

### 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЮВАЛЬНОГО ВАЛУ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ -24

#### 3.1 Обґрунтування розміру виробничої партії

Величину виробничої партії деталей, орієнтовно можна визначити за формулою:

$$X = N * n * t / \Phi$$

де N - Виробнича програма виробів на рік; (5000 ед. – за завданням)

n - Число деталей в виробі; (1)

t - Необхідний запас деталей в днях для забезпечення безперервності збірки;

t = 5 днів - для середніх деталей, зберігання яких можливе на багатоярусних стелажах;

$\Phi$  – число робочих днів у році; (253 дні)

$$X = 5000 * 1 * 5 / 253 = 98 \text{ деталей} \approx 100 \text{ деталей}$$

#### 3.2 Призначення і аналіз умов роботи деталі

Деталь, пропонована для проектування - вал розподільний двигуна ЗМЗ-402. Дана деталь сприяє своєчасному відкриттю і закриттю клапанів двигуна внутрішнього згоряння.

Ця деталь має наступні характеристики:

1. Найменування деталі: вал розподільний.
2. Клас деталі: 2. (круглі стрижні)
3. Номер деталі по каталогу: 24-1006015
4. Кількість деталей на один ремонтується двигун: 1.
5. Матеріал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.
6. Твердість шийок HRC 54-62;

7. Маса деталі: 12 кг.

8. Характер деформації: вигин з крученням.

Основними поверхнями даної деталі є циліндрична поверхня опорних шийок, номінальний діаметр яких становить  $D_H = 45_{-0,02}$ .

Деталь працює в герметичному корпусі при температурі від +5 °С до +90 °С в рідкій (моторне масло) середовищі. Частота обертання знаходиться в межах від 1600 об / хв до 8000 об / хв. Виходячи із призначення і умов роботи даної деталі, можна зробити висновок, що матеріал обраний правильно.

Розподільчий вал або распредвал в газорозподільному механізмі забезпечує виконання основної функції - своєчасного відкриття і закриття клапанів, за рахунок чого проводиться приплив свіжого повітря і випуск відпрацьованих газів. У загальному вигляді розподільний вал управляє процесом газообміну в двигуні.

Для зменшення інерційних навантажень, збільшення жорсткості елементів газорозподільного механізму розподільний вал повинен розташовуватися якомога ближче до клапанів. Тому стандартне положення розподільного валу на сучасному двигуні в голівці блоку циліндрів - т.зв. верхнє розташування розподільного валу.

У газорозподільному механізмі використовується один або два розподільних вала на ряд циліндрів. При одновальній схемі обслуговуються впускні і випускні клапани (два клапани на циліндр). У двохвальному газорозподільному механізмі один вал обслуговує впускні клапани, інший - випускні (два впускних і два випускних клапана на циліндр).

Основу конструкції розподільного валу складають кулачки. На кожен клапан використовується, як правило, один кулачок. Кулачок має складну форму, яка забезпечує відкриття і закриття клапана у встановлений час, і його підйом на певну висоту. Залежно від конструкції газорозподільного механізму кулачок взаємодіє або з штовхачем, або з коромислом.

При роботі розподільного валу кулачки змушені долати зусилля зворотних пружин клапанів і сили тертя від взаємодії з штовхачами. На все це витрачається корисна потужність двигуна. Зазначених недоліків позбавлена біс пружинна система, реалізована в десмодромного механізмі. Для зменшення сили тертя між кулачком і штовхачем пласка поверхня штовхача може замінюватися роликом. У віддаленій перспективі використання магнітної системи для управління клапанами, що забезпечує повну відмову від розподільного валу. Розподільчий вал виготовляється з чавуну (литтям) або стали (куванням). Шток обертається в опорах, які представляють собою підшипники ковзання. Число опор на одне перевищує число циліндрів. Опори, в основному, роз'ємні, рідше - нероз'ємні (виконані як одне ціле з головкою блоку). В опорах, виконаних в чавунній голівці, використовуються тонкостінні вкладиші, які при зношуванні замінюються.

