МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Механический факультет

Кафедра МС и И

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**

по дисциплине: “Теория проектирования автоматизированных станочных комплексов”

на тему: “Расчет и проектирования автоматической системы технологического оборудования”

Выполнил:

ст. гр. МС-09мн Я. И. Князев

Руководитель: Ю. А. Гринев

Нормоконтролер: Ю. А. Гринев

ДОНЕЦК 2010

**РЕФЕРАТ**

Курсовая работа содержит: с., 7 табл., 4 источника, 4 приложения.

В данной курсовой работе рассматривается процесс проектирования автоматической линии технологического оборудования, которая позволила бы при минимальных затратах добиться заданной производительности.

Цель работы: спроектировать оптимальную структурно-компоновочную схему автоматической линии для условий серийного производства детали «стакан». Реализовать структурную схему на практике, выбрав конкретное технологическое оборудование; описать ее работу с помощью циклограммы.

Курсовая работа включает: данную пояснительную записку, которая содержит все необходимые сведения о проектировании автоматической линии; чертеж компоновки автоматической линии с обозначением всех позиций; циклограмма работы автоматической линии.

Кроме того, для всех операций представлены эскизы карт наладок.

СТАКАН, ТЕХПРОЦЕСС, ПРОИЗВОДСТВО, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, СТАНОК, СТОИМОСТЬ, АТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ, ЦИКЛОГРАММА

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

- чертеж детали (приложение Б);

- базовый технологический процесс обработки детали;

- заданная производительность обработки Qтр=50 деталей/смена.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1 Анализ технологичности конструкции детали

2 Базовый технологический процесс обработки штока в условиях неавтоматизированного производства

3 Операционный технологический процесс, реализуемый в условиях автоматизированного производства

4 Расчет режимов резания, расчет машинного времени, расчет технологической производительности в условиях неавтоматизированного производства

5 Анализ базового операционного технологического процесса по критерию обеспечения заданной сменной производительности обработки

6 Уточненный расчет производительности автоматической линии

7 Выбор транспортно-загрузочной системы

8 Расчет затрат для выбранных вариантов автоматических линий

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Эскизы наладки на агрегатную операцию

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Чертеж детали

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Общий вид автоматической линии со спецификацией

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Эскизы наладки на агрегатную операцию

ПРИЛОЖЕНИЕ Д - Циклограмма работы линии

**ВВЕДЕНИЕ**

Современное производство отличается сложностью производства и технологических процессов. В этих условиях решаются проблемы повышения продуктивности работы и качества производства изготавливаемой продукции при минимальных затратах автоматизации. Для этого необходимо уметь проектировать и широко использовать автоматизированные системы технологического оборудования, в состав которых входит сами станки – автоматы, автоматизированные загрузочные устройства, транспортно – накопительные системы и др.

**1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ**

Деталь типа стакан изготовлена из материала чугун СЧ20. Это серый чугун, содержащий 3,5 % углерода.

Химический состав материала детали представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Химический состав СЧ20

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C, % | Si , % | Mn , % | S, % | P, % |
| 3.3 - 3.5 | 1.4 - 2.4 | 0.7 - 1 | до 0.15 | до 0.2 |

Физические свойства материала представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Физические свойства СЧ20

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура, Град | Модуль упругости, МПа | Коэффициент температурно-го расширения,1/Град | Коэффициент теплопровод-ности, Вт/(м·град) | Плотность материала , кг/м3 | Твёрдость по Бринеллю,HB |
| 20 | 1 |  | 54 | 7100 | 255 |
| 100 |  | 9,5 |  |  | 143 |

На чертеже представлены все необходимые виды, сечения и разрезы, чтобы уяснить конструкцию детали. Деталь является достаточно жесткой, так как отношение длины детали к ее диаметру намного меньше 10. Деталь имеет средней сложности форму.

На чертеже указана твёрдость поверхностей детали после термообработки НRC 48…50. В качестве термообработки принята закалка.

На чертеже детали имеются все сечения необходимые для того, чтобы представить конструкцию детали.

Заменить деталь сборным узлом или армированной конструкцией представляется нецелесообразным.

 Наиболее точными поверхностями детали является поверхность ø130js6. Обеспечение этой точности требует обработки абразивным инструментом.

