

Предложенное устройство для выпрямления U-образных заготовок малолистовых рессор прошло промышленное испытание в г. Чадем (Канада).

## Литература

**1. Способ** изготовления заготовок изделий с переменным по длине профилем и устройство для его осуществления: а.с. 1777279 СССР, МКИ В21 Н7/00 / А.В. Степаненко, В.А. Король, Г.А. Исаевич (СССР). – № 4076902/27; заявл. 01.07.86.

**2. Пат. 6,012,320** США, МКИ В21 Д11/02. Leaf spring straightening apparatus / A. Stepanenko, V. Korol, A. Grechenko (Belarus).

**3. Пат. 6,173,599** США, МКИ В21 Д11/02. Leaf spring straightening apparatus / A. Stepanenko, V. Korol, A. Grechenko (USSR).

*УДК 621.771.61*

**Л.А. ИСАЕВИЧ**, д-р техн. наук,  
**В.А. КОРОЛЬ**, д-р техн. наук,  
**Д.М. ИВАНИЦКИЙ**, канд. техн. наук,  
**М.И. СИДОРЕНКО**, канд. техн. наук,  
**В.И. ПУШКЕВИЧ** (БНТУ)

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛОС МАЛОЛИСТОВЫХ РЕССОР

В восьмидесятые годы прошлого столетия перед Минским автомобильным заводом встал вопрос оснащения выпускаемых автомобилей, особенно идущих на экспорт, малолистовыми рессорами. Выпускаемые в то время автомобили семейства «МАЗ» с многолистовыми рессорами не соответствовали требованиям международных стандартов по уровню шума, массе, амортизационных способностей, надежности, комфортабельности и долговечности.

К тому времени в автомобилестроении наметилась устойчивая тенденция по переходу от многолистовых рессор из полос постоянной толщины к малолистовым рессорам из полос переменной толщины. Это позволяло обеспечивать экономию дорогостоящей рессорной стали (масса малолистовой рессоры на 30–40 % меньше многолистовой). Кроме того, малолистовые рессоры больше соответствуют условиям плавного нагружения, снижают уровень шума при движении автомобиля, способствуют повышению надежности и комфортабельности автомобилей.

Многие автомобильные фирмы зарубежных стран к тому времени производили полосовые заготовки переменного по длине профиля для малолистовых рессор в широких промышленных масштабах. На Парижском автосалоне в 1990 г. все представленные автомобили были оснащены к тому времени малолистовыми рессорами.

Отечественная промышленность СССР не освоила в свое время производство полос переменной толщины для малолистовых рессор ввиду отсутствия промышленной технологии. Хотя разработкой технологии изготовления полосовых заготовок переменного по длине профиля занимались в то время крупнейшие научные центры СССР, такие как Челябинский политехнический институт, ВНИИМетМаш им. Целикова, УкрНИИМет (г. Днепропетровск) и др.

В 1985 г. под руководством академика НАН Беларуси А.В. Степаненко в научно-исследовательской лаборатории обработки материалов давлением при кафедре «Машины и технология обработки металлов давлением» были начаты работы по разработке нового способа и оборудования получения полос переменной по длине толщины для малолистовых рессор автомобилей семейства «МАЗ».

Проведя тщательный анализ известных способов получения полос переменной по длине толщины для малолистовых рессор, в особенности наиболее распространенного в мире способа «Daniel Heuzer» (Германия), под руководством академика НАН Беларуси Степаненко А.В. был разработан принципиально новый способ формообразования полосовых заготовок переменной по длине толщины для малолистовых рессор [1]. В соответствии с этим способом нагретую заготовку центральной частью прижимают к торцу профилированной с двух сторон оправки. Затем с помощью направляющих роликов при поступательном перемещении оправки заго-

товку изгибают до полного ее прилегания к боковым рабочим поверхностям оправки, оформляющим переменный профиль. После этого производится прокатка в неприводных валках с фиксированным межвалковым зазором. По окончании процесса прокатки заготовку снимают с оправки и разгибают ее для обеспечения прямолинейности. При движении оправки в направлении прокатки происходит непрерывное возрастание обжатия валками заготовки и оформление окончательного (параболического) профиля, определяемого геометрией продольного профиля оправки, валками и их межосевыми расстояниями.

Поскольку валки являются неприводными, то заготовка в процессе обжатия постоянно прижата к торцу оправки, что исключает смещение полосы относительно профилированных рабочих поверхностей оправки в направлении ее перемещения. За счет этого устраняется явление опережения (чего трудно добиться при обычной прокатке в приводных валках), повышается точность получаемого профиля полосовых заготовок. Кроме этого, данному способу присуще переднее натяжение, поскольку одних сил трения на контакте полосы с оправкой недостаточно для передачи энергии от металла к валкам и обеспечения вращения последних. Натяжение, создаваемое при воздействии переднего конца оправки на среднюю часть полосы, возрастает по мере увеличения обжатия. Наличие переднего натяжения приводит к существенному снижению давления металла на валки и, тем самым, к уменьшению упругой деформации нагруженных элементов в прокатной клети, что также способствует повышению точностных размеров и формы получаемых изделий.