Від подовжнього переміщення распредвал утримують наполегливі підшипники, розташовані близько приводної шестерні (зірочки). Розподільчий вал змащується під тиском. Кращим є індивідуальний підведення масла до кожного підшипника. Значно підвищується ефективність газорозподільного механізму з використанням різних систем зміни фаз газорозподілу, які дозволяють домогтися підвищення потужності, паливної економічності, зниження токсичності відпрацьованих газів. Розрізняють декілька підходів до зміни фаз газорозподілу:

- поворот розподільного валу на різних режимах роботи;
- використання декількох кулачків з різним профілем на один клапан;
- зміна положення осі коромисла.

Розподільчий вал в двигуні обертається рівно в два рази повільніше колінчастого валу. Система змащення двигуна передбачає постійну подачі моторного масла на розподільний вал. Незважаючи на фізичні дії, не варто забувати про досить жорстку хімічну і температурну середу в якій працює распредвал. Картерів газів в карбюраторних за складом на 80% аналогічні незгорілої паливної суміші, а в дизелях - близькі на 90% повітрю. До складу

картерних газів входять компоненти такі як CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> і CH. Частка CH в дизельних двигунах нескінченно мала.

## 2.2 Аналіз технологічності деталі

Мета аналізу - виявлення недоліків конструкції за відомостями, що містяться в кресленні і технічних вимогах, а також можливе поліпшення даної конструкції. Розміри деталі відповідають нормальному ряду чисел, допустимі відхилення розмірів відповідають СТ. РЕВ 144 - 75. Наведених на кресленні видів і розрізів досить для однозначного уявлення про конфігурацію деталі і способах отримання заготовки. Розміри і їх граничні відхилення проставлені для всіх поверхонь.

### ***Визначення типу виробництва***

Характер технологічного процесу в значній мірі залежить від типу виробництва деталей (одиничне, серійне, масове). Це обумовлено тим, що в різних типах виробництв економічно доцільне використання різного за ступенем універсальності, механізації та автоматизації обладнання, пристосувань, різного за складністю і універсальності ріжучого і вимірювального інструмента. Залежно від виду виробництва істотно змінюються і організаційні структури цеху: розміщення устаткування, системи обслуговування робочих місць, номенклатура деталей і т.д.

По таблиці 2.1 встановлюємо попередньо тип виробництва в залежності від ваги і кількості деталей, що підлягають виготовленню протягом року.

Таблиця 2.1 - Тип виробництва в залежності від ваги і кількості деталей

Тип виробництва	Кількість оброблюваних деталей одного найменування і типорозміру на рік		
	Великі (важкі)	Середні	Дрібних
Одиничне	До 5	До 10	До 100

Серійне	Понад 5 до 1000	Понад 10 до 5000	Понад 1000 до 50000
Масове	Понад 1000	Понад 5000	Понад 50000

Серійне виробництво умовно поділяється на дрібносерійне, середнє серійне і великосерійне, в залежності від кількості деталей в серії. Орієнтовно такий розподіл можна зробити на основі даних таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення виробництва дрібносерійне, середнє серійне і великосерійне

Серійність виробництва	Кількість виробів в серії (партії)		
	Великих	Середніх	Дрібних
Дрібносерійне	3 - 10	5 - 25	10 - 50
Среднесерійное	11 - 50	26 - 200	51 - 500
Багатосерійне	понад 50	понад 200	понад 500

Таким чином, маючи річний випуск продукції 1000 штук, наше виробництво є крупносерійним.

