**1. Служебное назначение изделия**

Поворотный стол позволяет изменять траекторию движения грузов и рассчитан на транспортировку сразу двух паллет массой 1250 кг каждая. Его конструкция представляет собой две составные части: подвижную и неподвижную.

Основой для обеих частей является сварная рама. Нижняя (неподвижная) часть состоит из рамы, поворотного круга и стоек, что упрощает сборку. Верхняя (подвижная) часть включает в себя раму, роликовое полотно, приводы и цепи для вращения роликов, а также уголок с приводом механизма поворота. Таким образом, сборка подвижной части является наиболее трудоемкой.

Цикл работы поворотного стола включает загрузку (за счет вращения роликов), поворот на требуемый угол и разгрузку.

**2. Назначение и обоснование технических требований**

 Необходимо обеспечить ряд технических требований:

– ролики должны прокручиваться при воздействии на них момента 1 Н\*м (до монтажа цепи);

– прогиб цепи не должен превышать 2 мм;

– сварка ручная дуговая;

– применять плавящийся электрод с обмазкой Э42А;

– катет сварного шва 4 мм достигается цикличной траекторией движения электрода; материал свариваемых частей – сталь 09Г2С, предварительный прогрев не требуется.

**3. Анализ технологичности конструкции сборочного узла**

В конструкции используются детали простой формы, полученные наиболее рациональными методами. Преобладают стандартные и унифицированные изделия (крепежные элементы, ролики, звездочки), что ведет к ограничению номенклатуры и хорошей ремонтопригодности. Количество сварных швов сведено до минимума. Ко всем швам обеспечен свободный доступ для сварки, осмотра и контроля.

Обслуживание механизмов и движущихся частей затруднено, поскольку доступ к ним ограничен формой боковых профилей. Кожух не ограничивает доступ к передачам, поскольку снимается и надевается вручную без дополнительных крепежных элементов.

В конструкции выбран тип передачи от ролика к ролику для увеличения полезной мощности роликового полотна за счет угла обхвата цепей. Звездочка на валу редуктора посажена на шпонку, что упрощает замену в случае выхода ее из строя.

**4. Выбор методов достижения точности сборки и расчет размерных цепей**

 

Рисунок 1 – Размерная цепь привода и ролика



Рисунок 2 – Схема размерной цепи

В данном случае размеры А1, А2, А3 – увеличивающие, А4, А5 – уменьшающие, A0 – замыкающее звено.

A0 = 0 ± 1

А1 = 48.45 ± 0.08 (ГОСТ 591-69, IT11/2)

А2 = 6 ± 0.18 (IT14/2)

А3 = 0 ± 0.09 (ГОСТ Р 58384-2019, волнистость 1.5 мм на 1 м длины)

А4 = 19.5 ± 0.2 (IT14/2)

А5 = 34.95 ± 0.08 (ГОСТ 591-69, IT11/2)

|  |  |
| --- | --- |
| Нижние отклонения, мм: | Верхние отклонения, мм: |
| Ei(A0) = -1Ei(A1) = 48.37Ei(A2) = 5.82Ei(A3) = -0.09Ei(A4) = 19.3Ei(A5) = 34.87 | Es(A0) = 1Es(A1) = 48.53Es(A2) = 6.18Es(A3) = 0.09Es(A4) = 19.7Es(A5) = 35.03 |

Расчет:

Ei(A0) = Ei(A1) + Ei(A2) + Ei(A3) - Ei(A4) - Ei(A5) = 48.37 + 5.82 – 0.09 – 19.3 – 34.87 = -0.07 > -1

Es(A0) = Es(A1) + Es(A2) + Es(A3) - Es(A4) - Es(A5) = 48.53 + 6.18 + 0.09 – 19.7 – 35.03 = 0.07 < 1

 Вывод:

 Размерные цепи короткие, что обеспечивает высокую точность. Выбран метод полной взаимозаме­няемости. Требуемая точность достигает­ся у всех объектов сборки соединением деталей, размеры которых составляют размерную цепь, без предварительного подбора или измене­ния их размеров.

**5. Разработка технологической схемы общей сборки**

 Для общей сборки необходимо решить три основные задачи: выбор базового элемента, определение последовательности сборки, формулирование условий выполнения сборки.

Требуемое оборудование: сварочный стол, сварочный аппарат, электроталь, струбцины, набор гаечных ключей.

Наиболее сложным узлом является верхняя (подвижная часть конвейера). Базой при сборке будет служить рама, получаемая посредством сварки между собой двух балок и двух стяжек. Материал рамы и профилей – сталь 09Г2С – выбран исходя из условий прочности и хорошей свариваемости.

