

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Проект виробничо-технічної бази для технічного обслуговування
легкових автомобілів з дослідженням способів зменшення вібрації миючої

установки

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи МАМ-61

спеціальності (напряму підготовки) 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Карвацький Р.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Гудь В.З.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Левкович М.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Проект виробничо-технічної бази для технічного обслуговування легкових автомобілів з дослідженням способів зменшення вібрації миючої установки».

Магістерська робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з дев'яти розділів.

Графічна частина складається з 10 форматів А1.

В дипломній роботі виконано розроблення проекту виробничо-технічної бази для технічного обслуговування легкових автомобілів, а також досліджено способи зменшення вібрації миючої установки.

Ключові слова: обслуговування, автомобіль, вода, миюча, установка, бруд.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Загальна характеристика підприємства.....	7
1.2 Основні показники роботи АТП і їх аналіз.....	10
1.3 Обґрунтування необхідності виконання теми дипломного проектування.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	12
2.1 Схема організаційної структури підприємства.....	12
2.2 Визначення річної виробничої програми	12
2.3 Розрахунок річного обсягу робіт і чисельності виробничих робітників.....	16
2.4 Технологічний розрахунок виробничих зон і ділянок.....	18
2.5 Генеральний план підприємства.....	21
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	23
3.1 Розрахунок мийної установки.....	23
3.2 Будова і робота мийки.....	26
3.3 Особливості та характер забруднень транспортних засобів.....	28
3.4 Будова і робота очисних споруд «Свір-2,5М».....	34
3.5 Розрахунок очисних споруд.....	34
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	38
4.1 Програмне забезпечення для вирішення задач магістерської роботи.....	38
4.2 Класифікація програмного забезпечення САПР.....	46
4.3 Впровадження систем автоматизованого проектування.....	56
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	60
5.1 Інженерна методика проектування технологічних процесів виготовлення гвинтових деталей для віброгасячого	

пристрою і технологічного спорядження	60
5.2 Механіко-математичні основи проектування гвинтових елементів	65
6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....	75
6.1 Опис проектованого пристосування для монтажу і демонтажу пружин...	75
6.2 Розрахунок необхідного діаметра пневмоциліндра.....	76
6.3 Розрахунок міцності стягувальної шпильки.....	78
6.4 Розрахунок циліндра на міцність.....	80
6.5 Розрахунок гвинта кріплення крючкового захоплення на зріз.....	81
6.6 Перевірочний розрахунок лапки верхнього захоплення на згин.....	82
7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	85
7.1 Розрахунок додаткових інвестицій на реконструкцію.....	85
7.2 Розрахунок поточних експлуатаційних розходів.....	86
7.3 Розрахунок показників економічної ефективності проекту.....	90
7.4 Обґрунтування економічної доцільності проекту.....	91
7.5 Розрахунок собівартості виготовлення пристрою.....	92
8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	97
8.1 Аналіз умов праці на ділянці збирально-мийних робіт.....	97
8.2 Заходи щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці.....	98
8.3 Розрахунок системи вентиляції ділянки мийних робіт.....	101
8.4 Заходи щодо забезпечення стійкості роботи корпусу в умовах надзвичайних ситуацій.....	107
9 ЕКОЛОГІЯ.....	110
9.1 Основні заходи з охорони навколишнього середовища.....	110
9.2 Особливості очисних споруд для автомийок	112
9.3 Способи обрання очисних систем для автомийки.....	113
9.4 Стічні води від мийки.....	114

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	121
БІБЛІОГРАФІЯ.....	122
ДОДАТКИ.....	125

ВСТУП

При перевезені автомобільним транспортом припускають використання рухомого складу (автомобілів і автопоїздів), що знаходиться в справному технічному стані.

Справний технічний стан означає повна відповідність рухомого складу нормам, обумовленим правилами технічної експлуатації, і характеризує його працездатність.

Працездатність автомобіля оцінюється сукупністю експлуатаційно-технічних якостей: динамічністю, стійкістю, економічністю, надійністю, довговічністю, керованістю і т.д., які для кожного автомобіля виражаються конкретними показниками. Щоб працездатність автомобіля в процесі експлуатації знаходилася на необхідному рівні, значення цих показників тривалий час повинні мало змінитися в порівнянні з їхніми первісними величинами.

Однак технічний стан автомобіля, як і всякої іншої машини, у процесі тривалої експлуатації не залишається незмінними. Він погіршується внаслідок зношування деталей і механізмів, поломок і інших несправностей, що приводить в результаті до погіршення експлуатаційно-технічних якостей автомобіля.

Зміна зазначених якостей автомобіля в міру збільшення пробігу може відбуватися також у результаті недотримання правил технічної експлуатації або технічного обслуговування автомобіля.

Основним засобом зменшення інтенсивності зношування деталей і механізмів і запобігання несправностей автомобіля, тобто підтримання його в належному технічному стані, є своєчасне і високоякісне виконання технічного обслуговування.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика підприємства

Автобаза має гаражі, склади для зберігання запчастин і ГЗМ, цех вулканізації, ділянка технічного обслуговування, ремонту й змащення техніки, мийний пост, столярну майстерню і забезпечує безперебійну роботу підприємств за все залізничного вузла з доставки вантажів, локомотивних бригад, працівників господарств - вагонного, колійного, цивільних споруд.

Основними цілями діяльності підрозділу є своєчасне і якісне задоволення потреб підрозділів Філії в роботах і послугах, що надаються автомобільним транспортом для забезпечення перевізного процесу по виконанню встановленого обсягу перевезень; розвитку підсобно-допоміжної діяльності.

Для досягнення зазначених цілей підрозділ має право в порядку встановленим законодавчим та іншими нормативними актами, здійснює такі види діяльності:

- перевезення вантажів і пасажирів автомобільним транспортом, в тому числі на комерційній основі;
- технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів, машин і обладнання;
- послуги складського господарства;
- транспортно-експедиційна діяльність;
- надання маркетингових та сервісних послуг.

Підрозділ здійснює інші види діяльності не суперечать законам і нормативним актам, передбачені статутом та іншими внутрішніми документами підприємства.

Організацію роботи автобази здійснює начальник підприємства, йому безпосередньо підпорядковуються провідний інженер, інженер-технолог, начальник майстерень, диспетчерський апарат, механіки. Робота проводиться на

основі плану по випуску рухомого складу на лінію, щомісячного плану технічного обслуговування рухомого складу.

Організаційно виробнича структура підприємства має 3 рівня:

- вищий: начальник автобази, провідний інженер;
- середній: начальник ремонтних майстерень, диспетчерський апарат, механіки, інженер-технолог;
- нижчий: цеху, склад, автоколони.

На підприємстві функціонують наступні відділи:

Технічний відділ розробляє плани і заходи щодо впровадження нової техніки і технологій виробничих процесів, організовує і контролює їх виконання, становить технічні нормативи та інструкції;

Відділ головного механіка забезпечує утримання в технічно справному стані технологічне обладнання, будівель, споруд, енергосилового і санітарно-технічного господарства, монтаж, обслуговування і ремонт виробничого обладнання, інструменту та контроль за правильністю його використання, а також виготовлення нестандартного обладнання;

Відділ матеріально-технічного постачання забезпечує безперебійне матеріально-технічне постачання АТП, становить заявки на матеріально-технічне постачання і забезпечує правильну організацію роботи складських господарств;

Відділ технічного контролю здійснює контроль за якістю виконуваних робіт, що виконуються всіма виробничими підрозділами, контролює технічний стан рухомого складу.

Функції технічної служби організаційного напрямку пов'язана із забезпеченням певного рівня безвідмовної роботи рухомого складу в процесі експлуатації з мінімальними трудовими і матеріальними витратами. З цією метою технічна служба здійснює планування і забезпечення оптимальної роботи системи технічного обслуговування і ремонту і прогнозування її діяльності на тривалий період.

На директора підприємства покладається загальне керівництво і відповідальність за роботу з охорони праці, проведення заходів щодо зниження і попередження виробничого травматизму.

На головного інженера покладається контроль за дотриманням усіма цехами і ділянками діючих правил і норм з охорони праці, а також загальний контроль за виробничим процесом.

Для технічного обслуговування, поточного ремонту і зберігання авто-транспорту на території автобази розташовані такі цеху:

- цех ТО і ТР вантажних автомобілів;
- цех ремонту легкових автомобілів;
- зварювальне відділення;
- механічний цех;
- електроцех з акумуляторної;
- шиномонтажний цех;
- ковальський цех і мідницький;
- столярний цех;
- стоянкові бокси;
- склад запасних частин;
- склад паливно-мастильних матеріалів;
- диспетчерська і прохідна.

За підсумками 2018 року загальна кількість машино-годин виконано до плану на 103,5%. Вантажообіг склав 7 млн. 179 тис. тонно-кілометрів.

Продуктивність праці зросла в порівнянні з 2017 роком на 5,2%. Прибуток від ПВД склала 2 млн. 713 тис. грн, або 103,9% від плану, що на 96 тис. грн. більше, ніж в 2017 році.

За рік тільки обсяг доставки локомотивних бригад збільшився в два рази. Більше трьохсот чоловік забезпечують виконання об'ємних, якісних та фінансово-економічних показників.

1.2 Основні показники роботи АТП і їх аналіз

За основними показниками роботи підприємства наведених нижче видно, що вони збільшуються, а значить, збільшується експлуатація автомобілів. У зв'язку з цим зростає потреба в збільшенні кількості і якості обслуговувань і ремонту автомобілів. Операції з обслуговування та ремонту рухомого складу дуже трудомісткі. З метою скорочення трудомісткості і термінів робіт потрібно вдосконалення виробничо технічної бази.

Таблиця 1.1- Основні показники роботи підприємства

Назва показника	Одиниця вимірювання	2016 год	2017 год	2018 год
Відпрацьовано	маш.-год	159342	178953	185216
Продуктивність праці	маш.-год/люд	545	573	603
Пробіг	тис.км	3538	3777	3920
Вантажообіг	т-км	2972850	3093296	3179000

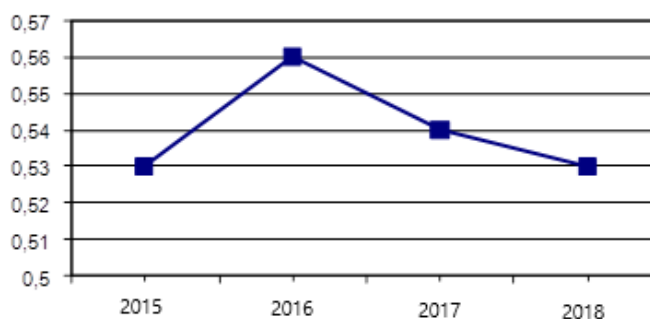


Рисунок 1.1 - Зміна коефіцієнту випуску автомобілів

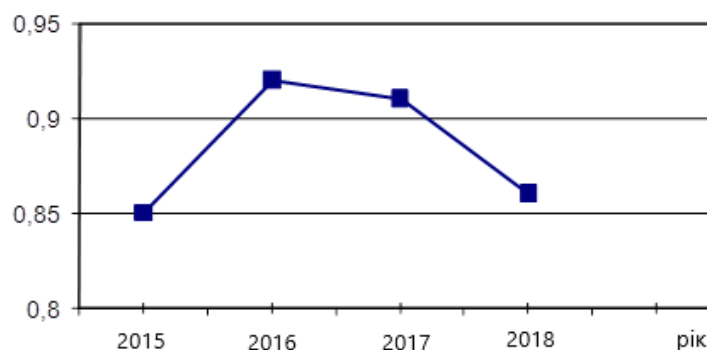


Рисунок 1.2 – Зміна коефіцієнту технічної готовності

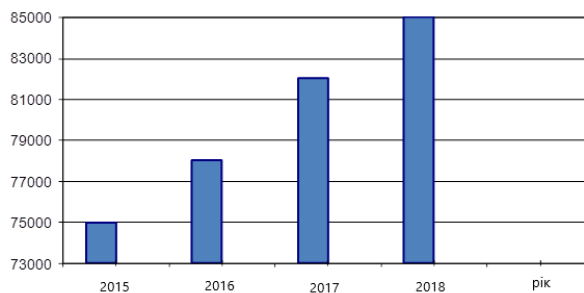


Рисунок 1.3 – Перевезено вантажів

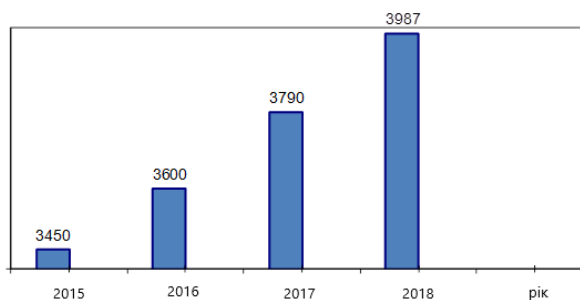


Рисунок 1.4 - Пробіг автотранспорту підприємства

1.3 Обґрунтування необхідності виконання теми дипломного проектування

Основним завданням дипломного проекту є реконструкція автотранспортного цеху з детальною розробкою зони ТР. Ефективна робота зони неможлива без високої механізації робіт. Тому в проекті розглянуті питання впровадження нової техніки і пристосувань по ремонту автомобілів. Важливу роль відіграє більш раціональна технологічна планування зони поточного ремонту.

У ремонтному цеху розташовуються поєднана зона ТО-2 і ТР. Велика частина приміщення не знаходить раціонального застосування і використовується як бокс для автомобілів. Тому я пропоную розділити цю зону, реконструювати і технічно переобладнати зону ТР з метою підвищення продуктивності і якості виконуваних робіт, пов'язаних з ремонтом.

Також планується виготовити стенд для обкатки коробок передач. Даний стенд необхідний для повноцінного проведення ремонтів КПП. Установкою даного стенду планується для зниження непродуктивних витрат часу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Схема організаційної структури підприємства

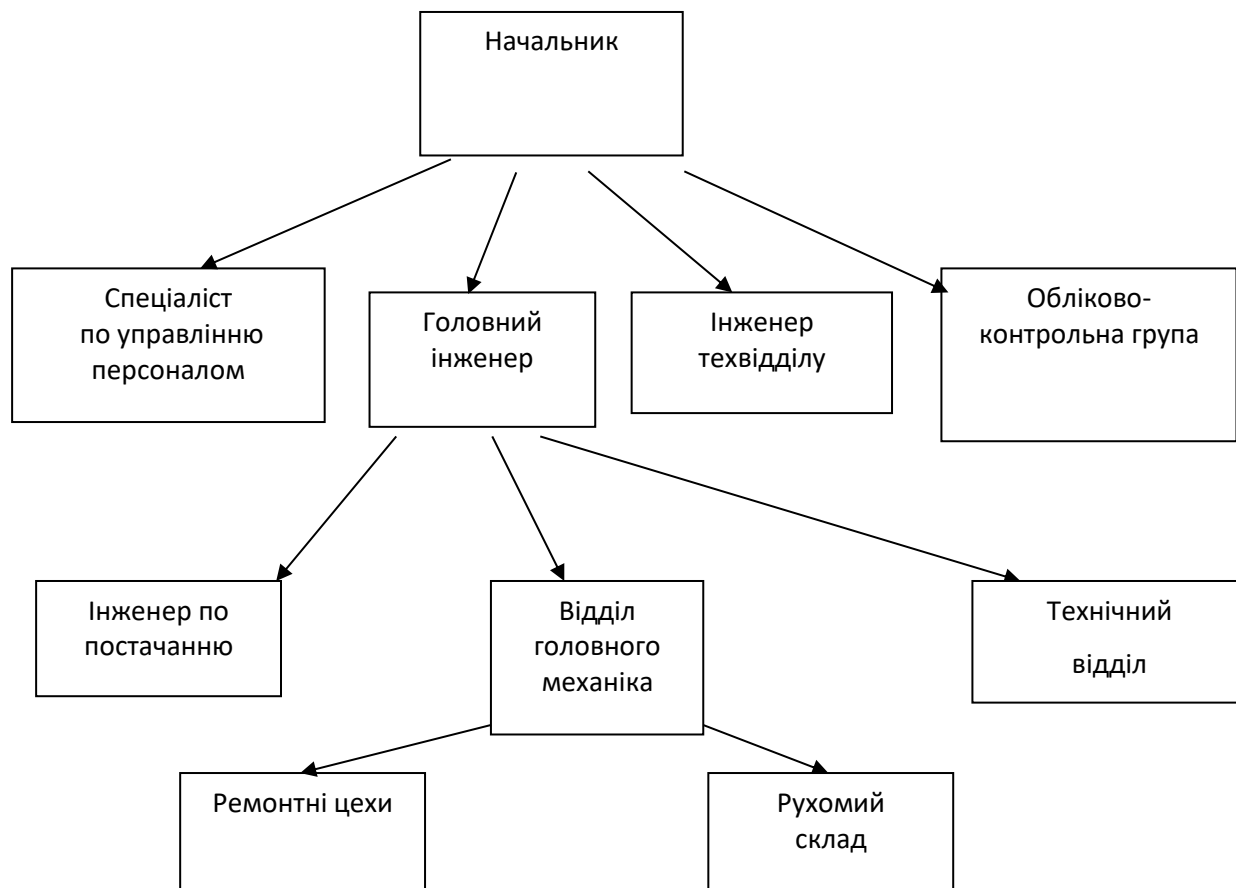


Рисунок 2.1 - Структура підприємства

2.2 Технологічний розрахунок виробничих зон і дільниць

Ритм виробництва R_i :

$$R_i = 60 \cdot T_{зм} \cdot c / (N_{ic} \cdot \varphi), \quad (2.1)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни ($T_{зм} = 8$ час), год;

c – число змін ($c=1$);

N_{ic} – суточна виробнича програма, од;

φ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів.

Такт посту τ_i визначається за формулою:

$$\tau_i = 60 \cdot t_i / P_n + t_n, \quad (2.2)$$

де t_i – трудомісткість робіт щодо даного виду обслуговування, яке виконується на одному посту, люд-год;

P_n – чисельність робітників, що одночасно можуть працювати на посту.

t_n – час витрачений на пересування одного автомобіля при встановленні його на пост, $t_n = 1 \dots 3$ хв;

Задля розрахунку такту одного поста приймаємо $t_n = 2$ хв; такт посту τ_i :

Для КамАЗ-5511:

$$R_{EOc} = 60 \cdot 81 / ((4620 / 357) \cdot 1,8) = 20,61 \text{ хв};$$

$$R_{EOm} = 60 \cdot 81 / ((476 / 357) \cdot 1,8) = 200 \text{ хв};$$

$$R_{TO-1} = 60 \cdot 81 / ((238 / 357) \cdot 1,4) = 514 \text{ хв};$$

$$R_{TO-2} = 60 \cdot 81 / ((56 / 357) \cdot 1,4) = 2185,72 \text{ хв};$$

$$R_{D-1} = 60 \cdot 81 / ((318 / 357) \cdot 1,4) = 384,91 \text{ хв};$$

$$R_{D-2} = 60 \cdot 81 / ((67 / 357) \cdot 1,4) = 1826,87 \text{ хв};$$

ЗИЛ-431410:

$$R_{EOc} = 60 \cdot 81 / ((20280 / 357) \cdot 1,8) = 4,69 \text{ хв};$$

$$R_{EOm} = 60 \cdot 81 / ((1920 / 357) \cdot 1,8) = 49,58 \text{ хв};$$

$$R_{TO-1} = 60 \cdot 81 / ((960 / 357) \cdot 1,4) = 127,5 \text{ хв};$$

$$R_{TO-2} = 60 \cdot 81 / ((240 / 357) \cdot 1,4) = 510 \text{ хв};$$

$$R_{D-1} = 60 \cdot 81 / ((1296 / 357) \cdot 1,4) = 94,44 \text{ хв};$$

$$R_{D-2} = 60 \cdot 81 / ((288 / 357) \cdot 1,4) = 425 \text{ хв};$$

ГАЗ-31029:

$$R_{EOc} = 60 \cdot 81 / ((14063 / 357) \cdot 1,8) = 6,77 \text{ хв};$$

$$R_{EOm} = 60 \cdot 81 / ((1312 / 357) \cdot 1,8) = 72,56 \text{ хв};$$

$$R_{TO-1} = 60 \cdot 81 / ((656 / 357) \cdot 1,4) = 186,59 \text{ хв};$$

$$R_{TO-2} = 60 \cdot 81 / ((164 / 357) \cdot 1,4) = 746,34 \text{ хв};$$

$$R_{D-1} = 60 \cdot 81 / ((886 / 357) \cdot 1,4) = 138,15 \text{ хв};$$

$$R_{D-2} = 60 \cdot 81 / ((197 / 357) \cdot 1,4) = 621,32 \text{ хв};$$

Зона ЕО:

ЕОс:

- прибиральні:

$$\tau_{EOc} = 60 \cdot 0,62 \cdot 0,14 / 2 + 2 = 4,6 \text{ хв};$$

- мийні:

$$\tau_{EOc} = 60 \cdot 0,62 \cdot 0,09 / 1 + 2 = 5,35 \text{ хв};$$

- заправочні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,62\cdot 0,14 / 1 + 2 = 7,21$ хв;
- контрольно-діагностичні.:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,62\cdot 0,16 / 1,5 + 2 = 5,97$ хв;
- ремонтні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,62\cdot 0,47 / 1,5 + 2 = 13,66$ хв;
ЕО _Т :	
- прибиральні:	$\tau_{EOm} = 60\cdot 0,31\cdot 0,4 / 2 + 2 = 5,72$ хв;
- мийні:	$\tau_{EOm} = 60\cdot 0,31\cdot 0,6 / 1 + 2 = 13,16$ хв;
Зона ТО-1:	$\tau_{ТО-1} = 60\cdot 11,63\cdot 0,9 / 2,5 + 2 = 253,21$ хв;
Зона ТО-2:	$\tau_{ТО-2} = 60\cdot 37,2\cdot 0,9 / 2,5 + 2 = 805,52$ хв.
ЗИЛ-431410:	
Зона ЕО:	
ЕО _с :	
- прибиральні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,36\cdot 0,14 / 2 + 2 = 3,51$ хв;
- мийні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,36\cdot 0,09 / 1 + 2 = 3,89$ хв;
- заправочні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,36\cdot 0,14 / 1 + 2 = 5,02$ хв;
- контрольно-діагностичні.:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,36\cdot 0,16 / 1,5 + 2 = 4,3$ хв;
- ремонтні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,36\cdot 0,47 / 1,5 + 2 = 8,77$ хв;
ЕО _Т :	
- прибиральні:	$\tau_{EOm} = 60\cdot 0,18\cdot 0,4 / 2 + 2 = 4,16$ хв;
- мийні:	$\tau_{EOm} = 60\cdot 0,18\cdot 0,6 / 1 + 2 = 8,48$ хв;
Зона ТО-1:	$\tau_{ТО-1} = 60\cdot 4,28\cdot 0,9 / 2,5 + 2 = 94,45$ хв;
Зона ТО-2:	$\tau_{ТО-2} = 60\cdot 17,14\cdot 0,9 / 2,5 + 2 = 372,22$ хв.
ГАЗ-31029:	
Зона ЕО:	
ЕО _с :	
- прибиральні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,34\cdot 0,25 / 2 + 2 = 4,55$ хв;
- мийні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,34\cdot 0,15 / 1 + 2 = 5,06$ хв;
- заправочні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,34\cdot 0,12 / 1 + 2 = 4,45$ хв;
- контрольно-діагностичні.:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,34\cdot 0,13 / 1 + 2 = 4,65$ хв;
- ремонтні:	$\tau_{EOc} = 60\cdot 0,34\cdot 0,35 / 1 + 2 = 9,14$ хв;
ЕО _Т :	
- прибиральні:	$\tau_{EOm} = 60\cdot 0,17\cdot 0,6 / 2 + 2 = 5,06$ хв;
- мийні:	$\tau_{EOm} = 60\cdot 0,17\cdot 0,4 / 1 + 2 = 6,08$ хв;
Зона ТО-1:	$\tau_{ТО-1} = 60\cdot 4,59\cdot 0,85 / 2 + 2 = 119,05$ хв;

Зона ТО-2: $\tau_{TO-2} = 60 \cdot 18,23 \cdot 0,88 / 2 + 2 = 483,27$ хв.

Число постів обслуговування X_{TO} рівне:

КамАЗ-5511:

Зона ЕО:

- прибиральні: $X_{EOc} = 4,6 / 20,61 = 0,22$;
- мийні: $X_{EOc} = 5,35 / 20,61 = 0,26$;
- заправочні: $X_{EOc} = 7,21 / 20,61 = 0,35$;
- контрольно-діагностичні: $X_{EOc} = 5,97 / 20,61 = 0,29$;
- ремонтні: $X_{EOc} = 13,66 / 20,61 = 0,66$;

ЕО_т:

- прибиральні: $X_{EOm} = 5,72 / 200 = 0,03$;
- мийні: $X_{EOm} = 13,16 / 200 = 0,06$;

Для зони ТО-1: $X_{TO-1} = 253,21 / 514 = 0,49$;

Для зони ТО-2: $X_{TO-2} = 805,52 / (2185,72 \cdot 0,85) = 0,43$,

де 0,85 – коефіцієнт завантаження постів (0,85 – 0,9).

ЗИЛ-431410:

Зона ЕО:

- прибиральні: $X_{EOc} = 3,51 / 4,69 = 0,75$;
- мийні: $X_{EOc} = 3,89 / 4,69 = 0,83$;
- заправочні: $X_{EOc} = 5,02 / 4,69 = 1,07$;
- контрольно-діагностичні: $X_{EOc} = 4,3 / 4,69 = 0,92$;
- ремонтні: $X_{EOc} = 8,77 / 4,69 = 1,89$;

ЕО_т:

- прибиральні: $X_{EOm} = 4,16 / 49,58 = 0,08$;
- мийні: $X_{EOm} = 8,48 / 49,58 = 0,17$;

Зона ТО-1: $X_{TO-1} = 94,45 / 127,5 = 0,74$;

Зона ТО-2: $X_{TO-2} = 372,22 / (5100 \cdot 0,85) = 0,86$.

ГАЗ-31029:

Зона ЕО:

- прибиральні: $X_{EOc} = 4,55 / 6,77 = 0,67$;
- мийні: $X_{EOc} = 5,06 / 6,77 = 0,75$;
- заправочні: $X_{EOc} = 4,45 / 6,77 = 0,66$;

- контрольно-діагностичні:	$X_{EOc} = 4,65 / 6,77 = 0,69$;
- ремонтні:	$X_{EOc} = 9,14 / 6,77 = 1,35$;
ЕО _Т :	
- прибиральні:	$X_{EOm} = 5,06 / 72,56 = 0,07$;
- мийні:	$X_{EOm} = 6,08 / 72,56 = 0,08$;
Зона ТО-1:	$X_{ТО-1} = 119,05 / 186,59 = 0,64$;
Зона ТО-2:	$X_{ТО-2} = 483,27 / (746,34 + 0,85) = 0,76$.

Остаточню приймаємо таку кількість постів:

$$X_{EOcyб} = 2 \text{ поста};$$

$$X_{EOmийн} = 2 \text{ поста}.$$

Контрольно-діагностичні та ремонтні роботи виконуються на постах ТО.

$$X_{EOc} = 4 \text{ поста}.$$

$$X_{ТО-1} = 2 \text{ поста}; X_{ТО-2} = 2 \text{ поста}.$$

2.3 Розрахунок площ приміщення

Загальна площа зони технічного обслуговування і ТР знаходиться за формулою:

$$F_3 = f_a \cdot x_3 \cdot \kappa_n, \quad (2.3)$$

де f_a – площа, займана автомобілем в плані, м²;

x_3 – кількість постів зони, од;

κ_n – коефіцієнт, що враховує щільність розміщення постів, $\kappa_n = 6 \div 7$ при тільки односторонньому розташуванні постів; $\kappa_n = 4 \div 5$ при тільки двосторонньому розміщенні постів.

Згідно з даними:

$$- \text{КамАЗ} - 5511: l_a = 7140 \text{ мм}; b_a = 2500 \text{ мм};$$

$$- \text{ЗИЛ} - 431410: l_a = 6675 \text{ мм}; b_a = 2500 \text{ мм};$$

$$- \text{ГАЗ} - 31029: l_a = 4885 \text{ мм}; b_a = 1820 \text{ мм}.$$

Вибираємо узагальнену площу по більшому автомобілю: $f_a = 17,85 \text{ м}^2$.