Все поверхности детали доступны для обработки и измерений. Возможно использование высокопроизводительного оборудования и режимов резания. При проектировании детали выдержаны стандарты. Форма и поверхности детали соответствуют стандартному инструменту.

Нетехнологичными элементами являются поверхности торцов выточек внутри стакана: ø90H8/ø95 и поверхность ø90/ø95.

Несмотря на указанные недостатки деталь в целом технологична.

**2 БАЗОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ НЕАВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

На рисунке 2.1 приведен чертеж обрабатываемой заготовки.

Рисунок 2.1- Изготавливаемая деталь

Далее приведем технологический процесс обработки детали в условиях неавтоматизированного производства.

|  |  |
| --- | --- |
| Операция | Содержание или наименование операции |
| 005  | Литье |
| 010 | Заготовительная |
| 015 | Токарно-винторезнаяА. Установить и снять заготовкуПодрезать торец 1Подрезать торец 2Точить поверхность 3 начерноТочить поверхность 3 предварительноТочить канавку 4Расточить отверстие 5Расточить отверстие 6 начерноРасточить отверстие 6 предварительноТочить канавку 7Точить фаску 8Б. Установить и снять заготовкуПодрезать торец 9Подрезать торец 10Точить поверхность 11Точить фаску 12Расточить отверстие 13Расточить отверстие 14Точить канавку 15Точить фаску 16 |
| 020  | Термическая обработка (закалка) |
| 025 | Токарно-винторезнаяА. Установить и снять заготовкуТочить поверхность 3 начистоРасточить отверстие 6 начисто |
| 030 | Вертикально-сверлильнаяА. Установить и снять заготовкуСверлить 5 отверстий 17Сверлить 2 отверстия 18 под резьбу МІ2Зенкеровать 5 отверстий 17Нарезать резьбу 18 (М12) |
| 035 | Горизонтальо-фрезернаяА. Установить и снять заготовкуФрезеровать лыску 19 |
| 040 | КруглошлифовальнаяА. Установить и снять заготовкуШлифовать 3 |
| 045 | Технический контроль |

Таблица 2.1 - Технологический процесс обработки стакана

**3 ОПЕРАЦИОННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Для автоматизации технологического процесса выбираем токарные операции: 015 токарно-винторезная, 025 токарно-винторезная, 030 вертикально-сверлильная, 035 вертикально-фрезерная. Все оставшиеся операции будем выполнять вне автоматизированного производства.

**4 ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ, РАСЧЕТ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ , РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГТЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ  В УСЛОВИЯХ НЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Для дальнейшего определения производительности проектируемой автоматической линии необходимо рассчитать машинное время на проведение каждой из операций. Для этого расчета необходимо знать габариты обрабатываемой поверхности и режимы резания. Для единичного производства режимы резания можно назначат по справочникам нормирования, но приведенные там значения сильно завышены. Для массового или серийного типа производства более целесообразно проводить полный расчет режимов резания.

Глубина резания, обычно, назначается в соответствие с видом обработки и типом заготовки. Величину подачи при точении выбираем в зависимости от параметра шероховатости. Скорость резания для точения можно определить по формуле:

 м/мин;

где Т – стойкость резца;

s – величина подачи;

t – глубина резания;

 - коэффициенты, постоянные для заданных условий резания.

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле:

 об/мин;

где D – диаметр обрабатываемой заготовки.

Машинное время обработки находим по формуле:

 мин;

где L – длина обработки.

Для сверления величина подачи выбирается в зависимости от диаметра сверлимого отверстия. Скорость резания рассчитывается по формуле:

 м/мин;

где D – диаметр сверления.

Для зенкерования и развертывания скорость резания рассчитывается по формуле:

 м/мин.

Машинное время здесь рассчитывается аналогично как и для точения.

