

ВЛИЯНИЕ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ ЗАГОТОВОК НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ВАЛОВ И ОСЕЙ

Луай Мохаммед Раджаб Аль-Обайди¹, Михаил Егорович Попов², Фофана Исмаель Масму³
Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, Российская Федерация.

THE EFFECT OF IMBALANCE ON WORKPIECE ON THE ACCURACY OF MACHINING LONG SHAFTS AND AXLES

Luay Mohammed Rajab Al-Obaidi¹, Mikhail Egorovich Popov², Fofana Ismael Masmoud³
Don State Technical University,
Rostov-on-Don, square Gagarin, 1, Russian Federation.

Аннотация. Введение. Неуравновешенность заготовки может оказать существенное влияние на точность обработки длинномерных валов и осей. Следовательно, изучение в рамках данной статьи этого влияния представляет собой важную и актуальную задачу. Изучение того, как неуравновешенность заготовки влияет на такой параметр как точность, даст возможность получить информацию, которая может быть использована при организации производственного процесса.

На степень точности, которая соответствует длинномерному валу или оси может оказывать влияние множество факторов, среди которых можно выделить такие как отклонения геометрической формы детали или элементов, которые ее составляют, отклонение размеров, отклонение поверхностей [5].

Материалы и методы. Тот вид, которому соответствует неуравновешенность, может повлиять на характер тех изменений, которые происходят относительно эксцентриситета по оси X. Необходимо учитывать, что по мере того, как с заготовки снимается неуравновешенная масса материала, то изменения также происходят по такому параметру как сила Pц. Кроме того, меняется также и положение, которое соответствует точке приложения силы.

Результаты исследования. При осуществлении работы, такая деталь как вал испытывает кручение и изгиб. Возможны также отдельные случаи, при которых помимо кручения и изгиба, данная деталь может подвергаться деформации при сжатии или растяжении [9].

Некоторые валы в своем практическом использовании не предназначены для того, чтобы поддерживать вращающиеся детали. Данная группа валов осуществляет работу исключительно на кручение. В данную группу могут быть отнесены валки, устанавливаемые на прокатных станках, карданные валы, используемые в автомобилестроении и др.

Обсуждение и заключения. В завершение проведенного исследования, можно отметить, что не все из методов могут обладать одинаковой эффективностью в вопросах, связанных с увеличением точности обработки. Применение некоторых методов, несмотря на их положительное влияние, может также иметь и отрицательные последствия для производственного процесса.

Abstract. Introduction. The imbalance of the workpiece can have a significant impact on the accuracy of machining long shafts and axles. Therefore, the study of this influence in the framework of this article is an important and urgent task. Studying how the imbalance of the workpiece affects such a parameter as accuracy will make it possible to obtain information that can be used to organize the production process.

The degree of accuracy that corresponds to a long shaft or axis can be influenced by many factors, among which can be distinguished such as deviations of the geometric shape of the part or the elements that make it up, size deviation, surface deviation [5].

Materials and Methods. The type to which the imbalance corresponds can affect the nature of those changes that occur with respect to the eccentricity along the X axis. It must be borne in mind that as the unbalanced mass of material is removed from the workpiece, the changes also occur in such a parameter as the force P_c. In addition, the position that corresponds to the point of application of force also changes.

Results. When working, a part such as a shaft experiences torsion and bending. There are also individual cases in which, in addition to torsion and bending, this part can undergo deformation under compression or tension [9].

Some shafts in their practical use are not designed to support rotating parts. This group of shafts carries out work exclusively on torsion. This group may include rolls installed on rolling machines, cardan shafts used in the automotive industry, etc.

Discussion and Conclusions.

At the end of the study, it can be noted that not all of the methods can be equally effective in matters related to increasing the accuracy of processing. The application of certain methods, despite their positive effect, can also have negative consequences for the production process.

Ключевые слова: ось, вал, точность, заготовка, факторы, неуравновешенность, влияние, погрешность, отклонение, масса, установка, базирование, закрепление

Keywords: axis, shaft, accuracy, workpiece, factors, imbalance, influence, error, deviation, weight, installation, basing, fastening.

Аннотация: Длинномерные валы и оси представляют собой важные детали, которые находят свое широкое использование в современном машиностроении. Исходя из этого, их изготовлению, а также особенностям этого изготовления, необходимо уделять повышенное внимание. Исходя из того, что точность обработки длинномерных валов и осей находится в зависимости от множества производственных факторов, при организации производственного процесса необходимо обеспечить их соблюдение.

Неуравновешенность заготовки может оказать существенное влияние на точность обработки длинномерных валов и осей. Следовательно, изучение в рамках данной статьи этого влияния представляет собой важную и актуальную задачу. Изучение того, как неуравновешенность заготовки влияет на такой параметр как точность, даст возможность получить информацию, которая может быть использована при организации производственного процесса.