### 2.3 Вибір способу відновлення (зміцнення) деталі

Найбільш характерними дефектами «круглих стрижнів» є:

- Знос шийок
- Пошкодження і знос різбових поверхонь
- Погнутість
- Биття привалочних фланців
- Знос гнізд під підшипники
- Знос ексцентриків і кулачків
- Знос торцевих поверхонь буртів
- Облом і знос зубів

- Знос шліців

- Затурканість центрових отворів

Перш за все відновлюють установчі поверхні, тобто центрові отвори, потім усувають погнутості і виконують всі наплавочні операції і після механічної, а якщо і потрібно, і термічної обробки переходять до інших способів нарощування поверхонь. Завершальною операцією є шліфування з подальшим хонингованим або Супер фінішування точних поверхонь.

### 3.3 Схема технологічного процесу

Таблиця 1 Схема технологічного процесу

Дефект	Спосіб устрале-ня	№ опер ації	Найменування і зміст операції	Установо к-чная база
Знос опорних шийок	Обробка під ремонтни й розмір	1	Механічна обробка. Обробити шийки під ремонтний розмір.	Центровое отверстие
		2	Шліфування. Шліфувати оброблені шийки.	
		3	Мийка. промити деталь.	
Знос кулачків	Механічна обробка	1	Механічна обробка. Обробити кулачки до усунення дефекту.	Центровое отверстие
		2	Шліфування. шліфувати кулачки.	
		3	Мийка. Промити деталь.	
		4	Загартування. Провести загартування оброблених кулачків за допомогою ТВЧ.	
Знос шийки під шестеро	Хромуван ня	1	Шліфування. Шліфувати шийку.	Центровое отверстие
		2	Декапирование.	
		3	Хромування. Ізольовані не хроміруемой ділянки, хромувати шийку під шестерню.	
		4	Шліфування. Шліфувати хромовану поверхню шийки.	
		5	Мийка. Промити деталь.	

Таблица 2- План технологических операций.

№	Наіменова-ня і зміст операції	Устаткування	Приспособ-лення	Інструмент	
				Робочий	Ізмері-вальний
1	Обробка шийок під ремонтний розмір	Круглошлифувальний станок 36151		Шліфоваль-ний круг	Мікро-метр
2	шліфування	Круглошлифувальний станок 36151		Шліфоваль-ний круг ПП600х40х 305 24425ПСМ2	Мікро-метр
3	Мойка	Ванна з щелочним раствором	Підвіска для мийки деталей		
4	Механічна обробка кулачків	Станок для шлифування кулачків распредвалів моделі 3433	Копір для распредвала 3МЗ-24Д	Шліфоваль-ний круг	Скоба листовая 32.00 мм
5	Шліфування	Станок для шлифування кулачків распредвалів моделі 3433	Копір для распредвала 3МЗ-24Д	Шліфоваль-ний круг ПП600х40х 305 24425ПСМ2 5КВА	скоба листовая 32.00 мм
6	Мойка	Ванна з лужним розчином	Підвіска для мийки деталей		
7	Загартування	Піч для закали ТВЧ			
8	Шліфування	Круглошліфувальний верстат 36151		Шліфоваль-ний круг ПП600х40х 305 24425ПСМ2 5КВА	Штанген-циркуль ЩЦ – 1-125-0,01 ГОСТ 166-80
9	Хромування	Ванна гальванічна	Підвіска для хромірова-ня деталі		Штанген-циркуль ЩЦ – 1-125-0,01
10	Шліфування	Круглошліфувальний верстат		Шліфоваль-ний круг	Штанген-циркуль

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

КП.РА.09.00.00.ПЗ

Лист

10

		36151		ПП600х40х 305 24425ПСМ2 5КВА	ЩЦ – 1- 125-0,01 ГОСТ 166- 80
11	Мойка	Ванна з лужним розчином	Підвіска для мийки деталей		

### 3.4 Розробка операцій по відновленню деталей

Вихідні дані (для операції 9):

Деталь - вал розподільний ЗМЗ-402 кулачки.

$d = 32 \pm 0,025 \text{ мм}$   $a-b = 6,6 \pm 0,05 \text{ мм}$  (ремонтний чертёж детали).

