

УДК 621.771.63

В. А. Томило

Государственное научное учреждение «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси», Минск

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЕЙ МАЗ

Модернизированное оборудование для безотходной штучной прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески, предусматривающее частичный нагрев заготовки, позволяет добиться экономии электроэнергии до 40%, металла — до 10%, повысить производительность оборудования в 3...4 раза.

Ключевые слова: прокатный стан, установка предварительной вальцовки, безотходная штучная прокатка, заготовки упругих элементов пневмоподвески.

Введение. В Государственном научном учреждении «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» совместно с учреждением образования «Белорусский национальный технический университет» разработан уникальный способ изготовления рессорной полосы переменного профиля, отличающийся от известных тем, что оба конца полосы обрабатываются одновременно с одного нагрева, что значительно сокращает как трудо-, так и энергозатраты процесса. Создан специальный прокатный стан, в котором полосу соответствующей толщины (после индукционного нагрева) специальными роликами, движущимися прямолинейно, огибают вокруг оправки, имеющей параболическую форму, благодаря чему оба конца принимают заданный переменный профиль. После формообразующего процесса ролики возвращаются в исходное положение, а оба конца прокатанной полосы с помощью специального устройства вновь принимают исходное прямолинейное положение.

Основная часть. Для промышленной реализации предложенного способа парной прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески для автомобилей и полуприцепов МАЗ был модернизирован опытно-промышленный прокатный стан СП-1298 (рисунки 1—3).

Модернизированный прокатный стан включает соединённые между собой с помощью рольганга 1 установку для индукционного нагрева 2 и стан 3 для прокатки полосы с механизмами съёма и разгибания прокатанной заготовки. Индуктор щелевого типа обеспечивает нагрев полосовой заготовки длиной до 2 000 мм и запитан от двух генераторов тока высокой частоты мощностью по 250 кВт каждый. Прокатный стан включает сварную станину 4 коробчатого типа, внутри которой смонтирована рабочая клеть 5 с установленными в ней в вертикальном положении последовательно друг за другом тремя

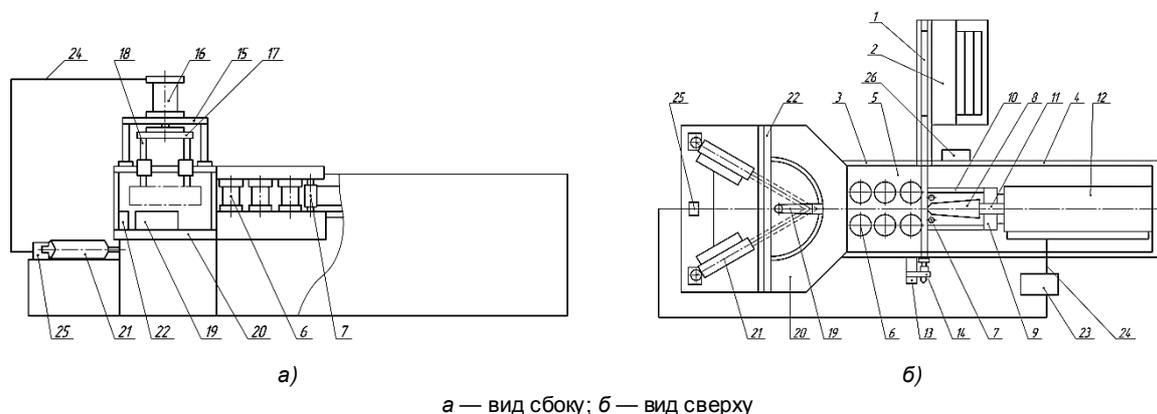


Рисунок 1. — Принципиальная схема модернизированного прокатного стана для парной прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески

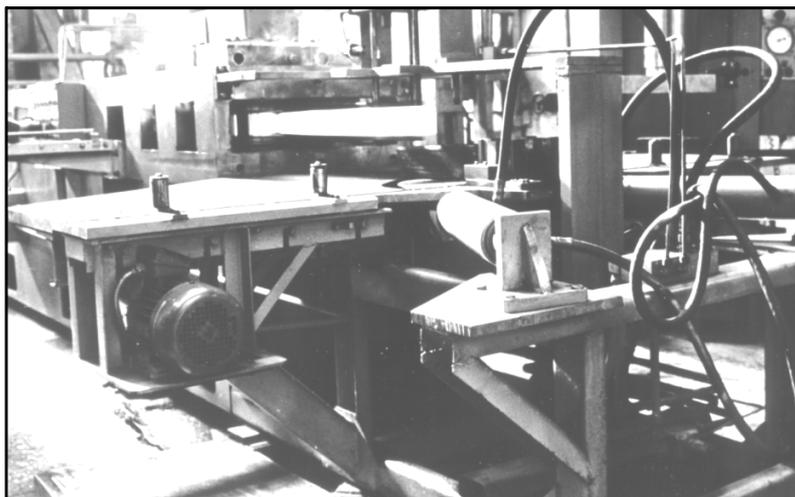


Рисунок 2. — Прокатный стан в момент выхода двух прокатанных заготовок из клетки

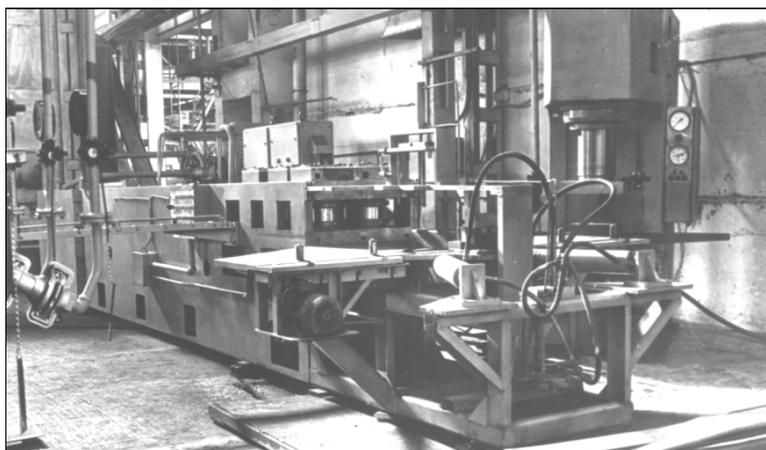


Рисунок 3. — Модернизированный прокатный стан для прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески

парами рабочих валков *б* с ребордами. Перед валками расположены направляющие ролики *7*, служащие для удержания поставленной на ребро прокатываемой полосы и направления профилированной оправки *8*. Оправка жёстко связана с кареткой *9*, опирающейся на направляющие *10*, которая соединена со штоком *11* горизонтально расположенного в станине гидроцилиндра *12*, обеспечивающего оправке возвратно-поступательное перемещение. Сбоку станины закреплена штанга *13* с регулируемым по её длине упором *14* для фиксации в продольном направлении подаваемой по рольгангу исходной заготовки. За рабочей клетью расположены механизмы съёма заготовки после прокатки с профилированной оправки и разгиба прокатанной полосы. Механизм съёма заготовки содержит сварную раму *15*, гидроцилиндр *16*, шток которого жёстко связан через траверсу *17* с толкателями *18*, установленными в направляющих втулках, и обеспечивает посадку согнутой полосы после прокатки на сочленённую шарнирно оправку *19* разгиба, расположенную на столе *20*. Раствор оправки разгиба относительно шарнира производится через систему тяг двумя гидроцилиндрами *21*, имеющими возможность качания в горизонтальной плоскости относительно своих точек закрепления к станине. Линейка *22* жёстко прикреплена к столу *20* и ограничивает величину угла разгиба прокатанной заготовки оправкой *19*. Гидростанция *23* питает с помощью трубопроводов *24* через гидрораспределитель *25* всю гидросистему прокатного стана. Управление работой осуществляется от пульта *26*.

Работает прокатный стан следующим образом. Нагретую до требуемой температуры в установке 2 для индукционного нагрева заготовку по рольгангу 1 подают в рабочую клеть 5 прокатного стана до упора 14 (см. рисунок 1).