Данная статья состоит из следующих частей. Первая часть – вводная. В рамках данной части статьи описываются основные особенности, которые характеризуют такой параметр как точность относительно длинномерных валов и осей. Здесь же рассматриваются те факторы, которые могут оказать влияние на точность обработки длинномерных валов и осей. Следующий раздел данной статьи посвящен материалам и методам, которые используются в исследовании.

Далее, в следующем разделе, рассматриваются те результаты, которые были получены при исследовании. Здесь также приводятся все основные расчеты и чертежи. После этого раздела следует раздел, который носит название «обсуждение и заключения». В данном разделе подводятся и описываются итоги исследования. Следующим, заключительным разделом, является раздел «список использованных источников». В рамках данного раздела перечисляются все те источники, которые были использованы для написания данной статьи.

Введение: Когда осуществляются технологические процессы, связанные с механической обработкой, то звенья, которые являются составными частями упругой технологической системы, могут перемещаться. Подобные процессы способны вызвать ситуацию при которой режущие кромки, соответствующие инструменту могут отклониться от того исходного положения, которое соответствует настройке [6].

В качестве одной из основных характеристик, которые соответствуют деталям машин, является точность. Нужно отметить, что абсолютно точное изготовление какой-либо детали, в том числе и длинномерного вала или оси, не представляется возможным, так как при осуществлении процесса обработки детали могут возникать погрешности. В связи с данным фактом, когда речь ведется о точности, то необходимо иметь в виду, что она может различаться или варьироваться.

На степень точности, которая соответствует длинномерному валу или оси может оказывать влияние множество факторов, среди которых можно выделить такие как отклонения геометрической формы детали или элементов, которые ее составляют, отклонение размеров, отклонение поверхностей [5].

Далее, проведем непосредственное рассмотрение того как на точность обработки длинномерных валов и осей влияет неуравновешенность заготовки.

Материалы и методы

Тот вид, которому соответствует неуравновешенность, может повлиять на характер тех изменений, которые происходят относительно эксцентриситета по оси X. Необходимо учитывать, что по мере того, как с заготовки снимается неуравновешенная масса материала, то изменения также происходят по такому параметру как сила R_c . Кроме того, меняется также и положение, которое соответствует точке приложения силы.

Следует отметить, что положение заготовки зависит от точности ее установки на станке (ε_y), которая в свою очередь является суммой погрешностей, зависящих от точности базирования (ε_b) и точности ее закрепления (ε_3).

Причиной, влияющей на точность базирования, является несовмещение измерительной и установочной базы. Поэтому погрешность базирования будет определяться величиной разности предельных расстояний измерительной базы от режущей кромки инструмента. Положение режущей кромки определяется при установке и настройке инструмента на размер на станке [7].

Основные итоги исследования

Объектом данного исследования являются длинномерные валы и оси. Валом принято рассматривать цилиндрические детали гладкой или ступенчатой формы, на которых размещаются различные детали механических передач типа звездочек, зубчатых колес, шкивов, катков и т.д. Таким образом, валы служат для передачи крутящего момента.

При работе в машине валы работают на изгиб и кручение. При выполнении своего служебного назначения возможны также случаи, при которых помимо кручения и изгиба, валы могут подвергаться деформации сжатия или растяжения [9].

Некоторые валы в своем практическом использовании не предназначены для того, чтобы поддерживать вращающиеся детали. Данная группа валов осуществляет работу исключительно на кручение. В данную группу могут быть отнесены валки, устанавливаемые на прокатных станках, карданные валы, используемые в автомобилестроении и др.

На рисунке 1 изображен вал, а также сопутствующие ему детали.

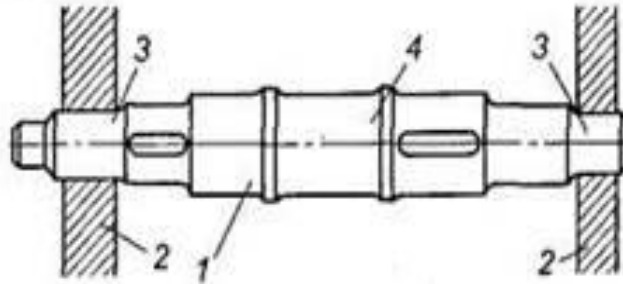


Рисунок 1 – Схема работы ступенчатого вала: 1 — ступенчатый вал; 2 — опоры вала; 3 — цапфы; 4 — шейка

Под осью принято рассматривать деталь, предназначение которой заключается только в том, чтобы поддерживать те детали, которые на ней установлены [5].

