

*Ильина А. Д.*

*Студент*

*Научный руководитель Легаев В. П.*

*Д.т.н., профессор*

*Владимирский государственный университет*

## **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДЕТАЛЯХ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

*Аннотация: В данной статье перечислены известные методы определения остаточных напряжений. Приведен краткий обзор наиболее применяемых в настоящее время методов. Остаточные напряжения в поверхностных слоях относятся к числу факторов, существенно влияющих на множество характеристик, определяющих качество готовых изделий. По этой причине возникает необходимость в создании новых методов и средств неразрушающего контроля, что является актуальной проблемой для современного приборостроения и машиностроения.*

*Ключевые слова: Определение, метод, остаточные напряжения, контроль, обработка, качество.*

*Ilina A. D.*

*Student*

*Vladimir State University*

*Scientific adviser Legaev V.P.*

*Doctor of Technical Sciences, professor*

*Vladimir State University*

## METHODS FOR DETERMINING RESIDUAL STRESSES IN PARTS AFTER MACHINING PROCESSING

*Abstract: This article discusses methods for determining residual stresses and provides a brief overview of the most common methods currently encountered. Residual stress, depending on the level of consumption, refers to consumption, a significant impact on the many characteristics provided by the quality of finished products. For this reason, a problem arises in the creation of new methods and means of non-destructive testing, which is an urgent problem for modern instrumentation and mechanical engineering.*

*Keywords: Definition, method, residual stresses, control, processing, quality.*

Остаточные напряжения являются одним из основных параметров, определяющих качество поверхностного слоя детали. Одной из наиболее важных задач этого исследования поверхности металлов и сплавов является измерение характеристик распределения механических и технических напряжений по толщине поверхностного слоя исследуемого материала изделия.

Остаточные напряжения будут возникать после различных видов механической обработки (токарной, фрезерной, шлифовальной и т.д.). Особенностью этих остаточных напряжений является то, что на самом деле они действуют только на поверхностный слой глубиной в несколько десятых миллиметра. Появление остаточных напряжений связано с возникновением пластической деформации под воздействием режущих инструментов и нагревом поверхностного слоя выделяющимся теплом резания. Под действием силы устройства происходит растягивающая пластическая деформация. После устранения этого эффекта в поверхностном слое образуется остаточное сжимающее напряжение.

Пластическая деформация металла приводит к уменьшению его плотности, что приводит к увеличению удельной емкости, достигающей 0,3-0,8% от удельной емкости до пластической деформации. Такое увеличение объема распространяется на глубину проникновения пластической деформации. Увеличению объема пластически деформированного металла препятствует нижний слой. Следовательно, на внешнем слое создается напряжение сжатия, а на нижнем слое - остаточное напряжение растяжения.

Существует множество методов детального измерения остаточных напряжений, таких как механический метод, физический метод, метод рентгенографии, метод резистивного электроконтактный, акустический (ультразвуковой) метод, электромагнитный метод, магнитоупругий метод, метод магнитной памяти, поляризационно-оптический метод, метод хрупкого покрытия, контроль остаточных напряжений по электропроводности металла

Среди этого множества методов механический метод, рентгенографический метод и метод резистивного электроконтактный получили наибольшее практическое применение. Рассмотрим эти методы.

*Механический метод* основан на измерении деформации или силы, создаваемой удалением или разрезанием металлического слоя, который находится в напряжении.

Напряжения устраняются путем разрезания листа на узкие полосы или клетки, напряжение в круглом корпусе устраняется путем удаления поверхностного слоя на токарном станке, а массивных – фрезерованием, сверлением или протачиванием канавок. Процесс включает в себя первоначальное измерение, снятие напряжения и повторное измерение смещения или деформации в одной и той же точке. Напряжение определяется разницей в полученных результатах измерений. Чем сложнее состояние напряжения пластины, тем больше должно быть точек измерения [1].

Механические методы, используемые для определения остаточных напряжений, являются наиболее распространенными не только потому, что они просты в исполнении, но и потому, что в них используются те же концепции напряжений и деформаций, что и при расчете прочности, жесткости и устойчивости деталей. Это способствует практическому применению результатов исследований к деталям, изготовленным из различных типов материалов.

*Рентгенографический метод.* Использование рентгеновских лучей для изучения напряженных состояний в металлах и сплавах основано на явлении дифракции рентгеновских лучей, поскольку они проходят через кристаллическую решетку исследуемого материала. Существенным преимуществом рентгенографического метода является то, что он используется для изучения возможности возникновения напряжений на небольших участках сложных конструктивных элементов без дополнительного их повреждения. Недостатком данного способа является использование сложного оборудования и относительная продолжительность обработки полученных данных [2].

Рентгенографический метод определения внутреннего напряжения основан на явлении изменения линейного размера кристаллической решетки под действием нагрузки. В образцах металла без механического напряжения линейный размер атомной решетки остается неизменным для любого базового куба. Если в образце или заготовке имеется механическое напряжение, длина кромки базового куба изменяется в зависимости от направления ребра в соответствии с упругой деформацией материала. Когда рентгеновские лучи падают на образец или деталь, в решетке возникает рассеянная интерференция рентгеновских лучей.

Преимущество рентгеновского метода заключается в том, что он позволяет надежно оценить остаточное напряжение поверхностного слоя заготовки без его разрушения.

*Резистивный электроконтактный метод* - это метод, основанный на измерении сопротивления в участке поверхностного слоя металла при подаче переменного тока. Метод был разработан С.Ю.Ивановым, Д.В.Васильковым и В.Э.Хитриком для оценки остаточных механических напряжений, которые сохраняются после изготовления металлических изделий.

Резистивный электроконтактный метод неразрушающего контроля остаточных напряжений в металлах основан на корреляции между механическими и электрическими свойствами металлов и сплавов: удельной проводимостью  $\gamma$  или удельным сопротивлением  $\rho$  в  $h$ -слое металла и деформируемостью остаточного напряжения  $q$

Для измерения распределения удельного сопротивления по глубине используется явление скин-эффекта, при котором ток высокой частоты концентрируется на поверхности проводника, ближайшего к источнику поля, который вызывает появление тока [3].

#### **Использованные источники:**

1. Васильков С.Д. Разработки и исследование метода неразрушающего контроля остаточных напряжений в металлах и сплавах и его метрологическое обеспечение. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Санкт-Петербург – 2010. 153 с

2. Самохоцкий А.И., Кунявский М.Н. и др. Металловедение. – М.:Металлургия, 1990 г. – с.40-48 с.

3. Современные проблемы металлургии и материаловедения. [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания к лаб. работам / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. Е.А.Носова. - Электрон. текстовые и граф. дан. (679 кбайт). - Самара, 2012