Площа зон ТО и ТР рівна:

$$\begin{aligned}
 F_{зEO} &= 17,85 \cdot 4 \cdot 5 = 357 \text{ м}^2; \\
 F_{зТО-1} &= 17,85 \cdot 2 \cdot 5 = 178,5 \text{ м}^2; \\
 F_{зТО-2} &= 17,85 \cdot 2 \cdot 5 = 178,5 \text{ м}^2; \\
 F_{зТР} &= 17,85 \cdot 3 \cdot 6,5 = 348,08 \text{ м}^2; \\
 F_{зД} &= 17,85 \cdot 1 \cdot 5 = 89,25 \text{ м}^2; \\
 F_{зож} &= 17,85 \cdot 1 \cdot 5 = 89,25 \text{ м}^2; \\
 \Sigma F_3 &= 883 \text{ м}^2. \quad \Sigma F_{EO} = 357 \text{ м}^2.
 \end{aligned}$$

Для дуже об'єднаних видів робіт узагальнені площі ділянок рівні:

$$F'_{\text{акум, електр}} = \frac{15 \cdot 0,76 + 9 \cdot 0,33}{1,09} + \frac{21 \cdot 0,76 + 15 \cdot 0,33}{1,09} = 32 \text{ м}^2;$$

$$F'_{\text{шин, вулк.}} = \frac{18 \cdot 0,14 + 15 \cdot 0,14}{0,28} + \frac{12 \cdot 0,14 + 6 \cdot 0,14}{0,28} = 25 \text{ м}^2;$$

$$\begin{aligned}
 F'_{\text{к-р, мід, звар, блях, арм., обойн}} &= \frac{21 \cdot 0,44 + 5 \cdot 0,28}{0,72} + \frac{15 \cdot 0,28 + 9 \cdot 0,21}{0,49} + \frac{15 \cdot 0,21 + 9 \cdot 0,19}{0,40} + \\
 &+ \frac{18 \cdot 0,19 + 12 \cdot 0,19}{0,38} + \frac{12 \cdot 0,19 + 6 \cdot 0,19}{0,38} + \frac{18 \cdot 0,14 + 5 \cdot 0,19}{0,33} = 74 \text{ м}^2.
 \end{aligned}$$

$$\Sigma F_{\text{уч}} = 188 \text{ м}^2.$$

Площа складу розраховується за формулі:

$$F_{\text{скл}} = 0,1 A_i f_y \cdot K_{1c} K_{2c} K_{3c} K_{4c} K_{5c}, \quad (2.4)$$

- де f_y - питома площа даного виду складу, м^2 ;
 K_{1c} - коефіцієнт, що враховує середньодобовий пробіг р.с.;
 K_{2c} - коефіцієнт, що враховує число технологічно сумісного р.с.;
 K_{3c} - коефіцієнт, що враховує тип р.с.;
 K_{4c} - коефіцієнт, що враховує висоту складування;
 K_{5c} - коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації.

Сховище запасних частин, агрегатів, металів: 106 м^2 ;

Сховище шин: 40 м^2 ;

Сховище змазочних матеріалів: 26 м^2 ;

Сховище інструментів: $2,5 \text{ м}^2$;

Сховище лакофарбових матеріалів: 9 м^2 ;

Сховище кисню, ацетилену: 3 м^2 .

$$\Sigma F_{\text{склч}} = 187 \text{ м}^2.$$

При здійсненні укрупнених розрахунків площа зони зберігання знаходиться:

$$F_x = f_a \cdot A_{cm} \cdot K_n \quad (2.5)$$

де f_a – площа, яку займає автомобіль у плані, m^2 ;
 $A_{ст}$ – загальна чисельність автомобіле-місць зберігання, од;
 K_n – узагальнений коефіцієнт щільності розставлення автомобіле-місць зберігання.

Величина K_n залежить в основному від способу розставлення місць зберігання та приймається рівна $2,5 \div 3$.

Площа зберігання автомобілів дорівнює:

КамАЗ – 5511:

$$F_x = 17,85 \cdot 14 \cdot 2,5 = 625 \text{ м}^2;$$

ЗИЛ – 431410:

$$F_x = 16,69 \cdot 60 \cdot 2,5 = 2504 \text{ м}^2;$$

ГАЗ – 31029:

$$F_x = 8,89 \cdot 41 \cdot 2,5 = 911 \text{ м}^2; \text{ м}^2.$$

Зберігання автомобілів на підприємстві здійснюється у критих гаражах.

Приймаємо: керівництво - 3 люд; плановий відділ - 3 люд; відділ кадрів - 2 люд; відділ праці та заробітної плати - 3 люд; бухгалтерія - 4 люд; відділ постачання - 2 люд; загального обслуговування - 2 люд; охорона - 2 люд; пожежники і службовці - 1 люд.

Узагальнена площа курільних кімнат вибирається з розрахунку $0,04 \text{ м}^2$ на робітника в найбільш численній зміні і дорівнює:

$$F_{кур} = 74 \cdot 0,04 = 3 \text{ м}^2.$$

Площа актового залу дорівнює:

$$F_{а.з} = 74 \cdot 0,9 = 67 \text{ м}^2.$$

Сумарна площа адміністративно-побутових приміщень дорівнює:

$$\Sigma F_a = 365 \text{ м}^2.$$

Площі технічних приміщень приймаємо згідно існуючих.

2.4 Детальний розрахунок ділянки

Розрахунок в залежності від трудомісткості робіт та від числа одиниць основного потрібного обладнання:

$$Q_{об} = \frac{T_{об}}{D_{раб} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_{об} \cdot P_{об}}, \quad (2.6)$$

де $T_{об}$ - визначаємий обсяг робіт річний по групі, люд-год;

$D_{раб}$ - число днів коли працюють у році;

$\eta_{об}$ - коефіцієнт завантаження устаткування у часі. В умовах автотранспортного підприємства даний коефіцієнт приймається від 0,75 до 0,90;

$P_{об}$ - чисельність працівників, які одночасно працюють на даному типі обладнання.

$$Q_{об} = \frac{T_{об}}{D_{раб} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_{об} \cdot P_{об}} = \frac{17256}{253 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1} \approx 12.$$

Рівень механізації визначається часткою трудових витрат на ТР, виконуваних з використанням засобів механізації, в загальних трудовитратах:

$$Y_{об} = Y_m + Y_{mp} \quad (2.7)$$

де Y_m - рівень механізованого праці в загальних трудовитратах в даній ділянці, %.

Y_{mp} - рівень механізовано - ручної праці в загальних трудовитратах в даній ділянці, %.

Рівень механізованої праці визначається за формулою:

$$Y_m = 100 \cdot (P_{м.1} \cdot K_1 + P_{м.2} \cdot K_2 + \dots + P_{м.п} \cdot K_n) / P, \quad (2.8)$$

де $P_{м.1}, P_{м.2}, P_{м.п}$ - число робочих на ділянці, що виконують роботу механізованим способом, люд.

K_1, K_2, K_n - коефіцієнти механізації обладнання, яке використовують робочі;

P - загальне число робочих на ділянці, люд.

Рівень механізованої ручної праці визначається за формулою:

$$Y_{mp} = 100 \cdot (P_{мп.1} \cdot I_1 + P_{мп.2} \cdot I_2 + \dots + P_{мп.п} \cdot I_n) / P, \quad (2.9)$$

де $P_{мп.1}, P_{мп.2}, P_{мп.п}$ - число робочих на ділянці, що виконують роботу ручним механізованим інструментом, люд.

I_1, I_2, I_n - коефіцієнти найпростішої механізації;

Рівень механізованої праці:

$$Y_m = 100 \cdot (1 \cdot 0,06 + 1 \cdot 0,06) / 6 = 2\%$$

Рівень механізованої ручної праці:

$$Y_{mp} = 100 \cdot (1 \cdot 0,12 + 2 \cdot 0,2) / 6 = 8,7\%$$

Загальний рівень механізованого праці:

$$Y_{об} = 2 + 8,7 = 10,7\%$$

Для зони технічного ремонту ступінь охоплення працівників механізованою працею:

$$C_{об} = C_m + C_{мп}, \quad (2.10)$$

де C_m - ступінь охоплення робітників механізованою працею, %;

$C_{мп}$ - ступінь охоплення робітників механізовано-ручною роботою, %.

Ступінь в загальному охоплення робітників усіх механізованою працею визначається з формули:

$$C_m = 100 \cdot P_m / P, \quad (2.11)$$

де P_m - число робочих у всіх змінах, які виконують роботу механізованим способом, люд.

Ступінь якою охоплено працівників механізовано-ручною роботою визначається формулою:

$$C_{мп} = 100 \cdot P_{мп} / P, \quad (2.12)$$

де $P_{мп}$ - число робочих у всіх змінах, які виконують роботу ручним механізованим інструментом, люд.

Ступінь охоплення працівників в загальному механізованою працею:

$$C_m = 100 \cdot 2 / 5 = 40\% .$$

Ступінь охоплення робітників усіх механізовано-ручною працею:

$$C_{мп} = 100 \cdot 2 / 5 = 40\% .$$

Ступінь охоплення робітників усіх механізованою працею загальна:

$$C_{об} = 40 + 40 = 80\% .$$

Детально перелік рекомендованого обладнання представлений в таблицях 2.2 і 2.3 [16, 17].

Таблиця 2.2 - Основне технологічне обладнання ділянки

№	Назва	Типомо дель	К-ть.	Розміри в плані, мм	Загальна площа, м ²	Споживана потужність, кВт
1	Мийна машина	1218	1	6840x3170x4060	20,94	3,4
2	Помпа	SL W20	1	1300x1200x400	1,95	0,8
3	Моніторна мийна машина	M-681K	1	переносна		0,7
4	Сушильна камера	Ca-3	1	3600x2700 x 2500	10,26	0,4
5	Верстак.	-	1	1600x500x800	0,75	

Продовження таблиці 2.2

6	Стелаж для інструментів	-	1	1600x1200x1600	1,8	
7	Скрина відходів	-	1	500x400x400	0,1	
Всього					35,7	5,3

Таблиця 2.3 - Основна технологічна оснастка дільниці

№ п/п	Назва	Модель	Кількість
1	Насадочки високого тиску	НВД-1-140	2
2	Турбонасадки	ТН-5	2
3	Лазер турбований	"Swifts"	1

Виробнича площа об'єкта проектування визначається за такою формулою [2]:

$$F_y = F_o \cdot K_n \quad (2.13)$$

F_o – загальна площа обладнання (табл. 2.15)

K_n – коефіцієнт щільності розміщення (для ділянки мийки приймається рівним 3,5) [11].

Отже,

$$S_{\Pi} = 35,8 \times 3,5 = 125,3 \text{ м}^2$$

В АТП виділена площа ділянки 144 м², що дозволяє забезпечити комфортні умови проведення процесу зовнішньої мийки прийнятих в ремонт агрегатів.

2.5 Генеральний план підприємства

Площа забудови дорівнює:

$$F_{застр} = (F_n + F_{аб} + F_{зн} \cdot F_{пр}) / (K_z \cdot 0,01), \quad (2.14)$$

де F_{nc} – узагальнена площа під будівництво виробничо-складських приміщень, м²;

$F_{аб}$ – площа, яка буде забудована адміністративно-побутовим корпусом, м²;

$F_{он}$ – загальна площа закритих майданчиків, які використовуються для зберігання автомобілів, м²;

K_3 – узагальнена щільність забудови території, % ($K_3=45\%$);

$F_{пр}$ – площа інших будівель.

Площі:

$$F_n = 1258 \text{ м}^2, F_{аб} = 365 \text{ м}^2, F_{зн} = 4040 \text{ м}^2.$$

Приймаємо згідно з даними автоколони корпусу і приміщення:

- виробничий: $F_n = 1258 \text{ м}^2$;

- ЕО: $F_n = 468 \text{ м}^2$;

- адміністративно-побутовий: $F_{аб} = 365 \text{ м}^2$;

- закриті гаражі: $F_{зн} = 4040 \text{ м}^2$;

- інші забудови: $F_{пр} = 982 \text{ м}^2$.

Площа земельної ділянки $F_{заб}$ рівна:

$$F_{заб} = 6645 / 0,51 = 13029 \text{ м}^2.$$

Площа ділянки підприємства приймаємо:

$$F_{уч} = 30600 \text{ м}^2.$$

$$F_{заб} = 15606 \text{ м}^2.$$

Площа стоянок особистого транспорту:

$$F_{он.л.а} = 743 / 10 \cdot 25 = 185 \text{ м}^2.$$

Щільність забудови підприємства дорівнює: $K = 45\%$.

Коефіцієнт озеленення дорівнює: $K_{оз} = 10\%$.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок мийної установки

Розрахунок основних параметрів щіткових установок.

Початкові дані для розрахунку:

Напор (Н) насоса, 51 м.

Число обертів електродвигуна $n_{дв}$, 1400 об/хв.

Розрахунок продуктивності щіткової установки:

$$П = \frac{V_n * 60}{L_{cp} + a}, \text{ авт/год}, \quad (3.1)$$

де $V_n=5$ м/хв – швидкість конвеєра,
 $L_{cp}=7,1$ м – середня довжина автомобіля,
 $a=0$ м – відстань між автомобілями.

$$П = \frac{5 * 60}{7,1 + 0} = 42,3 \text{ авт / год.}$$

Розрахунок діаметра і швидкості обертання щіток:

$$V = \frac{\pi * D * n}{V_n}; \quad (3.2)$$

$$D = \frac{120 * V_n}{\pi * n}, \text{ м}; \quad (3.3)$$

$$n = \frac{n_{дв}}{I_p}, \text{ об/мин.} \quad (3.4)$$

де $n_{дв}=1400$ об/хв – число обертів електродвигуна,
 $I_p= 11,2$ – передавальне число редуктора.

$$n = \frac{1400}{11,2} = 125 \text{ об / мин};$$

$$D = \frac{120 * 5}{3,14 * 125} = \frac{600}{392,5} = 1,5 \text{ м};$$

$$V = \frac{3,14 * 1,5 * 125}{5} = 117,7.$$

Розрахунок сили притиснення вертикальних щіток (кут нахилу стріли).

Розрахунок кута нахилу стріли:

$$\alpha = \arcsin \frac{P_1}{P}, \quad (3.5)$$

де $P_1=50\text{Н}$ – потрібне зусилля притиснення;
 $P_2=1700\text{Н}$ – вага переміщуваного вантажу.

$$\sin \alpha = \frac{P_1}{P} = \frac{50}{1700} = 0,0294;$$

$$\alpha = \arcsin 0,0294 = 1,69^\circ;$$

$$\alpha = 1^\circ 41'.$$

Розрахунок кількості сопел для подачі миючої рідини.

$$n_c = \frac{Q * \Pi}{60 * Q_c}, \quad (3.6)$$

де Q - витрата води на мийку одного автомобіля, л/авт.

Приймаємо $Q = 100-150$ літрів на автомобіль.

Q_c - витрата води через одне сопло, л/хв.

$$Q_c = \frac{60 * f * V}{1000} = \frac{3 * \pi * d^2 * V}{200} = \frac{3 * 3,14 * (1,5)^2 * 22,1}{200} = 2,34 \text{ л/мин.}$$

$$f = \pi * d^2 = 4 \text{ мм.} \quad (3.7)$$

d – діаметр сопла, $d = 1,5 \text{ мм}$;

V - швидкість витікання струменя з сопла л/хв.

$$V = \mu \sqrt{2gH}, \text{ л/мин,} \quad (3.8)$$

де μ - коефіцієнт швидкості,

$H=51 \text{ м}$ – напор насоса.

$$\mu = 0,7 \quad g = 9,81 \text{ Н/м};$$

$$V = 0,7 \sqrt{2 * 9,81 * 51} = 22,1 \text{ л/хв};$$

$$n_c = \frac{4230}{60 * 2,34} = 30.$$

Розрахунок подачі насоса (витрата води через все сопла)

$$Q = Q_c * n_c * f, \text{ л/мин.} \quad (3.9)$$

Приймаємо коефіцієнт запасу $f = 1,2$

$$Q = 2,34 * 30 * 1,2 = 84,24 \text{ л/хв.}$$

Розрахунок ежектора.

Вихідні дані для розрахунку: натиск миючої суміші H_M (напір насоса),
зниження напору води в ежекторі $H_p = 5 \text{ м}$.

Витрата миючого або полірування складу:

$$Q_{\max} = 0,016 \text{ л/с} = Q'_0;$$

$$Q_{\min} = 0,0016 \text{ л/с} = Q''_0;$$

Витрата миючої рідини через ежектор:

$$Q_1 = 0,25 \text{ л/с.}$$

Швидкість потоку миючої рідини через ежектор:

$$V = \sqrt{2g(H_m + H_p)}, \quad (3.10)$$

$$V = \sqrt{2 * 9,81(51+5)} = 33,1 \text{ л/с.}$$

Швидкість витікання миючого складу V_0 і миючої рідини V .

Приймаємо $\alpha = 0,3$ и $\beta = 1,016$.

$$V_0 = \alpha * V, \text{ л/с,} \quad (3.11)$$

$$V = \beta * V, \text{ л/с,} \quad (3.12)$$

$$V_0 = 0,3 * 33,1 = 9,93 \text{ л/с,}$$

$$V = 1,016 * 33,1 = 33,6 \text{ л/с.}$$

Швидкість витікання миючої рідини V_2 :

$$V_{2\max} = \frac{Q_1 V_1 + Q'_0 V_0}{Q_1 + Q'_0}, \text{ л/с,} \quad (3.13)$$

$$V_{2\max} = \frac{0,25 * 33,6 + 0,016 * 9,93}{0,25 + 0,016} = 32,1, \text{ л/с.}$$

$$V_{2\min} = \frac{Q_1 V_1 + Q''_0 V_0}{Q_1 + Q''_0}, \text{ л/с,} \quad (3.14)$$

$$V_{2\min} = \frac{0,25 * 33,6 + 0,016 * 9,93}{0,25 + 0,0016} = 33,9, \text{ л/с.}$$

Розрахунок геометричних розмірів ежектора.

Діаметр вузької частини дифузора ежектора:

$$d = \sqrt{\frac{Q_1}{\pi * V_1}}, \text{ мм,} \quad (3.15)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 0,25}{3,14 * 33,6}} = 0,009 \text{ мм.}$$

Діаметр каналу подачі миючого речовини:

$$d_0 = \sqrt{\frac{Q'_0}{\pi * V_0}}, \text{ мм,} \quad (3.16)$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 * 0,016}{3,14 * 9,93}} = 0,04 \text{ мм.}$$

Діаметр горловини ежектора розраховується:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \left(\frac{Q'_0}{V_0} + \frac{Q_1}{V_1} \right)}, \text{ мм,} \quad (3.17)$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4}{3,14} \left(\frac{0,016}{9,93} + \frac{0,25}{33,6} \right)} = 0,01 \text{ мм.}$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \left(\frac{Q_1 + Q'_0}{V_2} \right)}, \text{ мм,} \quad (3.18)$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{4}{3,14} \left(\frac{0,25 + 0,016}{33} \right)} = 0,01 \text{ мм.}$$

Висновок: розрахунок конструкції щіткових мийних установок заснований в більшій мірі на експериментальних залежностях і досвідчених даних.

3.2 Будова і робота мийки

Характеристику даної мийної покажемо у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика мийної установки

Показник	Од. вим.	Значення
Тип	-	стационарная, щеточная
Продуктивність установки	авт/год	40 - 60
Число ротаційних щіток	шт.	4
Тиск підводимого повітря	МПа	0,6
Тиск води	МПа	0,3 – 0,5
Витрата води на мийку 1 автомобіля	л	100 – 150
Частота обертання щіток	1/хв	175
Витрата синтетичного миючого засобу на 1 автомобіль	л	0,05 – 0,1
Застосовувані електродвигуни:		
кількість	шт	4
модель	-	4АХ80В4У3
частота обертів	1/хв	1500
напруга	В	380
Габаритні розміри установки (без кабіни оператора)	мм	12500Х5000Х6750
Маса	кг	2600

Для включення і відключення мийки при в'їзді та виїзді з установки встановлені командоконтролери. У кабіні оператора змонтований пульт управління, який служить одночасно шафою для електроапаратури. На пульті розташовані тумблери управління установкою в налагоджувальному режимі, що дозволяють включати окремо кожен блок щіток і подачу води.

Мийка здійснюється в такій послідовності: автомобіль, дійшовши на конвеєрі або своїм ходом до важеля командоконтролера, натискає на нього, включаючи обертання щіток і електромагнітний вентиль подачі води. Далі автомобіль продовжує рухатися вперед і входить в контакт з вертикальною щіткою, яка починає відсуватися, розгортаючи траверсу. Під час її розвороту включається пневмоклапан управління пневмоцилиндром відведення стріли і починається обмив лобовій поверхні автомобіля. У міру просування автомобіля траверса ще більше повертається, і щітки починають обробляти бічні поверхні.

Як впливає з опису роботи установки, вертикальні щітки не менше двох разів повністю обробляють торцеві і бічні поверхні автомобіля. Обертаються щітки в різні боки, що покращує якість мийки.

Мийка автомобіля закінчується обполіскуванням, коли він проходить через рамку обмивання.

Схема управління струменево-щіткової установкою передбачає і дистанційне керування оператором з пульта управління. При автоматичному управлінні послідовне включення всіх пристроїв і механізмів у міру проходження автомобіля через установку проводиться за допомогою фотореле, датчики яких, фотоспротивлення (ФСК-2) розміщені в певних місцях установки. Автомобіль, перетинаючи промінь світла освітлювача (прожектора), спрямований на датчик, змушує спрацювати реле, що включає пускач приводу того чи іншого пристрою або механізму установки. При зелене світло світлофора, встановленого біля в'їзних воріт поста мийки, автомобіль під'їжджає до воріт, перетинаючи при цьому промінь прожектора в'їзного фотореле, що включає пускач електродвигуна механізму відкривання і закривання в'їзних воріт, в'їжджає на напрямні конвеєра.

При цьому ворота автоматично закриваються, а на в'їзному світлофорі, перед воротами, загориться червоне світло, що попереджає про те, що мийна установка зайнята.

3.3 Особливості та характер забруднень транспортних засобів

Автомобільний транспорт працює в різних умовах: в місті, в сільській місцевості, по ґрунтових дорогах і дорогах з твердим покриттям, при різних погодних умовах.

Від стану доріг залежить ступінь забруднення автомобіля. Навіть в суху погоду деталі, вузли, агрегати автомобіля покриваються шаром пилу і бруду. У сиру погоду знизу на зовнішні поверхні кузова і деталі шасі прилипає ґрунтова бруд. Вантажний транспорт, що перевозить ґрунт, руди, різні будівельні матеріали (цемент, розчин, бетон), забруднюється транспортується вантажем.

Частинки бруду, змішуючись з відпрацьованими газами, паливом та іншими експлуатаційними матеріалами утворюють плівку, яка покриває транспортний засіб.

Щоб видалити бруд з автомобіля, його миють водою і миючими засобами.

За останнім часом широкого поширення набули системи оборотного водопостачання в комплексі з очисними спорудами. Чиста вода в систему надходить тільки для поповнення втрат, які пов'язані з випаровуванням і видаленням шлаків.

При митті одного автомобіля струменем води, яка подається під тиском 1,5 МПа, витрачається 200-250 л води, а автобуса - 300-400 л.

Для зменшення витрати води і поліпшення якості мийки автомобілів застосовують різні мийні засоби, з високим вмістом поверхнево-активних речовин (ПАР).

Миючий засіб повинен розчиняти органічні речовини, знежирювати поверхні.

3.4 Будова і робота очисних споруд «Свір-2,5М»

Установка очищення стічних вод Свір призначена для очищення стоків автозаправних станцій, забруднених частинками глини, піску і нафтопродуктами.

Установка очищення стоків забезпечує очищення нафтовмісних стічних вод до показників, що відповідають нормативним вимогам до ГДК забруднень у воді водойм, що дозволяє скидати очищені стоки безпосередньо у водойму, в дренажні канами, придорожні кювети і т.п.

Технічні характеристики очисних споруди для очищення стоків зведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики очисних споруди для очищення стоків

Модель	Продуктивність, (л/с)	Площа водозбору (орієнтовно), га	Габарити, (м)		
			Блока очистки	Сорбційного фільтра	Насосної станції
Свір- 2,5	2,5	0,25	1,6x2,7x2,5	–	1x1x2
Свір- 2,5у				0,7x1x1,5	

Таблиця 3.3 - Ступінь очистки на установках «Свір»

Забруднювачі	Вхід стоків на установку	Показники очистки вод	
		Після Свір	Після Свір-у
Взвешенные вещества, мг/л	до 500	до 6	–
Нефтепродукты, мг/л	до 50	0,3–2,0	0,05
БПКполн., мг/л	до 30	3–8	1,5–2

Установка «Свір» включає насосну станцію, блок очищення і сорбційний фільтр, що поставляється при підвищених вимогах до ступеня очищення. Підземна насосна станція виконується у вигляді ємності, оснащеної занурювальним автоматизованим каналізаційним насосом. На вході стічних вод в

ємність передбачений ґратчастий контейнер. Затримані в ньому покидьки періодично видаляються в сміттєзбірний контейнер.

Насосна станція установки виконує функції ділильної камери. Завдяки напірної подачі стічних вод забезпечується незалежне розміщення установки в плані і в висотному положенні з самопливним відведенням очищених стічних вод навіть при малій глибині закладення водовідвідної системи. Крім того, насосна станція забезпечує прийом забруднених стічних вод від промивки фільтра, для чого в прийомну ємність насосної вводиться трубопровід скидання брудної промивної води від фільтра в блоці очищення, на введенні якого встановлений кульовий кран, керований з поверхні землі.

Блок очищення розміщується таким чином, щоб його висотне положення забезпечувало самопливний відвід брудної промивної води від фільтра в насосну станцію.

До складу блоку очищення входять пісковловлюючий бункер, відстійник з низхідно-висхідним потоком, тонкошаровий відстійник і фільтр з плаваючим завантаженням з гранул пінополістиролу.

Бункер виконаний у вигляді тангенціальної пісколовки. Затримуваний пісок випадає на дно бункера і періодично видаляється в сміттєзбірний контейнер. Осад з прямиків періодично видаляється через осадові труби, за допомогою вакуумної автоцистерни. Нафтопродукти з поверхні відстійників збираються за допомогою поворотної труби в збірну ємність, а з неї періодично, у міру заповнення, в інвентарну переносну ємність, в якій вивозяться на утилізацію.

Освітлені води надходять на фільтрацію. При досягненні граничного рівня необхідно здійснити промивання фільтра за рахунок включення в роботу дренажу малого опору, розташованого біля дна фільтра, за рахунок відкривання кульового крана на ввіді сполучного трубопроводу в насосній станції. При різкому падінні гідравлічного опору системи витрата стічних вод через завантаження стрибкоподібно зростає, відстань між гранулами збільшується і забруднення, що

накопичилося в порах завантаження вимиваються. Після закривання кульового крана починається новий цикл фільтрації.

Блок очищення завдяки суміщеної компонованні чотирьох ступенів очищення, загальній системі відведення виділених із стічних вод нафтопродуктів, компактний і легко транспортується.

Після блоку очищення стічні води надходять на сорбційний фільтр. При протіканні стічних вод через сорбент з них видаляються розчинені нафтопродукти до залишкового вмісту 0,05 мг / л, після чого стічні води через дренажну систему фільтра направляються на скидання.

У приймальному баку передбачена підживлення від мережі водопроводу через поплавковий клапан і перелив надлишкової води, яка може утворитися за рахунок споліскування автомобілів водопровідною водою. Переливна вода проходить спочатку адсорбційний фільтр, а потім відводиться на скидання.

Насосна установка (рис. 3.1) являє собою прямокутну стальну ємність, забезпечену зовнішніми патрубками: підведення вод 1, переливним 10, напірним 11 і підведення промивних вод 12.

Усередині насосної установки у патрубка підведення стоків змонтований підйомний ґратчастий контейнер 2, а на підводі промивних вод змонтовано вентиль 4, керований з поверхні за допомогою штанги 5. Для установок очистки стоків продуктивністю 5-20 л / сек, в яких використовуються кілька блоків очистки, в насосної передбачається напірний колектор з відгалуженнями до кожного блоку. На відгалуження встановлюються відключають крани, керовані з поверхні за допомогою штанг.

На дні очисної споруди знаходиться занурювальний насос 3, з'єднаний гнучким шлангом 8 з напірним патрубком.

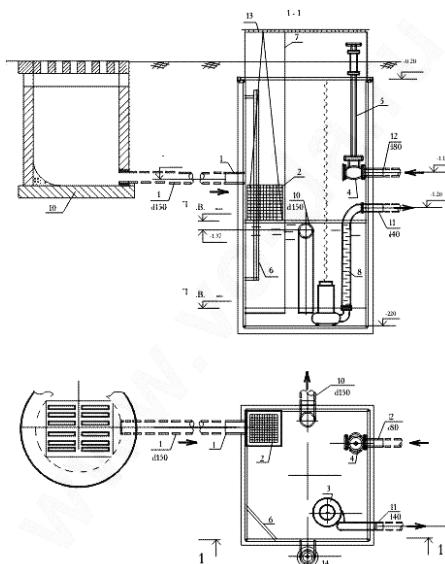


Рисунок 3.1 - Насосна установка

Блок очищення стоків (рис. 3.2) являє собою прямокутну сталеву ємність, забезпечену зовнішніми патрубками підведення стічних вод 1, відведення очищених вод 15, відведення промивних вод 7.