В качестве основного отличия оси от вала принято рассматривать тот факт, что ось не предназначена для того, чтобы передавать вращающий момент. Она осуществляет работу только на изгиб. В составе машин, оси могут выполнять возложенные на них функции как находясь в неподвижности, так и осуществляя вращательное движение вместе с размещенными на этой оси деталям [9]. В качестве примера осей, которые по своему предназначению осуществляют вращательные движения можно рассматривать оси, которые используются в конструкции подвижного железнодорожного состава.

Пример конструкции оси представлен на рисунке 2.

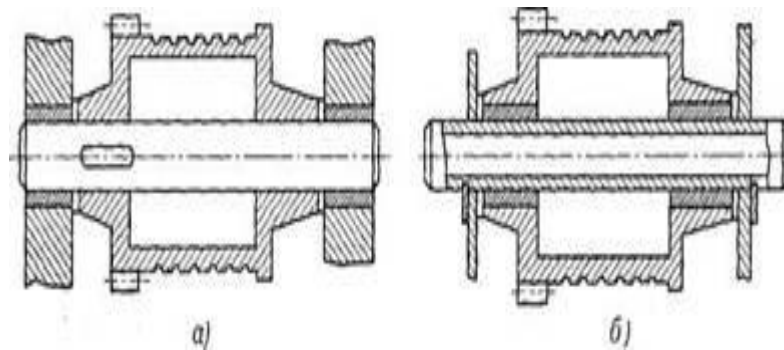


Рисунок 2 - Конструкции осей: а — вращающаяся ось; б — неподвижная ось

При осуществлении процесса, связанного с обработкой плоской поверхности, можно допустить факт того, что вектор, который характеризует погрешность базирования, является сонаправленным (или коллинеарным) с вектором, которым характеризуется погрешность закрепления. При рассмотрении подобной ситуации, погрешность установки можно определить с использованием следующей формулы:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_6 + \varepsilon_3. \quad (1)$$

В том случае, когда обработке подвергаются поверхности, которые соответствуют телам вращения, то в таком случае те векторы, которые соответствуют погрешностям базирования и закрепления могут быть расположены под разными углами относительно друг друга. В таком случае, точность установки вала определяется геометрической суммой составляющих погрешностей базирования и закрепления по следующей формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (2)$$

Следует отметить, что при схеме установки на плоскую поверхность, изображенной на рисунке 3, величина погрешности базирования по отношению к размеру L равна нулю ($\varepsilon_{61} = 0$), так как базы измерительная и установочная совмещены (А—А). Погрешность базирования по отношению к размеру K имеет место, так как установочная (А—А) и измерительная (В—В), базы не совмещены; величина погрешности базирования в этом случае равна допуску δ на размер H заготовки: $\varepsilon_{6K} = \delta$.

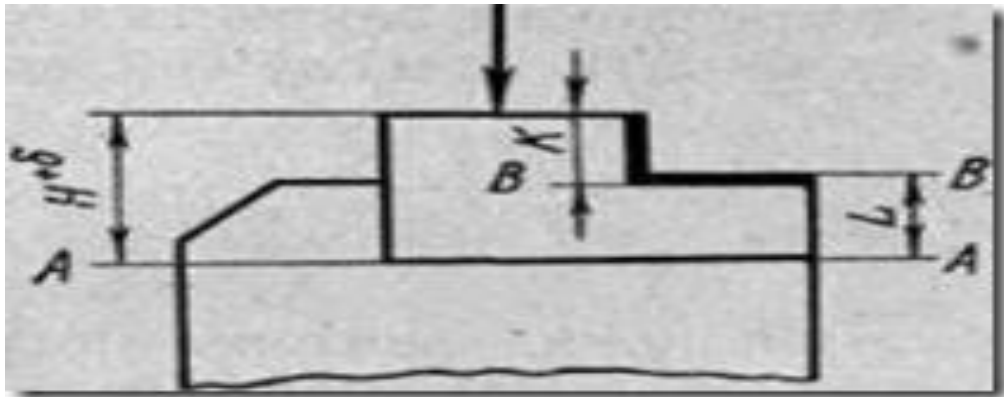


Рисунок 3 - Схема возникновения погрешностей при установке детали на плоскую поверхность

При установке детали базовым отверстием на цилиндрическую поверхность (палец) (рисунок 4) также следует учитывать смещение измерительной базы в направлении выдерживаемого размера.

