Министерство образования и науки Украины

Донецкий национальный технический университет

Механический факультет

Кафедра «Металлорежущие станки и инструмент»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине “Теория проектирования автоматизированных станочных комплексов”

на тему: «Проект автоматической линии для обработки детали типа «Вал-шестерня»

ПК 08.6.09.02.03.62.00.000 ПЗ

Выполнил

ст. гр. МС-04н Гончаренко Д.О.

Приняла Калафатова Л.П.

Нормоконтроль Гусев В.В.

Донецк 2008

Реферат

Работа содержит: страниц 40, таблиц 14 , источников 4, рисунков 6.

Объект проектирования: автоматическая линия для изготовления детали типа вал-шестерня, станочная система на базе токарного станка.

Цель работы: закрепить знания, полученные при изучении курса «Теория проектирования автоматизированных станочных комплексов», приобрести навыки проектирования автоматических линий.

ПЕРЕХОД, ПОЗИЦИЯ, ПОТЕРИ ВНЕЦИКЛОВЫЕ, СТАНКИ ДУБЛЕРЫ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ, ЦИКЛОГРАММА РАБОТЫ, АГРЕГАТНЫЙ СТАНОК, РОБОТ, МАНИПУЛЯТОР, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ.

Задание

Разработать компоновочную схему автоматической линии для изготовления детали типа вал. Рассчитать экономические показатели выбранной линии.

Спроектировать станочную систему на базе токарного станка.

Исходными данными к курсовому проекту является базовый ТП на обработку в неавтоматизированном производстве, заданная производительность изготовления детали в условиях автоматизированного производства, равная 230 шт./смену, и чертежи детали и заготовки, представленные в ПК 08.6.09.02.03.62.01.001 и ПК 08.6.09.02.03.62.01.002.

Содержание

[Введение 5](#_Toc200194648)

[1 Анализ технологичности конструкции детали 6](#_Toc200194649)

2 Технологический процесс изготовления детали для неавтоматизированного производства 9

[3 Расчет технологической производительности процесса 13](#_Toc200194650)

[4 Анализ базового операционного процесса по критерию обеспечения заданной сменной производительности 15](#_Toc200194651)

[5 Уточненный расчет производительности автоматической линии 17](#_Toc200194652)

[6 Выбор транспортно-загрузочной системы 26](#_Toc200194653)

[7 Расчет затрат для выбранных вариантов автоматических линий 27](#_Toc200194654)

[8 Описание работы спроектированной автоматической линии 31](#_Toc200194655)

[9 Описание станочной системы на базе токарного станка 33](#_Toc200194656)

[10 Расчет схвата захватного устройства 35](#_Toc200194657)

[10.1. Описание механизма схвата захватного устройства 35](#_Toc200194658)

[10.2. Расчет сил, действующих в местах контакта заготовки и элементов захвата 35](#_Toc200194659)

[10.3. Расчет усилий привода зажима 37](#_Toc200194660)

[10.4 Расчет контактных напряжений при захвате заготовки губками захватного устройства 38](#_Toc200194661)

[Заключение 40](#_Toc200194662)

[Список литературы 41](#_Toc200194663)

Введение

Автоматизация производственных процессов всегда являлась одним из важнейших направлений развития НТП. В развитых странах в настоящее время автоматизация занимает ведущее место в развитии промышленности, причем наблюдается тенденция к её глобальному внедрению. Несмотря на затраты, связанные с автоматизацией, она позволяет освободить гораздо больше средств за счет повышения производительности и экономии живого труда. Автоматизация дает толчок в развитии важнейших отраслей промышленности, позволяет снизить себестоимость их продукции.

Курс «Теория проектирования автоматизированных станочных комплексов» является основой для изучения процесса проектирования автоматических линий. Его изучение является важным этапом подготовки инженеров-механиков.

1 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь является валом-шестерней (ПК 08.6.09.02.03.62.01.001) с уменьшающимися диаметрами от середины к краям детали. Она изготавливается из стали 45 ГОСТ 4543-89. Это углеродистая конструкционная сталь, содержащая 0,45 % углерода.

На чертеже указана твёрдость поверхностей детали после термообработки НВ 220…260. В качестве термообработки принято улучшение.

В качестве конструкторской, технологической и измерительной базы принята ось центров детали, что является технологичным, так как не нарушается принцип единства баз. Для установки детали в центрах предусмотрены центровые отверстия В6,3.

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

Заменить деталь сборным узлом или армированной конструкцией представляется нецелесообразным.

Для облегчения установки подшипников, а также колеса и съемной шестерни на детали выполнены заходные фаски. Жёсткость детали определим по формуле:

 , (1.1)

где l – длина детали, l = 600 мм;

- приведённый диаметр детали:

 , (1.2)

где ,  - соответственно, диаметр и длина i-той ступени детали;

n – количество ступеней детали.

Тогда



Тогда

Так как жёсткость детали значительна и не превышает критического значения, равного 12, то для обработки детали не требуются люнеты, а режимы резания могут быть максимально интенсивными.

Все поверхности детали доступны для обработки и измерений. Возможно использование высокопроизводительного оборудования и стандартной технологической оснастки.

К поверхностям детали ø75k6, ø85n6, ø90n6 предъявляются особые требования по величине радиального биения относительно оси детали. Его величина не должна превышать 0,025мм. Для торцовых поверхностей ø75k6/ø85n6 и ø75k6/ø85h14 ограничивается торцовое биение относительно плоскости перпендикулярной оси детали, не более 0,012 мм недопущения перекоса подшипников для. Для шестерни класса точности 9-В принимаются допуски на радиальное и торцевое биение 0,06 и 0,04 мм соответственно. При выдерживании этих требований технологических трудностей не возникает

Наиболее точными поверхностями детали являются поверхности ø75k6, ø85n6 и ø90n6. Обеспечение этой точности требует обработки абразивным инструментом.

