



Annotation

Major Types of Sheet Metal Bending design peculiarities of the modern sheet-bending presses

The modern types of sheet bending require the knowledge of basic terminology in this field and, above all, the understanding of choice criteria for the corresponding equipment. This article will help to get a grip on the design peculiarities of sheet-bending presses.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ГИБКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЛИСТОГИБОЧНЫХ ПРЕССОВ

Сегодня на рынке зарубежными поставщиками предлагается множество моделей листогибочных прессов, в которых реализуются различные технологические принципы обработки материала, а также используются различные подходы к конструкции самого станка. Все эти особенности «скрываются» под теми или иными терминами, не все из которых хорошо известны отечественным специалистам — даже тем из них, кто сносно учил английский язык в школе или институте, поскольку некоторых из этих понятий (подразумевающих под собой определенные инженерные решения) в то время просто не существовало. Цель предлагаемого обзора — помочь специалистам наших предприятий, отвечающим за закупку и последующую эксплуатацию листогибочного оборудования, правильно оценить класс предлагаемых машин, особенности их конструкции и реализуемых с их помощью технологий.

Постараемся определить основные критерии, на которые следует обращать внимание при знакомстве с листогибочными прессами. Чтобы объяснить, какими свойствами должно обладать современное оборудование подобного направления, рассмотрим основные виды гибки и как они называются в каталогах зарубежных компаний-поставщиков.

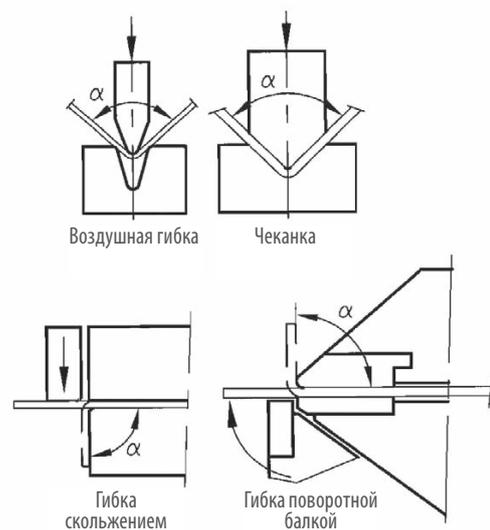
■ СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ГИБКИ ЛИСТА

Воздушная гибка (**Air bending**) выполняется путем опускания пуансона в матрицу на заранее заданную глубину с высокой точностью. При этом нет необходимости иметь радиус пуансона и угол матрицы такими, как в готовой детали, т. е. инструмент является универсальным. На одном комплекте оснастки можно выполнять гибку большого спектра углов и профилей посредством точного задания глубины хода пуансона, благодаря чему нет необходимости в частой смене инструмента. Такой метод гибки является наиболее универсальным, в нем также нет жесткой привязки пуансона к матрице.

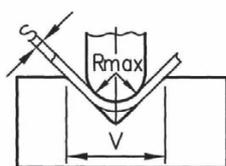
Гибка этим методом требует относительно небольшого усилия, поэтому в ней имеется возможность использовать узкие пуансоны или имеющие сложную форму (для гибки

Автор статьи

С.Ю. Шемогонов,
директор, ООО «Тулпресс-Техно»,
г. Киев



↑ Рис. 1. Основные виды гибки



Гибка по матрице

↑ Рис. 2. Вид гибки Bottoming

соответствующих профилей). Радиус гибки зависит от свойства самого металла и раскрытия матрицы и составляет от 1 до 2 толщин металла. Точность получаемого угла зависит от точности хода пуансона, отклонения толщины металла от заданной и от его пружинения. В среднем такой метод позволяет получить точность обработки $\pm 15' - 30'$. Также для качественной гибки по всей длине детали необходимо решить вопрос компенсации прогиба балки (т. н. операции бомбирования).

Процесс гибки листа по матрице (**Bottoming**) происходит за счет опускания в нее пуансона, причем угол формируется в соответствии с формой матрицы. Поэтому для каждого угла гибки и толщины металла требуется свой набор инструмента, что приводит к дополнительным затратам. Усилия для обработки таким способом с использованием пуансонов большого радиуса на 20 % превышают применяемые для воздушной гибки (при той же толщине листа и величинах получаемого угла). При уменьшении радиуса усилие растет. Пре-

имуществом такой гибки можно считать немного лучшую точность по сравнению с воздушной — $\pm 15'$. Однако практически невозможно согнуть заготовку на угол больше 90 градусов. Метод применяется для гибки листа толщиной до 5 мм.

