Определение такта выпуска продукции:

$τ=\frac{60∙Ф\_{С}}{Д}=\frac{60∙5952}{120000}=2,976 \frac{шт}{час}$ .

где Д – годовой выпуск деталей, 120000 штук;

$Ф\_{С}$ - действительный годовой фонд времени:

$Ф\_{С}=n∙f∙t=248∙3∙8=5952 часов$,

где $n$ - количество рабочих дней в году, в 2020 составило 248 дней;

$f$ – количество смен, 3;

$t$ - количество часов в смене, 8 часов.

Определение серийности производства:

$К\_{З}=\frac{τ}{Т\_{ш}}=\frac{2,976}{4,602}=0,66$ - массовое производство.

где $Т\_{ш}$ – средне штучное время по операциям обработки детали:

$Т\_{ш}=\frac{\sum\_{}^{}Т\_{шi}}{n}=\frac{2,9+3,4+0,6+0,81+15,3}{5}=4,602 мин$,

где $\sum\_{}^{}Т\_{шi}$ - сумма штучного времени по всем операциям, мин;

$n$ - число операций, 5.

По максимальной массе обрабатываемых деталей цех относится к I (легкому) классу машиностроения.

Трудоемкость всей детали:

$Т\_{д}=\sum\_{}^{}Т\_{ш}=2,9+3,4+0,6+0,81+15,3=23,01$ мин

Предварительный расчет необходимого количества оборудования:

$С\_{Р}=\frac{Т\_{к}}{Ф\_{С}}$,

где $Т\_{к}$ - трудоемкость обработки годового количества всех деталей на станках данного типоразмера, станкочасы:

$Т\_{к}=\frac{\sum\_{}^{}Т\_{ш}∙Д}{60}$,

- для операции 05 (сверлильная):

$Т\_{к1}=\frac{2,9∙120000}{60}=5800; С\_{Р}=\frac{5800}{5952}=0,98\rightarrow С\_{п}=1 станок$ ;

- для операции 10 (токарная):

$Т\_{к2}=\frac{3,4∙120000}{60}=6800; С\_{Р}=\frac{6800}{5952}=1,14\rightarrow С\_{п}=2 станка$;

- для операции 15 (протяжная):

$Т\_{к3}=\frac{0,6∙120000}{60}=1200; С\_{Р}=\frac{1200}{5952}=0,2\rightarrow С\_{п}=1 станок$;

- для операции 20 (сверлильная):

$Т\_{к4}=\frac{0,81∙120000}{60}=1620; С\_{Р}=\frac{1620}{5952}=0,27\rightarrow С\_{п}=1 станок$;

- для операции 25 (зубострогальная):

$Т\_{к5}=\frac{15,3∙120000}{60}=30600; С\_{Р}=\frac{30600}{5952}=5,14\rightarrow С\_{п}=6 станов$.

Общее количество станков:

$\sum\_{}^{}С\_{п}=1+2+1+1+6=11$ станков

Коэффициент загрузки оборудования:

$К\_{З}=\frac{С\_{Р}}{С\_{п}}$,

- для операции 05 (сверлильная):

$К\_{З1}=\frac{0,98}{1}=0,98$ ;

- для операции 10 (токарная):

$К\_{З2}=\frac{1,14}{2}=0,57$ ;

- для операции 15 (протяжная):

$К\_{З3}=\frac{0,2}{1}=0,2$ ;

- для операции 20 (сверлильная):

$К\_{З4}=\frac{0,27}{1}=0,27$ ;

- для операции 25 (зубострогальная):

$К\_{З5}=\frac{5,14}{6}=0,87$ .

Средний коэффициент загрузки:

$К\_{Зср}=\frac{\sum\_{}^{}С\_{Р}}{\sum\_{}^{}С\_{п}}=0,58$.

График загрузки оборудования:



Корректирование технологического процесса:

На операциях 15 и 20 загрузка станка слишком мала, поэтому для повышения среднего коэффициента загрузки перенесем эти операции в соседний цех на заданные станки.

Средний коэффициент загрузки:

$К\_{Зср}=\frac{\sum\_{}^{}С\_{Р}}{\sum\_{}^{}С\_{п}}=0,81$.

