Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники»

Кафедра менеджмента

КУРСОВАЯ РАБОТА

по курсу «Организация производства и управление предприятием»

на тему «Расчёт календарно-плановых нормативов

и технико-экономическое обоснование гибкого автоматизированного участка механической обработки деталей»

Студент:

группы 022401 Бегин Д.В.

Руководитель:

преподаватель А. А. Горюшкин

Минск 2014

Содержание

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Введение . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 |
|  | Краткое описание объектов производства и технологических процессов . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 |
|  | Расчёт календарно-плановых нормативов . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 8 |
|  | [2.1 Расчет эффективного фонда времени работы оборудования](#_Toc273544279). . . . . . . .  | 8 |
|  | [2.2 Расчет количества партий деталей и количества переналадок оборудования](#_Toc273544280). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 9 |
|  | [2.3 Расчет годового фонда времени, затрачиваемого на переналадку оборудования](#_Toc273544281). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 9 |
|  | [2.4 Расчет производственной программы](#_Toc273544282) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 10 |
|  | [2.5 Расчет размера партии обрабатываемых деталей](#_Toc273544283) . . . . . . . . . . . . . . . .  | 11 |
|  | [2.6 Расчет периодичности (ритмичности) чередования партий деталей](#_Toc273544284) .  | 12 |
|  | [2.7 Расчет необходимого количества единиц оборудования](#_Toc273544285) . . . . . . . . . .  | 12 |
|  | [2.8 Расчет длительности производственного цикла](#_Toc273544286) . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 14 |
|  | [2.9 Расчет незавершенного производства](#_Toc273544287) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 18 |
|  | [2.10 Расчет необходимого количества транспортных средств](#_Toc273544288) . . . . . . . . .  | 18 |
|  | [2.11Расчет необходимого количества промышленных роботов](#_Toc273544288) . . . . . . . | 20 |
|  | Планировка и расчёт производственной площади участка, выбор типа здания . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 22 |
|  | [3.1 Планировка производственного участка](#_Toc273544290) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 22 |
|  | [3.2 Расчёт производственной площади участка](#_Toc273544291) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 23 |
|  | [3.3 Обоснование выбора типа здания](#_Toc273544292) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 24 |
|  | Расчёт мощности, потребляемой оборудованием . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 26 |
|  | Расчёт численности производственного персонала . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 27 |
|  | [5.1 Расчёт численности операторов, осуществляющих наблюдение за работой технологического оборудования](#_Toc273544295) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 27 |
|  | [5.2 Расчёт численности наладчиков оборудования](#_Toc273544296) . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 29 |
|  | [5.3 Расчёт численности рабочих по настройке инструмента](#_Toc273544297) . . . . . . . . . .  | 30 |
|  | [5.4 Расчёт численности сборщиков приспособлений](#_Toc273544298) . . . . . . . . . . . . . . . .  | 30 |
|  | [5.5 Расчёт численности транспортных рабочих](#_Toc273544299) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 31 |
|  | [5.6 Расчёт численности ремонтного персонала и персонала по межремонтному обслуживанию](#_Toc273544300) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 31 |
|  | [5.7 Расчёт общей численности рабочих](#_Toc273544301) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 38 |
|  | Расчёт капитальных вложений . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 39 |
|  | [6.1 Расчёт затрат на строительство здания, занимаемого производственным участком](#_Toc273544303) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 39 |
|  | [6.2 Расчёт затрат на технологическое оборудование и транспортные средства](#_Toc273544304) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 39 |
|  | [6.3 Расчёт затрат на энергетическое оборудование](#_Toc273544305) . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 40 |
|  | [6.4 Расчёт затрат на комплект дорогостоящей оснастки, УСПО и инструмента](#_Toc273544306) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 40 |
|  | [6.5 Расчёт затрат на измерительные и регулирующие приборы](#_Toc273544307) . . . . . . .  | 42 |
|  | [6.6 Расчёт затрат на комплект программ управления](#_Toc273544308) . . . . . . . . . . . . . . . .  | 42 |
|  | [6.7 Расчёт затрат на производственный и хозяйственный инвентарь](#_Toc273544309) . . .  | 43 |
|  | [6.8 Расчёт предпроизводственных затрат](#_Toc273544310) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 43 |
|  | [6.9 Расчёт величины оборотных средств в незавершённом производстве](#_Toc273544311) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 44 |
|  | [6.10 Расчёт общей величины капитальных вложений](#_Toc273544312) . . . . . . . . . . . . . . . . | 44 |
|  | Расчёт себестоимости выпускаемой продукции . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 46 |
|  | [7.1 Расчёт затрат на основные материалы](#_Toc273544314) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 46 |
|  | [7.2 Расчёт основной заработной платы производственных рабочих](#_Toc273544315) . . . .  | 47 |
|  | [7.3 Расчёт дополнительной заработной платы производственных рабочих](#_Toc273544316) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 50 |
|  | [7.4 Расчёт обязательных страховых взносов в фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь](#_Toc273544317) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 51 |
|  | 7.5 Расчет страховых взносов по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний | 51 |
|  | [7.6 Расчёт налога на недвижимость](#_Toc273544318) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 52 |
|  | [7.7 Расчёт затрат на потребляемую силовую электроэнергию](#_Toc273544319) . . . . . . . . .  | 52 |
|  | [7.8 Расчёт затрат на амортизацию основных фондов](#_Toc273544320) . . . . . . . . . . . . . . . .  | 53 |
|  | [7.9 Расчёт затрат на ремонт и техническое обслуживание оборудования и транспортных средств](#_Toc273544321) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 53 |
|  | [7.10 Расчёт затрат на содержание площади, занимаемой участком](#_Toc273544322) . . . . .  | 54 |
|  | [7.11 Расчёт затрат на ремонт и обслуживание ЧПУ](#_Toc273544323) . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 55 |
|  | [7.12 Расчёт затрат на возмещение износа малоценного инструмента и инвентаря](#_Toc273544324) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 55 |
|  | [7.13 Расчёт себестоимости обработки деталей годового выпуска и калькуляция себестоимости единицы продукции](#_Toc273544325) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 55 |
|  | Расчёт величины годового экономического эффекта . . . . . . . . . . . . . . . . | 59 |
|  | [8.1 Расчёт суммы приведенных затрат](#_Toc273544327) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .  | 59 |
|  | [8.2 Расчёт величины годового экономического эффекта](#_Toc273544328) . . . . . . . . . . . . .  | 59 |
|  | [8.3 Расчёт срока окупаемости дополнительных капитальных вложений](#_Toc273544329) | 60 |
|  | Основные технико-экономические показатели работы участка . . . . . . . . | 61 |
|  | Выводы . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 62 |
|  | Список использованных источников.................................. | 63 |

**Введение**

Автоматические линии - это система согласованно работающих и автоматически управляемых станков, транспортных средств и контрольных механизмов, размещенных по ходу технологического процесса, при помощи которого производится обработка деталей или сборка изделий по заранее заданному технологическому процессу в строго заданное время (т.е. в соответствии с заданным тактом).

В зависимости от способа обеспечения ритмичности различают синхронные (жесткие) автоматические линии, для которых характерна жесткая межагрегатная связь и несинхронные (гибкие) с гибкой межагрегатной связью.

Одной из разновидностей автоматических линий является гибкая производственная система (ГПС). Гибкое производство - это производство, которое позволяет за короткое время при минимальных затратах на одном и том же оборудовании, не прерывая производственного процесса, переходить на выпуск новой продукции произвольной номенклатуры в пределах технических возможностей оборудования.

Основными принципами функционирования ГПС являются:

- “безлюдная” технология, т.е. максимальное высвобождение человека из сферы производства;

- групповая технология обработки деталей, обеспечивающая минимальные затраты, связанные с переналадкой технических средств системы;

- организация работы в три смены, что вызывается необходимостью интенсификации использования дорогостоящей техники;

- автоматический переход на обработку другого изделия, что реализуется путем программной перестройки всего ГПС.

Внедрение в производство ГПС влечет за собой ряд существенных преимуществ перед другими методами организации производства. Среди наиболее значимых преимуществ можно отметить такие, как снижение себестоимости и трудоемкости продукции; улучшение условий труда рабочих; повышение производительности труда; сокращение длительности производственного цикла и др.

Однако переход к ГПС неизбежно влечет за собой и рост капитальных вложений. В связи с этим встает необходимость проведения технико-экономических расчетов при проектировании гибкого автоматизированного участка с целью определения объема капитальных вложений, их экономической эффективности и последующего рассмотрения вопроса о целесообразности внедрения гибкого автоматического производства.

**1. Краткое описание объектов производства и технологических процессов**

Согласно заданию к курсовому проектированию номенклатура выпускаемых участком деталей за плановый период состоит из трех наименований. Перечень деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка материала, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение детали | Наименованиедетали | Видзаготовки | Материал (марка) | Норма расхода, кг | Чистый вес детали, кг | Оптовая цена за 1 кг материала, у. е. | Оптовая цена за 1 кг отходов, у. е. |
| N1 | Винт продольной подачи – 272 | Прокат | Ст. 45 | 1,2 | 1,0 | 0,1 | 0,025 |
| N2 | Винт продольной подачи – 675 | Прокат | Ст. 45 | 3,8 | 3 | 0,1 | 0,025 |
| N4 | Валик шлицевый 20×260 | Прокат | Ст. 45 | 1,3 | 1,1 | 0,1 | 0,025 |

Описание технологического процесса изготовления каждого типоразмера детали представлено в таблице 1.2. Для каждой операции указывается технологическое оборудование, разряд работы по операциям и нормы времени по вариантам (базовому и проектируемому). Причем в таблице 1.2 приводится структура нормы времени на операцию - основное (машинное) время *t0*, вспомогательное (ручное или роботизированное) время *tв*. Время на переналадку оборудования  устанавливается на партию обрабатываемых деталей.

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование операций | Разряд работы | Номенклатура деталей | Базовый вариант | Проектируемый вариант |
| Наименование оборудования | Затраты времени, мин.  | Наименование оборудования | Затраты времени, мин.  |
| tо | tв | tоп | tн | tо | tв | tоп | tн |
| 1. Отрезная | 2 | 2 | Отрезной станок8Г662Ф2 | 1,2 | 0,40 | 1,6 | 3,0 | Автомат отрезной круглопильный 8Г662Ф2Мс промышленным роботом БРИГ-10Б8Г662Ф2М | 1,20 | 0,20 | 1,40 | 3,0 |
| 2 | 3 | 2,3 | 0,7 | 3 | 3,0 | 2,3 | 0,35 | 2,65 | 3,0 |
| 2 | 4 | 1,3 | 0,45 | 1,75 | 3,0 | 1,30 | 0,20 | 1,50 | 3,0 |
| 2. Токарная | 4 | 2 | Станок токарно-винто-резной 1М63МФ101 | 72,0 | 24,0 | 96,0 | 10,0 | Модуль гибкий производственный токарный 16Б16Т1С1РМ1 | 30,0 | 10,0 | 40,0 | 5,0 |
| 3 | 3 | 90 | 30 | 120 | 10,0 | 40 | 10 | 50 | 5,0 |
| 3 | 4 | 32,0 | 11,0 | 43,0 | 10,0 | 17,0 | 6,0 | 23,0 | 5,0 |
| 3. Фрезерная | 3 | 2 | Станок фрезерный широкоуни-версальный6720ПФ3 | 9,0 | 3,0 | 12,0 | 4,0 | Станок фрезерный широкоуниверсальный6740ВФ20 с промышленным роботом БРИГ-2М/5 | 6,0 | 1,0 | 7,0 | 4,0 |
| 3 | 3 | 6 | 2 | 8 | 4,0 | 4 | 1 | 5 | 4,0 |
| 3 | 4 | 52,0 | 17,0 | 69,0 | 4,0 | 32,0 | 8,0 | 40,0 | 4,0 |
| 4. Кругло-шлифовальная | 4 | 2 | Полуавтоматкруглошлифо-вальный3У12АФ11 | 15,0 | 4,0 | 19,0 | 4,0 | Полуавтомат круглошлифоваль-ный 3У12АФ11 с промышленным роботом БРИГ-2М/5 | 22,0 | 5,0 | 27,0 | 4,0 |
| 4 | 3 | 32 | 11 | 43 | 4,0 | 32 | 5,5 | 37,5 | 4,0 |
| 4 | 4 | 15,0 | 4,0 | 19,0 | 4,0 | 15,0 | 2,0 | 17,0 | 4,0 |
| 5. Шлицешли-фовальная | 5 | 4 | Шлицешли-фовальный станок345А-01 | 14,5 | 4,0 | 15,5 | 0,0 | Шлицешли-фовальный станок М345АР-01Б | 14,0 | 2,0 | 16,0 | 0,0 |

**2. Расчет календарно-плановых нормативов**

**2.1 Расчет эффективного фонда времени работы оборудования**

Определим календарный фонд времени на 2014 год *Fк =* 365 дней.