На введенні стоків розташований пісковловлюючий підйомний бункер (20), потім відстійник зливових стоків 4 з низхідно-висхідному потоком і тонкошаровий відстійник стоків 5, мають проточну і бункерну частина. У верхній частині зони відстоювання зливових вод розміщена поворотна труба 7, з відведенням зливових стоків в приймальну ємність нафтопродуктів 8. У зоні відстоювання тонкошарового відстійника розташований блок з листів з проставками, в якому потік розділяється на яруси (шари) з метою підвищення ефективності відстоювання зливових вод .

До відстійної зоні через водозлив примикає фільтр первинного очищення стоків 10, в середній зоні якого розташована решітка зі щелевним дренажем 12. Нижче решітки розташований вторинний фільтр очищення стоків з плаваючою завантаженням з пінополістиролу 13, відразу під якою розміщений трубопровід дренажу великого опору 14 з виходом на патрубок очищеної води 15, а у дна ємності - трубопровід дренажу малого опору 16 з виходом на патрубок відводу промивної води 17.

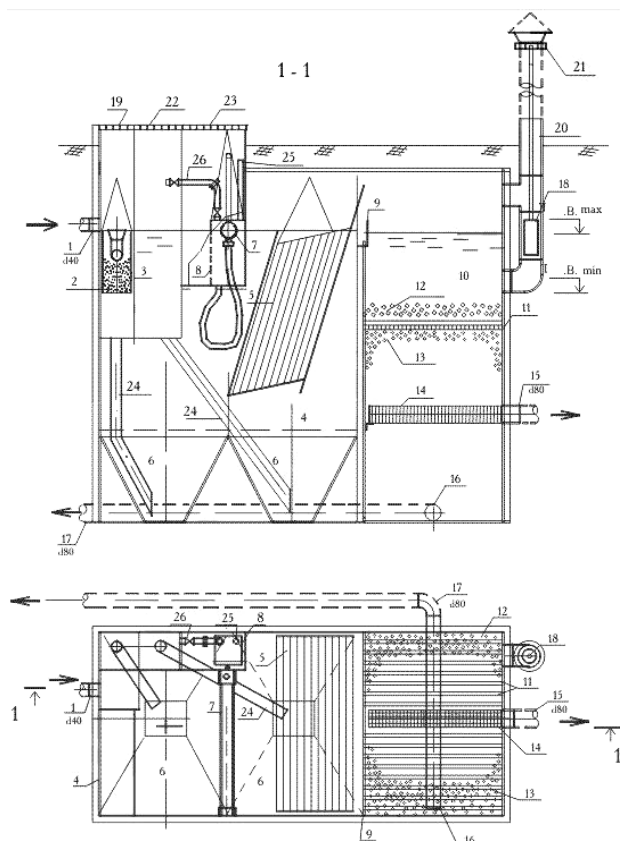


Рисунок 3.2 - Блок очищення стоків

1 - підведення стічних вод; 2 - пескоулавлюючий бункер; 3 - напівзаглибні перегородка; 4 - відстійна зона стоків; 5 - тонкошаровий блок; 6 - прямки для осаду стоків; 7 - труба поворотна; 8 - ємність для нафтопродуктів; 9 - водозлив; 10 - фільтр очищення стічних вод від нафтопродуктів з плаваючою завантаженням; 11 - решітка; 12 - щебінь; 13 - плаваюча завантаження; 14 - дренаж великого опору; 15 - відведення очищених вод; 16 - дренаж малого опору; 17 - відведення промивної води; 18 - поплавковий показчик рівня стічних вод перед фільтром; 19 - решітка провітрювання; 20 - лінія деаерації; 21- вогнеперепинювачі; 22 - бокс пісковловлюючого бункера; 23 - бокс ємності для нафтопродуктів; 24 - трубопровід для забору осаду; 25 - поплавковий показчик рівня в ємності нафтопродуктів; 26 - лінія деаерації ємності нафтопродуктів.

Сорбційний фільтр (рис.3.3) доочистки стічних вод від нафтопродуктів виконаний у вигляді прямокутної сталеві ємності 1, по дна якої прокладений дренажний трубопровід 5, а у верхній частині є патрубок для підведення зливових стоків 3. Нижня частина фільтра заповнена сорбентом 4.

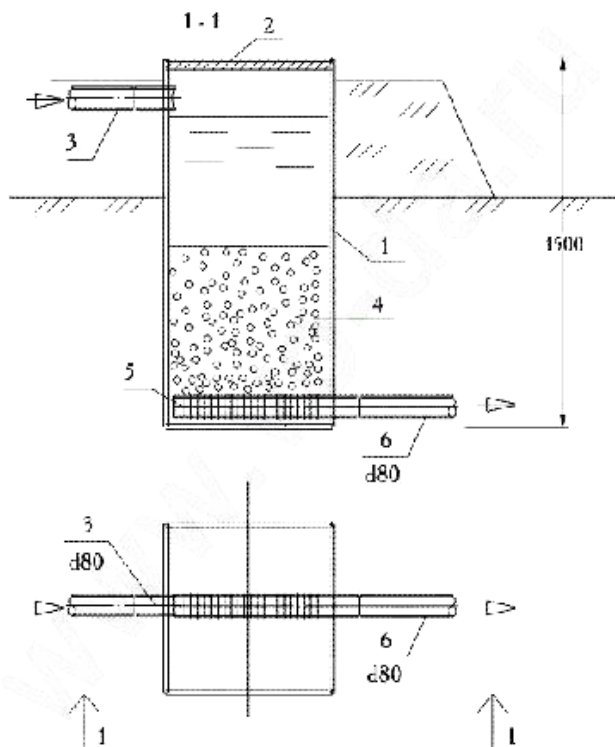


Рисунок 3.3 - Сорбційний фільтр доочищення стічних вод від нафтопродуктів: 1 – фільтра корпус; 2 - кришка; 3 - підвідний трубопровід; 4 – твердий сорбент; 5 - дренажі; 6 - відвідний трубопровід очищених стічних вод.

3.5 Розрахунок очисних споруд

Розрахунок товщини стінки корпусу фільтра.

Розрахунок товщини стінки корпусу апарату, що працює під тиском, розраховують на міцність за формулою:

$$S = \frac{p \cdot D_B}{2 \cdot \varphi [\sigma] - p} + C, \text{ мм}, \quad (4.25)$$

де S – товщина стінки корпусу, мм;

p – тиск в апараті, МПа;

D_B – внутрішній діаметр апарату, мм;

φ - коефіцієнт міцності зварного шва (шов двосторонній ручний $\varphi = 0,95$);

$[\sigma]$ – нормальна допустима напруга, МПа;

C – прибавка для компенсації, мм.

Корпус також має кільцеві зварні шви, але коефіцієнти міцності цих швів при розрахунку на міцність не враховують.

Величина «С» прибавки встановлюється з урахуванням швидкості корозії і терміну служби апарату (зазвичай 15 - 20 років). Зазвичай призначають $C = 2 - 3$ мм.

Основні розміри використовувані при розрахунку показані на рисунку 3.5.

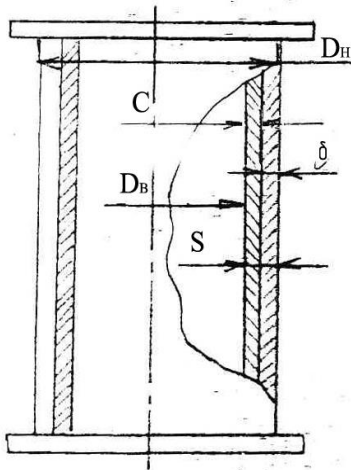


Рисунок 3.5 - Розрахунок товщини стінки корпусу

$$S = 0,7 \cdot 660 / (2 \cdot 1340,95 - 0,7) + 2 = 3,82 \text{ мм}$$

Товщину стінки корпусу округляємо до цілого числа $S = 4$ мм.

Розрахунок товщини стінки плоского днища і кришки фільтра.

Товщину плоских круглих кришки і днища, приєднувальних до фланця болтами і працюють під тиском, розраховують на міцність за формулою:

$$S = k_1 \cdot D_{np} \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + C, \text{ мм}, \quad (3.26)$$

де k_1 – коефіцієнт, який визначається за графіком залежно від відносини D_b / D_{np} ;

$$S = 1 + \frac{4b_0 m}{D_{np}}. \text{ В будь-якому випадку } k_1 \geq 0,5;$$

D_b – діаметр окружності розташування болтів, мм;

D_{np} – середній діаметр ущільнення, мм;

b_0 – розрахункова ширина ущільнення, мм (для плоских ущільнень при $b_{пр} \leq 15$ мм; розрахункова ширина $b_0 = b_{пр}$);

$b_{пр}$ – ширина прокладки, мм;

m – прокладочний коефіцієнт (для пароніту (по ГОСТ 481-71) $m = 2,5$).

Підставами в формули значення і зробимо розрахунок.

$$D_b / D_{np} = 1,12.$$

$$1 + 4 \cdot 14 \cdot 2,5 / 600 = 1,2.$$

Звідси за графіком визначаємо $k_1 = 0,51$.

$$S = 0,51 \cdot 600 \cdot \sqrt{\frac{0,7}{134}} + 2 = 31 \text{ мм.}$$

Підбір фланця і розрахунок стяжних болтів.

Підбираємо до корпусу приварні плоскі гладкі фланці.

Фланці виготовляють зі сталі 20, стяжні болти зі сталі 35Х, гайки зі сталі 35; фланці стягуються болтами М20.

Розраховують на міцність болти фланцевих з'єднань:

а) податливість болта:

$$\lambda_b = \frac{l_b}{E_b \cdot F_b}, \quad \text{мм/Н,} \quad (3.27)$$

де l_b – розрахункова довжина болта, мм;

E_b – модуль пружності матеріалу болта, МПа;

F_b – площа поперечного перерізу болта, мм² (площа болта можна прийняти по зовнішньому діаметру різьби).

$$l_b = 2b + a = 2 \cdot 31 + 2 = 64 \text{ мм,}$$

де b – ширина фланця, мм;

a – ширина прокладки, мм.

$$\lambda_b = \frac{64 \cdot 4}{245 \cdot 1000 \cdot 3,14 \cdot 20^2} = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ мм/Н.}$$

б) податливість частини прокладки, що припадає на один болт:

$$\lambda_{np} = \frac{a}{E_{np} \cdot F_{np}}, \quad (3.28)$$

де E_{np} – модуль пружності матеріалу прокладки, МПа;

F_{np} – площа прокладки, що припадає на один болт, мм².

$$F_{np} = \frac{\pi(D_{Hn}^2 - D_{Bn}^2)}{4z}, \quad \text{мм}^2, \quad (3.29)$$

де D_{Hn} – зовнішній діаметр прокладки, мм;

D_{Bn} – внутрішній діаметр прокладки, мм;

z – число болтів, шт.

$$F_{np} = \frac{3,14(804^2 - 776^2)}{4 \cdot 24} = 1448 \text{ мм}^2,$$

$$\lambda_{np} = \frac{2}{3 \cdot 10^3 \cdot 1448} = 4,6 \cdot 10^{-7} \text{ мм/Н.}$$

в) узагальнений коефіцієнт основного навантаження

$$\chi = \frac{\lambda_{np}}{\lambda_b + \lambda_{np}}, \quad (3.30)$$

$$\chi = \frac{4.6 \cdot 10^{-7}}{8.3 \cdot 10^{-7} + 4.6 \cdot 10^{-7}} = 0,357.$$

г) загальне зусилля від дії тиску в апараті, що припадає на лише один болт:

$$Q = \frac{D_{np}^2 \cdot \pi}{4z} \cdot p, \text{ Н}, \quad (3.31)$$

де p - тиску в апараті, МПа;

D_{np} – середній діаметр прокладки, мм.

$D_{np} = (D_{Hп} + D_{Bп})/2 = 804 + 776 = 790$ мм.

$$Q = \frac{790^2 \cdot 3.14}{4 \cdot 24} \cdot 0.7 = 14289 \text{ Н}.$$

д) загальне сумарне зусилля на один болт;

$$P = Q[K_{ст}(1 - \chi) + \chi], \quad (3.32)$$

де $K_{ст}$ – коефіцієнт запасу затяжки проти розкриття стику ($K_{ст} = 1,25 - 1,5$).

$$P = 14289[1.35(1 - 0.357) + 0.357] = 17505 \text{ кН}.$$

З міцнісного розрахунку фільтра очищення стічних вод отримані дані про те, що допустима сила $[P]$ для болта М20 зі сталі 35Х при 200С дорівнює 25 кН, а при 2000С - 18 кН. Запас міцності дотримується. Дане з'єднання буде надійно в експлуатації.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Програмне забезпечення для вирішення задач магістерської роботи

У сучасному виробництві широке поширення одержали системи автоматизованого проектування (САПР, computer aided design), які дозволяють проектувати технологічні процеси з меншими витратами часу та засобів, зі збільшенням точності спроектованих процесів і програм обробки, що скорочує витрати матеріалів та час обробки, завдяки тому, що режими обробки також розраховуються та оптимізуються за допомогою ЕОМ.

Технічне забезпечення САПР засновано на використанні обчислювальних мереж і телекомунікаційних технологій, персональних комп'ютерів та робочих станцій.

Математичне забезпечення САПР характеризується різноманітністю методів обчислювальної математики, статистики, математичного програмування, дискретної математики, штучного інтелекту. Програмні комплекси САПР відносяться до числа найбільш складних сучасних програмних систем, заснованих на операційних системах Unix, Windows, мовах програмування C, C++, Java і інших, сучасних CASE технологіях, реляційних і об'єктно-орієнтованих системах керування базами даних (СКБД), стандартах відкритих систем і обміну даними в комп'ютерних середовищах.

Проектування, при якому всі проектні рішення або їхня частина одержують шляхом взаємодії людини та ЕОМ, називають *автоматизованими* на відміну від ручного (без використання ЕОМ) або *автоматичного* (без участі людини на проміжних етапах).

Система, що реалізує автоматизоване проектування, являє собою систему автоматизованого проектування (в англійському написанні CAD System – Computer Aided Design System). САПР (або CAD) звичайно використовуються разом із системами автоматизації інженерних розрахунків і аналізу CAE (Computer-Aided engineering). Дані із CAD- систем передаються в САМ (Computer-

Aided manufacturing) – систему автоматизованої розробки програм обробки деталей для верстатів.

CAE – автоматизоване конструювання, використання спеціального програмного забезпечення для проведення інженерного аналізу міцності та інших технічних характеристик компонентів, виконаних у системах автоматизованого проектування. Програми автоматизованого конструювання дозволяють здійснювати динамічне моделювання, перевірку та оптимізацію виробів і засобів їхнього виробництва.

CAM – автоматизоване виробництво. Термін використовується для позначення програмного забезпечення, основною метою якого є створення програм для керування верстатами зі ЧПК (числове програмне керування). Вхідними даними САМ- системи є геометрична модель виробу, розроблена в системі автоматизованого проектування. У процесі інтерактивної роботи із тривимірною моделлю в САМ системі інженер визначає траєкторії руху різального інструменту по заготівлі виробу, які потім автоматично верифікуються, візуалізуються (для візуальної перевірки коректності) і обробляються постпроцесором для одержання програми керування конкретним верстатом.

Структура САПР. САПР складається з проектуючої і обслуговуючої підсистем. Проектуючі підсистеми безпосередньо виконують проектні процедури. Прикладами проектуючих підсистем можуть слугувати підсистеми геометричного тривимірного моделювання механічних об'єктів, виготовлення конструкторської документації, схемотехнічного аналізу, трасування з'єднань у друкованих платах.

Обслуговуючі підсистеми забезпечують функціонування проектуючих підсистем, їхню сукупність часто називають системним середовищем (або оболонкою) САПР. Типовими обслуговуючими підсистемами є підсистеми керування проектними даними (PDM – Product Data Management), керування процесом проектування (DesPM – Design Process Management), користувацького

інтерфейсу для зв'язку розробників з EOM, CASE (Computer Aided Software Engineering) для розробки та супроводу програмного забезпечення САПР, навчальні підсистеми для освоєння користувачами технологій, реалізованих у САПР.

На сьогодні створено велику кількість програмно-методичних комплексів для САПР із різними ступенем спеціалізації й прикладною орієнтацією. У результаті автоматизація проектування стала необхідною складовою частиною підготовки інженерів різних спеціальностей; інженер, що не володіє знаннями та не вміє працювати в САПР, не може вважатися повноцінним фахівцем.

Огляд найбільш поширених САПР світових виробників.

AutoCAD – найвідоміший із продуктів компанії Autodesk, універсальна система автоматизованого проектування, що поєднує у собі функції двовимірного креслення й тривимірного моделювання. З'явився в 1982 році і був однією з перших САПР, розроблених для РС. Швидко завоював популярність серед проектувальників, інженерів і конструкторів різних галузей промисловості завдяки демократичним цінам.

AutoCAD прискорює щоденну роботу зі створення креслень і підвищує швидкість і точність їхнього виконання. Середовище концептуального проектування забезпечує легке й інтуїтивне створення і редагування твердих тіл і поверхонь. AutoCAD дозволяє легко й швидко створювати на основі моделі розрізи й проекції, ефективно формувати комплекти креслень і керувати ними: групувати їх по розділах проекту та інших логічних категорій, створювати переліки аркушів, керувати видами креслень, архівувати комплекти проектної документації та організовувати спільну роботу фахівців. Наявні в AutoCAD засоби візуалізації, такі як анімація й реалістичне тонування, допомагають виявити будь-які вади на ранніх етапах проектування.

Формат DWG, що використовується в AutoCAD є стандартом серед проектувальників різних галузей промисловості, крім того, є можливість експорту

й імпорту інших розповсюджених файлових форматів, таких як pdf, що дозволяє ефективно організувати обмін даними між фахівцями.

Програма постійно розвивається, серед можливостей, що з'явилися в нещодавно, можна назвати параметричні взаємозв'язки між об'єктами, створення та редагування об'єктів довільної форми тощо. Існують спеціалізовані галузеві різновиди AutoCAD для архітектури, дорожнього будівництва та землевпорядження, електротехніки, машинобудування тощо. Для фахівців, яким не потрібні функції роботи з 3D графікою, існує полегшена версія AutoCAD, призначена для створення двовимірних креслень – AutoCAD LT.

Рішення Autodesk для промислового виробництва й машинобудування засновані на технології цифрових прототипів, тобто надають конструкторам, інженерам, дизайнерам і технологам можливість повністю досліджувати виріб ще на етапі проектування. За допомогою даної технології виробники створюють цифрові моделі та проекти, конструюють, перевіряють, оптимізують і керують ними на всіх етапах – від ідеї до реального втілення

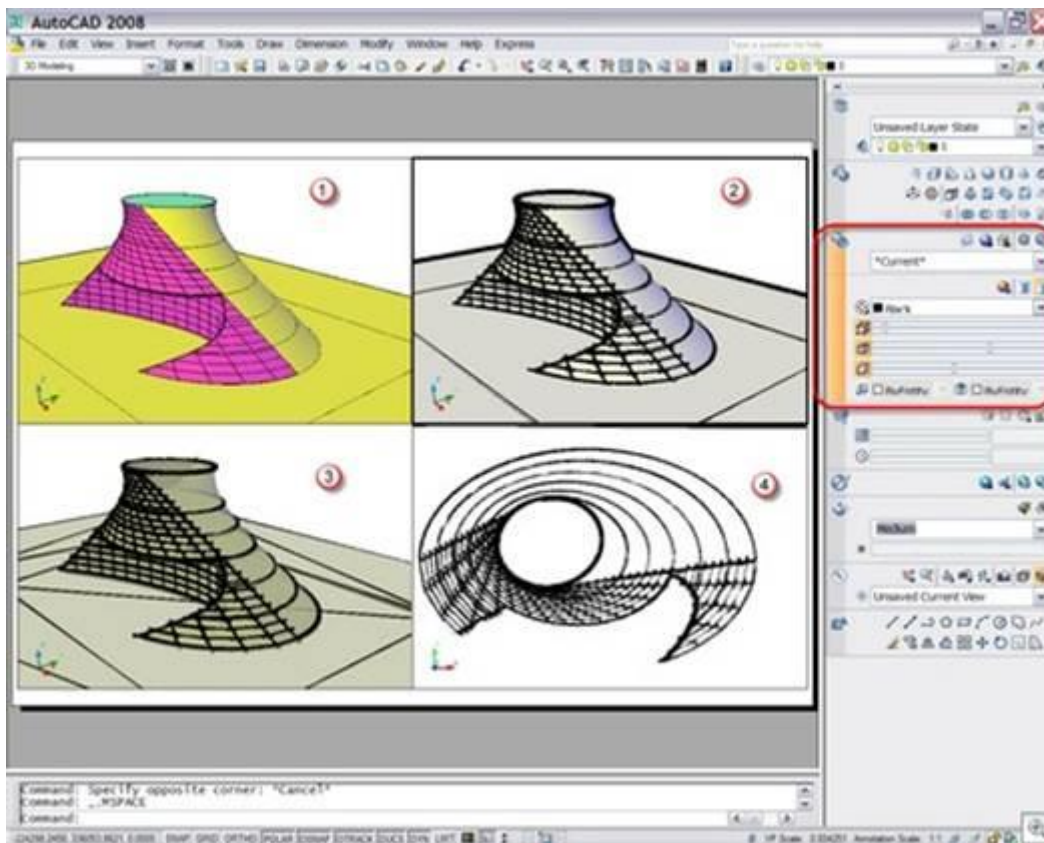


Рисунок 4.1 – Інтерфейс AutoCAD з прикладом 3D моделювання

AutoCAD Mechanical – продукт на платформі AutoCAD для промислового виробництва, що є частиною технології цифрових прототипів Autodesk. Він допомагає прискорити процес проектування, дозволяючи в той же час використовувати досвід і проекти, накопичені при роботі в AutoCAD. Маючи у своєму складі бібліотеки ДСТУ, стандартних деталей і функції автоматизації типових завдань, він забезпечує значний вигреш у продуктивності при проектуванні.

AutoCAD Electrical – це AutoCAD для проектування електричних систем керування, що є важливою частиною технології цифрових прототипів Autodesk і що дозволяє працювати швидко, якісно й зі значно меншими витратами в знайомому середовищу проектування. Спеціалізовані функції й великі бібліотеки умовних позначень дозволяють підвищити продуктивність, усунути ризик виникнення помилок і забезпечити точність інформації, переданої у виробництво.

AutoCAD Inventor Suite являє собою збалансований набір рішень Autodesk для проектування та конструювання в промисловому виробництві. Рішення сполучають у собі інтуїтивне середовище 3D моделювання деталей і виробів з інструментами, дозволяють конструкторам зосередитися на функціональних вимогах до проекту. Ці інструменти містять у собі автоматичне створення інтелектуальних компонентів, таких як деталі із пластмаси, сталеві каркаси та обертові механізми.

CATIA – система автоматизованого проектування французької фірми Dassault Systems. CATIA V1 була анонсована в 1981 році. У даний момент у світі використовуються дві версії – V4 і V5, які значно відрізняються між собою. CATIA V4 була анонсована в 1993 році й створювалася для Unix- подібних операційних систем, CATIA V5 була анонсована в 1998 році, і це перша з версій, що може працювати під керуванням Microsoft Windows. По завіренню Dassault Systems, CATIA V5 була написана "з нуля" і втілила в собі передові технології САПР. Спочатку CATIA V5 не користувалася особливою популярністю на ринку

і щоб стимулювати її використання Dassault Systems висунула концепцію PLM (Product Lifecycle Management). Ідея PLM виявилася вдалою і її підхопила майже вся індустрія САПР. У лютому 2008 року Dassault Systems анонсувала нову версію системи – CATIA V6. V6 буде підтримувати програми моделювання для всіх інженерних дисциплін і колективні бізнес- процеси протягом життєвого циклу виробу. Нова концепція фірми одержала назву "PLM 2.0 на платформі V6". Суть концепції – тривимірне моделювання і колективна робота в реальному часі. Для зв'язку між людьми, що перебувають у різних точках світу, передбачені засоби простого підключення до Web. PLM 2.0 – це новий підхід, що відкриває можливість використовувати інтелектуальні результати онлайнового взаємозв'язку. Кожний користувач може придумувати, розробляти продукти та обмінюватися інформацією на універсальній 3D-мові. Користувачі зможуть у наочній формі оперувати одночасно віртуальними та реальними об'єктами.

Pro/Engineer – CAD система високого рівня. Містить у собі всі необхідні модулі для твердотілого моделювання деталей і створення креслярської документації. Має убудовані можливості для проектування зварених конструкцій.

SolidWorks – продукт компанії SolidWorks Corporation, система автоматизованого проектування у трьох вимірах, працює під керуванням Microsoft Windows. Розроблена як альтернатива для двомірних програм САПР. Придбала популярність завдяки простому інтерфейсу. Основний продукт SolidWorks включає інструменти для тривимірного моделювання, створення креслень, роботи з листовим металом, звареними конструкціям і поверхнями довільної форми. Є можливість імпортування великої кількості файлів 2D і 3D CAD програм. Є API для програмування в середовищі Visual Basic і C. Також включена програма для аналізу методом кінцевих елементів початкового рівня CosmosXpress.

ADEM (Automated Design Engineering Manufacturing) – російська інтегрована CAD/CAM/CAPP-система, призначена для автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва (КТПП). ADEM був

створений як єдиний продукт, що включає в себе інструментарій для проєктантів і конструкторів (CAD), технологів (CAPP - Computer-Aided Process Planning) і програмістів ЧПК. Тому він містить декілька різних предметно-орієнтованих САПР під єдиною логікою керування і на єдиній інформаційній базі. ADEM дозволяє автоматизувати наступні види робіт:

3D і 2D моделювання та проєктування; оформлення проєктно-конструкторської й технологічної документації; проєктування технологічних процесів; аналіз технологічності й нормування проєкту; програмування устаткування. ADEM застосовується у різних галузях: авіаційній, атомній, аерокосмічній, машинобудівній, металургійній, верстатобудівній та інших.

вCAD – 2- і 3- вимірна система автоматизованого проєктування, розроблена російською компанією "ПРОПРО Група". вCAD являє собою інтегрований пакет для двовимірного креслення, об'ємного моделювання й реалістичної візуалізації. Система одержала широке поширення в меблевому виробництві та дизайні інтер'єрів. Незважаючи на досить розвинені засоби проєктування, у промисловості практично не застосовується.

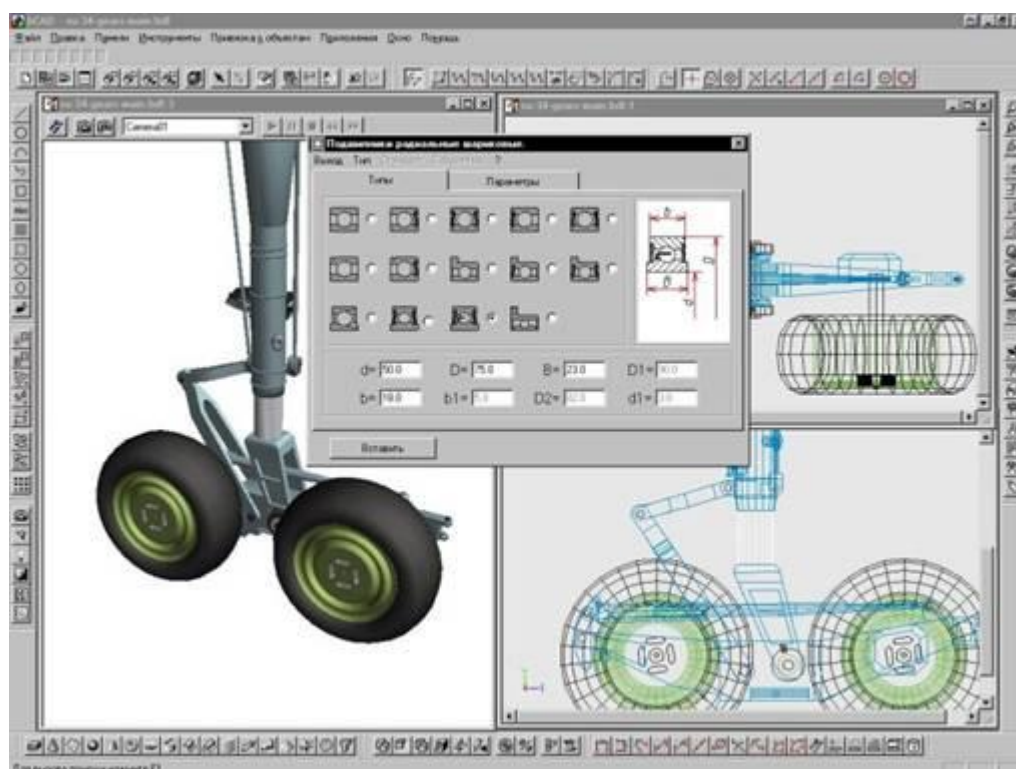


Рисунок 4.2 – Інтерфейс вCAD з прикладом 3D моделювання

T-FLEX CAD – система автоматизованого проектування, розроблена компанією "Топ Системи" з можливостями параметричного моделювання і наявністю засобів оформлення конструкторської документації відповідно до стандартів серії ЕСКД (Єдина система конструкторської документації). T-FLEX CAD є ядром комплексу T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM – набору засобів для рішення завдань технічної підготовки виробництва в різних галузях промисловості. Комплекс поєднує системи для конструкторського і технологічного проектування, модулі підготовки керуючих програм для верстатів та інженерних розрахунків. Всі програми комплексу функціонують на єдиній інформаційній платформі системи технічного документообігу і ведення складу виробів.

