

**УДК 621.771.23:62-272.32:629.331:****РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ  
МАЛОЛИСТОВЫХ РЕССОР ЗА ОДНУ ОПЕРАЦИЮ**

Сергей Геннадьевич Никандров

*Студент 6 курса, специалитет**кафедра «Оборудование и технологии прокатки»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.В. Иванов,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

В настоящее время все более широкое распространение получают малолистовые рессоры [1, 2]. Они собираются из листов параболической формы с переменной высотой по длине (рис. 1), что обеспечивает равномерное распределение нагрузок в листе и уменьшение в несколько раз числа листов по сравнению с малолистовой рессорой. Таким образом, снижается масса рессоры, устраняется межлистовое трение, повышается долговечность, улучшаются эксплуатационные качества подвески, увеличивается грузоподъемность.

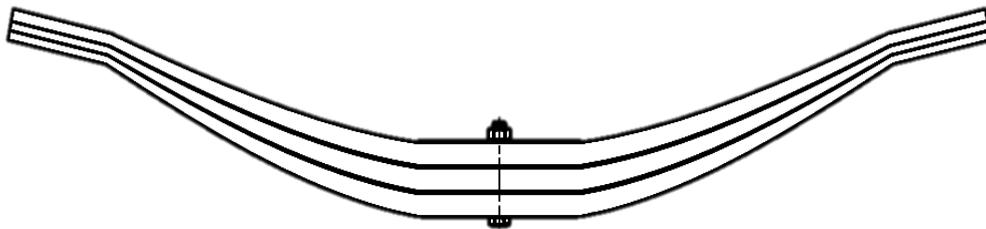


Рисунок 1 – Пример малолистовой рессоры.

Общепринятые технологии получения малолистовых рессор имеют множество операций: прокатка (обжатие) в один или несколько проходов одного конца заготовки, промежуточный нагрев для последующего обжатия другой стороны, окончательное придание параболической формы заготовке в основном на прессах. Тем самым присутствуют основные и вспомогательные операции не позволяющие производить малолистовые рессоры с достаточно высокой скоростью.

В данной работе разработана математическая модель процесса горячей прокатки в один проход (в одну операцию), позволяющая миновать вышеописанные недостатки и сократить время производства малолистовых рессор. Моделирование процесса осуществлено в среде ANSYS Workbench методом конечных элементов [3]. Для получения формы малолистовых рессор за одну операцию, имеющих форму параболы и переменное сечение по длине, предлагается использовать валки переменного радиуса,

Были рассмотрены несколько моделей материалов, описывающих поведение полос при горячей прокатке. В итоге выбор пал на модель Ананда [4], позволяющая учитывать реальные факторы, такие как температуру и скоростные параметры деформации.

В технической литературе как в отечественной, так и в зарубежной отсутствовали экспериментальные данные по коэффициентам Ананда для рессорных сталей, поэтому для успешного получения результатов моделирования требовалось рассчитать эти коэффициенты вязкопластической модели материала заготовки из стали 50ХГФЮА. Для этого проведена осадка цилиндра в ПО ANSYS при различных постоянных значениях скорости деформации. После чего полученные графики

зависимости сопротивления деформации при различных температурах и скоростях деформации сравнивались с уже имеющимися реальными кривыми, тем самым появилась возможность адекватно оценить значения коэффициентов вязкопластичной модели Ананда.

В предложенной математической модели течение металла по ширине ничем неограниченно, с учетом переменной высоты обжатия, уширение также будет различным, а полосы рессор имеют определенный допуск на ширину. Поэтому дополнительно исследовалось уширение полос при прокатке с переменным обжатием. На основании проведенных исследований предложены несколько идей по усовершенствованию рассматриваемого процесса прокатки для получения полос с заданным уширением.

Таким образом, при выполнении работы были проанализированы существующие методы изготовления малолистовых рессор, разработаны конечно-элементные модели для реализации процесса горячей прокатки, подобрана модель материалов, описывающая поведение полос при горячей прокатке, исследовано уширение полосы в валках переменного радиуса.

### **Литература**

1. *Горелик А.М.* Совершенствование конструкций рессор и пути их унификации. Материалы научно-технического совещания «Пути улучшения качества и увеличения долговечности автомобильных рессор»: Челябинск, КТИАМ, 1973. – 260с..
2. *Горелик А.М.* Малолистовые рессоры: Обзорная информация. – М.: НИИ автопрома, 1981. – 51 с.
3. Release 11.0 Documentations for ANSYS. SAS IP, - 2007.
4. *Anand L.* Constitutive Equations for Hot-Working of Metals // International Journal of Plasticity, 1985. – Vol. 1, P. 213–231.