

НАНЕСЕНИЕ УПРОЧНЯЮЩИХ РИФЛЕНИЙ НА ПЛОСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ, КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ МЕТАЛЛОЁМКОСТИ ПРОДУКЦИИ

Тришевский О.И. докт. техн. наук, профессор,
Гончаренко Е.А., инженер, **Бондаренко С.Н.**, студент
(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, ХНТУСХ)

Рассмотрены возможности повышения прочностных свойств гнутых профилей проката за счёт эффективного, не требующего дополнительных капитальных вложений способа – валковой формовки упрочняющих рифлений на плоских элементах профилей. Приведены результаты исследований деформационного упрочнения листовых заготовок из углеродистых и конструкционных сталей толщиной от 2 до 4 мм

Введение. Снижение металлоемкости машин и оборудования является одной из важнейших задач повышения эффективности общественного производства. Одним из высокоэкономичных, прогрессивных видов металлопродукции, наиболее широко применяющихся в различных отраслях машиностроения и обеспечивающих сокращение металлоёмкости выпускаемой техники при сохранении необходимых прочностных свойств, уменьшение трудоёмкости и себестоимости, повышение производительности сборки, улучшения внешнего вида и повышение эффективности эксплуатации готовых изделий, являются гнутые профили проката (рис.1) [1]. На имеющихся в Украине профилегибочных агрегатах могут быть изготовлены гнутые профили толщиной до 8 мм включительно при ширине исходной заготовки до 2000 мм. В дальнейшем намечается разработка новых профилегибочных агрегатов, что позволит значительно расширить диапазон сортамента гнутых профилей, изготавливаемых из листовой стали.

Известно, что процесс изготовления гнутых профилей, осуществляемый за счёт деформации изгиба холодной полосовой заготовки в валках, сопровождается наклёпом металла на участках деформации, т.е. металл упрочняется и его прочностные характеристики увеличиваются [2].

Правильный учет этого повышения механической прочности профилей дает возможность дополнительно облегчить вес некоторых деталей и металлических конструкций. Однако, эффект наклёпа наблюдается только на участках изгиба профиля, где произошла деформация и не распространяется на плоские, недеформированные элементы профиля. Таким образом, существует определённый резерв повышения эффективности ряда гнутых профилей за счёт нанесения на их плоские участки дополнительных технологических рифлений, повышающих жёсткость, несущую способность профилей и позволяющих создавать равнопрочные, но менее металлоёмкие конструкции с их использованием.

Цель работы – рассмотрение возможности расширения сортамента выпускаемых гнутых профилей проката, и повышение его экономичности за счёт нанесения упрочняющих рифлений на плоские элементы профилей.

Задачи. Исследование реального повышения прочностных характеристик металла листовой заготовки из углеродистых и конструкционных марок сталей толщиной до 4 мм при нанесении на неё упрочняющих рифлений высотой 1,4-1,6 мм.

Результат исследования. Прочностные характеристики гнутых профилей могут быть повышены за счет добавления легирующих элементов в процессе выплавки стали, термической обработки металлопродукции или ее деформационного упрочнения в холодном состоянии (наклепа). Способ деформационного упрочнения в отличие от дрессировки или термоупрочнения не требует дополнительных капитальных вложений

