к.с	180	60	220
База, м	2,8-6,4	2,7	5,1
Число передач КП	6	5	6

Для розрахунку обрано вантажний автомобіль, що має найменшу потужність двигуна.

Таким автомобілем є:

Виробник **MAN**
 Модель **LE220C(12.224]LC)**

У відповідності із завданням обрані три автобуси заданої довжини. Технічні характеристики яких наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Автобуси, обрані для наступного порівняння та розрахунку

Показник	Автобус 1	Автобус 2	Автобус 3
Виробник	МАЗ	МАЗ	Hyundai
Модель	206 4,76	256100	Aero Town D6DA22
Клас автобуса	Середній	Середній	Середній
Призначення	Міський	Приміський	Міжміський
Загальна кількість місць (в т.ч посадочних)	72 (26)	43 (25)	37
Кількість дерцят	2	2	1
Модель двигуна	Deutz BF 4M 1013 EC	ММЗ-Д 245.30	D6DA22
Об'єм двигуна, куб см	4760	4750	12300
Потужність двигуна, к.с	170	155	220
Довжина, м	8,65	9,09	14,95
Ширина, м	2,55	2,50	2,29
Висота, м	2,93	3,33	2,91

Для розрахунку обрано автобус, що має найбільшу висоту.

Таким автомобілем є:

Виробник **МАЗ**
 Модель **256100**

Для наступних розрахунків обрано рухомий склад заданого автотранспортного підприємства, що складається з легкових автомобілей, вантажівок та автобусів, який наведений у табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Обраний рухомий склад парку АТП

легковий автомобіль	
виробник	модель
Opel	Agila 1,3 CDTI
вантажний автомобіль	
виробник	модель
MAN	LE220C(12.224]LC)
автобус	
виробник	модель
МАЗ	256100

Таблиця 1.5

Характеристики автомобілів

Показник	Легковий автомобіль	Вантажний автомобіль	Автобус
Виробник	Opel	MAN	МАЗ
Модель	Agila 1,3 CDTI	LE220C(12.224]LC)	256100
Кількість місць (шт)/ Вантажопідйомність(т)	4/5	4,0	43 (25)
Об'єм двигуна, л	1,2	6,87	4,75
Потужність двигуна, к.с	70(51,1)/4000	220	155
Допустима повна маса, кг	1500	12000	-

2. Технологічний розрахунок

2.1. Коригування нормативів технічного обслуговування та ремонту рухомого складу комплексного АТП

Нормативи технічного обслуговування (ТО) й ремонту (Р), встановлені для еталонних умов експлуатації рухомого складу [1], у зв'язку з тим, що вони відрізняються від реальних умов, їхні значення піддаються корегуванню шляхом зміни кількісного значення нормативів періодичності та трудомісткості ТО і ремонту.[2].

З "Положення про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту" [3] вибираються відповідні коригувальні коефіцієнти, які враховують:

- умов експлуатації автомобілів, K_1 ;
- модифікації рухомого складу й організації його роботи, K_2 ;
- природно-кліматичних умов; K_3 ;
- пробігу з початку експлуатації, K_4 і K_4' ;
- розміри автотранспортного підприємства й кількості технологічно сумісних груп рухомого складу, K_5 .

Результуючий коефіцієнт коректування відповідних нормативів ТО і Р утворюється шляхом перемноження окремих коефіцієнтів:

- для періодичності ТО – $K_1 \cdot K_3$;
- пробігу до КР – $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$;
- трудомісткість ТО – $K_2 \cdot K_5$;
- трудомісткість ПР – $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$;
- витрати запасних частин – $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$.

Примітка. Значення коефіцієнтів коригування приймають за таблицями із [3]. Результуючі коефіцієнти коригування нормативів періодичності технічного обслуговування і пробігу до КР можуть бути не менше 0,5.

Умови вибору коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 визначаються прийнятими умовами експлуатації АТЗ, завданням на бакалаврську роботу.

Коефіцієнти K_4 і K_4' розраховують як середньозважені величини.

$$K_4 = \frac{\sum_{i=1}^m K_{4i} \cdot A_{ik}}{A_k}$$

де m – число інтервалів пробігу до КР;

K_{4i} – коефіцієнт, що відповідає i -му інтервалу пробігу з початку експлуатації;

A_{ik} – число АТЗ із пробігом з початку експлуатації, що відповідає i -му інтервалу.

Для спрощення значення коефіцієнту K'_4 приймається рівним 1,0.

$$K'_4 = 1,0$$

Для розрахунку виробничої програми необхідно попередньо для даного АТП вибрати нормативні значення пробігів рухомого складу до КР і періодичності ТО-1 і ТО-2, які встановлені положенням для певних, найбільш типових умов, а саме: першої категорії умов експлуатації, базових моделей автомобілів, помірного кліматичного району з помірною агресивністю навколишнього середовища.

Таким чином для конкретного АТП проводиться корегування нормативного пробігу $L_{KP} = L_{\text{ц}}$ (L_{KP} - пробіг до капітального ремонту, $L_{\text{ц}}$ - цикловий пробіг) і періодичність ТО-1 і ТО-2.

Для спрощення розрахунків кількість робочих днів приймається рівною 255.

$$D_{\text{роб}} = 255$$

Нормативний пробіг легкового автомобіля [1] Opel Agila 1,3 CDTI

$$\text{до КР} - L_{\text{ц}}^{\text{н}} = 150000 \text{ км}$$

$$\text{до ТО-1} - L_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} = 5000 \text{ км}$$

$$\text{до ТО-2} - L_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} = 20000 \text{ км}$$

Нормативний пробіг вантажного автомобіля [1]
MAN LE220C(12.224]LC)

$$\text{до КР} - L_{\text{ц}}^{\text{н}} = 300000 \text{ км}$$

$$\text{до ТО-1} - L_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} = 4000 \text{ км}$$

$$\text{до ТО-2} - L_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} = 16000 \text{ км}$$

Нормативний пробіг автобусу [1] MAZ 256100

$$\text{до КР} - L_{\text{ц}}^{\text{н}} = 500000 \text{ км}$$

$$\text{до ТО-1} - L_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} = 5000 \text{ км}$$

$$\text{до ТО-2} - L_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} = 20000 \text{ км}$$

Opel Agila 1,3 CDTI $K_1 = 0,8$

$$K_2 = 0,8$$

$$K_3 = 0,8$$

	$K_1 = 0,8$
MAN LE220C(12.224]LC)	$K_2 = 0,8$
	$K_3 = 0,8$
	$K_1 = 0,8$
MA3 256100	$K_2 = 0,8$
	$K_3 = 0,8$

Скоригований пробіг АТЗ за цикл (до КР) становить:

$$L'_y = L^H_y \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad , \text{ км}$$

де L^H_y – нормативне значення пробігу за цикл (до КР), км;

Opel Agila 1,3 CDTI:	$L'_y = 150000 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 76800$	км
MAN LE220C(12.224]LC):	$L'_y = 300000 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 153600$	км
MA3 256100:	$L'_y = 500000 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 256000$	км

Пробіг всіх АТЗ за цикл визначається за формулою:

$$L_y = \frac{L'_y}{T_{cc}} \cdot N_a \quad , \text{ км}$$

Opel Agila 1,3 CDTI:	$L_y = \frac{76800}{400} \cdot 11 = 2112,0$	км
MAN LE220C(12.224]LC):	$L_y = \frac{153600}{210} \cdot 21 = 15360,0$	км
MA3 256100:	$L_y = \frac{256000}{230} \cdot 6 = 6678,3$	км

Корегування пробігу до чергового ТО визначається за формулою:

$$L'_i = L^H_i \times K_1 \times K_3 \quad , \text{ км}$$

де L^H_i – нормативне значення пробігу до чергового ТО, км.

Opel Agila 1,3 CDTI:	$L'_{TO-1} = 5000,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 3200,0$	км
	$L'_{TO-2} = 20000,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 12800,0$	км
MAN	$L'_{TO-1} = 4000,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 2560,0$	км
LE220C(12.224]LC):	$L'_{TO-2} = 16000,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 10240,0$	км
MAZ 256100:	$L'_{TO-1} = 5000,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 3200,0$	км
	$L'_{TO-2} = 20000,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 12800,0$	км

Після визначення розрахункової періодичності ТО-1 (L'_{TO-1}) проводиться остаточне коректування її величини по кратності із середньодобовим пробігом АТЗ (l_{cd}):

$$n_{TO-1} = \frac{L'_{TO-1}}{l_{cd}}$$

де n_{TO-1} – величина кратності (округлюється до цілого числа).

Opel Agila 1,3 CDTI:	$n_{TO-1} = \frac{3200,0}{400,0} = 8$
MAN LE220C(12.224]LC):	$n_{TO-1} = \frac{2560,0}{210,0} = 12$
MAZ 256100:	$n_{TO-1} = \frac{3200,0}{230,0} = 14$

Остаточно скорегована по кратності величина періодичності ТО-1 (L_{TO-1}), прийме значення:

$$L_{TO-1} = n_{TO-1} \cdot l_{cd}, \text{ км}$$

Отримане значення округлюються до сотень, але не більш 10 % від отриманого результату.

Opel Agila 1,3 CDTI:	$L_{TO-1} = 8 \cdot 400,0 = 3200,0$	км
MAN LE220C(12.224]LC):	$L_{TO-1} = 12 \cdot 210,0 = 2520,0$	км
MAZ 256100:	$L_{TO-1} = 14 \cdot 230,0 = 3220,0$	км

Після визначення розрахункової періодичності ТО-2 (L'_{TO-2}) перевіряється її кратність зі скоректованою періодичністю ТО-1:

$$n_{TO-2} = \frac{L'_{T O-2}}{L_{TO-1}}$$

де n_{TO-1} – величина кратності (округлюється до цілого числа).

$$\text{Opel Agila 1,3 CDTI:} \quad n_{TO-2} = \frac{12800,0}{3200,0} = 4$$

$$\text{MAN LE220C(12.224]LC):} \quad n_{TO-2} = \frac{10240}{2520,0} = 4$$

$$\text{MAZ 256100:} \quad n_{TO-2} = \frac{12800}{3220,0} = 4$$

Остаточна скоректована величина періодичності ТО-2 (L_{TO-2}) прийме значення

$$L_{TO-2} = n_{TO-2} \cdot L_{TO-1}, \text{ км}$$

$$\text{Opel Agila 1,3 CDTI:} \quad L_{TO-2} = 4 \cdot 3200,0 = 12800,00 \text{ км}$$

$$\text{MAN LE220C(12.224]LC):} \quad L_{TO-2} = 4 \cdot 2520,0 = 10080,00 \text{ км}$$

$$\text{MAZ 256100:} \quad L_{TO-2} = 4 \cdot 3220,0 = 12880,00 \text{ км}$$

Величина розрахункового пробігу АТЗ до капітального ремонту коректується по кратності з періодичністю ТО-1 і ТО-2:

$$n_{KP} = \frac{L'_u}{L_{TO-2}}$$

де n_{KP} - величина кратності (округляється до цілого числа).

$$\text{Opel Agila 1,3 CDTI:} \quad n_{KP} = \frac{76800,0}{12800,0} = 6$$

$$\text{MAN LE220C(12.224]LC):} \quad n_{KP} = \frac{153600,0}{10080,0} = 15$$

$$\text{MAZ 256100:} \quad n_{KP} = \frac{256000,0}{12880,0} = 20$$

Остаточна скоректована величина періодичності КР (L_{KP}) прийме значення

$$L_{KP} = n_{KP} \cdot L_{TO-2}, \text{ км}$$

Opel Agila 1,3 CDTI:	$L_{KP} = 6 \cdot 12800,00 = 76800,00$	км
MAN LE220C(12.224]LC):	$L_{KP} = 15 \cdot 10080,00 = 151200,00$	км
MAZ 256100:	$L_{KP} = 20 \cdot 12880,00 = 257600,00$	км

Допустиме відхилення остаточно скоректованих величин $L_{TO-1}, L_{TO-2}, L_{KP}$ від нормативних $\pm 10\%$.

