

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРОКАТА ЗА СЧЕТ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ИХ ПЛОСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Трищевский О.И. д.т.н., Гончаренко Е.А., Гончаренко А.А. аспиранты
(Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства)

Наведена порівняльна характеристика існуючих методів підвищення характеристик міцності металопродукції. Розроблена і представлена найбільш ефективна технологія профілювання. Нова технологія деформаційного зміцнення плоских елементів гнутих профілів відбувається за рахунок нанесення в перших клітках профілюючого стану дрібних зміцнюючих рифлень.

Состояние вопроса. Повышение требований к выпускаемой продукции, связанное с ростом научно-технического прогресса, приводит к поиску новых экономически выгодных решений ведения деятельности предприятий. В металлургии и машиностроении такая тенденция заставляет искать новые технологии изготовления металлопродукции с улучшенными характеристиками. При этом мировой тенденцией развития всех сфер хозяйствования, в том числе и в машиностроении, является не только повышение технических характеристик выпускаемой продукции, но и рациональный экономичный расход природных ресурсов, связанных с ее производством.

В настоящее время, в различных отраслях промышленности широко применяются гнутые профили, изготавливаемые методом последовательной холодной подгибки элементов полосы в валках высокопроизводительных профилегибочных станков [1]. Данный технологический процесс дает возможность получить фасонные профили с наиболее рациональным распределением металла по сечению, а также с максимальной жесткостью и прочностью при минимальном расходе металла, что позволяет экономить природные ресурсы (железную руду, электроэнергию и др.).

Благодаря технологическим особенностям, присущим процессу профилирования, гнутые профили обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с подобной продукцией, изготовленной по другим технологиям. Так, на профилегибочных станках можно получать профили, которые дают возможность создавать новые, наиболее рациональные типы конструкций, а также их элементы, состоящие из одного профиля. Это обеспечивает экономию металла в процессе сборки, снижение трудоемкости производства, так как сокращается необходимость в операциях сварки и клепки отдельных элементов. Изготовление ряда деталей профилированием устраняет значительные затраты на механическую обработку и большие потери металла при изготовлении другими способами. Коэффициент использования металла при профилировании составляет порядка 98%. Поскольку процесс профилирования происходит в холодном состоянии, он сопровождается наклепом, в результате которого предел текуче-

сти возрастает, благодаря чему, в ряде случаев изготовленные гнутые профили на 10 – 15% прочнее исходного металла.

При изготовлении продукции методом профилирования, основное упрочнение гнутых профилей происходит в местах изгиба заготовки, а на плоских участках профиля прочностные характеристики остаются близкими к характеристикам исходной заготовки. Следовательно, наклеп по сечению профиля не равномерный.

Существенным резервом повышения эффективности, несущей способности и жесткости применяемых гнутых профилей является повышение прочностных характеристик (σ_b , σ_T) всего изделия и выравнивание механических свойств по всему периметру. Этого можно достичь, используя термическую обработку металлопродукции, операции поверхностно-пластического деформирования или деформационное упрочнение в холодном состоянии отдельных участков профиля.

Широкое применение процесса профилирования при изготовлении изделий из легированных марок сталей ограничивается дефицитом дорогостоящих легирующих элементов. Одновременно их введение приводит к значительному удорожанию продукции. Кроме того, многие легированные марки сталей поставляются только в листах, а основным материалом для профилирования является рулонная заготовка.

Применение для повышения механических свойств гнутых профилей термообработки требует громоздких нагревательных и дулирующих устройств и, кроме того, повышает себестоимость продукции.

Использование операций поверхностно-пластического деформирования (обычно это обкатка цилиндрическими роликами) могло бы несколько повысить прочностные характеристики плоских участков гнутых профилей и выровнять механические свойства по сечению профилей. Однако распространения этот способ не получил вследствие того, что деформация обкатки, которая может привести к наклепу обрабатываемых участков профиля, довольно значительна и чтобы ее осуществить требуется конструктивно большие габариты обкатывающих роликов и специальные конструкции для их применения и воздействия на участки изгиба профилей.

