

Комбинированная технология изготовления гнутых профилей настилов с поверхностью противоскольжения

Канд. техн. наук **О. И. Тришевский**,
инженеры **Е. Г. Полстянкин** и
А. Г. Крюк

Украинский н.-и. институт металлов

В настоящее время в различных строительных конструкциях и промышленных сооружениях типа эстакад, переходных площадок, лестниц, переходов, покрытий полов производственных помещений и т. д. применяют настил из рифленых стальных листов или плоские плитовины с приваренными к ним ребрами противоскольжения. Такие рифленые листы обычно имеют толщину 4—5 мм, тогда как по условиям прочности вполне достаточна толщина 1,5—2,5 мм. Однако горячей прокаткой рифленые листы толщиной менее 3—4 мм технологически трудно изготовить. Таким образом, завышается масса и стоимость конструкций, выполненных с применением настилов из рифленых листов. Кроме того, узкие канавки на рифленых листах быстро засоряются, что резко уменьшает сопротивление трению и приводит к необходимости частой их очистки.

Применяемые иногда просечные облегченные настилы наряду с достоинствами обладают и существенными недостатками: повышенной трудоемкостью и низкой производительностью способа изготовления, ограниченными габаритами по длине (не более 3 м), что вызывает дополнительные трудности при монтаже и обуславливает необходимость применения сварочных операций. Кроме того, просечные настилы

нельзя класть на перекрытия, находящиеся над другими рабочими площадками.

Предъявляемым требованиям лучше всего удовлетворяют гнутые профили, несущая поверхность которых усилена поперечными периодически повторяющимися гофрами жесткости небольшой высоты, которые повышают несущую способность настила и в то же время обеспечивают нужную степень противоскольжения.

Украинским н.-и. институтом металлов совместно с ВНИКТИстальконструкция разработаны принципиально новые конструкции панельных настилов, представляющие собой сортаментный ряд гнутых корытных и С-образных профилей толщиной 2,5 мм, у которых для обеспечения требуемой поверхности противоскольжения на стенках нанесены поперечные периодически повторяющиеся гофры трапециевидальной формы высотой до 7 мм с шагом 60 мм (рис. 1). Из разработанных профилей можно изготавливать настилы для отдельных переходных площадок и набирать ряд профилей в производственные площадки большей площади.

Выбором соответствующего профиля из разработанного сортамента можно обеспечить перекрытие пролетов длиной до 12 м. При толщине $S = S_1 =$

=2,5 мм новые профили (рис. 1) имеют следующие основные размеры, мм:

H	B	L	C	H ₁	B ₁	C ₁
120	417	460	30	120	600	40
120	500	600	50	120	800	40
200	500	600	50	160	600	40
120	700	800	50	160	800	40
200	700	800	50	200	800	40

На основании проведенного УкрНИИметом комплекса исследований для изготовления предлагаемого сортамента гнутых профилей настила была разработана

доступ металла к местам изгиба. Разработанный режим формовки профиля настила предусматривает получение его в 10 клетях профилегбочного стана, из которых: клетки 1 и 2 являются закрытыми формующими, 3—7 и 9—10 — открытыми формующими, а в клетки 8 формируются поперечные гофры.

Валковая формовка поперечных периодических гофров представляет собой сложный процесс формообразования, при котором вытяжка участков полосы осуществляется непосредственно в осевой плоскости валков; при этом в ряде случаев возможно возникнове-

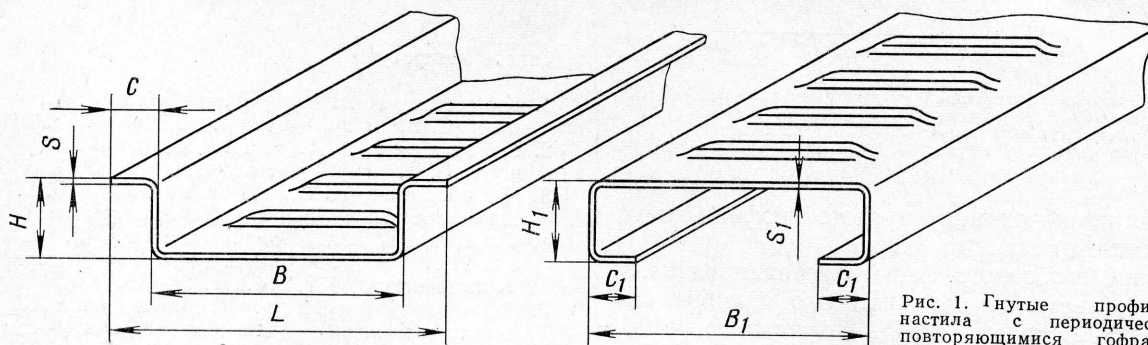


Рис. 1. Гнутые профили настила с периодически повторяющимися гофрами противоскольжения

комбинированная технология, предусматривающая совмещение в одной непрерывной технологической линии процесса обычного профилирования сортовых профилей с валковой формовкой на отдельных элементах этих профилей периодически повторяющихся гофров противоскольжения.