 Далее монтируется роликовое полотно. Оси роликов располагают перпендикулярно главной оси стола и скрепляют их болтами с боковыми профилями. Параллельность осей роликов проверяют путем измерения диагоналей рулеткой или лазером. Конструкцию выравнивают и затягивают болты.

 Далее боковые профилями роликового полотна стягивают с рамой, крепят приводы, вешают цепи, монтируют холостые ролики. Собранную верхнюю часть откладывают в сторону.

 Нижнюю (неподвижную) часть поворотного стола монтируют отдельно: скрепляют болтами поворотный круг с нижней опорной рамой, прикручивают ножки.

 Сборка стола целиком происходит уже на складе. Верхнюю (подвижную) часть ставят на нижнюю (неподвижную), стягивают их болтами. К верхней части крепят опорные колеса с небольшим зазором 0 … 0.5 мм. Таким образом, подвижная часть при холостом повороте полностью переносит свою массу на неподвижную. А при заезде груза на ролики за счет деформаций его масса распределяется еще и между опорными колесами.

На складе установлены жесткие допуски на неровность пола. В соответствии с DIN 15185 и DIN 18202 на каждый метр длины допускается отклонение 2 мм.

Определение режимов сварки.

Поскольку объем сварочных работ сильно ограничен, производство мелкосерийное, а свариваемый материал относится к группе I (сталь 09Г2С обладает хорошей свариваемостью), подойдет ручная дуговая сварка.

Временное сопротивление разрыву стали 09Г2С составляет порядка 420 МПа. Примем электрод Э42А.

Механические свойства металла шва, наплавленного металла и сварного соединения, выполненных электродами для сварки конструкционных сталей, должны соответствовать нормам, приведенным в табл.1 (ГОСТ 9467-75).

Таблица 1. Типы электродов

****

При ручной дуговой сварке основными параметрами режима являются:

1. Диаметр электрода $D\_{э}$, мм;

2. Сила сварочного тока $I\_{св}$, А;

3. Напряжение на дуге $U\_{д}$, В;

4. Скорость сварки $V\_{св}$, м/ч.

Исходя из катета шва 3 мм примем диаметр электрода $D\_{э}=3$ мм.

Расчет сварочного тока $I\_{св}$, А, при ручной дуговой сварке производится по диаметру электрода $D\_{э}$ и допускаемой плотности тока $j$ по формуле:

$$I\_{св}=F\_{эл}j=\frac{πD\_{э}^{2}}{4}j$$

Таблица 2. Допустимая плотность тока $j$ в электроде при ручной дуговой сварке

****

Примем $j=16$ А/мм2, тогда

$$I\_{св}=\frac{π3^{2}}{4}16=113 А$$

Поскольку при сварке вертикальных швов сварочный ток уменьшается на 10%, примем $I\_{св}=0.9\*113=102$ А.

Напряжение на дуге $U\_{д}$, В, определяется по формуле

$$U\_{д}=α+βL\_{д},$$

где $α$ – падение напряжения на электроде ($α=10…12$ В – для стальных электродов, $α=35…38$ В – для угольных электродов), примем $α=11$ В;

$β$ – падение напряжения на 1 мм дуги, $β=2$ В/мм;

$L\_{д}$ – длина дуги, мм,

$$L\_{д}=0.5\left(D\_{э}+2\right)=0.5\left(3+2\right)=2.5 мм$$

Таким образом, напряжение на дуге

$$U\_{д}=α+βL\_{д}=11+2\*2.5=16 В$$

Скорость сварки (скорость перемещения дуги) $V\_{св}$, м/ч определим по формуле:

$$V\_{св}=α\_{н}\frac{I\_{св}}{γF\_{н}},$$

где $α\_{н}$ – коэффициент наплавки, г/А\*час. Для электрода Э42А $α\_{н}=9 г/Ач$;

$γ$ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см3 (для стали $γ=7.8$ г/см3);

$I\_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$F\_{н}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм2.

$$F\_{н}=\frac{1}{2}k^{2}=8 мм^{2},$$

где $k=4$ мм – катет сварного шва.

Тогда

$$V\_{св}=α\_{н}\frac{I\_{св}}{γF\_{н}}=9\*\frac{102}{7.8\*8}=14.7 м/ч=24.5 см/мин$$

Зная скорость сварки $V\_{св}$ и длину сварного шва $l\_{ш}=40$ мм, найдем время одного прохода для операции

$$t\_{о}=\frac{l\_{ш}}{V\_{св}}=\frac{0.04}{14.7 }\*60=0.16 мин $$

**6. Техническое нормирование**

Штучное время для серийного производства определяется по формуле

$$t\_{шт}=\sum\_{}^{}t\_{оп}\left(1+\frac{α\_{0}+α\_{н}+α\_{пз}}{100}\right)K\_{1}K\_{2},$$

где $\sum\_{}^{}t\_{оп}$ – сумма оперативного времени по всем переходам нормируемой операции; $α\_{0}, α\_{н}, α\_{пз}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, личные надобности работающего и подготовительного времени; $K\_{1}, K\_{2}$ – коэффициенты, учитывающие соответственно число деталей в партии, условие выполнения работ (формула 2.30, [1]).