Матеріал – сталь 45 за ГОСТ 1050-88;

Твердість HRC=56;

Маса деталі – не більше 5 кг;

Устаткування - ванна гальванічна;

Установка деталі - завішування в ванні;

Таблиця 3 Зміст операції

№ перехід	Зміст переходу
1	Помістити деталь в гальванічну ванну
2	Хромувати шийку с $D=27,85$ до $d=28,0$
3	Зняти деталь

Визначаємо припуск на обробку при хромування:

номінальний діаметр  $D_{\text{ном}} = 28,0 (+0,017; -0,002)$  (по робочим кресленням)

Приймаємо до розрахунку  $d_{\text{ном}} = 28,0$

(т.е.  $D_{\text{max}} = 28,017$ ;  $D_{\text{min}} = 27,998$ )

Ремонт потрібно при діаметрі менше  $D_{\text{доп}} = 27,998 \text{ мм}$

Діаметр зношеної поверхні (за завданням)  $d_{\text{зноса}} = 27,85 \text{ мм}$ .

Перед хромуванням деталь шліфують «як чисто» для усунення слідів зносу і додання правильної геометричної форми.

Припуск на шліфування (на діаметр)  $2 \cdot \sigma_1 = 0,1$  (6.стр186)

		Никоровский			КП.РА.09.00.00.ПЗ	Лист
		Деменев В.М.				12
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		



З урахуванням шліфування «як чисто» діаметр шийки складе:

$$D_{\min} = d_{\text{ізноса}} - 2\sigma_1 = 27,85 - 0,1 = 27,75.$$

Для відновлення розміру отвори слід нанести шар металу (хромуванням) такої товщини, щоб після обробки забезпечити розміри і шорсткість по робочим кресленням, виконавши попередню і остаточну обробки. При призначенні товщини покриття необхідно враховувати припуск на подальше шліфування деталі в межах 0,2 – 0,25 мм.

Определяем припуск на шлифование после хромирования.

Попереднє:  $2\sigma_2 = 0,050$ .

$$\text{Залишкова: } 2\sigma_3 = 0,15.$$

Таким чином, максимальний діаметр отвору після хромування повинен бути:

$$D_{\max} = d_{\text{ном}} + 2\sigma_2 + 2\sigma_3 = 27,85 + 0,050 + 0,15 = 28,05$$

Следовательно, толщина гальванического покрытия должна быть не менее:

$$H = (d_{\max} - d_{\min}) / 2 = (28,05 - 27,75) / 2 = 0,15$$

Результати розрахунку:

1. Шліфование до хромування «як чисто»:

$$\text{Припуск } \sigma_1 = 0,050$$

2. Товщина хромирування:

$$\text{Припуск } H = 0,2$$

3. Шліфування після хромування:

- попереднє

$$\text{Припуск } \sigma_2 = 0,025$$

- окончательное

$$\text{Припуск } \sigma_3 = 0,075$$

## **Розраховуємо режими обробки:**

За основний час при нормуванні гальванічних робіт приймають тривалість покриття.

Основний час визначається:

$$T = 60 * H * r / C * D_k * \eta$$

де  $H$  – товщина осаду покриття на сторону, м (6. табл.221)

$r$  - щільність осідає, металу, кг/м<sup>3</sup>      $r = 7,8$  г/ см

$C$  – електрохімічний еквівалент, г/а.ч (6. табл.222)  $C = 1,042$  г/а ч

$D_k$  – катодний щільність струму, А/дм<sup>2</sup> (6. табл.223)

$\eta$  - вихід металу по струму в % (6. табл.223)

$$T_o = (60 * 0,415 * 7800) / (1,042 * 40 * 85) = 54,82 \text{ мин}$$

Допоміжний час приймається підготовка обладнання до роботи, підготовка вироби для покриття, завантаження і вивантаження, монтаж його в пристосуванні і т.д и т.д. (6.табл. 225-232)