На детали имеются 2 шпоночных паза. Для их получения необходима пальцевая или дисковая фреза. Т.к. шпоночные пазы предназначены под призматические шпонки, то дисковая фреза не подходит.

Нетехнологичными элементами являются:

Канавки для выхода шлифовального круга, ослабляющие сечение детали и понижающие общую жесткость.

Шпоночные пазы, которые нельзя обработать пальцевой фрезой напроход.

Несмотря на указанные недостатки деталь в целом технологична.

2 Технологический процесс изготовления детали для неавтоматизированного производства

Рассмотрим базовый ТП изготовления данной детали для неавтоматизированного производства и выберем операции, которые можно включить в автоматическую линию. Воспользуемся для анализа рис. 2.1.



Рис. 2.1 – Эскиз детали с позициями поверхностей

005 Заготовительная

1. Штамповка на ГКМ

010 Термическая

1. Отжиг

015 Фрезерно-центровальная (МР-73)

А. Установить и снять заготовку

1. Фрезеровать торцы

2. Сверлить центровые отверстия В6,3

020 Токарно-винторезная (черновая) (16К20)

А. Установить и снять заготовку

1. Точить пов. 9 начерно

2. Точить пов. 8 начерно

3. Точить пов. 7 начерно

4. Точить пов. 6 начерно

5. Точить торец 17 начерно

Б. Переустановить заготовку

6. Точить пов. 4 начерно

7. Точить пов. 3 начерно

8. Точить пов. 5 начерно

9. Точить торец 26 начерно

025 Токарно-винторезная (чистовая) (16К20)

А. Установить и снять заготовку

1. Точить пов. 4 начисто

2. Точить торец 26 начисто

3. Точить пов. 5 начисто

4. Точить фаску 11 однократно

5. Точить канавку 13 однократно

6. Точить канавку 25 однократно

Б. Переустановить заготовку

7. Точить пов. 9 начисто

8. Точить пов. 8 начисто

9. Точить пов. 7 начисто

10.Точить торец 17 однократно

11.Точить фаску 10 однократно

12.Точить фаску 16 однократно

13.Точить фаску 15 однократно

14.Точить фаску 14 однократно

15.Точить канавку 22 однократно

16.Точить канавку 23 однократно

17.Точить канавку 24 однократно

030 Вертикально-фрезерная (6Р11)

А. Установить и снять заготовку

1. Фрезеровать шпоночный паз 18

2. Фрезеровать шпоночный паз 20

035 Зубофрезерная (53А20)

А. Установить и снять заготовку

1. Фрезеровать 29 зубьев m=4 ст. 9-В

040 Термическая (печь индукционная)

1. Улучшить

2. Закалить зубья ТВЧ на 1,5…2 мм

045 Слесарная (верстак слесарный)

1. Править центровые отверстия

050 Круглошлифовальная (3М151)

А. Установить и снять заготовку

1. Шлифовать пов. 9 предварительно

2. Шлифовать пов. 8 предварительно

3. Шлифовать пов. 7 предварительно

055 Круглошлифовальная (3М151)

А. Установить и снять заготовку

1. Шлифовать пов. 4 предварительно

060 Круглошлифовальная (3М151)

А. Установить и снять заготовку

1. Шлифовать пов. 9 окончательно

2. Шлифовать пов. 8 окончательно

3. Шлифовать пов. 7 окончательно

065 Круглошлифовальная (3М151)

А. Установить и снять заготовку

1. Шлифовать пов. 4 окончательно

Для включения в автоматическую линию выбираем фрезерно-центровальную, все токарные и вертикально-фрезерную операцию.

Для выбранных операций произведем расчет машинного времени и данные занесем в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Расчет машинного времени выполнения операций