Таблица 4.1 – Расчет машинного времени выполнения операций.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название операций и переходов | Инструмент | Глубина резания t,мм | Подача S, мм/об | Скорость V, м/мин | Частота вращения n,мин-1 | Диаметр обработки, D мм | Длина оброботки L мм | Основное времяtp |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 15 Токарно-винторезная |
| Установ А |
| 1 | Подрезать торец 1 | Резец подрезной ВК8 | 2 | 0,35 | 81,68 | 200,00 | 130 | 40 | 0,61 |
| 2 | Подрезать торец 2 | Резец подрезной ВК8 | 2,5 | 0,4 | 74,61 | 125 | 190 | 60 | 1,26 |
| 3 | Точить поверхность 3 начерно | Резец проходной ВК8 | 2,2 | 1,2 | 51,05 | 125 | 130 | 32 | 0,23 |
| 4 | Точить поверхность 3 предварительно | Резец проходной ВК8 | 1,2 | 1,0 | 65,35 | 160 | 130 | 32 | 0,22 |
| 5 | Точить канавку 4 | Резец канавочныйВК8 | 4 | 0,3 | 128,65 | 315 | 130 | 35 | 0,40 |
| 6 | Расточить отверстие 5 | Резец расточной ВК8 | 4 | 0,2 | 84,12 | 315 | 85 | 60 | 1,00 |
| 7 | Расточить отверстие 6 начерно | Резец расточной ВК8 | 4 | 0,2 | 113,10 | 400 | 90 | 21 | 0,30 |
| 8 | Расточить отверстие 6 предварительно | Резец расточной ВК8 | 1 | 0,15 | 141,37 |

|  |  |
| --- | --- |
| 500 | 500 |

 | 90 | 21 | 0,32 |
| 9 | Точить канавку 7 | Резец канавочныйВК8 | 3 | 0,25 | 133,52 |

|  |  |
| --- | --- |
| 500 | 500 |

 | 85 | 7 | 0,08 |
| 10 | Точить фаску 8 | Резец фасочный ВК8 | 2,2 | 0,25 | 102,10 | 250 | 130 | 2 | 0,08 |
| Установ Б |
| 11 | Подрезать торец 9 | Резец подрезной ВК8 | 2 | 0,25 | 86,39 | 250 | 110 | 5 | 0,13 |
| 12 | Подрезать торец 10 | Резец подрезной ВК8 | 2,5 | 0,5 | 74,61 | 125 | 190 | 60 | 1,01 |
| 13 | Точить поверхность 11 | Резец проходной ВК8 | 2,5 | 1,2 | 47,75 | 80 | 190 | 18 | 0,22 |
| 14 | Расточить отверстие 12 | Резец расточной ВК8 | 4 | 0,2 | 89,06 | 315 | 90 | 22 | 0,40 |
| 15 | Расточить отверстие 13 | Резец расточной ВК8 | 4 | 0,2 | 82,47 | 250 | 105 | 4 | 0,14 |
| 16 | Точить фаску 14 | Резец фасочный ВК8 | 2,2 | 0,5 | 95,50 | 160 | 190 | 15 | 0,23 |
| 17 | Точить канавку 15 | Резец канавочныйВК8 | 3 | 0,25 | 133,52 | 500 | 85 | 7 | 0,08 |
| 18 | Точить фаску 16 | Резец фасочный ВК8 | 2,5 | 0,5 | 95,50 | 160 | 190 | 2 | 0,06 |
| 025 Токарно-винторезная |
| Установ А |
| 1 | Точить поверхность 3 начисто | Резец проходной ВК3М | 0,8 | 0,125 | 81,68 | 200 | 130 | 32 | 1,40 |
| 2 | Расточ. отверстие 6 начисто | Резец расточной ВК3М | 0,6 | 0,25 | 74,61 | 125 | 90 | 18 | 0,67 |
| 030 Вертикально-сверлильная |
| Установ А |
| 1 | Сверлить 5 отверстий 17 | Сверло ВК8 | 4 | 0,2 | 18,84 | 710 | 8 | 18 | 0,75 |
| 2 | Сверлить 2 отверстия 18 под резьбу МІ2 | Сверло ВК8 | 5,1 | 0,2 | 22,75 | 710 | 10,2 | 18 | 0,3 |
| 3 | Зенкеровать 5 отверстий 17 | Зенкер ВК8 | 1 | 0,8 | 22,31 | 710 | 10 | 18 | 0,2 |
| 4 | Нарезать резьбу 18 (М12) | Метчик ВК8 |  | 1,5 | 9,42 | 250 | 12 | 18 | 0,24 |
| 035 Горизонтально-фрезерная |
| Установ А |
| 1 | Фрезеровать лыску 19 | Фреза ВК8 | 18 | 0,02(мм/зуб) | 7,79 | 31 |  | 140 | 4,98 |

Уменьшим основное время фрезерования лыски на 30% т.к. расчет режимов резания производился для инструмента из быстрорежущей стали, в то время как был выбран твердосплавный инструмент.

