# Технологический процесс сборки раздаточной коробки

Безусловно, одним из самых главных этапов проектирования колесных машин является проектирование технологического процесса сборки. Технологический процесс сборки включает в себя проектирование схемы сборки, анализ технических требований сборки, определение трудоемкости сборки и определение метода обеспечения точности сборки.

Инженер-конструктор должен знать технологию процесса сборки проектируемых колесных транспортных средств, поскольку технология сборки позволяет в процессе первого этапа проектирования колесного транспортного средства определить количество дефектов, например, недопустимость сборки узла, агрегата и даже всего изделия. После обнаружения ошибок примите меры по их устранению.

Цель технологической части курсового проекта – рассмотреть технологию процесса раздаточной коробки, рассмотреть технологический процесс сборки одного из элементов коробки – вал передний в сборе, основным элементом которого является выходной вал коробки, помимо него в сборку входят подшипники, муфта переключения, шестерня, которая передает момент на переднюю ось проектируемой колесной машины.

## Назначение узла в машине, краткое описание его конструкции и анализ технических требований на сборку

Основная задача раздаточной коробки состоит в том, чтобы распределить крутящий момент, исходящий от коробки передач, между осями автомобиля и увеличить крутящий момент при понижении передачи, чтобы увеличить проходимую способность колесного автомобиля. Раздаточная коробка помогает решить ряд функций:

* возможность подключения передней оси автомобиля;
* передача крутящего момента, приходящего от коробки передач, между осями автомобиля;
* повышение крутящего момента, приходящего от коробки передач;
* распределение крутящего момента, приходящего от коробки передач, между осями автомобиля.

Раздаточная коробка состоит из следующих деталей и узлов: вал входной в сборе, вал задней оси в сборе, промежуточный вал в сборе, вал передней оси в сборе, подшипники, вилка переключения понижающей передачи, вилка подключения передней оси, картер, крышка картера, крышки картера, фланцы в сборе с пыльниками.

На рисунке 1.1 изображена раздаточная коробка проектируемой колесной машины.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 1.1 – Раздаточная коробка проектируемого автомобиля |

Раздаточная коробка проектируемой колесной машины работает как правило при динамических нагрузках. Работа раздаточной коробки предусмотрена при интервале температур окружающей среды: от -30°C до +40°C.

В технологической части курсового проекта подробно рассматривается технологическая сборка вала передней оси в сборе, на рисунке 1.2 представлена сборка вала, для раздаточной коробки спроектирована технологическая схема сборки.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 1.2 – Вал передний в сборе |

При сборке рычага подвески необходимо учесть следующие технические требования:

* посадка внутренних колец подшипника на ось вала (∅30k6);
* при вращении от руки подшипники должны вращаться свободно, без значительного шума;
* недопустимо попадание в подшипниковый узел грязи или абразива;
* после сборки необходимо проверить по периметру прилегание подшипника к заплечику вала и корпуса, вхождение щупа 0,03 мм и более не допускается.

В соединениях внутренних колец подшипников и вала зазор недопустим, это условие необходимо для работы подшипников в заданных условиях эксплуатации. Несоблюдение данного условия может привести к раннему износу и даже к выходу подшипников из строя.

## Тип производства и метод работы

В данной работе примем условие, что производство среднесерийное. Метод работы при серийном производстве переменно-поточный, значит сборку узлов производят партиями.

Для серийного производства точность изделия обеспечивают следующими методами [1]:

* методом регулировки;
* методом пригонки;
* методом полной, неполной и групповой взаимозаменяемости.

## Технологический анализ конструкции узла

Для проверки качества технологичности выбранного узла обозначим требования [1]:

* сборка и разборка узла должна быть практичной;
* механизация работы сборщика;
* сокращение или полное устранение пригоночных работ, разборки и повторной сборки;
* соблюдение принципа взаимозаменяемости;
* небольшая масса деталей сборки;
* не использование сложных приспособлений при сборке.

Для выполнения сборочных работ необходимо следующее оборудование: реечный пресс.

 Небольшое количество операций, для выполнения которых требуется специальный инструмент, определяет условия обработки монтажных деталей.

Сборочные детали могут быть соединены вместе без изменения размера деталей в сборке, поскольку все сборочные детали имеют определенную точность. Тогда соблюдается принцип взаимозаменяемости.

Максимальная масса детали в этом наборе составляет 2,18 кг, что означает, что условие выполнено.

Качественный анализ показал, что проектируемый узел является технологичным.