Термин **Folding** применяется для гибки поворотной балкой, которая сегодня также является популярной. Ее преимущества состоят в том, что сама деталь во время гибки удерживается прижимом на столе, и это уменьшает вероятность повреждения ее поверхности. Отклонения толщины металла не влияют на точность получаемого угла. Данный метод реализован многими производителями станков и автоматических установок для полной гибки. Это позволяет гнуть деталь в обоих направлениях — вверх и вниз. Недостатком является ограничение по максимальной толщине металла (для конструкционной стали — до 2 мм) и минимальной ширине детали, которая необходима для удержания ее прижимом. Технология применяется для производства металлических панелей, дверей, элементов конструкции лифтов, электрошкафов, металлической мебели и др.

Гибка скольжением (**Wiping**) близка к описанному выше методу. Она требует **специального инструмента** для каждой толщины металла. К ее недостаткам можно отнести большую вероятность повреждения поверхности листа. Этот метод также может быть реализован на листогибочных прессах.

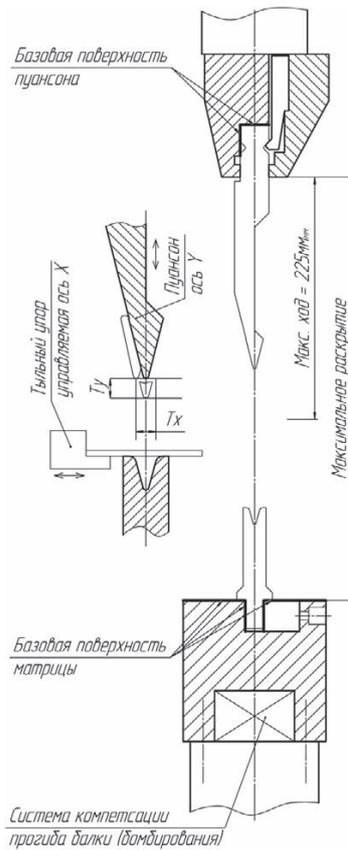
Чеканка или штамповка (**Coining**) подразумевает, что пуансон и матрица изготавливаются точно по форме необходимого угла и радиуса гибки. Для обработки таким способом необходимо усилие в 5–10 (иногда до 25) раз больше, чем для воздушной гибки. К преимуществу такого метода можно отнести высокую точность независимо от отклонений толщины и упругости материала, к недостаткам — высокая стоимость оборудования и инструмента, а также определенная ограниченность возможностей (она применяется для толщин до 2 мм). Большие усилия приводят к тому, что инструмент должен быть очень прочным, а значит — массивным, что не позволяет выполнять гибку сложных профилей.

Из всех указанных выше методов наибольшее распространение в промышленности сегодня получила воздушная гибка. Причина этого состоит в возможности использования относительно недорогого оборудования (прессов с небольшими усилиями и дешевых простых инструментов) и наибольшей универсальности, т. к. одним набором инструмента выполняется гибка металла с различными заданными углами и достаточно высокой точностью. Один и тот же пуансон можно применять для всех толщин металла, главное — не превысить допустимую максимальную удельную нагрузку, поскольку в противном случае это приводит к повреждению пуансона. Для гибки листового металла нескольких близких толщин можно использовать одну матрицу.

Следует сказать, что существует также вид прессов, которые реализуют только метод гибки по матрице — **Bottoming**. В данной статье мы не будем рассматривать их в связи с технологической ограниченностью. Зато прессы, работающие по методу воздушной гибки, при наличии соответствующего инструмента позволяют также выполнять гибку в матрице.

■ ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ПРИ ВЫБОРЕ ЛИСТОГИБОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При производстве изделий из листового металла многие недооценивают важность качественной гибки. Принято думать, что располагая хорошим комплексом оборудования по раскрою листа, достаточно иметь «хоть какую-то» гибку, и можно обеспечить высокое качество деталей. Но это не так. Операция гибки из листа является финишной, и некачественно выполненная, она может существенно снизить качество детали и сборки в целом.



Рассмотрим ниже некоторые передовые на сегодняшний день решения в конструкции современных листогибочных прессов, которые влияют на качество получаемых деталей и на производительность оборудования. Основные критерии, по которым следует оценивать листогибочный пресс, следующие:

1. Максимальное рабочее раскрытие и ход верхней подвижной балки;
2. Наличие качественной системы компенсации прогиба балки (системы бомбирования);
3. Точная и быстрая установка гибочного инструмента в рабочее положение;
4. Скорости перемещений верхней подвижной балки и тыльных упоров;
5. Функциональность системы ЧПУ.