Критерием оценки технологического процесса является технологическая производительность kо, которая определяется по формуле:



где ∑tр – суммарное машинное время выполнения всех операций, мин.

Значение технологической производительности может быть основой для расчета оптимальной степени дифференциации и концентрации операций в автоматической линии.

В данной работе предлагается разработка автоматической линии для осуществления той части техпроцесса, которая связана с токарной обработкой поверхностей и отверстий . Таким образом, для данной линии не учитываются операции после термической обработки, но проектируемая линия всё равно должна обеспечивать указанную в задании производительность.

Для этого произведем анализ возможных структур линии и выберем наиболее рациональную из них.

**5 АНАЛИЗ БАЗОВОГО ОПЕРАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО КРИТЕРИЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ СМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ**

Определение ожидаемой сменной производительности системы технологического оборудования в условиях неавтоматизированного производства можно найти по формуле:

 деталей/смену,

где - время выполнения холостых (вспомогательных) операций в условиях неавтоматизированного производства.

Сравнивая полученное значение (29 деталей/смена) с заданной сменной производительностью обработки (50 деталей/смена), приходим к выводу, что в неавтоматизированном производстве нельзя обеспечить требуемую производительность. Следовательно, необходимо разработать оптимальный структурно-композиционный вариант автоматической линии, который должен обеспечивать заданную производительность обработки.

Рассмотрим несколько вариантов компоновок автоматических линий.

При составлении линии из 5 станков расположенных по ходу технологического процесса получаем линию следующего вида (рис. 5.1).

Рисунок 5.1- Вариант компоновки оборудования автоматической линии

На схеме представлены следующие операции:

1 – Токарно-винторезная (черновая, установ А)

2 – Токарно-винторезная (черновая, установ Б)

3 – Токарно-винторезная (чистовая)

4 – Вертикально-сверлильная

5 – Горизонтально – фрезерная

Для этой линии лимитирующим является время с. Тогда производительность такой линии составляет:

 (шт./смену).

Данное количество изделий входит в диапазон допустимой производительности. Сократим основное время на четвертой операции, обрабатывая отверстия 17 и отверстия 18 одновременно. Между операциями 4 и 5 поставим накопитель (рис. 5.2).

Рисунок 5.2- Вариант компоновки оборудования автоматической линии

На схеме представлены следующие операции:

1 – Токарно-винторезная (черновая, установ А)

2 – Токарно-винторезная (черновая, установ Б)

3 – Токарно-винторезная (чистовая)

4 – Вертикально-сверлильная

5 – Горизонтально – фрезерная

В данном варианте технологической линии лимитирующим временем является с. , а производительность такой линии составляет:

 (шт./смену).

Производительность такой линии удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям

Эти два вида компоновок обеспечивают необходимую производительность и поэтому их необходимо сравнить по экономической эффективности.

**6 УТОЧНЕННЫЙ РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ**

Уточненный расчет полной производительности автоматической линии с жесткими межагрегатными связями проводится по формуле:

,

где  - коэффициент загрузки линии, который характеризует условия эксплуатации (принимается в пределах 0,85-0,90);

 - время не совмещенных холостых ходов (в условиях дифференциации технологического процесса принимается );

 - время суммарных внецикловых потерь, определяется по формуле:



где  - ожидаемые внецикловые потери по инструменту;

 - ожидаемые внецикловвые потери по оборудованию.

Потери по инструменту вычисляются по формуле:



