

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Омский государственный университет путей сообщения»  
(ОмГУПС)

Кафедра «Технологии транспортного машиностроения и ремонта  
подвижного состава»

ОТЧЕТ  
по слесарно-механической практике

Место прохождения практики:  
кафедра ТТМ и РПС

Студент гр. 42е  
Пугачева Юлия Витальевна  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022г.

Руководитель практики  
от университета –  
доцент кафедры ТТМ и РПС  
\_\_\_\_\_ Д.В. Муравьев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022г.

Омск 2022

## Содержание.

<b>Введение:</b> .....	3
<b>1. Растачивание цилиндрических отверстий</b> .....	5
<b>1.1. Расточные резцы и их установка</b> .....	5
<b>2. Гибка металла</b> .....	11
<b>2.1. Использование гибки металла</b> .....	11
<b>2.2. Оборудование для гибки металла</b> .....	12
<b>2.3. Технология процесса гибки металла</b> .....	13
<b>2.4. Технология гибки металла на выставке</b> .....	14
<b>2.5. Техника безопасности при гибке металла</b> .....	15
<b>2.6. Техника безопасности при ручной гибке:</b> .....	15
<b>2.7. Технологии</b> .....	15
<b>2.8. Гибка металлических труб</b> .....	16
<b>2.9. Деформация металла</b> .....	16
<b>2.10. Технологии</b> .....	17
<b>2.11. