

УДК 621.981

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЕЙ ГИБКОЙ С ПРОДОЛЬНОМ РАСТЯЖЕНИЕМ

В.А. Новошицкий, доц., к.т.н., НТУ «Николаевская политехника», г. Николаев,
А.В. Новошицкий, доц., к.т.н., НУК имени адмирала Макарова, г. Николаев

Аннотация. Рассматривается технология изготовления тонкостенных профилей различной конфигурации. Технология предусматривает последовательное локальное формоизменение заготовки при действии продольной растягивающей силы. Приведены технологические схемы профилирования и рекомендации по применению тонкостенных профилей в автомобильной промышленности.

Ключевые слова: тонкостенные профили, упругопластический изгиб с продольным растяжением, технология изготовления тонкостенных профилей.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КУЗОВІВ АВТОМОБІЛІВ ГНУТТЯМ З ПОЗДОВЖНІМ РОЗТЯГОМ

В.А. Новошицький, доц., к.т.н., МТУ «Миколаївська політехніка», м. Миколаїв,
А.В. Новошицький, доц., к.т.н., НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Анотація. Розглядається технологія виготовлення тонкостінних профілів різної конфігурації. Технологія передбачає послідовну локальну формозміну заготовки при дії поздовжньої сили розтягу. Наведено технологічні схеми профілювання і рекомендації щодо застосування тонкостінних профілів в автомобільній промисловості.

Ключові слова: тонкостінні профілі, пружнопластичний згин з поздовжнім розтягом, технологія виготовлення тонкостінних профілів.

MANUFACTURING TECHNIQUES OF PROFILE ELEMENTS OF CAR BODIES BY FLEXIBLE LONGITUDINAL STRETCHING

V. Novoshitskyi, Assoc. Prof., Ph.D. (Eng.), ITU «Mykolayiv Polytechnic»,
A. Novoshitskyi, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv

Abstract. Manufacturing techniques of thin-walled profiles of various configurations are considered. The technology provides consecutive local prefabrication form alteration at the action of the longitudinal stretching force. Technological schemes of profiling and the recommendation concerning the application of thin-walled profiles in the automotive industry are provided.

Key words: thin-walled profiles, elasto-plastic bend with longitudinal stretching, manufacturing techniques of thin-walled profiles.

Введение

Автомобильное производство характеризуется необходимостью использования большой номенклатуры и малых партий профилей из современных высокопрочных коррозионно-

стойких сталей, конструкционных и легированных сталей, алюминиевых сплавов.

Анализ публикаций

Традиционные технологии профилирования прокаткой и штамповкой являются энерго-

емкими и в ряде случаев не могут обеспечить необходимое качество профильных элементов кузовов автомобилей [1].

Цель и постановка задачи

Для обеспечения возможности изготовления тонкостенных профильных элементов необходима разработка новых эффективных способов их формообразования. С этой целью предложена технология изготовления тонкостенных элементов локальным силовым воздействием с продольным растяжением.

Технология изготовления профильных элементов

В условиях мелкосерийного производства целесообразным является производство гнутых профилей на основе предлагаемой технологии. Технология предусматривает последовательное локальное формоизменение заготовки при действии на нее продольной растягивающей нагрузки [2]. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены данные для расчета ее энергосиловых параметров. Спроектированы и изготовлены профилирующие установки [3, 4].

Разработаны технологические схемы профилирования, которые обеспечивают возможность изготовления высокоточных тонкостенных гнутых профилей повышенной жесткости с необходимыми геометрическими параметрами (рис. 1).

Способы изготовления гнутых профилей гибкой с продольным растяжением, показанные на рис. 1, а, б, в, г, осуществляются с помощью профилирующей установки, которая имеет неподвижную и подвижную зажимные головки, растяжное устройство и подвижную каретку с профилирующими роликами. Форма рабочих поверхностей захватов и профилирующих роликов выполняется в соответствии с формой поперечного сечения изготавливаемого профиля с соответствующей корректировкой, учитывающей упругое пружинение. Способ профилирования из штучных заготовок предусматривает деформирование и зажим концевых участков плоской заготовки в захватах соответствующей формы силой $F_{\text{п}}$, приложение продольной растягивающей нагрузки $F_{\text{з}}$, создающей в заготовке напряжения, близкие к пределу текучести, и последующее формоизменение

заготовки при перемещении каретки с профилирующими роликами от одного захвата к другому усилием $F_{\text{т}}$ (рис. 1, а).