Сведем данные по всем инструментам в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Расчет времени потерь по инструменту для варианта 1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  п\п | Наименование инструмента | , мин | , мин | , мин | , мин | , мин |
| 1 | Резец ВК8 (черновой) | 6,77 | 50 | 1,5 | 0,2 | 0,230 |
| 2 | Резец проходной ВК3М (чистовой) | 1,4 | 50 | 3 | 0,18 | 0,089 |
| 3 | Резец расточной ВК3М (чистовой) | 0,67 | 50 | 3 | 0,18 | 0,043 |
| 4 | Сверло ВК8 | 1,05 | 25 | 1 | 0,12 | 0,047 |
| 5 | Зенкер ВК8 | 0,2 | 25 | 1 | 0,18 | 0,009 |
| 6 | Метчик ВК8 | 0,24 | 90 | 1 | 0,27 | 0,003 |
| 7 | Фреза ВК8 | 4,98 | 70 | 5 | 0,12 | 0,364 |
|  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 5.2 - Расчет времени потерь по инструменту для варианта 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  п\п | Наименование инструмента | , мин | , мин | , мин | , мин | , мин |
| 1 | Резец ВК8 (черновой) | 6,77 | 50 | 1,5 | 0,2 | 0,230 |
| 2 | Резец проходной ВК3М (чистовой) | 1,4 | 50 | 3 | 0,18 | 0,089 |
| 3 | Резец расточной ВК3М (чистовой) | 0,67 | 50 | 3 | 0,18 | 0,043 |
| 4 | Сверло ВК8 | 0,3 | 25 | 1 | 0,12 | 0,013 |
| 5 | Зенкер ВК8 | 0,04 | 25 | 1 | 0,18 | 0,002 |
| 6 | Метчик ВК8 | 0,12 | 90 | 1 | 0,27 | 0,002 |
| 7 | Фреза ВК8 | 4,98 | 70 | 5 | 0,12 | 0,364 |
|  |  |  |  |  |  |  |

Расчет внецикловых потерь по оборудованию проводится по формуле:



где  - среднее время простоев i-го нормализованного узла.

Рассмотрим первый вариант компоновки автоматической линии. Данные по потерям времени по оборудования сводим в таблицы 5.3 и 5.4.

Таблица 5.3 - Уточненные потери по оборудованию для варианта 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Наименование механизма | Время простоев на 100 мин., мин | Время работы j-ого нормализованного узла, мин | Простои конкретных механизмов, мин |
| Токарно-винторезная черноваяУстанов А  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 4,5 | 0,025 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 4,5 | 0,008 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 1,77 | 0,001 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 2,73 | 0,002 |
| Гидравлическое оборудование | 0,20 | 4,5 | 0,009 |
| Электрооборудование | 1,43 | 4,5 | 0,064 |
| Система охлаждения | 0,08 | 4,5 | 0,004 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 4,5 | 0,011 |
|  |  |
| Токарно-винторезная черноваяУстанов Б  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 2,27 | 0,012 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 2,27 | 0,004 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 1,04 | 0,001 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 1,23 | 0,001 |
| Гидравлическое оборудование | 0,20 | 2,27 | 0,005 |
| Электрооборудование | 1,43 | 2,27 | 0,032 |
| Система охлаждения | 0,08 | 2,27 | 0,002 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 2,27 | 0,005 |
|  |  |
| Токарно-винторезная чистовая | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 2,07 | 0,011 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 2,07 | 0,004 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,44 | 0,000 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 1,63 | 0,001 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 2,07 | 0,004 |
| Электрооборудование | 1,43 | 2,07 | 0,030 |
| Система охлаждения | 0,08 | 2,07 | 0,002 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 2,07 | 0,005 |
|  |  |  |  |  |
| Вертикально-сверлильная | Узел подачи и зажима | 0,55 | 1,49 | 0,008 |
| Сверлильная головка | 0,07 | 1,49 | 0,001 |
| Электрооборудование | 1,43 | 1,49 | 0,021 |
| Система охлаждения | 0,08 | 1,49 | 0,001 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 1,49 | 0,004 |
|  |  |
| Горизонталь-но-фрезерная | Узел подачи и зажима | 0,55 | 4,98 | 0,027 |
| Фрезерная бабка | 0,04 | 4,98 | 0,002 |
| Силовой стол с гидроприводом | 0,24 | 4,98 | 0,012 |
| Электрооборудование | 1,43 | 4,98 | 0,071 |
| Система охлаждения | 0,08 | 4,98 | 0,004 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 4,98 | 0,012 |
|  |  |
|  |  |  |  | 0,41 |

Тогда производительность такой линии с учетом потерь по инструменту и оборудованию будет составлять:

 шт./смену.

Как видим после уточнённого расчёта, производительность АЛ повысилась до 56 шт/см при требуемой 50 шт/см.