Необходимое профилегбочное оборудование для изготовления по новой технологии требуемого профиля из разработанного сортамента выбирается на основании величин суммарных давлений металла на валки и крутящих моментов на валках, определенных по известным зависимостям¹.

Для определения возможности формовки в клетях профилегбочного стана выбранного типа периодически повторяющихся гофров противоскольжения при определении усилия формовки P можно воспользоваться приближенной формулой

$$P = kL / S\sigma_B,$$

где L — длина формируемого гофра, мм;

S — толщина заготовки, мм;

σ_B — временное сопротивление формируемого металла, Н/мм²;

k — коэффициент, учитывающий различие протекания процессов штамповки ребер жесткости на прессах и рельефной валковой формовки гофров при профилировании (0,25—0,40).

На основании проведенных расчетов для изготовления корытного равнополочного профиля настила размером 417×120×30×2,5 выбрали профилегбочный стан 1—5×30—730 УкрНИИмета.

Для изготовления этого профиля с поперечными гофрами использовали систему калибровки с переменными величинами радиусов закруглений и постоянными расстояниями между центрами дуг мест изгиба. Такая система калибровки обеспечивает свободный

ход волнистости на боковых прямолинейных участках профиля, для устранения которой применяются различные способы.

В целях предотвращения волнистости на стенке корытного профиля формировать поперечные гофры предполагалось в клетях 8, так как полоса, выходящая из клетки 7, в основном уже отформована, а боковые стенки вследствие полученной при профилировании жесткости препятствуют возникновению волнистости. В клетях 9 и 10 осуществляется доформовка корытного профиля с одновременной правкой плоских участков его стенки.

При валковой формовке поперечных периодических гофров для обеспечения синхронизации вращения формирующих валков на рабочих валках стана необходима установка пары специальных синхронизирующих шестерен. Конструкция валков стана 1—5×30—730 не позволяет разместить шестерни с внешней стороны клетки за стойкой. Ширина формируемой в первых клетях стана полосы такова, что эти шестерни нельзя разместить и между стойками, и только при подгибе элементов профиля примерно на 80° (т. е. в клетях 8) на валу освобождается место для их установки.

В соответствии с разработанной технологией гофры на профиле формируются выступами нижнего валка в полостях верхнего. С учетом передаточного отношения шестеренной клетки стана $i=2,5$ основной диаметр верхнего валка принят равным 372,5 мм, нижнего 149 мм.

Для размещения целого числа периодов гофров на бочках валков шаг между гофрами был откорректирован и составил $T=58,48$ мм; при этом основной диаметр валка с выпуклыми формирующими элементами может быть рассчитан по формуле

$$D_H = n_1 T / \pi = 8 \cdot 58,48 / 3,14 = 149 \text{ мм},$$

где $n_1=8$ — число выпуклых формирующих элементов на окружности бочки валка.

Основной диаметр валка с вогнутыми формирующими элементами определяется по выражению

$$D_B = D_H i = 149 \cdot 2,5 = 372,5 \text{ мм}.$$

¹ Тришевский И. С., Котелевский Л. Н. — «Теория и технология производства экономичных гнутых профилей проката». Харьков, 1971. (УкрНИИмет. Сб. № 15), с. 226—231.

Соответственно могут быть рассчитаны диаметры делительных окружностей сопряжения формирующих элементов обоих валков с учетом толщины профилируемой полосы:

$$D'_H = D_H + S = 149 + 2,5 = 151,5 \text{ мм};$$

$$D'_B = D_B + S = 372,5 + 2,5 = 375 \text{ мм}.$$

При длине шага T между гофрами и числе выпуклых формирующих элементов на валке n_1 число соответствующих им впадин на другом валке составляет $n_2 = in_1 = 2,5 \cdot 8 = 20$.

