

**УДК 621.771.011**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИБКИ-ФОРМОВКИ ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА**

Новиков Константин Александрович

*Студент 6 курса, специалитет,  
кафедра «Оборудование и технологии прокатки»  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: И.Е. Семёнов,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

Для удовлетворения растущего спроса на качественный тонколистовой материал, обладающий различным рельефом и сравнительно невысокой ценной, перспективным направлением в обработке металлов давлением следует считать формовку эластичными средами.

Для обеспечения выпуска качественных изделий и расширения технологических возможностей процесса формообразования эластичными средами, необходимо надёжное прогнозирование поведения материала. Для получения адекватных результатов компьютерного моделирования тел из гиперупругих материалов, необходимо точно определить константы Муни-Ривлина. Константы Муни-Ривлина могут быть определены путём минимизации среднеквадратичного отклонения между диаграммой напряжения-деформации полученной экспериментально и теоретически.

Для повышения точности и корректности результатов, проводили исследования для двух напряжённо-деформированных состояний материала. По схеме одноосного сжатия нагружали цилиндрический образец, для реализации плоско-деформированного состояния нагружали призматический образец, помещённый в специальный контейнер.

Используя данные эксперимента, были рассчитаны значения коэффициентов Муни-Ривлина. Они использовались для моделирования процесса в программном комплексе «ANSYS/LS DYNA». В результате моделирования выяснилось, что жесткости инструмента из данного материала недостаточно для получения качественного изделия.

Для увеличения жесткости эластичного инструмента было предложено армирование полиуретана арамидными тканями различных производителей. Проведен эксперимент для сравнения поведения образцов под нагрузкой. Вариант показавший наилучшие характеристики был выбран в качестве альтернативы изотропному материалу.

Для оценки правильности полученных результатов, смоделированы поставленные эксперименты. Сравнены зависимости сил от величины осадки. Сделаны выводы о пригодности применения полученных данных для проведения теоретических расчётов.

Для армированного образца составлена диаграмма напряжения-деформации. Вычислены коэффициенты Муни-Ривлина. Проведено моделирование процесса в программном комплексе, которое показало существенное увеличение сил, необходимых для деформирования, а также значительное увеличение напряжений при той же деформации.

Таким образом, армирование приводит к существенному увеличению жесткости рабочего инструмента и, как следствие, к расширению номенклатуры изделий, получаемых обработкой эластичной средой.

### **Литература**

1. *Комаров А.Д., Моисеев В.К. Штамповка товаров народного потребления эластичной средой. //Кузн.-штамп. пр-во. - 1987. - №1. - с. 31-34.*
2. *Муйзенек А.Ю. Описание поведения материалов в системах автоматизированного инженерного анализа. – Пенза: - Информационный издательский центр ПГУ, 2005, – 320 с.*
3. *Семенов И. Е. Напряженно-деформированное состояние эластичной оболочки вала при контакте с рельефной матрицей // Кузнечно–штамповочное производство. 1997. № 11. С. 10-11.*
4. *Семенов И. Е., Горбулинский А. А. Расширение технологических возможностей эластичного рабочего инструмента // Заготовительные производства в машиностроении. № 4. 2014. С. 11-15.*