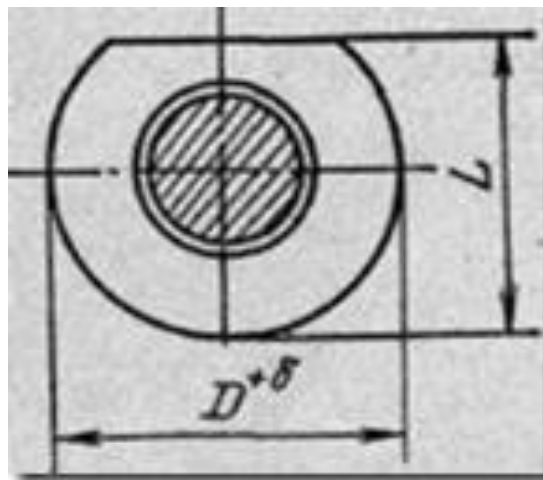


Рисунок 4 - Схема возникновения погрешностей при установке детали на цилиндрическую поверхность (палец)

Обсуждение и заключения

В завершение проведенного исследования, можно отметить, что не все из методов могут обладать одинаковой эффективностью в вопросах, связанных с увеличением точности обработки. Применение некоторых методов, несмотря на их положительное влияние, может также иметь и отрицательные последствия для производственного процесса.

В качестве примера может служить факт того, что когда увеличивается степень точности, которая соответствует заготовки на предшествующих операциях, то необходимы дополнительные трудовые затраты при осуществлении этих операций.

Также немаловажным фактом является то, что когда увеличивается главный угол в плане, а также передний угол – то снижается стойкость инструмента. В связи с этим растет количество необходимых настроек. Результатом этого является снижение уровня, которым характеризуется трудовая производительность.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что некоторая неуровненность заготовки при обработке длиномерных валов и осей допустима в том случае, когда это не оказывает существенного влияния на точность обработки. Параметры точности должны задаваться исходя из особенностей технологического процесса и потребностей в уровне производительности труда.

Список использованных источников

- Аверченков В.И. «Технология машиностроения» Сборник задач и упражнений М. ИНФРАМ, 2015 г.
- Андреев Г.Н. «Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства» М. Высшая школа, 2016 г.
- Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2018. – 407 с.
- Боголюбов Д.А. Применение элементов теории графов в конечно-элементном анализе / Боголюбов Д.А.// Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. Выпуск 51. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2016. – с. 4 – 5.
- Валы и оси. Конструирование и расчёт / Под ред. Серенсена. М.: Машиностроение, 2016.
- Ганин Н.Б. Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13. Самоучитель. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 320 с.
- Дейлова А.В. Моделирование процесса возникновения погрешностей формы в результате упругих деформаций технологической системы методом конечных элементов // Молодой ученый. — 2018. — №9.
- Ломова О. С. Точность обработки деталей на круглошлифовальных станках / О. С. Ломова, С. М. Ломов, А. П. Моргунов. - М.: Издательский центр «Технология машиностроения», 2015. – 176 с.
- Нормирование точности в машиностроении: Учеб. для машиностроит. спец. вузов. /Под ред. Ю.М.Соломенцева.-2-е изд., испр. и доп. - М.:Выш. шк.; Издательский центр «Академия», 2017. - 335 с.
- Перелыгина Т. И. Проектирования токарных операций обработки нежестких валов на станках с ЧПУ // Молодой ученый. — 2015. — №21.2. — С. 46-49.
- Попов М.Е., Буторин Д.В. Моделирование точности изготовления длинномерных валов в среде T-FLEX CAD 3D // Вестник машиностроения. - 2016. - №10. - с. 11-19
- Технологические основы обеспечения качества машин/Под ред. академика К.С. Колесникова. - М.: Машиностроение, 2017. - 256с.
- Технология машиностроения: Учебное пособие по выполнению курсового проекта / В.Ф. Безъязычный, В.Д. Корнеев, Ю.П. Чистяков, М.Н. Аверьянов.- Рыбинск: РГАТА, 2015.- 72 с.

Об авторах:

Аль-Обайди Луан Мохаммед Раджаб,
 Аспирант кафедры «Технология машиностроения»
 Донской государственной технической университет, (РФ,
 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), аспирант.

Попов Михаил Егорович,
 Профессор кафедры «Технология машиностроения»
 Донской государственной технической университет, (РФ,
 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор
 технических наук, профессор.

Фофана Исмаель Масму,
 к.т.н «ООО КЗ Ростсельмаш» (РФ, 344029, г. Ростов-на-
 Дону, Менжинского 2 а), к.т.н.

Autors:

Al-Obaidi Luay Mohammed Rajab,
 Postgraduate student of the Engineering Technology
 Department, Don State Technical University (RF, 344000,
 Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1), Postgraduate student.

Popov Mikhail Egorovich,
 Professor of the Engineering Technology Department, Don
 State Technical University (RF, 344000, Rostov-on-Don,
 Gagarin Square, 1), D. Sc. (Engineering), Professor.

Fofana Ismael Masmoud,
 Ph.D., LLC KZ Rostselmash (RF, 344029, Rostov-on-Don,
 Menzhinskogo 2 a), Ph.D.