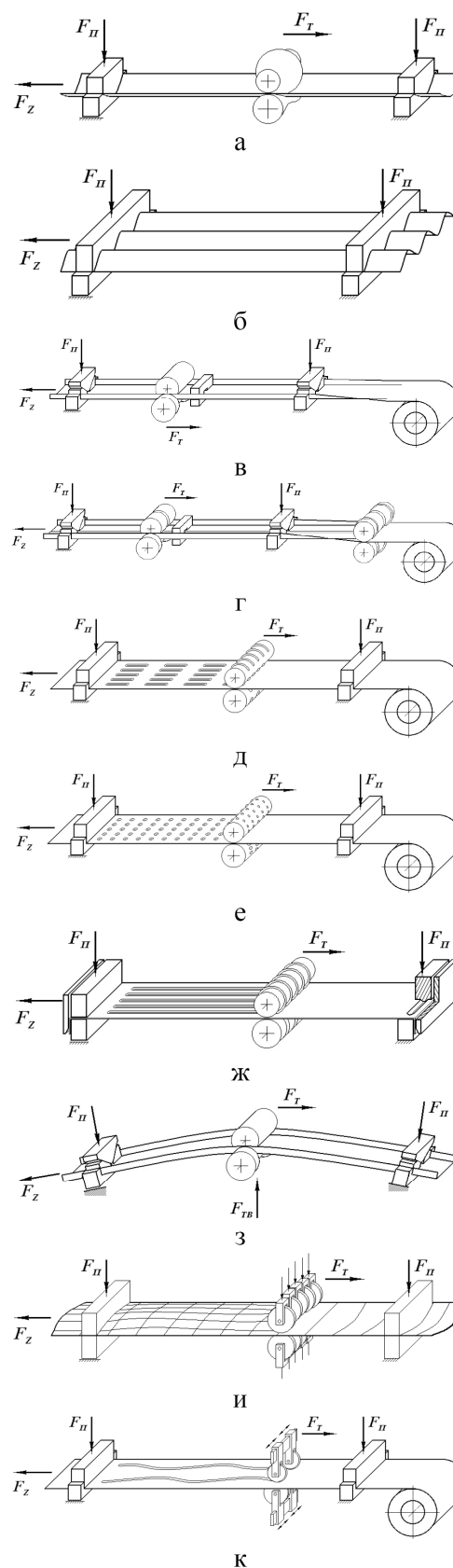


Рис. 1. Технологические схемы профилирования

В результате приложения растягивающей нагрузки к заготовке многократно снижается необходимый для ее профилирования изгибающий момент, упругое пружинение, а также силы, действующие на профилирующие ролики. Формоизменение заготовки в значительной степени обусловлено, как показано при теоретическом анализе, тангенциальными пластическими деформациями сжатия, и в местах изгиба не происходит существенного утонения материала. При этом энергозатраты для формообразования профиля существенно уменьшаются [5].

Создание растягивающей нагрузки обеспечивает оптимальные условия формообразования профиля. При её действии полки профиля приобретают прямолинейную форму. Продольные пластические деформации от поперечного изгиба заготовки компенсируются в результате ее некоторого пластического растяжения. Этим предупреждается появление продольной изогнутости, а также продольной скрученности даже при формировании профилей с несимметричным поперечным сечением. В случае необходимости повышенная точность профилей может быть достигнута последующим упругопластическим растяжением изготовленного профиля, как при правке растяжением.

Кроме рассмотренного процесса поштучного изготовления профилей, который характеризуется относительно невысокой производительностью, рационально изготовление профилей в автоматизированном непрерывно-циклическом режиме (рис. 1, в). При таком способе профилирования заготовка подается из рулона, зажимается в захватах неподвижной и тянущей зажимных головок. Тянущей головкой в заготовке создаются постоянные напряжения растяжения. В результате перемещения роликов вдоль оси заготовки осуществляется формирование профиля. Затем, после разжима захватов, готовый профиль с помощью зажимного устройства выталкивается. При повторении рабочего цикла изготавливается последующий участок профиля. Профиль необходимой длины отрезается.

Для изготовления профилей повышенной жесткости и с относительно малыми радиусами кривизны в местах изгиба, на плоскую заготовку предварительно наносятся продольные гофры жесткости [6]. Предварительное гофрирование заготовки осуществ-

ляется роликами, установленными перед захватами (рис. 1, г). Рассмотренный способ позволяет изготавливать высокоточные профили повышенной жесткости с различной формой поперечного сечения.