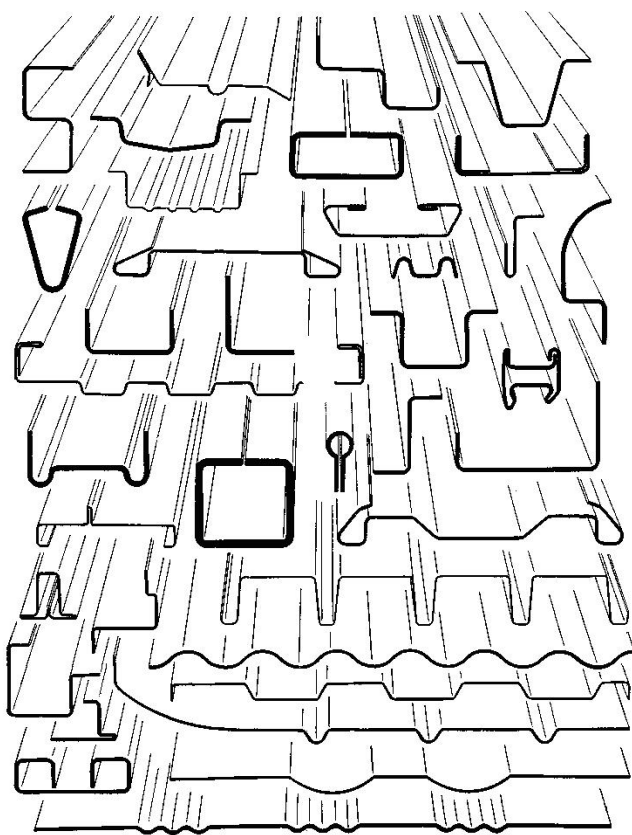


Рис.1. Гнутые профили проката, полученные методом профилирования на профилегибочных агрегатах.

на изготовление и установку специального оборудования и может быть реализован в клетях обычных профилегибочных станов путем нанесения рифлений на заготовку толщиной 0.5...4 мм. При этом формирование рифлений различной высоты вызывает различную степень деформаций, а, следовательно, и различную степень упрочнения пластически деформируемых участков заготовки.

При производстве гнутых профилей в результате холодной пластической деформации в местах изгиба происходит упрочнение металла, степень которого зависит от механических свойств исходной заготовки, способа формовки, угла подгибки и радиуса изгиба.

С целью изучения процесса деформационного упрочнения были проведены исследования по до-

полнительному повышению механических свойств гнутых профилей и их равномерному распределению по сечению профиля. В качестве способа деформационного упрочнения приняли формовку продольных рифлений за счет местной вытяжки металла заготовки на участках, не подвергающихся упрочнению при профилировании (рис. 2).

Этот способ наиболее технологичен, так как не требует сложной валковой арматуры и при изготовлении гнутых профилей из тонколистовой стали и может быть осуществлен как в рабочих клетях профилегибочных агрегатов, установленных на промышленных предприятиях Украины, так и на небольших

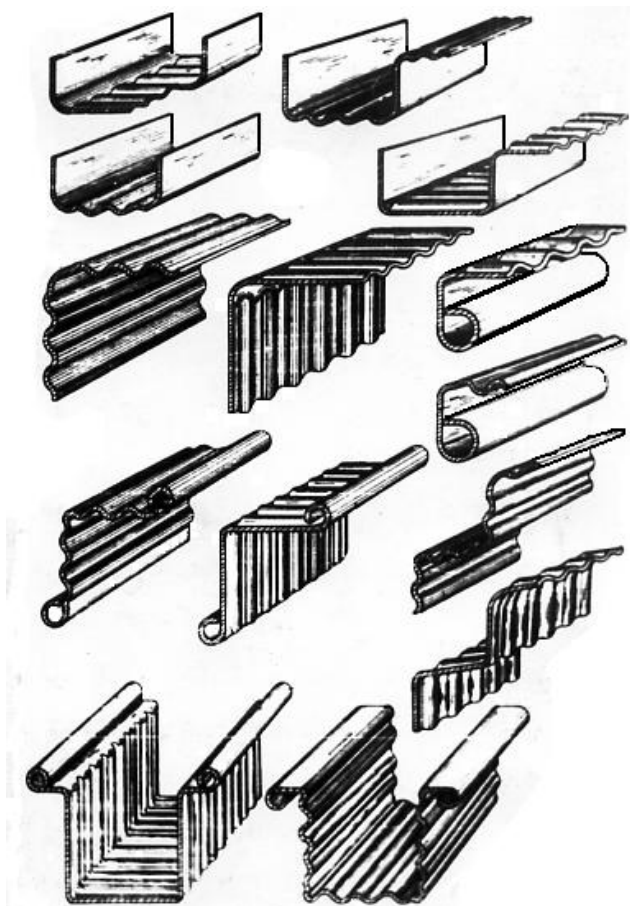


Рис.2. Примерный сортамент гнутых профилей с нанесёнными на плоские участки упрочняющими рифлениями.