Затем определим номинальный фонд времени работы оборудования по формуле

,

где *Fп* - количество выходных и праздничных дней составляет 112дней.

дн.

В часах номинальный годовой фонд времени работы оборудования, при работе в одну смену равен

,

где  - количество полных рабочих дней (* дн)*;  - количество предпраздничных, сокращенных на 1 час дней (*дн)*; *tсм*- продолжительность рабочей смены, час.; *tпр*- продолжительность предпраздничной рабочей смены, час.

 часов.

Годовой эффективный фонд времени работы оборудования в часах определим по формуле

 часов,

где *Kп. о* - коэффициент, учитывающий время простоя оборудования в плановом ремонте ().

Годовой эффективный фонд времени в днях с учетом простоев оборудования в плановых ремонтах определим по формуле

дня.

##

**2.2 Расчет количества партий деталей и количества переналадок оборудования**

Количество партий деталей зависит от номенклатуры обрабатываемых деталей  и от количества дней (смен) работы оборудования , если принять, что запуск (выпуск) всех видов деталей будет осуществляться ежедневно (ежесменно). Для базового варианта . В связи с тем, что организация работы гибкого автоматизированного производства не требует большой численности рабочих-операторов и участок оснащён весьма дорогостоящим оборудованием, целесообразно осуществлять производственный процесс в три смены . При ежесменном запуске деталей количество партий определяется по формуле

,

где *Kсм* - число рабочих смен в сутки;

*Н* - номенклатура обрабатываемых деталей;

 - количество дней работы оборудования.

,

.

Количество переналадок оборудования на каждой операции (*nпер*) будет равно количеству партий деталей:



Таким образом,





**2.3 Расчет годового фонда времени, затрачиваемого на переналадку оборудования**

Расчёт ведётся по формуле

ч,

где  – время на переналадку оборудования на соответствующей операции, устанавливаемое на партию деталей, мин;

 – количество переналадок оборудования на соответствующей операции в течение планового периода.

Расчёт фонда времени, затрачиваемого на переналадку оборудования, производится в табличной форме (таблица 2.1).

Таблица 2.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование операции | Базовый вариант | Проектируемый вариант |
| ,мин | ,шт | ,час | ,мин | ,шт | ,час |
| 1. Отрезная | 3 | 1214 | 60,7 | 3 | 1822 | 91,1 |
| 2. Токарная | 10 | 1214 | 202,33 | 5 | 1822 | 151,83 |
| 3. Фрезерная | 4 | 1214 | 80,93 | 4 | 1822 | 121,46 |
| 4. Кругло-шлифовальная | 4 | 1214 | 80,93 | 4 | 1822 | 121,46 |
| 5. Шлицешлифовальная | 0 | 1214 | 0 | 0 | 1822 | 0 |

**2.4 Расчет производственной программы**

Гибкие производственные участки обычно создаются для обработки деталей различных типоразмеров, которые используются для изготовления изделия. Следовательно, программы выпуска по каждому типоразмеру или равны, или кратны между собой.

Расчёт производственной программы производим по ведущей группе оборудования. За ведущую группу оборудования обычно принимают оборудование на той операции, у которой суммарное оперативное время по всей номенклатуре деталей наименьшее и наибольшая стоимость оборудования. В данном случае за ведущую группу принимается оборудование на 3-ей операции в проектируемом варианте.

Так как программы по типоразмерам равны, то их величину можно определить исходя из выражения

,

,

где *t1*, *t2*, *t3* - оперативное время по каждому типоразмеру деталей по ведущей группе оборудования, по которой определяется мощность участка по отдельной операции технологического процесса, мин.;

*Nj = x* - программа *j*-го типоразмера деталей на плановый (годовой) период времени, шт.

,

Расчет производственной программы производим исходя из показателей проектируемого варианта.

Таким образом, имеем:

шт.

Тогда  шт.

  шт.

  шт.

**2.5. Расчёт размера партии обрабатываемых деталей**

Размер партии деталей *j*-го наименования определяется по формуле

,

где  – количество партий деталей *j*-го типоразмера.

При условии запуска одной партии деталей *j*-го наименования в смену

.

Таким образом, в базовом варианте:

$$P\_{1б}=\frac{5190}{202,4∙2}≈13 шт ,$$

$$P\_{2б}=\frac{7785}{202,4∙2}≈19 шт ,$$

$$P\_{3б}=\frac{5190 }{202,4∙2}≈13 шт ,$$

$$P\_{1пр}=\frac{5190}{202,4∙3}≈9 шт ,$$

$$P\_{2пр}=\frac{7785}{202,4∙3}≈13 шт,$$

$$P\_{3пр}=\frac{5190}{202,4∙3}≈9 шт.$$

**2.6. Расчёт периодичности (ритмичности) чередования**

**партий деталей**

Расчёт периодичности чередования партий деталей определяется по формуле

.

Расчеты будут иметь вид:

$$R\_{1б}=\frac{202,4∙2∙13}{5190}=1,$$

$$R\_{2б}=\frac{202,4∙2∙19}{7785}=1,$$

$$R\_{3б}=\frac{202,4∙2∙13}{5190}=1,$$

$$R\_{1пр}=\frac{202,4∙3∙9}{5190}=1,$$

$$R\_{2пр}=\frac{202,4∙3∙13}{7785}=1,$$

$$R\_{3пр}=\frac{202,4∙3∙9}{5190}=1.$$

**2.7. Расчёт необходимого количества единиц оборудования**

Количество единиц оборудования определяется по формуле

,

где *Н* – номенклатура обрабатываемых деталей;

 – программа *j*-го наименования деталей, шт.;

 – оперативное время на *i*-й операции *j*-го наименования деталей, мин;

 – величина времени, затрачиваемая на переналадку оборудования на каждой *i*-й операции, ч (таблица 2.1);

 – коэффициент выполнения норм времени .

Расчёт количества единиц оборудования по операциям технологического процесса производится в табличной форме (таблица 2.2 и таблица 2.3).

Таблица 2.2

Расчёт необходимого количества единиц оборудования

и коэффициента его загрузки для базового варианта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расчетные показатели | Программа выпуска,шт. | Вид операций |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Трудоемкость работ по операциям |
| 1. Пиноль ∅ – 38 | 5190 | 138,4 | 60,7 | 8304 | 202,33 | 1098 | 80,93 | 1643,5 | 80,93 | 0 | 0 |
| 2. Винт продольной подачи – 272 | 7785 | 389,25 | 15570 | 1098 | 5579,25 | 0 |
| 3. Валик шлицевый 20×260 | 5190 | 151,38 | 3719,5 | 5968,5 | 1643,5 | 1340,75 |
| Итого:  | 739,73 | 27795,83 | 8125,43 | 8947,18 | 1340,75 |
| Годовой эффективный фонд времени (*FэKсм*)  | 3224 | 3224 | 3224 | 3224 | 3224 |
| Коэффициент выполнениянорм (*Kв*)  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Расчетное кол-во единиц оборудования (*Cр*)  | 0,23 | 8,62 | 2,52 | 2,78 | 0,42 |
| Принятое кол-во единиц оборудования (*Cпр*)  | 1 | 9 | 3 | 3 | 1 |
| Коэффициент загрузки оборудования (*Kз. с*)  | 0,23 | 0,958 | 0,84 | 0,925 | 0,42 |

Таблица 2.3

Расчёт необходимого количества единиц оборудования

и коэффициента его загрузки для проектируемого варианта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расчетные показатели | Программа выпуска,шт. | Вид операций |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Трудоемкость работ по операциям |
| 1. Пиноль ∅ – 38 | 5190 | 121,1 | 91,1 | 3460 | 151,83 | 605,5 | 121,46 | 2335,5 | 121,46 | 0 | 0 |
| 2. Винт продольной подачи – 272 | 7785 | 343,84 | 6487,5 | 648,75 | 4865,63 | 0 |
| 3. Валик шлицевый 20×260 | 5190 | 129,75 | 1989,5 | 3460 | 1470,5 | 1384 |
| Итого:  | 685,79 | 12088,83 | 4835,72 | 8793,09 | 1384 |
| Годовой эффективный фонд времени (*FэKсм*)  | 4836 | 4836 | 4836 | 4836 | 4836 |
| Коэффициент выполнениянорм (*Kв*)  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Расчетное кол-во единиц оборудования (*Cр*)  | 0,14 | 2,5 | 1 | 1,82 | 0,29 |
| Принятое кол-во единиц оборудования (*Cпр*)  | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| Коэффициент загрузки оборудования (*Kз. с*)  | 0,14 | 0,83 | 1 | 0,909 | 0,29 |

**2.8. Расчёт длительности производственного цикла**

Организация производственного процесса партиями предусматривает использование последовательно-параллельного вида движений предметов труда. При механизации и автоматизации производства чаще всего применяется последовательно-параллельный вид движений, т. к. он обеспечивает такое частичное совмещение времени выполнения смежных операций, что вся изготавливаемая партия деталей проходит через каждую операцию без каких-либо перерывов. Детали с операции на операцию передаются поштучно или небольшими транспортными партиями. Оборудование работает непрерывно, может – в автоматическом режиме.

Расчёт длительности производственного цикла при использовании последовательно-параллельного вида движений партий деталей производится по формуле

,

где  – величина партии деталей *j*-го наименования, шт.;

 – оперативное время на *i*-й операции *j*-го типоразмера деталей, мин;

 – минимальное оперативное время на каждой паре смежных операций с учётом принятого количества единиц оборудования, мин;

 – количество операций технологического процесса изготовления деталей.

В данном курсовом проекте технологический процесс изготовления деталей состоит из пяти операций (*m*=5), номенклатура обрабатываемых деталей равна трем (Н=3), размер партии деталей по каждому типоразмеру составляет: в базовом варианте Р1=Р2=Р3=13; для проектируемого варианта Р1=Р2=Р3= 9; продолжительность выполнения каждой операции по базовому варианту представлены в таблице 2.4, а по проектируемому варианту - в таблице 2.5; количество станков на каждой операции: в базовом варианте *Cпр.1*= 1, *Cпр.2*= 4, *Cпр.3*= 2, *Cпр.4*= 1, *Cпр.5*= 1; для проектируемого варианта *Cпр.1*= 1, *Cпр.2*= 1, *Cпр.3*= 1, *Cпр.4*= 1, *Cпр.5*= 1.

Таблица 2.4

Затраты времени на выполнение каждой операции технологического процесса по всей номенклатуре обрабатываемых деталей (базовый вариант), мин

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование****операции** | **Номенклатура деталей** |
| **N1** | **N2** | **N3** |
| 1. Фрезеровальная1 | 1,6 | 3 | 1,75 |
| 2. Предварительная расточка7 | 96 | 120 | 43 |
| 3. Окончательная расточка3 | 12 | 8 | 69 |
| 4. Сверление и нарезка2 | 19 | 43 | 19 |
| 5. Протяжка1 |  |  | 15,5 |

Длительность производственного цикла по изготовлению деталей N1, N2, N3для базового варианта составляет

$$t\_{ц1.б}=13∙\left(\frac{1,6}{1}+\frac{96}{9}+\frac{12}{3}+\frac{19}{3}\right)-\left(13-1\right)∙\left(\frac{1,6}{1}+\frac{12}{3}+\frac{12}{3}\right)=178,6 мин=2,97 ч ,$$

$$t\_{ц2.б}=19∙\left(\frac{3}{1}+\frac{120}{9}+\frac{8}{3}+\frac{43}{3}\right)-\left(19-1\right)∙\left(\frac{3}{1}+\frac{8}{3}+\frac{8}{3}\right)=483,33 мин=8,05 ч ,$$

$$t\_{ц3.б}=13∙\left(\frac{1,75}{1}+\frac{43}{9}+\frac{69}{3}+\frac{19}{3}+\frac{15,5}{1}\right)-\left(13-1\right)∙\left(\frac{1,75}{1}+\frac{43}{9}+\frac{19}{3}+\frac{19}{3}\right)=437,361 мин=7,2 ч .$$

Таблица 2.5

Затраты времени на выполнение каждой операции технологического процесса по всей номенклатуре обрабатываемых деталей (проектируемый вариант), мин

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование****операции** | **Номенклатура деталей** |
| **N1** | **N2** | **N3** |
| 1. Фрезеровальная | 1,4 | 2,65 | 1,5 |
| 2. Предварительная расточка | 40 | 50 | 23 |
| 3. Окончательная расточка | 7 | 5 | 40 |
| 4. Сверление и нарезка | 27 | 37,5 | 17 |
| 5. Протяжка | 0 | 0 | 16 |

Длительность производственного цикла по изготовлению деталей N1, N2, N3дляпроектируемого варианта составляет

$$t\_{ц1.пр}=9∙\left(\frac{1,4}{1}+\frac{40}{3}+\frac{7}{1}+\frac{27}{2}\right)-\left(9-1\right)∙\left(\frac{1,4}{1}+\frac{7}{1}+\frac{7}{1}\right)=193,9 мин=3,23 ч ,$$

$$t\_{ц2.пр}=13∙\left(\frac{2,65}{1}+\frac{50}{3}+\frac{5}{1}+\frac{37,5}{2}\right)-\left(13-1\right)∙\left(\frac{2,65}{1}+\frac{5}{1}+\frac{5}{1}\right)=408,06 мин=6,8 ч ,$$

$$t\_{ц3.пр}=9∙\left(\frac{1,5}{1}+\frac{23}{3}+\frac{40}{1}+\frac{17}{2}+\frac{16}{1}\right)-\left(9-1\right)∙\left(\frac{1,5}{1}+\frac{23}{3}+\frac{17}{2}+\frac{17}{2}\right)=453,6 мин=7,56 ч .$$

Однако длительность производственного цикла всей номенклатуры изделий не будет соответствовать сумме циклов изделий 1,2 и 4. Поправку к расчету вносит построение графика движения изделий по операциям и время на переналадку оборудования.