Технологические схемы для получения гофрированных профилей показаны на рис. 1 д, е, ж. Профили с периодически повторяющимися гофрами могут быть получены при использовании профилирующих роликов соответствующей формы (рис. 1, д).

На рис. 1, е показан процесс изготовления рифленых профилей со сфероидальными выступами. В этом случае на одном из роликов выполняются сферические выступы, а на другом – соответствующие впадины [7].

Возможно изготовление профилей с плоскими концевыми участками или с концевыми участками, на которых нанесены поперечные ребра жесткости. Кромки концевых захватов могут быть выполнены с отбортовкой (рис. 1, ж). При таком исполнении концевых участков осуществляется более надежный захват заготовки. Кроме того, отбортовка может использоваться для соединения профилей при сборке металлоконструкций.

Во время последовательного изгиба участка заготовки в плоскости, перпендикулярной её продольной оси, можно одновременно осуществлять продольную гибку деформированного участка. При этом в зоне деформирования возникает изгиб во взаимно перпендикулярных плоскостях. Таким образом могут изготавливаться профили с различной продольной кривизной (рис. 1, з).

Изготовление профилей со сложной кривизной проводится с помощью каретки с подвижными блоками профилирующих роликов при разных формах рабочих поверхностей концевых захватов (рис. 1, и).

Для изготовления гнутых профилей с продольными криволинейными гофрами блоки роликов могут перемещаться в поперечном направлении (рис. 1, к) [8].

При изготовлении гнутых профилей со сложной конфигурацией применимы различные комбинации рассмотренных технологических схем.

Для осуществления приведенных способов профилирования разработаны профилирующие установки для изготовления профилей с шириной заготовки 100 и 200 мм [3, 4].

На установках изготавливались уголки, швеллеры, корытные профили, С-образные профили, гофрированные и рифленые профили.

Разработаны способы профилирования, которые обеспечивают возможность изготовления профилей повышенной точности и жесткости и любой длины и позволяют создавать менее металлоемкие конструкции кузовов автомобилей.

В качестве заготовок для изготовления тонкостенных профилей рациональным является применение полос или лент в рулонах. Материалом заготовки могут быть холоднокатаная, горячекатаная, легированная сталь, медные, алюминиевые и другие сплавы, биметаллические и плакированные материалы.

Гнутые профили малых сечений могут иметь разнообразную форму – от уголкового, швеллерного, корытного, С-образного до специальных профилей сложной конфигурации (рис. 2).

Такие профили могут использоваться как силовые элементы для рам, стоек, обвязки бортов кузовов, а также как декоративные малонагруженные элементы для наружной и внутренней отделки автомобилей.

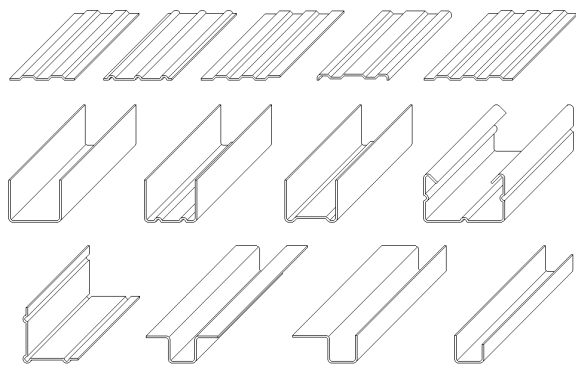


Рис. 2. Гнутые профили малых сечений

Для закрытых кузовов могут применяться гофрированные широкополочные гнутые профили волнистого типа (рис. 3, а), профили с периодически повторяющимися гофра-ми (рис. 3, б), рифленые профили (рис. 3, в),

а также профили с поперечными гофра-ми и отогнутыми концевыми участками (рис. 4).

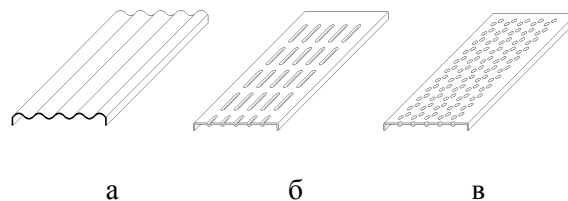


Рис. 3. Гофрированные широкополочные гнутые профили

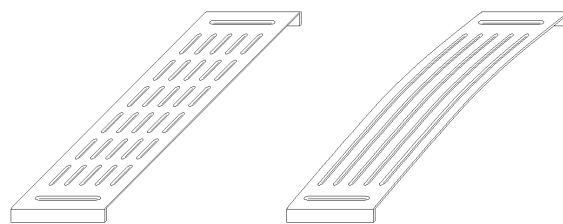


Рис. 4. Профили с поперечными гофра-ми и отогнутыми концевыми участками

Перспективным в ближайшее время считается применение для формирования закрытых кузовов трехслойных панелей. Оптимальные по металлоемкости трехслойные гофровые панели (рис. 5, а, б, в) состоят из плоских наружных листов, соединенных внутренним гофрированным элементом с помощью лазерной, электронно-лучевой или контактной роликовой сварки. Внутренние полости панелей могут быть полыми, либо содержать полимерный наполнитель.