Теперь коэффициент загрузки соответствует для минимального значения для серийного производства:

$К\_{Зср}=0,81\geq \left[К\_{Зср}\right]=0,75…0,85$

График загрузки:



Уточненное общее количество станков:

$\sum\_{}^{}С\_{п}=1+2+6=9$ станков

Ведомость расчета количества станков

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Типоразмер станка | Размер и мощность станка, мм и кВт | Годовой выпуск деталей, шт | Норма времени на одну деталь, мин | Время на годовой выпуск деталей, станкочас | Потребность в станках | Коэффициент загрузки |
| $$С\_{Р}$$ | $$С\_{п}$$ |
| Сверлильный2Г175 | 2325х1890х353011 кВт | 120000 | 2,9 | 5800 | 0,98 | 1 | 0,98 |
| Токарный1К282 | 3070х2945х380555 кВт | 120000 | 3,4 | 6800 | 1,14 | 2 | 0,57 |
| Зубострогальный5С276П | 3400х3300х19954 кВт | 120000 | 15,3 | 30600 | 5,14 | 6 | 0,87 |
| Итого: |  |  |  | 43200 | 7,32 | 9 |  |

Дополнительное оборудование:

- количество заточных станков (5% от основного оборудования):

9 · 0,05 = 0,45 шт; примем 1 станок;

- количество станков вспомогательного оборудования (2% от основного оборудования):

9 · 0,02 = 0,18 шт.; при такой малой загрузке будем использовать вспомогательное оборудования соседнего цеха;

- количество станков по ремонту инструмента (3% от основного оборудования):

9 · 0,03 = 0,27 шт.; при такой малой загрузке будем использовать оборудования по ремонту инструмента соседнего цеха;

Общее количество дополнительного оборудования: 1 заточной станок.

Определение количества производственных рабочих:

$Р\_{СТ}=\frac{Т\_{К}}{Ф\_{Р}К\_{М}}$,

где $Т\_{К}$ - трудоемкость годового выпуска, станкочасы;

$Ф\_{Р}$ - действительный годовой фонд времени работы производственного рабочего, 5952 ч;

$К\_{М}$ - коэффициент многостаночного обслуживания, 1,5…1,8;

- для операции 05 (сверлильная):

$Р\_{СТ1}=\frac{5800}{5952∙1,5}=0,65 чел\rightarrow примем 1 рабочего-сверловщика$;

- для операции 10 (токарная):

$Р\_{СТ2}=\frac{6800}{5952∙1,5}=0,76 чел\rightarrow примем 1 рабочего-токаря$;

- для операции 25 (зубострогальная):

$Р\_{СТ3}=\frac{30600}{5952∙1,5}=3,43 чел\rightarrow примем 4 рабочих-зубострогальщиков$;

Общее расчетное количество производственных рабочих:

$Р\_{СТ}=\sum\_{}^{}Р\_{СТi}=1+1+4=6$ человек.

График многостаночного обслуживания.

Исходя из графика, принимаем двух производственных рабочих:

- токарь-сверловщик – 1 человек;

- зубострогальщик – 1 человек.

Общее количество производственных рабочих – 2 человека;

Вспомогательные рабочие (25…30% от производственных рабочих):

2 · 0,3 = 0,6 чел; примем 1 человека.

ИТР (10 – 12% от производственных рабочих):

2 · 0,12 = 0,24 чел; при такой маленькой загрузке приглашаем мастера из соседнего цеха.

Служащие (2 – 3% от производственных рабочих):

2 · 0,03 = 0,06 чел; при такой маленькой загрузке приглашаем служащего из соседнего цеха.

ОТК (4 – 6% от производственных рабочих):

2 · 0,06 = 0,12 чел; при такой маленькой загрузке приглашаем работника ОТК из соседнего цеха.

Общее количество дополнительных работников: 1 человек (вспомогательный рабочий).

Общее количество работников: 3 человека.

Компоновка механического цеха:

Механический цех (основное оборудование):

S = 9 · 16,8 = 151 м2.

Склад заготовок:

S = 8 · 6 = 48 м2.

Склад готовой продукции:

S = 10 · 6 = 60 м2.

Заточное отделение:

S = 7 · 6 = 42 м2.

Общая площадь: 151 + 48 + 60 + 42 = 301 м2.

Выбор и обоснование систем уборки и транспортировки стружки.

Классификация стружки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа стружки | Вид стружки | Плотность т/м3 | Оборудование, на котором образуется стружка |
| 1 | Элементная(мелкая крошка, кусочки, высечка)  | Чугун ковкий-1,6…1,7Чугун серый -1,9…2,0Сталь - 1,0…1,5Алюминий -0,75  | Все виды металлорежущих станков: фрезерные, протяжные, зубообрабатывающие и строгальные станки, дисковые пилы, холодновысадочные автоматы.  |
| 2 | Элементообразная ( в виде витков, нагартованная, колечки)  | Сталь – 0,6Алюминий – 0,2Бронза – 0,7  | Токарные, карусельные, револьверные, сверлильные и другие станки при силовом резании.  |
| 3 | Автоматный жгутик, мелкий вьюн.  | Сталь – 0,5 -0,6Алюминий –0,17… 0,2Бронза–0,6…0,7  | Токарные автоматы, полуавтоматы, револьверные станки.  |
| 4 | Средний вьюн длинной 100…200 мм. Сечением 20…30 мм2.  | Сталь – 0,3 -0,5Алюминий –0,1… 0,14   | Сверлильные, револьверные, токарные, карусельные, расточные, строгальные.  |
| 5 | Крупный вьюн сечением 40…60 мм2.  | Сталь – 0,2 -0,25Алюминий -0,07   | Крупные токарные и карусельные станки.  |
| 6 | Саблевидная с витками диаметром до 1 м, сечением 100 мм2. | Сталь – 0,15 -0,2  | Крупные токарные и карусельные станки.  |