Таблица 2.6

Затраты времени на выполнение каждой операции технологического процесса по всей номенклатуре обрабатываемых деталей с учетом станков и партий деталей , мин

|  |
| --- |
| **Базовый вариант** |
| **Наименование операций** | **Номенклатура деталей** |
| 1 | 2 | 4 |
| 1 . Фрезеровать | 20,8 | 57 | 22,75 |
| 2. Предварительная расточка | 138,67 | 253,33 | 62,11 |
| 3. Окончательная расточка | 52 | 50,67 | 299 |
| 4. Сверление | 82,33 | 272,33 | 82,33 |
| 5, Протяжка | 0 | 0 | 201,5 |
| **Проектируемый вариант** |
| **Наименование операций** | **Номенклатура деталей** |
| 1 | 2 | 4 |
| 1 . Фрезеровать | 12,6 | 34,45 | 13,5 |
| 2. Предварительная расточка | 120 | 216,67 | 69 |
| 3. Окончательная расточка | 63 | 65 | 360 |
| 4. Сверление | 121,5 | 243,75 | 76,5 |
| 5, Протяжка | 0 | 0 | 144 |

Рис. 2.1. Расчёт длительности производственного цикла обрабатываемых деталей с учётом времени на переналадку оборудования (базовый вариант):

Рис. 2.2. Расчёт длительности производственного цикла обрабатываемых деталей с учётом времени на переналадку оборудования (проектируемый вариант):

**2.9. Расчёт незавершённого производства**

Среднее количество деталей *j*-го типоразмера в незавершённом производстве определяется по формуле

,

где  – годовая программа запуска изделия *j*-го наименования (типоразмера).

*tц i* - длительность производственного цикла для изделия *j*-го наименования;

*Fэ* - эффективный фонд времени;

*Kсм* - коэффициент сменности.

Для базового варианта:

$$H\_{ср1.б}=\frac{5190∙178,6}{1813,5∙2}≅288шт ,$$

$$H\_{ср2.б}=\frac{7785∙483,33}{1813,5∙2}≅1168 шт,$$

$$H\_{ср3.б}=\frac{5190∙437,36}{1813,5∙2}≅705 шт.$$

Для проектируемого варианта:

$$H\_{ср1.пр}=\frac{5190∙193,9}{1813,5∙3}≅209 шт ,$$

$$H\_{ср2.пр}=\frac{7785∙408,06}{1813,5∙3}≅657 шт,$$

$$H\_{ср3.пр}=\frac{5190∙453,66}{1813,5∙3}≅487 шт.$$

**2.10. Расчёт необходимого количества транспортных средств**

Внутри цехов заготовки, детали, сборочные единицы в процессе изготовления перевозятся между кладовыми (складами) и участками, с одного участка на другой, а на участках – между рабочими местами (технологическим оборудованием). Для этого широко используется транспортное оборудование различного типа, в частности, ручные тележки, электрокары, транспортёры различных типов, робоэлектрокары, промышленные роботы, манипуляторы и другие транспортные средства.

Одним из основных факторов при выборе транспортного средства является грузоподъёмность, для определения достаточности которой необходимо учитывать размеры партий и вес обрабатываемых деталей.

Число транспортных средств прерывного (циклического) действия (тележки, робоэлектрокары и др.) определяется по формуле

,

где  – количество транспортных операций, осуществляемых над каждой деталью (*К = 6*);

 – вес единицы *j*-го типоразмера детали (из исходных данных – норма расхода материала на одно изделие), кг;

 – грузоподъёмность транспортных единиц, кг;

 – коэффициент использования грузоподъёмности транспортных средств ;

 – среднее расстояние между двумя пунктами, м;

 – средняя скорость движения транспортного средства, м/мин ;

 – время на загрузку транспортного средства за каждую операцию, мин ;

 – время на разгрузку транспортного средства за каждую операцию, мин .

*Н* - номенклатура обрабатываемых деталей;

*Kсм* - число смен в сутки.

Для базового варианта выбираем тележку-контейнер типа СМТ327:

напольный электрокар, предназначен для перевозки грузов в цехах (на склад и обратно);

Грузоподъемность до 500 кг;

Габаритные размеры 1500×2150 мм;

Мощность 3,5 кВт;

Оптовая цена 3800 у. е.;

Норма амортизации 15,2%;

Категория ремонтной сложности:

механической 5;

электрической 4,5.

Для проектируемого варианта выбираем робоэлектрокар типа С4057.26:

Грузоподъемность до 500 кг;

Габаритные размеры 1650×2350 мм;

Мощность 5,0 кВт; Оптовая цена 44500 у. е.;

Норма амортизации 15,2%;

Категория ремонтной сложности:

механической 7,0;электрической 12,5.

Найдем необходимое количество электрокаров:

$$K\_{эк.б}=\frac{6∙\left(5190∙1,2+7785∙3,8+5190∙1,3\right)}{60∙500∙0,75∙1813,5∙2}∙\left(\frac{2∙100}{80}+8+8\right)=0,12≅1 шт.$$

$$K\_{эк.пр}=\frac{6∙\left(5190∙1,2+7785∙3,8+5190∙1,3\right)}{60∙500∙0,75∙1813,5∙3}∙\left(\frac{2∙100}{80}+8+8\right)=0,17≅1 шт.$$

**2.11. Расчёт необходимого количества промышленных роботов**

Расчёт необходимого количества промышленных роботов для обслуживания станков с ЧПУ производится для всего оборудования проектируемого варианта, исключая следующие виды: роботизированные комплексы, гибкие производственные модули, обрабатывающие центры, а также оборудование, конструктивно содержащее в себе промышленные роботы. Чтобы определить необходимое количество промышленных роботов для обслуживания станков с ЧПУ, необходимо сначала определить, сколько таких станков может обслужить один промышленный робот:

,

где  – номенклатура обрабатываемых деталей на данном оборудовании;

 – основное (машинное) время, затрачиваемое при обработке единицы *j*-го типоразмера детали, мин;

 – вспомогательное время, затрачиваемое непосредственно промышленным роботом при обслуживании оборудования, мин.

Учитывая, что в проектируемом варианте четыре станка оснащены промышленными роботами «БРИГ-10Б» и «БРИГ-2М/5», 16Б16Т1С1РМ1– гибкий производственный токарный модуль и только один станок с ЧПУ – М345АР-01Б, подставим данные по этому шлице-шлифовальному станку в формулу.

$$С\_{Об}=\frac{30+40+17+14}{10+10+6+2}+1=5.$$

Вспомогательное время включает: время на выбор детали (заготовки) из общей их совокупности, время перемещения детали в рабочую зону, время соединения детали с рабочим органом станка, время закрепления детали в рабочем органе станка, время удаления готовой детали из рабочей зоны, время возврата промышленного робота в исходное положение.

После определения количества станков, обслуживаемых одним промышленным роботом, и исходя из необходимого количества станков с ЧПУ для выполнения производственной программы (таблица 2.3) определяется необходимое количество промышленных роботов для обеспечения гибкого автоматизированного производства. Расчёт ведётся по формуле

,

где  – количество операций технологического процесса изготовления деталей на данном оборудовании;

 – принятое количество единиц оборудования.

$$K\_{пр}=\frac{4}{5}=0,8≅1 шт. $$

После того как было определено, сколько станков будет обслуживать каждый промышленный робот, необходимо выбрать модель (марку) с учётом его грузоподъёмности и веса обрабатываемых деталей, а также цены.

Для проектируемого варианта выбираем промышленный робот ПР «Циклон-5.01»:

напольный ПР, работает в прямоугольной системе координат, имеет две руки, предназначен для механизации и автоматизации технологических операций, а также межстаночного транспортирования деталей и заготовки транспортирования деталей на склад.

Грузоподъемность до 10 кг;

Габаритные размеры 1390×1040 мм;

Мощность 7,0 кВт; Оптовая цена 22190у. е.;

Норма амортизации 14,5%;

Категория ремонтной сложности:

механической 14,5; электрической 15,0.

**3. Планировка и расчёт производственной площади участка, выбор типа здания**

**3.1. Планировка производственного участка**

Планировка участка сочетается с выбором средств межоперационного транспорта. Она отвечает принципу прямоточности, т. е. предусматривает возможность передачи деталей между станками по кратчайшему расстоянию с наименьшими затратами времени и наименьшим использованием производственной площади. Этому требованию, как правило, удовлетворяет расстановка оборудования на участке в последовательности операций технического процесса.

При планировке предусмотрены удобные подходы к станкам (оборудованию) для проведения ремонта и обслуживания; выделены необходимые площади для размещения магазина-накопителя деталей (МД) и подходы к ним; предусмотрены площади для размещения устройств ЧПУ, устройств управления ПР (УУР), магазинов хранения инструментов (МИ) и приспособлений (МП); предусмотрены места для проведения контроля качества продукции (КК). Эта дополнительная площадь определяется с помощью коэффициента *Кдп* (прил. 7).

Расстановка оборудования зависит от характера обрабатываемых деталей, вида используемого оборудования, вида транспортных средств, уровня механизации и автоматизации транспортировки объектов производства, степени и характера участия человека в производственном процессе, постоянства и разнообразия номенклатуры обрабатываемых деталей и других факторов.

При формировании участков с прямоугольной формой компоновки технологического оборудования оно располагается вдоль прямоточно-возвратной трассы в одну или несколько линий (линейная компоновка), а транспортные средства перемещаются по напольным или подвесным направляющим трассы.

Базовый технологический процесс изготовления деталей состоит из пяти операций (*m*= 5); количество станков на каждой операции: *Cпр.*1 = 1 –отрезной станок, *Cпр.*2 =7 – токарно-винторезный станок, *Cпр.*3 =3 – фрезерный широкоуниверсальный станок, *Cпр.*4= 2 – полуавтоматический круглошлифовальный станок, *Cпр.*5 = 1 – шлицешлифовальный станок и одна тележка-контейнер.

Проектируемый технологический процесс изготовления деталей состоит из пяти операций (*m*= 5); количество станков на каждой операции: *Cпр.*1 = 1 – автомат отрезной круглопильный с промышленным роботом, *Cпр.*2 =2 – модуль гибкий производственный токарный, *Cпр.*3 =1 –станок фрезерный широкоуниверсальный с промышленным роботом, *Cпр.*4 = 2 – полуавтомат круглошлифовальный с промышленным роботом, *Cпр.*5 = 1 – шлицешлифовальный станок, один робоэлектрокар и один подвижный промышленный робот, обслуживающих оборудование в цилиндрической системе координат.

Планировка участков представлена на рисунках 3.1 и 3.2 .



Рисунок 3.1 Планировка производственного участка по базовому варианту



Рисунок 3.2 Планировка производственного участка по проектируемому варианту

**3.2 Расчёт производственной площади участка**

После проведения планировки и исходя из характеристики оборудования необходимо произвести расчёт производственной площади участка по базовому и проектируемому вариантам. Расчёт производится в табличной форме (табл.3.1). После определения производственной площади определяется вспомогательная площадь, занимаемая настройщиками инструмента, сборщиками приспособлений, кладовыми, бытовыми и административными помещениями. При определении производственной площади подвижного промышленного робота следует учитывать как габаритные размеры транспортного средства, так и площадь, необходимую для его перемещения (если участок роботизирован - то площадь трассы).

Таблица 3.1.