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Инструмент | Параметры резания | D, мм | L, мм | tр, мин |
| операции | перехода | t, мм | sоб, мм/об | v, м/мин | n, об/мин | s мин, мм/мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Фрезерно-центровальная | Фрезеровать торцы пов.2,21 | Фрезы торцевые Т5К10 | 3 | 0,8 | 164 | 418 | 334 | 125 | 225 | 0,67 |
| Сверлить центровочные отверстия | Сверла центровочные комбинированные ГОСТ 14952-75 | 3,15 | 0,31 | 10 | 506 | 157 | 6,3 | 16 | 0,10 |
| Токарно-винторезная (Черновая) Установ А | Точить пов.9 начерно (1й проход) | Резец проходной Т5К10 | 4 | 0,9 | 65 | 230 | 207 | 90 | 90 | 0,43 |
| Точить пов.9 начерно (2й проход) | Резец проходной Т5К10 | 2,6 | 0,9 | 65 | 246 | 222 | 82 | 90 | 0,41 |
| Точить пов.8 начерно | Резец проходной Т5К10 | 2 | 0,9 | 65 | 230 | 207 | 90 | 147,5 | 0,71 |
| Точить пов.7 начерно (1й проход) | Резец проходной Т5К10 | 3 | 0,9 | 65 | 200 | 179 | 104 | 125 | 0,70 |
| Точить пов.7 начерно (2й проход) | Резец проходной Т5К10 | 3 | 0,9 | 65 | 211 | 190 | 98 | 125 | 0,66 |
|  | Точить пов.6 начерно | Резец проходной Т5К10 | 3 | 0,9 | 65 | 200 | 179 | 104 | 67,5 | 0,38 |
| Точить торец 27 начерно | Резец подрезной Т5К10 | 2 | 0,5 | 65 | 146 | 73 | 142 | 21 | 0,29 |
| Токарно-винторезная (Черновая) Установ Б | Точить пов.4 начерно (1й проход) | Резец проходной Т5К10 | 4 | 0,9 | 65 | 233 | 209 | 89 | 55 | 0,26 |
| Точить пов.4 начерно (2й проход) | Резец проходной Т5К10 | 2,5 | 0,9 | 65 | 252 | 227 | 81 | 55 | 0,25 |
| Точить пов.3 начерно | Резец проходной Т5К10 | 2 | 0,9 | 65 | 233 | 209 | 89 | 31 | 0,15 |
| Точить пов.5 начерно | Резец проходной Т5К10 | 2 | 0,9 | 65 | 141 | 127 | 147 | 84 | 0,66 |
| Точить торец 26 начерно | Резец подрезной Т5К10 | 2 | 0,5 | 65 | 146 | 73 | 142 | 28,5 | 0,39 |
| Токарно-винторезная (Чистовая) Установ А  | Точить пов.4 начисто | Резец проходной Т15К6 | 0,25 | 0,35 | 209 | 887 | 311 | 75 | 55 | 0,18 |
|  | Точить пов.5 начисто | Резец проходной Т15К6 | 0,25 | 0,35 | 209 | 465 | 163 | 143 | 84 | 0,51 |
|  | Точить фаску пов.13 однократно | Резец проходной Т15К6 |  3 |  0,1 |  209 |  469 |  47 |  142  |  3 |  0,064 |
|  | Точить фаску пов.1 однократно | Резец проходной Т15К6 | 2,5 | 0,1 | 209 | 887 | 89 | 75 | 2,5 | 0,0208 |
|  | Точить канавку пов.11 однократно | Резец канавочный Т15К6 | 2,2 | 0,1 | 209 | 887 | 55 | 75 | 0,2 | 0,004 |
|  | Точить канавку пов.25 однократно | Резец канавочный Т15К6 |  2,5 |  0,1 |  209 |  887 |  89 |  75 |  2 |  0,022 |
| Токарно-винторезная (Чистовая) Установ Б | Точить пов.9 начисто | Резец проходной Т15К6 | 0,25 | 0,35 | 209 | 876 | 307 | 76 | 90 | 0,29 |
|  | Точить пов.8 начисто | Резец проходной Т15К6 | 0,25 | 0,35 |  209 | 774 | 271 | 86 | 147,5 | 0,54 |
|  | Точить пов.7 начисто | Резец проходной Т15К6 | 0,25 | 0,35 |  209 | 730 | 256 | 91 | 125 | 0,49 |
|  | Точить фаску пов.10 однократно | Резец проходной Т15К6 | 2,5 | 0,1 | 209 | 887 | 89 | 75 | 2,5 | 0,028 |
|  | Точить фаску пов.16 однократно | Резец проходной Т15К6 |  2,5 |  0,1 |  209 |  783 |  78 | 85 | 2,5 |  0,032 |
|  | Точить фаску пов.15 однократно. | Резец проходной Т15К6 |  1 |  0,1 |  209 |  740 |  78 | 90 | 1 |  0,013 |
|  | Точить фаску пов.14 однократно | Резец проходной Т15К6 |  3 |  0,1 |  209 |  469 |  47 |  142  |  3 |  0,064 |
|  | Точить канавку пов.17 однократно | Резец канавочный Т15К6 |  2,5 |  0,1 |  209 |  887 |  89 |  75 |  2  |  0,023 |
|  | Точить канавку пов.22 однократно | Резец канавочный Т15К6 |  2,2 |  0,1 |  209 |  887 |  89 |  75 |  0,2 |  0,004 |
|  | Точить канавку пов.23 однократно | Резец канавочный Т15К6 |  2,2 |  0,1 |  209 |  487 |  49 |  85 |  0,2 |  0,004 |
|  | Точить канавку пов.24 однократно | Резец канавочный Т15К6 |  2,2 |  0,1 |  209 |  460 |  46 |  90 |  0,2 |  0,004 |
| Вертикально-фрезерная  | Фрезеровать шпоночный паз пов.18 попер/прод | Фреза шпоночная Р18 ø22 |  9/22 | 0,06 / 0,18 |  29 |  420 | 25,2 / 75,6 |  22 |  9/53 |  1,06 |
|  | Фрезеровать шпоночный паз пов.20 попер/прод | Фреза шпоночная Р18 ø25 |  9/25 | 0,06 / 0,18 |  29 |  370 | 22,2 / 66,5 |  25 |  9/85 |  1,69 |
| Суммарное рабочее время |  |  11,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |

3 Расчет технологической производительности процесса

Простейшим вариантом построения технологического процесса неавтоматизированного производства при принятых методах, технологическом маршруте и режимах обработки является полная обработка детали в одной позиции при последовательном выполнении всех составных операций. Критерием оценки технологического процесса является технологическая производительность , которая определяется по формуле

 1/мин;

где  - машинное время выполнения составной операции.

Определение перечня холостых операций, которые необходимые для реализации рабочих операций технологического процесса.

Холостые операции содержат действия, которые связанные с ориентацией заготовки в пространстве, подачу заготовки к рабочей зоне, закрепления ее на рабочей позиции, фиксацию устройства или спутника на рабочей позиции оформляются в виде таблицы 3.1.

Перечень холостых операций приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Перечень холостых операций

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование рабочей операции | Наименование холостой (обеспечивающей) операции |
| 015 Фрезерно-центровальная | 1.1 Ориентировать деталь |
| 1.2 Подать деталь в рабочую зону |
| 1.3 Закрепить деталь |
| 1.4 Подвести фрезы на быстром ходу |
| 1.5 Отвести фрезы на быстром ходу |
| 1.6 Подвести центровочные свёрла на быстром ходу |
| 1.7 Отвести центровочные свёрла на быстром ходу |
| 1.8 Раскрепить деталь |
| 1.9 Удалить деталь из рабочей зоны |
| 020 (025) Токарно-винторезная | 2.1 Ориентировать деталь |
| 2.2 Подать деталь в рабочую зону |
| 2.3 Закрепить деталь |
| 2.4 Подвести резец на быстром ходу |
| 2.5 Отвести резец на быстром ходу |
| 2.6 Раскрепить деталь |
| 2.7 Закрепить деталь  |
| 2.8 Подвести резец на быстром ходу |
| 2.9 Отвести резец на быстром ходу |
| 2.10 Раскрепить деталь |
| 2.11 Удалить деталь из рабочей зоны |
| 040 Вертикально-фрезерная | 3.1 Ориентировать деталь |
| 3.2 Подать деталь в рабочую зону |
| 3.3 Закрепить деталь |
| 3.4 Подвести инструмент на быстром ходу |
| 3.5 Отвести инструмент на быстром ходу |
| 3.6 Раскрепить деталь |
| 3.7 Удалить деталь из рабочей зоны |

4 Анализ базового операционного процесса по критерию обеспечения заданной сменной производительности

Определим ожидаемую производительность системы технологического оборудования за смену для неавтоматизированного производства:

 шт/см,

где  - машинное время выполняемых операций,

 - время выполнения холостых операций .