У тих випадках, коли автомобіль зазнає другого або третього КР, вводять коефіцієнт 0,8, вважаючи, що пробіг у цьому випадку повинен скласти 80 % від L_{KP} .

Результати розрахунків зводяться до табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Нормативи ресурсного пробігу (або пробігу до КР) та періодичність ТО

	Opel Agila 1,3 CDTI:	MAN LE220C(12.224]LC):	MAZ 256100:
L^H_u	150000,0	300000,0	500000,0
L^H_{TO-2}	20000,0	16000,0	20000,0
L^H_{TO-1}	5000,0	4000,0	5000,0
K_1	0,8	0,8	0,8
K_2	0,8	0,8	0,8
K_3	0,8	0,8	0,8
L'_u	76800,0	153600,0	256000,0
L'_{TO-2}	12800,0	10240,0	12800,0
L'_{TO-1}	3200,0	2560,0	3200,0
L_u	2112,0	15360,0	6678,3
L_{TO-2}	12800,0	10080,0	12880,0
L_{TO-1}	3200,0	2520,0	3220,0

2.2. Розрахунок виробничої програми за кількістю впливів

2.2.1. Розрахунок виробничої програми за кількістю впливів за цикл

Число технічних впливів визначається цикловим методом у тому випадку, коли невідомий річний пробіг АТЗ.

Число ТО і КР один АТЗ за цикл визначається відношенням циклового пробігу до пробігу певного виду впливів. Так як $L_{ц}$ у даній методиці розрахунків прийнятий рівним пробігу $L_{кр}$, то число КР одного АТЗ за цикл дорівнюватиме одиниці.

Прийнято, що щозмінне обслуговування (ЩО) розділяється на ЩОс (виконуване щодня) і ЩОт (виконуване перед ТО й поточним ремонтом (ПР)).

Таким чином число КР ($N_{кр}$), ТО-1 ($N_{ТО-1}$), ТО-2 ($N_{ТО-2}$), ЩОс ($N_{ЩОс}$) за цикл на один АТЗ розраховується за формулами:

$$N_{кр} = \frac{L_{ц}}{L_{кр}} = \frac{L_{кр}}{L_{кр}} = 1$$

$$N_{ТО-2_{ц}} = \frac{L_{кр}}{L_{ТО-2}} - N_{кр}$$

$$N_{ТО-1_{ц}} = \frac{L_{кр}}{L_{ТО-1}} - (N_{кр} + N_{ТО-2})$$

$$N_{ЩОс_{ц}} = \frac{L_{ц}}{l_{сс}}$$

$$N_{ЩОт_{ц}} = 1,6 \cdot (N_{ТО-1} + N_{ТО-2})$$

де 1,6 - коефіцієнт, що враховує вплив технічних ЩО при ПР.

Отриманий результат до 0,85 округлюється до нуля, більше 0,85 до одиниці.

Opel Agila 1,3 CDTI:
$$N_{кр} = \frac{2112,0}{76800,0} = 0 \quad \text{од.}$$

$$N_{ТО-2_{ц}} = \frac{76800,0}{12800,0} - 0 = 6 \quad \text{од.}$$

$$N_{TO-1ц} = \frac{76800,0}{3200,0} - (0 + 6) = 18 \text{ од.}$$

$$N_{ЩОсц} = \frac{2112,0}{400,0} = 5 \text{ од.}$$

$$N_{ЩОмц} = 1,6 \cdot (18 + 6) = 38 \text{ од.}$$

MAN LE220C(12.224]LC): $N_{KP} = \frac{15360,0}{151200,0} = 0 \text{ од.}$

$$N_{TO-2ц} = \frac{151200,0}{10080,0} - 0 = 15 \text{ од.}$$

$$N_{TO-1ц} = \frac{151200,0}{2520,0} - (0 + 15) = 45 \text{ од.}$$

$$N_{ЩОсц} = \frac{15360,0}{210,0} = 73 \text{ од.}$$

$$N_{ЩОмц} = 1,6 \cdot (45 + 15) = 96 \text{ од.}$$

MA3 256100: $N_{KP} = \frac{6678,3}{257600,0} = 0 \text{ од.}$

$$N_{TO-2ц} = \frac{257600,0}{12880,0} - 0 = 20 \text{ од.}$$

$$N_{TO-1ц} = \frac{257600,0}{3220,0} - (0 + 20) = 60 \text{ од.}$$

$$N_{ЩОсц} = \frac{6678,3}{230,0} = 29 \text{ од.}$$

$$N_{ЩОмц} = 1,6 \cdot (60 + 20) = 128 \text{ од.}$$

Результати розрахунків зводяться до табл. 2.2

Таблиця 2.2

Виробнича програма за кількістю впливів за цикл

	Opel Agila 1,3 CDTI:	MAN LE220C(12.224]LC):	MA3 256100:
N_{KP}	0	0	0
$N_{TO-1ц}$	6	15	20
$N_{TO-2ц}$	18	45	60
$N_{ЩОсц}$	5	73	29
$N_{ЩОмц}$	38	96	128

2.2.2. Розрахунок виробничої програми за кількістю впливів за рік

У зв'язку з тим, що пробіг АТЗ за рік відрізняється від його пробігу за цикл, а виробничу програму підприємства звичайно розраховують на рік, то для визначення річної кількості ТО, необхідно провести відповідний перерахунок отриманих значень $N_{ТО-1ц}$, $N_{ТО-2ц}$, $N_{ЩОсц}$, $N_{ЩОмц}$ за цикл до значень $N_{ТО-1р}$, $N_{ТО-2р}$, $N_{ЩОср}$, $N_{ЩОмр}$ за рік за формулами:

$$N_p = \frac{L_p}{L_{ц}}$$

$$N_{ТО-2р} = \frac{L_p}{L_{ТО-2}} - N_p$$

$$N_{ТО-1р} = \frac{L_p}{L_{ТО-1}} - (N_p + N_{ТО-2р})$$

$$N_{ЩОср} = \frac{L_p}{l_{сд}}$$

$$N_{ЩОмр} = 1,6(N_{ТО-1р} + N_{ТО-2р})$$

де L_p – річний пробіг АТЗ, км.;

N_p – кількість списань АТЗ за рік, од.

Річний пробіг автомобіля знаходиться за формулою:

$$L_p = l_{сд} \cdot D_{роб} \cdot \alpha_m$$

де $D_{роб}$ – кількість днів роботи АТЗ на рік,

α_m -коefficient технічної готовності АТЗ.

При проектуванні автотранспортного підприємства, coefficient технічної готовності автомобіля розраховується за формулою:

$$\alpha_m = \frac{1}{1 + l_{сд} \cdot \left(\frac{D}{1000} \cdot K' \cdot \frac{D}{L_{KP}} \right)}$$

де D_{TO-PP} – кількість днів простою АТЗ в ТО й ПР на 1000 км пробігу, приймається згідно [4, 5]:

K'_4 – коректувальний коефіцієнт, що враховує пробіг автомобіля з початку експлуатації;

$$K'_4 = 1,0$$

Opel Agila 1,3 CDTI: $D_{TO-PP} = 0,18$ дні/1000 км

MAN LE220C(12.224]LC): $D_{TO-PP} = 0,35$ дні/1000 км

MAZ 256100: $D_{TO-PP} = 0,30$ дні/1000 км

D_{KP} – кількість днів простою в КР, приймається згідно [4, 5]:

Opel Agila 1,3 CDTI: $D_{KP} = 1$ днів

MAN LE220C(12.224]LC): $D_{KP} = 1$ днів

MAZ 256100: $D_{KP} = 20$ днів

$$\text{Opel Agila 1,3 CDTI: } \alpha_t = \frac{1}{1 + 400,0 \cdot \left(\frac{0,18 \cdot 1}{1000} + \frac{1}{76800} \right)} = 0,93$$

$$\text{MAN LE220C(12.224]LC): } \alpha_t = \frac{1}{1 + 210,0 \cdot \left(\frac{0,35 \cdot 1}{1000} + \frac{1}{151200} \right)} = 0,93$$

$$\text{MAZ 256100: } \alpha_t = \frac{1}{1 + 230,0 \cdot \left(\frac{0,30 \cdot 1}{1000} + \frac{20}{257600} \right)} = 0,92$$

Річний пробіг автомобіля дорівнює:

Opel Agila 1,3 CDTI: $L_p = 400,0 \cdot 255 \cdot 0,93 = 94860,0$ км

MAN LE220C(12.224]LC): $L_p = 210,0 \cdot 255 \cdot 0,93 = 49801,5$ км

MAZ 256100: $L_p = 230,0 \cdot 255 \cdot 0,92 = 53958,0$ км

Знаходиться після округлення кількість $N_p, N_{TO-1м}, N_{TO-2м}, N_{ЩОср}, N_{ЩОпр}$:

Opel Agila 1,3 CDTI: $N_p = \frac{94860,0}{2112,0} = 45$ од.