Способ повышения механических характеристик гнутых профилей за счет деформационного упрочнения их плоских элементов наиболее прост, доступен и реализуем, так как не требует дополнительных капитальных вложений на изготовление и установку специального оборудования и может быть осуществлен непосредственно в процессе профилирования в клетях обычных профилегибочных агрегатов путем нанесения продольных рифлений или гофров на гладкие участки гнутых профилей.

В связи с этим целью настоящей работы являлось повышение прочностных свойств гнутых профилей использованием технологии деформационного упрочнения.

Работа выполнялась в соответствии с комплексной программой «Важнейшие проблемы АПК на 1996 – 2005 годы».

По данным ряда предприятий и проектных организаций во многих отраслях промышленности требуются профили со сквозными гофрами, не разделенными плоскими участками, то есть переходящими один в другой. Примером таких профилей является волнистый лист со сквозными поперечными гофрами. Раньше такие профили изготавливались штамповкой на прессе – по одному гофру за ход с постепенной подачей плоской заготовки – способом весьма трудоемким и не обеспечивающим требуемого качества продукции.

С помощью метода профилирования подобные гофры, расположенные перпендикулярно к оси деформации, формируются в одной клетке профилирующего стана при поперечном изгибе плоской заготовки. В соответствии с расположением гофров на профиле сопряжение формирующих элементов валков принято аналогично зубчатому зацеплению.

Поскольку волнистый профиль формируется только в одной клетке и не имеет отбортовок, его положение относительно продольной оси профилирования может быть неустойчивым. Поэтому, при разработке калибровки валков было предусмотрено выполнение дистанционных шайб, смежных с профильными формирующими, таким образом, чтобы они образовали закрытый калибр по ширине профиля, удерживая его от смещения и перекоса. Были предусмотрены также боковые направляющие линейки перед формирующей клетью и за нею.

По данной технологии освоено производство гофрированных листов из оцинкованной и обычной листовой стали толщиной 0,5 и 0,8 мм [2]. Готовые профили получены высокого качества – с гофрами заданных размеров без задиоров, вмятин, продольных и поперечных прогибов.

Для производства профилей подобного типа с открытыми поперечными гофрами или рифлениями наиболее целесообразно использовать одно-клетевые специализированные станы с непрерывным процессом профилирования из рулона и порезкой готового профиля на мерные длины в потоке.

Другим способом упрочнения элементов профиля методом профилирования является нанесение продольных рифлений на плоские участки металлопродукции за счет местной вытяжки металла.

В зависимости от конструктивных размеров профиля и особенностей его работы в конструкции, на его плоские элементы в процессе профилирования наносятся 1, 2, 3 и более переходящих один в другой синусоидальных продольных рифлений, высотой сопоставимой с толщиной формируемой заготовки. Деформационное упрочнение элементов профиля кроме увеличения прочностных характеристик на участках формовки рифлений приводит к выравниванию механических свойств по сечению профиля в целом, что благоприятно сказывается на несущей способности конструкции. Указанные преимущества позволяют заменить обычные гнутые профили равнопрочными упрочненными, экономия металла, при этом, составляет порядка 15%.

Продукция, изготавливаемая по этой технологии, может найти применение практически во всех отраслях промышленности, в том числе при изготовлении сельскохозяйственных машин, техники. Так, для использования в конструкции платформы тракторного прицепа был разработан корытный профиль

80×60×32×2,5 мм (рис. 1) из низколегированной стали 09Г2, взамен аналогичного профиля толщиной 3 мм.

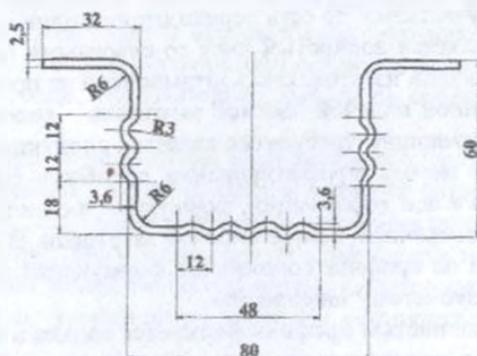


Рис. 1. Корытный профиль 80×60×32×2,5 мм.