Расчет производственной площади участка

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Модель (марка) | Габаритные размеры, мм | Кол-во единиц  | *Кдп* | Произв. площадь уч-ка, м2 |
| Базовый вариант |
| Отрезной станок | 8Г662Ф2 | 2150×1150 | 1 | 3,5 | 8,65 |
| Токарно-винторезный станок | 1М63МФ101 | 3893×1590 | 9 | 2,5 | 139,27 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок | 6720ПФ3 | 1900×1820 | 3 | 3,5 | 36,3 |
| Круглошлифовальный полуавтомат | 3У12АФ11 | 3040×2300 | 3 | 2,5 | 52,44 |
| Шлицешлифовальный станок | 345А-01 | 1800×1200 | 1 | 3,5 | 7,56 |
| Электрокар | ЭП201 | 1500×2150 | 1 | - | 35,47 |
| Итого:  |  |  | 18 |  | 279,7 |
| Проектируемый вариант |
| Отрезной круглопильный автомат | 8Г662Ф2М | 1750×1500 | 1 | 3,5 | 9,18 |
| Гибкий производственный токарный модуль | 16Б16Т1С1РМ1 | 2710×1870 | 3 | 3 | 45,6 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок | 6740ВФ20 | 2930×1950 | 1 | 3 | 17,14 |
| Круглошлифоваль-ный полуавтомат | 3У12АФ11 | 3040×2300 | 2 | 2,5 | 34,96 |
| Шлицешлифовальный станок | М345АР-01Б | 2150×1275 | 1 | 3,5 | 9,59 |
| Промышленный робот | БРИГ-2М/5 | 1390×1040 | 3 | - | 4,33 |
| Промышленный робот | БРИГ-10Б | 940×1500 | 1 | - | 1,41 |
| Промышленный робот | Циклон-5.01 | 1390×1040 | 1 | - | 5,78 |
| Робоэлектрокар | С4057.26 | 1650×2350 | 1 | - | 38,77 |
| Итого: |  |  | 14 |  | 166,79 |

**3.3 Обоснование выбора типа здания**

Типы, конструкции и размеры зданий для механообрабатывающих цехов выбираются в зависимости от следующих факторов:

- характера и размера объектов производства, объёмов производственной программы, характера производственного процесса и применяемого оборудования;

- типов, размеров и грузоподъёмности транспортных средств;

- требований, предъявляемых в отношении освещения, отопления и вентиляции;

- учёта возможности дальнейшего расширения здания;

- рода применяемого строительного материала.

Производственные здания для механической обработки деталей могут быть одноэтажные и многоэтажные.

Преимущественно здания для цехов механической обработки строят одноэтажные, так как при этом производстве применяется сравнительно тяжёлое оборудование и сама продукция может быть тяжёлой и значительной по габаритам. Однако в тех случаях, когда это возможно по характеру изготавливаемых изделий (изделия лёгкие и мелкие) и применяемому оборудованию, целесообразно использовать и многоэтажные здания (двух-четырёх этажные).

Производственные здания строятся из нескольких параллельных однотипных пролётов, образуемых рядами колонн - металлических или железобетонных. Форма здания должна быть простой, в виде прямоугольника (или квадрата).

Общие размеры и площади цехов определяют на основе планировки оборудования.

Каждый пролёт цеха характеризуется основными размерами - шириной пролёта *L* и шагом колонн *t* или, иначе, сеткой колонн *L*×*t*.

Ширина пролёта определяется на основании планировки оборудования в зависимости от размеров обрабатываемых деталей, применяемого оборудования и средств транспорта. Наиболее часто ширина пролёта механических цехов принимается равной 9, 12, 15, 18, 24 м. Длина пролёта зависит от производственной и вспомогательной площадей.

Шагом колонн называется расстояние между осями двух колонн в направлении продольной оси пролёта. Как правило, шаг колонн принимается 6 м, может быть 12 м.

В проектируемом варианте выбирается ширина пролета 24 м, шаг колонн выбираем 6 метров.

**4. Расчёт мощности, потребляемой оборудованием**

Произведем расчет установленной мощности (), которая потребляется всеми видами оборудования, в табличной форме:

Таблица 4.1.

Расчёт установленной мощности, потребляемой оборудованием

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Модель(марка) | Кол-во единиц  | Установленная мощность, кВт |
| Единицы | Принято |
| Базовый вариант |
| Отрезной станок | 8Г662Ф2 | 1 | 3,2 | 3,2 |
| Токарно-винторезный станок | 1М63МФ101 | 9 | 18,5 | 166,5 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок | 6720ПФ3 | 3 | 4,5 | 13,5 |
| Круглошлифовальный полуавтомат | 3У12АФ11 | 3 | 5,5 | 16,5 |
| Шлицешлифовальный станок | 345А-01 | 1 | 4,5 | 4,5 |
| Электрокар | ЭП201 | 1 | 3,5 | 3,5 |
|  Итого:  |  | 18 |  | 207,7 |
| Проектируемый вариант |
| Отрезной круглопильный автомат | 8Г662Ф2М | 1 | 8,5 | 8,5 |
| Гибкий производственный токарный модуль | 16Б16Т1С1РМ1 | 3 | 11 | 33 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок | 6740ВФ20 | 1 | 10,5 | 10,5 |
| Круглошлифоваль-ный полуавтомат | 3У12АФ11 | 2 | 10,5 | 21 |
| Шлицешлифовальный станок | М345АР-01Б | 1 | 10 | 10 |
| Промышленный робот | БРИГ-2М/5 | 3 | 5 | 15 |
| Промышленный робот | БРИГ-10Б | 1 | 5 | 5 |
| Промышленный робот | Циклон-5.01 | 1 | 7 | 7 |
| Робоэлектрокар | С4057.26 | 1 | 5 | 5 |
| Итого: |  | 14 |  | 115 |

**5. Расчёт численности производственного персонала**

**5.1 Расчёт численности операторов, осуществляющих наблюдение за работой технологического оборудования**

Расчёт численности операторов производится исходя из трудоёмкости годового объёма работы, эффективного фонда времени работы рабочего, коэффициентов, учитывающих затраты времени рабочего на обслуживание рабочего места и наблюдение за работой оборудования и многостаночного обслуживания.

Расчёт численности операторов по базовому варианту ведётся по формуле

,

где  - коэффициент, учитывающий затраты времени оператора на обслуживание рабочего места ;

 - коэффициент, учитывающий затраты времени оператора на отдых и личные надобности ;

*Н* - номенклатура обрабатываемых деталей (*Н = 3*);

 – норма обслуживания (число станков, обслуживаемых одним оператором, исходя из технологии);

 - коэффициент выполнения норм выработки оператором (обычно принимается за единицу) (= 1);

 - годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего-оператора, определяется по формуле

*ч*

Здесь  - коэффициент, учитывающий все плановые невыходы рабочего на работу (очередной отпуск, декретный отпуск, выполнение государственных обязанностей, болезни и др.); он зависит от продолжительности очередного отпуска, и при продолжительности отпуска 24 дня ().

$$Ч\_{Оп.1}=\frac{(5190∙1,6+7785∙3+5190∙1,75)(1+0,065+0,03)}{60∙1753,05∙1∙1}=1 чел$$

$$Ч\_{Оп.2}=\frac{(5190∙96+7785∙120+5190∙43(1+0,065+0,03)}{60∙1753,05∙1∙1}=18 чел$$

$$Ч\_{Оп.3}=\frac{(5190∙12+7785∙8+5190∙69)(1+0,065+0,03)}{60∙1753,05∙1∙1}=6 чел$$

$$Ч\_{Оп.4}=\frac{(5190∙19+7785∙43+5190∙19)(1+0,065+0,03)}{60∙1753,05∙1∙1}=6 чел$$

$$Ч\_{Оп.5}=\frac{5190∙15,5(1+0,065+0,03)}{60∙1753,05∙1∙1} =1 чел$$

Для проверки правильности расчёта найдем

,

где  - принятое количество единиц оборудования на *i*-й операции;

 - коэффициент, учитывающий списочную численность рабочих-операторов ;

$$Ч\_{оп.1}^{'}=2∙1∙1,1=2,2≅3 чел ,$$

$$Ч\_{оп.2}^{'}=2∙9∙1,1=19,8≅20 чел ,$$

$$Ч\_{Оп.3}^{'}=2∙3∙1,1=6,6≅7 чел ,$$

$$Ч\_{Оп.4}^{'}=2∙3∙1,1=6,6≅7 чел,$$

$$Ч\_{Оп.5}^{'}=2∙1∙1,1=2,2≅3 чел,$$

Количество операторов для базового варианта принимается равным , так как . Таким образом, общая численность операторов по базовому варианту:

$$Ч\_{Оп.Б}=3+20+7+7+3=40 чел.$$

Расчет численности операторов по проектируемому варианту ведется по формуле

,

где  - коэффициент, учитывающий затраты времени оператора на наблюдение за работой оборудования ( *=* 0*,*15),

 - количество операций технологического процесса изготовления деталей.

$$Ч\_{оп.пр}=1,1\left(\frac{5190∙\left(1,4+40+7+27\right)}{60∙1753,05∙1}+\frac{\begin{array}{c} \\7785∙\left(2,65+50+5+37,5\right)+5190∙\left(1,5+23+40+17+16\right)\end{array}}{60∙1753,05∙1}\right)∙\left(0,065+0,03+0,1\right)=3,34≅4 чел .$$

**5.2 Расчёт численности наладчиков оборудования**

Затраты времени наладчиков оборудования складываются из затрат времени на наладку оборудования, ежесуточного времени на проверку работы модуля по тестопрограммам и профилактики. Следовательно, численность наладчиков определяется по формуле:

,

где  - суммарное время на переналадку оборудования на каждой i-й операции при переходе от одной партии деталей к другой, мин;

 - количество переналадок оборудования в год на каждой i-й операции;

 - время, затрачиваемое на тестопрограммы и профилактику, ч;

 - номинальный фонд времени, дней;

 - коэффициент, учитывающий простои оборудования в плановых ремонтах;

 - фонд времени, затрачиваемый на переналадку оборудования на i-й операции, ч (смотри таблицу 2.1);

 - эффективный фонд времени работы наладчика, ч.

Для базового варианта получим

$$Ч\_{н.б}=\frac{60,7·1+202,3·9+80,93·3+80,93·3+0·1+1,3·202,4}{1753,05·1}=2 чел$$

Для проектируемого варианта имеем

$$Ч\_{н.пр}=\frac{91,1·1+151,83·3+121,46·1+121,46·2+0·1+1,3·202,4,4}{1753,05∙1} =1 чел$$

**5.3 Расчёт численности рабочих по настройке инструмента**

Численность рабочих-настройщиков инструмента определяется по формуле исходя из годового времени настройки инструмента вне станка.

,

где  – среднее время настройки единицы инструмента, ч;

 - среднее количество инструмента в наладке по операциям на одну партию деталей, шт. (*h=5* - количество операций);

 – количество переналадок оборудования при переходе от обработки одной партии деталей к другой.

*чел*,

*чел*.

**5.4 Расчёт численности сборщиков приспособлений**

Расчёт численности сборщиков приспособлений производится исходя из затрат времени на сборку приспособлений в течение планового периода (года).

,

где  – среднее время сборки-разборки одного приспособления, ч;

 – количество приспособлений на одну партию деталей (*h=5* - количество операций), шт.

 *чел*,

*чел*.

**5.5 Расчёт численности транспортных рабочих**

Численность транспортных рабочих определяется по формуле

,

где  – принятое количество единиц транспортного оборудования;

 – коэффициент, учитывающий списочную численность транспортных рабочих .

*чел*.

Для проектируемого варианта транспортные операции роботизированы, поэтому рабочим, управляющим робоэлектрокаром, является оператор. То есть в проектируемом варианте число непосредственных транспортных рабочих равно нулю.

**5.6 Расчёт численности ремонтного персонала и персонала по межремонтному обслуживанию**

Для установления численности ремонтных рабочих соответствующих профессий (слесарей, станочников и прочих рабочих) необходимо определить трудоёмкость по видам работ согласно нормам времени на одну ремонтную единицу (таблица 5.1).

Таблица 5.1.