1,4...1,6 мм рост их прекращается. Максимальное повышение предела текучести для исследованных сталей и толщин полос колеблется в пределах 60...80%, а временного сопротивления 20...40%. Увеличение высоты рифлений сопровождается значительным уменьшением пластичности. Так, относительное удлинение (δ_5 , составляющее 33...35 % для исходной заготовки, уменьшается до 8,5...9,5 % на готовых профилях, т.е. в 3,5...4 раза. Однако несмотря на это испытания на изгиб показали высокую технологичность гнутых профилей с нанесёнными для деформационного упрочнения рифлениями. Полосы с рифлениями даже максимальной высоты (до 1,6 мм) выдержали изгиб на 180° (до соприкосновения сторон) без признаков разрывов и трещин.

На основе исследований установлено, что процесс формовки рифлений не влияет на собственно процесс профилирования, поэтому режимы профилирования следует выбирать, руководствуясь известными рекомендациями при расчете калибровок валков. Установлено также, что форма рифлений, шаг между ними и радиус закругления существенно не влияют на изменение величины момента сопротивления профиля в целом. Поскольку на геометрические параметры сечения в основном влияет высота рифлений, то при выборе их размеров следует задавать максимально возможную по условиям формообразования (формовка за счёт местной вытяжки металла) высоту рифлений, а остальные геометрические параметры рифления выбирать конструктивно. Зная высоту и

профилегибочных станах частных фирм и предприятий, занимающихся производством гнутых профилей проката. При этом особое значение приобретает выбор рациональной формы и размеров рифлений, позволяющих максимально повысить прочностные характеристики готовой продукции, а также получить максимально возможное число рифлений в одной клетке стана с учетом энергосиловых параметров процесса формовки.

Исследования проводили на листовых заготовках толщиной 2...3,9 мм из углеродистых и конструкционных сталей (08кп, Ст3кп и Ст3Гпс). Следует отметить, что характер изменения прочностных и пластических свойств одинаков для всех исследованных сталей и толщин полос. Предел текучести и временное сопротивление с повышением высоты рифлений монотонно возрастают и при высоте рифлений

другие заданные размеры рифлений, можно определить усилие, необходимое для формовки нужного числа рифлений по следующей зависимости:

$$P = \frac{\sigma_m \times S \times l \times n}{l_1} h + \frac{3 \sigma_m \times S^2 \times n \sqrt{2R_b}}{4 l} \sqrt{h}$$

где σ_m – предел текучести, Н/мм²; S – толщина формуемой заготовки, мм; l_1 – длина очага деформации в продольном направлении, мм; l – длина очага деформации в поперечном направлении, мм; h – высота рифлений, мм; n – число одновременно формируемых рифлений; R_b – максимальный радиус формирующего вала, мм.

После сравнения полученного значения усилия с допустимым для клетки стана данного типа принимается решение о количестве клеток, необходимых для формовки нужного числа рифлений. Оптимальная высота рифлений, обеспечивающая максимальное упрочнение, составляет 1,4...1,6 мм. Минимальная высота должна быть не менее 0,6...0,9 мм, так как ей соответствует минимальное значение момента сопротивления сечения при изгибе, и допустимая нагрузка остается практически такой же, как и для гладких полос. Пример гнутого швеллера с упрочняющими рифлениями на плоских элементах и обычного гнутого профиля приведен на рис. 3.