Шаговые углы выпуклых φ_1 и вогнутых φ_2 профильных элементов при этом равны 45° и 18° ; межцентровое расстояние между валками составляет 263,25 мм.

Разработанная калибровка валков для формовки на стенке корытного профиля клетки 8 профилегибочного стана поперечных периодически повторяющихся гофров противоскольжения приведена на рис. 2.

Конструкция валков для формовки поперечных гофров получается сложной и довольно трудоемкой в изготовлении, поскольку требуются дополнительные операции по выполнению пазов по окружности бочек рабочих шайб, а также самих формирующих элементов и их взаимная подгонка.

Размещать такую унифицированную рабочую клеть целесообразно перед клетями профилегибочного стана, так чтобы возможные при валковой формовке поперечных гофров дефекты плоских боковых участков полосы можно было устранить в процессе дальнейшей подгибки этих участков при формовке сортовых профилей различной конфигурации.

Экспериментальные работы по освоению технологии и исследованию особенностей процесса формовки проводили на опытно-промышленном профилегибочном стане УкрНИИмета 1—5×30—730. При работе стана валки клетки 8 приводились от нижнего выходного вала шестеренной клетки через шпиндель на нижний валок. Верхний валок этой клетки приводился от нижнего вала через пару синхронизирующих шестерен, установленных на рабочих частях валов клетки со стороны обслуживания, что дало возможность быстро регулировать зазоры между выпуклыми и вогнутыми формирующими элементами валков.

Анализ размеров готового корытного профиля настила позволил установить, что предельные отклонения их от номинала не превышают допускаемых по ГОСТ 8275—57 на гнутые стальные профили.

Для проверки ряда характеристик получаемых профилей провели экспериментальные исследования де-

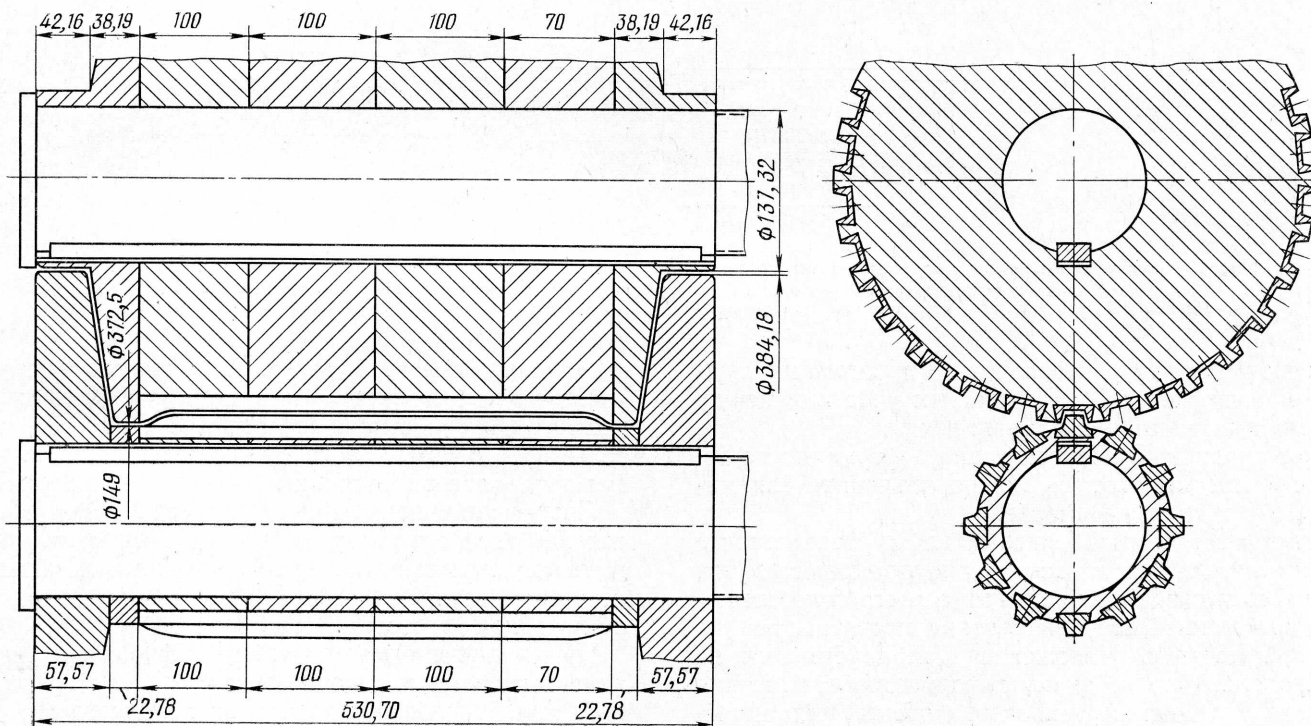


Рис. 2. Конструкция валков клетки 8 профилегибочного стана, где формируются поперечные гофры противоскольжения