Нормы времени на ремонтную единицу для технологического и подъёмно-транспортного оборудования, нормо-ч

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Осмотр и вид ремонта** | **Слесарные****работы** | **Станочные****работы** | **Прочие****работы** | **Всего** |
| **мех.** | **эл.** | **мех.** | **эл.** | **мех.** | **эл.** | **мех.** | **эл.** |
| О | 0,75 | – | 0,1 | – | – | – | 0,85 | – |
| Т | 4,0 | 1,0 | 2,0 | 0,2 | 0,1 | – | 6,1 | 1,2 |
| С | 16,0 | 5,0 | 7,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 23,5 | 7,0 |
| К | 23,0 | 11,0 | 10,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 35,0 | 15,0 |

Расчёт трудоёмкости слесарных работ  по вариантам производится по формуле

,

где , , ,  – соответственно число капитальных, средних, текущих ремонтов и осмотров (для базового варианта принять , , , ; для проектируемого – , , , );

, , ,  – соответственно нормы времени на одну ремонтную единицу слесарных работ по капитальному, среднему и текущему ремонтам, а также по осмотрам, нормо-ч;

– длительность межремонтного цикла, лет (для базового варианта принять  лет, для проектируемого  лет);

 – категория ремонтной сложности *i*-го вида оборудования (механической части), соответственно по вариантам;

 – принятое количество единиц оборудования *i*-го наименования, соответственно по вариантам, шт.;

 – количество видов оборудования.

Таблица 5.2.

Категории ремонтной сложности и количество единиц по каждому виду оборудования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименованиеоборудования | Модель (марка) | Кол-во единиц | Категория рем.сл. |
| мех. | эл. |
| Базовый вариант |
| Отрезной станок | 8Г662Ф2 | 1 | 16,0 | 18,0 |
| Токарно-винторезный станок | 1М63МФ101 | 9 | 8,5 | 25,0 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок | 6720ПФ3 | 3 | 13,5 | 19,0 |
| Круглошлифовальный полуавтомат | 3У12АФ11 | 3 | 17,5 | 23,0 |
| Шлицешлифовальный станок | 345А-01 | 1 | 12,5 | 11,0 |
| Электрокар | ЭП-201 | 1 | 5 | 4,5 |
| Итого:  |  | 18 |  |  |
| Проектируемый вариант |
| Отрезной круглопильный автомат | 8Г662Ф2М | 1 | 16,5 | 18,0 |
| Гибкий производственный токарный модуль | 16Б16Т1С1РМ1 | 3 | 17,5 | 68,0 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок | 6740ВФ20 | 1 | 27,0 | 42,5 |
| Круглошлифоваль-ный полуавтомат | 3У12АФ11 | 2 | 17,5 | 23,0 |
| Шлицешлифовальный станок | М345АР-01Б | 1 | 24,0 | 15,5 |
| Промышленный робот | БРИГ-2М/5 | 3 | 11,0 | 12,3 |
| Промышленный робот | БРИГ-10Б | 1 | 11,0 | 13,5 |
| Промышленный робот | Циклон-5.01 | 1 | 14,5 | 15,0 |
| Робоэлектрокар | С4057.26 | 1 | 7,0 | 12,5 |
| Итого:  |  | 14 |  |  |

Для базового варианта получим

$$T\_{рем.б}^{сл}=\frac{1∙23+1∙16+4∙4+6∙0,75}{6}∙\left(16∙1+8,5∙9+13,5∙3+17,5∙3+12,5∙1+5∙1\right)=$$

$$=2013,1 нормо-ч.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$T\_{рем.пр}^{сл}=\frac{1∙23+2∙16+6∙4+9∙0,75}{9}∙\left(1∙16,5+3∙17,5+1∙27+2∙17,5+1∙24+1∙7+14,5∙1+11∙1+11∙3\right)=2100,87 нормо-ч.$$

Расчёт электрослесарных работ  производится по формуле исходя из норм времени и единиц ремонтной сложности  по электрической части.

Для базового варианта получим

$$T\_{рем.б}^{э.сл}=\frac{1∙11+1∙5+4∙1+6∙0}{6}∙\left(1∙18+9∙25+3∙19+3∙23+1∙11+1∙4,5\right)=1281,66 нормо-ч.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$T\_{рем.пр}^{э.сл}=\frac{1∙11+2∙5+6∙1+9∙0}{9}∙\left(18+68∙3+42,5+23∙2+15,5+12,5+15+13,5+12,3∙3\right)=1211,7 нормо-ч.$$

Расчёт трудоёмкости по станочным работам  производится по формуле



Для базового варианта получим

$$T\_{рем.б}^{ст}=\frac{1∙10+1∙7+4∙2+6∙0,1}{6}∙$$

$$∙\left(16∙1+8,5∙9+13,5∙3+17,5∙3+12,5∙1+5∙1\right)+$$

$$+\frac{1∙2+1∙1+4∙0,2+6∙0}{6}∙\left(1∙18+9∙25+3∙19+3∙23+1∙11+1∙4,5\right)=$$

$$=1109,65 нормо-ч.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$T\_{рем.пр}^{ст}=\frac{1∙10+2∙7+6∙2+9∙0,1}{9}∙$$

$$∙\left(1∙16,5+3∙17,5+1∙27+2∙17,5+1∙24+1∙7+14,5∙1+11∙1+11∙3\right)+$$

$$+\frac{1∙2+2∙1+6∙0,2+9∙0}{9}∙\left(18+68∙3+42,5+23∙3+15,5+12,5+15+13,5+12,3∙3\right)=$$

$$=1196,86 нормо-ч.$$

Расчёт трудоёмкости прочих рабочих  производится по формуле

.

Отсюда имеем для базового варианта

$$T\_{рем.б}^{пр}=\frac{1∙2+1∙0,5+4∙0,1+6∙0}{6}∙\left(16∙1+8,5∙9+13,5∙3+17,5∙3+12,5∙1+5∙1\right)+$$

$$+\frac{1∙2+1∙1+4∙0+6∙0}{6}∙\left(1∙18+9∙25+3∙19+3∙23+1∙11+1∙4,5\right)=$$

$$=290,36 нормо-ч.$$

Для проектируемого варианта получим

$$T\_{рем.пр}^{пр}=\frac{1∙2+2∙0,5+6∙0,1+9∙0}{9}∙\left(1∙16,5+3∙17,5+1∙27+2∙17,5+1∙24+1∙7+14,5∙1+11∙1+11∙3\right)+$$

$$+\frac{1∙2+2∙1+6∙0+9∙0}{9}∙\left(18+68∙3+42,5+23∙2+15,5+12,5+15+13,5+12,3∙3\right)=$$

$$=273,51 нормо-ч.$$

Среднегодовую трудоёмкость работ по межремонтному обслуживанию по всем видам работ определим по формуле

,

где  – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении слесарных работ  на одного рабочего в смену.

Для базового варианта получим

$$Т\_{обсл.б}^{сл}=\frac{1753,05}{500}∙2∙\left(16∙1+8,5∙9+13,5∙3+17,5∙3+12,5∙1+5∙1\right)=$$

$$=1423,47 нормо-ч.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$Т\_{обсл.пр}^{сл}=\frac{1753,05}{500}∙3∙\left(1∙16,5+3∙17,5+1∙27+2∙17,5+1∙24+1∙7+14,5∙1+11∙1+11∙2\right)=2319,28 нормо-ч.$$

Среднегодовая трудоёмкость электрослесарных работ по межремонтному обслуживанию определяется по формуле

,

где  – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении слесарных работ по электрической части  на одного рабочего в смену.

Для базового варианта получим

$$Т\_{обсл.б}^{э.сл}=\frac{1753,05}{650}∙2∙\left(1∙18+9∙25+3∙19+3∙23+1∙11+1∙4,5\right)=2073,9 нормо-ч.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$Т\_{обсл.пр}^{э.сл}=\frac{1753,05}{650}∙3∙\left(18+68∙3+42,5+23∙2+15,5+12,5+15+13,5+12,3∙3\right)=3267,95 нормо-ч.$$

Среднегодовая трудоёмкость станочных и прочих работ по межремонтному обслуживанию определяется по формуле

,

где  – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении станочных  и прочих  работ на одного рабочего в смену.

Для базового варианта имеем

$$Т\_{обсл.б}^{ст}=\frac{1753,05}{1650}∙2∙$$

$$∙\left(\left(16+18\right)∙1+\left(8,5+25\right)∙9+\left(13,5+19\right)∙3+\left(17,5+23\right)∙3+\left(12,5+11\right)∙1+\left(5+4,5\right)∙1\right)=1248,38 нормо-ч.$$

$$Т\_{обсл.б}^{пр}=\frac{1753,05}{1000}∙2∙$$

$$∙\left(\left(16+18\right)∙1+\left(8,5+25\right)∙9+\left(13,5+19\right)∙3+\left(17,5+23\right)∙3+\left(12,5+11\right)∙1+\left(5+4,5\right)∙1\right)=2059,83 нормо-ч.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$Т\_{обсл.пр}^{ст}=\frac{1753,05}{1650}\*3\*$$

$$∙\left(\left(16,5+18\right)+\left(17,5+68\right)∙3+\left(27+42,5\right)+\left(17,5+23\right)∙2+\left(24+15,5\right)+\left(7+12,5\right)+\left(14,5+15\right)+\left(11+13,5\right)+\left(11+12,3\right)∙3\right)=1990,18 нормо-ч.$$

$$Т\_{обсл.пр}^{пр}=\frac{1753,05}{1000}∙3∙$$

$$∙\left(\left(16,5+18\right)+\left(17,5+68\right)∙3+\left(27+42,5\right)+\left(17,5+23\right)∙2+\left(24+15,5\right)+\left(7+12,5\right)+\left(14,5+15\right)+\left(11+13,5\right)+\left(11+12,3\right)∙3\right)=3283,81 нормо-ч.$$

Расчёт численности слесарей, электрослесарей, станочников и прочих рабочих, необходимых для выполнения ремонтных работ, произведем по формулам (причём округление до целого значения не производим):

; ; ; ,

где , , ,  – трудоёмкость слесарных, электрослесарных, станочных и прочих работ, нормо-ч;

 – коэффициент выполнения норм времени .

Для базового варианта

$$Ч\_{рем.б}^{сл}=\frac{2013,1}{1753,05∙1,15}=0,99; $$

$$Ч\_{рем.б}^{э.сл}=\frac{1281,6}{1753,05∙1,15}=0,63;$$

$$Ч\_{рем.б}^{ст}=\frac{1109,65}{1753,05∙1,15}=0,55;$$

$$Ч\_{рем.б}^{пр}=\frac{290,36}{1753,05∙1,15}=0,14$$

Для проектируемого варианта

$$Ч\_{рем.пр}^{сл}=\frac{2100,875}{1753,05∙1,15}=1,04; $$

$$Ч\_{рем.пр}^{э.сл}=\frac{1211,7}{1753,05∙1,15}=0,6$$

$$Ч\_{рем.пр}^{ст}=\frac{1196,86}{1753,05∙1,15}=0,59;$$

$$Ч\_{рем.пр}^{пр}=\frac{273,51}{1753,05∙1,15}=0,13$$

Расчёт численности слесарей, электрослесарей, станочников и прочих рабочих по обслуживанию оборудования произведем по формулам (причём округление до целого значения не производим):

; ; ; .

Для базового варианта

$$Ч\_{обсл.б}^{сл}=\frac{1423,47}{1753,05∙1,15}=0,7; $$

$$Ч\_{обсл.б}^{э.сл}=\frac{2073,9}{1753,05∙1,15}=1,02;$$

$$Ч\_{обсл.б}^{ст}=\frac{1248,38}{1753,05∙1,15}=0,61;$$

$$Ч\_{обсл.б}^{пр}=\frac{2059,8}{1753,05∙1,15}=1,02$$

Для проектируемого варианта

$$Ч\_{обсл.пр}^{сл}=\frac{2319,28}{1753,05∙1,15}=1,15; $$

$$Ч\_{обсл.пр}^{э.сл}=\frac{3267,95}{1753,05∙1,15}=1,62;$$

$$Ч\_{обсл.пр}^{ст}=\frac{1990,18}{1753,05∙1,15}=0,98;$$

$$Ч\_{обсл.пр}^{пр}=\frac{3283,8}{1753,05∙1,15}=1,62.$$

Общее количество слесарей, электрослесарей, станочников и прочих рабочих, необходимых для выполнения ремонтных работ и межремонтного обслуживания по вариантам определяется по формулам:

;

;

;

.

Для базового варианта

$$Ч\_{б}^{сл}=0,99+0,7≅2 чел;$$

$$Ч\_{б}^{э.сл}=0,63+1,02≅2 чел;$$

$$Ч\_{б}^{ст}=0,55+0,61≅2 чел; $$

$$Ч\_{б}^{пр}=0,14+1,02≅2 чел.$$

Для проектируемого варианта

$$Ч\_{пр}^{сл}=1,04+1,15≅3 чел;$$

$$Ч\_{пр}^{э.сл}=0,6+1,62≅3 чел;$$

$$Ч\_{пр}^{ст}=0,59+0,98≅2 чел; $$

$$Ч\_{пр}^{пр}=0,13+1,62≅2 чел.$$

Общее количество ремонтных рабочих и рабочих, необходимых для межремонтного обслуживания, по вариантам определяется по формуле

.