$$N_{TO-2p} = \frac{94860,0}{12800,0} - 45 = 9 \text{ од.}$$

$$N_{TO-1p} = \frac{94860}{3200,0} - (45 + 9) = 0 \text{ од.}$$

$$N_{\text{ЩОср}} = \frac{94860,0}{400,0} = 237 \text{ од.}$$

$$N_{\text{ЩОмп}} = 1,6 \cdot (0 + 9) = 14 \text{ од.}$$

MAN LE220C(12.224]LC):

$$N_p = \frac{49801,5}{15360,0} = 3 \text{ од.}$$

$$N_{TO-2p} = \frac{49801,5}{10080,0} - 0 = 5 \text{ од.}$$

$$N_{TO-1p} = \frac{49802}{2520,0} - (0 + 5) = 15 \text{ од.}$$

$$N_{\text{ЩОср}} = \frac{49801,5}{210,0} = 237 \text{ од.}$$

$$N_{\text{ЩОмп}} = 1,6 \cdot (15 + 5) = 32 \text{ од.}$$

MA3 256100:

$$N_p = \frac{53958,0}{6678,3} = 8 \text{ од.}$$

$$N_{TO-2p} = \frac{53958,0}{12880,0} - 0 = 4 \text{ од.}$$

$$N_{TO-1p} = \frac{53958}{3220,0} - (0 + 4) = 13 \text{ од.}$$

$$N_{\text{ЩОср}} = \frac{53958,0}{230,0} = 235 \text{ од.}$$

$$N_{\text{ЩОмп}} = 1,6 \cdot (13 + 4) = 27 \text{ од.}$$

Отримані результати розрахунків зводяться до табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Виробнича програма для одного АТЗ за кількістю впливів за рік

	Opel Agila 1,3 CDTI:	MAN LE220C(12.224]LC):	МАЗ 256100:
$D_{ТО-ПР}$	0,18	0,35	0,30
K'_4	1,00	1,00	1,00
α_m	0,93	0,93	0,92
L_p	94860,0	49801,5	53958,0
N_p	8	3	45
$N_{ТО-2p}$	9	5	4
$N_{ТО-1p}$	0	15	13
$N_{ЩОср}$	237	237	235
$N_{ЩОmp}$	14	32	27

2.2.3. Розрахунок річної виробничої програми для групи АТЗ

Річна кількість обслуговувань (ТО-1, ТО-2, ЩО_с, ЩО_т) для груп АТЗ розраховується за формулою:

$$N_{ТОi} = N_{ТОip} \cdot N_a$$

N_a – списочна кількість АТЗ а-ї групи, од.

Opel Agila 1,3 CDTI: $N_{ТО-1} = 13 \cdot 11 = 143$ од.

$N_{ТО-2} = 4 \cdot 11 = 44$ од.

$N_{ЩОс} = 237 \cdot 11 = 2607$ од.

$N_{ЩОm} = 14 \cdot 11 = 154$ од.

$N_{ТО-1} = 15 \cdot 21 = 315$ од.

MAN LE220C(12.224]LC): $N_{ТО-2} = 5 \cdot 21 = 105$ од.

$N_{ЩОс} = 237 \cdot 21 = 4977$ од.

$N_{ЩОm} = 32 \cdot 21 = 672$ од.

$$\begin{aligned}
 N_{TO-1} &= 0 \cdot 6 = 0 \text{ од.} \\
 \text{МАЗ 256100:} \quad N_{TO-2} &= 9 \cdot 6 = 54 \text{ од.} \\
 N_{ЩОс} &= 235 \cdot 6 = 1410 \text{ од.} \\
 N_{ЩОт} &= 27 \cdot 6 = 162 \text{ од.}
 \end{aligned}$$

Результати розрахунків зводяться до табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Кількість ТО для груп АТЗ за рік

Показник	Рухомий склад			Разом
	Opel Agila 1,3 CDTi:	MAN LE220C(12.224]LC):	МАЗ 256100:	
N_{TO-2}	44	105	54	203
N_{TO-1}	143	315	0	458
$N_{ЩОс}$	2607	4977	1410	8994
$N_{ЩОт}$	154	672	162	988

2.2.4. Визначення кількості діагностичних впливів за рік за групами АТЗ

Відповідно до "Положення про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту" [1], діагностування як окремий вид обслуговування не планується, і роботи з діагностування рухомого складу входять в обсяг робіт ТО й ПР. При цьому залежно від методу організації діагностування АТЗ може проводитися на окремих постах або бути сполучене із процесом ТО. При цьому на АТП передбачається два види діагностики: Д-1 та Д-2 [3, 4, 5].

Діагностування Д-1 призначене головним чином для визначення технічного стану агрегатів, вузлів і систем АТЗ, що забезпечують безпеку руху. Діагностування Д-2 – передбачається для АТЗ при ТО-1, після ТО-2 (по вузлах і системам, що забезпечують безпека руху, для перевірки якості робіт і заключних регулювань) і при ПР (по вузлах, що забезпечує безпека руху).

Число АТЗ для яких проводиться діагностування під час ПР відповідно до нормам проектування ОНТП-АТП-СТО-80 приймається у розмірі 10 % від програми ТО-1 за рік. Діагностування Д-2 призначене для визначення потужностних і економічних показників АТЗ, а також для

виявлення обсягів ПР тому воно проводиться з періодичністю ТО-2 і в окремих випадках при ПР. Число АТЗ для яких проводиться Д-2 при ПР приймається в розмірі 20 % від річної програми ТО-2 згідно [4, 5].

Таким чином, кількість Д-1 ($N_{Д-1}$) і Д-2 ($N_{Д-2}$) визначається за формулами:

$$\Sigma N_{Д-1} = 1,1 \times N_{ТО-1} + N_{ТО-2}$$

$$\Sigma N_{Д-2} = 1,2 \times N_{ТО-2}$$

де 1,1 і 1,2 - коефіцієнти, що враховують кількість АТЗ для яких проводиться відповідно Д-1 та Д-2 під час ПР.

Кількість діагностичних впливів $\Sigma N_{Д-1}$, $\Sigma N_{Д-2}$ дорівнює:

Opel Agila 1,3 CDTI:	$\Sigma N_{Д-1} = 1,1 \cdot 143 + 44 = 201$	од.
	$\Sigma N_{Д-2} = 1,2 \cdot 44 = 53$	од.
	$\Sigma N_{Д-1} = 1,1 \cdot 315 + 105 = 452$	од.
MAN LE220C(12.224]LC):	$\Sigma N_{Д-2} = 1,2 \cdot 105 = 126$	од.
	$\Sigma N_{Д-1} = 1,1 \cdot 0 + 54 = 54$	од.
МАЗ 256100:	$\Sigma N_{Д-2} = 1,2 \cdot 54 = 65$	од.

Результати обчислень занесені в табл.2.5.

Таблиця 2.5

Кількість діагностичних впливів

Показник	Рухомий склад			Разом
	Opel Agila 1,3 CDTI:	MAN LE220C(12.224]LC):	МАЗ 256100:	
$\Sigma N_{Д-1}$	201	452	54	707
$\Sigma N_{Д-2}$	53	126	65	244
Разом	254	578	119	951

2.2.5. Визначення добової програми з технічного обслуговування й діагностики

Добова виробнича програма є критерієм вибору методу організації ТО (на універсальних постах або потокових лініях) і служить вихідним показником для розрахунку числа постів і ліній ТО. За видами ТО й діагностики добова виробнича програма розраховується за формулою:

$$N_{\text{доб}_i} = \frac{N_{pi}}{D_{\text{роб}}}$$

де N_{pi} – річна виробнича програма (ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2)

За видами технічного обслуговування й діагностики $N_{\text{доб}}$ з урахуванням округлення дорівнює:

Opel Agila 1,3 CDTI:	$N_{\text{доб}(TO-1)} = \frac{143}{255} = 1$	од.
	$N_{\text{доб}(TO-2)} = \frac{44}{255} = 1$	од.
	$N_{\text{доб}(ЩОс)} = \frac{2607}{255} = 10$	од.
	$N_{\text{доб}(ЩОм)} = \frac{154}{255} = 0$	од.
MAN LE220C(12.224]LC):	$N_{\text{доб}(TO-1)} = \frac{315}{255} = 1$	од.
	$N_{\text{доб}(TO-2)} = \frac{105}{255} = 0$	од.
	$N_{\text{доб}(ЩОс)} = \frac{4977}{255} = 20$	од.
	$N_{\text{доб}(ЩОм)} = \frac{672}{255} = 3$	од.
MAZ 256100:	$N_{\text{доб}(TO-1)} = \frac{0}{255} = 1$	од.
	$N_{\text{доб}(TO-2)} = \frac{54}{255} = 1$	од.
	$N_{\text{доб}(ЩОс)} = \frac{1410}{255} = 6$	од.
	$N_{\text{доб}(ЩОм)} = \frac{162}{255} = 0$	од.

Результати обчислень занесені в табл.2.6.

Таблиця 2.6

Добова програма з технічного обслуговування та діагностики, од.

Показник	Рухомий склад			Разом
	Opel Agila 1,3 CDTI:	MAN LE220C(12.224]LC):	МАЗ 256100:	
$N_{\text{добТО-1}}$	1	1	1	3
$N_{\text{добТО-2}}$	1	0	1	2
$N_{\text{добЩОс}}$	10	20	6	36
$N_{\text{добЩОт}}$	0	3	0	3

2.3. Розрахунок річного обсягу робіт по ТО, ПР і самообслуговуванню

2.3.1. Визначення трудомісткості робіт

Важливе значення при технологічних розрахунках має розрахунок трудомісткості ТО й ПР і визначення річного обсягу робіт по обслуговуванню й ремонту АТЗ. Розрахувавши обсяг робіт, можна визначити потрібну чисельність виробничих робітників, число постів, робочих місць.

Нормативна трудомісткість робіт з обслуговувань (ЩО, ТО-1, ТО-2) і питома трудомісткість робіт з поточного ремонту на 1000 км пробігу наведені у "Положення про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту". Нормативна трудомісткість i -го обслуговування t_i^H коректується за допомогою коефіцієнтів K_2 та K_5 :

$$t_i = t_i^H \cdot K_2 \cdot K_5$$

для ТО-1

$$t_{\text{ТО-1}} = t_{\text{ТО-1}}^H \cdot K_2 \cdot K_5$$

для ТО-2

$$t_{\text{ТО-2}} = t_{\text{ТО-2}}^H \cdot K_2 \cdot K_5$$

для ЩОс

$$t_{\text{ЩОс}} = t_{\text{ЩОс}}^H \cdot K_2 \cdot K_5$$

де t_i^h – відповідно нормативна трудомісткість Щос, ТО-1, ТО-2, люд-год [3, 4, 5].

При цьому

$$t_{\text{ЩОм}}^h = 0,5 \cdot N_{\text{ЩОс}}$$

При цьому нормативна трудомісткість ПР (t_{np}) коректується за допомогою коефіцієнтів K_1, K_2, K_3, K_4 та K_5 .