Таблица 5.3 - Уточненные потери по оборудованию для варианта 2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Наименование механизма | Время простоев на 100 мин., мин | Время работы j-ого нормализованного узла, мин | Простои конкретных механизмов, мин |
| Токарно-винторезная черноваяУстанов А  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 4,5 | 0,025 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 4,5 | 0,008 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 1,77 | 0,001 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 2,73 | 0,002 |
| Гидравлическое оборудование | 0,20 | 4,5 | 0,009 |
| Электрооборудование | 1,43 | 4,5 | 0,064 |
| Система охлаждения | 0,08 | 4,5 | 0,004 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 4,5 | 0,011 |
|  |  |
| Токарно-винторезная черноваяУстанов Б  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 2,27 | 0,012 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 2,27 | 0,004 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 1,04 | 0,001 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 1,23 | 0,001 |
| Гидравлическое оборудование | 0,20 | 2,27 | 0,005 |
| Электрооборудование | 1,43 | 2,27 | 0,032 |
| Система охлаждения | 0,08 | 2,27 | 0,002 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 2,27 | 0,005 |
|  |  |
| Токарно-винторезная чистовая | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 2,07 | 0,011 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 2,07 | 0,004 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,44 | 0,000 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 1,63 | 0,001 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 2,07 | 0,004 |
| Электрооборудование | 1,43 | 2,07 | 0,030 |
| Система охлаждения | 0,08 | 2,07 | 0,002 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 2,07 | 0,005 |
|  |  |  |  |  |
| Вертикально-сверлильная | Узел подачи и зажима | 0,55 | 0,46 | 0,003 |
| Сверлильно-резьбонарезная коробка | 0,06 | 0,46 | 0,000 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,46 | 0,007 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,46 | 0,000 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,46 | 0,001 |
| Поворотный стол | 0,1 | 0,46 | 0,0005 |
|  |  |
| Горизонталь-но-фрезерная | Узел подачи и зажима | 0,55 | 4,98 | 0,027 |
| Фрезерная бабка | 0,04 | 4,98 | 0,002 |
| Силовой стол с гидроприводом | 0,24 | 4,98 | 0,012 |
| Электрооборудование | 1,43 | 4,98 | 0,071 |
| Система охлаждения | 0,08 | 4,98 | 0,004 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 4,98 | 0,012 |
|  |  |
|  |  |  |  | 0,38 |

Используем гибкую межагрегатную связь, введя в линию накопитель и, тем самым, повысим производительность АЛ.

 шт./смену

где -- число участков, на которые разделена линия =2;

 W—коэффициент увеличения простоев лимитирующего участка, вследствие

Как видим после уточнённого расчёта, производительность АЛ 2 повысилась до 60 шт/см при требуемой 50 шт/см.

**7 ВЫБОР ТРАНСПОРТНО-ЗАГРУЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ**

Транспортные системы являются одним из основных элементов автоматизированного производства в любой отрасли промышленности. Кроме основных функций — перемещения изделий и материалов, транспортные системы могут изменять ориентацию, производить накопление и адресование изделий, осуществлять обработку изделий и материалов в процессе перемещения. Наиболее полно возможности транспортных систем реализованы в автоматических линиях, нашедших широкое применение в массовом производстве. В автоматических линиях полностью решены вопросы загрузки и выгрузки ТМ, передачи изделий с одного участка на другой. В этих линиях обычно применяются специальные или специализированные транспортеры, предназначенные для перемещения одного или нескольких видов изделий. Необходимость частой переналадки технологического оборудования на другой тип изделий, характерна для большинства современных быстросменных и многономенклатурных производств, сопряжена с большими материальными и временными затратами, исключающими применение традиционных автоматических линий

В качестве транспортно – загрузочной системы в данной линии можно применить роботы-манипуляторы. Для осуществления загрузки в данных условиях можно воспользоваться тактовыми столами и транспортером для перемещения детали от позиции к позиции. Для удаления стружки из зоны резания удобно воспользоваться общим конвейером, проходящим вдоль всех станков линии.

**8 РАСЧЕТ ЗАТРАТ ДЛЯ ВЫБРАННЫХ ВАРИАНТОВ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ**

Ранее варианты АЛ рассматривались с точки зрения обеспечиваемой ими производительности и оба из них обеспечивают требуемую производительность. Для окончательного выбора компоновки АЛ определим стоимость каждой из них.

Для расчета стоимости того или иного варианта автоматической линии необходимо предварительно определить состав оборудования, которое будет входить в данную линию.

В обеих компоновках будут использоваться транспортеры деталей, стружки, поворотные столы. В АЛ со станками с ЧПУ загрузка и выгрузка деталей будет осуществляться с помощью портальных роботов, в то время как в АЛ с копировальными станками этот процесс будет осуществляться манипуляторами.