Новизна технических решений нового способа формообразования полосовых заготовок переменной по длине толщины для малолистовых рессор подтверждена авторскими свидетельствами СССР, патентами Республики Беларусь, США, Великобритании и Германии.

В соответствии с данным способом в научно-исследовательской лаборатории обработки материалов давлением была разработана техническая документация на первую прокатную установку 1298, в соответствии с которой в 1992 г. она изготовлена и сдана в эксплуатацию.

Прокатная установка 1298 являлась базовой моделью прокатного оборудования для отработки технологических режимов процесса

изготовления заготовок малолистовых рессор, в частности, режимов обжатия в каждой паре неприводных валков, определения оптимальной температуры нагрева прокатываемой заготовки с целью получения точностных размеров и требуемой величины зерна при последующей закалке листов.

На основании полученных результатов по отработке режимов пластического деформирования рессорных полос впоследствии работниками научно-исследовательской лаборатории обработки материалов давлением совместно со специалистами Минского автомобильного завода была разработана конструкторская документация на автоматизированный комплекс МАЛ-902, включающий автоматизированную линию МА-071 для разделки подката на мерные заготовки и автоматизированную прокатную установку МА067, предназначенный для промышленного изготовления полос малолистовых рессор большегрузных автомобилей семейства «МАЗ». Принципиальная схема автоматизированного прокатного комплекса МА067 представлена на рисунке 1, на рисунке 2 – внешний вид.

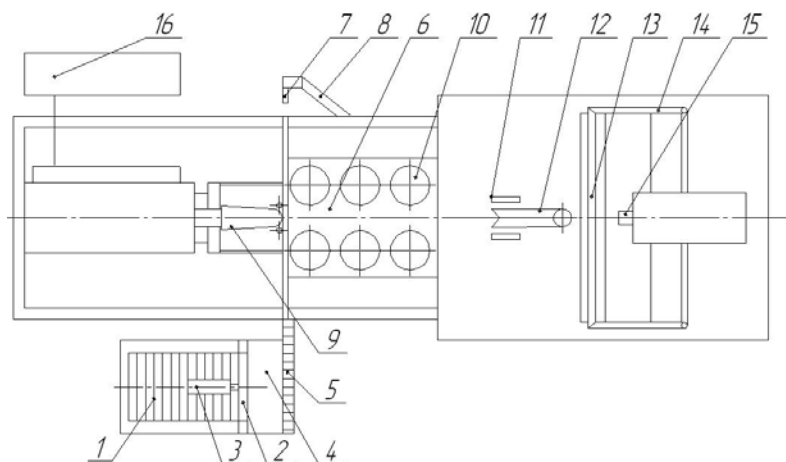


Рисунок 1 – Схема автоматизированной прокатной установки МА067



Рисунок 2 – Внешний вид промышленной прокатной установки МА067

В конструкции автоматизированного комплекса МАЛ–902 максимально заложены средства механизации и автоматизации всех переходов по изготовлению полос малолистовых рессор. Так, в автоматизированной установке МА–071 заложена автоматическая подача исходных полосовых заготовок длиной 6 м в зону резки их на мерные заготовки и укладку в тару для передачи на последующие операции.

В прокатной установке МА067 (таблица 1) заложены средства по механизации таких операций, как загрузка мерных заготовок и подача их в индуктор, нагрев заготовок в индукционной печи и подача их в зону прокатки, прокатка, сьем прокатанных заготовок U-образной формы, разгиб после прокатки с приданием им прямолинейной формы, рихтовка ребровой кривизны, пробивка центрального отверстия, обрезка концевых участков, передача и укладка прокатанных полос в тару. Все перечисленные операции выполняются в автоматическом режиме.

Таблица 1 – Основные технические характеристики прокатной установки МА067

Показатель	Значение
Количество пар валков в рабочей клети, шт.	3
Диаметр рабочих валков, мм	200
Длина рабочего хода оправки, мм	3000
Усилие гидроцилиндра привода оправки, кН	250
Длина рабочего хода штока гидроцилиндра механизма съема заготовок, мм	135
Усилие гидроцилиндра механизма съема, кН	5,0
Усилие гидроцилиндров механизма разгиба (кол-во 2), кН	20
Габаритные размеры прокатной установки (длина×высота×ширина), мм	9740×1358×2550
Потребляемая мощность, кВт	400
Число проходов, необходимое для получения профиля	1
Скорость прокатки, м/с	0,25
Цикл прокатки одной заготовки, с	12
Общий цикл обработки заготовки (прокатка–съем–разгиб–пробивка центрального отверстия–обрезка концов), с	40
Время нагрева заготовки, с	30

Технологический процесс производства заготовок малолистовых рессор осуществляется следующим образом.