Opel Agila 1,3 CDTI: $K_1 = 1,20$

$$K_2 = 1,00$$

$$K_3 = 1,00$$

$$K_4 = 1,55$$

$$K_5 = 1,00$$

$$K_1 = 1,20$$

MAN LE220C(12.224]LC): $K_2 = 1,00$

$$K_3 = 1,00$$

$$K_4 = 1,55$$

$$K_5 = 1,00$$

$$K_1 = 1,20$$

MAZ 256100: $K_2 = 1,00$

$$K_3 = 1,00$$

$$K_4 = 1,55$$

$$K_5 = 1,00$$

Приймається згідно [3, 4, 5]:

Opel Agila 1,3 CDTI: $t_{\text{ЩОс}}^h = 0,20$ люд·год

$$t_{\text{ЩОм}}^h = 0,10 \quad \text{люд·год}$$

$$t_{\text{ТО-1}}^h = 2,60 \quad \text{люд·год}$$

$$t_{\text{ТО-2}}^h = 10,50 \quad \text{люд·год}$$

$$t_{\text{ЩОс}}^h = 0,30 \quad \text{люд·год}$$

MAN LE220C(12.224]LC): $t_{\text{ЩОм}}^h = 0,15$ люд·год

$$t_{\text{ТО-1}}^h = 3,60 \quad \text{люд·год}$$

$$t_{\text{ТО-2}}^h = 14,40 \quad \text{люд·год}$$

МАЗ 256100:	$t_{ЩОс}^H = 0,40$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ЩОм}^H = 0,20$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-1}^H = 7,50$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-2}^H = 30,00$	ЛЮД·ГОД

Скорегована нормативна трудомісткість ЩО дорівнює:

Opel Agila 1,3 CDTI:	$t_{ЩОс} = 0,20 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,20$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ЩОм} = 0,5 \cdot 0,20 = 0,10$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-1} = 2,60 \cdot 1 \cdot 1,2 = 3,12$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-2} = 10,50 \cdot 1 \cdot 1,2 = 12,60$	ЛЮД·ГОД
MAN LE220C(12.224]LC):	$t_{ЩОс} = 0,30 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,30$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ЩОм} = 0,50 \cdot 0,30 = 0,15$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-1} = 3,60 \cdot 1 \cdot 1,0 = 3,60$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-2} = 14,40 \cdot 1 \cdot 1,0 = 14,40$	ЛЮД·ГОД
МАЗ 256100:	$t_{ЩОс} = 0,40 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,40$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ЩОм} = 0,5 \cdot 0,40 = 0,20$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-1} = 7,50 \cdot 1 \cdot 1,0 = 7,50$	ЛЮД·ГОД
	$t_{ТО-2} = 30,00 \cdot 1 \cdot 1,0 = 30,00$	ЛЮД·ГОД

Питома скорегована нормативна трудомісткість ПР визначається за формулою:

$$t_{ПР} = t_{ПР}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$$

де $t_{ПР}^H$ – питома нормативна трудомісткість ПР, (люд-год/100 км);

Opel Agila 1,3 CDTI:	$t_{ПР}^H = 1,80$	ЛЮД·ГОД/1000 км
----------------------	-------------------	-----------------

MAN LE220C(12.224]LC):	$t_{ПР}^H = 3,00$	ЛЮД·ГОД/1000 км
------------------------	-------------------	-----------------

МАЗ 256100:	$t_{ПР}^H = 3,80$	ЛЮД·ГОД/1000 км
-------------	-------------------	-----------------

Питома скоректована нормативна трудомісткість ($t_{ПР}$) дорівнює:

Opel Agila 1,3 CDTI:	$t_{ПР} = 1,80 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot$	
	$1,55 \cdot 1,00 = 3,35$	ЛЮД·ГОД

MAN	$t_{\text{ПР}} = 3,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot$	
LE220C(12.224]LC):	$1,55 \cdot 1,00 = 5,58$	люд·год
	$t_{\text{ПР}} = 3,80 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot$	
MA3 256100:	$1,55 \cdot 1,00 = 7,07$	люд·год

Нормативи трудомісткості сезонного обслуговування (СО) у «Положенні» не наведені. Враховуючи, що СО виконується разом з ТО-2, що передують переходу на зимовий і літній періоди, нормативи трудомісткості СО приймаються у відсотках ($\eta_{\text{СО}}$) від нормативної трудомісткості ТО-2: для дуже холодного й дуже жаркого сухого кліматичних районів – у розмірі 50 %; для холодного й жаркого – у розмірі 30 %; для інших районів – 20 % [5].

У даному розрахунку коефіцієнт $\eta_{\text{СО}}$ рівним 0,20.

$$t_{\text{СО}} = \eta_{\text{СО}} \cdot t_{\text{ТО-2}}$$

Opel Agila 1,3 CDTI:	$t_{\text{СО}} = 10,50 \cdot 0,20 = 2,10$	люд·год
MAN		
LE220C(12.224]LC):	$t_{\text{СО}} = 14,40 \cdot 0,20 = 2,88$	люд·год
MA3 256100:	$t_{\text{СО}} = 30,00 \cdot 0,20 = 6,00$	люд·год

Результат розрахунків зводяться до табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Трудомісткість ЩО, ТО і ПР

Рухомий склад	Вид технічного впливу	Нормативи трудомісткості, ЩО, ТО (люд·год) та ПР (люд·год/1000 км)	Корегувальні коефіцієнти					Скорегована нормативна трудомісткість ЩО, ТО (люд·год) та ПР (люд·год/1000 км)
			K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	
Opel Agila 1,3 CDTI:	ЩОс	0,20	-	1,00	-	-	1,00	0,20
	ЩОт	0,10	-	1,00	-	-	1,00	0,10
	ТО-1	2,60	-	1,00	-	-	1,00	3,12
	ТО-2	10,50	-	1,00	-	-	1,00	12,60
	ПР	1,80	1,20	1,00	1,00	1,55	1,00	3,35
	СО	2,10	-	1,00	-	-	1,00	2,10
	ЩОс	0,30	-	1,00	-	-	1,00	0,30

продовження табл.2.8

Рухомий склад	Вид технічного впливу	Нормативи трудомісткості, ЩО, ТО (люд·год) та ПР (люд·год/1000 км)	Корегувальні коефіцієнти					Скорегована нормативна трудомісткість ЩО, ТО (люд·год) та ПР (люд·год/1000 км)
			K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	
MAN LE220C(12.224]LC):	ЩО _т	0,15	-	1,00	-	-	1,00	0,15
	ТО-1	3,60	-	1,00	-	-	1,00	3,60
	ТО-2	14,40	-	1,00	-	-	1,00	14,40
	ПР	3,00	1,20	1,00	1,00	1,55	1,00	5,58
	СО	2,88	-	1,00	-	-	1,00	2,88
МАЗ 256100:	ЩО _с	0,40	-	1,00	-	-	1,00	0,40
	ЩО _т	0,20	-	1,00	-	-	1,00	0,20
	ТО-1	7,50	-	1,00	-	-	1,00	7,50
	ТО-2	30,00	-	1,00	-	-	1,00	30,00
	ПР	3,80	1,20	1,00	1,00	1,55	1,00	7,07
	СО	6,00	-	1,00	-	-	1,00	6,00

2.3.2. Визначення річного обсягу робіт з ТО й ПР

Річний обсяг робіт з ЩО_с, ЩО_т, ТО-1 і ТО-2 ($T_{ЩОс}$, $T_{ЩОт}$, $T_{ТО-1}$, $T_{ТО-2}$) за рік визначається добутком числа певного виду обслуговування на нормативне скоректоване значення трудомісткості даного виду обслуговування: [1, 2]:

$$T_{р.обсл.i} = N_{р.обсл.i} \cdot t_i, \text{ ЛЮД} \cdot \text{ГОД}$$

Opel Agila 1,3 CDTI:	$T_{ТО-1} =$	143	·	3,12	$=$	446,16	ЛЮД·ГОД
	$T_{ТО-2} =$	44	·	12,60	$=$	554,40	ЛЮД·ГОД
	$T_{ЩОс} =$	2607	·	0,20	$=$	521,40	ЛЮД·ГОД
	$T_{ЩОт} =$	154	·	0,10	$=$	15,40	ЛЮД·ГОД

	$T_{TO-1} = 315 \cdot 3,60 = 1134,00$	люд·год
MAN LE220C(12.224]LC):	$T_{TO-2} = 105 \cdot 14,40 = 1512,00$	люд·год
	$T_{ЩOc} = 4977 \cdot 0,30 = 1493,10$	люд·год
	$T_{ЩOm} = 672 \cdot 0,15 = 100,80$	люд·год
	$T_{TO-1} = 0 \cdot 7,50 = 0,00$	люд·год
MAZ 256100:	$T_{TO-2} = 54 \cdot 30,00 = 1620,00$	люд·год
	$T_{ЩOc} = 1410 \cdot 0,40 = 564,00$	люд·год
	$T_{ЩOm} = 162 \cdot 0,20 = 32,40$	люд·год

Річний обсяг робіт по СО визначається:

$$T_{CO} = 2 \cdot N_a \cdot t_{CO} \quad \text{люд·год}$$

Opel Agila 1,3 CDTI:	$T_{CO}=2 \cdot 400 \cdot 2,10 = 1680,00$	люд·год
MAN LE220C(12.224]LC):	$T_{CO}=2 \cdot 210 \cdot 2,88 = 1209,60$	люд·год
MAZ 256100:	$T_{CO}=2 \cdot 230 \cdot 6,00 = 2760,00$	люд·год

Річний обсяг робіт з ПР визначається за формулою:

$$T_{PP} = \frac{L_p \cdot N_a}{1000} \cdot t_{PP}$$

Opel Agila 1,3 CDTI:	$T_{PP} = \frac{94860}{1000} \cdot \frac{11}{1000} \cdot 3,4 = 3495,6$	люд·год
MAN LE220C(12.224]LC):	$T_{PP} = \frac{49802}{1000} \cdot \frac{21}{1000} \cdot 5,6 = 5835,7$	люд·год
MAZ 256100:	$T_{PP} = \frac{53958}{1000} \cdot \frac{6}{1000} \cdot 7,1 = 2288,9$	люд·год

Результати обчислень зведені в табл.2.8

Таблиця 2.8

Річна трудомісткість робіт з ТО й ПР, люд-год

Вид трудо- місткості обслугову- вання, ремонт	Рухомий склад			Разом
	Opel Agila 1,3 CDTI:	MAN LE220C(12.224]LC):	МАЗ 256100:	
ЩО _с	521,4	1493,1	564,0	2578,5
ЩО _т	15,4	100,8	32,4	148,6
ТО-1	446,2	1134,0	0,0	1580,2
ТО-2	554,4	1512,0	1620,0	3686,4
ПР	3495,6	5835,7	2288,9	11620,2
СО	1680,0	1209,6	2760,0	5649,6
Разом	6713,0	11285,2	7265,3	25263,5