КОМПАС – система автоматизованого проектування, розроблена російською компанією "АСКОН" з можливостями оформлення проектної й конструкторської документації відповідно до стандартів серії ЕСКД і СПДБ (Система проектної документації для будівництва). Існує у двох версіях: Компас-Графік і КОМПАС-3D, відповідно призначених для плоского креслення і тривимірного проектування.

MechaniCS – додаток до AutoCAD або Autodesk Inventor, призначене для оформлення креслень відповідно до ЕСКД, проектування систем гідропневмоелементів, зубчастих зачеплень, валів, інженерного аналізу, розрахунку розмірних ланцюгів, створення користувальницьких бібліотек. MechaniCS забезпечує фахівця всім необхідним для проектування машинобудівних об'єктів: більш ніж 1500 стандартами (включаючи ДСТУ, ОСТ, ДІ і ISO) і уніфікованими компонентами, можливістю створювати власні інтелектуальні об'єкти, виконувати інженерні розрахунки з відображенням результатів на моделі, оформляти проекції креслень по ЕСКД і багато іншого. MechaniCS дає конструкторові можливість застосовувати не тільки геометричні параметри стандартних елементів, але і їхні механічні властивості. На об'єкти в

складальних кресленнях (при використанні AutoCAD) можна накладати геометричні і параметричні залежності, використовувати попередньо встановлені залежності при їхньому розміщенні на кресленні.

4.2 Класифікація програмного забезпечення САПР

Автоматизація проектування займає особливе місце серед інформаційних технологій.

По-перше, автоматизація проектування – синтетична дисципліна, її складовими є багато інших сучасних інформаційних технологій. Так, технічне забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР) базується на використанні обчислювальних мереж і телекомунікаційних технологій, в САПР використовуються персональні комп'ютери та робочі станції, є приклади застосування мейнфреймів. Математичне забезпечення САПР відрізняється багатством і різноманітністю використовуваних методів обчислювальної математики. Статистики, математичного програмування, дискретної математики, штучного інтелекту. Програмні комплекси САПР відносяться до найбільш складних програмних систем, що базуються на операційних системах Unix, Windows-95/NT, мовах програмування C, C++, Java та інших, сучасних CASE-технологіях, стандартах відкритих систем і обміну даними в комп'ютерних середовищах.

По-друге, знання основ автоматизації проектування та вміння працювати із засобами САПР необхідне практично будь-якому інженеру-розробнику. Комп'ютерами насичені проектні підрозділи, конструкторські бюро та офіси. Робота конструктора за звичайним кульманом, розрахунки за допомогою логарифмічної лінійки чи оформлення звіту на друкарській машинці стали анахронізмом. Установи, що ведуть розробки без САПР чи лише з малим відсотком їх використання, виявляються неконкурентноспроможними як через великі матеріальні та часові витрати, так і через невисоку якість проектів.

Поява перших програм для автоматизації проектування за кордоном і в колишньому СРСР відноситься до початку 60-х років. Тоді були створені програми для розв'язування задач будівельної механіки, аналізу електронних схем, проектування друкованих плат. Подальший розвиток САПР йшов шляхом створення апаратних і програмних засобів машинної графіки, підвищення обчислювальної ефективності програм моделювання та аналізу, розширення областей застосування САПР, спрощення користувацького інтерфейсу, впровадження в САПР елементів штучного інтелекту.

На сьогодні створено величезну кількість програмно-методичних комплексів для САПР із різним ступенем спеціалізації та прикладної орієнтації. У результаті автоматизація проектування стала необхідною складовою частиною підготовки інженерів різних спеціальностей; інженер, що не володіє знаннями та не вміє працювати в САПР, не може вважатися повноцінним спеціалістом.

Проектування – одна з найважливіших сфер інженерної діяльності, це та ланка, що пов'язує наукові дослідження і практичну реалізацію. Від термінів та якості проектування значно залежать строки впровадження та якість готової продукції.

Проектування — вид цілеспрямованої виробничої діяльності людини чи колективу фахівців із розв'язання задач проектування, спрямованої на створення приладів чи систем, що відповідають технічному завданню, які оптимально задовольняють поставлені вимоги і задовільно функціонують протягом заданого проміжку часу при прогнозованих умовах середовища.

Автоматизоване проектування — проектування, при якому окремі перетворення об'єкта й (або) алгоритму його функціонування або алгоритму процесу, а також описи різноманітними мовами здійснюються взаємодією людини та комп'ютера.

Важко переоцінити значення автоматизації проектування для розвитку науки, техніки, народного господарства. Саме з автоматизацією проектування пов'язані принципові можливості створення найскладніших технічних об'єктів як

у промисловому, так і цивільному будівництві. Адже проектування об'єктів потребує великих затрат людських і часових ресурсів і саме АП – основний спосіб підвищення продуктивності праці інженерно-технічних працівників, зайнятих проектуванням.

Проектування як процес, що розвивається в часі, поділяється на стадії, етапи, проектні процедури та операції.

Будівельне проектування в САПР має такі стадії:

- стадія науково-дослідних робіт
- стадія конструкторських робіт (стадія ескізного проекту)
- стадія технічного проекту
- стадія робочого проекту.

На стадії *науково-дослідних робіт* (залежно від цільового призначення) вивчаються потреби в отриманні нових проектних рішень, інформаційні, конструктивні та технологічні принципи проектування, прогнозуються можливі значення характеристик і параметрів об'єкта. Результатом є формулювання технічного завдання на розробку нового проекту.

На стадії конструкторських робіт розробляється ескізний проект об'єкта, перевіряються, конкретизуються та коректуються принципи і положення, зазначені в технічному завданні.

На стадії технічного проекту виконується всестороння проробка всіх частин проекту, конкретизуються та деталізуються технічні рішення.

На стадії робочого проекту складається повний комплект конструкторсько-технічної документації, достатньої для будівництва об'єкта.

Процес проектування ділиться на етапи.

Етап проектування – частина процесу проектування, що включає формування усіх потрібних описів об'єкта.

Проектні процедури – складові частини етапу проектування. Це частина етапу, виконання якої закінчується отриманням проектного рішення. Кожній

проектній процедурі відповідає певна задача проектування, яка вирішується у рамках даної процедури (наприклад, оформлення креслення конструкції).

Проектна операція – дрібніша складова частина процесу проектування, що входить до складу проектної процедури (наприклад, статичний розрахунок конструкції).

Одним із важливих компонентів сучасного виробництва є *системи автоматизованого проектування (САПР)*.

САПР — організаційно-технічна (людино-машинна) система, що складається з комплексу засобів автоматизації проектування, взаємозв'язаних із необхідними відділами проектної організації чи колективом фахівців (користувачем системи), і виконує автоматизоване проектування.

У загальному випадку розробка САПР – крупна науково-технічна проблема. За оцінками західних спеціалістів, для створення справжньої САПР потрібно від 100 до 300 люд/років.

Комп'ютерна графіка, будучи підсистемою САПР, розв'язує найбільш трудомістку і важливу задачу САПР: автоматизацію розробки і виконання конструкторської документації. Вона забезпечує створення, зберігання і обробку моделей геометричних об'єктів і їх графічне зображення за допомогою комп'ютера.

Використання комп'ютера в конструкторській діяльності значно полегшує підготовку конструкторських та інших графічних документів, звільняючи конструктора від виконання рутинних і трудомістких графічних операцій, скорочує термін виготовлення документів і покращує їх якість. При автоматизованому виконанні креслення створюється "електронний" еквівалент креслення, а замість паперу і креслярських інструментів використовується екран дисплея, клавіатура і маніпулятор "миша".

В автоматизованому проектуванні загальноприйнятими є скорочені терміни:

- CAD – система конструювання (Computer Aided Design);

- САМ - виробництво за допомогою комп'ютерів (Computer Aided Manufacturing);
- САЕ - аналітично-розрахункова підсистема (Computer Aided Engineering);
- АЕС - скорочене позначення для архітектурно-будівельних комп'ютерних систем (Architectural Engineering Computing).

До появи ЕОМ випуск конкурентноздатної продукції здійснювався завдяки науковій організації процесу проектування та першокласним фахівцям. Застосування САПР дало безперечні переваги: дозволило впровадити стратегію накопичування та передавання знань і досвіду конструкторів, що забезпечує високу живучість, сприяє розв'язуванню тих практичних задач виробника, що дозволяють проводити прогресивну політику на ринку (знизити виробничі витрати та собівартість, скоротити час розробки та підвищити споживчі якості продукції).

Головною перевагою використання САПР є висока швидкість виходу продукції на ринок. Тут спрацьовує відома в економіці залежність між обсягом продажу товару та часом: виробник, який отримав через пізній вихід продукції на ринок менший прибуток, направить на розробку нового покоління продукції менше коштів, і так – до повної зупинки виробництва. Це підтверджують дослідження компанії Хьюлет-Паккард можливих втрат прибутку виробниками у конкурентній боротьбі: 33% втрат – через піврічне спізнання виходу продукції на ринок; 22% втрат – через підвищення матеріалоємності продукції на 9%; лише 3,5% втрат – через підвищення витрат на проектування на 50%.

САПР є індустріальними технологіями, що націлені на найважливіші галузі виробництва, визначаючи рівень розвитку та стратегічний потенціал нації. Без САПР неможливо виробляти сучасну техніку, що є дуже складною та вимагає надзвичайної точності виготовлення. Рівень розвитку САПР, кількість робочих

місць та кількість інженерів, які професійно володіють САД-технологіями, впливають на статок кожного члена суспільства.

Цей ринок пропонує великий асортимент програмних засобів (ПЗ) для автоматизації інженерної діяльності у проектних організаціях та на виробництві. Він має неабиякий попит серед вітчизняних промислових підприємств (машинобудівних, приладо-, верстатобудівних), які розглядають САПР як ефективний засіб виходу на внутрішній та зовнішній ринок із конкурентоздатною продукцією світових стандартів.

Повна автоматизація виробництва пов'язана з великими капіталовкладеннями. Велика вартість багатофункціональних САПР високого рівня та обмежені можливості розробки складних виробів засобами 2D-САПР легкого рівня призвели до розквіту САПР середнього рівня, розвиток яких підтримують усі розробники САД/САМ-систем та до популярності серед користувачів САД/САМ/САЕ-систем пірамідальної схеми автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Вона значно економить ресурси завдяки використанню на робочих місцях ПЗ виключно з необхідним набором функціональних можливостей:

- для концептуальної конструкторсько-технологічної проробки нового виробу – декілька робочих місць із САПР високого рівня;
- для детальної проробки виробу – декілька десятків чи сотень місць із САПР середнього рівня;
- для підготовки конструкторсько-технологічної документації та робочих креслень – до тисячі робочих місць із САПР легкого рівня.

Прийнято ділити об'єкти автоматизації (підприємства та організації) на підрозділи, в кожному з яких розв'язують блок однотипних задач, а отримані результати є вхідними даними для іншого підрозділу (конструкторський, технологічний відділи), це дає змогу використати накопичений роками досвід та специфіку конкретного підприємства в цілому та кожного відділу окремо.

Ефективним є застосування систем віртуального макетування, програмне забезпечення яких базується на технологіях віртуальної реальності.

Віртуальний макет-прототип – це інтегроване цифрове подання виробу та його властивостей, що формується за даними головної моделі, відбиває просторову взаємодію компонентів та дозволяє оцінити працездатність конструкції в цілому.

Переваги САПР, що підтримують можливості віртуального макетування: вони дозволяють замінити фізичний прототип виробу його віртуальним аналогом та в процесі комп'ютерного аналізу електронного зразка розв'язувати ті задачі, що раніше вимагали натурних випробувань.

Віртуальним макетуванням можна супроводити весь процес проектування виробів, що дозволяє проводити тестування паралельно з розробкою, тобто своєчасно знаходити та виправляти помилки та недоліки. Віртуальне макетування дозволяє використовувати майстер-моделі виробів у галузях маркетингу, продажу, навчання.

САПР залежно від їхнього функціонального призначення поділяються на:

- машинобудівні
- архітектурно-будівельні
- дизайнерсько-анімаційні
- універсальні

- до машинобудівних можна віднести такі прикладні пакети (ПП), як *Mechanical Desktop, Solid Works, Autodesk Inventor, Техтран, КОМПАС*;

- до архітектурно-будівельних – *ArchiCAD, Autodesk Architectural Desktop R2, Allplan*;

- до дизайнерсько-анімаційних – *CorelDraw, Adobe Illustrator, 3D Studio*;

- до універсальних (популярних продуктів без чіткого проблемного спрямування, які частково поєднують усі попередні) можна віднести *AutoCAD, DenebaCAD, Actrix Technical* та інші.

САПР поділяються на:

- *унікальні* (створюються один раз для проектування особливо важливих і складних об'єктів);
- *універсальні* (використовуються у рамках галузі),
- *спеціалізовані* (використовуються у рамках підприємства);
- *індивідуальні* (наприклад, *AutoCAD*).

Користувачі САПР поділяються на:

- користувачів-розробників (основна вимога – володіння інформаційними технологіями та знання галузі);
- користувачів-супровідників (мають знати методологію побудови САПР у загальних рисах, вміти працювати з підсистемами);
- користувачів-проектувальників (потрібні знання у предметній області та вміння підготувати вхідну інформацію).

1.8. Архітектурні та будівельні САПР

Для розуміння важливості для розвитку економіки САПР цього класу систематизуємо вимоги, що висуває практика до ПЗ для автоматизації архітектурно-будівельного моделювання та проектування.

Через численність цих САПР у першу чергу їх порівнюють за загальними характеристиками, а також за ступенем підтримки специфіки та ключових етапів архітектурно-будівельного проектування, тобто за можливостями розв'язування задач: проектування промислових будівель та споруд, житлових та громадських будівель, проектування та розстановки меблів, створення інтер'єрів, реставрації пам'ятників архітектури, створення робочої документації. Ці задачі вимагають від архітектурно-будівельних САПР таких функціональних можливостей:

- моделювання та проектування стін (розбиття, маркування та оброзмірювання помешкань, відрисовування стін, підпорних стінок та пандусів, обробка відрисованих стін, ведення бібліотек стилів стін, штрихування та

редагування стін), стінних отворів та проїомів (оброзмірювання, відрисовування чвертей), дверних, віконних та балконних проїомів (відрисовування компонентів проїомів, їх маркування, редагування, ведення бібліотек проїомів та їх окремих компонентів, створення відомостей), сходів, ескалаторів та ліфтів (параметричне відрисовування сходів, перил, балюстрад, ескалаторів та ліфтових вузлів, розрахунок параметрів сходів, ведення бібліотеки блоків ліфтових вузлів), покрівель (загальне настроювання, відрисовування стандартних типів покрівель, побудова та обробка поверхонь покрівель складної конфігурації, штрихування простих та складних поверхонь покрівель, розрахунок конструкцій дахів, відрисовування, розрахунок, специфікації стропильних конструкцій, редагування покрівель), конструктивних елементів (стелі, підлоги, балки, колони, каміни, димові труби);

- об'ємне моделювання (тіні, перспектива, аксонометрія, анімаційні фліки);

- моделювання та проектування поверхів (встановлювання, контролювання, змінювання поточного режиму видимості), 3D-фасадів (оформлення, швидке отримання), їх 2D-розгорток по стінах (різні способи отримання результатів проектування вікон та дверей, виставлення позначок) та розрізів (2D- та 3D, з позначками та маркуванням), приміщень різних форм та маркувань (створення, обробка, редагування, корегування площі, конвертування до стін, штрихування, формування в списки);

- створення текстових документів (підтримка різних способів формування та генерації відомостей, специфікацій та експлікацій з можливістю попереднього корегування здобутої інформації; підтримка різних форматів отримання даних);

- підтримка розрахунків та перевірок площ та об'ємів;

- підтримка роботи з бібліотеками (розвинена система ведення параметричних та символічних (блочних) бібліотек).

Повинна бути надана можливість врахування специфіки: різних типів (стилів) помешкань, стін, підпорних стінок, пандусів, стінних отворів та проїомів,

дверних, віконних та балконних проїомів, сходів, ескалаторів, ліфтів, дахів та покрівель, конструктивних елементів; місць їх розташування в будівлі.

Розглянемо перелік найтипівіших представників архітектурно-будівельних САПР. Формування цього переліку обумовили ті фактори, що дозволяють класифікувати та розставити пріоритети серед численних архітектурно-будівельних САПР: апаратно-програмна база, на якій може функціонувати САПР (у першу чергу - тип комп'ютера та операційної системи), рівень універсальності (комплексності) САПР, її ціна та розповсюдження на практиці.

За типом комп'ютера та ОС виділяють пакети, що орієнтовано: на ПК із ОС DOS та Windows, на потужні дорогі графічні станції, наприклад, Sun із ОС UNIX, Apple з ОС Macintosh.

Універсальність (комплексність) інженерних архітектурно-будівельних САПР – це можливість виконання у межах одного програмного комплексу робіт, що належать до різних класів задач проектування, одночасного виконання розрахункових та графічних задач.

Фактор розповсюдження цих САПР залежить від використаної графічної платформи, рівня комплексності, локалізованості та перспектив розвитку пакету, надійності супроводження.

По-перше, відзначимо широко відомі потужні САПР ArchiCAD та CADdy, які вважаються безперечними лідерами.

По-друге, відзначимо системи, що інтенсивно завойовують свою частку світового ринку - САПР-пакети фірми Intergraph: Archittrion, ALLPlan, UniCAD, CADKey, Architectural Office. Вони заслуговують високої оцінки та інтенсивно застосовуються зарубіжними користувачами, але на вітчизняному ринку не дають прийняттого співвідношення між ціною та можливостями та не мають шансів до широкого розповсюдження там, де повсюди є AutoCAD.

По-третє, важливим класом архітектурно-будівельних пакетів є САПР на базі системи AutoCAD для ПК. Наприклад, це європейські та американські лідери ACADMAP та ArchPro американської фірми Eagle Point, AutoArchitect,

американської фірми SOFTDESC. Цей стан справ обумовлений розповсюдженістю пакету AutoCAD; його статусом фактичного світового стандарту САПР; кількістю вказаних систем та багатими можливостями прикладних програм, які працюють у середовищі AutoCAD, для підтримки архітектурних додатків; доступністю цін. Найбільшу цінність мають САПР на базі тих версій AutoCAD, в яких повною мірою реалізовано об'єктно-орієнтований підхід до роботи з додатками.

Відзначимо найвідоміші розробки на базі AutoCAD країн СНД: "МАЕСТРО-А" (м. Київ), ARKO (фірма "АПИО-ЦЕНТР", м. Москва), "АРФА-КАД" (фірма VIKS, м. Нальчик).

Ще одним напрямком архітектурно-будівельних САПР є пакети для широкого вжитку, наприклад, відомі системи 3D Home Architect, FloorPlan та FloorPlan Plus 3D.

Особливо варто відзначити пакети для архітектурного та промислового дизайну, їх яскравим представником є 3D Studio VIZ, який продовжив лінію 3D Studio фірми Autodesk.

4.3 Впровадження систем автоматизованого проектування

Проблема впровадження комп'ютерних технологій в промисловість України і їх ефективного використання пов'язана з рішенням задачі відповідного інформаційно-методичного і кадрового забезпечення. Проте із-за нестабільної економічної ситуації, а також недостатній кваліфікованості кадрів впровадження комп'ютерних технологій здійснюється недостатньо швидкими темпами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Огляд літературних джерел показав, що дослідженням подібних проблем займаються Акімов Т.Е., Васін А.М. (впровадження і використання CALS-технологій в машинобудуванні); Сало В.В. (актуальність розробки і реалізація CALS-технологій у вітчизняній промисловості); Белянкіна О.В. (перспектива застосувань CALS-технологій в гірському машинобудуванні); Богуславський І.В. (аналіз особливостей

використання і впровадження CALS-технологій); Барабанов В.В. (Стратегії впровадження CALS-технологій і роль інтеграції інформаційних систем в управлінні виробництвом); Васильєв Ф.М. (Порівняльна оцінка альтернатив в сучасних системах ухвалення рішення); Бріндіков А.Н., Барабанов В.В. (проблеми розвитку ІІІ- підтримки технологій як засоби кардинального підвищення якості продукції і ефективності виробництва).

Формулювання цілей статті: Мета статі - показати перспективи впровадження САПР і CALS-технологій, можливість їх успішного використання на машинобудівних підприємствах України.

Виклад основного матеріалу дослідження: Інформаційні технології в машинобудуванні - це нові інтелектуальні інструменти для обробки інформації, яка формується при проектуванні і виробництві виробів машинобудування. Вони не тільки змінюють традиційні форми роботи інженера, але і пред'являють вищі вимоги до його професійної підготовки: користувач повинен уміти не тільки працювати з різними проблемно-орієнтованими системами автоматизованого проектування, але і розуміти методологію вирішуваних завдань.

Застосування САПР і CALS-технологій дозволяє істотно зменшити час на виготовлення проекту і випуск виробів, зменшити можливі помилки, підвищити якість конструкторської документації, а при використанні програмно-керованого устаткування - готувати необхідні для цього дані в потрібному форматі. Впровадження комп'ютерних технологій позитивно позначиться на операційних і фінансових показниках виробництва, як наприклад скорочення виробничого циклу, збільшення кількості оброблюваних замовлень при тій же кількості працівників, зростання середнього розміру прибутку. Повний спектр завдань, які вирішуються з допомогою САПР і CALS-технологій великий.

Сучасний ринок машинобудування пред'являє все більш жорсткі вимоги до термінів і вартості проектних робіт. Проведення конструкторських робіт, націлених на створення якісної, конкурентоздатної продукції, пов'язане з підготовкою точних математичних моделей вузлів і агрегатів, а також з

виконанням величезного об'єму математичних розрахунків, необхідних для інженерного аналізу конструкцій. Основний шлях підвищення конкурентоспроможності підприємства пов'язаний з різким скороченням термінів створення моделей і прискоренням розрахунків математичних параметрів на всіх етапах розробки продукції. На сьогодні широко застосовуються високопродуктивні системи автоматизованого проектування, технологічної підготовки виробництва і інженерного аналізу [4]. Це стало ключовим елементом бізнесу підприємства, що працює на сучасному ринку машинобудування.

Отже, впровадження інформаційних технологій в машинобудівне виробництво має наступні позитивні ефекти:

а) забезпечення гнучкості, здатності до швидкого переходу з випуску одного виду виробу на інший при мінімальних простоях устаткування та забезпечені стабільної якості продукції;

б) можливість розв'язувати складні інтелектуальні задачі як то вибір оптимальних режимів обробки, виявляти несправності та вчасно усувати їх, автоматично переходити на нову продукцію, що раніше не випускалася, при цілковитому керування всіма функціями електронно-обчислювальними машинами;

в) ведення найскладніших інтелектуальних процесів, що організують виробництво, швидкий обмін інформацією з підприємствами - партнерами завдяки використанню можливостей обчислювальних мереж.

Досвід таких промислових світових гігантів, як чеська «Skoda», «Bosch» і «Siemens» в Німеччині, американських «Ford» і «Shevrolet», що широкого застосовують описувані технології, свідчить про ефективність їх використання. Сучасний багатогалузевий машинобудівний комплекс України об'єднує понад 11 тис. підприємств, з яких можна виділити що входять до науково-виробничої групи «Днепротехсервіс», яка складається з ВАТ «Дніпроважмаш», ВАТ «Світлофор», ПАТ «Славважмаш», ВАТ «Дніпропетровський завод прокатних валків». Група також включає проектно-конструкторський блок: ВАТ ППКІ

«Металлургавтоматика» і ВАТ «Український науково-дослідний інститут технологій машинобудування»[6]. Серед підприємств Донбасу виділяється Новокраматорський машинобудівний завод, ПАТ «Донецькі гірничі машини», ЗАТ «Азовмаш», ВАТ «Луганськтепловоз». На представлених підприємствах САПР і CALS-технології вже упроваджені, що приносить їм додаткові плюси у вигляді співпраці з іншими країнами в плані впровадження власних розробок в проекти підприємств-партнерів, як наприклад розробка і виготовлення устаткування стартових і технічних комплексів ракет-носіїв «Циклон-4» для космодромів Бразилії і США, яким з 2005 року займається ВАТ «Дніпроважмаш» в кооперації з Державним космічним агентством і більш ніж тридцятьма підприємствами України.

Висновки: Отже, необхідність успішного функціонування промислових підприємств в умовах жорсткого конкурентного середовища світового ринку диктує вкрай високі вимоги до оперативності виконань замовлень і якості продукції. Вирішення завдань скорочення термінів технічної підготовки виробництва і підвищення якості виробів безпосередньо пов'язане із забезпеченням ефективної інформаційної підтримки всіх основних процесів підприємства.

Тому сьогодні в машинобудуванні очевидною є важливість і практична цінність створення достатньо розвиненої комп'ютерної інфраструктури як невід'ємній частині сучасного проектування і виробництва за умови комплексного вирішення, на базі мережевих технологій і інтегрованих автоматизованих систем що забезпечують колективний характер роботи і можливість створення єдиного інформаційного простору підприємства із забезпеченням безперервного інформаційний супроводу всього життєвого циклу продукції і виробничою його складовою, пов'язаною з конструкторською і технологічною підготовкою виробництва.

5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Інженерна методика проектування технологічних процесів виготовлення гвинтових деталей для віброгасячого пристрою і технологічного спорядження

Ступінь складності виготовлення гвинтових деталей для віброгасячого пристрою методом навивання можна оцінити в основному двома параметрами: коефіцієнтом нерівномірності витягування ψ і відносною товщиною деталей виготовлених навиванням $h_{\text{відн}} = H/B$. Коефіцієнт враховує пластичність матеріалу і його граничне значення, зв'язане з відносним видовженням δ_5 для стандартного випробуванні матеріалу на розтяг, наближеною залежністю:

$$\psi_{\text{дон}} = (1 + 2\delta_5)^2. \quad (5.1)$$

Відносна товщина заготовки враховує стійкість процесу навивання. Розроблені пристрої дозволили зменшити значення $h_{\text{відн}}$ з 0,2-0,3 ($H/B = 3 - 5$) в існуючих конструкціях до 0,05-0,07, тим самим значно розширивши діапазон типорозмірів деталей виготовлених навиванням, які виготовляють методом навивання.

Оскільки в розглянутих конструкціях здійснюється навивання витків на крок для подальшого їх оброблення, то однією з умов одержання точних деталей виготовлених навиванням є правильний розрахунок внутрішнього діаметру оправки. Під час навивання вузьких деталей виготовлених навиванням на оправку малого діаметру внутрішній діаметр щільних витків практично дорівнює діаметру оправки d_0 . Значення d_0 визначають з умови розгину витків на крок за експериментально встановленою залежністю:

$$d_0 = [1 - (0,02 \dots 0,022)T/d](D - d)/(\psi - 1). \quad (5.2)$$

Радіус нейтрального шару деформації, довжина якої рівна довжині деталей виготовлених навиванням

$$\rho_0 = \sqrt{Rr}, \quad (5.3)$$

де r і R – радіуси внутрішньої та зовнішньої крайки деталей виготовлених навиванням.

Товщину смуги залежно від даного радіусу кривини визначено за наближеною залежністю:

$$h_\rho = H_0 \sqrt{\rho_0 / \rho}, \quad (5.4)$$

де H_0 - товщина деталей виготовлених навиванням.

Для згину силою з невеликим плечем прикладення більш точніше значення ρ_0 можна знайти за залежністю:

$$\rho_0 = \rho_{np} - (\rho_{np} - \sqrt{Rr}) \cdot \sqrt{1 + (R^2 + 2\sqrt{Rr} - 3Rr) / 3(\rho_{np} - \sqrt{Rr})^2}, \quad (5.5)$$

де ρ_{np} - радіус прикладання поздовжньої сили N , яка визначається сумуванням напружень за перерізом. Радіус ρ_{np} зв'язаний з плечем прикладення l згинаючої сили, коефіцієнтом тертя стрічки (до оправи μ_0 , згинальний ролик μ_p) і кутом нахилу γ_p сили P залежністю:

$$\rho_{np} = (l + (\mu_p + tg\gamma_p)R + \mu_0 r) / (\mu_p + \mu_0 + tg\gamma_p). \quad (5.6)$$

З урахуванням заданих параметрів деталей виготовлених навиванням D, d, T і одержаних залежностей, визначають параметри деталей виготовлених навиванням.

Приймаючи до уваги втягування стрічки β в процесі навивання, ширина деталей виготовлених навиванням дорівнює:

$$B_0 = B / \beta = (D - d) / 2\beta, \quad (5.7)$$

де β - коефіцієнт витягування, який визначається експериментально.