Приведенные затраты автоматической линии находятся по формуле:

;

;

где  - стоимость основного оборудования;

 - стоимость транспортно – загрузочной системы.

Основное оборудование АЛ для первого варианта:

* Токарный станок с ЧПУ - 3 шт. × 70000у.е.=210000 у.е.
* Радиально-сверлильный станок - 1 шт. × 50000у.е.=50000 у.е.
* Горизонтально-фрезерный станок – 1шт. × 20000у.е.=20000у.е.

Общая стоимость основного оборудования составляет: 280000у.е.

Вспомогательное оборудование для данной схемы:

* Манипулятор 8шт.×8000у.е.=40000 у.е.
* Транспортер стружки 6шт. ×1000у.е.=6000 у.е.
* Транспортер роликовый, шаговый 2000у.е.

Общая стоимость вспомогательного оборудования составляет 48000у.е

Приведенные потери составляют для данного варианта:

у.е

Аналогично рассчитываем стоимость основного оборудования для варианта 2:

* Токарный станок с ЧПУ - 3 шт. × 70000у.е.=210000 у.е.
* Агрегатный станок - 1 шт. × 70000у.е.=70000 у.е.
* Горизонтально-фрезерный станок - 1шт. × 20000у.е.=20000у.е.

Общая стоимость основного оборудования составляет: 300000у.е.

Вспомогательное оборудование для данной схемы:

* Манипулятор 5шт.×8000у.е.=40000 у.е.
* Транспортер стружки 6шт. ×1000у.е.=6000 у.е.
* Транспортер роликовый, шаговый 2000у.е.

Стоимость вспомогательного оборудования для данного варианта составляет 48000 у.е.

Как видно из расчетов второй вариант является экономически более целесообразным. Приведенные потери составляют для него:

у.е.

Из экономического сравнения двух вариантов видим, что вариант АЛ с применением агрегатного станка для сверления отверстий является более дорогим.

Все расчеты заносим в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Стоимость основного и вспомогательного оборудования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Тип оборудования | Стоимость оборудования | Тип ТЗС | Стоимость ТЗС | Приведенные затраты |
| 1 | Станок токарно-винторезный16К20Ф3 | 3\*70000 | Манипулятор | 3\*3000 | 27640 |
| Транспортер стружки | 1х320 |
| Станок радиально-сверлильный2М55 | 1\*50000 | Манипулятор | 2х3000 |
| Манипулятор | 1х3000 |
| Станок горизонтально-фрезерный6К81Г | 1\*20000 | Транспортер стружки | 1х320 |
| Манипулятор | 3\*3000 |
| 2 | Станок токарно-винторезный16К20Ф3 | 3\*70000 | Манипулятор | 3\*3000 | 27640 |
| Транспортер стружки | 1х320 |
| Станок многоинструментальныйС ЧПУ  | 1\*70000 | Манипулятор | 2х3000 |
| Станок горизонтально-фрезерный6К81Г | 1\*20000 | Манипулятор | 1х3000 |
| Транспортер стружки | 1х320 |

**ВЫВОДЫ**

В данной курсовой работе рассматривался процесс проектирования автоматической линии технологического оборудования.

Поставленная цель работы - спроектировать оптимальную структурно-компоновочную схему автоматической линии для условий серийного производства детали типа «переходник» - была полностью достигнута, при этом было выполнено основное требование к проектируемой линии: обеспечена требуемая производительность при наилучших экономических показателях.

Курсовая работа включает данную пояснительную записку, которая содержит все необходимые сведения о проектировании автоматической линии; эскизы карт наладок; чертеж компоновки автоматической линии с обозначением всех позиций; циклограмма работы автоматической линии.

**ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК**

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Мн: Выш. школа, 1983. - 256 с.

2. СТМ. Т. 1 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - Г.: Машиностроение, 1985. - 656 с.; СТМ. Т. 2 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - Г.: Машиностроение, 1985. - 496 с.

3. Справочник Технолога-машиностроителя. Т. 1 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - Г.: Машиностроение, 1985. - 656 с.; Справочник Технолога-машиностроителя. Т. 2 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - Г.: Машиностроение, 1985. - 496 с.

4. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. - Г.: Издательство стандартов, 1992. - 464 с.