Сумарна трудомісткість ТО, ЩО й ПР визначається за формулою:

$$\Sigma T_{\text{ЩО,ТО,ПР,СО}} = T_{p,\text{ЩО}} + T_{p,\text{ТО}} + T_{p,\text{ПР}} + T_{p,\text{СО}}, \text{ ЛЮД}\cdot\text{ГОД}$$

Opel Agila 1,3 CDTI:

$$\begin{aligned} \Sigma T_{\text{ЩО,ТО,ПР,СО}} = & 521,4 + 15,4 + 446,2 + 554,4 + \\ & + 3495,6 + 1680,0 = 6713,0 \quad \text{люд}\cdot\text{год} \end{aligned}$$

MAN LE220C(12.224]LC):

$$\begin{aligned} \Sigma T_{\text{ЩО,ТО,ПР,СО}} = & 1493,1 + 100,8 + 1134,0 + 1512,0 + \\ & 5835,7 + 1209,6 = 11285,2 \quad \text{люд}\cdot\text{год} \end{aligned}$$

МАЗ 256100:

$$\begin{aligned} \Sigma T_{\text{ЩО,ТО,ПР,СО}} = & 564,0 + 32,4 + 0,0 + 1620,0 + \\ & 2288,9 + 2760,0 = 7265,3 \quad \text{люд}\cdot\text{год} \end{aligned}$$

Загалом по автопідприємству: 25263,5 люд-год

2.3.3. Визначення розподілу обсягу робіт з ТО і ПР

Розподіл трудомісткості ТО і ПР в залежності від місця проведення представлений в табл.2.9

Таблиця 2.9

Розподіл об'єму робіт ТО і ПР

Види робіт	Легковий автомобіль		Вантажівка		Автобус	
	Opel Agila 1,3 CDTI:		MAN LE220C(12.2 24]LC):		МАЗ 256100:	
	%	Знач	%	Знач	%	Знач
ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ						
Щос:						
збиральні	20	104,28	20	298,62	20	112,80
мийні	10	52,14	10	149,31	10	56,40
заправні	11	57,35	11	164,24	11	62,04
контрольно-діагностичні	12	62,57	12	179,17	12	67,68
ремонтні	47	245,06	47	701,76	47	265,08
РАЗОМ:	100	521,40	100	1493,10	100	564,00
Щот:						
збиральні	60	9,24	60	60,48	60	19,44
мийні	40	6,16	40	40,32	40	12,96
РАЗОМ	100	15,40	100	100,80	100	32,40
ТО-1:						
загальне діагностування Д-1	15	66,92	10	113,40	8	0,00
кріпильні, регульовальні й мастильні	85	379,24	90	1020,60	92	0,00
РАЗОМ:	100	446,16	100	1134,00	100	0,00
ТО-2:						
поглиблене діагностування Д-2	12	66,53	12	181,44	12	194,40
кріпильні, регульовальні й мастильні	88	487,87	88	1330,56	88	1425,60
РАЗОМ:	100	554,40	100	1512,00	100	1620,00
ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ						
1. Постові роботи:						
загальне діагностування Д-1	1	34,96	1	58,36	1	22,89

Види робіт	Легковий автомобіль		Вантажівка		Автобус	
	Opel Agila 1,3 CDTI:		MAN LE220C(12.2 24JLC):		MAZ 256100:	
	%	Знач	%	Знач	%	Знач
поглиблене діагностування Д-2	1	34,96	2	116,71	1	22,89
регулювальні, розбірно-складальні	33	1153,55	35	2042,50	27	618,00
<u>зварювальні, залежно від типу кузова:</u>	4	139,82			5	114,45
1)з металевим кузовом			4	233,43		
2)з композиційним кузовом			2	116,71		
3)з металокомпозиційним кузовом			3	175,07		
<u>жерстяницькі роботи:</u>	2	69,91			2	45,78
1)з металевим кузовом			3	175,07		
2)з композиційним кузовом			1	58,36		
3)з металокомпозиційним кузовом			2	116,71		
<u>композиційнообробні роботи:</u>						
1)з композиційним кузовом			4	233,43		
2)з металокомпозиційним кузовом			2	116,71		
<u>малярні</u>	8	279,65	6	350,14	8	183,11
РАЗОМ ПО ПОСТАХ:	49	2542,00	51	6000,21	44	4098,00
2. Дільничні роботи:						
агрегатні	17	594,25	15	875,36	18	412,00
слюсарно-механічні	9	314,60	9	525,21	12	274,67
електротехнічні	6	209,74	6	350,14	7	160,22
аккумуляторні	2	69,91	2	116,71	2	45,78
ремонт приладів системи живлення	3	104,87	3	175,07	3	68,67
шиномонтажні	1	34,96	1	58,36	1	22,89
вулканізаційні	1	34,96	1	58,36	1	22,89
ковальсько-ресорні	2	69,91	2	116,71	2	45,78
мідницькі	2	69,91	2	116,71	2	45,78
зварювальні	2	69,91	2	116,71	2	45,78
бляхарські	2	69,91	2	116,71	2	45,78

продовження табл. 2.9

Види робіт	Легковий автомобіль		Вантажівка		Автобус	
	Opel Agila 1,3 CDTI:		MAN LE220C(12.2 24]LC):		МАЗ 256100:	
	%	Знач	%	Знач	%	Знач
арматурні	2	69,91	2	116,71	2	45,78
оббійні	2	69,91	2	116,71	2	45,78
РАЗОМ ПО ДІЛЯНКАХ:	51	1782,756	49	2859,49	56	1316,8
УСЬОГО ПО ПР:	100	3496	100	5836	100	2288,9
УСЬОГО ПО АТП:	19613,86					

Крім робіт з ТО й ремонту, на підприємстві виконуються допоміжні й підсобні роботи, обсяг яких (Тдоп) установлюється не більш 30 % від загального обсягу робіт по ТО й ПР рухомого складу [2, 4, 5].

Річний обсяг допоміжних робіт визначається за формулою:

$$T_{\text{доп}} = \frac{\sum T_{\text{ЩО,ТО,ПР,СО}} \cdot k_{\text{доп}}}{100}, \text{ люд-год}$$

де $K_{\text{доп}} = 20 \dots 30\%$ – коефіцієнт який враховує обсяг допоміжних робіт на підприємстві.

Для розрахунків приймаємо $K_{\text{доп}} = 25 \%$

$$T_{\text{доп}} = - \frac{19613,86}{100} \cdot \frac{25}{100} = 4903,47 \text{ люд-год}$$

Обсяг допоміжних робіт по виду робіт визначається за формулою:

$$T_{\text{доп}i} = \frac{T_{\text{доп}} \cdot C_{\text{доп}i}}{100}$$

де $C_{\text{доп}i}$ - середня частка даного виду допоміжних робіт, %

Результати розподілу допоміжних робіт зведені у таблиці 2.10

Таблиця 2.10

Розподіл трудомісткості допоміжних робіт

Види допоміжних робіт	Середня частка виду допоміжних робіт, %	Трудомісткість виду робіт, люд·год
Самообслуговування	45	220655,93
Транспортні послуги	9	44131,19
Перегін АТЗ	20	98069,30
Приймання, зберігання та видача мат. цінностей	9	44131,19
Прибирання приміщень на території	17	83358,91

2.3.4. Розрахунок чисельності виробничих робітників

Виробничі робітники діляться на: технологічно необхідних (P_m) і штатних робітників ($P_{ш}$). Розрахунок виконується за наступними формулами:

$$P_m = \frac{T_{pi}}{\Phi_m}$$

$$P_{ш} = \frac{T_{pi}}{\Phi_{ш}}$$

де $P_m, P_{ш}$ – кількість технологічно необхідних і штатних робітників, відповідно;
 T_{pi} – річний обсяг робіт зони чи дільниці, люд-год;
 $\Phi_m, \Phi_{ш}$ – фонд робочого часу технологічно необхідних і штатних робітників, відповідно.

Фонд часу підрозділяється на фонд часу для нормальних і шкідливих умов. До шкідливих відносяться зварювальні, фарбувальні, ковальсько-ресорні й мідницькі роботи.

$$\Phi_m = 8 \cdot (D_k - D_v - D_{нсв}) \text{ год}$$

$$\Phi_{\text{ш}} = \Phi_m - 8 \cdot (D_{\text{відп}} + D_{\text{нп}}) \text{ год}$$

де D_k – кількість календарних днів у році;

D_e – кількість вихідних днів у році;

$D_{\text{псв}}$ – кількість святкових днів у році;

$D_{\text{відп}}$ – кількість днів відпустки;

$D_{\text{нп}}$ – кількість днів відгулів з поважної причини (через хворобу й через виконання державних обов'язків).

На практиці прийняті фонди часу [4, 5]:

$\Phi_m = 2070$ годин - при нормальних умовах роботи;

$\Phi_m = 1830$ годин - при шкідливих умовах роботи;

$\Phi_{\text{ш}} = 1610$ годин - для малярів;

$\Phi_{\text{ш}} = 1820$ годин - для інших робітників.

В розрахунках потрібно визначити кількість технологічно необхідних робітників для зони ЩО, ТО-1 та ТО-2.

$$P_m = \frac{2727,10}{2070} = 1 \text{ чол.}$$

$$P_{\text{ш}} = \frac{2727,10}{1830} = 1 \text{ чол.}$$

У зоні ТО-1:

$$P_m = \frac{1580,16}{2070} = 1 \text{ чол.}$$

$$P_{\text{ш}} = \frac{1580,16}{1830} = 1 \text{ чол.}$$

У зоні ТО-2:

$$P_m = \frac{3686,40}{2070} = 2 \text{ чол.}$$

$$P_{\text{ш}} = \frac{3686,40}{1830} = 2 \text{ чол.}$$

Річний фонд часу технологічно необхідних робітників на постах ПР розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{постПРм}} = \frac{\Phi_{m_{\text{нн}}} \cdot a + \Phi_{m_{\text{ш}}} \cdot b}{a + b} \text{ год}$$

де $\Phi_{m_{\text{нн}}}$ і $\Phi_{m_{\text{ш}}}$ – фонд робочого часу відповідно при нормальних та шкідливих умовах праці;

де a, b - число робіт з нормальними й шкідливими умовами праці, % (приймається відповідно 37 та 12 %).