Товщина деталей виготовлених навиванням залежно від необхідної товщини внутрішньої H або зовнішньої h крайок деталей виготовлених навиванням визначають за залежностями:

$$H_0 = H\sqrt{r/\rho_0}; H_0 = h\sqrt{r/\rho_0}, \quad (5.8)$$

- довжина стрічки, необхідна для виготовлення деталей виготовлених навиванням довжиною L

$$L_0 = L\sqrt{\pi^2(2\rho_0 - d_0 + d)^2 + T^2/T}, \quad (5.9)$$

- довжина деталей виготовлених навиванням з врахуванням обрізання кінців

$$L_3 = L_0 + (3 - 5)B. \quad (5.10)$$

Розрахунок енергосилових параметрів процесу навивання необхідно проводити з врахуванням конкретної конструкції пристрою і реалізованої схеми навивання.

В загальному випадку момент чистого згину стрічки (при $l \rightarrow \infty$):

$$M_{3z} = \beta_\sigma H_0 \sqrt[3]{r/R} (\sigma_{m.o.} + \prod \ln \sqrt{R/r}) (R^2 + 2r\sqrt{Rr} - 3rR) / 3, \quad (5.11)$$

де β_σ - коефіцієнт, який залежить від виду матеріалу;

Π - лінійний модуль зміцнення.

Відповідно момент навивання можна представити у вигляді:

$$M_H = k_M k_L M_{3z}, \quad (5.12)$$

де k_M - коефіцієнт, який залежить від конструктивного виконання пристрою, $k_M = 1,05-1,25$;

k_L - коефіцієнт, який враховує значення плеча прикладення згинаючого зусилля,

$$k_L = (l + \mu_p R) / [(l + \mu_p R - \mu_0 r)(1 - \sqrt{Rr})].$$

У випадку навивання деталей виготовлених навиванням пристроєм з перпендикулярною схемою розміщення обтискного ролика k_L приймають в межах $1,5 \leq k_L \leq 2,5$.

Сила згину P , необхідну для силового розрахунку конструкції пристрою:

$$P = \beta_0 H (\sigma_{m.o.} + \prod \ln \sqrt{Rr})^4 \sqrt{r/R} (R^2 + 2r\sqrt{Rr} - 3Rr) / 3(l + (\mu_p + tg\gamma_p)R) \quad (5.13)$$

або

$$P = M_H / \{k_M [l + (\mu_p + tg\gamma_p)R]\}. \quad (5.14)$$

Для розрахунку процесу навивання з неперервним сходом стрічки з оправи важливе значення має правильне визначення сил радіального і осьового притискання. Загалом, значення радіального притискання P_r^{np} не повинно бути меншим 0,7-0,9 сили згинання P , а його осьова сила, яку прикладено до торця деталей виготовлених навиванням для навивання лише перших трьох витків, не менше $(1,5-2)P$.

Довжина робочої частини оправи залежить від кількості щільно навитих витків

$$l_0 = H \cdot n + 10 - 15 \text{ мм}, \quad (5.15)$$

де $n = L_0 / (2\pi r_0)$.

Зовнішній діаметр притисної ступені оправи визначають з умови:

$$D_{np} = d_0 + (0,95 - 0,98)(D - d). \quad (5.16)$$

Крок гвинтової торцевої поверхні притисної ступені приймають рівним товщині деталей виготовлених навиванням за внутрішньою крайкою $t = H$.

Висота калібру ролика $H_k = 0,5(D - d) - 0,5 - 1 \text{ мм}$, а діаметр його прижимної поверхні $D_n > 30H_0$. Із збільшенням D_p до $(50-70)H_0$ стійкість процесу навивання дещо покращується. Граничне значення діаметра обтискного ролика з умови оптимального розміщення пластичної деформації визначають за співвідношенням:

$$D \leq (0,3 - 0,4)\pi(Rr / H_0)\sqrt{R/r}. \quad (5.17)$$

Ширина робочого пояса обтискного ролика $B_H = (2 - 3)H_0$.

Підвищення стійкості стрічки під час навивання на оправу за перпендикулярною схемою і відповідно розширення технологічних можливостей способу досягається шляхом зміщення осі обтискного ролика відносно осі оправи

за подачею стрічки на \mathcal{E} . Оптимальне значення \mathcal{E} можна визначити за наближеною залежністю:

$$\mathcal{E} = D_p H_0 \sqrt[4]{R/r} / (2\pi d_0). \quad (5.18)$$

Подачу обтискного ролика назначають в межах:

$$s = (0,98 - 1)H_0 \sqrt[4]{R/r}, \quad (5.19)$$

де більше значення відповідає довшим спіралям (більше семи витків).

Кутову швидкість обертання оправки вибирають з урахуванням потужності обладнання $\omega = N / M_H$, але не вище $\omega = 5 - 8 \text{ с}^{-1}$.

Зовнішні діаметри нерухомої D_H і шпоночної D_u втулок визначають за співвідношенням:

$$D_H = D_u = d_0 + (D - d) - 2 - 4 \text{ мм}. \quad (5.20)$$

Ширина шпоночної втулки $B_u = (0,8 - 1,2)D_0$, а нерухомої приймають з врахуванням виконання стопорного пристрою. Крок гвинтових торців поверхонь кожної з втулок повинен відповідати ширині витка за внутрішньою крайкою. Довжину робочої частини оправки (від нерухомої втулки) розраховують за залежністю:

$$l_0 = 3H_0 \sqrt[4]{R/r} + B_u, \quad (5.21)$$

причому її калібруючи частину довжиною $l_k = (3 - 4)H_0$ виконують за діаметром d_0 , а іншу (зі сторони вільного кінця) – із зменшеним на 0,3-0,6 мм діаметром. Слід відмітити, що в процесі навивання НГЗ з великим відношенням B/r (більше 0,6-0,8), а також виготовлення деталей виготовлених навиванням з пружинних сортів сталі, внаслідок недостатнього зчеплення стрічки з оправою (особливо, якщо останню виконано загартованою), можливий зрив безперервного процесу навивання. Тому, для підвищення його стійкості на калібруючу частину оправки необхідно нанести поздовжні нарізки.

5.2 Механіко-математичні основи проектування гвинтових елементів

Механізми з гвинтовими елементами отримали широке застосування у всіх галузях народного господарства завдяки відносній простоті конструкції, зручності в експлуатації, що дає змогу використовувати їх, як у дискретних технологічних процесах, так у складі високопродуктивних автоматичних ліній неперервної дії, металообробному обладнанні та в інших механізмах.

Різева передача, яка забезпечує зміну швидкості переміщення гайки (механізму) з постійною кількістю обертів, представлено на рис. 5.1; а) – I варіант конструкції; б) – II варіант конструкції; в) – різеве з'єднання з кроком різі $t > 0$.

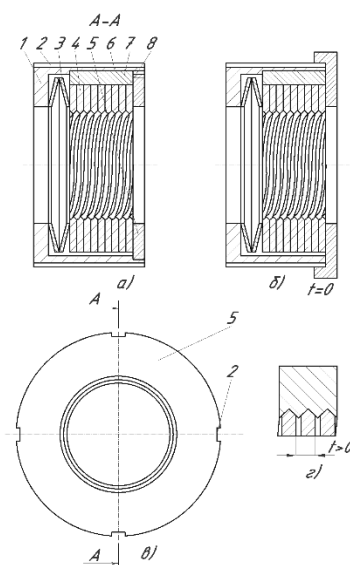


Рисунок 5.1 - Конструкція різевого механізму зі змінним кроком різі

а) I-ий варіант конструкції; б) II-ий варіант конструкції

Вона виконана у вигляді циліндричного пустотілого корпусу 1, який на зовнішньому діаметрі має 2 пази під ключ. Лівий торець має отвір, більший діаметра різі, який із внутрішньої сторони контактує з тарілчастими пружинами 3. Останні з другої торцевої сторони контактують зі спіральною гайкою 4, внутрішній діаметр якої має профіль різі вала 5 і контактує з ним. Крім цього, спіральну різеву частину виконано з можливістю зміни величини кроку різі. Другий кінець спіралі 4 контактує з притискним диском 5, який жорстко кріпиться до корпусу. Можливі конструкції – притискний диск 5 кріпиться різьбовим внутрішнім або зовнішнім з'єднанням диск 4 – корпус 5 (на кресленні не

показано). На зовнішньому діаметрі спіральної гайки 4 рівномірно по колу виконано осьові пази 6, відповідні пази виконані і в корпусі 1, розміщені одні навпроти інших і їх з'єднання забезпечує можливість ходу витків спіральної гайки в осьовому напрямку. На зовнішньому діаметрі корпусу 1 виконано пази 8 під ключ і маслянка.

Робота різевого з'єднання здійснюється наступним чином.

Гайка працює з властивостями пружини стиску. При переміщенні гайки 4 по гвинту із змінним кроком в напрямку його збільшення, швидкість переміщення зростає, гайка розтягується в осьовому напрямку. Збільшується відстань між витками. Коли гайка рухається в напрямку зменшення кроку, віддаль між витками зменшується, і відповідно, швидкість переміщення гайки зменшується. У момент, коли віддаль стане рівною нулю, з прикладенням певного зусилля відбувається стопоріння гайки за рахунок пластичних деформацій різевої частини, що викликає збільшення повноти контакту і защемлення витків різі між витками різі гвинта.

Розглянемо механіку процесу роботи гвинтової пари зі змінним кроком гвинта під час нагвинчування на нього пружинної гайки на деякій елементарній ділянці гвинта (рис.5.2).

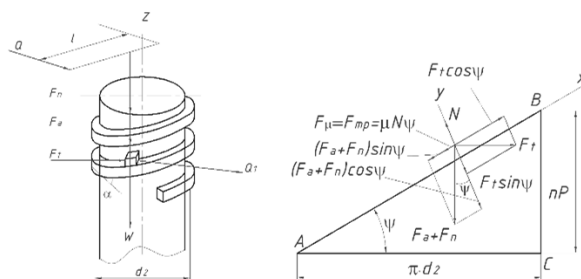


Рисунок 5.2 - Розрахункова схема пари гвинт-гайка зі змінним кроком

Тут F_a - осьова сила у гвинтовій парі; $F_t = 2T / d_2$ - колова сила на колі середнього діаметра d_2 різі гвинта (болта); $F_\mu = \mu N$ - сила тертя в різі гвинтової пари, де N - сила нормального тиску; μ - коефіцієнт тертя. Піднімання пружини по витку гвинта можна розглядати як піднімання вантажу по похилій поверхні АВ, яка утворює з катетом АС кут ψ ; висота похилої площини дорівнює катету

$BC = P_n n P$, що відповідає ходові різі; F_n - сила від жорсткості пружини; $F_n = \beta \varphi$, β - коефіцієнт пропорційності; φ - кут навивки витка.

Застосовуючи рівняння рівноваги для плоскої системи збіжних сил їх проекції на вісі x і y визначено:

$$\begin{aligned} \sum x &= F_t \cos \psi - F_\mu - (F_a + F_n) \sin \psi = 0; \\ \sum y &= N - F_t \sin \psi - (F_a + F_n) \cos \psi = 0, \end{aligned} \quad (5.22)$$

де ψ - кут підйому різі.

З приведених вище рівнянь визначено відповідно силу F_μ і N .

$$F_\mu = \mu N = F_t \cos \psi - (F_a + F_n) \sin \psi; \quad (5.23)$$

$$N = F_t \sin \psi + (F_a + F_n) \cos \psi. \quad (5.24)$$

Підставивши значення сили N в рівняння для визначення одержимо:

$$F_t = (F_a + F_n) \frac{\sin \psi + \mu \cos \psi}{\cos \psi - \mu \sin \psi} = (F_a + F_n) \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho'),$$

де ρ' - кут тертя.

Отже, рівняння рівноваги для визначення колової сили набуває вигляду:

$$F_t = (F_a + F_n) \operatorname{tg}(\psi + \rho') \quad (5.25)$$

Запишемо залежність $F_a = f(F_n)$, одержимо :

$$F_t = F_a (\operatorname{tg}(\psi + \rho')) + F_n (\operatorname{tg}(\psi + \rho')); \quad (5.26)$$

$$F_a = \frac{F_t - F_n (\operatorname{tg}(\psi + \rho'))}{\operatorname{tg}(\psi + \rho')}. \quad (5.27)$$

Підставивши відповідні значення ψ , ρ' і F_n , F_t в рівняння (5.27) побудуємо графік залежності сили F_a від сили F_n (рис. 5.3).

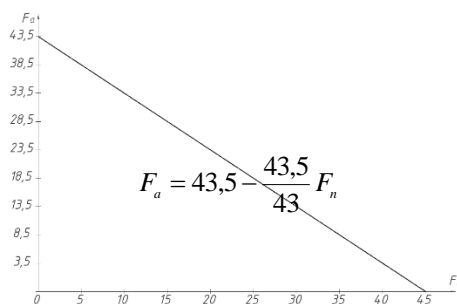


Рисунок 5.3 - Залежність осьової сили від жорсткості пружини

Із збільшенням сили та жорсткості пружини осьова сила прямує до нуля.

Якщо профіль кута різі α'' відмінний від нуля, тобто різь є трапецеїдальна або інша, то замість ρ' приймають зведений кут тертя ρ'' .

Причому:

$$\operatorname{tg}\rho'' = \frac{\mu}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (5.28)$$

де α'' - кут профілю різі; $\alpha''=60^\circ$ для трикутної метричної різі і $\alpha''=30^\circ$ для трапецеїдальної різі.

З врахуванням формули побудовано графіки $F_t = f(F_n)$; $F_t = f(\psi)$ (рис. 5.4).

Аналіз отриманих залежностей показує, що із зростанням сили F_n і кута ψ відбувається поступове зростання сили F_t .

Графічні залежності $F_t = f(F_n)$ і $F_t = f(\psi)$ на рис.5.3 можна виразити відповідно рівняннями:

$$\text{рівняння прямої } F_t = f(F_n): F_t = 1,5 + \frac{1}{14}\psi ;$$

$$\text{рівняння прямої } F_t = f(\psi): F_t = \frac{2}{9}F_n.$$

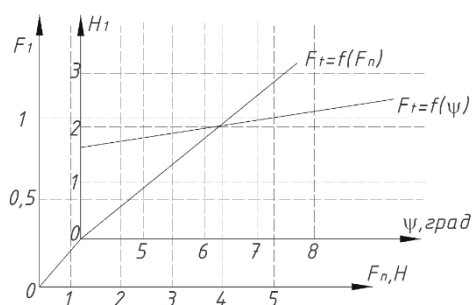


Рисунок 5.4 - Залежність колової сили F_t від кута піднімання різі та жорсткості пружини

Як зазначалось вище формула відповідає коловій силі на деякій елементарній ділянці витка. Щоб визначити силу F_t для всієї поверхні нагвинчування, її потрібно представити в інтегральному вигляді, причому межі інтегрування змінюються від 0 до l/R .

$$F_t = \int_0^{l/R} F_n \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho) R d\varphi = \int_0^{l/R} R \beta \varphi \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho) d\varphi, \quad (5.29)$$

де $\operatorname{tg}\psi = \frac{h_0 + \alpha\varphi}{\pi \cdot d}$ - тангенс кута піднімання;

$$dx = R d\varphi.$$

Аналізуючи формулу (5.36) можна зробити висновок, що зміна кроку гвинта впливає на збільшення зусилля прокручування. З врахуванням формули (5.37) зобразимо залежність зусилля прокручування відносно коефіцієнту кута підйому різі, використовуючи ЕОМ.

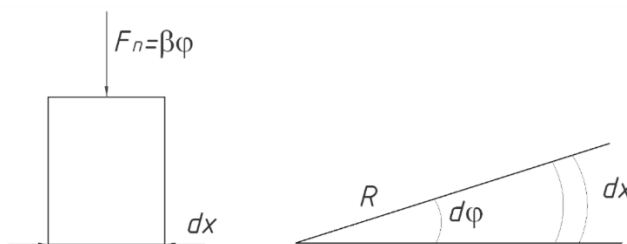


Рисунок 5.5 - Розрахункові схеми процесів взаємодії пари гвинт-гайка:

R - радіус витка; φ - кут навивання пружини

Підставивши значення відповідних параметрів у формулу (5.29), побудовано графічну залежність, яка зображена на рисунку 5.6.

Аналіз кривої на графіку показує, що зміна коефіцієнту кута піднімання різі впливає на зусилля прокручування, а саме із його збільшенням зусилля прокручування помітно зростає.

Так як $i_{\text{ід.важеля}} = \frac{l}{r_{\text{сп}}}$; $i_{\text{ід.клина}} = \frac{l}{\operatorname{tg}\alpha}$, то сила, яка розвивається ідеальним

гвинтовим механізмом, дорівнює:

$$W_{\text{ід}} = Q \frac{l}{r_{\text{сп}} \operatorname{tg}\alpha}, \quad (5.30)$$

де Q - вихідна сила, що розвивається гвинтом; r_{cp} - середній радіус різі; α - кут піднімання різі; $tg\alpha = \frac{S}{2\pi r_{cp}}$; S - крок різі; l - довжина рукоятки.

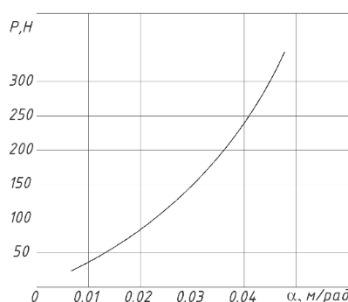


Рисунок 5.6 - Залежність зусилля прокручування від коефіцієнту кута піднімання різі

В реальних механізмах враховуються втрати на тертя в різі на поверхнях контакту гвинта чи гайки із затискним виробом.

Для затиску гайкою:

$$W = Q \frac{1}{r_{cp} tg(\alpha'' + \varphi_{np}) + \frac{1}{3} \mu \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}. \quad (5.31)$$

Для затиску гвинтом:

$$W = Q \frac{1}{r_{cp} tg(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{1}{3} \mu D}, \quad (5.32)$$

де D - зовнішній діаметр опорного торця; d - внутрішній діаметр опорного торця; φ_{np} - приведений кут тертя.

Запропонована конструкція гвинтової подачі забезпечує рівномірне навантаження зусиль на кожний із витків, а також при постійній кількості обертів гвинта швидкість осьового переміщення може змінюватись в 1,5-2 рази.

Для запропонованих конструкцій деталей заготовкою служить стрічка товщиною $h=0,5-4$ мм необхідної ширини B_0 , що навивається на оправу необхідного діаметра d_0 (ширина стрічки й діаметр оправы залежать від типорозміру деталі). Внутрішній діаметр заготовки d дорівнює d_0 , а зовнішній:

$$D=d+2B. \quad (5.33)$$

Навивання стрічки на оправу проводять за методикою і за допомогою спорядження, наведеного у розділі 4.

Для товщини стрічки h і кількості витків n висота заготовки дорівнює:

$$H = h \cdot n, \quad (5.34)$$

де n – кількість витків.

Зігнуті під час навивання кінці спіралі відрізають.

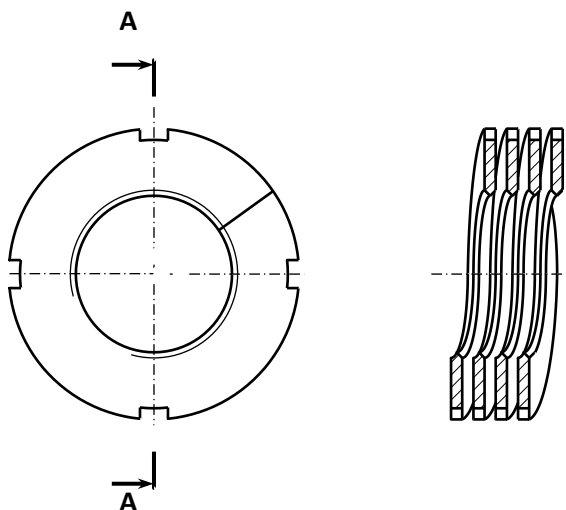


Рисунок 5.7 - Конструкція навивної гайки

Після операцій механічного

оброблення отримано конструкцію гайки, зображену на рисунку 5.7. Вона являє собою спіраль, в якій на внутрішньому діаметрі за довжиною стрічки нарізано виток з кутом, що відповідає куту профілю різі. Подану конструкцію можна використовувати як просту гайку з навивної заготовки.

На рисунку 5.8, а) показано конструкцію спеціальної гайки, в якій просту гайку 1 з навивної заготовки розміщено в корпусі 2, притиснено з одного боку кришкою 3, з'єднаною з корпусом болтами 4, а з іншого підпружинено двома тарілчастими пружинами 5. Непровертання гайки в корпусі забезпечується за допомогою шпонки 6.

Раціональною також є конструкція, в якій витки спіралі 1 стиснуті за допомогою заклепок 2. Їх кількість може бути 2, 3 або 4. В межах однієї заклепки між кожним витком можна встановлювати пружні елементи 3 для зміни висоти гайки та саморегулювання кроку різі (рис. 2.8, б).

Крім запропонованих конструкцій гайок можна отримати багато інших видів спеціальних гайок, в яких основним елементом буде навивна заготовка. Усі вони повинні відповідати технічним вимогам, надійності й взаємозамінності.

Надійність та інші експлуатаційні якості різевих спржень визначаються правильним вибором геометрії, допусків різі та точністю їх виготовлення, тому для призначення допусків на різь беруть до уваги взаємозв'язок параметрів різі та їх відхилень.

Характер розподілу навантаження між витками різі є однією з оцінок досконалості динамічно навантажених різевих з'єднань. У з'єднанні типу болт-гайка максимально навантаженим буде згідно з проведеними розрахунками, лише нижній виток, що підтверджено експериментальними даними. Перший виток метричної різі М24 сприймає 33,1% навантаження, другий виток – 23,3%, третій – 15,8%, четвертий – 12,7%.

Для різі кроком $S = 2$ мм стандартної гайки М24 з висотою $h = 19$ мм кількість витків $n = h/S = 19/2 = 9,5$.

З них перші чотири сприймають майже 85% навантаження, а на решту припадає лише 15%. Це призводить до можливого руйнування перших витків,

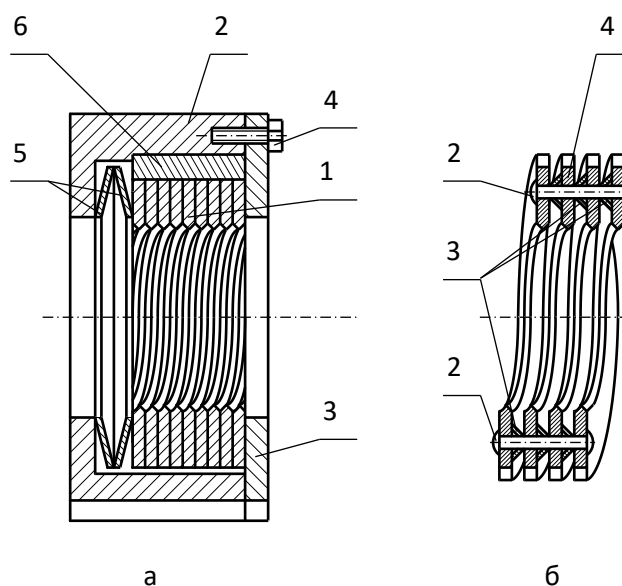


Рисунок 5.8 - Варіанти конструкцій гвинтових елементів

недовантаження останніх і, як наслідок, зменшення міцності всього різевого з'єднання. Якщо припустити, що тіло болта та гайки абсолютно жорстке у відношенні розтягу й стиску, а різь виготовлена ідеально точно, то навантаження буде рівномірно розподілене між витками. Реально через похибки виготовлення різі та деформації спряжуваних деталей дуже важко досягти рівномірного розподілу навантаження між витками.

Переваги запронованого технологічного процесу виготовлення спеціальних гайок із навивних заготовок порівняно з відомими технологічними процесами такі:

- а) мінімальний відхід металу в стружки;
- б) простота заготовки (стрічка замість виливків, кованок і т.д.);
- в) всі операції проводяться на 1-2-х універсальних верстатах;
- г) можливість виготовлення гайок з будь-якими зовнішнім та внутрішнім діаметрами (крім дрібних) і розміром різі;
- д) можливість використання в механізмах з різною мінімальною швидкістю переміщення.

Запропоновані конструкції спеціальних гайок, виготовлених з навивних заготовок, мають свої переваги як у виготовленні (можна виготовляти в умовах всіх типів виробництв), так і у роботі (враховуючи специфіку роботи механізмів і машин, де вони застосовуються).

Для гасіння вібрації пропонується в якості пружних елементів використовувати гвинтові пристрої (рис. 5.9).

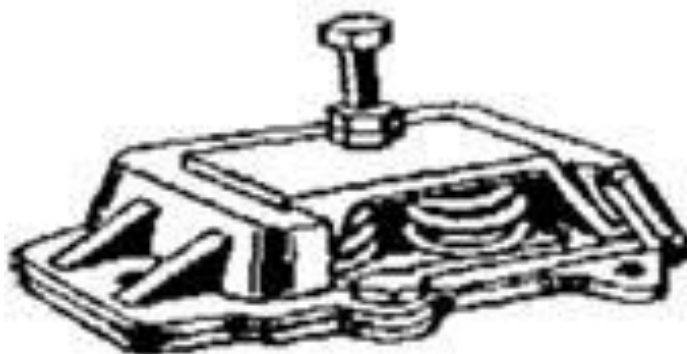


Рисунок 5.9 - Опори для гасіння вібрацій

Нами запропоновано два типи гвинтових елементів. Технологія їх виготовлення ідентична, лише відрізняється типом оправки, в яку поміщають попередньо проточену гвинтову заготовку.

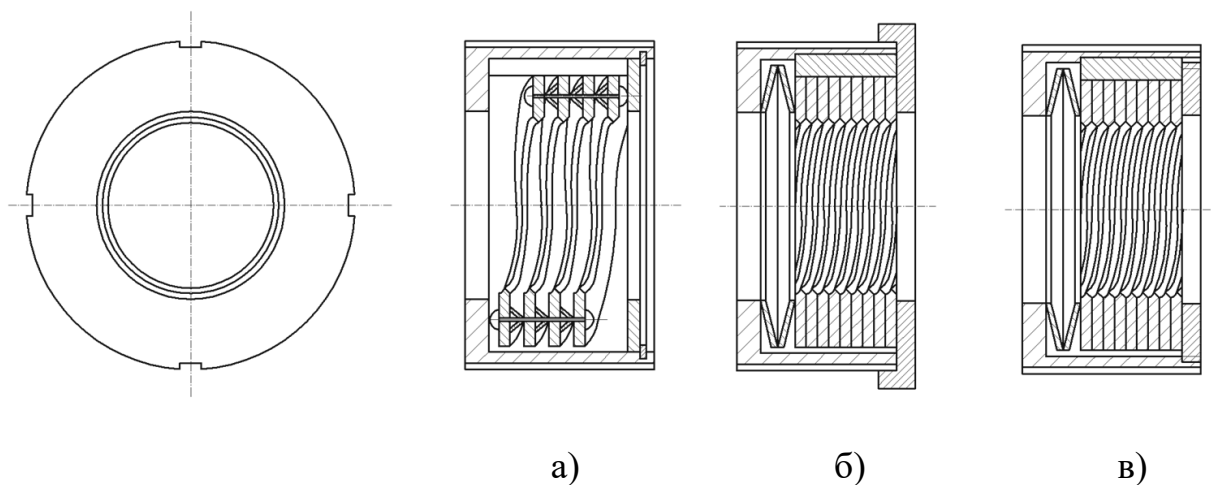


Рисунок 5.10 - Конструкції гвинтових елементів.

6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Опис проектованого пристосування для монтажу і демонтажу пружин

Метою проектного розділу було створення пристосування для монтажу і демонтажу пружин пристроїв вібропоглинаючого пристрою мийки, іншими словами стяжки для пружин перед їх монтуванням у гвинтовий елемент. Пристосування має задовольняти багатьом вимогам. Воно повинно застосовуватися для пружин різних типів тобто пружин різної висоти, різного діаметру, жорсткості. Воно повинно бути простим у використанні і обслуговуванні. Відповідати вимогам по техніці безпеки і відрізнятися високою надійністю.