← Рис. 3. Раскрытие прессы и система крепления NEW STANDARD

ООО «ТУЛПРЕСС-ТЕХНО»

- листогибочные прессы с ЧПУ
- гильотинные ножницы с ЧПУ
- установки термической резки листа и профиля с ЧПУ
- установки лазерной резки с ЧПУ
- установки водяной резки с ЧПУ
- координатно пробивные прессы с ЧПУ
- гибочные автоматы с ЧПУ
- роботизированные листогибочные прессы с ЧПУ
- инструмент для листогибочных прессов
- инструмент для координатно-пробивных прессов.



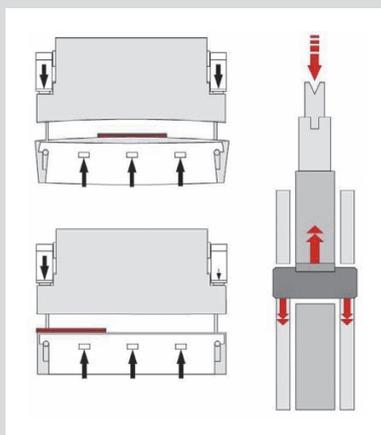
Технологическое оборудование и инструмент ведущих мировых производителей



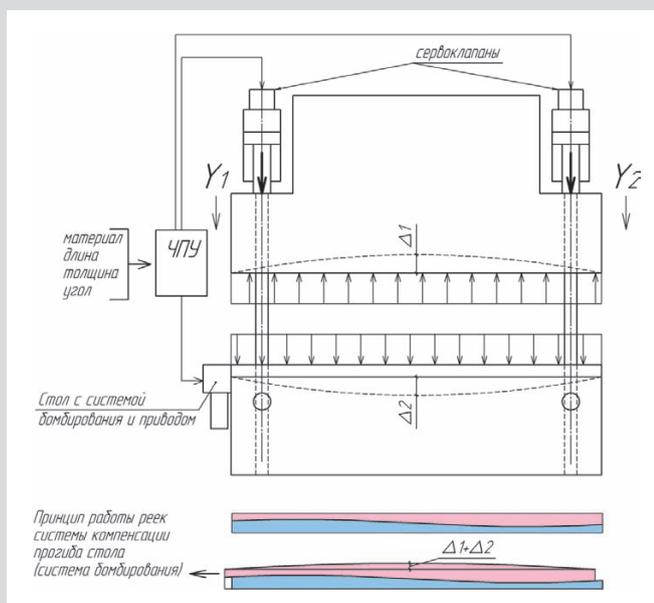
ООО «ТУЛПРЕСС-ТЕХНО»
ул.Пост-Волынская, 5
г.Киев, 03061

т/ф (044) 594-09-60
www.toolpress.com.ua
info@toolpress.com.ua

НАДЕЖНОЕ ЗВЕНО ВАШЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЦЕПИ



↑ Рис. 4
→ Рис. 5



РАБОЧЕЕ РАСКРЫТИЕ И ХОД ВЕРХНЕЙ ПОДВИЖНОЙ БАЛКИ

Почему важно иметь большое раскрытие? Этот параметр в сочетании со значительной величиной хода позволяет использовать высокие пуансоны и матрицы, что в свою очередь расширяет технологические возможности оборудования. Такие пуансоны дают возможность производить гибку коробчатых конструкций большей высоты.

Значительная величина раскрытия между пуансоном и матрицей облегчает оператору работу с деталью. Например, для прессы с длинойгиба 3 м максимальное раскрытие должно быть не менее 400–450 мм, а ход верхней траверсы — составлять 200–250 мм. В этом случае на пресс можно установить пуансон высотой 200 мм и матрицу 100 мм. Это обеспечивает 100–150 мм раскрытие между пуансоном и матрицей для вполне удобной работы оператора с деталью.

Также большое значение имеет точность хода верхней траверсы. Ведущие производители листогибочных прессов обеспечивают точность хода $\pm 0,01$ мм. Она достигается благодаря применению точных оптических линеек для измерения хода подвижной траверсы с каждой стороны и пропорциональных сервоклапанов, связанных системой ЧПУ. Например, при использовании матрицы с шириной ручья $V = 8$ мм это обеспечивает погрешность от точности хода Δ не хуже чем $\pm 5'$ (5 угловых минут) при получении угла 90 градусов. Влияние точности хода подвижной балки на угол гибки зависит от величины заданного угла и ширины матрицы.