После этого за счёт давления, создаваемого гидростанцией 23, шток 11 гидроцилиндра 12 вместе с кареткой 9 и профилированной оправкой 8 получает осевое перемещение в направлении валков, в результате которого происходит загиб исходной заготовки на оправку. При этом первая пара валков рабочей клетки выполняет роль опор. Далее согнутая заготовка вместе с профилированной оправкой, выполняющей роль одного из деформирующих инструментов, проходит между тремя парами валков, что обеспечивает обжатие исходной полосы. По окончании процесса деформирования в валках на выходе из рабочей клетки заготовку с помощью толкателей 18, приводимых в движение от гидроцилиндра 16, перемещают в вертикальном направлении с оправки 8 на оправку 19, имеющую такой же профиль, но выполненную составной из двух соединённых с помощью шарнира половин с возможностью изменения раствора между ними. После этого создают давление в гидроцилиндрах 2, разводят половины оправки 19 и таким образом разгибают прокатанную заготовку до тех пор, пока последняя не прикоснётся всей плоскостью к линейке 22. По окончании разгиба штоки гидроцилиндров 12, 16 и 21 возвращаются в исходные положения. При этом половины оправки 19 смыкаются, а оправка 8 выходит из рабочей клетки. Далее прокатанную и выпрямленную заготовку удаляют со стола 20, и рабочий цикл повторяется в прежней последовательности. Управление работой гидроцилиндров осуществляется от гидрораспределителя 25.

С помощью описанного комплекса обеспечиваются следующие параметры процесса прокатки: 1) температура нагрева заготовки под прокатку составляет 1 000...1 050°C; 2) число проходов равно 1; 3) степень деформации в трёх парах валков за проход достигает 0,545; 4) наибольшее отклонение размеров от заданного профиля по толщине на всей длине заготовки не превышает 0,1 мм; 5) продолжительность цикла обжатия заготовки в валках равна 10 с; 6) продолжительность цикла обработки (загиб—прокатка—съём—разгибка) составляет 30 с.

Учитывая постоянно возрастающие потребности Минского автозавода в направляющих элементах пневмоподвески, связанные с увеличением доли магистральных грузовиков в производственной программе, была разработана технология предварительной вальцовки заготовок под прокатку.

Спроектирована вальцовочная установка (рисунок 4) с определёнными техническими характеристиками (таблица 1), позволяющая производить вальцовку центральной части заготовки непосредственно перед прокаткой, причём вальцовка и прокатка осуществляются с одного нагрева.