### **Допоміжний час**

$$T_v = 0,07 + 0,27 + 0,13 + 0,05 + 0,04 + 0,12 = 12,56 \text{ мин}$$

Додатковий час:

$$T_d = 14\% (T_o + T_v) \text{ (6. стр. 192)}$$

$$T_d = 9,43 \text{ мин}$$

### **Штучний час**

$$T_{ш} = T_o + T_v + T_d$$

$$T_{ш} = 54,82 + 12,56 + 9,43 = 76,81 \text{ мин}$$

### Вихідні дані (для операції 2)

Деталь - вал розподільний ЗМЗ-24Д опорні шийки  $d = 52-0.02\text{мм}$

Матеріал - сталь 45 по ГОСТ 1050-74

Твердість - HRC = 54

Маса деталі - не більше 5 кг

Устаткування - Круглошліфувальний верстат 36151

Спосіб установки - центрові отвори

Інструмент - Шліфувальний круг ПП600х40х305 24425ПСМ25КВА

Необхідна точність -  $52-0.02\text{ мм}$

Необхідна шорсткість - не більше  $Ra = 0,32$  по ГОСТ 2789-73

Умови обробки - охолодження суміш гасу з маслом

Таблиця 4 Зміст операції

№ переходу	Зміст переходу
1	Встановити вал розподільник в центрові отвори
2	Налаштувати швидкість обертання шпинделя
3	Включити подачу МОР (суміш гасу з маслом)
4	Шлифувати опорные шейки до $51.75_{-0.02}\text{мм}$

### Визначаємо припуск на обробку опорних шийок вала розподільного ЗМЗ-24Д

Номинальный размер  $D_{\text{ном}} = 52_{-0.02}\text{мм}$

Приймаємо до розрахунку  $d_{\text{ном}} = 51.998\text{мм}$

Приймаємо до розрахунку  $51.890\text{мм}$

Наступний ремонтний розмір  $51.750_{-0.02}\text{мм}$

Визначаємо припуск на шліфування до наступного ремонтного розміру

Попереднє  $2\sigma_2 = 0.100\text{мм}$

Остаточне  $4\sigma_4 = 0.040\text{мм}$

## Результати розрахунку

Шліфування до ремонтного розміру

Попереднє: припуск  $\sigma_2=0,050\text{мм}$

Остаточне: припуск  $\sigma_4=0,010\text{мм}$

Визначити штучний час на шліфування опорних шийок розподільного вала 3МЗ-24д. Припуск на шліфування -0,140. діаметр шийки-51,75. обладнання - Круглошліфувальний верстат 36151

### 1. Виконуємо розрахунки режимів обробки для даної операції

#### 2. Основний час

$$3. T_o = Z * K \setminus n_u * S_t$$

$$Z=0,140 \quad N_u=184$$

$$K=1,7$$

Частота обертання оброблюваної деталі

$$\text{Швидкість обертання } V_u = 30 \text{ м\} \text{мин}$$

$$\text{За паспортом верстата } N_u = 140 \text{ об\} \text{мин}$$

$$\text{Радіальна подача } S_t = 0.005$$

$$N_u = 1000 * V_u \setminus P_d = 1000 * 30 \setminus 3,14 * 51,75 = 184 \text{ об\} \text{мин}$$

$$T_o = Z * K \setminus n_u * S_t = 0,140 * 1,7 \setminus 184 * 0.005 = 0,25 \text{ мин}$$

$$\text{На деталь : } T_o = 4 * 0,25 = 1 \text{ мин}$$

#### 4. Вспомогательное время

$$T_{в}^{cy} = 1,0 \text{ мин} \quad T_{в}^{пр} = 1,0 + 4 * 0,55 = 3,2 \text{ мин}$$

$$T_{в} = T_{в}^{cy} * T_{в}^{пр} = 1,0 + 3,2 = 4,2 \text{ мин}$$

#### 5. Дополнительное время

$$T_g = K(T_o + T_{в}) \setminus 100 = 9(1 + 4,2) \setminus 100 = 0,46 \text{ мин}$$