Для базового варианта

$$Ч\_{р.о.б}=2+2+2+2=8 чел.$$

Для проектируемого варианта

$$Ч\_{р.о.пр}=3+3+2+2=10 чел.$$

**5.7 Расчёт общей численности рабочих**

Общая численность рабочих определяется по формуле

.

Базовый вариант:

$$Ч\_{р.б}=40+2+4+6+3+8=63 чел.$$

Проектируемый вариант:

$$Ч\_{р.пр}=4+1+6+8+10=29 чел.$$

**6. Расчёт капитальных вложений**

**6.1 Расчёт затрат на строительство здания, занимаемого производственным участком**

Стоимость здания, занимаемого производственным участком (производственного и вспомогательного назначения), определяется исходя из общей площади, затрат на 1 м2 и типа здания. Затраты на 1 м2 здания приведены в прил.7. Расчёт производится в табличной форме (таблица 6.1).

Таблица 6.1.

Расчёт стоимости здания, занимаемого участком, а также амортизационных отчислений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы расчёта | Стоимость1 м2, у. е.  | Площадь, м2 | Стоимость здания, у. е.  | Норма аморт.,% | Сумма аморт., у. е.  |
| Базовый вариант |
| 1. Производственная площадь | 170 | 279,7 | 47550,67 | 2.7 | 1283,86 |
| 2. Вспомогательная площадь (37% от производственной)  | 250 | 103,49 | 25873,15 | 3.1 | 802,06 |
| Итого:  |  | 383,202 | 73423,82 |  | 2085,93 |
| Проектируемый вариант |
| 1. Производственная площадь | 170 | 166,79 | 28355,29 | 2.7 | 765,59 |
| 2. Вспомогательная площадь | 250 | 61,7 | 15428,61 | 3.1 | 478,28 |
| Итого:  |  | 228,51 | 43783,91 |  | 1243,88 |

##

**6.2 Расчёт затрат на технологическое оборудование и транспортные средства**

Расчёт затрат на технологическое оборудование производится исходя из оптовой цены единицы оборудования и количества единиц оборудования данной модели.

Цены на оборудование, промышленные роботы и транспортные средства принимаются по прейскурантам. К прейскурантной цене добавляются затраты на упаковку, транспортировку и монтаж (УТМ). Они определяются в процентах от стоимости оборудования (10-15%). Расчёт амортизационных отчислений производится исходя из балансовой (первоначальной) стоимости и норм амортизации по каждому виду оборудования (см. прил.3-5).

Для определения затрат на технологическое оборудование составляется спецификация (таблица 6.2).

**6.3 Расчёт затрат на энергетическое оборудование**

Затраты на силовое энергетическое оборудование (электрогенераторы, электрические кабели, электрические трансформаторы и др.), его монтаж, упаковку и транспортировку при укрупнённых расчётах определяются исходя из норматива 45 у. е. на 1 кВт установленной мощности технологического и транспортного оборудования (см. таблицу 4.1).

Для базового варианта получим

$$К\_{э.б}=207,7∙45=9346,5 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$К\_{э.пр}=115∙45=5175 у.е.$$

**6.4 Расчёт затрат на комплект дорогостоящей оснастки, УСПО и инструмента**

Затраты на дорогостоящую оснастку, УСПО, инструмент (первоначальный фонд) принимаются в размере 10% от балансовой стоимости технологического оборудования (см. таблицу 6.2).

Для базового варианта получим

$$К\_{ос.б}=358838,28∙0,1=35883,82 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$К\_{ос.пр}=446964,72∙0,1=44696,47 у.е.$$

Таблица 6.2.

Расчёт затрат на технологическое оборудование, промышленные роботы и транспортные средства, а также амортизационных отчислений

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Модель (марка)  | Кол-во единиц | Оптовая цена | Затраты на УТМ, у. е. (15%)  | Балансовая стоимость, у. е.  | Норма амортизации% | Сумма амортизации, у. е.  |
| Единицы | Принятого |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Базовый вариант |
| Отрезной станок | 8Г662Ф2 | 1 | 10310 | 10310 | 1340,3 | 11650,3 | 10,1 | 1176,68 |
| Токарно-винторезный станок | 1М63МФ101 | 9 | 15740 | 141660 | 18415,8 | 160075,8 | 12,2 | 19529,24 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок | 6720ПФ3 | 3 | 25570 | 76710 | 9972,3 | 86682,3 | 12,2 | 10575,24 |
| Круглошлифовальный полуавтомат | 3У12АФ11 | 3 | 26942 | 80826 | 10507,38 | 91333,38 | 16,1 | 14704,67 |
| Шлицешлифовальный станок | 345А-01 | 1 | 4250 | 4250 | 552,5 | 4802,5 | 12,5 | 600,3 |
| Тележка-контейнер | ЭП201 | 1 | 3800 | 3800 | 494 | 4294 | 15,2 | 452,68 |
| Итого:  |  | 18 |  | 317556 | 41282,28 | 358838,28 |  | 47238,8 |
| Проектируемый вариант |
| Отрезной круглопильный автомат | 8Г662Ф2М | 1 | 5820 | 5820 | 756,6 | 6576,6 | 16,5 | 1085,13 |
| Гибкий производственный токарный модуль | 16Б16Т1С1РМ1 | 3 | 54650 | 163950 | 21313,5 | 185263,5 | 14,2 | 29307,4 |

Продолжение таблицы 6.2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Фрезерный широкоуниверсальный станок  | 6740ВФ20 | 1 | 41900 | 41900 | 5447 | 47347 | 12,2 | 5776,334 |
| Круглошлифовальный полуавтомат | 3У12АФ11 | 2 | 26942 | 53884 | 7004,9 | 60888,92 | 16,1 | 9803,11 |
| Шлицешлифовальный станок | М345АР-01Б | 1 | 9650 | 9650 | 1254,5 | 10904,5 | 12,5 | 1363,06 |
| Промышленный робот  | БРИГ-2М/5 | 3 | 13650 | 40950 | 5323,5 | 46273,5 | 12,5 | 5784,18 |
| Промышленный робот | БРИГ-10Б | 1 | 12700 | 12700 | 1651 | 14351 | 12,5 | 1793,875 |
| Промышленный робот | Циклон-5.01 | 1 | 44500 | 44500 | 5785 | 50285 | 15,2 | 7643,32 |
| Робоэлектрокар | С4057.26 | 1 | 22190 | 22190 | 2884,7 | 25074,7 | 14,5 | 3635,83 |
| Итого:  |  | 14 |  | 395544 | 51420,72 | 446964,72 |  | 63192,2 |

**6.5 Расчёт затрат на измерительные и регулирующие приборы**

При организации механической обработки деталей применяется много различной измерительной техники, регулирующих устройств и систем контроля за состоянием режущего инструмента. В каждом отдельном случае выбирается необходимая номенклатура и в соответствии с прейскурантом определяется её оптовая цена. В укрупнённых расчётах затраты на эти виды оснащения принимаются в размере 1,5-2,0% от оптовой цены оборудования (см. табл.6.2). Примем 1,5%.

Для базового варианта получим

$$К\_{из.б}=317556∙\frac{1,7}{100}=5398,45 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$К\_{из.пр}=395544∙\frac{1,7}{100}=6724,25 у.е.$$

**6.6 Расчёт затрат на комплект программ управления**

Затраты на разработку комплекта программ управления рассчитываются по формуле

,

где  – среднечасовая тарифная ставка оператора-программиста, у. е./ч;

 – номенклатура обрабатываемых деталей;

 – затраты времени на составление программы на *j*-ю деталь на одной операции, ч;

 – количество операций технологического процесса изготовления *j*-й детали.

Для базового варианта получим

$К\_{п.у}=2,192∙\left(9∙3+9∙3+9∙3\right)=177,55 у.е$

Для проектируемого варианта имеем

$К\_{п.у}=2,192∙\left(9∙4+9∙4+9∙5\right)=256,46 у.е$

**6.7 Расчёт затрат на производственный и хозяйственный инвентарь**

Затраты на производственный инвентарь (стеллажи, магазины для деталей и заготовок, магазины для инструмента и др.) принимаются в размере 1,7 % от балансовой стоимости технологического оборудования, а на хозяйственный инвентарь – принимаются в размере 15,4 у.е. на одного работающего.

Для базового варианта получим

$$К\_{ин.б}=0,017∙358838,28+15,4∙63=7070,45 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$К\_{ин.пр}=0,015∙446964,7+15,4∙29=8045 у.е.$$

**6.8 Расчёт предпроизводственных затрат**

Предпроизводственные затраты включают расходы на НИОКР и проектные работы по привязке модуля к условиям заказчика. В курсовой работе их определить сложно. Для укрупнённых расчётов можно принять, что величина этих затрат составляет 3-5% от оптовой цены технологического оборудования (см. таблицу 6.2). Возьмем 4%.

Для базового варианта получим

$$К\_{пр.б}=317556∙0,04=12702,24 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$К\_{пр.пр}=395544∙0,04=15821,76 у.е.$$

**6.9 Расчёт величины оборотных средств в незавершённом производстве**

Величина оборотных средств в незавершённом производстве определяется по формуле

,

где  - цеховая себестоимость единицы *j*-го изделия, у. е. (см. таблицу 7.4);

 - величина незавершённого производства *j*-го наименования деталей, шт.;

 - коэффициент нарастания затрат ;

 - коэффициент перевода рабочих дней в году в календарные дни ( для двухсменной работы,  для трёхсменной работы);

 - номенклатура обрабатываемых деталей.

Для базового варианта получим

$$О\_{о.с.б}=0,6∙1,4∙\left(288∙25,34+1168∙34,29+705∙29,21\right)=57081,73 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$О\_{о.с.пр}=0,6∙1,35∙\left(209∙19,79+657∙24,98+487∙25,6\right)=26746,95 у.е.$$

**6.10 Расчёт общей величины капитальных вложений**

Все затраты, связанные с капитальными вложениями, сводятся в таблицу (таблица 6.3).

Таблица 6.3.

Расчёт капитальных вложений и амортизационных отчислений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование статьи затрат | Усл. обозначение | Базовый вариант | Проектируемыйвариант |
|  Сумма затрат, у. е.  |  Норма аморт.,% |  Сумма аморт., у. е.  |  Сумма затрат, у. е.  |  Норма аморт.,% |  Сумма аморт., у. е.  |
| 1. Здание, занимаемое участком | КЗД | 73423,82 | Табл.6.1 | 2085,94 | 43783,92 | Табл.6.1 | 1243,88 |
| 2. Технологическое оборудование и транспортные средства | КОБ | 358838,28 | Табл.6.2 | 47238,84 | 446964,72 | Табл.6.2 | 63192,28 |
| 3. Энергетическое оборудование | КЭ | 9346,5 | 8,2 | 766,413 | 5175 | 8,2 | 424,35 |
| 4. Дорогостоящая оснастка, УСПО и инструмент | КОС | 35883,83 | 4,5 | 1614,77 | 44696,47 | 4,5 | 2011,34 |
| 5. Измерительные и регулирующие приборы | КИЗ | 5398,45 | 11,5 | 620,82 | 6724,25 | 11,5 | 773,29 |
| 6. Программы управления | КП. У | 177,55 | − | - | 256,46 | − | - |
| 7. Производственный и хозяйств.инвентарь | КИН | 7070,45 | 18,5 | 1308,03 | 8045 | 18,5 | 1488,33 |
| 8. Предпроизводст-венные затраты | КПР | 12702,24 | − | - | 15821,76 | − | - |
| 9. Оборотные средства | ОО. С | 57081,7271 | − | - | 26746,95 | − | - |
| Итого:  |  | 559922,9 |  | 53634,82 | 598214,54 |  | 69133,47 |

**7. Расчёт себестоимости выпускаемой продукции**

**7.1 Расчёт затрат на основные материалы**

Затраты на основные материалы за вычетом реализуемых отходов составляют по базовому и проектируемому вариантам одинаковую сумму. Расчёт затрат на основные материалы производится в табличной форме.

Таблица 7.1.