Типы конвейеров для транспортировки стружки

|  |  |
| --- | --- |
| Тип конвейера | Группа стружки |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Скребковый | + | + |  |  |  |  |
| Шнековый одновинтовой | + | + |  |  |  |  |
| Шнековый одновинтовой |  | + | + |  |  |  |
| Ершово – штанговый |  |  | + | + | + |  |
| Пластинчатый |  |  | + | + | + | + |
| Магнитные | + | + | + | + | + | + |

На участке работают сверлильные, токарные и зубострогальные станки.

Обрабатывается сталь 40Х.

В процессе обработки получается средний вьюн длиной 100…200 мм, сечением 20…30 мм2 - 4 группа стружки.

Поэтому принимаем пластинчатый тип конвейера для уборки и транспортировки стружки.

Технико-экономические показатели цеха

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение |
| Годовой выпуск деталей, шт. | 120000 |
| Себестоимость всех деталей, руб. | 202248000 |
| Площадь участка:- производственная, м2- общая, м2 | 135301 |
| Общее количество производственного оборудования (металлорежущие станки, конвейер, моечная машина), шт. | 13 |
| Количество работающих:- производственные рабочие, чел.- вспомогательные рабочие, чел | 422 |
| Мощность оборудования:- производственного, кВт- подъемно-транспортного, кВт- транспортного, кВт | 172121843 |
| Общая трудоемкость механической обработки:- в станкочасах- в человекочасах | 462004200 |
| Основные средства участка:- здания и сооружения, руб.- оборудование, руб.- инструмент и приспособление, руб.- производственный и хозяйственный инвентарь, руб. | 45052502257500202500020250020250 |
| Годовой фонд заработной платы:- работающих, руб.- производственных рабочих, руб. | 537000013200004050000 |

Себестоимость детали:

$С\_{М}=m\_{З}Ц\_{М}-m\_{отд}Ц\_{отх}=0,0152∙120000-0,0042∙33000=1685,4$ руб,

где $m\_{З}$ - масса заготовки, 0,0152 т;

$Ц\_{М}$ - стоимость металла за тонну, 120000 руб.;

$m\_{отд}$ - масса отходов, 0,0042 т;

$Ц\_{отх}$ – стоимость отходов за тонну, 33000 руб;

Себестоимость всех деталей:

$С\_{М}=1685,4·120000=202248000$ руб.

Общее количество производственного оборудования:

- основное оборудование – 9 станков;

- вспомогательное оборудование (заточной станок) – 1 станок;

- моечная машина – 1 шт.;

- стружечный конвейер – 2 шт.

Количество работающих:

- производственные рабочие (многостаночники) – 2 человека;

- вспомогательный рабочий (обслуживание конвейеров и моечной машины) – 1 человек;

- заточник – 1 человек.

Мощность оборудования:

- сверлильный станок 2Г175 – 11 кВт;

- токарный станок 1К282 – 55 кВт – 2 шт;

- зубострогальный станок 5С276П – 4 кВт – 6 шт;

- кран-балка – 8 кВт;

- моечная машина – 40 кВт,

- стружчатый конвейер – 1,5 кВт.

Итого: 172 кВт.

Трудоемкость:

- в станкочасах: 5800 + 6800 + 30600 = 46200

- человекочасах: $\frac{2,1∙120000}{60}=4200$

Основные средства участка:

- зданий и сооружений: 7500 · 301 = 2257500 руб

- оборудование:

- сверлильный станок – 55000 руб

- токарный станок – 750000 руб

- зубострогальный станок – 325000 руб

- электротележка – 135000 руб

- кран-балка – 250000 руб

- моечная машина – 510000 руб.

- стружчатый конвейер – 250000 руб (за 2)

- инструмент и приспособления (10% от стоимости всего оборудования) – 202500 руб

 - производственный и хозяйственный инвентарь (1% от стоимости оборудования) – 20250 руб.