СИСТЕМА КОМПЕНСАЦИИ ПРОГИБА БАЛКИ (БОМБИРОВАНИЯ)

В процессе гибки на балку и стол пресса действует равномерная распределенная нагрузка, которая приводит к небольшим деформациям (рис. 5). Данное явление приводит к тому, что пуансон опускается в матрицу неравномерно по длине прессы, результат — неравномерный угол гибки по длине детали. Угол в центре получается большим, чем на краях детали. За всю историю существования листогибочных прессов производители придумали множество конструктивных решений этой проблемы. Сегодня в основном применяются такие:

- ♦ нижняя рама имеет специфическую конструкцию, которая прогибается под воздействием нагрузки во время процесса гибки;
- ♦ в нижнюю часть рамы встроены гидроцилиндры, которые деформируют ее и выполняют обратный прогиб;
- ♦ в стол вмонтирована компактная система реек, которые выгибают только стол с установленным на нем инструментом.

Рассмотрим кратко каждый из методов. Первое из названных решений применяется в основном при обработке листового металла небольших толщин на прессах с усилием до 200 т. При этом гибка детали выполняется только по центру стола прессы.

Во втором варианте решения нижняя часть рамы состоит из трех плит. Система включает в себя от 3 до 5 гидроцилиндров (в зависимости от длины прессы), встроенных в нижнюю раму (рис. 4), и имеет хорошую

скорость срабатывания, но усилия здесь прикладываются точно. Точность такой системы составляет около 0,04–0,05 мм, что хуже параметра точности хода верхней балки. Она наиболее качественно работает при гибке листового металла толщиной от 3 мм и выше. Рама в этом случае постоянно испытывает незначительные деформации.

Система бомбирования, встроенная непосредственно в рабочий стол прессы, состоит из двух реек специальной формы и электромеханического привода (см. рис. 5). Рейки изготавливаются с высокой точностью и имеют сложную специальную криволинейную форму, располагаются напротив друг друга и при смещении относительно друг друга придают столу необходимую плавную форму прогиба с высокой точностью $\pm 0,01$ мм (10 мкм), обеспечивая контакт реек по всей длине. Величина компенсации прогиба рассчитывается системой ЧПУ на основе практических знаний, полученных производителем и внесенных в базу данных системы управления. Она зависит от типа материала, длины и углагиба, толщины листа, эти параметры также вносятся в ЧПУ. По результатам расчета выдается команда на электромеханический привод, который выполняет необходимое смещение реек, форма которых может отличаться в зависимости от производителя.

Некоторые производители сами изготавливают систему бомбирования, основываясь на собственном опыте (напр. компания DARLEY (Нидерланды)), другие используют готовое решение производителей таких устройств, напри-



← Рис. 6

мер, производства фирмы WILA (Нидерланды). В любом случае такой принцип компенсации прогиба стола и балки является наиболее точным, и качественно работает во всем диапазоне толщин листового металла. Данная система является очень компактной, поскольку она встраивается в стол и не увеличивает его габаритов, и по своей точности сравнима с точностью хода верхней подвижной балки. Важно и то, что применяя подобный метод, можно выполнять гибку деталей не только по центру стола.

■ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ

Существенное влияние на качество гибки оказывает точность установки пуансона и матрицы в прессе. Отклонение рабочей кромки пуансона T_x (рис. 3) приводит, в свою очередь, к «уходу» линиигиба от заданной, и влияет на точность линейных размеров получаемых кромок детали. Если при изготовлении детали нужно выполнить несколько последовательных операций гибки, а сама деталь имеет отверстия под сборку, то погрешность линейных размеров может значительно сказаться на качестве такой детали, ухудшить качество сборки и изделия в целом. Отклонение пуансона T_y напрямую влияет на точность получаемого углагиба, поэтому очень важно, чтобы рабочая кромка пуансона и матрицы были параллельны друг другу, и отклонение от параллельности было минимальным.

Многие производители листогибочных прессов также имеют свои собственные системы крепления инструмента. Самыми

популярными на сегодняшний день являются две системы: **EUROPEAN STYLE** (AMADA/PROMECAM) и **NEW STANDARD**.

Система крепления **EUROPEAN STYLE** (рис. 6) на сегодняшний день применяется наиболее широко. В ней верхний инструмент крепится к подвижной траверсе посредством группы адаптеров, каждый из которых имеет индивидуальную настройку по высоте и прижимную планку. Последние могут иметь различные приспособления для фиксации пуансонов. Смена инструмента осуществляется в горизонтальном направлении. Соосность ручья матрицы относительно рабочей кромки пуансона настраивается ручной регулировкой положения матрицы на столе пресса. Преимуществом такой системы является ее относительная дешевизна, к недостаткам ее относятся:

- ♦ сложность в установке и фиксации коротких (секционных) пуансонов;
- ♦ ограничение по максимальной высоте пуансона, т.к. адаптер крепления значительно, на 50–100 мм, уменьшает раскрытие пресса. При такой системе используются пуансоны с высотой до 160 мм;
- ♦ смена инструмента требует значительного времени.