1. Мерная исходная полосовая заготовка вручную укладывается на загрузочный конвейер 1 индуктора 4.

2. С конвейера 1 заготовка подается на подъемник 2, который перемещается вертикально вверх, устанавливает заготовку на уровне нагревательной зоны индуктора. Затем заготовка толкателем 3 перемещается в зону нагрева индуктора 4, при этом находящаяся в индукторе на выходе уже нагретая заготовка выталкивается из индуктора и по наклонному склизу подается на рольганг 5.

3. Нагретая до 900–950 °С заготовка автоматически подается по рольгангу 5 в рабочую зону прокатной клети 6.

4. После установки нагретой полосы в исходное положение срабатывает концевой выключатель 7, закрепленный на упоре кронштейна 8, перемещающегося по направляющим. Это обеспечивает возможность прокатки различного типоразмера рессорных заготовок.

5. После срабатывания концевого выключателя 7 происходит включение прокатного комплекса на рабочий ход в автоматическом

режиме. При этом рабочая деформирующая оправка 9, включающая профилирующий элемент и хвостовик при помощи каретки перемещается штоком силового гидроцилиндра в направлении валков 10 по направляющим планкам станины. Каретка 9 снабжена устройством в виде клина, обеспечивающего выбор зазора между вертикальными трущимися поверхностями каретки и станины. Это позволяет устранить люфт каретки между боковыми стенками станины, который может привести к перекосу и заклиниванию. Для обеспечения постоянного прижима каретки к направляющим планкам здесь предусмотрено специальное прижимное устройство. Первоначально при помощи одной пары роликов, установленных в начале прокатной клетки, полосовая заготовка изгибается, принимая U-образную форму и плотно облекая боковые оформляющие поверхности рабочей оправки. Далее согнутая U-образная заготовка вместе с профилированной оправкой, выполняющей роль одного из деформирующих инструментов, проходит между тремя парами валков 10, которые обеспечивают обжатие полосы и получение параболического профиля обеих ветвей рессоры одновременно.

6. По завершении рабочего хода прокатанная заготовка U-образной формы автоматически снимается с оправки 9 съёмником 11, включающим в себя сварной портал, устанавливаемый на рабочую клеть. Съёмник 11, представляет собой сварную конструкцию из трех П-образных скоб, связанных продольными щеками. На съёмнике закреплена направляющая, смонтированная между двумя роликами, которые установлены на портале и предохраняют съёмник от разворота.

7. Снятая с рабочей оправки прокатанная полоса размещается на разгибном устройстве 12, включающем сварную коробчатую станину и собственно механизм разгиба, который представляет собой два расположенных соосно в одной расточке станины двуплечих рычага. Одно из плеч каждого рычага (верхнее) – рабочее, второе – приводное, соединенное с гидроцилиндром.

8. После этого разогнутая прокатанная полоса перемещается в специальное устройство 13, где производится правка ребровой кривизны, обрезка концевых участков ножницами 14. На этой же позиции осуществляется пробивка центрального отверстия пуансоном 14.

9. После завершения всех этих операций прокатанная и отрезанная в размер полоса автоматически укладывается механизмом разгрузки в тару с сохранением ее ориентации для последующих операций.

Управление всем технологическим процессом изготовления полос малолистовых рессор на автоматизированном комплексе МА067 осуществляется программируемым командоаппаратом «ТОУОРУС», представляющим собой устройство последовательного управления, разработанное фирмой «Гайода машин ВОРСК, ЛТД» (Япония). Циклограмма технологического процесса (последовательность всех переходов и перемещений агрегатов установки) программируется специальным программирующим устройством и записывается на центральный процессор «ТОУОРУС-М», который управляет технологическим процессом. «ТОУОРУС-М» обладает богатыми операционными функциями, оснащен высокоскоростным счетчиком, который обрабатывает импульсные сигналы предельных выключателей SQ синхронно с движениями всех перемещающихся механизмов прокатного комплекса, осуществляемых с помощью гидронасосной станции при включении клапанов (YV).

## Литература

**1. Способ** изготовления заготовок изделий с переменным по длине профилем и устройство для его осуществления: а.с. 1777279 СССР, МКИ В21 Н7/00 / А.В. Степаненко, В.А. Король, Г.А. Исаевич (СССР). – № 4076902/27; заявл. 01.07.86.

**2. Степаненко, А.В.** Прокатка полос переменного профиля / А.В. Степаненко, В.А. Король, Л.А. Смирнова. – Гомель: ИММС НАНБ, 2001. – 180 с.