Річний фонд часу Φ_m на постах ПР:

$$\Phi_{\text{постПРм}} = \frac{2070 \cdot 37 + 1830 \cdot 12}{37 + 12} = 2011,22 \text{ год}$$

Річний фонд часу штатного робітника на постах ПР розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{постПРш}} = \frac{\Phi_{m_{\text{нн}}} \cdot c + \Phi_{m_{\text{ш}}} \cdot d}{c + d} \text{ год}$$

де c, d кількість постових робіт всіх робітників і малярів, % (приймається відповідно 41 та 8 %).

$$\Phi_{\text{постПРш}} = \frac{1820 \cdot 41 + 1610 \cdot 8}{41 + 8} = 1785,71 \text{ год}$$

Кількість технологічних та штатних робітників на постах ПР для кожної групи АТЗ.

Opel Agila 1,3 CDTI: $P_m = \frac{2542,00}{2011,22} = 1 \text{ чол.}$

$$P_{ш} = \frac{2542,00}{1785,71} = 1 \text{ чол.}$$

MAN LE220C(12.224]LC): $P_m = \frac{6000,21}{2011,22} = 3 \text{ чол.}$

$$P_{ш} = \frac{6000,21}{1785,71} = 3 \text{ чол.}$$

MA3 256100: $P_m = \frac{4098,00}{2011,22} = 2 \text{ чол.}$

$$P_{\text{ш}} = \frac{4098,00}{1785,71} = 2 \quad \text{чол.}$$

Річний фонд часу технологічно необхідних робітників на ділянках ПР розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{постПРш}} = \frac{\Phi_m \cdot e + \Phi_m \cdot f}{e + f} \quad \text{ГОД}$$

де e, f – число робіт з нормальними й шкідливими умовами праці, % (приймається відповідно 44 та 7 %).

Річний фонд часу штатних робітників на ділянках ПР приймається в розмірі 1830 год..

$$\Phi_{\text{ш}} = \frac{2070 \cdot 44 + 1830 \cdot 7}{44 + 7} = 2037,06 \quad \text{год}$$

Для ділянок ПР кількість робітників дорівнює:

Opel Agila 1,3 CDTI: $P_m = \frac{1782,76}{2011,22} = 1 \quad \text{чол.}$

$$P_{\text{ш}} = \frac{1782,76}{1785,71} = 1 \quad \text{чол.}$$

MAN LE220C(12.224]LC): $P_m = \frac{2859,49}{2011,22} = 1 \quad \text{чол.}$

$$P_{\text{ш}} = \frac{2859,49}{1785,71} = 2 \quad \text{чол.}$$

MAZ 256100: $P_m = \frac{1316,78}{2011,22} = 1 \quad \text{чол.}$

$$P_{\text{ш}} = \frac{1316,78}{1785,71} = 1 \quad \text{чол.}$$

Результати розрахунків занесені до табл. 2.11

Таблиця 2.11

Зведена таблиця по персоналу за зонами, постами та дільницями

Структурні підрозділи	Технічно необхідне	Штатне
Зона ЩО	1	1
Зона ТО-1	1	1
Зона ТО-2	2	2
Пости ПР легкових автомобілів	1	1
Пости ПР вантажівок	3	3
Пости ПР автобусів	2	2
Дільниці ПР легкових автомобілів	1	1
Дільниці ПР вантажівок	1	2
Дільниці ПР автобусів	1	1
Разом	13	14

Таким чином, загальна кількість робітників за допомогою яких виконується технічне обслуговування та ремонт автомобілів складе:

технічно необхідне : 13 чол.

штатне: 14 чол.

2.4. Розрахунок площі виробничого корпусу

Орієнтовно розрахункову площу виробничого корпусу можна визначити за середньою питомою площею, яка припадає на одного робітника:

$$S_{pn} = P_{яв} \cdot f_{пнт}, \quad \text{м}^2.$$

де $f_{пнт}$ – питома площа приміщення, яка припадає на одного робітника,

приймається $f_{пнт} = 26 \text{ м}^2$.

$$S_{pn} = 14 \cdot 26 = 364 \text{ м}^2$$

Одноповерхові будівлі підприємств з експлуатації, обслуговування і ремонту підйомно-транспортних, дорожніх, меліоративних машин та обладнання, як правило проектують каркасного типу з сіткою колон 12X6 18X6, 18X12 та 24X12 м. Для багатопверхових будівель розроблені залізобетонні конструкції з сіткою колон 6X6, 6X9, 6X12, 9X12.

Висота приміщень - відстань від підлоги до низу перекриття або конструкції - повинна бути не менш 2,8 м [30, 31, 32].

Визначимо сітку колон: для визначення довжини виробничого корпусу приймається 3 колон з кроком 12 м, для ширини: 4 колони з кроком 6 м.

$$L_p = (n_k - 1) \cdot \Pi_k, \text{ м}$$

$$B_p = (n_k - 1) \cdot \Pi_k, \text{ м}$$

де n_k - прийнята кількість колон;

Π_k - крок колон;

Π_k - проліт між колонами.

Розрахункова довжина та ширина корпусу складе:

$$L_p = (3 - 1) \cdot 12 = 24 \text{ м}$$

$$B_p = (4 - 1) \cdot 6 = 18 \text{ м}$$

Загальна розрахункова планова площа виробничого корпусу визначається за формулою:

$$S_{\text{пр}} = L_p \cdot B_p \quad \text{м}^2$$

$$S_{\text{сн}} = 24 \cdot 18 = 432 \text{ м}^2$$

При плануванні площі приміщень виробничого корпусу можуть дещо відрізнятись від розрахункових: для приміщень до 1000 м² припустиме відхилення до 20 %, а для приміщень більше 1000 м² - 10 % [14]:

$$\Delta = \frac{S_{\text{сн}} - S_{\text{пр}}}{S_{\text{сн}}} \cdot 100\%$$

Різниця в розрахунковій та проектній площі приміщення:

$$\Delta = \frac{432 - 364}{432} \cdot 100\% = 15,74 \%$$

Таким чином відхилення розрахункової площі виробничого корпусу від планової площі знаходиться у допустимих межах.

3. Охорона праці

3.1. Розрахунок освітлення

Розрізняють штучне і природне освітлення, норми проектування якого передбачені [11]. Згідно з [11, 12] для освітлення виробничих приміщень штучним світлом, як правило, використовують газорозрядні лампи. Лампи розжарювання рекомендуються при неможливості чи техніко-економічній недоцільності використання газорозрядних ламп.

У середньому на підприємстві норми штучного освітлення для підприємств по обслуговуванню та ремонту машин складає 200 лк [11].

Розрахунок загального освітлення проводиться за допомогою методу коефіцієнта світлового потоку (світловий потік лампи):

$$F = \frac{E \cdot S_{cn} \cdot K \cdot Z}{\eta \cdot n}, \text{ лм}$$

де E - норма освітленості, лк [10, 11], приймається $E = 200$ лк;

S_{cn} - скорегована площа виробничого корпусу, м²;

K - коефіцієнт запасу, [8, 11]; $K = 1,5$;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, змінюється в межах $Z = 1,1 \dots 1,5$ (у середньому 1,2) [8];

η - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

n - число ламп.

Для визначення коефіцієнту η розраховують індекс приміщення за наступною формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{H_c \cdot (a + b)}$$

де a, b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

H_c - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею, м [21, 18].

Приймається $H_c = 8,4$ м

$$i = \frac{24 \cdot 18}{8,4 \cdot (24 + 18)} = 1,2$$

Таким чином, коефіцієнт використання світлового потоку приймається рівним 0.61, ($\eta = 0.61$).

У роботі для освітлення приймаються лампи типу ЛБ80 із світловим потоком 5220 лм [9, 10, 11, 13].

Визначення кількості ламп у виробничому корпусі, проводиться за формулою:

$$n = \frac{E \cdot S_{cn} \cdot K \cdot Z}{F \cdot \eta}, \text{ шт.}$$

$$n = \frac{200 \cdot 432 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{5220 \cdot 0,61} = 49 \text{ шт.}$$

Розрахунок місцевого освітлення полягає у визначенні потужності чи світлового потоку ламп. Для місцевого освітлення зазвичай використовують лампи розжарювання:

$$F = \frac{1000 \cdot h^2 \cdot E}{e}, \text{ лм}$$

де h - відстань лампи до освітлювальної поверхні, м;

E - нормативна освітленість, лк (приймається $E = 100$ лк)[10, 11];

e - показник, який вибирається за графіком залежно від h і відстані d від перпендикулярного потоку на освітлювальну поверхню до освітлювальної точки (рис). Для розрахунків приймається, що $h = 1,1$ м; $d = 0$ м.

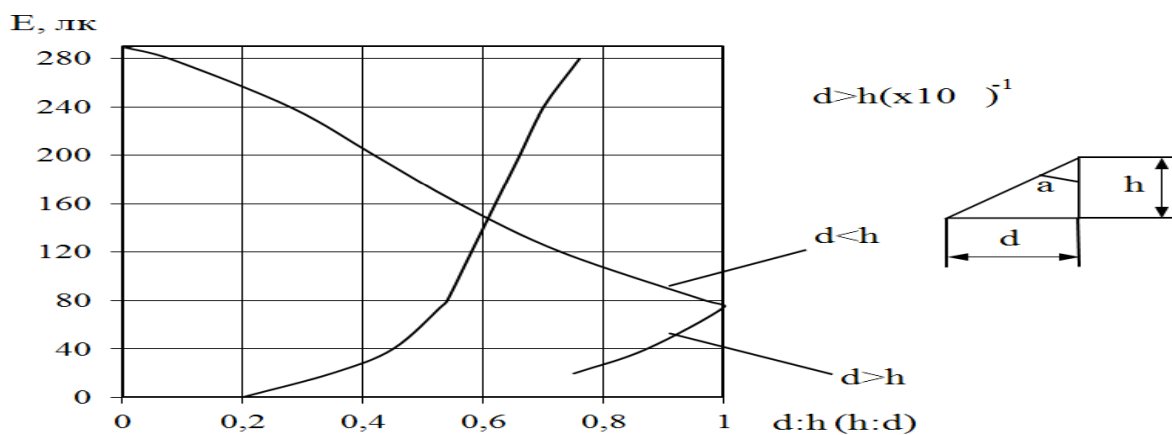


Рис. Графік визначення показника e

Таким чином $e = 280$

Світловий потік лампи дорівнює:

$$F = \frac{1000 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 100}{280} = 432,14 \text{ лм}$$

Обирається лампа розжарювання НБК-40 .

Розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів бокового чи верхнього освітлення. У роботі визначається загальна площа світлових прорізів підприємства при боковому освітленні проводиться за формулою:

$$S = \frac{S_n \cdot C_n \cdot K_z \cdot \eta_o}{100 \cdot P_o \cdot W_1} K_{\delta\delta}, \text{ м}^2$$

де S_n - площа підлоги приміщення, м^2 (приймається як площа виробничого корпусу);

C_n - нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (приймається $C_n = 0,2$)

K_z - коефіцієнт запасу (приймається $K_z = 1,45$)

η_o - світлова характеристика вікон (приймається $\eta_o = 10$) ;

$K_{\delta\delta}$ - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками

(приймається $K_{\delta\delta} = 1,0$) [8,11, 12];

P_o - загальний коефіцієнт світлопропускання, (приймається $P_o = 0,63$)
[8, 11, 12];

W_1 - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні,
(приймається $W_1 = 1,1$) [8, 11, 12].

$$S = \frac{432 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 1,0}{100 \cdot 0,63 \cdot 1,1} = 18,08 \text{ м}^2$$

3.2. Розрахунок механічної вентиляції

Механічну вентиляцію використовують при об'ємі виробничого простору менше 40 м^2 на одного працюючого, у даному випадку коефіцієнт кратності складає 26 м^2 , адже площа виробничого корпусу визначалася з кратність 26 м^2 на одного працюючого, тому є необхідність провести розрахунок механічній вентиляції.

Для загального розрахунку механічної вентиляції у межах усього головного виробничого корпусу, використовується методика кратності. У зв'язку з цим об'єм повітря визначається за формулою:

$$V = V_n \cdot K_{кр} = (S_p \cdot H_c) \cdot K_{кр}, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

де V_n - об'єм приміщення, м^3 ;

$K_{кр}$ - коефіцієнт кратності, приймається $K_{кр} = 3,5$).

Об'єм повітря у приміщенні складе:

$$V = 432 \cdot 8,2 \cdot 3,5 = 12398,40 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Загальна потужність двигунів вентиляторів підприємства визначається з виразу:

$$P = \frac{K_3 \cdot V_e \cdot P_e \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_e \cdot \eta_n}, \text{ кВт}$$

де K_3 - коефіцієнт запасу, (приймається $K_3 = 1,2$);

V_e - подача вентилятора, яка дорівнює кількості повітря, $\text{м}^3/\text{ГОД}$;

P_e - тиск який розвиває вентилятор (вентилятори низького тиску розвивають тиск до 1000 Па, середнього - 3000 Па і високого - 5000 Па);

η_e - ККД вентилятора, (приймається $\eta_e = 0,6 \dots 0,8$);

η_n - ККД приводу, для плоскопасової передачі , для клинопасової , для безпосереднього з'єднання $\eta_n = 1,0$.

Для розрахунку загальної потужності вентиляторів підприємства приймається, що використовується вентилятор високого тиску (тобто $P_e = 5000$ Па), привод вентилятора є клинопасовим ($\eta_n = 0,95$).

$$P = \frac{1,2 \cdot 12398,40 \cdot 5000,00 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,95} = 310,74 \text{ кВт}$$

3.3. Розрахунок опалення

Одним з вихідних даних для розрахунку опалення є температура у виробничих приміщеннях, яка становить $+20^\circ\text{C}$ [22, 8].

Кількість теплоти для опалення виробничого корпусу визначається за формулою:

$$Q_0 = q_0 (t_e - t_z) \cdot V, \quad \text{Дж} \cdot \text{м}^3 / \text{год}$$

де q_0 - витрати теплоти для опалення 1 м³ приміщення на 1°С різниці внутрішньої і зовнішньої температур, (приймається $q_0 = 2,08$; Дж/кг);

t_e - внутрішня температура цеха, °С (приймається $t_e = 17^\circ\text{C}$);

t_z - зовнішня температура повітря (приймається $t_z = -15^\circ\text{C}$),

V - об'єм приміщення, м³.

$$Q_0 = 2,08 \cdot (17 - (-15)) \cdot 12398 = 825238 \quad \text{Дж} \cdot \text{м}^3 / \text{год}$$

Крім того, кількість теплоти, яка витрачається на вентиляцію визначається за формулою:

$$Q_e = q_e (t_e - t_z) \cdot V, \quad \text{Дж} \cdot \text{м}^3 / \text{год}$$

де q_e - витрати теплоти на вентиляцію 1 м³ будівлі при різниці внутрішньої і зовнішньої температури 1°С, $q_e = 1 \dots 2$ кДж/кг;

$$Q_e = 17,00 \cdot (17 - (-15)) \cdot 12398 = 6744730 \quad \text{Дж} \cdot \text{м}^3 / \text{год}$$

Площа радіаторів опалення розраховується по формулі:

$$F_0 = \frac{Q_0 + Q_e}{K_n \cdot (t_m - t_e)}, \quad \text{м}^2$$

де t_m - середня розрахункова температура теплоносія (пара низького тиску – 100 °С, пара при тиску 1,2 атм (0,12 МПа) - 104 °С, при тиску 1,5 атм (0,15 МПа) - 111 °С);

K_n - коефіцієнт, значення якого залежить від різниці температур теплоносія і нагрівального повітря (приймається 28000 кДж/м²·год·град).

$$F_0 = \frac{825237,50 + 6744729,60}{2800 \cdot (104 - 17)} = 22,34 \quad \text{м}^2$$

3.4. Розрахунок захисного заземлення

Захисне заземлення – навмисне приєднання до землі металевих частин електроустаткування, що можуть виявитися під напругою внаслідок ушкодження ізоляції. Основне призначення захисного заземлення – знизити напруга дотику до безпечної величини.

Захисне заземлення є ефективним способом забезпечення безпеки людей, що працюють з електроустановками. Повинне бути заземлені металеві корпуси елект-ричних машин, апаратів, каркаси розподільних щитів і інші металеві конструкції, зв'язані з електроустановками. Штучний заземлювач, являє собою замкнутий контур з 10 труб, довжиною 2 м і діаметром 0,2 м, встановленими на глибину 1 м і з'єднаних смугою, що заземлює.

Для розрахунку приймається, що напруга пристроїв, які заземлюються, складає $500 + 13 = 513$ В

Опір розтікання струму від однієї труби визначається за формулою:

$$R = \frac{0,336 \cdot p}{L \left(\lg \left[\frac{2 \cdot L}{d} \right] + 0,5 \cdot \lg \left[\frac{4 \cdot h + L}{4 \cdot h - L} \right] \right)}, \text{ Ом}$$

де p – питомий опір ґрунту (приймається $p = 100$ Ом/см);

L – довжина труби (приймається $L = 2$ м);

d – діаметр труби (приймається $d = 0,2$ м);

Опір розтікання струму від однієї труби:

$$R = \frac{0,336 \cdot 100}{200 \cdot \left(\lg \left(\frac{2 \cdot 200}{20} \right) + 0,5 \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot 100 + 200}{4 \cdot 100 - 200} \right) \right)} = 0,11 \text{ Ом}$$

Опір розтікання струму системи заземлення:

$$R_{\text{сист}} = \frac{R}{m \cdot K_1 \cdot K_2}, \text{ Ом}$$

де m – число труб (приймається $m = 10$ шт);

K_1 – коефіцієнт, що враховує екранування труб (приймається $K_1 = 0,56$);

K_2 – коефіцієнт, що враховує екранування смуги і труб (приймається $K_2 = 0,78$);

$$R_{\text{сист}} = \frac{0,11}{10 \cdot 0,56 \cdot 0,78} = 0,03 \text{ Ом}$$

Довжина замикаючої смуги для замкнутого кола визначається за формулою:

$$L_1 = a \cdot m, \text{ м}$$

де a – відстань між трубами (приймається $a = 3 \text{ м}$).

$$L = 3 \cdot 10 = 30 \text{ м}$$

Опір розтікання струму сталевій смуги, що заземлює визначається за формулою:

$$R_{II} = \frac{0,366 \cdot \rho}{L_1 \cdot \lg \left[\frac{2 \cdot L_1^2}{b \cdot h_1} \right]}, \text{ Ом}$$

де h – ширина смуги, що заземлює (приймається $h = 3 \text{ см}$).

$$R_{II} = \frac{0,366 \cdot 100}{3000 \cdot \lg \left(\frac{2 \cdot 3000 \cdot 3000}{100 \cdot 3} \right)} = 0,003 \text{ Ом}$$

Загальний опір заземлення:

$$R_{заг} = \frac{R_{сист} \cdot R_n}{R_{сист} + R_n}, \text{ Ом}$$

$$R_{заг} = \frac{0,03 \cdot 0,003}{0,03 + 0,003} = 0,003 \text{ Ом}$$

Для того, щоб спроектований пристрій задовольняв правила пристрою електроустановок ПЕУ-86, необхідно, щоб опір розтікання струму в захисному пристрої, що заземлює, для установок до 1000 В був не більш 4 Ом і для напруги понад 1000 В з ефективною заземленою нейтраллю більше 0,5 Ом.

Опір розтікання струму в захисному пристрої складає 0,003 Ом
що для пристроїв до 1000 В є допустимим, адже зберігається умова
 $0,003 \text{ Ом} < 5 \text{ Ом}$.

3.5. Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників

Для розрахунків роботи приймається, що виробничий корпус відноситься до категорії «В» з наявністю горючих газів і рідин (категорія приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою), клас можливої пожежі – «В».

Під час вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для оснащення об'єктів слід також керуватися галузевими правилами пожежної безпеки, нормами технологічного проектування та іншими нормативно-правовими актами, які регламентують вимоги до оснащення об'єктів вогнегасниками (Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року № 151 «Типові норми належності вогнегасників»).

Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників проводиться згідно з нормами належності.

Вибір типу вогнегасника обумовлений розмірами можливих осередків пожеж на об'єкті.

За необхідності застосування різних типів вогнегасників допускається здійснювати заміну одного типу на інший із забезпеченням рівності сумарної вогнегасної здатності вогнегасників за класом пожежі, характерної для цього об'єкта.

Площа приміщення складає 432,00 м²

Для захисту приміщення потрібно згідно завдання:

водяні та водопінні переносні вогнегасники

вага вогнегасника: 12 кг

необхідна кількість вогнегасників 3 шт.

3.6. Розрахунки рівнів шуму

Більшість виробничих процесів супроводжується дією на працюючих шуму. Шум - сукупність звуків різної інтенсивності і частоти, що викликає неприємні слухові відчуття.

Будь-який звук характеризується частотою коливань f Гц, інтенсивністю I , Вт/м² і звуковим тиском p , Па. Звуковим тиском називають додатковий тиск, що виникає в середовищі від звукових хвиль. Швидкість коливань частинок середовища залежить від миттєвого звукового тиску і акустичного опору середовища.