Для рассчитываемой линии суммарное машинное время составляет:

мин.

Тогда  шт/см.

По условию требуемая серийная производительность:

 шт/см.

Рассмотрим насколько вариантов компоновок автоматических линий.

Для первого варианта используем фрезерно-центровальный станок-полуавтомат, токарные многорезцовые и копировальные станки-полуавтоматы и вертикально-фрезерные полуавтоматы с инструментальным магазином, используя компоновку со станками-дублерами.

При составлении такой линии из 10 станков, расположенных по ходу технологического процесса получаем линию вида рис.4.1.

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

 (шт./смену).

Данное количество изделий обеспечивает заданную производительность.



Рисунок 4.1- Вариант компоновки оборудования автоматической линии (q=10)

Для сравнения во втором варианте дифференцируем вертикально-фрезерную операцию, а вместо токарных копировальных дублеров – многорезцовые токарные полуавтоматы. Тогда линия будет иметь вид (рис. 4.2)



Рисунок 4.2- Вариант компоновки оборудования автоматической линии (q=10)

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

 (шт./смену).

5 Уточненный расчет производительности автоматической линии

Уточненный расчет полной производительности автоматической линии с жесткими межагрегатными связями проводится согласно [2] по формуле:

, (5.1)

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:

 (5.2)

где  - ожидаемые внецикловые потери по инструменту;

 - ожидаемые внецикловвые потери по оборудованию.

Потери по инструменту вычисляются по формуле:

 (5.3)

Сведем данные по всем инструментам для 1-го варианта в таблицу 5.1, а для 2-го – в таблицу 5.2.

Таблица 5.1 – Потери по инструменту 1-го варианта АЛ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| п\п | Наименование инструмента | , мин | , мин | , мин | , мин | , мин |
| 1 | Фреза торцовая Т5К10 | 0,67 | 180 | 5,0 | 0,12 | 0,038116 |
| 2 | Сверло центровочное комбинированное | 0,10 | 25 | 1,0 | 0,12 | 0,00896 |
| 3 | Резец Т5К10 (установ А, черновая обработка) | 0,92 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,052133 |
| 4 | Резец Т5К10 (установ А, черновая обработка) | 0,66 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,02244 |
| 5 | Резец подрезной Т5К10 (черновая обработка) | 0,68 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,038533 |
| 6 | Резец Т5К10 (установ Б, черновая обработка) | 0,66 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,02244 |
| 7 | Резец Т5К10 (установ Б, черновая обработка) | 0,4 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,011333 |
| 8 | Резец Т15К6 (установ А, чистовая обработка) | 0,51 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,01734 |
| 9 | Резец Т15К6 (установ Б, чистовая обработка) | 0,54 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,02142 |
| 10 | Резец канавочный Т14К8 (чистовая обработка) | 0,03 | 45 | 1,5 | 0,2 | 0,002267 |
| 11 | Резец специальный Р6М5 (чистовая обработка) | 0,06 | 30 | 1,5 | 0,2 | 0,0068 |
| 11 | Фреза шпоночная Р18 Ø22 | 1,06 | 90 | 1,0 | 0,27 | 0,029916 |
| 12 | Фреза шпоночная Р18 Ø25 | 1,69 | 90 | 1,0 | 0,27 | 0,047696 |
|  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 5.2 – Потери по инструменту 2-го варианта АЛ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| п\п | Наименование инструмента | , мин | , мин | , мин | , мин | , мин |
| 1 | Фреза торцовая Т5К10 | 0,67 | 180 | 5,0 | 0,12 | 0,038116 |
| 2 | Сверло центровочное комбинированное | 0,10 | 25 | 1,0 | 0,12 | 0,00896 |
| 3 | Резец Т5К10 (установ А, черновая обработка) | 0,71 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,028163 |
| 4 | Резец Т5К10 (установ А, черновая обработка) | 0,66 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,02244 |
| 5 | Резец подрезной Т5К10 (черновая обработка) | 0,68 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,038533 |
| 6 | Резец Т5К10 (установ Б, черновая обработка) | 0,66 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,02244 |
| 7 | Резец Т5К10 (установ Б, черновая обработка) | 0,25 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,0085 |
| 8 | Резец Т15К6 (установ А, чистовая обработка) | 0,51 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,01734 |
| 9 | Резец Т15К6 (установ Б, чистовая обработка) | 0,54 | 60 | 1,5 | 0,2 | 0,02142 |
| 10 | Резец канавочный Т14К8 (чистовая обработка) | 0,03 | 45 | 1,5 | 0,2 | 0,002267 |
| 11 | Резец специальный Р6М5 (чистовая обработка) | 0,06 | 30 | 1,5 | 0,2 | 0,0068 |
| 11 | Фреза шпоночная Р18 Ø22 | 1,06 | 90 | 1,0 | 0,27 | 0,014958 |
| 12 | Фреза шпоночная Р18 Ø25 | 1,69 | 90 | 1,0 | 0,27 | 0,047696 |
|  |  |  |  |  |  |  |

Расчет внецикловых потерь по оборудованию проводится по формуле:

, (5.4)

где  - среднее время простоев i-го нормализованного узла.

Рассмотрим вариант компоновки данной линии с применением станков-дублеров и многорезцовой обработки. Данные по потерям времени по оборудования сводим в таблицы 5.3 и 5.4.