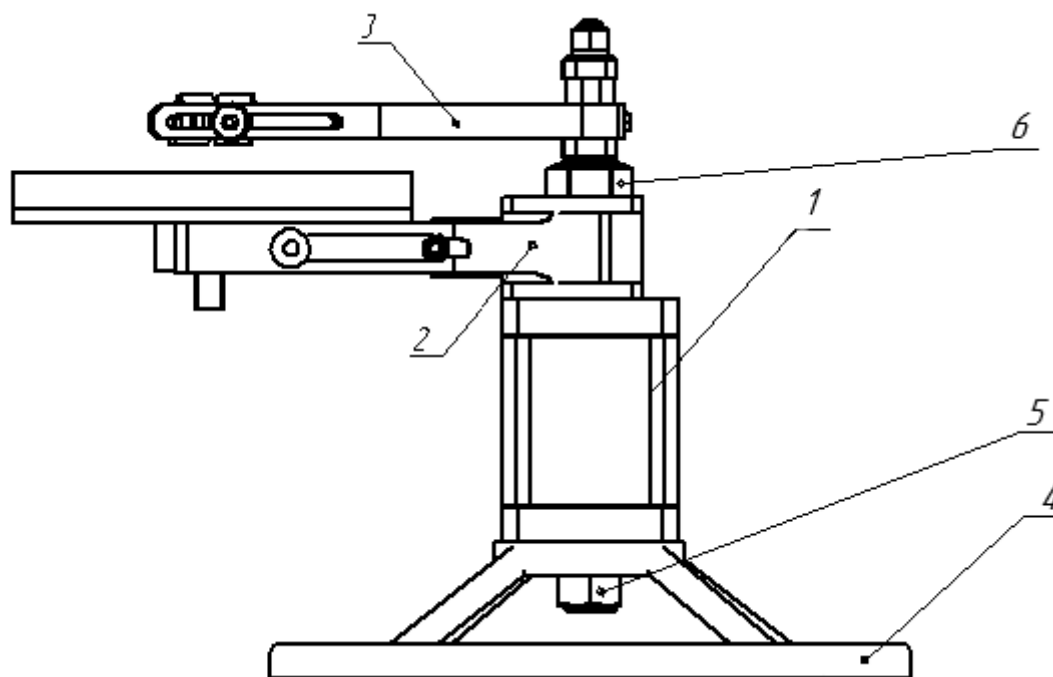


Рисунок 6.1 - Загальний вигляд пристосування для мотажу і демонтажу пружин:

1 - пневмоциліндр; 2 – упор; 3 – захоплення; 4 – підставка; 5,6 - гайки.

Основні технічні дані:

Габаритні розміри: (320550 * 370 * 370 мм)

Хід стяжного пристрою (до 120 мм)

Номінальне зусилля (5200 Н).

Загальний вигляд пристрою показано на рисунку 6.1. До основних складових частин відноситься пневмоциліндр 1, деталі стяжного пристрою: упор 2, захоплення 3 і підставка 4.

Для роботи з пристосуванням потрібно мінімум кваліфікації. Для того щоб демонтувати пружину з гвинтового елемента потрібно наступне: по-перше звичайно ж зняти з вібропоглинаючого пристрою саму деталь, далі необхідно подати повітря в пневмоциліндр для розведення захоплень пристосування на необхідну відстань один від одного, тобто для зачеплення максимально можливої кількості витків пружини. Після цього необхідно встановити пружину на пристосування і як вже було сказано захопивши максимальну кількість витків, так само стежачи за тим що б гаки захоплень надійно тримали витки пружини. Далі подаємо повітря в пневмоциліндр який приводить в рух захоплення і тим самим стискаємо пружину.

Основною частиною пристрою є пневмоциліндр. У верхній частині (на штоку пневмоциліндра) кріпиться захоплення, на якому встановлені гачки для зачеплення витків пружини і кріпиться на штоку пневмоциліндра гайкою. Безпосередньо на верхній частині пневмоциліндра кріпиться нижнє захоплення, в який вставляються два упору для зачеплення корпусу гвинтового елемента.

Нижнє захоплення зібране з наступних складових частин: кронштейн, в який вставляються дві лапки, в які, після вставляються два упору. Розсуваються лапки за допомогою гвинта на якому нарізана права і ліва різьба, а в самих лапках запресовані втулки з відповідною різьбою.

6.2 Розрахунок необхідного діаметра пневмоциліндра

Необхідна штовхає сила на штоку пневмоциліндра

$$F_{\text{шт}} = Q, \quad (6.1)$$

де $Q = 5200, \text{ Н}$ - зусилля необхідне для повного стиснення пружини
 $F_{\text{шт}} = 5200 \text{ Н}$

Попередній діаметр пневмоциліндра визначаємо за формулою:

$$D'_{\text{ц}} = \sqrt{F_{\text{шт}} / (0,75\rho\eta)}, \quad (6.2)$$

де $\rho = 0,4 \text{ МПа}$ - тиск в мережі стисненого повітря;

$\eta = 0,85$ - ККД пневмоциліндра [(ГОСТ 15608-81)] .

$$D'_{\text{ц}} = \sqrt{5200 / (0,754 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,85)} = 0,084 \text{ м} = 84 \text{ мм} .$$

Приймаємо найближче більше значення діаметра пневмоциліндра [(ГОСТ 15608-81)] :

$$D_{\text{ц}} = 90 \text{ мм}$$

Діаметр штока: $d_{\text{шт}} = 20 \text{ мм}$.

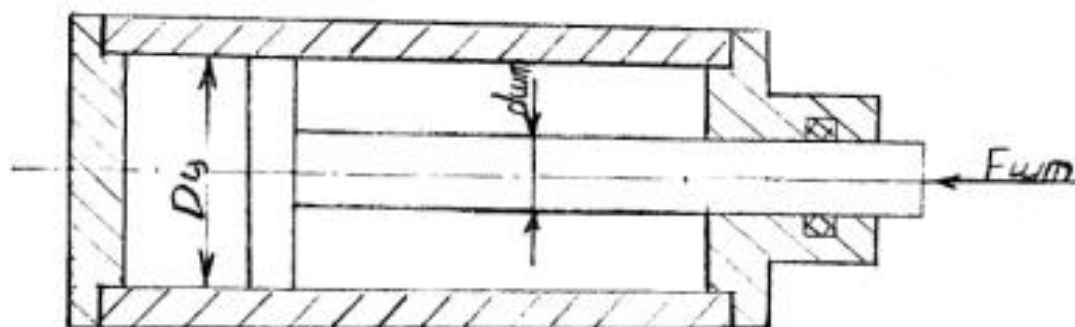


Рисунок 6.1 - Схема пневмоциліндра

Дійсна тягне сила на штоку пневмоциліндра $F_{\text{шт}}^{\text{Д}}$, Н:

$$F_{\text{шт}}^{\text{Д}} = 0,785 \cdot (D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{шт}}^2) \cdot \rho \cdot \eta, \quad (6.3)$$

$$F_{шт}^Д = 0,785 \cdot (0,09^2 - 0,02^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,85 = 6408 \text{ Н.}$$

6.3 Розрахунок міцності стягувальної шпильки

Шпильки нормальної точності, виготовлені зі сталі Ст3, поставлені з попередньої затягуванням.

Зовнішня сила F_B , Н, що діє на різьбове з'єднання, являє собою силу внутрішнього тиску стисненого повітря на кришку циліндра:

$$F_B = (\pi D^2 / 4) \rho, \quad (6.4)$$

де $\rho = 0,4$ МПа - тиск стисненого повітря в циліндрі.

$$F_B = (3,14 \cdot 0,102^2 / 4) \cdot 0,4 \cdot 10^6 = 3266, \text{ Н.}$$

Зовнішня сила, яка припадає на одну шпильку F , Н:

$$F = F_B / z, \quad (6.5)$$

де $z = 4$ - число шпильок.

$$F = 3266 / 4 = 816,5, \text{ Н.}$$

Визначимо осьову розтягувальну силу, що діє на шпильку після попереднього затягування і додатки зовнішньої сили F .

З огляду на те, що для герметичності з'єднання між кришкою і фланцем циліндра передбачається кільцем ущільнювача, прийmemo коефіцієнт зовнішнього навантаження $X = 0,5$. Приймемо коефіцієнт затягування шпильки $K = 3$ і отримаємо:

$$F_a = [K (1 - X) + X] F, \quad (6.6)$$

$$F_a = [3 \cdot (1 - 0,5) + 0,5] \cdot 816,5 = 1633, \text{ Н.}$$

Прийmemo для сталі Ст3 межа текучості $\sigma_T = 220$ (МПа)

Допустимий коефіцієнт запасу міцності для шпильок $[S] = 3$.

Напруження, що допускається на розтяг $[\sigma_p]$, Па:

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [S], \quad (6.7)$$

$$[\sigma_p] = 220/3 = 73,3, \text{ МПа.}$$

Діаметр шпильки:

$$d_1 = 1,3 \sqrt{F_a / [\sigma_p]} \quad (6.8)$$

$$d_1 = 1,3 \cdot \sqrt{1633/73,3 \cdot 10^6} = 0,076 \text{ м} = 7,6 \text{ мм.}$$

Отже для шпильок приймаємо різьбу М8 (з великим кроком), внутрішній діаметр якої $d_1 = 8$, мм.

Прийmemo модулі пружності матеріалу шпильки, циліндра і кришки $E = E_1 = 2 \cdot 10^{11}$ матеріалу ущільнювального кільця $E_2 = 7 \cdot 10^2$, МПа.

Коефіцієнт податливості шпильки:

$$\lambda_{\sigma} = 1/A \cdot E, \quad \lambda_{\sigma} = 1/AE, \quad (6.9)$$

$$\text{де } l = h_1 + h_2 + h_3 = 0,65, \text{ м.}$$

$A = 0,0002$, м² - площа поперечного перерізу шпильки

$$\lambda_{\sigma} = 0,65/0,021 \cdot 2 \cdot 10^{11} = 1,5 \cdot 10^{-10}, \text{ м/Н.}$$

Діаметр отвору для шпильки приймемо: $d_0 = 9, \text{ мм.}$

6.4 Розрахунок циліндра на міцність

Циліндр виготовлений із сталі 20, внутрішній радіус циліндра $r_B = 0,045, \text{ м,}$ зовнішній $r_H = 0,102, \text{ м.}$ Циліндр піддається внутрішньому тиску $p_B = 0,4, \text{ МПа.}$ $E = 2 \cdot 10^5, \text{ МПа.}$ Схема до розрахунку приведена на рисунку 6.2.

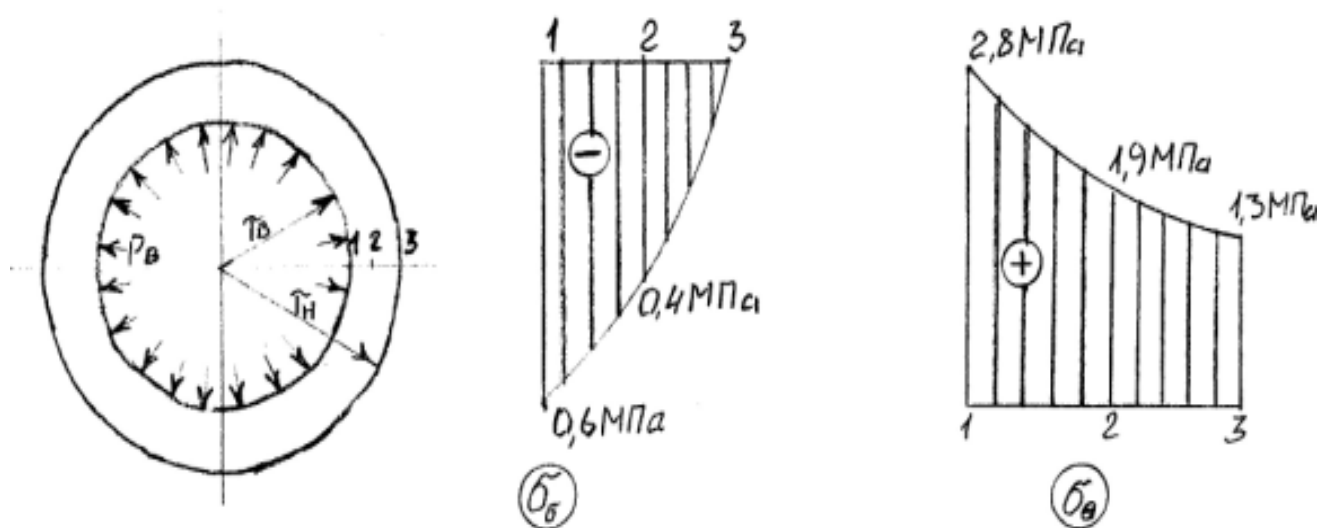


Рисунок 6.2 - Схема до розрахунку міцності корпусу циліндра.

Перевіримо міцність циліндра по третій теорії міцності.

Нормальне напруження, що діє на циліндричній поверхні і проходить через вісь симетрії:

$$\sigma_r = p_B \frac{r_B^2}{r^2} \frac{(r_H^2 / r^2 - 1)}{(r_H^2 - r_B^2)} \quad (6.10)$$

$$\sigma_\theta = p_B \frac{r_B^2}{r^2} \frac{(r_H^2 / r^2 + 1)}{(r_H^2 - r_B^2)} \quad (6.11)$$

$$\sigma_r = 0,4 \cdot 106 \cdot 0,0452 \cdot (0,1022 / r^2 - 1) / (0,1022 - 0,0452)$$

$$\sigma_\theta = 0,4 \cdot 106 \cdot 0,0452 \cdot (0,1022 / r^2 + 1) / ((0,1022 - 0,0452))$$

За допомогою отриманих виразів знаходимо: при $r = r_B = 0,045$, м.

$$\sigma_r = -0,6, \text{ МПа}; \quad \sigma_\theta = 2,8, \text{ МПа}.$$

При $r = 0,05$, м: $\sigma_r = -0,4$, МПа; $\sigma_\theta = 1,9$, МПа.

При $r = 0,06$, м: $\sigma_r = 0$, МПа; $\sigma_\theta = 1,3$, МПа.

Побудовані за цим значенням епюри зображені на рисунку 6.2.

Небезпечними є точки у внутрішній поверхні циліндра, в яких діють головні напруження.

$$\sigma_1 = \sigma_\theta = 2,8, \text{ МПа} \quad \text{і} \quad \sigma_3 = \sigma_r = -0,6, \text{ МПа}.$$

За третьою теорією міцності має дотримуватися умова:

$$\sigma_1 + \sigma_3 \leq [\sigma], \quad (6.12)$$

де $[\sigma] = 80$, МПа [5] - допустиме напруження.

$$\sigma_1 + \sigma_3 = 2,8 + 0,6 = 3,4, \text{ МПа} < [\sigma] = 80, \text{ МПа} - \text{умова виконується}.$$

Міцність стінок циліндра забезпечується.

6.5 Розрахунок гвинта кріплення крючкового захоплення на зріз

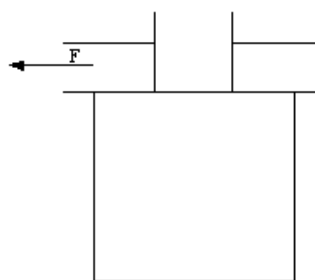


Рисунок 6.3 - Схема визначення гвинта на зріз

$$F_{max} = 5,2 \text{ кН}.$$

Знайдемо площу поперечного перерізу гвинта:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (6.13)$$

Прийнята по діаметру:

$$A = \frac{3,14 \cdot 5,2^2}{4} = 21,22 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

Розрахункова по навантаженню:

$$A = \frac{F_{max}}{[\sigma]}, \quad (6.14)$$

$$A = \frac{5200}{300} = 17,33 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \Rightarrow \text{приймаємо } A = 21,22 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Вибираємо діаметр гвинта по площі перетину:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 21,22 \cdot 10^{-5}}{3,14}} = 0,0078 \text{ м} = 7,8 \text{ мм}.$$

Приймаємо гвинт $d = 8$ мм зі сталі марки Ст 65Г (ГОСТ 1050-74).

6.6 Перевірочний розрахунок лапки верхнього захоплення на згин

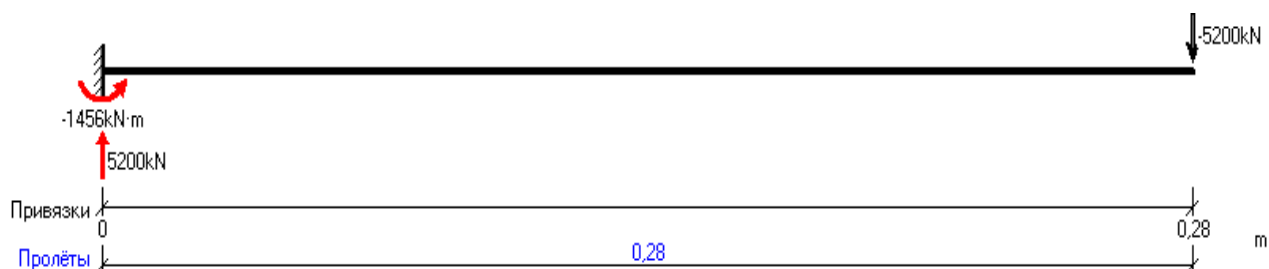


Рисунок 6.4 – Розрахункова схема лапки

Перевірочний розрахунок лапки захоплення на вигин ведемо з розрахунку балки.

З умови міцності балки:

$M_{i.max}$ - найбільший згинальний момент;

$$M_{i.max} = M_i * n,$$

де M_i - згинальний момент;

n - коефіцієнт запасу, $n = 1,5$;

З визначення вигинає момент знаходимо за формулою:

$$M_i = F * l, \quad (6.15)$$

де F - сила, що прикладається до лапці.

Сила, що діє на лапку захоплення дорівнює зусиллю необхідного для повного стиснення пружини $F = 5200 \text{ Н}$

l - плече, $l = 0,28 \text{ м}$.

$$M_i = 5200 * 0,28 = 1352 \text{ Н} * \text{м} = 1352000 \text{ Н} * \text{мм}.$$

$$M_{i.max} = 1352000 * 1,5 = 2028000 \text{ Н} * \text{мм}.$$

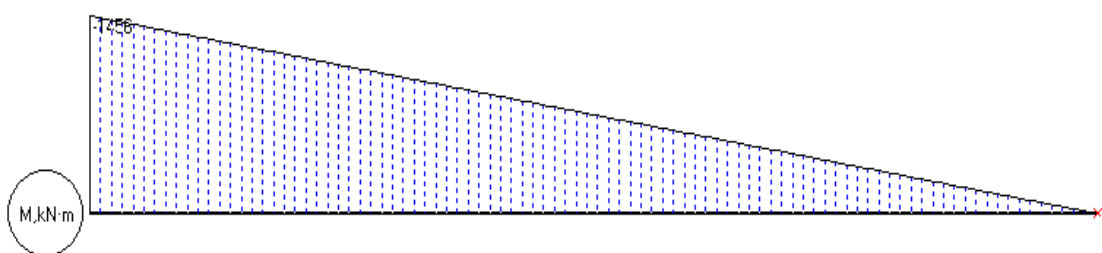


Рисунок 6.5 - Епюра згинальних моментів $[\text{kN} \cdot \text{m}]$

W_x - момент опору; розрахунок моменту опору ведемо за формулою:

$$W_x = M_{i.max} / b * h \quad (6.16)$$

де b - ширина, = 17 мм ;

h - висота, = 20 мм ;

Підставивши дані в формулу отримаємо момент опору:

$$W_x = 2028000/17 * 20 = 5964Н / мм^2.$$

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1 Розрахунок додаткових інвестицій на реконструкцію

Для реконструкції автобази необхідно: будівництво корпусу ЕО площею 468 м². Приймаємо, що питома вартість будівництва будівлі дорівнює 16000 грн. / М2 площі, таким чином кошторисна вартість будівництва (З_{стр}) будівлі корпусу ЕО загальною площею 468 м² становить 7488000 гривень, у тому числі санітарно-технічні роботи та електромонтажні роботи. Кошторис на санітарно-технічні роботи включає в себе витрати на покупку устаткування для опалення, водопостачання і каналізації, а також вартість їх установки.

Для організації зони ТО необхідно придбати наступне обладнання:

Установка мийна М-123 -180000 * 2 = 360000 грн.

Очисні споруди «Свір» - 283800 грн.

Машина підмітально-пилососна КУ-4036 - 10000 * 2 = 20000 грн.

Компресор С-415 - 1500 грн.

Стелажі - 3000 грн.

Таким чином, сума витрат на придбання обладнання З_{об} складе 668300 грн.

Витрати на транспортування всього обладнання приймаються 5% від його вартості

$$Z_{тр} = 0,05 Z_{об} , \quad (7.1)$$

$$Z_{тр} = 0,05 \cdot 668300 = 33415 \text{ грн.}$$

Витрати на монтаж устаткування (З_м) приймаються 8% від вартості відповідного обладнання. З перерахованого обладнання необхідність у монтажі мають мийна установка і очисні споруди:

$$Z_M = 0,08 Z_{об}, \quad (7.2)$$

$$Z_M = 0,08 \cdot 643800 = 51504 \text{ грн.}$$

Інвестиції визначаються за формулою:

$$K = Z_{стр} + Z_{об} + Z_{тр} + Z_M, \quad (7.3)$$

$$K = 7488000 + 668300 + 33415 + 51504 = 8241219 \text{ грн.}$$

7.2 Розрахунок поточних експлуатаційних розходів

Поточні експлуатаційні витрати включають в себе відрахування на амортизацію, витрати на ремонт приміщення та обладнання, на заробітну плату, накладні витрати та ін.

Відрахування на амортизацію обладнання визначається за формулою:

$T = 10$ - термін корисного використання обладнання.

$$H_a = \frac{1}{T} \cdot 100\% \quad (7.4)$$

$$H_a = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10\% \quad (7.5)$$

$$A_{об} = \frac{(Z_{об} + Z_{мп} + Z_M) \cdot H_a}{100}, \quad (7.6)$$

$$A_{об} = \frac{(668300 + 33415 + 51504) \cdot 10}{100} = 75322 \text{ грн.}$$

Відрахування на амортизацію будівлі складуть:

$T = 20$ - термін корисного використання будівлі

$$H_{зд} = \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

$$H_{азд} = \frac{1}{20} \cdot 100\% = 5\%$$

$$A_{зд} = \frac{З_{стр} \times H_{азд}}{100} \quad (7.7)$$

$$A_{зд} = \frac{7488000 \times 5}{100} = 374400 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт обладнання:

$$З_p = 0,08 \cdot З_{об} = 0,08 \cdot 668300 = 53464 \text{ грн.}$$

Витрати на опалення і воду візьмемо за даними підприємства:

Зотопл. = 35401 грн., Зв = 54000 грн.

Витрати на електроенергію приймаємо виходячи з наявних даних по підприємству: витрата електроенергії за рік становить приблизно $P_{ел.е} = 116121$ кВт×год, вартість 1 кВт×год для промислових підприємств $Ц_{ел.е} = 2.5$ грн. тоді

$$З_{эл.э} = P_{эл.э} \times Ц_{эл.э} \quad (7.9)$$

$$З_{эл.э} = 33400 \times 2,5 = 83500 \text{ руб.}$$

- Витрати на витратні матеріали для ЕО приймаються в розмірі 25000 на пост = $25000 \cdot 4 = 100000$ грн.
- Загальний фонд заробітної плати ремонтників складається з основної та додаткової заробітної плати. Фонд основної заробітної плати з-стоїть:
-
- із заробітної плати за тарифом;

- - з доплат до заробітної плати;
- з премій.

Витрати на зарплату визначається з годинної тарифної ставки ремонтника. Прийmemo $C_{год} = 35$ грн. і загальної кількості часу, відпрацьованого-танного ремонтниками, зайнятими на обслуговуванні автомобілів:

$$ЗП_{тар}^{pp} = C_{год} \cdot T_{EO}, \quad (7.8)$$

де T_{EO} - загальна трудомісткість ЄВ;

$$ЗП_{тар}^{pp} = 35 \cdot 15663 = 548205 \text{ грн.}$$

Розмір доплат до заробітної плати D_{pp} становить 25% від зарплати за тарифом, премії за виконання виробничих завдань Π_{pp} - 40% від зарплати по тарифу.

Фонд основної заробітної плати:

$$D_{pp} = 0,25 \cdot ЗП_{тар}^{pp}, \quad (7.9)$$

$$D_{pp} = 0,25 \cdot 548205 = 137051 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{pp} = 0,40 \cdot ЗП_{тар}^{pp}, \quad (7.10)$$

$$\Pi_{pp} = 0,4 \cdot 548205 = 219282 \text{ грн.}$$

$$\Phi ЗП_{осн}^{pp} = ЗП_{тар}^{pp} + D_{pp} + \Pi_{pp}, \quad (7.11)$$

$$\Phi ЗП_{осн}^{pp} = 548205 + 137051 + 219282 = 904538 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата ремонтних робітників може бути прийнята в розмірі 15% від суми основної заробітної плати.

$$\Phi ЗП_{\text{доп}}^{pp} = 0,15 \cdot \Phi ЗП_{\text{осн}}^{pp}, \quad (7.12)$$

$$\Phi ЗП_{\text{доп}}^{pp} = 0,15 \cdot 904538 = 135681 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на заробітну плату ремонтних робітників:

$$\Phi ЗП_{pp} = \Phi ЗП_{\text{осн}}^{pp} + \Phi ЗП_{\text{доп}}^{pp} \quad (7.13)$$

$$\Phi ЗП_{pp} = 904538 + 135681 = 1040219 \text{ грн.}$$

З урахуванням районного коефіцієнта і єдиного соціального податку витрати на заробітну плату ремонтних робітників рівні:

$$\Phi ЗП = 1,15 \cdot \Phi ЗП_{pp} \cdot ЕСН, \quad (7.14)$$

$$\Phi ЗП = 1,15 \cdot 1040219 \cdot 1,26 = 1507277 \text{ грн.}$$

Кількість робочих на зоні ЄВ - 8 чол.

Середньомісячна зарплата одного робітника становить 12461 грн.

Податок на майно становить:

$$Н_{\text{им}} = 0,022(З_{\text{об}} + З_{\text{тр}} + З_{\text{м}}) = 0,022(668300 + 33415 + 51504) = 16571 \text{ грн.}$$

Накладні витрати НВ приймаємо рівними 10% від суми витрат по попереднім статтям

$$НВ = 10\% \cdot 2199940 = 219994 \text{ грн.}$$

Витрати Z_e на експлуатацію зони ЄВ складуть:

$$Z_3 = A_{об} + A_{зд} + Z_p + \Phi ЗП + Z_{эл.э.} + Z_{отопл.} + Z_B + Z_{рм} + НР + Н_{им}, \text{ грн.} \quad (7.15)$$

$$Z_3 = 75322 + 374400 + 53464 + 1507277 + 83500 + 35401 + 54000 + 100000 + 219994 + 16571 = 2182969 \text{ грн.}$$

7.3 Розрахунок показників економічної ефективності проекту

В результаті впровадження механізованої мийки автомобілів знижується трудомісткість робіт по ЄВ автомобілів, знижується час простою автомобіля в очікуванні ЕО. Відповідно знижується і собівартість робіт.

Собівартість ЕО автомобіля визначається:

$$C_{EO} = \frac{\Sigma C_3 * 1000}{L_{год}}, \quad (7.16)$$

де ΣC_3 - суми витрат на експлуатацію;

$$C_{EO} = \frac{2182969 * 1000}{6843690} = 318,98 \text{ грн.}$$

Економія витрат на ЕО після реконструкції очікується внаслідок підвищення рівня механізації $E_{зат}$ складе:

$$\mathcal{E}_{зат} = K_c * Z_{EO}, \quad (7.17)$$

де K_c - коефіцієнт зниження витрат на ЕО внаслідок підвищення рівня механізації ($K_c=10-15\%$);

$$\mathcal{E}_{зат} = 0,15 * 2182969 = 327445.$$

Також збільшиться річний пробіг внаслідок скорочення часу простою і підвищення коефіцієнта технічної готовності ($L'_r = 8621550$ км).

Собівартість ЕО автомобіля після реконструкції визначається:

$$C'_{EO} = \frac{(2182969 - 327445) * 1000}{8621550} = 215 \text{ грн.}$$

Умовно-річна економія визначається за формулою:

$$\mathcal{E}_{yr} = (C_{EO} - C'_{EO}) * \frac{L'_{год}}{1000}, \quad (7.18)$$

$$\mathcal{E}_{yr} = (318,98 - 215) * \frac{8621550}{1000} = 896469 \text{ грн.}$$

7.4 Обґрунтування економічної доцільності проекту

Термін окупності визначаємо:

$$T_{ок} = \frac{K}{(\mathcal{E}_{yr} + A)}, \quad (7.19)$$

де K - капіталовкладення по ділянці.

$$T_{ок} = \frac{8241219}{(896469 + 449722)} = 6 \text{ лет.}$$

Таким чином, в результаті розрахунків ми отримали, що річний економічний ефект від реалізації проекту складе 896 469 грн., Проект здатний окупиться протягом шести років при досить значних капітальних вкладеннях.