На основе исследований был разработан технологический процесс производства корытного профиля 80x60x32x2,5 мм, швеллера 120x60x2,5 мм и зетового профиля 120x60x2,5 мм из предварительно упрочненной рифлениями заготовки. Исследования показали, что эти профили по своим прочностным и геометрическим характеристикам равнопрочны профилям, изготовленным с применением неупрочнённого корытного профиля 80x60x32x3 мм.

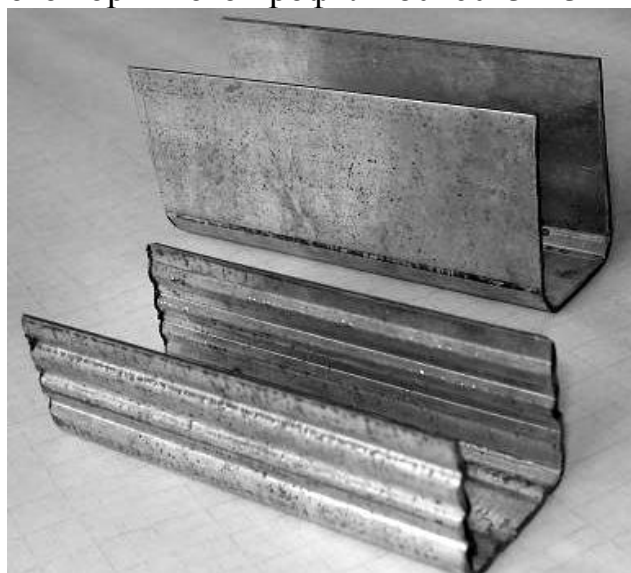


Рис. 3. Гнутый швеллер с упрочнёнными рифлениями плоскими участками и швеллер, изготовленный по традиционной технологии.

В промышленном строительстве упрочненные профили применяются и могут быть применены в качестве прогонов для легких кровель, элементов лестниц конструктивных элементах каркасов для сухой штукатурки помещений

и в других металлоконструкциях. По данным ряда проектных институтов применение гнутых профилей, упрочнённых рифлениями позволяет повысить несущую способность металлоконструкций на 20%.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили повышение прочностных характеристик листовой заготовки толщиной до 4 мм из конструкционных и углеродистых марок сталей по временному сопротивлению до 40% и по пределу текучести до 80% за счёт деформационного упрочнения при несении на них мелких рифлений высотой до 1,6 мм. Предлагаемая технология нанесения таких рифлений на плоскую заготовку за счёт местной вытяжки металла не изменяет саму технологию профилирования и позволяет получать более экономичные гнутые профили, обеспечивающие повышение несущие способности металлоконструкций, созданных с их применением.

Список литературы

1. Тришевский И.С. Производство гнутых профилей (Оборудование и технология) / И.С. Тришевский и др. – М.: Металлургия, 1982. – 384 с.
2. Тришевский О.И. Способы усиления тонкостенных конструкций и области применения профилей высокой жёсткости. Сталь / О.И. Тришевский, Ю.А. Плеснецов, А.Б. Юрченко. – 1981. – №3. – С. 56-57.

Анотація

Нанесення зміцнюючих рифлень на плоскі елементи гнутих профілів, як чинник зниження металоемності продукції

Розглянуті можливості підвищення прочностних властивостей гнутих профілів прокату за рахунок ефективного, не вимагаючого додаткових капітальних вкладень способу – валкової формування зміцнюючих рифлень на плоских елементах профілів. Приведені результати досліджень деформаційного зміцнення листових заготовок з вуглецевих і конструкційних сталей товщиною від 2 до 4 мм

Abstract

Causing of consolidating rifleniy on flat elements of the bent types, as factor of decline of metalloemkosti of products

The possibilities of improving the strength properties of cold-formed profiles of rolled through the efficient, requiring no additional capital investment method - roll forming corrugations in the flat reinforcing element max profiles. The results of studies of strain hardening of sheet billets of carbon and structural steel thickness from 2 to 4 mm.