Таблица 5.3 - Уточненные потери по оборудованию 1-го варианта АЛ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Наименование механизма | Время простоев на 100 мин. , мин | Время работы j-ого нормализованного узла , мин | Простои конкретных механизмов , мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Фрезерно-центровальная | Узел подачи и зажима | 0,55 | 0,77 | 0,004235 |
| Фрезерная бабка | 0,04 | 0,67 | 0,000268 |
| Сверлильная бабка | 0,03 | 0,10 | 0,00003 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,77 | 0,00154 |
| Электрооборудование | 0,5 | 0,77 | 0,00385 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,77 | 0,000616 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,77 | 0,001848 |
|  |  |
| Токарная черновая Установ А (Х2) | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,92 | 0,00506х2 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,92 | 0,001656х2 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,92 | 0,000552х2 |
| Гидравлическое оборудование | 0,20 | 0,92 | 0,00184х2 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,92 | 0,013156х2 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,92 | 0,000736х2 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,92 | 0,002208х2 |
|  |  |
| Токарная черновая Установ А  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,66 | 0,00363 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,66 | 0,001188 |
|  | Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,29 | 0,000203 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,66 | 0,000396 |
| Гидравлическое оборудование | 0,20 | 0,66 | 0,00132 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,66 | 0,009438 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,66 | 0,000528 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,66 | 0,001584 |
|  |  |
|  |
| Токарная черновая Установ Б | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,66 | 0,00363 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,66 | 0,001188 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,39 | 0,000273 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,66 | 0,000396 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,66 | 0,00132 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,66 | 0,009438 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,66 | 0,000528 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,66 | 0,001584 |
|  |  |  |  |  |
|  |
| Токарная черновая Установ Б | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,4 | 0,0022 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,4 | 0,00072 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,4 | 0,00024 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,4 | 0,0008 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,4 | 0,00572 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,4 | 0,00032 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,4 | 0,00096 |
|  |  |  |  |
| Токарная чистовая Установ А | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,51 | 0,002805 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,51 | 0,000918 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,05 | 0,000035 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,51 | 0,000306 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,51 | 0,00102 |
|  | Электрооборудование | 1,43 | 0,51 | 0,007293 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,51 | 0,000408 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,51 | 0,001224 |
|  |  |
|  |
| Токарная чистовая Установ Б | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,54 | 0,00297 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,54 | 0,000972 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,06 | 0,000042 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,54 | 0,000324 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,54 | 0,00108 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,54 | 0,007722 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,54 | 0,000432 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,54 | 0,001296 |
|  |  |
|  |
| Вертикально-фрезерная (Х2) | Узел подачи и зажима | 0,55 | 2,75 | 0,015125х2 |
| Фрезерная бабка | 0,04 | 2,75 | 0,0011х2 |
| Силовой стол с гидроприводом | 0,24 | 2,75 | 0,0066х2 |
| Электрооборудование | 1,43 | 2,75 | 0,039325х2 |
| Система охлаждения | 0,08 | 2,75 | 0,0022х2 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 2,75 | 0,0066х2 |
|  |  |
|  |  |  |  | 0,2812  |

Тогда производительность 1-го варианта автоматической линии с учетом потерь по инструменту и оборудованию будет составлять:

 шт./смену.

Таблица 5.4 - Уточненные потери по оборудованию 2-го варианта АЛ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Наименование механизма | Время простоев на 100 мин. , мин | Время работы j-ого нормализованного узла , мин | Простои конкретных механизмов , мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Фрезерно-центровальная | Узел подачи и зажима | 0,55 | 0,77 | 0,004235 |
| Фрезерная бабка | 0,04 | 0,67 | 0,000268 |
| Сверлильная бабка | 0,03 | 0,10 | 0,00003 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,77 | 0,00154 |
| Электрооборудование | 0,5 | 0,77 | 0,00385 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,77 | 0,000616 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,77 | 0,001848 |
|  |  |
| Токарная черновая Установ А  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,71 | 0,003905 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,71 | 0,001278 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,29 | 0,000203 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,71 | 0,000426  |
| Гидравлическое оборудование | 0,06 | 0,71 | 0,000426 |
| Электрооборудование | 0,2 | 0,71 | 0,00142 |
| Система охлаждения | 1,43 | 0,71 | 0,010153 |
| Транспортер стружки | 0,08 | 0,71 | 0,000568 |
|  |  |
| Токарная черновая Установ А  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,66 | 0,00363 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,66 | 0,001188 |
|  | Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,29 | 0,000203 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,66 | 0,000396 |
| Гидравлическое оборудование | 0,20 | 0,66 | 0,00132 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,66 | 0,009438 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,66 | 0,000528 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,66 | 0,001584 |
|  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Токарная черновая Установ Б | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,66 | 0,00363 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,66 | 0,001188 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,39 | 0,000273 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,66 | 0,000396 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,66 | 0,00132 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,66 | 0,009438 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,66 | 0,000528 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,66 | 0,001584 |
|  |  |  |  |  |
|  |
| Токарная черновая Установ Б | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,25 | 0,0022 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,25 | 0,00072 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,25 | 0,00024 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,25 | 0,0008 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,25 | 0,00572 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,25 | 0,00032 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,25 | 0,00096 |
|  |  |  |  |
| Токарная чистовая Установ А | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,51 | 0,002805 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,51 | 0,000918 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,05 | 0,000035 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,51 | 0,000306 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,51 | 0,00102 |
|  | Электрооборудование | 1,43 | 0,51 | 0,007293 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,51 | 0,000408 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,51 | 0,001224 |
|  |  |
| Токарная чистовая Установ Б  | Узел подачи и закрепления заготовки | 0,55 | 0,54 | 0,00297 |
| Шпиндельный блок с механизмом фиксации и приводом вращения | 0,18 | 0,54 | 0,000972 |
| Узел поперечных суппортов | 0,07 | 0,06 | 0,000042 |
| Узел продольных суппортов | 0,06 | 0,54 | 0,000324 |
| Гидравлическое оборудование | 0,2 | 0,54 | 0,00108 |
| Электрооборудование | 1,43 | 0,54 | 0,007722 |
| Система охлаждения | 0,08 | 0,54 | 0,000432 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 0,54 | 0,001296 |
|   |  |
|  | Узел подачи и зажима | 0,55 | 1,06 | 0,00583 |
|  | Фрезерная бабка | 0,04 | 1,06 | 0,000424 |
|  | Силовой стол с гидроприводом | 0,24 | 1,06 | 0,002544 |
|  | Электрооборудование | 1,43 | 1,06 | 0,015158 |
|  | Система охлаждения | 0,08 | 1,06 | 0,000848 |
|  | Транспортер стружки | 0,24 | 1,06 | 0,002544 |
|  |  |
| Вертикально-фрезерная (Х2) | Узел подачи и зажима | 0,55 | 1,69 | 0,015125х2 |
| Фрезерная бабка | 0,04 | 1,69 | 0,0011х2 |
| Силовой стол с гидроприводом | 0,24 | 1,69 | 0,0066х2 |
| Электрооборудование | 1,43 | 1,69 | 0,039325х2 |
| Система охлаждения | 0,08 | 1,69 | 0,0022х2 |
| Транспортер стружки | 0,24 | 1,69 | 0,0066х2 |
|  |  |
|  |  |  |  | 0,219  |

