

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ольшанский, А. И. Исследование СВЧ сушки тканей / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – No 24. – С. 55.
2. Жерносек, С. В. Установка для СВЧ-обработки материалов / С. В. Жерносек [и др.] // Материалы докладов 48 научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск, 2015. – С. 367–368.
3. Побединский, В. С. Активирование процессов отделки текстильных материалов энергией электромагнитных волн ВЧ, СВЧ и УФ диапазонов / В. С. Побединский. – Ивано-Ивано : ИХР РАН, 2000. – 128 с.

УДК 579.373

## ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ПО ТРАЕКТОРИИ ТИПА АРХИМЕДОВА СПИРАЛЬ

**Алексеев А.А., к.т.н., доц, Гульяев В.И., д.т.н., проф.,  
Зубчанинов В.Г., д.т.н., проф.**

*Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Российская Федерация*

В статье рассмотрена математическая модель теории упругопластических процессов и обсуждаются результаты численного расчета процесса упругопластического деформирования стали 45 по сложной плоской траектории в векторном пространстве А.А. Ильюшина, содержащей участки как постоянной, так и переменной кривизны (спираль Архимеда) [1]. В работе использована приближенная математическая модель теории упругопластических процессов с аппроксимациями функционалов пластичности, которые зависят не от текущей кривизны траектории деформирования, а от начального значения кривизны. Основные уравнения математической модели сведены к задаче Коши, для численного решения которых и получения расчетных результатов использовался метод Рунге-Кутты четвертого порядка в пакете линейной алгебры MathWorks MATLAB. Заданными являлись траектории вектора деформаций, а траектории вектора напряжений получались в результате интегрирования определяющих соотношений теории процессов.

Для оценки достоверности математической модели для данного класса криволинейных траекторий деформирования выполнено сравнение полученных результатов расчета с данными физического макроэксперимента [2], проведенного на автоматизированном испытательном комплексе СН-ЭВМ в лаборатории механических испытаний Тверского государственного технического университета. Установлено, что используемая приближенная математическая модель качественно и количественно хорошо описывает ключевые эффекты сложного пластического деформирования для рассматриваемого класса траекторий на участках малой и средней кривизны.

В конце последнего витка Архимедовой спирали кривизна достигала очень больших значений  $k_l = 400 \div 5026$ , поэтому здесь наблюдается только качественное соответствие расчетных и экспериментальных данных. Для уточнения математической модели необходимо учесть в ее функционалах всех основных параметров внутренней геометрии траектории деформирования. Для плоских траекторий деформирования это длина дуги траектории деформирования, ее кривизна и углы ее излома. Неучет кривизны в аппроксимациях функционалов может привести к расхождению расчетных и экспериментальных данных для траекторий большой кривизны.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеев, А. А. Моделирование процесса упругопластического деформирования стали 45 по траекториям типа спирали Архимеда / А. А. Алексеев // Вычислительная механика сплошных сред. – 2021. – Т. 14. – № 1. – С. 102–109.
2. Зубчанинов, В. Г. Испытание стали 45 при упругопластическом деформировании по сложным траекториям постоянной и переменной кривизны / В. Г. Зубчанинов, А. А. Алексеев, В. И. Гуляев // Деформация и разрушение материалов. – 2016. – № 9. – С. 14–19.

УДК 579.373

## ПРОВЕРКА ПОСТУЛАТА ИЗОТРОПИИ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ОРТОГОНАЛЬНЫМ ТРАЕКТОРИЯМ ДЕФОРМИРОВАНИЯ В ВИДЕ ПОЛУОКРУЖНОСТЕЙ

**Саврасов И.А., аспирант, Гуляев В.И., д.т.н., проф.,  
Зубчанинов В.Г., д.т.н., проф., Алексеев А.А., к.т.н., доц.**  
*Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Российская Федерация*

Одно из основных положений теории пластичности – постулат изотропии А. А. Ильюшина [1]. Он утверждает об инвариантности связи векторов напряжений и деформаций относительно преобразований вращения и отражения в линейных координатных евклидовых пятимерных пространствах, то есть сохранении скалярных и векторных свойств конструкционных материалов. Постулат изотропии был экспериментально проверен для различных конструкционных материалов на разных траекториях деформирования и нагружения [2]. Особый интерес при проверке постулата изотропии представляют траектории, на которых сложное (непропорциональное) нагружение реализуется с самого начала траектории деформирования. Основной задачей в данной работе являлась экспериментальная проверка достоверности постулата на криволинейных траекториях постоянной кривизны в виде четырех полуокружностей с радиусом 0,75 %, получаемых при ортогональных преобразованиях вращения исходной траектории [3].

Экспериментальные исследования выполнены на тонкостенных трубчатых образцах (длина рабочей части 110 мм, толщина стенки 1 мм и радиус срединной поверхности