Расчёт затрат на основные материалы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Расчётный показатель** | **Единица измерения** | **Номенклатура****деталей** |
| N1 | **N2** | N3 |
| 1. Программа выпуска | шт. | 5190 | 7785 | 5190 |
| 2. Наименование материала | − | Ст. 45 | Ст. 45 | Ст. 45 |
| 3. Норма расхода на деталь | кг | 1,2 | 3,8 | 1,3 |
| 4. Чистый вес детали | кг | 1 | 3 | 1,1 |
| 5. Отходы на деталь(стр.3 – стр.4) | кг | 0,2 | 0,8 | 0,2 |
| 6. Расход материала на программу (стр.1×стр.3) | кг | 6228 | 29583 | 6747 |
| 7. Отходы на программу(стр.1×стр.5) | кг | 1038 | 6228 | 1038 |
| 8. Оптовая цена килограмма материала | у. е. | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 9. Оптовая цена килограмма отходов | у. е. | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| 10. Затраты на материалы на программу с учётом транспортно-заготовительных расходов (стр.6×стр.8×1,05) | у. е. | 653,94 | 3106,22 | 708,44 |
| 11. Стоимость реализуемых отходов (стр.7×стр.9) | у. е. | 25,95 | 155,7 | 25,95 |
| 12. Затраты на материалы за вычетом реализуемых отходов (стр.10 – стр.11) | у. е. | 627,99 | 2950,52 | 682,49 |
| 13. Затраты на 1 деталь(стр.12/стр.1) | у. е. | 0,121 | 0,379 | 0,1315 |

**7.2 Расчёт основной заработной платы производственных рабочих**

Поскольку рабочим, работающим на станках с ЧПУ и в условиях гибкого автоматизированного производства, сложно изменять режим работы оборудования, они находятся на повременной форме оплаты труда. Расчёт основной заработной платы производственных рабочих-операторов по базовому варианту производится по сдельной форме оплаты труда, а всех остальных категорий рабочих – по повременной.

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих-операторов по базовому варианту производится по формуле

,

где  – программа *j*-го наименования деталей, шт.;

 – часовая тарифная ставка рабочего при обработке на *i*-й операции *j*-го типоразмера деталей, у. е./чел.-ч (см. прил. 9);

 – коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам ;

*Н* – номенклатура обрабатываемых деталей;

 – количество операций технологического процесса изготовления деталей;

 – штучное время на *i*-й операции *j*-го типоразмера деталей, мин, определяется по формуле

,

Здесь  – оперативное время на *i*-й операции *j*-го типоразмера деталей, мин;

 – время обслуживания рабочего места на *i*-й операции *j*-го типоразмера деталей, мин (составляет 10÷12 % от оперативного времени);

 – время на отдых и личные надобности на *i*-й операции *j*-го типоразмера деталей, мин (составляет 2,5÷3,5 % от оперативного времени).

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих-операторов рекомендуется производить в табличной форме (табл.7.2).

Таблица 7.2.

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих по базовому варианту

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименованиеоперации | Разрядработы | Тарифная ставка, у. е. | Расчёт трудоёмкости | Сумма зарплаты, у. е. |
| , мин | Nj,шт. |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Базовый вариант |
| Винт продольной подачи – 272 |  |  |  |  |  |  |
| 1. Отрезная | 2 | 1,470 | 1,82 | 5190 | 157,77 | 231,93 |
| 2. Токарная | 4 | 1,990 | 109,44 | 5190 | 9466,56 | 18838,45 |
| 3. Фрезерная | 3 | 1,711 | 13,68 | 5190 | 1183,32 | 2024,66 |
| 4. Кругло-шлифовальная | 4 | 1,990 | 21,66 | 5190 | 1873,59 | 3728,44 |
| Итого:  |  |  | 146,604 |  | 12681,246 | 24823,48 |
| Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам | 1,3 |
| Итого c учетом : |  |  |  |  |  | 32270,53 |
| Винт продольной подачи – 675 |  |  |  |  |  |  |
| 1. Отрезная | 2 | 1,47 | 3,42 | 7785 | 443,745 | 652,3 |
| 2. Токарная | 3 | 1,77 | 136,8 | 7785 | 17749,8 | 30369,9 |
| 3. Фрезерная | 3 | 1,77 | 9,12 | 7785 | 1183,32 | 2024,66 |
| 4. Кругло-шлифовальная | 4 | 1,99 | 49,02 | 7785 | 6360,345 | 12657,08 |
| Итого: |  |  | 198,36 |  | 25737,21 | 45703,96 |
| Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам | 1,3 |
| Итого c учетом :  |  |  |  |  |  | 59415,14 |
| Валик шлицевый 20×260 |  |  |  |  |  |  |
| 1. Отрезная | 2 | 1,470 | 1,995 | 5190 | 172,56 | 253,67 |
| 2. Токарная | 3 | 1,711 | 49,02 | 5190 | 4240,23 | 7255,03 |
| 3. Фрезерная | 3 | 1,711 | 78,66 | 5190 | 6804,09 | 11641,79 |
| 4. Кругло-шлифовальная | 4 | 1,990 | 21,66 | 5190 | 1873,59 | 3728,44 |
| 5. Шлицешлифовальная | 5 | 2,192 | 17,67 | 5190 | 1528,45 | 3350,37 |
| Итого: |  |  | 169,005 |  | 14618,93 | 26229,32 |
| Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам | 1,3 |
| Итого c учетом :  |  |  |  |  | 53037,39 | 34098,12 |

Расчёт основной заработной платы других категорий производственных рабочих по базовому варианту производится по формуле

,

где  – численность рабочих *i*-го разряда, чел.;

 – часовая тарифная ставка рабочего *i*-го разряда, у.е./чел-ч.;

 – годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего, ч;

 – коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам ;

 – число разрядов рабочих.

По проектируемому варианту по этой же формуле производится расчёт основной заработной платы всех производственных рабочих.

Основная заработная плата всех рабочих по базовому варианту составляет сумму

.

Расчёт основной заработной платы вспомогательных производственных рабочих по базовому варианту, а также всех рабочих по проектируемому варианту производится в табличной форме (табл.7.3).

Таблица 7.3.

Расчёт основной заработной платы производственных рабочих

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименованиепроизводственного персонала** | **Усл. обозн.** | **Численность рабочих, чел.** | **Разряд работы** | **Тарифная ставка, у. е.** | **Сумма зарплаты, у. е.** |
| **Базовый вариант** |
| 1. Наладчики оборудования | *Чн* | 2 | 5 | 2,06 | 4,12 |
| 2. Рабочие по настройке инструмента | *Чн.и* | 4 | 4 | 1,869 | 7,476 |
| 3. Сборщики приспособлений | *Чсб* | 6 | 4 | 1,869 | 11,214 |
| 4. Транспортные рабочие | *Чтр* | 3 | 5 | 2,06 | 6,18 |
| 5. Слесари по ремонту | *Чсл* | 2 | 5 | 2,06 | 4,12 |
| 6. Электрослесари | *Чэ.сл* | 2 | 5 | 2,06 | 4,12 |
| 7. Станочники | *Чст* | 2 | 6 | 2,262 | 4,524 |
| 8. Прочие ремонтные рабочие | *Чпр* | 2 | 3 | 1,607 | 3,214 |
| **Итого** |  | **23** |  |  | **44,968** |
| Годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего, ч | 1753,05 |
| Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам | 1,3 |
| **Итого** | ***Рз.о.д*** |  |  |  | **102480,4** |
| **Проектируемый вариант** |
| 1. Рабочие-операторы | *Чоп* | 4 | 4 | 1,869 | 7,476 |
| 2. Наладчики оборудования | *Чн* | 1 | 5 | 2,060 | 2,06 |
| 3. Рабочие по настройке инструмента | *Чн.и* | 6 | 4 | 1,869 | 11,214 |
| 4. Сборщики приспособлений | *Чсб* | 8 | 4 | 1,869 | 14,952 |
| 5. Транспорт.рабочие | *Чтр* | – | − | − | – |
| 6. Слесари по ремонту | *Чсл* | 3 | 5 | 2,060 | 6,18 |
| 7. Электрослесари | *Чэ.сл* | 3 | 5 | 2,060 | 6,18 |
| 8. Станочники | *Чст* | 2 | 6 | 2,262 | 4,524 |
| 9. Прочие ремонтные рабочие | *Чпр* | 2 | 3 | 1,607 | 3,214 |
| **Итого** |  | **29** |  |  | **55,8** |
| Годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего, ч | 1753,05 |
| Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам | 1,3 |
| **Итого** | ***Рз.о.пр*** |  |  |  | **127166,2** |

Основная заработная плата всех производственных рабочих по базовому варианту составляет сумму

$$P\_{з.о.б}=P\_{з.о.о}+P\_{з.о.д}=102480,4+125783,8=228264,3 у.е.$$

**7.3 Расчёт дополнительной заработной платы производственных рабочих**

Дополнительная заработная плата включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде и положениями по оплате труда на предприятии.

Сюда входят выплаты за не проработанное на производстве время: оплата очередных и дополнительных отпусков, оплата учебных отпусков, оплата льготных часов подростков, оплата перерывов в работе кормящих матерей, выполнение государственных обязанностей, единовременные вознаграждения за выслугу лет и пр.

Расчёт дополнительной заработной платы определяется по формуле

,

где  – процент дополнительной заработной платы .

Для базового варианта получим

$$P\_{з.д.б}=228264,3∙0,3=68479,29 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$P\_{з.д.пр}=127166,2∙0,3=38149,87 у.е.$$

**7.4. Расчёт обязательных страховых взносов в фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь**

Расчёт обязательных страховых взносов в фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь производится по формуле

,

где  - процент отчислений в фонд социальной защиты населения .

Для базового варианта получим

$$P\_{с.з.б}=\left(228264,3+68479,29 \right)∙0,34=100892,82 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$P\_{с.з.пр}=\left(127166,2+38149,87\right)∙0,34=56207,48 у.е.$$

**7.5. Расчёт страховых взносов по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний**

Расчёт страховых взносов по обязательному страхованию отнесчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний производится по формуле

,

где  – процент страховых взносов по обязательному страхованию отнесчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Для базового варианта получим

$$P\_{с.в.б}=\left(228264,3+68479,29 \right)∙0,006=1780,46 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$P\_{с.в.пр}=\left(127166,2+38149,87\right)∙0,006=991,89 у.е.$$

**7.6 Расчёт налога на недвижимость**

Налогом на недвижимость облагается остаточная стоимость основных фондов. С учётом особенностей данной курсовой работы расчёт налога производится по формуле

,

где  – процент налога на недвижимость ;

 – стоимость здания, занимаемого участком;

 – затраты на технологическое оборудование и транспортные средства;

 – затраты на энергетическое оборудование;

 – затраты на дорогостоящую оснастку, УСПО и инструмент;

 – затраты на измерительные и регулирующие приборы;

 – затраты на производственный и хозяйственный инвентарь.

Для базового варианта имеем

$$P\_{нд.б}=\left(73423,82+358838,3+9346,5+35883,83+5398,45+7070,45\right)∙0,01=4899,61 у.е.$$

Для проектируемого варианта получим

$$P\_{нд.пр}=\left(43783,9+446964,7+5175+44696,47+6724,25+8045\right)∙0,01=5553,89 у.е.$$

**7.7 Расчёт затрат на потребляемую силовую электроэнергию**

Затраты на силовую электроэнергию, потребляемую технологическим оборудованием и транспортными средствами, определяется по формуле

,

где  – годовой эффективный фонд времени работы оборудования в одну смену, ч;

 – тариф за 1 кВт⋅ч электроэнергии, у. е. ;

 – коэффициент, учитывающий использование энергии по времени ;

 – коэффициент, учитывающий использование энергии по мощности ;

 – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети ;

 – коэффициент полезного действия оборудования ;

 – установленная мощность электродвигателей *i*-го вида оборудования, кВт (см. табл. 4.1);

 – число рабочих смен в сутки *i*-го вида оборудования;

 – коэффициент загрузки *i*-го вида оборудования;

 – количество видов оборудования.