Тогда производительность 2-го варианта автоматической линии с учетом потерь по инструменту и оборудованию будет составлять:

 шт./смену.

Как видно по расчетам, производительности обоих линий удовлетворяют требуемой производительности.

6 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, 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 использовать напольные манипуляторы и портальные роботы.

7 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. В АЛ загрузка и выгрузка деталей будет осуществляться с помощью портальных роботов и манипуляторов.

Приведенные затраты автоматической линии находятся согласно рекомендациям [2] по формуле:

, (7.1)

где

, (7.2)

где  - стоимость основного оборудования;

 - стоимость транспортно – загрузочной системы.

Основное оборудование 1-го варианта АЛ состоит из:

Фрезерно – центровальный станок-полуавтомат - 1шт.×3000у.е.=3000 у.е.

Токарный многорезцовый полуавтомат - 4шт.×5000у.е.=20000 у.е.

Токарный копировальный полуавтомат – 3шт.×9000у.е.=30000у.е.

Вертикально-фрезерный полуавтомат – 2шт.×10000у.е.=20000у.е.

Общая стоимость основного оборудования составляет: 70000у.е.

Вспомогательное оборудование для данной схемы:

Манипулятор - 6шт.×3000у.е.=18000 у.е.

Робот портальный - 4шт. ×7000у.е=28000 у.е.

Транспортер стружки - 10шт. ×320у.е.=3200 у.е.

Транспортер роликовый, шаговый - 1000у.е.

Общая стоимость вспомогательного оборудования составляет 50200 у.е

Приведенные затраты составляют для данного варианта:

у.е

Аналогично рассчитываем стоимость основного оборудования для варианта компоновки АЛ со станками-дублерами:

Фрезерно – центровальный станок - 1шт ×3000у.е.=3000 у.е.

Токарный многорезцовый полуавтомат - 6шт.×5000у.е.=30000 у.е.

Верткально-фрезерный полуавтомат – 3шт.×10000у.е.=30000у.е.

Общая стоимость основного оборудования составляет: 63000 у.е.

Вспомогательное оборудование для данной схемы:

Манипулятор - 6шт.×3000у.е.=18000 у.е.

Робот портальный - 4шт. ×7000у.е=28000 у.е.

Транспортер стружки - 10шт. ×320у.е.=3200 у.е.

Транспортер роликовый, шаговый - 1000у.е.

Стоимость вспомогательного оборудования для данного варианта составляет 50200 у.е.

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

у.е.

Из экономического сравнения двух вариантов видим, что 2-ой вариант АЛ с применением многорезцовой обработки оказался более выгодным.

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 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| 1  | Станок фрезерно-центровальный мод. МР-71М | 1\*3000 | Робот портальный | 1\*7000 | 42070 |
| Транспортер стружки | 1\*320 |
| Станок токарный многорезцовый полуавтомат мод. 1Н713 | 4\*5000 | Транспортер стружки | 4\*320 |
| Манипулятор | 3\*320 |
| Робот портальный | 2\*7000 |
| Станок токарный гидрокопировальный полуавтомат мод. 1716Ц | 3\*10000 | Транспортер стружки | 3\*320 |
| Манипулятор | 1\*320 |
| Робот портальный | 1\*7000 |
| Станок вертикально-фрезерный агрегатный | 2\*10000 | Манипулятор | 2\*3000 |
| Транспортер стружки | 2\*320 |
| 2 | Станок фрезерно-центровальный мод. МР-71М | 1\*3000 | Робот портальный | 1\*7000 | 39620 |
| Транспортер стружки | 1\*320 |
| Станок токарный многорезцовый полуавтомат мод. 1Н713 | 6\*5000 | Манипулятор | 3\*3000 |
| Робот портальный | 3\*7000 |
| Транспортер стружки | 6\*320 |
| Станок вертикально-фрезерный 3хпозиционный | 3\*10000 | Манипулятор | 2\*3000 |
| Транспортер стружки | 1\*320 |

На основе данного оборудования спроектируем автоматическую линию, компоновка которой приведена в ПК 08.6.09.02.03.63.03.001, а структуру ТП обработки на данной АЛ сводим в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Структура техпроцесса в автоматизированном производстве при концетрации и дифференциации операций