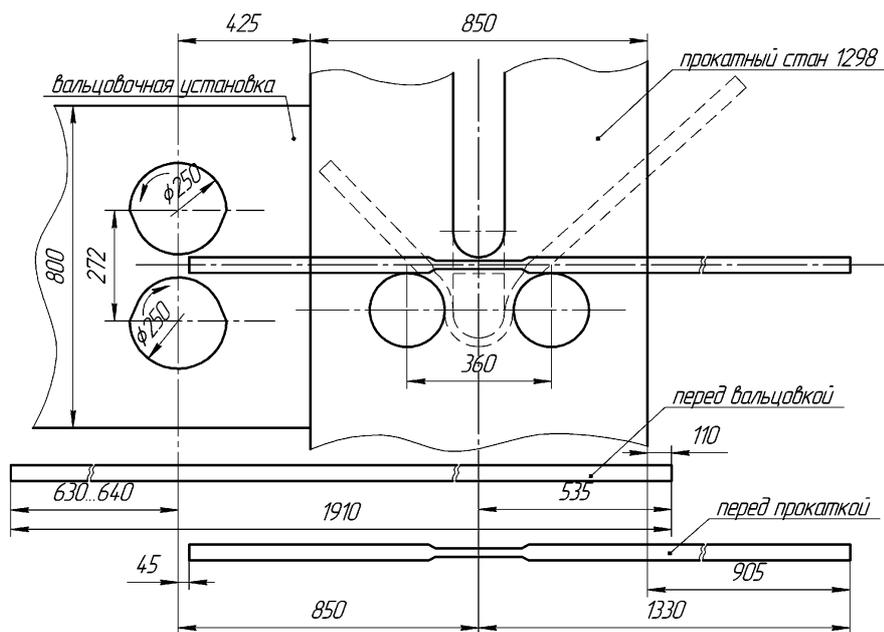


Рисунок 4. — Принципиальная схема установки предварительной вальцовки

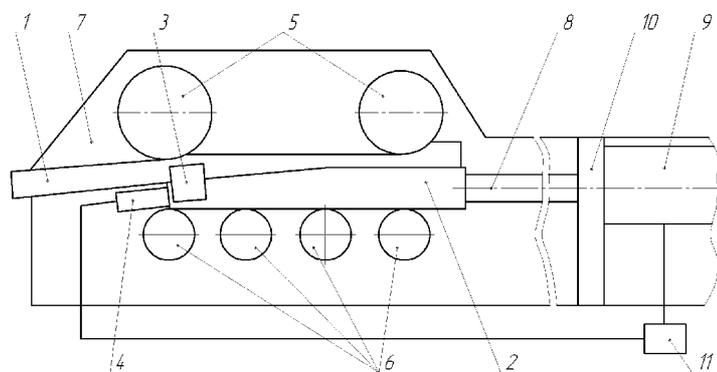
Т а б л и ц а 1. — Технические характеристики установки предварительной вальцовки

Параметры	Единица измерения	Значение
Количество пар валков в клети	шт.	1
Диаметр рабочих секторов	мм	200
Внутренний диаметр гидроцилиндра привода зубчатой рейки	мм	200
Диаметр штока гидроцилиндра	мм	100
Длина рабочего хода штока	мм	500
Усилие, развиваемое гидроцилиндром	кН	600
Скорость прокатки	м / с	0,25
Габариты стана:		
длина	мм	9 740
ширина	мм	2 530
высота	мм	1 350

Вальцовочная установка состоит из станины коробчатого типа и двух вертикально расположенных секторных валков с приводом от гидроцилиндра посредством передачи «рейка—шестерня». Валки установлены в бронзовых эксцентриковых втулках, позволяющих регулировать межосевое расстояние в пределах ± 2 мм. Применение крупномодульного эвольвентного зацепления М, равного 8, позволило производить регулировку межвалкового расстояния за счёт изменения зазора в зубчатом зацеплении. Станина вальцовочной установки непосредственно крепится к станине модернизированного прокатного стана СП-1298. Поскольку вальцовочная установка и прокатный стан работают не одновременно, а последовательно, гидроцилиндр привода зубчатой рейки запитан от главной гидростанции стана.

Позднее была разработана принципиально новая схема (рисунки 5 и 6) безотходной прокатки несимметричных полосовых заготовок с переменной по длине толщиной, заключающаяся в том, что нагреву подвергают только ту часть заготовки, которая впоследствии подвергается прокатке. Холодную часть заготовки используют для её удержания на профилированной оправке. В качестве удерживающего устройства использован клиновой механизм, зажимающий заготовку за боковые поверхности от гидроцилиндра, расположенного на концевой части профилированной подвижной оправки.

Прокатная клеть выполнена с двумя последовательно расположенными парами валков и системой опорных роликов, по которым имеет возможность перемещаться возвратно-поступательно плита. На верхней части плиты закреплена профильная оправка. Привод плиты вместе с оправкой осуществляется от гидроцилиндра.



1 — заготовка; 2 — оправка; 3 — зажим; 4 — гидроцилиндр зажима; 5 — валки; 6 — опорные ролики; 7 — станина клетки; 8 — шток главного гидроцилиндра; 9 — главный гидроцилиндр; 10 — станина привода

Рисунок 5. — Принципиальная схема стана для прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески

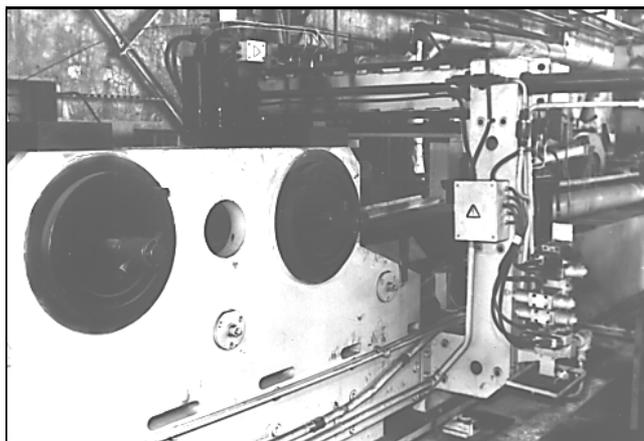


Рисунок 6. — Внешний вид стана для прокатки заготовок направляющих опор пневмоподвески

Нагрев деформируемой части заготовки до температуры 900...950°C осуществляется в индукторе щелевого типа. Длина нагреваемого участка составляет от 40 до 80% полной длины заготовки в зависимости от типоразмера. Наличие холодного участка заготовки не только позволяет экономить электроэнергию, но и облегчает её транспортировку и загрузку в рабочую клеть.