Примем $K\_{1}=1.2$, $K\_{2}=1.1$ (табл. П1.6, [1]); $α\_{0}=2$ (табл. П1.4, [1]); $α\_{н}=6$ (табл. П1.5, [1]); $α\_{пз}=2$ (табл. П1.3, [1]);

Таблица 3. Оперативное время общей сборки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы | Факторы, влияющие на продолжительность | Оперативное время, мин |
| 1 | Сварка верхней рамы:- установка балок и стяжек на плоскость простым наложением и фиксация магнитами- ручная дуговая сварка балок со стяжками | Наибольший размер детали до 3000 мм, масса до 15 кг | 0.077 \* 40.16 \* 8 |
| 2 | Крепление профилей под ролики и под привод- крепление рамы к столу струбцинами- установка профилей на раму простым наложением | Наибольший размер детали до 3000 мм, масса до 15 кг | 0.082 \* 40.077 \* 2 |
| 3 | Крепление приводных роликов- совмещение роликов с отверстиями- крепление роликов болтамиа) завертывание болтовб) установка шайб | Наибольший размер ролика до 1000 мм, масса до 12 кгДиаметр болта 10 мм | 0.060 \* 130.032 \* 130.02 \* 13 \* 2 |
| 4 | Крепление приводов под ролики- установка приводов на боковой профиль при помощи электрической тали- крепление приводов болтамиа) установка болтовб) установка шайбв) завертывание гаек | Масса до 50 кг, длина продвижения до 100 ммДиаметр болта 10 мм | 0.23 \* 20.032 \* 4 \* 20.02 \* 4 \* 2 \* 20.064 \* 4 \* 2 |
| 5 | Крепление уголка под привод- совмещение уголка с балкой- крепление уголка с балкой болтамиа) установка болтовб) установка шайбв) завертывание гаек | Наибольший размер до 500 мм, масса до 8 кгДиаметр болта 12 мм | 0.0480.033 \* 30.02 \* 3 \* 20.064 \* 3 |
| 6 | Крепление привода механизма поворота- установка привода на уголок при помощи электрической тали- крепление привода болтамиа) установка болтовб) установка шайбв) завертывание гаек | Масса до 50 кг, длина продвижения до 100 ммДиаметр болта 10 мм | 0.230.032 \* 40.02 \* 4 \* 20.064 \* 4 |
| 7 | Установка цепей- установка цепных передач между роликами и приводами- смазка цепей | Установочная длина цепи до 750 мм | 0.53 \* 12 |
| 8 | Крепление холостых роликов и заглушек- совмещение деталей по отверстиям- крепление деталей болтамиа) установка болтовб) установка шайбв) завертывание гаек | Наибольший размер до 800 мм, масса до 8 кгДиаметр болта 10 мм | 0.052 \* 20.032 \* 40.02 \* 4 \* 20.064 \* 4 |
| 10 | Крепление рым-болтова) установка болтовб) установка шайбв) завертывание гаек | Диаметр болта 16 мм | 0.036 \* 40.02 \* 40.064 \* 4 |
| 11 | Крепление кожуховСовмещение кожухов с пазами и вдавливание выступающих частей внутрь пазов | Наибольший размер до3000 мм, масса до 4 кг | 0.052 \* 15 |
| Суммарное оперативное время $t\_{оп}$ |  | 18.774 |

$$t\_{шт}=18.774\*\left(1+\frac{2+6+2}{100}\right)\*1.2\*1.1=27.26 мин$$

Вывод: поскольку оперативное время незначительно, сборка будет осуществляться без расчленения рабочего времени на одном месте.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие. Москва, 2012. – 399 с.

2. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного типов производства. Москва экономика, 1991. – 160 с.

3. Алеутдинова М.И. Расчет параметров режима ручной дуговой сварки: практическое руководство/ М.И. Алеутдинова. – Северск: СТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – 15 с.

4. Рыбаков В. М. Сварка и резка металлов: Учебник для сред. проф.- техн. училищ. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. Школа, 1979. – 214 с., ил. – (Профтехобразование. Сварка. Резка).