Заработная плата производственных рабочих:

- основная:

$З\_{0}=С\_{1}К\_{ср}Т\_{ш}$,

где $С\_{1}$ – часовая тарифная ставка, 150 руб;

$К\_{ср}$ - коэффициент, 1,5;

$Т\_{ра}$ – время рабочего, затраченное на наладку станка, 7,2 мин или 0,12 часа;

$З\_{0}=150∙1,5∙0,12=27 руб$,

За все детали: 27 · 120000 = 3240000 руб

- премия:

$П\_{ПР}=0,25З\_{0}=0,25∙27=6,75$ руб

За все детали: 6,75 · 120000 = 810000 руб

Фонд заработной платы:

$Ф\_{ЗП}=З\_{0}+П\_{ПР}=27+6,75=33,75$ руб

За все детали: 33,75 · 120000 = 4050000 руб

Зарплата вспомогательных рабочих:

- оклад: 50000 руб. - премия (10%): 5000 руб.

- годовой фонд заработной платы: 12 · 2 · (50000 + 5000) = 1320000 руб

Технико-экономические (относительные) показатели цеха

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение |
| Выпуск продукции:- на одного работающего, руб- на одного производственного рабочего, руб- на 1 м2 производственной площади за 1 смену, руб- на 1 м2 общей площади за 1 смену, руб- на 1 руб. основных средств, руб | 5056200010112400074307,433327,344,89 |
| Стоимость основных производственных фондов на 1 руб. выпускаемой продукции, руб | 0,02 |
| Общая площадь на единицу оборудования, м2 | 23,15 |
| Производственная площадь на единицу оборудования, м2 | 10,38 |
| Средний коэффициент загрузки оборудования, % | 81 |
| Средняя мощность одного станка на одного производственного рабочего (энерговооруженность), кВт/чел | 6,72 |
| Средняя мощность станочного оборудования на одного производственного рабочего (энерговооруженность), кВт/чел | 6,62 |
| Коэффициент использования металла при обработке детали основной продукции, % | 72 |
| Структура цеховой себестоимости:- материалы, %- основная заработная плата производственных рабочих, %- цеховые накладные расходы, % | 761,222,8 |
| Себестоимость 1 т деталей на 1 шт изделия, руб. | 90,9 |
| Цеховая себестоимость 1 т деталей на 1 шт изделия, руб. | 122,27 |
| Отношение цеховых расходов к основной заработной плате производственных рабочих, руб | 19,14 |

Выпуск продукции:

- на одного работающего, руб: 202248000 : 4 = 50562000 руб

- на одного производственного рабочего, руб: 202248000 : 2 = 101124000 руб

- на 1 м2 производственной площади за 1 смену, руб:

за смену в день изготовляют 24 детали, за 1 смену в год изготовляют – 24 · 248 = 5952 шт стоимостью 10031500,8 руб.

площадь производственная равна 135 м2, тогда 10031500,8 : 151 = 74307,4 руб.

- на 1 м2 общей площади за 1 смену, руб: общая площадь 301 м2, тогда 10031500,8 : 301 = 33327,3 руб.

- на 1 руб. основных средств, руб: 202248000 : 4505250 = 44,89 руб.

Стоимость основных производственных фондов на 1 руб. выпускаемой продукции, руб:

4505250 : 202248000 = 0,02 руб

Общая площадь на единицу оборудования, м2: 301 : 13 = 23,15 м2

Производственная площадь на единицу оборудования, м2: 135 : 13 = 10,38

Средняя мощность одного станка на одного производственного рабочего (энерговооруженность), кВт/чел:

средняя мощность станка: $\frac{11+55+55+4+4+4+4+4+4}{9}=13,44$ кВт

тогда $13,44$ : 2 = 6,72 кВт/чел

Средняя мощность станочного оборудования на одного производственного рабочего (энерговооруженность), кВт/чел: 172 : 13 : 2 = 6,62

Коэффициент использования металла при обработке детали основной продукции, %:

$\frac{масса детали}{масса заготовки}=\frac{11 кг}{15,2 кг}=0,81$

Структура цеховой себестоимости: 272019225 руб – 100 %

- материалы, %: 202248000 + 4505250 = 206753250 руб – 76%

- основная заработная плата производственных рабочих, %: 3240000 руб – 1,2%

- цеховые накладные расходы, %: 0,3 · 206753250 = 62025975 руб. – 22,8%

Себестоимость 1 т деталей на 1 шт изделия, руб.: 1000 кг : 11 кг (масса 1 детали) х 1685,4 (стоимость 1 детали) : 1685,4 (стоимость 1 готовой детали) = 90,9 руб.

Цеховая себестоимость 1 т деталей на 1 шт изделия, руб: 1000 кг : 11 кг (масса 1 детали) х 2266,83 ( цеховая стоимость 1 детали (общая цеховая себестоимость поделить на годовую программу)) : 1685,4 (стоимость 1 готовой детали) = 122,27 руб.

Отношение цеховых расходов к основной заработной плате производственных рабочих, руб:

62025975 : 3240000 = 19,14 руб.