Поэтому подобную систему крепления используют в основном на недорогих прессах, где нет необходимости в частой смене инструмента.

Все более популярной становится система **NEW STANDARD** (рис. 3 и 7, 8). В ней

крепление пуансона выполняется с помощью адаптера, который имеет две базовые поверхности, выполненные в одной детали (они образуют главную направляющую адаптера) под углом 90 градусов. В пуансоне для фиксации есть специальный паз с обеих сторон. Прижимной кулачок, на который давит гидроподушка, оказывает усилие на пуансон вдоль наклонной поверхности паза под углом 45 градусов, что обеспечивает одновременное плотное прижатие к обеим базовым поверхностям направляющей адаптера. Гидроподушка связана с гидросистемой станка, а подача давления осуществляется через специальный клапан, управляемый ЧПУ. Таким образом, данный адаптер обеспечивает быструю и точную установку пуансона во всех направлениях одним нажатием кнопки. Матрица устанавливается в рабочий стол и тоже имеет две базовые поверхности. Такая система крепления позволяет быстро и точно установить инструмент и начать работу с минимальными дополнительными настройками. Стоит упомянуть, что такая система крепления позволяет производить замену секционных пуансонов не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлении, что намного быстрее. Короткий (секционный) пуансон можно установить и зафиксировать в любом месте адаптера по всей длине пресса. Такая инструментальная система не уменьшает раскрытие пресса и позволяет использовать пуансон высотой до 300 мм. Оператору достаточно установить и зафиксировать инструменты, и они будут



← Рис. 7 ↑ Рис. 8

гарантированно иметь высокую степень параллельности и соосности относительно друг друга, без необходимости в дополнительных настройках. Поэтому такая система крепления является наиболее передовой и становится все более популярной среди ведущих производителей прессов.

СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ВЕРХНЕЙ ПОДВИЖНОЙ БАЛКИ И ТЫЛЬНЫХ УПОРОВ

Во время процесса гибки детали происходит постоянное перемещение верхней траверсы с пуансонами и тыльных упоров по командам от ЧПУ. Скорость движения каждой оси по отдельности не оказывает большого влияния на производительность процесса гибки. Но если все управляемые оси будут «медленными», то сам пресс в целом будет иметь низкую производительность — об этом комплексном подходе стоит помнить всегда. Использовать более высокую скорость холостого хода подвижной траверсы позволяет применение системы лазерной защиты оператора в рабочей зоне, что также увеличивает общую производительность.

■ СИСТЕМЫ ЧПУ

Листогибочные прессы могут иметь множество разных систем управления, которые различаются по своим функциональным возможностям и интерфейсу. Укажем только некоторые функции, которыми должна обладать ЧПУ современного листогибочного прессы для его полноценной работы:

- ♦ возможность графического ввода размеров получаемой детали прямо с ЧПУ;
- ♦ автоматический расчет координат всех осей по каждой операции и оптимальной последовательности гибки, возможность поменять эту последовательность вручную;
- ♦ база данных материалов и инструментов (для последних — графическая);
- ♦ возможность ввести данные параметров гибки нового материала;

- ♦ автоматический расчет развернутой длины детали;
- ♦ возможность простой корректировки угла гибки вводом полученного угла после первогогиба;
- ♦ графическое отображение последовательности гибов;
- ♦ достаточный объем памяти для хранения применяемых программ;
- ♦ возможность добавления нового инструмента в ЧПУ.

Наличие данных функций позволяет производить быстрый ввод и расчет программ оператором прямо на ЧПУ с минимальными затратами времени на их подготовку. Отсутствие их усложняет работу, увеличивает затраты времени на подготовку управляющих программ и выполнение тестовых гибов.

Ну и последним важным фактором является собственно комплектация прессы, в том числе базовая, которая у каждого производителя своя, что сказывается на цене. Поэтому во время изучения вопроса покупки прессы вопросу комплектации необходимо уделить большое внимание. Ряд полезных приспособлений и устройств у одних производителей присутствуют в базовой комплектации, у других они предоставляются как опции. Например, в их число могут входить такие приспособления, как передние поддержки листа, перемещаемые вдоль прессы, освещение рабочей зоны, пульт управления типа «две руки», системы крепления инструментов, количество осей управления тыльными упорами и др. ☞