7.5 Розрахунок собівартості виготовлення пристрою

Цехові витрати на виготовлення або модернізацію складають:

$$Z_y = SKD + C_{од} + C_{пд} + C_{БК} + C_{ВМ} + C_{оп}, \quad (7.20)$$

де $Z_{кд}$ - вартість виготовлення корпусних деталей, рам, каркасів, (грн)

$C_{од}$ - витрати на виготовлення оригінальних деталей, (грн)

$C_{пд}$ - ціна покупних деталей або вузлів і агрегатів, (грн)

$C_{БК}$ - повна зарплата з нарахуванням на соціальні потреби виробничих робітників, зайнятих на збірці конструкції, (грн)

$C_{ВМ}$ - вартість допоміжних матеріалів (2 - 4% витрат на основні матеріали), (грн)

$C_{оп}$ - загальновиробничі накладні витрати на виготовлення конструкції, (грн)

Вартість ізготвлення корпусних деталей:

тому корпусні літали виготовлялися з прокатних труб, тоді

$$SKD = (L_{Кд1} * C_{сд1}) + (L_{кд n} * C_{сд n}), \quad (7.21)$$

де $L_{кд}$ - довжина матеріалу, витраченого на виготовлення корпусних деталей, [м]

$C_{сд}$ - середня ціна 1м матеріалу готових деталей, (грн)

$$SKD = (L_{кд n} \times C_{сд n}) + (L_{кд m} \times C_{сд m}) \quad (7.22)$$

$$C_{сд1} = 270,84 \text{ грн.}$$

$$L_{кд 1} = 0,61 \text{ м.}$$

$$SKD = (0,61 \times 270,84) = 165,2 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення оригінальних деталей:

$$C_{\text{юда}} = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{им}}, \quad (7.23)$$

де $C_{\text{ЗП}}$ - зарплата (з нарахуванням) виробничих робітників, зайнятих на виготовлення корпусних та оригінальних деталей, (грн).

$C_{\text{им}}$ - вартість матеріалу заготовок для виготовлення оригінальних деталей, (грн)

Повна зарплата:

$$C_{\text{ЗП}} = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{Зпд}} + C_{\text{соц}}, \quad (7.24)$$

де $C_{\text{ЗП}}$ і $C_{\text{Зпд}}$ - основна і додаткова плата виробничих робітників відповідно.

$C_{\text{соц}}$ - нарахування на соціальні потреби

Основна зарплата виробничих робітників.

$$C_{\text{ЗП}} = t_{\text{ср}} * C_{\text{ч}} * КД, \quad (7.25)$$

де $t_{\text{ср}}$ - середня трудомісткість виготовлення корпусних та оригінальних деталей

$$t_{\text{ср}} = 0.8 \text{ чол-год} / \text{кг} * 247,86 = 198 \text{ люд} * \text{год}$$

$C_{\text{год}}$ - годинна ставка робітників, що розраховується за середньому розряду, (грн).

$$C_{\text{ч}} = 15 \text{ грн} / \text{год}$$

$КД$ - коефіцієнт, що враховує доплати до основної зарплати, що дорівнює:

$$КД = 1.15$$

$$C_{\text{ЗП}} = 198 * 15 * 1.15 = 3415,5 \text{ грн.}$$

Додаткова зарплата:

$$C_{\text{зпд}} = K_{\text{доп}} * C_{\text{ЗП}} / 100, \quad (7.26)$$

де $K_{\text{доп}} = 15\%$

$$C_{\text{зпд}} = 15 * 3415,5 / 100 = 512,5 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальні потреби:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} (C_{\text{ЗПО}} + C_{\text{зпд}}) / 100, \quad (7.27)$$

де $K_{\text{соц}} = 26\%$ - коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби

$$C_{\text{соц}} = 26 * (3415,5 + 512,5) / 100 = 1021,3 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалу заготовок для виготовлення оригінальних деталей:

$$C_{\text{м}} = (C_{\text{з1}} * M_{\text{з1}}) + (C_{\text{з n}} * M_{\text{оз n}}), \quad (7.28)$$

де $C_{\text{з}}$ - ціна кілограма заготовки, (грн)

$M_{\text{оз}}$ - маса заготовки, кг $M_{\text{оз}} = 30$ кг

$$C_{\text{м}} = (34,1 * 1,97) + (31,5 * 0,92) + (31,5 * 1,88) + (31,5 * 1,07) + (31,5 * 1,68) + (31,5 * 2,06) + (34,9 * 0,45) + (31,5 * 0,39) = 335,2 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{юда}} = 4440,1 + 335,2 = 4775,3 \text{ грн.}$$

Ціна покупних деталей.

$$C_{\text{ПД}} = C_{\text{ПК}} + C_{\text{Ш}}, \quad (7.29)$$

де $C_{\text{ПК}}$ - вартість пневмокомпресора,

$C_{\text{Ш}}$ - вартість шлангів високого тиску,

$$C_{\text{ПД}} = 1500 + 42000 = 43500 \text{ грн.}$$

Повна зарплата виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкцій.

Повна зарплата складе:

$$\text{ПЗПП} = \text{Ссзпо} + \text{Ссзпд} + \text{Сссоц} \quad (7.30)$$

де Ссзпо і Ссзпд - основна і додаткова зарплати виробничих робітників, зайнятих на складанні, (грн)

Сссоц - відрахування на соціальні потреби з зарплати цих робочих, (грн)

Основну заробітну плату виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкцій, розраховують за формулою:

$$\text{Ссзпд} = \text{ТСБ} * \text{Сч} * \text{КД}, \quad (7.31)$$

де ТСБ - нормальна трудомісткість складання

Конструкції, чол * год

$$\text{ТСБ} = \text{Кс} \times \text{t сб}, \quad (7.32)$$

де Кс - коефіцієнт, що враховує співвідношення між повним і оперативним часом збирання:

$$\text{Кс} = 1,08$$

t сб - сумарна трудомісткість складання складових частин конструкції

$$\text{t сб} = 2 \text{ люд} * \text{год}$$

$$\text{ТСБ} = 1,08 * 2 = 2,16 \text{ люд} * \text{год}$$

$$\text{Ссзпо} = 2,16 * 15 * 1,15 = 37,3 \text{ грн.}$$

Додаткова зарплата збірки

$$\text{Ссзпд} = \text{Кдоп} * \text{Ссзпо} / 100 \quad (7.33)$$

$$\text{Ссзпд} = 12,5 \times 37,3 / 100 = 4,7$$

$$\text{Сссоц} = \text{Ксоц} (\text{Ссзпо} + \text{Ссзпд}) / 100$$

$$C_{\text{соц}} = 26 \times (37,3 + 4,7) / 100 = 10,92 \text{ грн.}$$

$$ПЗПП = 37,3 + 4,7 + 10,92 = 52,92 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі накладні витрати на виготовлення або модернізацію конструкції

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{зп}} * R_{\text{оп}} / 100, \quad (7.34)$$

де $C_{\text{зп}}$ - основна зарплата виробничих робітників

$$C_{\text{зп}} = ПЗПП + C_{\text{чЗП}}$$

$$C_{\text{зп}} = 52,92 + 43500 = 43552,92 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{оп}} = 43552,92 * 142/100 = 61843,5 \text{ грн.}$$

Цехові витрати на виготовлення або модернізацію:

$$Z_y = 162,5 + 4775,3 + 43500 + 52,92 + 191,2 + 61843,5 = 110526 \text{ грн.}$$

При виготовленні партії і організації оптових закупівель складових компонентів вартість її виготовлення може бути знижена. Застосування даного знімача підвищує якість надання послуг ТО і ремонту автомобіля, а значить, підвищує і конкурентоспроможність. Знімач спрощує працю робочого персоналу, отже, дозволяє знизити витрати на заробітну плату на одиницю продукції.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Аналіз умов праці на ділянці збирально-мийних робіт

Технологічний процес миття автомобіля здійснюється апарату високого тиску. т. е. на посаді присутні фізично небезпечні і шкідливі виробничі фактори такі як рухомі машини і механізми мийної установки, при недотриманні техніки безпеки роботи з якими, збільшується ризик виникнення виробничого травматизму.

Процес миття як правило пов'язаний з водою, звідси впливає підвищена вологість повітря. Підвищена вологість повітря створює несприятливі метеорологічні умови - відбувається порушення терморегуляції, перегрівання організму, зменшується випаровування поту, а отже зменшується і віддача тепла організмом, що різко погіршує стан і працездатність людини.

Підвищений рівень шуму і вібрації при роботі на мийному посту також мають негативний вплив на робітника. Шум є причиною швидкої стомлюваності і зниження працездатності. Шум призводить до зниження концентрації уваги, уповільнення психічних реакцій, послаблює пам'ять працюють.

Підвищена загазованість тягне за собою викиди шкідливих речовин, що утворюються при згорянні бензину і дизельного палива: окису вуглецю, окису азоту, вуглеводні та інші. Окис азоту проникає через верхні дихальні шляхи, провокуючи набряк легенів, хронічні бронхіти, небезпечне зниження кров'яного тиску, нервові розлади. Окис вуглецю безбарвний газ. Проникає в людини через дихальні шляхи. Наслідки: порушення центральної нервової системи, розлад пам'яті, зниження уваги, крововилив сітківки.

Підвищена вологість повітря також тягне за собою загрозу ураження електричним струмом від струмоведучих частин обладнання для миття в результаті виходу з ладу ізоляції, тому як вода є гарним провідником електричної енергії.

Небезпечними факторами при пожежі є ті, які призводять до травм, отруєнь, загибелі людей та матеріальних збитків: відкритий вогонь і іскри, висока температура повітря, токсичні продукти горіння, знижений вміст кисню в повітрі, обвалення конструкцій будівель, вибух.

Аналізуючи умови роботи на мийному посту слід звернути увагу на перелічені фактори, а особливо на вологість повітря і підвищений рівень шуму і вжити відповідних заходів щодо забезпечення безпеки і здорових умов праці, описаних нижче.

8.2 Заходи щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці

Приміщення для ЄВ автомобілів має площу 468 м². Робоче місце оператора мийної установки високого тиску розташоване таким чином, щоб виключити ймовірність травматизму від пересування робочої частини мийної установки. Виробниче обладнання розміщуємо з урахуванням безпеки працюючих, а також зручності при виконанні робочих операцій.

Виробниче обладнання та робочі місця розміщуємо з урахуванням безпеки працюючих, а також зручності при виконанні робочих операцій.

Кожне робоче місце обладнаємо необхідними засобами в залежності від виду виконуваних робіт, в тому числі наочною агітацією з техніки безпеки.

Устаткування, інструменти і пристосування, необхідні для проведення мийних робіт розміщуємо в зручних і доступних місцях таким чином, щоб виключити можливість випадкових переміщень або падіння цих предметів.

З метою оздоровлення повітряного середовища приміщення дільниці обладнаємо приточно-витяжною вентиляцією, яку встановлюємо так, щоб витяжка забрудненого повітря походила з верхньої зони, розташованої над постами, а приплив свіжого повітря був спрямований на робочі місця.

Пол в цеху виконаний бетонним. На робочих місцях встановлюємо дерев'яні переносні підмостки, щоб оберегти робочих від переохолодження.

Для зменшення вібрації устаткування, що є її джерелом, встановлюємо на фундаменті, поглибленому нижче фундаменту стін, ізольованому від ґрунту повітряними ровами або на спеціальних амортизаторах виготовлених зі сталевих пружин чи пружних металів (матеріалів).

Все знаходиться на ділянці електрообладнання заземлюючих. Переносні світильники мають дефлектор, захисну сітку, гачок для підвіски. Штепсельні розетки напругою 12 В, 36 В, 127 В, 220 В, 380 В повинні відрізнятися один від одного.

Для ліквідації загорянь в мийному ділянці розміщуємо первинні засоби пожежогасіння: пожежний щит (багор, сокира, лопата, відро), ящик з піском і 2 вуглекислотних вогнегасники ОУ-8.

До виконання ремонтних робіт допускаються особи не молодше 16 років, що пройшли медичний огляд, отримали відповідний інструктаж і навчені безпечним методам і прийомам роботи безпосередньо на робочому місці.

Для забезпечення нормального обслуговування, ремонту та аварійного вимкнення компресорів, на компресорну установку і всю мережу повітропроводів складені схеми, з якими ознайомлений весь персонал.

Пожежна безпека корпусу ЕО забезпечується системами запобігання пожеж і протипожежного захисту. Дії по забезпеченню пожежної безпеки повинні проводитися відповідно до "Правил пожежної безпеки РФ" та іншими затвердженими в установленому порядку нормативними документами.

Для кожного виробничого приміщення призначається особа, відповідальна за пожежну безпеку. Керівник підприємства перевіряє стан пожежної безпеки, наявність і справність технічних засобів протипожежного захисту не рідше одного разу на три місяці. Крім того, він відповідає за організацію і проведення протипожежного інструктажу та занять з пожежно-технічного мінімуму.

Однією з умов забезпечення пожежної безпеки є виключення причин виникнення пожеж. Всі виробничі, адміністративні, допоміжні, складські та інші приміщення забезпечуються первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники,

пожежні щити та ін.). Спецодяг робітників піддається хімічній чистці. Забороняється робота в замасленої одязі.

У всіх виробничих приміщеннях вивішуються інструкції про заходи пожежної безпеки, план евакуації працюючих і матеріальних цінностей. У виробничому та адміністративному корпусі забороняється палити, крім спеціально відведених для цього місць, проводити роботи з відкритим вогнем у непередбачених для цього місцях, залишати в рухомому складі промаслені обтиральні матеріали і спецодяг після закінчення робіт.

Підтримка мікроклімату у виробничих приміщеннях на належному рівні здійснюється за допомогою радіаторів опалення в холодну пору року, і використанням системи вентиляторів в теплий період.

Для зниження шуму в робочих зонах корпусу ЕО влаштовуємо звукоізоляцію обладнання видає підвищений шум; застосовуємо звукоізолюючі перепони (перекриття, кожухи); ЗІЗ від шуму (наушники, беруші).

Мийний ділянку приточно-витяжною вентиляцією. Повітря від обладнання видаляють місцевими відсмоктувачами з застосуванням витяжних вентиляторів.

Опалення призначене для підтримки в робочих зонах виробничих приміщень температурних умов, відповідних санітарним нормам, що забезпечує для працюючих сприятливі і здорові умови праці. Система опалення повинна компенсувати втрати тепла, що виникають за рахунок нагрівання холодного повітря, що надходить через відкриваються вікна, двері, ворота, а також від теплопередачі через конструкції будівлі в навколишнє середовище.

На підприємстві організовано проведення медоглядів з метою профілактики виробничих захворювань.

Тривалість зміни встановлена 8 ч при п'ятиденному робочому тижні. Для робітників і службовців, зайнятих на роботах з шкідливими умовами праці, встановлена тривалість робочого часу не більше 36 годин на тиждень. Перерва для відпочинку і прийому їжі протягом зміни робимо в середині зміни, через 4 години після її початку. Тривалість перерви встановлюється 1 ч. Щотижня

робітникам і службовцям надаються вихідні дні. Тривалість щотижневого відпочинку не менше 42 год. Щорічно в термін, передбачений графіком відпусток, не пізніше 11 місяців з дня надходження на роботу робітникам і службовцям надається чергова відпустка тривалістю 28 календарних днів.

8.3 Розрахунок системи вентиляції ділянки мийних робіт

У зоні мийних робіт передбачається як природна (приплив повітря через дверні та віконні прорізи), так і механічна (рух повітря збуджується штучно) вентиляція приміщень. Вона не придатна в безвітряну погоду. Тому розрахунок виробляємо для механічної вентиляції. Для розрахунку вибираємо місцеву витяжну вентиляцію, яка набула найбільшого поширення на авторемонтних підприємствах. Її обладнали в цехах і на ділянках, де виділяються шкідливі гази, пари і пил. У санітарно-гігієнічному відношенні вона є більш досконалою, так як створює відсмоктування шкідливих виділень, що утворюються при проведенні вулканізаційних робіт, прямо із зони їх утворення.

Розрахунок витяжної вентиляції.

Основними елементами місцевої витяжної вентиляції є місцеві відсмоктувачі, вентилятор, мережа повітроводів і пристрої для очищення повітря. Як місцевих відсмоктувачів можуть застосовуватися закриті, напіввідкриті і відкриті. Найбільш ефективними є закриті, до яких відносяться витяжні шафи.

Спочатку задамося витратами повітря, що проходять через обладнання витяжної вентиляції і розмірами повітропроводів мережі □12□:

Для витяжної шафи приймається:

$$L=3600 \cdot V \cdot F, \quad (6.1)$$

де L - обсяг повітря, що видаляється з витяжної шафи;

$V=0,5$ м/с- розрахункова швидкість в отворі шафи (приймається для малоядовітих виділень, при малому ступені нагріву);

$F=0,4$ м²- площа робочого отвору шафи;

3600- перевідний коефіцієнт.

$$L=3600 \cdot 0,5 \cdot 0,4=720 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

Для витяжного накриття приймається:

$$L=3600 \cdot a \cdot b \cdot V, \quad (6.2)$$

де $a \cdot b$ - розміри парасольки в плані (приймається $a \cdot b = 0,9 \text{ м}^2$);

$V = 0,5 \text{ м/с}$ - швидкість повітря, що відсмоктується в площині перетину по кромці парасольки (приймається для приймального отвору парасольки, відкритого з одного боку);

$$L = 3600 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 1620 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для відкритих місцевих відсмоктувачів приймається:

$$F = \pi \cdot d^2 / 4, \quad (6.3)$$

де F - площа поперечного перерізу шланга;

d - діаметр шланга для місцевого відсмоктування (приймається $0,08 \text{ м}$);

$\pi = 3,14$.

$$F = 3,14 \cdot 0,08^2 / 4 = 0,005 \text{ м}^2.$$

Тоді за формулою 6.1, приймаючи розрахункову швидкість рівну 20 м/с :

$$L = 3600 \cdot 20 \cdot 0,005 = 360 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Оскільки установка на ділянці витяжної шафи з технологічних міркувань скрутна, тому на ділянці обладнуються напівзакриті відсмоктувачі у вигляді парасольок і відкритих місцевих відсмоктувачів.

Для подальших розрахунків приймається, що повітроводи виконуються з листової сталі і мають прямокутні поперечним перерізом розмірами $a = 0,20 \text{ м}$ і $b = 0,30 \text{ м}$.

Знаючи геометричні розміри повітропроводів і витрати повітря, що проходить через них, визначаємо їх еквівалентні діаметри і швидкості потоків повітря за формулами:

$$d_{\text{ЭКВ}} = 2 \cdot (a \cdot b) / (a + b); \quad (6.4)$$

$$d_{\text{ЭКВ}} = 2 \cdot (0,2 \cdot 0,3) / (0,2 + 0,3) = 0,24 \text{ м};$$

$$V = L / (3600 \cdot F); \quad (6.5)$$

$$V=1080/(3600 \cdot 0,06)=5 \text{ м/с.}$$

Втрати тиску в повітроводі, що виникають в результаті тертя і в місцевих опорах для стандартного повітря ($t=20^\circ\text{C}$, $P=1,293 \text{ кг/м}^3$, $V=0,000015 \text{ м}^2/\text{с}$) визначаються за формулою:

$$\Delta P = \Sigma(R \cdot l + Z), \quad (6.6)$$

де ΔP - загальні втрати тиску;
 R - втрати тиску на тертя;
 l - на розрахунковому ділянці, довжина ділянки;
 Z - втрати тиску на місцеві опори.

$$R = (\lambda / d_{\text{ЭКВ}}) \cdot (V^2 \cdot \rho / 2), \quad (6.7)$$

де ρ - густина;
 λ - коефіцієнт тертя розраховується за формулою:

$$\lambda = 0,11 \cdot ((K_{\text{Э}} / d_{\text{ЭКВ}}) + (68 / \text{Re}))^{0,25}, \quad (6.8)$$

де $K_{\text{Э}}$ - абсолютна еквівалентна шорсткість поверхні (для листової сталі приймається $K_{\text{Э}}=0,1$);

Re - число Рейнольдса.

$$\text{Re} = (V \cdot d_{\text{ЭКВ}}) / \nu; \quad (6.9)$$

$$Z = \Sigma \xi \cdot (V^2 \cdot d_{\text{ЭКВ}}) / \nu, \quad (6.10)$$

де $\Sigma \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Результати розрахунків зводяться в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Розрахунок опору мережі системи витяжної вентиляції зони мийних робіт

Пара- метри	L	V	d _{ЭКВ}	Re	λ	V ² · ρ /2	R	$\Sigma \xi$	R·l	ΣZ	ΔP
	м ³ /ч	м/с	м	-	-	Па	Па/м	-	Па	Па	Па
Пара сольк а	1080	5	0,24	80000	0,0208	16,1625	1,4008	5	13,66	80,8	94,47

Для забезпечення запасу тиску на непередбачені опору до-виконавчими додається 10%, тоді:

$$\Delta P = 1,1 \cdot \Sigma(R \cdot l + Z) = 1,1 \cdot 94,47 = 104 \text{ Па}$$

Вибираємо вентилятор Ц 4-70 №4 з колесом $D_{\text{НОМ}}$, при $L = 1620 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $\Delta P = 104 \text{ Па}$, ККД вентилятора $\eta_V = 0,68$, а частота обертання $n = 2900 \text{ об/хв}$.

Потужність приводного електродвигуна визначається за формулою:

$$N = (L \cdot \Delta P) / (3600 \cdot \eta_V \cdot \eta_{\Pi}), \quad (6.11)$$

де η_{Π} - ККД приводу вентилятора, для клинопасової передачі $\eta_{\Pi} = 0,95$.

$$N = ((1620 \cdot 104) / (3600 \cdot 0,68 \cdot 0,95)) \cdot 10^{-6} = 0,7 \text{ кВт}$$

Установча потужність електродвигуна визначається за формулою:

$$N_y = K_1 \cdot N, \quad (6.12)$$

де K_1 - коефіцієнт запасу, що залежить від потужності електродвигуна (приймається $K_1 = 1,15$).

$$N_y = 1,15 \cdot 0,7 = 0,805 \text{ кВт}$$

Як приводного вибираємо закритий обдувається електродвигуна-тель, загального застосування А02-32-2, номінальною потужністю 2,2 кВт, при $n = 2880 \text{ об / хв}$.

Розрахунок припливної вентиляції.

Для розрахунку припливної вентиляції спочатку задамося значення-ми необхідної витрати повітря, що проходить через неї [12]. Згідно нормативним документам кратність повітрообміну корпусу ЕО повинна бути не менше двох. Крім того, витрата повітря, що проходить через неї, не поділ дружин бути менше витрати повітря, що видаляється витяжною вентиляцією.

При кратності вентиляції рівній 2, витрата повітря визначається ис-ходячи з обсягу приміщення:

$$L' = 2 \cdot V_{\Pi}, \quad (6.13)$$

де V_{Π} - обсяг приміщення зони мийних робіт (враховуючи, що площа зони 162 м^2 , а висота 4,5 м, приймається $V_{\Pi} = 729 \text{ м}^3$).

$$L' = 2 \cdot 729 = 1458 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Витрата повітря, що видаляється витяжною вентиляцією складає $1080 \text{ м}^3 / \text{год}$, тому в подальших розрахунках приймаємо $1080 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для підігріву повітря в холодний період року, припливну вентиляцію оснащують калорифером.

Кількість тепла, необхідне для підігріву повітря:

$$Q=0,278 \cdot C_p \cdot G \cdot (t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ПРИТ}}), \quad (6.14)$$

де $C_p=1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ - теплоємність повітря;

G - масова витрата повітря, визначається за формулою:

$$G=L/\rho, \quad (6.15)$$

$$G=1080/1,293=835,3 \text{ кг}/\text{год};$$

$T_{\text{ВЫХ}}$ - температура повітря на виході з калорифера (приймається $T_{\text{ВЫХ}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$);

$T_{\text{ПРИТ}}$ - температура зовнішнього повітря (приймається для найбільш холодного часу $t_{\text{ПРИТ}}=-30 \text{ }^\circ\text{C}$).

$$Q=0,278 \cdot 1,005 \cdot 835,3 \cdot (20 - (-30))=11669 \text{ Вт}.$$

Поставивши собі за масовою швидкістю повітря $V_p'=4 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, визначається площа живого перетину калорифера:

$$F_{\text{ЖС}}=G/(3600 \cdot V_p'), \quad (6.16)$$

Після підстановки даних у формулу (6.16) отримаємо:

$$F_{\text{ЖС}}=835,3/(3600 \cdot 4)=0,058 \text{ м}^2.$$

Вибираємо калорифер КВБ-2 з площею перетину $F_{\text{ЖС}}=0,115 \text{ м}^2$.

Уточнюємо масову швидкість повітря в живому перетині калорифера:

$$V_p=G/(3600 \cdot F_{\text{ЖС}}), \quad (6.17)$$

$$V_p=835,3/(3600 \cdot 0,115)=2,02 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}.$$

Необхідну для нагріву повітря площу поверхні теплообміну визначається за формулою:

$$F=(1,1 \cdot Q)/(K \cdot \Delta t), \quad (6.18)$$

де Δt - різниця середніх температур теплоносія і підігрівається повітря, при використанні, як теплоносії насиченої пари, його середню температуру в калорифері приймаємо 100°C , тоді

$$\Delta t = 100 - (20 + (-30)) / 2 = 105^{\circ}\text{C};$$

K - коефіцієнт теплопередачі для калориферів типу КВБ:

$$K = 17,75 \cdot (2,02)^{0,351} = 22,71 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К},$$

Тоді:

$$F = (1,1 \cdot 11669) / (22,71 \cdot 105) = 5,38 \text{ м}^2.$$

Порівнюючи розраховану площу поверхні теплообміну з довідковою ($9,9 \text{ м}^2$) визначається запас потужності калорифера:

$$((9,9 - 5,38) / 9,9) \cdot 100 = 45\%.$$

Опір калорифера розраховується за формулою:

$$\Delta p_K = 1,485 \cdot (V\rho)^{1,69} \quad (6.19)$$

$$\Delta p_K = 1,485 \cdot (2,018)^{1,69} = 4,86 \text{ Па}.$$

Для запобігання попадання пилу в систему вентиляції встановлюємо на вході в неї два паралельних фільтра ФяЛ-1 із середнім падінням тиску на них $\Delta p_{\text{Ф}} = 100 \text{ Па}$.

Для розрахунку опору системи припливної вентиляції приймається швидкість повітря для повітроводів промислових будівель $V = 6 \text{ м/с}$, внутрішні розміри воздуховода приймаються $a = 0,25 \text{ м}$, $b = 0,30 \text{ м}$. Далі розрахунки ведуться за формулами, аналогічним з розрахунку витяжної вентиляції.

Результати розрахунків наводяться в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Розрахунок опору мережі системи припливної вентиляції зони мийних робіт

Параметри	L	V	d _{экв}	Re	λ	$V^2 \cdot \rho / 2$	R	$\Sigma \xi$	R·l	ΣZ	ΔP
	м ³ /ч	м/с	м	-	-	Па	Па/м	-	Па	Па	Па
Значення	1620	6	0,27	108000	0,0196	13,9211	1,0106	6,3	7,6	88,4	95,9

Для забезпечення запасу тиску на непередбачені опору додатково додається 10%, тоді:

$$\Delta P = 1,1 \cdot \Sigma(R \cdot l + Z) = 1,1 \cdot 95,9 = 106 \text{ Па}.$$

Вибираємо вентилятор Ц 4-70 №5 з колесом $1,05 D_{\text{НОМ}}$, при $L = 1620 \text{ м}^3/\text{год}$ і $\Delta P = 106 \text{ Па}$, КПД вентилятора $\eta_B = 0,775$, а частота обертання

$n=930$ об/хв.

Потужність приводного електродвигуна:

$$N = ((1620 \cdot 106) / (3600 \cdot 0,68 \cdot 0,95)) \cdot 10^{-6} = 0,6 \text{ кВт}$$

Установча потужність електродвигуна:

$$N_y = 1,3 \cdot 0,7 = 0,91 \text{ кВт}$$

Як приводного вибираємо закритий обдувається електродвигун, загального застосування А02-32-2, номінальною потужністю 2,2 кВт, при $n = 930$ об/хв.

Місцева приточно-витяжна вентиляція задовольняє нормативним значенням забруднення повітря на ділянці відповідно до ГОСТ 12.1.005-88.

8.4 Заходи щодо забезпечення стійкості роботи корпусу ЕО в умовах надзвичайних ситуацій

У корпусі ЄВ можуть виникнути такі надзвичайні ситуації:

1. Пожежі (необережне поводження з вогнем, замикання електропроводки і т.д.).
2. Аварії в електроенергетичних системах.
3. Аварії в системах комунального водо-, теплопостачання і каналізації.
4. Раптове обвалення будівлі в результаті зносу, перевищення допустимих навантажень і т.д.

В умовах надзвичайних ситуацій на підприємствах автомобільного транспорту необхідно проводити певні заходи, з метою ліквідації або зменшення шкідливого впливу джерел надзвичайної ситуації.

До факторів, що впливає на стійкість роботи об'єктів, відносяться: район розташування об'єкта, планування і забудова території об'єкта, системи електропостачання, технологія, виробничі зв'язки об'єкта, система управління, підготовленість об'єкта до відновлення.

При аналізі району розташування об'єкта враховується перебування на даній території інших об'єктів, які можуть служити джерелом виникнення вторинних факторів ураження (гідровузли, хімзаводи), природні умови місцевості (ліс - джерело пожеж, дороги, ріки), метеорологічні умови (кількість опадів, напрямок вітру) .

При розгляді будівель і споруд даної території враховуються поверховість, основні конструкції, вогнестійкість і інші характеристики, що впливають на стійкість і уразливість до впливу світлових випромінювань, ударної хвилі; відзначаються споруди, які не можуть брати участь у виробництві основної продукції.