Упрочнение заготовки и формообразование корытного профиля проводили на профилегибочном агрегате 1 – 4×50 – 300. При этом формовка рифлений на участках заготовки для вертикальных и горизонтальных стенок осуществлялась соответственно в клетях 1 и 2, а профилирование (подгибка вертикальных стенок и полок) – в клетях 3 и 9.

В результате деформационного упрочнения профиля предел текучести, по которому, как правило, проводятся прочностные расчеты металлоконструкций, возрос на 22,3%, предел прочности – на 7,2%. Относительное удлинение, хотя и снизилось на 14,5%, но осталось достаточно высоким и составило 20,1% (таб.1).

Таблица 1. Сравнительный анализ прочностных характеристик заготовки, не упрочненной и упрочненной профилей.

	σ_s , Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ_s , %
Исходная заготовка	354	525	32,3
Профиль:			
не упрочненный	413	544	23,5
упрочненный	505	583	20,1
Изменение свойств упрочненного профиля (%) относительно:			
заготовки	+42,6	+11,0	-37,8
не упрочненного профиля	+22,3	+7,2	-14,5

Учитывая условия работы исследуемого профиля в конструкции платформы тракторного прицепа, для оценки несущей способности металлоконструкций с использованием упрочненных профилей проводили испытание на чистый (четырёхточечный) изгиб образцов профилей совместно с приваренными к полкам листами из стали 09Г2 толщиной 2,5 мм. Изгибающую нагрузку при-

кладывали со стороны приваренных листов, что моделировало условия эксплуатации профиля.

Результаты испытаний свидетельствуют о большей сопротивляемости изгибающим нагрузкам профилей упрочненных рифлениями, по сравнению с не упрочненными. В области упругих деформаций вплоть до упругопластического перехода (прогиб до 3 мм) рифленый профиль более чем на 21% прочнее, чем аналогичный не упрочненный.

Заводские испытания платформ изготовленных с применением упрочненных рифлениями облегченных гнутых профилей показали, что по прочности они не уступают платформам, изготовленным с применением обычного не упрочненного корытного профиля 80×60×32×3 мм.

Таким образом, дополнительное деформационное упрочнение заготовки путем формовки рифлений на определенных участках позволяет увеличить несущую способность гнутых профилей и получить экономию (в среднем 25%) металла в результате уменьшения его толщины.

Аналогичные профили, упрочненные как рифлениями, так и гофрами могут быть применены в различных металлопотребляющих отраслях промышленности, а пластическая деформация гладких участков способствует улучшению качества самих профилей, изделий с их применением.

В связи с этим, способ повышения прочностных характеристик и механических свойств металлопродукции путем деформационного упрочнения в холодном состоянии отдельных участков профиля (технология профилирования) является наиболее эффективным и рациональным в сравнении с другими методами, что и объясняет повышенный интерес к этой технологии. Продукция, изготовляемая по новой технологии, благодаря ряду существенных преимуществ, может найти применение во многих отраслях промышленности, что еще раз подтверждает широкие возможности и перспективы технологии деформационного упрочнения гнутых профилей. В дальнейшем требуется расширение эксплуатационных испытаний с установкой новых элементов конструкции на машинах различного назначения.

Список литературы

1. И. С. Тришевский, В. В. Клепанда, Ф. И. Скоков Гнутые профили проката. Киев 1962.
2. И. С. Тришевский Гнутые профили проката. // Тематический отраслевой сборник. Выпуск 1. Украинский научно-исследовательский институт металлов, Харьков 1973. – с. 156-159.

Аннотация

Повышение прочностных свойств гнутых профилей проката за счет деформационного упрочнения их плоских элементов.

Дана сравнительная характеристика существующих методов повышения прочностных характеристик металлопродукции. Разработана и представлена наиболее приемлемая для высокопроизводительной технологии профилирования новая технология деформационного упрочнения плоских элементов гнутых профилей, за счет нанесения в первых клетях профилегибочного стана мелких упрочняющих рифлений

Abstract

Increase прочностных properties of the bent structures of hlrе due to deformation hardening their flat elements.

The comparative characteristic of existing methods to increase stiffness characteristics of metal products is given. High-efficiency new technology of deformation hardening of cold roll formed sections is submitted.