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № поз. | Наименование операции | Инструментальные переходы на данной операции | Инструмент | Время операции, мин. |
| 1 | Фрезерно-центровальная | Фрезеровать торцы 1,2 Сверлить центровочные отверстия | Фреза торцевая Сверла центровочные комбинированные | 0,77 |
| 2 | Токарная | Точить поверхности 9,8,7,6 | Многорезцовая наладка | 0,71 |
| 3 | Токарная  | Точить поверхности 9,7 | Многорезцовая наладка | 0,66 |
| 4 | Токарная | Точить поверхности 4,5, торец 26 | Многорезцовая наладка | 0,66 |
| 5 | Токарно-винторезная | Точить поверхности 4,3 | Многорезцовая наладка | 0,25 |
| 6 | Токарная | Точить поверхности 4,5,11,13,25,28 | Многорезцовая наладка | 0,51 |
| 7 | Токарная | Точить поверхности 7,8,9,10,14,15,16,17,22,23,24 | Многорезцовая наладка | 0,51 |
| 8 | Вертикально-фрезерная | Фрезеровать шпоночные паз 18 | Шпоночная фреза | 1,06 |
| 9 | Вертикально-фрезерная | Фрезеровать шпоночные паз 20 | Шпоночная фреза | 1,69 |

Карты наладок для приведенных в табл. 7.2 переходов приведены в

ПК 08.6.09.02.03.63.02.001 - ПК 08.6.09.02.03.63.02.009.

8 Описание работы спроектированной автоматической линии

В состав АЛ последовательного агрегатирования с вертикально-фрезерными станками дублерами (ПК 08.6.09.02.03.62.03.001) входит следующее оборудование:

Фрезерно-центровальный станок мод. МР73М (поз. 1) - 1шт.

Токарный многорезцовый полуавтомат мод. 1Н713 (поз. 2) - 6 шт.

Вертикально-фрезерный полуавтомат мод. 6Д12 (поз. 3) - 3 шт.

Портальный робот «Пирин» (поз. 4) - 4шт.

Манипулятор мод. РГШ – 40П (поз. 5) - 5 шт.

Конвейер пластинчатый мод. БВК - 80 (поз. 6) - 1шт.

Центральный командоаппарат (поз. 7)

На первом фрезерно-центровальном станке производится фрезерование торцев детали и сверление центровых отверстий с помошью фрезерной и сверлильной бабок. Заготовка устанавливается на станке с помощью станочных призм. На втором и третьем (по порядку расположения в линии) токарном многорезцовом полуавтомате производится черновое точение цилиндрических поверхностей с помощью продольного и поперечного суппорта и многорезцовых наладок с одной стороны детали. На четвертом, пятом и шестом токарных многорезцовых полуавтоматах производится черновое точение цилиндрических поверхностей, а также чистовое точение цилиндрических поверхностей, фасок и канавок с помощью продольного и поперечного суппорта и многорезцовых наладок с другой стороны детали. Автоматическая переориентация детали, позволяющая сэкономить на поворотных столах, достигается за счет шахматного расположения станков. На седьмом многорезцовом полуавтомате производится переориентация детали и чистовое точение цилиндрических поверхностей, фасок и канавок с помощью продольного и поперечного суппорта и многорезцовых наладок с другой стороны детали. На всех токарных станках заготовка устанавливается в переднем зубчатом центре и поджимается задней бабкой с установленным в ней вращающимся центром. На вертикально-фрезерных полуавтоматах производится фрезерование шпоночного паза концевой фрезой, установленной во фрезерной насадке, заготовка, установленная на самодействующем столе, совершает движение подачи. Портальные роботы «Пирин» и манипуляторы

РГШ-40П используются в качестве загрузочных устройств. Транспортирующим устройством в данной АЛ является пластинчатый конвейер БВК-60 с установленными на нем призмами для базирования заготовки. Согласованное управление АЛ осуществляется от центрального командоаппарата.

Работа элементов АЛ происходит следующим образом (см. циклограмму работы АЛ – ПК 08.6.09.02.03.62.04.001): цикл начинается с подвода руки манипулятора к конвейеру, далее происходит зажим заготовки кистью и отвод манипулятора, его поворот (подход – для портального робота) к станку, одновременно с поворотом заготовки на 1800 при необходимости, и подвод руки. При попадании ориентированной заготовки в зажимное приспособление происходит зажим ее на станке после чего манипулятор разжимает кисть и отводит руку от станка, одновременно с отводом руки включается быстрый подвод заготовки вместе со столом или соответствующих суппортов в рабочую зону далее включается рабочий ход затем быстрый отвод. Одновременно с быстрым отводом включается подвод отведенной руки манипулятора к станку, зажим заготовки манипулятором и разжим зажимного приспособления. Обработанная заготовка отводится вместе с рукой манипулятора от станка, манипулятор поворачивается к конвейеру, подводит руку и устанавливает деталь в призмах на конвейере, разжимает кисть и, одновременно с перемещением конвейера, отводит руку от него. На этом цикл работы АЛ заканчивается.

9 Описание станочной системы на базе токарного станка

Исходные критерии по компоновке станочной системы, представленной в ПК 08.6.09.02.03.62.05.001:

- массо-габаритные размеры детали (согласно ПК 08.6.09.02.03.62.01.001);

- вид обработки.

Т.к. деталь – деталь типа тело вращение, то основа ее обработки – точение.

Для данной станочной системы выберем токарный многорезцовый полуавтомат мод. 1Н713. В качестве транспортно-загрузочного устройства используем согласно рекомендациям [3] промышленный робот портального типа «Пирин» поз. 2. Принцип работы робота описан ниже.

На сварной балке коробчатой формы установлен плоский и призматический направляющие рельсы. Сбоку на плоском рельсе нарезана зубчатая рейка, зацепляющаяся с приводом перемещения каретки, на основании которой расположены опорные ролики, плиты для крепления рук, гидроаккумулятор, гидродвигатель привода перемещения каретки по монорельсу и кронштейн для крепления кабельной цепи. Механические руки (поз. 4) имеют механизм ротации захватного устройства. Привод продольного перемещения рук, ротации захватного устройства и движения зажима – от гидроцилиндров. Роботы снабжены гидростанцией, электрошкафом и пультом управления.