Мы переходим к количественной оценке технологичности узла. Чтобы количественно оценить производственную мощность узла, мы проведем некоторые вычисления [1].

Коэффициент сборности конструкции вычислим по формуле (1.1) [1]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$K\_{sb}=\frac{E}{E+D} ,$$ | (1.1) |

где *E=*3 *–* число сборочных единиц в изделии;

*D=*3– число деталей, не вошедших в сборочные единицы.

Тогда коэффициент сборности:

$$K\_{sb}=\frac{E}{E+D}=\frac{3}{3+3}=0,50.$$

Проведем анализ полученного значения, получившийся результат больше 0,25, значит узел обладает достаточной сборностью.

Коэффициент стандартизации изделия вычисляется по формуле (1.2) [1]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$K\_{ct}=\frac{E\_{st}+D\_{st}}{E+D} ,$$ | (1.2) |

где *Est=*3 *–* число стандартных сборочных единиц в изделии;

*Dst=*0 – число стандартных деталей в изделии, не вошедших в сборочные единицы.

Тогда коэффициент стандартизации:

$$K\_{st}=\frac{E\_{st}+D\_{st}}{E+D}=\frac{3+0}{3+3}=0,5.$$

Полученное значение больше 0,4 и стремится к единице. Значит конструкция изделия обладает высоким уровнем стандартизации.

Коэффициент стандартизации сборочных единиц вычисляется по формуле (1.3) [1] и равен:

|  |  |
| --- | --- |
| $$K\_{ct}=\frac{E\_{st}}{E}=\frac{3}{3}=1.$$ | (1.3) |

Полученный коэффициент равен единице. Получается, что сборочные единицы обладают высоким уровнем стандартизации сборочных единиц.

Проведя анализ можно сказать, что узел обладает хорошими качествами сборности и стандартизации.

## Разработка технологической схемы сборки

Так как вал передней оси будет являться сборочной единицей, то есть данный узел можно собрать на отдельном сборочном месте, а затем транспортировать в собранном состоянии без случайной разборки, то можно разработать на вал передней оси в сборе технологическую схему сборки.

Мы определим порядок сборки узла передней оси, для этого разработаем технологическую схему.

Рассматриваемый узел представляет собой довольно простое изделие, а для простых изделий порядок сборки обычно один, то есть других вариантов сборки нет.

Технологическая схема, разработанная в ходе выполнения работ, Сборки всей передней оси показана на рисунке 3.3.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.3 – Технологическая схема сборки узла |

### Расчет силы запрессовки

Для подбора пресса необходимо знать силу запрессовки внутренних колец подшипниковна ось рычага. По формулам (1.5) и (1.6) соответственно получим коэффициенты $C\_{1}$ и $C\_{2}$ [1]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$C\_{1}=\frac{d^{2}+d\_{отв}^{2}}{d^{2}-d\_{отв}^{2}}-μ\_{1};$$ | (1.5) |
| $$C\_{2}=\frac{D^{2}+d^{2}}{D^{2}-d^{2}}+μ\_{2},$$ | (1.6) |

где $d$ – номинальный наружный диаметр охватываемой детали, мм;

$d\_{отв}$ – диаметр отверстия в охватываемой детали, мм;

$D$ – наружный диметр охватывающей детали, мм;

$μ\_{1}$ и $μ\_{2}$ – коэффициенты Пуассона.

Численные значения для расчета усилия запрессовки внутреннего кольца рассчитываемого подшипника: $d=30 мм$; $d\_{отв}=0 мм$; $D=45 мм$; $l=17 мм$. Коэффициенты Пуассона для стали равны 0,3 [1]. Тогда:

$$C\_{1}=\frac{d^{2}+d\_{отв}^{2}}{d^{2}-d\_{отв}^{2}}-μ\_{1}=\frac{30^{2}+0^{2}}{30^{2}-0^{2}}-0,3=0,7;$$

$$C\_{2}=\frac{D^{2}+d^{2}}{D^{2}-d^{2}}+μ\_{2}=\frac{45^{2}+30^{2}}{45^{2}-30^{2}}+0,3=2,9.$$

Фактический натяг рассчитаем по формуле (1.7) [1]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$δ\_{ф}=1,2\left(Rz\_{1}+Rz\_{2}\right),$$ | (1.7) |

где $Rz\_{1}$ и $Rz\_{2}$ – значение параметра шероховатости.

Шероховатость Rz = 10 мкм. Тогда:

$$δ\_{ф}=1,2\left(Rz\_{1}+Rz\_{2}\right)=1,2\left(10+10\right)=24 мкм.$$

Значение $δ\_{ф}$ также будет одинаковым из-за равности шероховатости.