В целях унификации комплектов формирующих валков и обеспечения возможности изготовления на одних валках профилей нескольких типоразмеров в УкрНИИмете была запроектирована новая конструкция валков, отличительной особенностью которой является разборное исполнение не только шайб, но и формирующих элементов — вставок. Заменяя на валках ряд формирующих шайб со вставками цилиндрическими дистанционными, можно настроить комплект рабочих валков на формовку поперечных гофров любой требуемой ширины.

формированного состояния и механических свойств готовых профилей.

Анализ искажений координатной сетки, нанесенной на поверхность заготовки перед профилированием, позволил установить, что по внутренней поверхности в местах изгиба у оснований гофров наблюдалась деформация растяжения, максимальная величина которой составляла 16,5% (рис. 3, а). На плоских участках между гофрами она уменьшалась до нуля, а на плоских боковых участках гофров постепенно переходила в деформацию сжатия, достигая 4% в зо-

не сжатых волокон на участке мест изгиба у вершины гофров. На плоском участке вершины гофра наблюдалась незначительная деформация растяжения.

По внешней поверхности (рис. 3, б) деформация растяжения возрастала от 2% на плоском участке и достигала максимума (14%) у вершины гофра в месте изгиба основания гофра и плоского бокового участка, а затем она резко понижалась и в месте изги-

ком. Величина утонения здесь составляет 7%. Утонение на вершине гофра и на плоских боковых участках достигает 4–5%. На плоских участках между гофрами утонение отсутствует.

Анализ распределения утонения по поперечному сечению трапецеидальных гофров показал, что наиболее интенсивно процесс формообразования гофров происходит на криволинейных участках основания