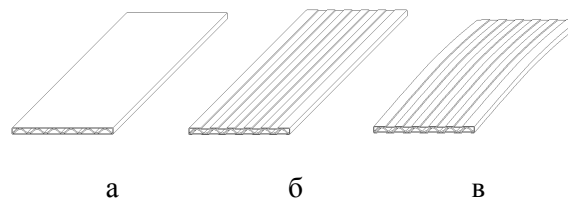


Рис. 5. Трехслойные гофровые панели

Предложенные способы профилирования обеспечивают возможность изготовления элементов панелей с рациональными геометрическими параметрами. Наружные листы панелей могут быть выполнены с различными ребрами жесткости (рис. 5, б), а также с продольной кривизной (рис. 5, в).

Профилирующее оборудование обладает меньшими массогабаритными показателями,

по сравнению с прессами и роликовыми профилирующими машинами, и обеспечивает возможность быстрого перехода на изготовление профилей другой номенклатуры путем замены профилирующей оснастки.

Тонкостенные профили, изготовленные согласно предложенной технологии, позволяют создавать легкие и жесткие конструкции кузовов автомобилей, отвечающие требованиям технической эстетики. Они предоставляют дизайнерам возможность ориентироваться не только на профили, выпускаемые промышленностью, но и принимать современные художественные решения.

Выводы

Разработанная технология в условиях мелкосерийного производства обеспечивает возможность изготовления тонкостенных профилей разнообразной конфигурации из конструкционных и легированных сталей, алюминиевых сплавов и металлопласта.

Вследствие локального силового воздействия на заготовку при действии продольной растягивающей нагрузки, энергозатраты для формообразования профилей меньше, чем при использовании традиционных способов профилирования.

Литература

1. Производство и применение гнутых профилей проката: справочник / И.С. Тришевский, Г.В. Донец, В.И. Мирошниченко и др.; под ред. И. С. Тришевского. – М.: Металлургия, 1975. – 536 с.
2. А. с. 653000 СССР, МКИ В 21 D 5/00. Способ изготовления гнутых профилей / В.А. Новошицкий, В.Н. Цымбалюк (СССР). – № 2140607; заявл. 02.06.1975; опубл. 25.03.1979, Бюл. № 11.
3. Деклараційний патент на винахід 43149А Україна. Розтяжна машина / С.М. Соловйов, А.В. Новошицький; заявник і патентовласник Миколаївський університет кораблебудування. – № 2001031675; заявл. 12.03.2001; опубл. 15.11.2001, бюл. № 10..
4. Деклараційний патент на винахід 55029А Україна. Розтяжна машина / С.М. Соловйов, А. В. Новошицький; заявник і патентовласник Миколаївський університет кораблебудування. – № 2002064965; заявл. 17.06.02.; опубл. 17.03.2003, бюл. № 3.
5. Новошицкий А. В. Работа при упругопластическом изгибе полосы с продольным растяжением / А.В. Новошицкий // Збірник наукових праць НУК. – 2008. – № 5 (422) – С. 60–65.
6. Деклараційний патент на винахід 44451А Україна. Спосіб виготовлення гнутих профілів / С.М. Соловйов, А.В. Новошицький; заявник і патентовласник Миколаївський університет кораблебудування. – № 2001031674; заявл. 12.03.2001; опубл. 15.02.2002, бюл. № 2.
7. Патент на винахід №79278 Україна. Спосіб виготовлення рифлених профілів / С.М. Соловйов, А.В. Новошицький; заявник і патентовласник Миколаївський університет кораблебудування. – № 2004108669; заявл. 25.10.04; опубл. 11.06.2007, бюл. № 8.
8. Соловьев С.Н. Экспериментальное исследование технологии изготовления судовых тонкостенных профилей гибкой с продольным растяжением / С.Н. Соловьев, А.В. Новошицкий // Зб. наук. пр. НУК. – 2010. – № 1 (430). – С. 57–64.

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 1 июня 2016 г.