Для базового варианта получим

$$P\_{э.б}=1813,5∙0,035∙0,6∙0,4∙\frac{1,15}{0,75}∙2∙$$

$$∙\left(3,2∙0,22+166,5∙0,95+13,5∙0,84+16,5∙0,92+4,5∙0,416+3,5∙0,12\right)=7845,62 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$P\_{э.пр}=1813,5∙0,035∙0,6∙0,4∙\frac{1,15}{0,75}∙3∙$$

$$∙\left(8,5∙0,14+33∙0,83+10,5∙1+21∙0,9+10∙0,28+5∙0,17+7∙0,8+5∙0,5+15∙0,5\right)=5728,76 у.е.$$

**7.8 Расчёт затрат на амортизацию основных фондов**

Затраты на амортизацию основных фондов см. в табл.6.3.

$$P\_{ам.о.ф.б}=53634,82 у.е.$$

# $$P\_{ам.о.ф.пр}=69133,47 у.е.$$

**7.9 Расчёт затрат на ремонт и техническое обслуживание оборудования и транспортных средств**

Годовые расходы на ремонт (включая капитальный) и техническое обслуживание оборудования определяются по формуле

,

где  – процент затрат на ремонт и техническое обслуживание энергетического оборудования, дорогостоящей оснастки, измерительного инструмента и приборов ;

 – затраты на энергетическое оборудование;

 – затраты на дорогостоящую оснастку, УСПО и инструмент;

 – затраты на измерительные и регулирующие приборы;

,  – нормативы затрат на одну единицу ремонтной сложности оборудования, соответственно механической, электрической (включая гидравлическую) частей, у. е. (26,3 у. е., 6,82 у. е.);

,  – категория ремонтной сложности *i*-го вида оборудования, соот­ветственно механической, электрической частей;

 – коэффициент, характеризующий класс точности станков ;

 – принятое количество единиц *i*-го вида оборудования;

 – количество видов оборудования;

Для базового варианта получим

$$P\_{р.б}=0,045∙\left(9346,5+35883,83+5398,45\right)+1,15∙∙\left[\left(26,3∙16+6,82∙18\right)∙1+\left(26,3∙8,5+6,82∙25\right)∙9+\left(26,3∙13,5+6,82∙19\right)∙3+\left(26,3∙17,5+6,82∙23\right)∙3+\left(26,3∙12,5+6,82∙11\right)∙1+\left(26,3∙5+6,82∙4,5\right)∙1\right]=11620,18 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$P\_{р.пр}=0,045∙\left(5175+44696,47+6724,25\right)+1,15∙\left[\left(26,3∙16,5+6,82∙18\right)∙1+\left(26,3∙17,5+6,82∙68\right)∙3+\left(26,3∙27+6,82∙42,5\right)∙1+\left(26,3∙17,5+6,82∙23\right)∙2+\left(26,3∙24+6,82∙15,5\right)∙1+\left(26,3∙7+6,82∙12,5\right)∙1+\left(26,3∙14,5+6,82∙15\right)∙1+\left(26,3∙11+6,82∙13,5\right)∙1+\left(26,3∙11+6,82∙12,3\right)∙3\right]=10657,55 у.е.$$

**7.10. Расчёт затрат на содержание площади, занимаемой участком**

При укрупнённых расчётах затраты на содержание производственной и вспомогательной площади участка определяются исходя из норматива на содержание 1 м2 площади .

Для базового варианта получим

$$P\_{с.у.б}=279,7∙7,3+103∙7,3=2797,37 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$P\_{с.у.пр}=166,79∙7,3+61,7∙7,3=1668,12 у.е.$$

**7.11 Расчёт затрат на ремонт и обслуживание ЧПУ**

Годовые затраты на ремонт и обслуживание ЧПУ определяются исходя из средних статистических затрат на одно ЧПУ. В среднем на одну ЧПУ – 1637 у. е.

Для базового варианта получим

$$P\_{чпу.пр}=1637∙\left(9+3+3\right)=24555 у.е.$$

Для проектируемого варианта получим

$$P\_{чпу.пр}=1637∙\left(1+3+1+2+1\right)=13096 у.е.$$

**7.12 Расчёт затрат на возмещение износа малоценного инструмента и инвентаря**

Затраты на возмещение быстроизнашивающегося и малоценного инвентаря и инструмента принимаются в размере 10% от балансовой стоимости оборудования (см. таблицу 6.2).

Для базового варианта получим

$$P\_{ин.б}=358838,28∙0,1=35883,828 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$P\_{ин.пр}=446964,72∙0,1=44696,47 у.е.$$

**7.13 Расчёт себестоимости обработки деталей годового выпуска и калькуляция себестоимости единицы продукции**

Все затраты, связанные с обработкой деталей годового выпуска, сводятся в таблицу 7.4, графа 3. Калькуляция себестоимости единицы продукции по каждому *j*-му наименованию изделия производится в графах 4,5. Расчёт затрат на основные материалы за вычетом реализуемых отходов принимается из табл.7.1, строка 13. Все остальные статьи затрат распределяются пропорционально трудоёмкости изготовления продукции.

Общая трудоёмкость изготовления продукции по вариантам определяется по формулам:

; ,

где  – программа *j*-го наименования деталей, шт.;

*Н* – номенклатура обрабатываемых деталей;

 – оперативное время на *i*-й операции *j*-го наименования деталей, мин;

*m* – количество операций технологического процесса изготовления деталей;

 – коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочих мест и время на отдых и личные надобности (учитывается только для базового варианта).

Расчёт затрат по каждому *j*-му изделию *k*-й статьи затрат  производится по формуле

,

где  – суммарные затраты по *k*-й статье затрат, у. е.

Для базового варианта :

$$T\_{об.б}=1,14∙\left[2,14∙5190+2,9∙7785+2,47∙5190\right]=53037,38 мин=883,95 ч$$

Для проектируемого варианта:

$T\_{об.пр}=1,25∙5190+1,58∙7785+1,625∙5190=27301,56 мин=$ 455,02 $ч$

Таблица 7.4 – Калькуляция себестоимости выпускаемой продукции (базовый вариант)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование статьи затрат** | **Условное обозначен** | **Сумма годовых затрат, у.е.** | **В том числе по деталям, у.е.** |
| **1** | **2** | **3** |
| 1. Основные материалы за вычетом отходов | Рм | 4260,99 | 0,19 | 0,26 | 0,22 |
| 2. Основная заработная плата производственных рабочих | Рз.о. | 228264,3 | 10,51 | 14,22 | 12,12 |
| 3. Дополнительная заработная плата производственных рабочих | Рз.д. | 68479,29 | 3,15 | 4,26 | 3,63 |
| 4. Обязательные страховые взносы в ФСЗН Министерства труда и социальной защиты РБ | Рс.з. | 100892,82 | 4,64 | 6,28 | 5,35 |
| 5. Страховые взносы по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний | Рс.в. | 1780,46 | 0,08 | 0,11 | 0,094 |
| 6. Налог на недвижимость | Рнд | 4899,61 | 0,22 | 0,305 | 0,26 |
| 7. Затраты на потребляемую электроэнергию | Рэ | 7845,62 | 0,36 | 0,489 | 0,41 |
| 8. Амортизациия основных фондов | Ра | 53634,82 | 2,47 | 3,34 | 2,84 |
| 9. Затраты на ремонт и техническое обеспечение оборудования | Рр | 11620,18 | 0,53 | 0,72 | 0,61 |
| 10. Затраты на содержание площади участка | Рс.у. | 2797,37 | 0,12 | 0,17 | 0,14 |
| 11. Затраты на ремонт ЧПУ | Рчпу | 24555 | 1,12 | 1,53 | 1,3 |
| 12. Затраты на возмещение износа малоценного инструмента и инвентаря | Рин | 35883,828 | 1,65 | 2,23 | 0,9 |
| **Итого:** | **С** | **544914** | **25,1** | **33,96** | **28,93** |

Таблица 7.5 – Калькуляция себестоимости выпускаемой продукции (проектируемый вариант)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование статьи затрат** | **Условное обозначен** | **Сумма годовых затрат, у.е.** | **В том числе по деталям, у.е.** |
| **1** | **2** | **3** |
| 1. Основные материалы за вычетом отходов | Рм | 4260,99 | 0,22 | 0,28 | 0,28 |
| 2. Основная заработная плата производственных рабочих | Рз.о. | 127166,24 | 6,67 | 8,42 | 8,62 |
| 3. Дополнительная заработная плата производственных рабочих | Рз.д. | 38149,87 | 2,001 | 2,52 | 2,58 |
| 4. Обязательные страховые взносы в ФСЗН Министерства труда и социальной защиты РБ | Рс.з. | 56207,48 | 2,94 | 3,72 | 3,81 |
| 5. Страховые взносы по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний | Рс.в. | 991,89 | 0,05 | 0,065 | 0,067 |
| 6. Налог на недвижимость | Рнд | 5553,89 | 0,29 | 0,36 | 0,37 |
| 7. Затраты на потребляемую электроэнергию | Рэ | 5728,76 | 0,3 | 0,37 | 0,38 |
| 8. Амортизациия основных фондов | Ра | 69133,47 | 3,62 | 4,57 | 4,69 |
| 9. Затраты на ремонт и техническое обеспечение оборудования | Рр | 10657,55 | 0,55 | 0,7 | 0,72 |
| 10. Затраты на содержание площади участка | Рс.у. | 1668,12 | 0,08 | 0,11 | 0,11 |
| 11. Затраты на ремонт ЧПУ | Рчпу | 13096 | 0,68 | 0,86 | 0,88 |
| 12. Затраты на возмещение износа малоценного инструмента и инвентаря | Рин | 44696,472 | 2,34 | 2,95 | 3,03 |
| **Итого:** | **С** | **377311** | **19,79** | **24,98** | **25,6** |

**8. Расчёт величины годового экономического эффекта**

**8.1 Расчёт суммы приведенных затрат**

Расчёт суммы приведенных затрат производится по формуле

,

где  - себестоимость годового выпуска продукции, у. е. (см. табл.7.4);

 - нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений ;

 - капитальные вложения, у. е. (см. табл.6.3).

Для базового варианта получим

$$З\_{б}=544914+0,15∙559377,4=628820,92 у.е.$$

Для проектируемого варианта имеем

$$З\_{пр}=377311+0,15∙598214,54=467042,94 у.е.$$

**8.2 Расчёт величины годового экономического эффекта**

Годовой экономический эффект при равных объёмах выпуска продукции определяется как разность сумм приведенных затрат:

,

где  и  - суммы приведенных затрат, соответственно по базовому и проектируемому вариантам, у. е.

$$Э=628820,92 -467042,94 =161777,97 у.е.$$

Положительное значение разности приведенных затрат говорит об экономической целесообразности внедрения системы автоматизированного производства.

**8.3 Расчёт срока окупаемости дополнительных капитальных вложений**

Расчёт срока окупаемости дополнительных капитальных вложений производится по формуле

,

где  и  – капитальные вложения продукции, соответственно по базовому и проектируемому вариантам, у. е.;

 и  – себестоимость годового выпуска продукции, соответственно по базовому и проектируемому вариантам, у. е.

$$Т =\frac{598214,54-559377,4}{544914-377311}=0,23 лет$$

**9. Основные технико-экономические показатели работы участка**

После всего расчёта календарно-плановых нормативов и технико-экономического обоснования гибкого производственного участка механической обработки деталей приводятся основные технико-экономические показатели работы участка, которые сводятся в таблицу (табл.9.1).

Таблица 9.1.

Основные технико-экономические показатели работы участка

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Един. измерения | Источ-ник (стр)  | Величина показателя |
| Базовый вариант | Проектир. вариант |
| 1. Объём выпуска продукции, в том числе:  |  |  |  |  |
| *N*1 | шт.  | 11 | 5190 | 5190 |
| *N*2 | шт.  | 11 | 7785 | 7785 |
| *N*4 | шт.  | 11 | 5190 | 5190 |
| 2. Размер партии деталей, в том числе:  |  |  |  |  |
| *P*1 | шт.  | 11 | 13 | 9 |
| *P*2 | шт.  | 11 | 19 | 13 |
| P4 | шт.  | 11 | 13 | 9 |
| 3. Длительность производственного цикла, в том числе:  |  |  |  |  |
| *t*ц.1 | мин | 15-16 | 178,6 | 193,9 |
| *t*ц.2 | мин | 15-16 | 483,33 | 408,06 |
| *t*ц.4 | мин | 15-16 | 437,361 | 453,66 |
| 4. Численность работающих | чел.  | 38 | 63 | 29 |
| 5. Объём капитальных вложений | у. е.  | 45 | 559377,4 | 598214,54 |
| 6. Себестоимость обработки деталей | у. е.  | 57-58 | 544914 | 377311 |
| 7. Годовой экономический эффект | у. е.  | 59 | 161777,97 |
| 8. Срок окупаемости | лет | 60 | 0,23 |

**Выводы**

Расчет календарно-плановых нормативов и технико-экономическое обоснование гибкого производственного участка механической обработки деталей показал экономическую эффективность проектируемого производства. Положительная величина годового экономического эффекта и небольшой срок окупаемости капитальных вложений свидетельствуют о целесообразности внедрения системы автоматизированного производства.

При внедрении гибкого автоматизированного участка длительность производственного цикла сократилась, но не существенно, что показывает сравнение графиков рисунков 2.1 и 2.2. Модернизация позволила сократить число рабочих мест с 63 до 29 человек. Однако, объем капитальных вложений при этом увеличился в 1,21 раза. Себестоимость выпускаемой продукции уменьшилась, что привело к положительному экономическому эффекту.

**Список использованных источников**

1. Горюшкин, А. А.Организация производства и управление предприятием. Комплексная автоматизация производства : метод. пособие по выполнению курсовой работы для студ. всех спец. и форм обуч. БГУИР / А. А. Горюшкин, Л. Ч. Горностай, Н. И. Новицкий. – Минск : БГУИР, 2013. – 83 с. : ил.
2. Государственный стандарт СССР. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу: отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. ГОСТ 7.32-91 (ИСО 5966-82).