В данной станочной системе также присутствует устройство транспортировки деталей – пластинчатый конвейер БВК – 800. Выбор пластинчатого конвейера обусловлен массой заготовки детали, достигающей 51 кг.

Работа данной станочной системы организована следующим образом: конвейер перемещает заготовку, сбазированную в призмах, в фиксированную позицию так, чтобы ось заготовки находилась в одной вертикальной плоскости с осью шпинделя и была параллельна ей. Рука робота осуществляет бысрый подвод к заготовке захватного устройства и производит захват заготовки. После этого рука робота возвращается в свою рабочую зону и перемещает заготовку в рабочую зону станка (поз.1). Наличие второй руки позволяет роботу забрать уже обработанное изделие из рабочей зоны станка, а на его место установить ранее взятую заготовку. Далее робот перемещает уже обработанное изделие на конвейер и производит захват новой заготовки. Цикл работы повторяется.

10 Расчет схвата захватного устройства

10.1 Описание механизма схвата захватного устройства

Схват предназначен для для деталей типа валов. Он имеет пару губок, зажим и разжим которых осуществляется за счет осевого движения тяги с жестко связанной с ней зубчатой рейкой. Движение тяги осуществляется от гидропривода. Рейка находится в зацеплении с зубчатыми секторами, нарезанными на рычагах зажимных губок. К тыльной стороне каждой из губок прикреплены плоские пружины, противоположные концы которых жестко связаны с рычагами. Под действием пружин рычаги поворачиваются до упора выступающей части в рычаги зажимных губок. При этом упоры нажимают на концевые выключатели . Если губка коснется какого-либо препятствия (например, корпуса станка), то пружина немного прогнется и повернет рычаг так, что его выступ выйдет из соприкосновения с рычагом губки, а упор 6 освободит контакт конечного выключателя ; движение манипулятора при этом блокируется. Кожух предохраняет механизм схвата от стружки и грязи.

10.2 Расчет сил, действующих в местах контакта заготовки и элементов захвата

Проанализировав конструкцию схвата проведем расчет согласно рекомедациям [3,с.182] и расчетной схемы на рис. 10.2.1.

 (10.2.1)

где i,j=1,2; i≠j; Rn – реакция на n-ю губку захвата;

μ –коэффициент трения губки захвата с заготовкой (для незакаленных губок из стали 45, 50 – 0,12÷0,15, для закаленных губок в виде гребенки с острой насечкой из стали 65Г, 60С2, У8А, У10А, при твердости HRC 55 - 0,3÷0,35).

Рис.10.2.1 – Расчетная схема сил, действующих в местах контакта заготовки и элементов схвата

Реакцию Rn рассчитываем для самого нагруженного случая, когда сила тяжести и сила инерции сонаправлены (при подъеме детали). Тогда,

.

Учитывая, что выбранный манипулятор двурукий, реакция захвата делится равномерно между двумя руками:

Rn=755/2=377,5.

Следовательно, подставляя значения в (10.2.1) получаем:



10.3 Расчет усилий привода зажима

В основе механизма данного схвата – реечный механизм. Тогда согласно рекомендациям [3, с.184] производим расчет согласно расчетной схемы, приведенной на рис. 10.3.1.



Рис.10.3.1 – Расчетная схема сил привода зажима

В данном захватном устройстве губки симметричны. Следовательно,

, (10.3.1)

где ηρ=0,94 - КПД, Mj – удерживающий момент

для j-й губки

, (10.3.2)

mc-модуль сектора, zc-число зубьев сектора.

Рассчитываем удерживающий момент для губки согласно (10.3.2):



Тогда получаем усилие привода зажима заготовки из (10.3.1)

.

10.4 Расчет контактных напряжений при захвате заготовки губками захватного устройства

Расчет ведем согласно рекомендациям [3, с.184] и схеме на рис. 10.4.1.

Рис.10.4.1 – Схема захвата заготовки

Тогда

 (10.4.1)

где N – сила, действующая в месте контакта захвата с заготовкой;

Епр – приведенный модуль упругости губки захвата и заготовки; l – ширина губки захвата, мм; d – диаметр заготовки, мм.

Т.к. материал губок и заготовки – сталь 45, то Епр=200000МПа. Следовательно,



Заключение

В курсовом проекте исследован технологический процесс обработки детали в неавтоматизированном производстве, произведен сравнительный анализ компоновок автоматических линий, выбран наиболее рациональный вариант автоматической линии по критерию обеспечения заданной производительности и минимума приведенных затрат, разработана и описана циклограмма работы выбранного варианта автоматической линии. Производительность скомпонованной автоматической линии с учетом внецикловых потерь составляет 230шт/см, при этом время цикла обработки заготовки 85 с.

Также был спроектирована станочная система, предназначенная для токарной обработки вала. Система компоновалась из нормализованных единиц: токарный многорезцовый полуавтомат 1П713, промышленный робот портального типа «Пирин» и конвейер БВК-800. Для захватного устройства робота произведен расчет схвата реечного типа. Полученное усилие зажима, необходимое для захвата данной детали составляет 3270 Н, величина контактных напряжений при захватывании заготовки – 66 МПа.

Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 4-е изд-. М.: Машиностроение, 1985.-496с.
2. Методические указания по выполнению курсовых работ по дисциплине «Теория проектирования автоматизированных станочных комплексов» №774.Сост.:Л.П. Калафатова, А. Д. Молчанов Донецк ДонНТУ 2003. 47с.
3. Промышленные роботы. Справочник. Козырев Ю.Г.-М.: Машиностроение, 1988. -392с.
4. Ковейеры. Справочник. Р.Л. Зенков, А.Н.Гнутов под. ред. Пертена. – Л.: Машиностроение, 1984. – 366с.
5. Промышленные роботы в машиностроении.Альбом схем и чертежей. Ю.М. Соломенцев – М.: Машиностроение, 1987.