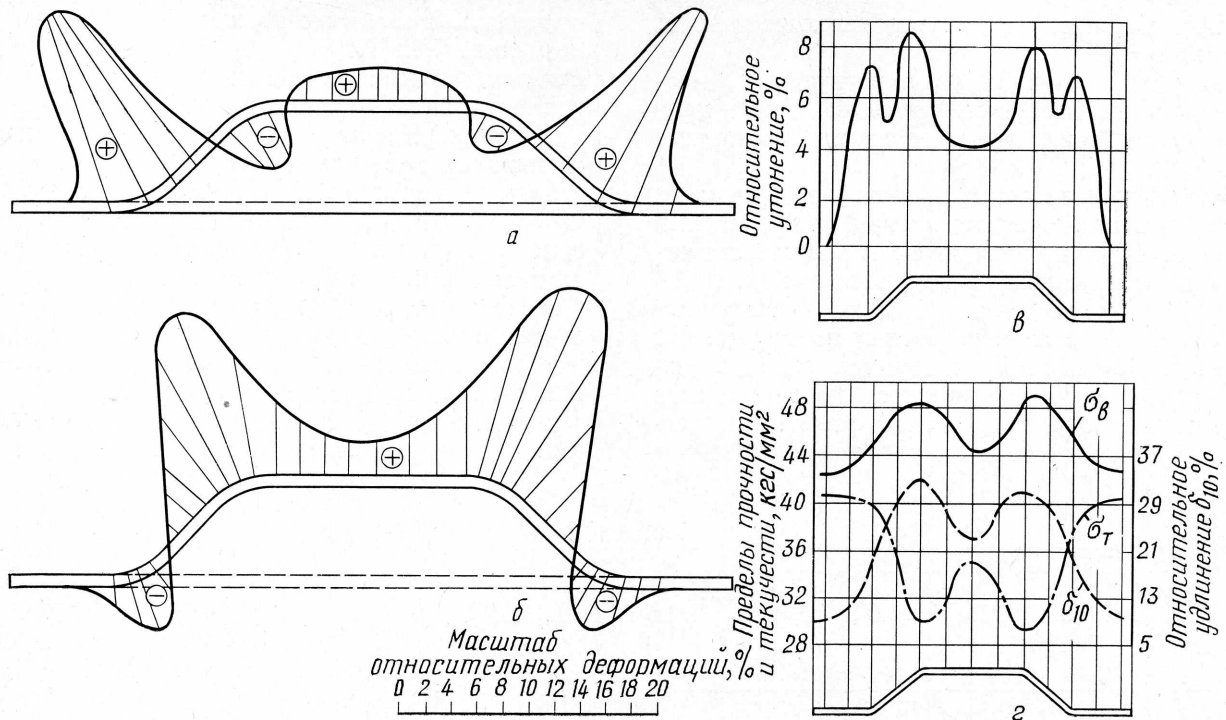


Рис. 3. Результаты исследования деформированного состояния и механических свойств гнутых профилей проката: а и б — распределение поверхностных деформаций внутреннего и наружного слоев поперечного сечения гофра; в — изменение относительного утонения по поперечному сечению гофров; г — изменение механических свойств по сечению гофра

бу у основания гофра переходила в деформацию сжатия с максимумом 5%. На плоских участках между гофрами деформация была равна нулю.

Такое различие в распределении деформации по сечению поперечных гофров можно объяснить влиянием изгиба при их формовке.

Так, вследствие изгиба профильными формующими элементами участка полосы в зоне формовки гофров участки сопряжения вершин гофра и его боковых стенок с внутренней стороны сечения подвергаются деформации сжатия. Наложение этой деформации на противоположную по знаку деформацию растяжения приводит к резкому уменьшению общей деформации растяжения, которая на этих участках переходит в деформацию сжатия. Наружные же слои поперечного сечения гофра в местах сопряжения его вершины с боковыми стенками под влиянием того же изгиба испытывают дополнительную деформацию растяжения, при наложении которой на деформацию растяжения от вытяжки общая деформация увеличивается.

На вырезанных из профиля темплетях измерили толщину формируемой полосы в поперечном направлении (рис. 3, в). Наибольшее относительное утонение наблюдается вблизи радиусов перехода вершины гофра на плоские боковые участки и достигает 8,5%.

Другой максимум распределения утонения по исследуемому сечению приходится на участок сопряжения основания гофра с плоским боковым участ-

ком и вершины гофра, а также на плоском наклонном участке между гофрами. Отсутствие утонения на прямолинейных участках, смежных с гофрами, свидетельствует о том, что гофры получены только в результате местной вытяжки на участках гофров.

Проведенные испытания на разрыв, а также определение твердости темплетов, вырезанных из гофров готовых профилей, показали, что по механическим свойствам готовые профили значительно отличаются от исходной заготовки.

На участках оформованных гофров наблюдается явно выраженное упрочнение металла. В местах изгиба как у оснований, так и на вершине гофра временное сопротивление повышается на 13% по сравнению с его уровнем для исходной заготовки (рис. 3, г). На плоских боковых участках и на вершине гофра прочность снижается, а на плоских участках между гофрами остается такой же, как и до профилирования. Предел текучести изменяется по поперечному сечению по такому же закону.

Относительное удлинение δ_{10} уменьшается до 8% вблизи криволинейных участков вершины гофра и повышается до 19% на плоских участках вершины. На промежутках между гофрами δ_{10} повышается до первоначальных значений.

Твердость изменяется аналогично изменению механических свойств: максимальное упрочнение металла наблюдается в местах изгиба на вершине и у основа-

ния гофров. На плоских участках между гофрами твердость остается такой же, как у исходной заготовки. Твердость измеряли на внутренней и на внешней поверхности гофров. Было установлено, что в зоне сжатых волокон твердость несколько выше, чем в зоне растянутых.

Таким образом, исследования по определению механических свойств готовых профилей позволили установить увеличение временного сопротивления предела текучести и твердости готовых профилей по сравнению с их уровнем для исходной заготовки; иными словами, в результате упрочнения, полученного при формовке, общая несущая способность всего профиля увеличивается.

Заключение

С целью создания новых облегченных конструкций панельных настилов для типовых лестниц и площадок промышленных зданий и сооружений УкрНИИметом разработаны сортамент специальных гнутых профилей и комбинированная технология их изготовления, по которой в одной непрерывной технологической линии совмещается процесс профилирования сортовых профилей с периодической валковой формовкой поперечных гофров противоскольжения. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили приемлемость разработанной технологии и хорошие эксплуатационные свойства новых профилей.

сталь

4
1975