#### 6. Штучное время

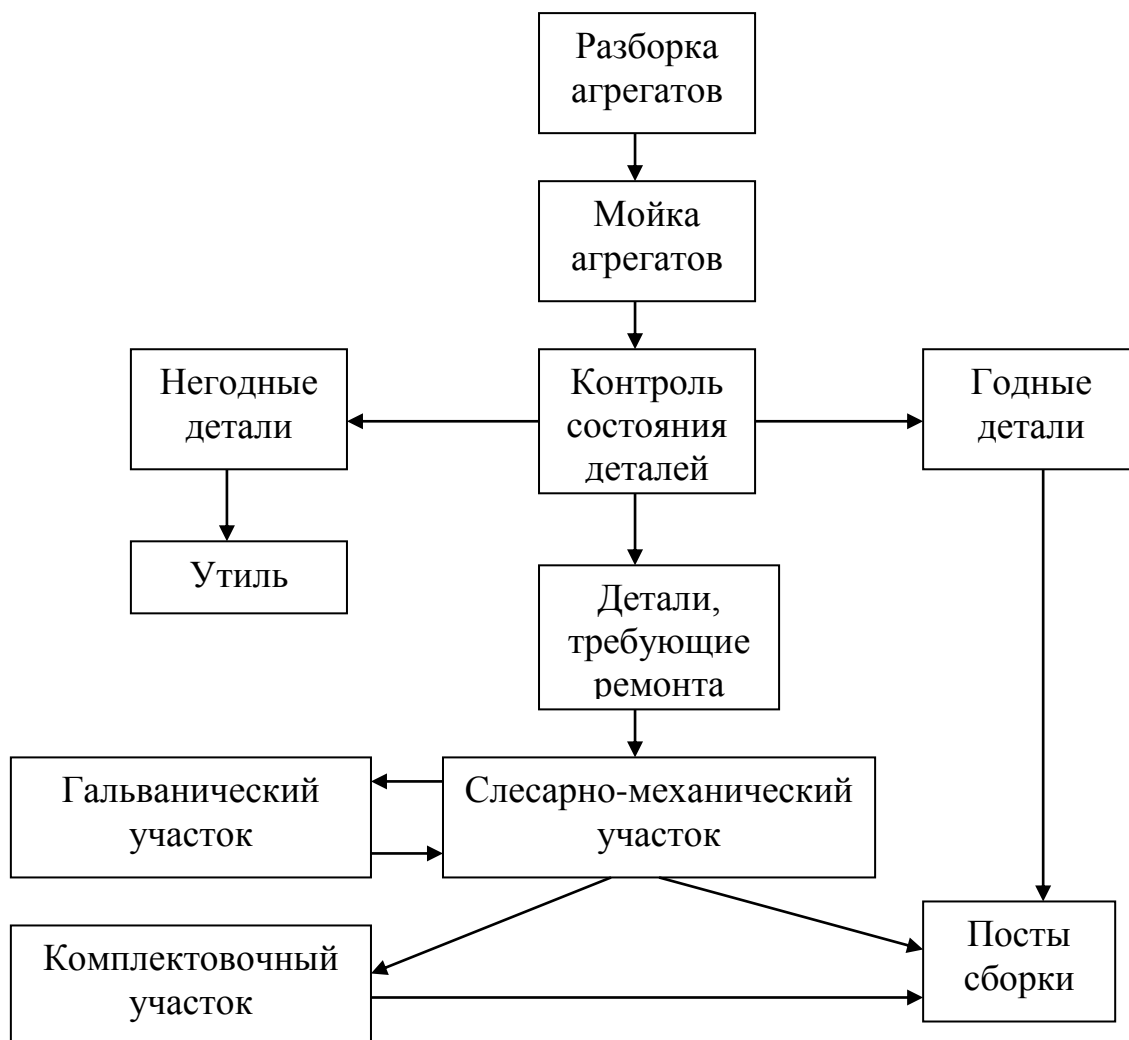
$$T_{шт} = 1 + 4,2 + 0,46 = 5,66 \text{ мин.}$$

## 4 Організація праці на механічній дільниці

### 4.1 Загальна характеристика ділянки

Ділянка призначена для ремонту деталей слюсарно-механічної обробки, а також виготовлення деяких деталей нетоварної номенклатури (додаткових ремонтних, простих осей, валів). Базисні деталі (блоки циліндрів, балки передніх мостів, картера) на цій ділянці, як правило не ремонтують.