Давление на поверхности контакта рассчитаем по формуле (1.8) [8]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$p=\frac{δ\_{ф}∙10^{-3}}{d\left(\frac{C\_{1}}{E\_{1}}+\frac{C\_{2}}{E\_{2}}\right)},$$ | (1.8) |

где $E\_{1}$ и $E\_{2}$ модули упругости материалов сопрягаемых деталей.

Сопрягаемые детали выполнены из стали, следовательно, значение давления на поверхности контакта будет равно:

$$p=\frac{δ\_{ф}∙10^{-3}}{d\left(\frac{C\_{1}}{E\_{1}}+\frac{C\_{2}}{E\_{2}}\right)}=\frac{24∙10^{-3}}{35\left(\frac{0,7}{2,1∙10^{5}}+\frac{2,9}{2,1∙10^{5}}\right)}=40 МПа.$$

Определим силу, необходимую для запрессовки по формуле (1.9) [1]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$P\_{зап}=fpπdL,$$ | (1.9) |

где $f$ – коэффициент трения, для стальных сопрягаемых деталей принимаем $f=0,08$.

Сила запрессовки равна:

$$P\_{зап}=fpπdL=0,08∙40∙π∙30∙17=5,12 кН.$$

Для подшипника необходимо обеспечить усилие запрессовки равное 5,12 кН, соответственно, усилие пресса будем считать равным $2P\_{зап}=10,24 кН.$ Такую силу запрессовки может обеспечить пресс реечный верстачный [1].

### Расчет трудоемкости сборки

Определим трудоемкость сборки.

Сборка рассматриваемого узла происходит в пределах одной операции, следовательно, определим трудоемкость сборки по формуле (1.10) [1]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$T\_{сб}=t\_{шт},$$ | (1.10) |

где $t\_{шт}$ – штучное время, мин.

Тип производства среднесерийный, следовательно, время определим по формуле (1.11):

|  |  |
| --- | --- |
| $$t\_{шт}=\sum\_{}^{}t\_{оп}\left(1+\frac{α\_{0}+α\_{н}+α\_{пз}}{100}\right)K\_{1}K\_{2},$$ | (1.11) |

где $\sum\_{}^{}t\_{оп}$ – сумма оперативного времени по всем переходам нормируемой операции, мин;

$α\_{0}, α\_{н}, α\_{пз}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, личные надобности рабочего и подготовительно-заключительное время в процентах от оперативного времени;

$K\_{1}, K\_{2}$ – соответственно коэффициенты, учитывающие число деталей в партии и условие выполнения работ.

Согласно рекомендациям [2] в программном комплексе Mathcad [3] было рассчитано оперативное время для каждого перехода/приема, результаты приведены в приложении Л. Также была составлена «Маршрутная карта/карта технологического процесса», представлена в приложении М.

Произведем расчет штучного времени, примем: $α\_{0}$=3,5%, $α\_{н}$=6% и $α\_{пз}$=2%. Сумма оперативного времени составляет 1,039 мин. Коэффициенты $K\_{1}=K\_{2}=1,1$ [1]. Сделаем расчет штучного времени:

$$t\_{шт}=\sum\_{}^{}t\_{оп}\left(1+\frac{α\_{0}+α\_{н}+α\_{пз}}{100}\right)K\_{1}K\_{2}=1,039∙\left(1+\frac{3,5+6+2}{100}\right)∙1,1∙1,1==1,40 мин.$$

Получим трудоемкость сборки:

$$T\_{сб}=t\_{шт}=1,40 мин.$$

Карта технологического процесса представлена в Приложении А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для раздаточной коробки разработан технологический процесс сборки. Для этого были проведены технологический анализ конструкции, разработана схема сборки, рассчитаны силы запрессовки и трудоемкость сборки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.И. Кондаков. – М.: КНОРУС, 2012. – 400 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. в 2-х т. Т. 1 / Под редакцией А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова. – 5е изд. исправл. – М.: Машиностроение, 2003 г. 912 с., ил.
3. Справочник технолога-машиностроителя. в 2-х т. Т. 2 / Под редакцией А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова. – 5е изд. исправл. – М.: Машиностроение, 2003 г. 944 с., ил.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Маршрутная карта/ карта технологического процесса**

На рисунке А.1 приведен документ «Маршрутная карта/ карта технологического процесса».

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок А.1 – МК/КТП |