При оцінці внутрішнього планування території об'єкта враховуються вплив щільності і тип забудови на можливість виникнення і поширення пожеж, утворення завалів входів у притулках, виникнення вторинних факторів ураження (ємності з ЛЗР, з отруйними речовинами, склади ВВ, аміачні установки).

При вивченні технології на об'єктах враховується можливість зміни у виробничому процесі на час НС (часткове виробництво, випуск нової продукції), можливість електропостачання від внутрішніх джерел, виявляється мінімальна потреба в енергії, газі, воді, парі і інших видах енергопостачання в період НС.

Особлива увага звертається на газопостачання, тому що газ може створювати загрозу населенню і виробництву, перевіряється можливість відключення подачі газу на об'єкт і окремі ділянки.

При аналізі системи управління враховують можливість зв'язку, її надійності; можливості взаємозаміни керівного складу, надійність системи оповіщення. Враховують системи матеріально-технічного постачання в період НС, оцінюються запаси сировини, деталей і можливості їхнього поповнення.

Вивчається можливість відновлення виробництва після поразки об'єкта, передбачаються заходи щодо якнайшвидшого відновлення: можливості будівельно-монтажних організацій, запаси будівельних матеріалів, наявність проектної документації для проведення робіт.

Підвищення стійкості об'єкта досягається посиленням найбільш слабких (уразливих) елементів і ділянок.

Основні заходи по підвищенню стійкості:

- захист працюючих і населення;

- посилення міцності будівель, споруд, що мають важливе значення, але мають маломіцні елементи (закріплення відтяжками, пристрій бетонних та металевих поясів, що підвищують жорсткість конструкції);

- підвищення стійкості найбільш цінного і унікального обладнання, еталонних контрольно-вимірвальних приладів, це обладнання розміщується в полегшених важкогорючих будівлях (менше пошкоджуються при руйнуванні) або розміщуються в поглибленнях, підземних або спеціально побудованих приміщеннях підвищеної міцності, влаштовуються захисні намети, кожухи, парасолі, козирки, сітки над устаткуванням;

- підвищення стійкості технологічного процесу за рахунок резервування систем автоматики, забезпечення можливості ручного управління, скорочення числа використовуваних верстатів, ліній; розміщення виробництва окремих видів продукції у філіях, паралельних цехах, заміни складної технології простішої, розробки способів безаварійної зупинки виробництва за сигналом тривоги;

- підвищення стійкості систем енергопостачання за рахунок: створення дублюючих джерел електроенергії, газу, води, пара (прокладка додаткових комунікацій, закільцювання їх), вжиття заходів проти руйнування (посилення опор, заглиблення, посилення перекриттів), введення пересувних електростанцій, насосних установок з автономним приводом; пристосування ТЕЦ до різних видів палива;

- підвищення стійкості водопостачання: харчування від декількох вододжерел, свердловин, розташованих на досить великій відстані один від одного, впровадження оборотного водопостачання, захист води від зараження (додаткове очищення, захист водозаборів);

- підвищення стійкості систем тепlopостачання (заглиблення комунікацій, закільцювання);

- стійкість управління виробництвом: створення груп управління (за кількістю змін) для керівництва виробництвом, рятувальних та аварійно-відновними робіт.

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Основні заходи з охорони навколишнього середовища

Автомобільний важливе місце в єдиній транспортній системі. Він перевозить 10-80% народногосподарського вантажу, що обумовлено високим маневруванням, можливістю доставки вантажу без додаткових перевантажень в дорозі.

Висока мобільність, здатність оперативно реагувати на зміни пасажиро потоків ставить автомобільний транспорт поза конкуренцією при організації міських перевезень пасажирів. На його частину припадає майже половина всього пасажирообігу.

В автомобільних двигунах внутрішнього згорання у світі щорічно спалюється приблизно 2 млрд. тон нафтового палива. При цьому ККД складає у середньому приблизно 23%.

Основна причина забруднення повітря полягає в неповному і нерівномірному згоранні палива. Всього 15% його витрачається на рух автомобіля, а 85% летить на вітер.

У відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згорання міститься понад 170 шкідливих компонентів, з них близько 160 – похідні вуглеводню – прямо завдячують своєю появою неповному згоранню палива в двигуні. Наявність у відпрацьованих газах шкідливих речовин обумовлена в кінцевому результаті видом і умовами згорання палива.

Відпрацьовані гази, продукти зносу механічних частин і покришок автомобілів, а також дорожнього покриття складають близько половини атмосферних викидів антропогенного походження. До складу цих викидів, крім азоту, входять такі шкідливі компоненти, як оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту і сірки, тверді частинки.

Аналіз робіт по зниженню токсичності відпрацьованих газів автомобілів дозволяє виділити такі основні напрямки боротьби зі шкідливим впливом на довкілля:

1. Використання нових типів силового устаткування, в яких викид шкідливих речовин малий.
2. Заміна конструкції, робочих процесів, технології виробництва автомобілів з метою зниження токсичності відпрацьованих газів.
3. Застосування пристроїв очищення або нейтралізації відпрацьованих газів. Для автомобілів з бензиновими двигунами дуже ефективні каталітичні нейтралізатори потрійної дії, які окислюють вуглець та вуглеводні і відновлюють оксиди азоту. Для автомобілів з дизелями застосовують фільтри, які очищають відпрацьовані гази від сажі.

Використання альтернативного палива або зміна характеристик застосовуваного палива.

Законодавче обмеження викиду шкідливих речовин автомобілів нових та тих, що експлуатуються, а також проведення податкової політики, яка стимулює зниження викиду шкідливих речовин.

1. Розробка нормативів, процедур контролю, а також технологій, що забезпечують підтримання технічного стану автомобілів на рівні, який гарантує викид шкідливих речовин, не вищий за нормативний.
2. Вдосконалення процесів керування автомобілем, транспортними потоками, поліпшення дорожніх умов, а також вдосконалення і організація перевезення вантажів.

Зменшення шкідливого впливу випускних газів на навколишнє середовище може бути досягнуто різними методами. Перш за все вдосконалення саме двигуна. При використанні високо сірчистих продуктів доцільна їх переробка заздалегідь з метою зменшення вмісту в них сірчистих сполук.

Для підвищення повноти згорання палива, зменшення нагароутворення, шкідливого впливу сірки та інших домішок застосовують присадки – речовини,

введення яких в палива в невеликих кількостях дозволяє покращити умови згорання палива.

Зниження токсичності відпрацьованих газів може бути досягнуто їх нейтралізацією різними методами.

Професійна автомийка – бізнес, який не втратить своєї актуальності до тих пір, поки залишаються автомобілі. Але при її створенні потрібно враховувати цілий ряд нюансів. Це стосується не тільки вибору обладнання і пошуків кваліфікованого персоналу, а й облаштування автоматизованої системи очищення стоків.

Вода – основний витратний матеріал на будь-якій мийці. Щоб добре очистити автомобіль від пилу і бруду, витрачається не один десяток і навіть не одна сотня літрів. І відразу ж виникає кілька глобальних проблем:

- Такі витрати води призводять до істотних матеріальних затрат;
- Перевитрата ресурсів негативно впливає на екологію;
- Заборонено утилізувати стоки після мийки в каналізаційну систему;
- Неправильне скидання неочищених стічних вод призводить до

забруднення поверхневих та ґрунтових вод.

Після повного циклу мийки в воді містяться не тільки бруд і пил, але також миючі засоби, хімічні домішки, залишки палива чи машинного масла. Саме тому звичайного фільтра недостатньо. Для автомийок використовуються спеціальні очисні споруди.

9.2 Особливості очисних споруд для автомийок

Різні види підприємств відрізняються способом мийки автомобілів. Від цього залежить витрата води і актуальність системи рециркуляції. Саме тому визначитися з вибором очисної споруди рекомендується ще на етапі проектування мийки.

Основні параметри будь-якої системи:

- **Ступінь очищення.** Визначає, яка частина шкідливих домішок видаляється після фільтрації. Сучасні системи забезпечують видалення до 80-90% забруднень.

- **Продуктивність.** Якщо весь стік скидається в каналізацію, то показники очисної споруди повинні відповідати параметрам каналізаційної мережі. Для систем рециркуляції використовуються такі показники, як відсоток втрат об'єму і тривалість повного циклу очищення.

- **Робочий принцип.** Від цього залежать розміри і спосіб монтажу очисної споруди.

Якість води, що пройшла очищення, чітко регламентується державними стандартами, технічними і санітарними нормами. Очисні споруди для автомийок оснащуються спеціальною автоматикою. Вони можуть розташовуватися поза будівлею мийки та працюють максимально автономно.

9.3 Способи обрання очисних систем для автомийки

При проектуванні очисної споруди для автомийок необхідно врахувати кілька основних нюансів:

- Середня витрата води, яка залежить від типу мийки: тунельної або порталної;

- Тип ґрунту та рівень ґрунтових вод, який впливає на особливості монтажу резервуарів і очисних ємностей;

- Особливості підключення до водопостачання і центральної каналізації.

- Параметри електричної мережі, необхідної для роботи обладнання.

Логічне рішення – організація повторного циклу використання води після її очищення. Зараз це найефективніший, економічний і екологічний варіант, який сповна окупить витрати на його облаштування вже в короткий термін.

Якщо витрата води невелика, встановлюється система доочистки. Вона видаляє шкідливі домішки перед скиданням стоку в каналізацію. Але чим більше

споживання – тим доцільніше повторне використання. Тим паче, сучасні споруди здатні впоратися із практично стовідсотковим очищенням, після якого близько 80% об'єму води відправляється на рециркуляцію.

Компанія «Акваполімер Інжиніринг» надає послуги в сфері проектування очисних споруд, включаючи спеціальні системи для автомийок. Ми допоможемо визначитися з комплектацією, монтажем та іншими питаннями, надамо всі необхідні консультації та повністю введемо обладнання в експлуатацію.

9.4 Стічні води від мийки

Стічні води зазначеної категорії становлять 80-85% від обсягу виробничих стічних вод АТП і істотну частку витрат води на АРП. Основними забрудненнями даних стічних вод є зважені речовини і нафтопродукти. Концентрація зважених речовин в них залежить від великої кількості факторів: типу автомобіля, його розміру, характеру дорожнього покриття, сезонних умов, складу ґрунтів в районі експлуатації, періодичності миття рухомого складу і типу застосовуваної мийки. Основною особливістю містяться в стоці нафтопродуктів є їх слабка емульгування і адсорбція на висококонцентровану суспензію, що істотно ускладнює використання осаду з відстійників без його додаткової обробки і утилізацію спливли нафтопродуктів. Згідно ОНТП -01-86 /Минавтотранс РРФСР середня концентрація забруднень в стоці дана в залежності від категорії автомобілів.

Гранулометричний склад зважених речовин, що містяться в стоці від мийки вантажних автомобілів і автобусів, прийнятий наступний:

Для стоку від мийки легкових автомобілів може бути прийнятий наступний гранулометричний склад суспензії: 12% становлять частинки розміром 300-250 мкм; 75% - розміром 300-100 мкм; 13% - розмір менше 100 мкм.

У стічних водах від миття автомобілів, що працюють на етилованому бензині, можливе попадання в стік високотоксичного речовини - тетраетилсвінца (ТЕС). Зміст ТЕС, за даними досліджень, в стоці становить 0002-001 мг/л, однак при митті двигунів воно може досягти 246 мг/л. При цьому осад і нафтопродукти,

яких затримують на очисних спорудах, мають високу токсичність. після реагентної очистки мийних вод останні практично не містять ТЕС і можуть бути включені в систему оборотного водопостачання.

Застосування при туалетного миття автомобілів СМС веде до емульгуванню нафтопродуктів і вимагає іншого способу їх очистки, так як відстій, коагуляція і фільтрація не забезпечують належної ефективності.

Мийні води автотранспортних і авторемонтних підприємств є частиною загальної маси нафт; есодержущих стічних вод, склад яких відрізняється великою складністю, різноманітністю і залежить від виду, призначення і технології виробництва і характеристики використовуваних компонентів. За дисперсионному складу нафтопродукти в стічних водах АТП і АРГ1 можуть бути у вільному, емульгованому і розчиненому стані. Наявність емульгованих нафтопродуктів характеризується потраплянням в стік емульсій і СМС при митті автомашин, деталей і вузлів. Емульгування нафтопродуктів відбувається також при механічному впливі на стік, наприклад, при багаторазовій перекачуванні.

Масляні емульсії, що потрапляють в стік, являють собою колоїдні розчини, які складаються з крапельок мінерального масла, оточених іонами емульгатора (органічною кислотою) і орієнтованих вуглеводневими радикалами в сторону масла, а карбоксильними групами в сторону дисперсійного середовища. Очищення маслемульсійних-стоків є серйозним завданням народного господарства.

Кількість нафтовмісних стічних вод, що утворюються на АТП, Коливається від 50 до 1000 м³ /добу. Обсяг стічних вод АРП відносно невеликий, але відрізняється великою забрудненістю, труднощами обробки і високим вмістом шкідливих речовин, одержуваних при очищенні ремонтного фонду. Необхідність підвищення якості ремонту, культури виробництва і зменшення кількості необхідної води на мийці агрегатів і вузлів (ділянка розбирання автомобілів) зумовила застосування СМС : «Темп-ЮО» «Лабомид-101», «Лабомид-203», МС-6 МС-8 МС-15 МЛ-51 і ін. Використання СМС для очищення та миття ремонтного

фонду призводить до утворення ірєдних за складом стїчних вод, що мїстять емульсії і суспензїї з високим ступенем дисперсностї і змїстом ПАР . Вїдпрацьованї розчини миючих засобїв мїстять: нафтопродуктїв до 5 г /л, синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) До 01 г /л і неорганїчних лужних електролїтїв до 20 г /л. Концентрація шкїдливих домїшок у вїдпрацьованих розчинах в 40-80 тис. Разїв перевищує допустимї норми.

Для вїдводу стїчних вод на територїї АРП передбачено кїлька систем каналїзацїї: виробнича, побутова та дощова. Виробнича каналїзацїя в бїльшостї випадкїв приймає кїлька стокїв рїзного призначення. Очищення виробничого стоку здїйснюється на декїлькох типах очисних споруд. Наприклад, в окрему групу видїляються стїчнї води вїд мїчного обладнання, забрудненї лугами і СПАР , В їншу - стоки фарбувальних вїддїлень і гїдрофїльтрїв.

Екологїчна небезпека при скиданнї неочищених стокїв АРП у водойму полягає в тому, що емульгованї нафтопродукти і СПАР викликають вїдмирання первинних харчових ланцюгїв водойм, загибель водоростей і уповільнення процесїв самоочищення водойм, призводять до масової загибелї живих органїзмїв. Значна кїлькїсть забруднень надходить у водойму з дощовим стоком, утвореним на територїї АТП і АРП , Який мїстить до 01 г /л нафтопродуктїв і 15 г /л зважених речовин.

Найбїльша кїлькїсть стокїв з високою концентрацїєю забруднень на АРП надходить вїд дїлянок зовнїшньої мийки автомобїлїв і разборочно-мочного дїлянки. Цї стоки характернї тїльки для АРП і їстотно вїдрїзняються вїд подїбних стокїв промислових пїдприємств.

Високоякїсна розбирання і дефектоскопїя вузлїв і деталей кабїн неможлива без ретельної їх очищення і подальшої мийки в мийних машинах або ваннах.

Розбїрно-мийний дїлянку АРП зазвичай складається з декїлькох (5-10) мийних постїв для миття кабїн, оперення і окремих вузлїв і деталей. Майже всї установки разборочно-мийного дїлянки мають оборотну систему подачї миючих розчинїв, в якостї яких використовується вода (60-100 ° С) з додаванням

їдкого натру або миючих засобів «Лабомид-101», «Лабомид-203», МЛ-52 «Темп-100». Після мийки в гарячому розчині вузли і агрегати промиваються гарячою водою (80-100 ° С). Деталі, що пройшли очистку розчинами «Лабомид-101» і «Лабомид-203», не вимагають ополіскування. Після багаторазового використання миючі розчини і промивні води містять завислі речовини і нафтопродукти в емульгованому стані.

Кількість стоків становить: неперервних- 30-100 м³ /добу, періодичних-20-30 м³ /зміну. До безперервним відносяться стоки від промивки акумуляторів і деталей після зміни миючого складу, до періодичних - одноразовий скидання від ванн, установок, а також води від промивання цих ванн. Періодичний скидання виробляють в основному в нічну зміну. Така технологія вимагає збільшення очисних споруд, тому періодичний спуск стоку здійснюють строго за графіком, що і закладається в проектах Гіпроавтотранс РФФСР .

Аналіз стічних вод показує, що за ступенем забрудненості, яка визначається величиною ГПК , і змістом екстрагованих речовин все мийні та промивні води разборочно-мийного ділянки умовно можна розділити на дві групи. В першу групу можуть бути віднесені всі промивні води, що містять в основному розчинені речовини мінерального походження, а також стоки від миття кузовів і шасі. Зміст екстрагованих речовин в цих стоках не перевищує 02-11 г /л, а ГПК 10-24 г /л. До другої групи можна зарахувати всі інші мийні стоки і періодц. етичні, що надходять від технологічних установок при зміні складів.

Відпрацьовані розчини типу «Лабомид», що надходять від мийних машин та іншого технологічного обладнання, містять в середньому: 5 г /л нафтопродуктів, 20 г /л лужних електролітів 01 г /л ПАР .

Крім разборочно-мийного ділянки і ділянки розбирання двигунів і гідромеханічних передач на деяких заводах в окрему ділянку виділяються майже всі інші технологічні процеси, для яких характерна наступна середня концентрація забруднень в стоках (г /л):

Стоки від миття підлоги містять 60 мг /л зважених речовин і 20 мг /л нафтопродуктів.

У 1983 р Гіпроавтотранс РРФСР випущений альбом паспортів водовідведення та водоспоживання АТП і АРП, в якому вказується витрата води, характеристика стоків і програма технологічного процесу підприємства.

Джерелом нафтовмісних стоків служать теплові ділянки підприємств автомобільного транспорту.

Крім того, паливні баки автомобілів до і після ремонту піддаються перевірці на герметичність у ваннах з водою під тиском 05- 06 кгс /см². Витрата води при цьому становить 06-02 м³ /добу, в стоках є сліди нафтопродуктів (масла, бензину). Установка для очищення радіаторів від накипу має витрата 033 м³ /год і періодичність спуску 2 рази в місяць. У стоці міститься до 100 г /л ортофосфорної кислоти, 200 мг /л зважених речовин.

На АРП є системи оборотного водопостачання: охолодження компресорів, холодильних установок, випробувальної станції, гальванічних дільниць, ділянок точкової зварювання, нагрівальних печей, випрямлячів струму і т. п. На великих заводах ці системи об'єднані в одну систему з загальнозаводськими градирні. Поряд з оборотними системами охолодження на АРП існують системи з повторного використання миючих розчинів. Мийно-очисне обладнання має оборотні системи для миття та ополіскування агрегатів, вузлів і деталей. Періодично в цьому обладнанні проводиться зміна відпрацьованого розчину.

Згідно з даними ГОСНИТИ встановлено, що сильне механічне обурення миючого розчину (перекачування в оборотній системі) і тривалий контакт забруднень з розчином обумовлює стабілізацію емульсій, що в свою чергу впливає на зниження впливу миючого розчину і збільшує витрати теплової енергії на 20-45% (на підігрів оброблюваної рідини). Чим далі не виводиться з розчину забруднення, тим більше накопичується нафтових мив і тим стабільніше стає емульсія. Тому для продовження терміну служби розчину і підвищення якості

мийки поверхонь необхідно застосовувати технологічну очистку миючого розчину в процесі його використання.

Саратовським інститутом Гіпропромсельстрой розроблений ряд типових проектів розчинних вузлів ЦРП : ТП 816-9-5087 на 25 М5 розчину для АРП з програмою до 10 тис. капітальних ремонтів в рік; ТП 816-9-4987 на 50 м3 розчину для АРП з програмою від 15 тис. ремонтів двигунів. Очищення розчину в ЦРП виробляється відстоєм з коагуляцією і фільтрацією (коагуляція може бути замінена електрокоагуляцією або гіперфільтрацією).

Найбільш раціональними й економічними методами очищення розчинів є гіперфільтрація і ультрафільтрація через напівпроникні мембрани. Казанським виробничим об'єднанням «Гасма» освоєно виробництво трубчастих мембран, розроблених Володимирським НДІ синтетичних смол. Розроблена на основі цих мембран ультрафільтраційна установка ОМ-21619 для очищення миючих розчинів від нафтопродуктів і дрібних домішок випускається дослідним заводом Кіровоградської філії ЦКТБ Держ-агропрому УРСР . Робочим елементом установки є трубка з склотканини з мембраною з фторолону з розмірами пір близько 500 А. Колективна емульсія перекачується вздовж трубки під тиском до 05 МПа, фільтрат разом з миючими засобами, що складаються з неорганічних солей і ПАВ , Проходить через мембрану, а частки масла і найдрібніші механічні домішки затримуються.

Варто в воді містять важкі метали. хром, кислоти і лугу.

Найбільш токсичні стічні води, що скидаються АРП , Надходять від цехів і дільниць гальванічних покриттів і інших видів обробки поверхонь металів (травлення, пасивації, електрополірування, нікелювання і ін.). Ці стічні води містять кислоти, луги, сполуки шестивалентного хрому, солі міді, нікелю, цинку, кадмію та інших металів. Скидання цих стічних вод у відкриті водойми та міську каналізацію недопустимий без відповідної очистки.

Основна кількість кіслотощелочних стоків від гальванічних дільниць надходить безперервно протягом зміни від промивання виробів після знежирення,

травлення, нанесення захисних та декоративних покриттів, крім того, періодично скидаються відпрацьовані розчини електролітів від основних ванн і їх промивні води.

Стоки гальванічних ділянок АРП характеризуються наступною концентрацією забруднень (мг /л):

Кількість стічних вод від гальванічних ділянок АРП залежить від призначення і програми підприємства і становить близько 5-7 м³ /добу. Найбільш постійним стоком є стік від промивання деталей. Кількість стічних вод, як і коефіцієнт одночасної дії промивних ванн, приймається за технологічним процесом і становить в середньому для холодної промивки 06-08 м³ /год, для гарячої -03-05 м³ /год.

Витрата води для кожної промивної ванни на 1 м² поверхні покриття орієнтовно можна прийняти: для холодної води (10-25 ° С) - 100 л; для теплої (50-60 ° С) -50 л; для гарячої (80-90 ° С) - 20 л. Значення С₀ і С "приймаються за технологією АРП , Концентрація забруднень може бути умовно прийнята в розмірі 10% від вмісту в електроліті.

Відпрацьовані розчини з робочих ванн змінюються один раз в декілька діб. Травильні розчини змінюються один раз в 3-12 діб. Електроліти, що містять хром, скидаються в тих випадках, коли в ваннах накопичується значна кількість пилу і домішок, які порушують технологічний процес. Розчини фільтруються і повертаються в робочі ванни, а стік від промивання спускається в каналізацію.

Стічні води від гальванічних ділянок за характером забруднень поділяються на дві групи: стічні води, що містять хромову кислоту (після хромування виробів); кислі і лужні стоки (від знежирення і травлення поверхонь). Обробка цих стоків проводиться окремо.

Безперервні промивні води містять незначну кількість кислот і лугів (30-100 мг //л) і іони важких металів Fe + 2 Fe + 3 Сі. Періодичний стік про обмивання ванн містить велику кількість кислот (до 400 г /л H₂S₀₄), луги (50 г /л NaOH) і іони важких металів. Сток має кислу реакцію.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту було зроблено техніко-економічне обґрунтування, в якому наводиться характеристика і основні показники роботи підприємства, а також обґрунтування необхідності виконання теми.

У другій частині проекту зроблений технічний розрахунок: певні річна виробнича програма (становить 80776,4 люд-год), розраховані зони ТО, ТР та ЕО, чисельність виробничих робітників, площі приміщень АТП. Технологічно необхідну кількість робочих на ділянці - 5 чел. Площа корпусу ЕО - 468 м².

У конструкторської частини підібрана мийна установка для мийки різномарочного рухомого складу, описаний принцип дії установки, проведено розрахунок основних параметрів щіткових установок, розрахунок ежектора. Також обрані очисні споруди. Описано принцип роботи і пристрій очисних споруд «Свір». Зроблено розрахунок очисних споруд.

У проектної частини розроблений пристрій для зменшення вібрації мийної установки.

У розділі охорона праці виконаний аналіз умов праці при експлуатації автомобілів. Наведено заходи щодо забезпечення нормальних безпечних і здорових умов роботи. Зроблено розрахунок вентиляції на ділянці мийних робіт. Описано заходи щодо забезпечення стійкості роботи підприємства в умовах надзвичайних ситуацій та заходи з охорони навколишнього середовища.

В економічному обґрунтування результатів проектування наведено розрахунок додаткових капітальних вкладень на реконструкцію виробничо-технічної бази підприємства, розрахунок поточних експлуатаційних витрат, розрахунок показників економічної ефективності проекту, розрахунок строку окупності і обґрунтування економічної доцільності проекту. Описана організація праці і відпочинку ремонтників.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Афанасьев, Л.Л. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей / Л.Л. Афанасьев, Б.С. Колясинский, А.А. Маслов. - М.: Транспорт, 1980. - 192 с.
2. Пикалев, О.Н. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. / Справочно-нормативные материалы для выполнения курсового и дипломного проектирования. - Вологда: ВПИ, 2004. – 21 с.
3. Кузнецов, Ю.М. Охрана труда на автотранспортных предприятиях: Учеб. для учащихся автотрансп. техникумов / Ю.М. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1990. - 288 с.
4. Александров, Л.А. Техническое нормирование труда на автотранспорте / Л.А. Александров. – М.: Транспорт, 1976.
5. Анисимов, А.П. Экономика, планирование и анализ деятельности автотранспортных предприятий / А.П. Анисимов. - М.: Транспорт, 1998. - 245 с.
6. Коган, Э.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Э.И. Коган, В.А. Хайкин. - М.: Транспорт, 1984. - 253 с.
7. Иванов, В.Б. Справочник по нормированию труда на автомобильном транспорте / В.Б. Иванов, А.Г. Ковалик. - Киев: Техника, 1991. - 174 с.
8. Кузнецов, Ю.М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Справочник / Ю.М. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1986. - 272 с.
9. Клещ, С.А. Технологическое проектирование АТП и СТО. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Часть I. Справочно-нормативные материалы для технологического расчета АТП и СТО / С.А. Клещ. - Вологда: ВПИ, 1996. – 36 с.
10. Краткий автомобильный справочник / НИИАТ. - М.: Транспорт, 1994. - 380 с.
11. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО / Г.М. Напольский. - М.: Транспорт, 1993. - 272 с.
12. Пособие к СНиП 2.04.05-86 Пособие по проектированию автомати-

зированных систем управления микроклиматом производственных зданий. – ИЦ «Стройконсультант»

13. Методика оценки уровня и степени механизации и автоматизации производств ТО и ТР подвижного состава АТП. МУ-200-РСФСР-13-0087. - М.: Минавтотранс, 1989. - 101 с.

14. Петренко, О.С. Подвесные рельсовые дороги / О.С. Петренко. - М.: Машиностроение, 1981. - 272 с.

15. Петрыченков, С.Н. Организация комплексного автосервиса / С.Н. Петрыченков. - М.: Транспорт, 1985. - 19 с.

16. Рекомендации по составлению трансфинплана автотранспортного предприятия. Часть 1. - М.: НИИАТ, 1988. - 202 с.

17. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. - М.: Транспорт, 1986. - 48 с.

18. Роговцев, В.Л. Устройство и эксплуатация транспортных средств / В.Л. Роговцев. - М.: 1991. - 432 с.

19. Селиванов, С.С. Механизация процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей / С.С. Селиванов, Ю.В. Иванов. – М.: Транс-порт, 1984. - 198 с.

20. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей. - М.: Россельхозиздат, 1978.

21. Столярова, М.Д. Трансфинплан автотранспортного предприятия (объединения) / М.Д. Столярова, В.И. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1990. – 238 с.

22. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, Г.М. Напольский, В.Д. Чепурный; Под ред. Г.В. Крамаренко. - М.: Транспорт, 1983. - 488 с.

23. Интернет ресурсы

http://mysitetea.blogspot.com/2016/10/blog-post_26.html

<https://studfile.net/preview/5352382/page:5/>

<http://budtehnika.pp.ua/5560-ustatkuvannya-dlya-tehnchnogo-obslugovuvannya-avtomobiliv.html>

https://studopedia.com.ua/1_211105_klasifikatsiya-tehnologichnogo-obladnannya-dlya-obslugovuvannya-i-remontu-avtomobiliv.html

https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/avto5_bilichenko_virotehbaza_pidriyemstv_avtotransportu/p4.html

https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/smironov9_metodvkaaz_dlyakursovoyiroboti_proektuvstanc_tehobslugavto/p6.html

24. Карвацький Р.М., Сигіль Н.М. Удосконалення пристроїв для зменшення вібрації / Р.М. Карвацький, Н.М. Сигіль // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року — Т. : ТНТУ, 2019 — Том I. — С. 90-91. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).