### 4.2 Виробничий процес на ділянці



### 4.3 Розрахунок виробничої площі механічного ділянки

Таблиця 5 Устаткування й оснащення для механічного ділянки.

№ п/п	Наименование оборудования	Модель	Принятое кол-во	Габаритные размеры в плане, мм.	Общая занимае мая. площ м <sup>2</sup>	Потреб ляемая мощ- ность, кВт.
1	Универсальный токарно- винторезный станок	1E604	1	1180X590	0,7	1,1
2	Радиально- сверлильный станок	2М55	1	2670X1000	2,67	4,0
3	Вертикально- сверлильный станок	2Н135	1	1245X815	1,0	4,0
4	Поперечно- строгальный станок	7В36	1	2950X1430	4,22	3,5
5	Универсальный консольно- фрезерный станок	6Р83Ш	1	2600X2135	5,55	10,0
6	Внутришлифова льный станок универсальный высокой точности	3К227	1	2815X1900	5,35	4,0
7	Круглошлифова льный станок	36151	1	3060X2000	6,12	4,0
8	Станок для шлифования кулачков распределитель ных валов	3433	1	2580X1550	4,0	3,5
9	Пресс гидравлический	Р-342- М1	1	1700×650	1,1	3,0
Итого					30,71	37,1

**Розраховувати площа механіческо ділянки:**

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об}} * K_{\text{п}}$$

$$F_{\text{об}} = 30,71 \text{ м}^2$$

де  $K_{\text{п}}$ - коефіцієнт щільності розміщення обладнання,

Для механічного ділянки  $K_{\text{п}} = 4,5$

$$F_{\text{уч}} = 30,71 * 4,5 = 138,2 \text{ м}^2, \text{ принимаем } 144 \text{ м}^2 (12 \times 12)$$

Приймаємо ширину поста  $B = 12 \text{ м}$

$$Z = F_{\text{п}} / B$$

$$Z = 138,2 / 12 = 11,52 \text{ принимаем длину поста } 12 \text{ м}$$

Окончательно площадь поста:

$$F_{\text{п}} = B * Z$$

$$F_{\text{п}} = 12 * 12 = 144 \text{ м}^2$$

Размер колон-  $600 \times 600 \text{ мм}$

Наружная стена-  $520 \text{ мм}$

При проектировании участка, годовой объем работ рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{р}} = t * n * N * K_{\text{мр}},$$

где  $t$  – трудоемкость на единицу продукции, чел-ч

$n$  – число одноименных деталей в изделии, шт

$N$  – годовая программа

$K_{\text{мр}}$  – маршрутный коэффициент ремонта  $= 1,07$

$$t = 2,01 \text{ чел-ч}, n = 1; N = 7000, K_{\text{мр}} = 1,07$$

$$T_{\text{р}} = 2,01 * 1 * 5000 * 1,07 = 10750,9$$

					КП.РА.09.00.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		18

Расчет количества производственных рабочих на участке.

Состав рабочих для участка рассчитывается по формуле:

$M_{\text{сп}} = T_{\text{гр}} \backslash \Phi_{\text{др}}$ , где

$M_{\text{сп}}$  – состав работающих, чел

$\Phi_{\text{др}}$  – фонд времени действительного рабочего, ч.

$T_{\text{г}} = 10750.9$  чел-ч  $\Phi_{\text{др}} = 2070$

$M_{\text{сп}} = 10750,9 \backslash 2070 = 5,07$  чел принимаем 6 чел.

					КП.РА.09.00.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		19