Загрузочное устройство представляет собой подвижный стол с установленными на нём свободно вращающимися направляющими и поддерживающими роликами. В момент загрузки стол поднимается на один уровень с рабочей зоной прокатного стана, а во время рабочего хода опускается, освобождая место для прохода подвижной оправки (деформирующий инструмент) с прокатанной заготовкой. Нагретая заготовка прокатывается на профильной оправке, проходящей последовательно две выполненные в одной станине прокатные клетки. Оправка закреплена на ползушке, которая перемещается по опорным роликам диаметром 200 мм и приводится в движение гидроцилиндром усилием 600 кН.

Заготовка на оправке фиксируется и удерживается в процессе прокатки гидромеханическим зажимом. Прокатка проходит последовательно в двух валках, выполненных гладкими, диаметром 250 мм. Валки установлены в бронзовых подшипниках скольжения, которые запрессованы в эксцентриковые втулки, позволяющие регулировать положение валка относительно поверхности оправки в пределах ± 6 мм. Эксцентриковые втулки поворачиваются посредством зубчатой передачи с передаточным отношением 1:18. Такая конструкция позволяет осуществлять бесступенчатую регулировку межвалкового зазора с высокой точностью. Регулировка осуществляется отдельно для каждого валка.

Определены технические характеристики стана для безотходной штучной прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески (таблица 2).

К числу неоспоримых преимуществ данного способа прокатки перед используемыми как на Минском рессорном заводе, так и ведущими автомобильными фирмами мира, следует отнести возможность получения заготовок направляющих элементов пневмоподвески с широким спектром длин прямых участков. Причём изменение длины толстого (некатаного) конца направляющего элемента пневмоподвески осуществляется простой регулировкой заднего упора.

Для осуществления данного способа нет нужды нагревать заготовку целиком. Достаточно нагреть только ту часть, которая непосредственно подвергается деформированию. Для направляющих элементов, применяемых в ПО «БелавтоМАЗ», нагретый участок составляет от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ общей длины заготовки. С учётом сравнительно большого веса и геометрических размеров подката неполный нагрев оказывает значительное влияние на энергоёмкость процесса получения заготовок направляющих элементов. Кроме того, значительно уменьшаются геометрические размеры и упрощается конструкция индуктора, а также увеличивается производительность и срок службы установки тока высокой частоты.

Т а б л и ц а 2. — Технические характеристики стана для безотходной штучной прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески

Параметры	Единица измерения	Значение
Производительность при К, равном 0,75	шт. / час	90
Продолжительность цикла	с	40
Скорость прокатки	м / мин	30
Ход стола максимальный	мм	3 000
Внутренний диаметр гидроцилиндра привода стола	мм	180
Рабочее давление в силовом цилиндре	МПа	15
Максимально допустимое давление в силовом цилиндре	МПа	25
Усилие прокатки	кН	320
Суммарная производительность насосов силового цилиндра	л	800
Рабочее давление гидростанции для вспомогательных операций	МПа	5
Суммарная установленная мощность	кВт	223

Уменьшенные в 2 раза размеры и вес заготовки в предложенном способе по сравнению с традиционным (прокатка одновременно двух заготовок) позволяет отказаться от использования универсального подъёмно-транспортного оборудования (кран-балки) в процессе технологического цикла, а также упрощает конструкцию средств механизации, автоматизации и вспомогательного технологического оборудования.

Заключение. Разработанные технология и конструкция установки для безотходной штучной прокатки заготовок направляющих элементов пневмоподвески, предусматривающие частичный нагрев заготовки, позволяют добиться экономии электроэнергии до 40%, металла — до 10%, повысить производительность оборудования в 3...4 раза [1].

Список цитируемых источников

1. Малолистовые рессоры. Путь в массовое производство / А. В. Степаненко [и др.] // Грузовик. 2000. № 6. С. 15—17.

The modernized equipment for the zero-emission piece rolling of the directing elements air suspension purveyances envisaging the partial heating of the purveyance allows to obtain the economy of electric power to 40%, metal — to 10%, to promote the productivity of equipment in 3...4 times.

Key words: rolling mill, installation of pre-rolling, waste-free piece-rolling, billet pneumatic elastic elements of the air suspension part.