Органом слуху людини механічні коливання сприймаються як звук у діапазоні частот 20+20000 Гц. Коливання з частотою меншою 20 Гц (інфразвук) та понад 20000 Гц (ультразвук) не сприймаються органами слуху людини, але спричиняють біологічну дію на організм. Слухове сприйняття обмежене також нижньою і верхньою межами - порогом чутності і больовим порогом. Значення інтенсивності звуку на цих порогах становлять відповідно 10^{-12} Вт/м² та 10^2 Вт/м² тобто різняться у 10^{14} разів. Але орган слуху людини сприймає не абсолютну, а відносну зміну інтенсивності звуку приблизно у логарифмічній залежності. У зв'язку з цим для оцінки шуму користуються відносними рівнями інтенсивності чи звукового тиску у логарифмічних одиницях. При цьому збільшення будь-якої інтенсивності звуку в 10 разів відповідає приросту відчуття інтенсивності на одиницю, яку називають "бел" (Б). Рівні звукового тиску, що відповідають порогам чутності і больовому порогам, становлять 0 і 120 дБ (1 дБ = 0,1 Б).

Рівень звукового тиску, отриманий за характеристикою «А» шумоміру, називається рівнем звуку, одиницею виміру якого є дБА. Шкала «А» шумоміру застосовується для орієнтовної оцінки шуму.

Для боротьби з виробничим шумом застосовують такі основні заходи: зменшення шуму в його джерелі, звукоізоляцію, віброгасіння, звукопоглинання, архітектурно-планувальні заходи, застосування засобів індивідуального захисту та ін.

Звукоізоляція - це здатність огорожу вальних конструкцій відбавати і послабляти звукову енергію, що падає на них. Звукоізолююча здатність конструкцій (стіни, перекриття, загородки, кожуха) тим більша, чим більша її поверхнева густина, тобто маса її 1 м². Саме тому ці конструкції виготовляють з металу, товстого скла, залізобетону, цегли.

Згідно із завданням тип робочого місця:

Кабіни спостережень і дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону;
Гіпсобетонна плита;

Згідно із завданням звуковий тиск, дБА 90,00

Рівень звукового тиску для заданого типу робочого місця, дБА 65,00

Рівень звукового тиску безпосередньо за стіною у суміжному приміщенні:

$$L' = L - R \text{ , дБА}$$

де L - звуковий тиск шуму у приміщенні де знаходиться джерело шуму;

Звукоізолююча здатність стіни дорівнює:

$$R = 90,00 - 65,00 = 25,00 \text{ , дБА}$$

Для огорож з бетону, цегли і подібних матеріалів, масою 1 м^2 яких (m) $100\dots 1000 \text{ кг/м}^2$ відома залежність звукоізолюючої здатності від маси стіни:

$$R = 22 \lg m - 12$$

Маса 1 м^2 стіни:

$$m = 10^{\frac{25 + 12}{22}} = 48,06 \text{ кг/м}^2$$

Товщина перегородки визначається з виразу:

$$m = \rho \cdot h \text{ кг/м}^2$$

$$h = \frac{48,06}{142,11} = 0,34 \text{ м.}$$

3.7. Розрахунки екранування джерел електромагнітних випромінювань

Джерелами випромінювання електромагнітної енергії радіочастотного діапазону є різноманітні установки. Це - потужні телевізійні та радіостанції, радіолокаційні пристрої та промислові установки високочастотного нагріву і, нарешті, вимірювальні, контрольні й лабораторні прилади різного призначення та монітори. Джерелами випромінювання можуть бути також будь-які елементи високочастотного ланцюга.

Електромагнітні поля (ЕМП) можуть негативно впливати на організм людини. Первинним проявом дії електромагнітної енергії є нагрів, який може призвести до змін і навіть пошкодження тканин і органів. Нагрів особливо небезпечний для органів зі слабкою терморегуляцією й у складі яких багато води (мозок, очі, нирки, сім'яні залози). Коливання надвисоких частот викликають також помутніння кришталіка ока.

Визначити мінімальну товщину суцільного екрана із міді для високочастотної установки ізотропного випромінювання з частотою 60 кГц. Довжина провідника 4 м, сила струму 130 А. Робоче місце розташоване на відстані їм від джерела випромінювання.

ЕМП характеризується довжиною хвилі λ (м), або частотою коливань f (Гц):

$$\lambda = c \cdot t = \frac{c}{f}, \text{ м}$$

де $c=3 \cdot 10^8$ м/с - швидкість розповсюдження радіохвиль;
 t - період коливань, с.

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^4} = 0,5 \cdot 10^4 \text{ м}$$

Робочі місця обслуговуючого персоналу можуть опинитись у таких зонах ЕМП: ближній, проміжній і дальній - залежно від частоти поля, параметрів випромінюючої системи та відстані від джерела випромінювання до робочого місця.

При ізотропному (всенаправленому) випромінюванні ближня зона (зона індукції) розповсюджується на відстань, м:

$$r_{\text{бл.з}} \leq \frac{\lambda}{2\pi} \text{ м}$$

$$r_{\text{бл.з}} \leq \frac{0,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14} = 796,18 \text{ м}$$

тобто робоче місце знаходиться у зоні індукції (ближній зоні).

Перемінне ЕМП є сукупністю двох взаємопов'язаних перемінних полів - електричного і магнітного, які характеризуються відповідними векторами напруженості E (В/м) і H (А/м).

У ближній зоні, в якій ще не сформувалась електромагнітна хвиля, електричне і магнітне поля незалежні одне від одного. Тому згідно з ГОСТ 12.1.006-84 у діапазоні частот 60 кГц...300 МГц ЕМП оцінюються напруженістю електричної і магнітної складових поля, а у діапазоні частот 300 МГц...300 ГГц - густиною потоку енергії (ГПЕ). За електричною складовою напруженість ЕМП не повинна перевищувати 50 В/м - для частот 60 кГц...3 МГц; 20 В/м - для частот 3...30 МГц; 10 В/м - для частот 30...50 МГц; 5 В/м - для частот 50...300 МГц; за магнітною складовою: 5 А/м - для частот 60 кГц...1,5 МГц, 0,3 А/м - для частот 30 - 300 МГц.

При ізотропному випромінюванні напруженість електричного, В/м, і магнітного, А/м, полів на робочому місці у ближній зоні для провідника визначають за формулами:

$$E = \frac{I \cdot l}{4 \cdot \pi^2 \cdot \varepsilon \cdot f \cdot r^3}, \quad \text{В/м}$$

$$H = \frac{I \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot r^2}, \quad \text{А/м}$$

де I - сила струму у провіднику (антені), А;

l - довжина провідника (антени), м;

ε - діелектрична проникність середовища, Ф/м (для повітря $\varepsilon = 1$);

ω - кругова частота поля, рад/с (с^{-1});

f - частота поля, Гц;

r - відстань від джерела випромінювання, м.

згідно завдання довжина провідника $l = 3$

згідно завдання сила струму $I = 133$ А

Очікувана напруженість складових ЕМП у розрахунковій точці за формулами:

$$E = \frac{133 \cdot 3}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 10^4 \cdot 1^3} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ В/м}$$

що значно менше гранично допустимого рівня (ГДР).

$$H = \frac{133 \cdot 3}{2 \cdot 3,14 \cdot 1^2} = 63,5 \text{ А/м}$$

що перевищує ГДР.

Основною характеристикою кожного екрана є рівень послаблення ЕМП (ефективність екранування), що являє собою відношення параметра ЕМП у даній точці за відсутності екрана (E , H , ГПЕ) до того ж показника у тій же точці за наявності екрана (E_e , H_e , ГПЕ_e):

$$G = \frac{E}{E_e} \quad G = \frac{H}{H_e}$$

Потрібне ослаблення магнітної напруженості поля (ефективність екранування):

$$G = \frac{63,54}{5} = 12,7$$

Товщина екрана d , мм, виготовленого із суцільного матеріалу, як забезпечить задане ослаблення, визначається за формулою:

$$d = \frac{1000 \cdot \ln G}{\sqrt{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \nu}}, \text{ мм}$$

де G - задане ослаблення інтенсивності поля;

f - частота поля, Гц;

μ - абсолютна магнітна проникність матеріалу екрана, Гн/м (міді $0,99999 \cdot 10^{-6}$, алюмінію - $1,000023 \cdot 10^{-6}$, сталі - $875 \cdot 10^{-6}$);

ν - питома електрична провідність матеріалу, См/м (міді - $0,59 \cdot 10^8$, алюмінію - $0,40 \cdot 10^8$, сталі - $0,10 \cdot 10^8$).

за умовою завдання матеріал екрану - сталь

Мінімальна товщина екрана, яка забезпечить задану ефективність екранування, мм:

$$d = \frac{1000 \cdot \ln 12,71}{(3,14 \cdot 6 \cdot 10^4 \cdot 875 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 10^8)^{0,5}} = 0,06 \text{ мм}$$

3.8. Розрахунок санітарно-гігієнічних вимог виробничих та допоміжних приміщень

Створення здорових та безпечних умов праці починається з правильного вибору майданчика для розміщення підприємства та раціонального розташування на ньому виробничих, допоміжних та інших будівель і споруд.

З метою запобігання травматизму у виробничих приміщеннях необхідно застосовувати попереджувальне пофарбування будівельних конструкцій та знаки безпеки (ГОСТ 12.4.026-76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности»). Наприклад, жовтим кольором (або із чорними смугами) фарбують низько розташовані над проходами конструкції, звуження проїздів, малопомітні сходинки, виступи та перепади в площині підлоги.

Розрахунок числа шафок ($N_{ш}$) є рівною числу працівників працюючих в усіх змінах, кількість душових кабінок ($N_{д}$) визначається з розрахунку 8 чол. на один душ, кількість умивальників ($N_{у}$) визначається з розрахунку 12 чол. на один умивальник, кількість кабінок туалету ($N_{т}$) приймається з розрахунку по одній на 30 чол:

$$N_{ш} = N_{осн} + N_{доп} = N_{з.р.},$$

де $N_{осн}$ - кількість основних робітників, чол;

$N_{доп}$ - кількість допоміжних робітників, чол;

$N_{осн}$ - загальна кількість робітників, чол.

$$N_{д} = \frac{N_{з.р.}}{8}, \quad N_{у} = \frac{N_{з.р.}}{12}, \quad N_{т} = \frac{N_{з.р.}}{30},$$

- кількість шафок	$N_{ш} = 14$	од.
- кількість душових	$N_{ш} = \frac{14}{8} =$	2 од.
- кількість умивальників	$N_{ш} = \frac{14}{12} =$	1 од.
- кількість туалетів	$N_{ш} = \frac{14}{30} =$	0 од.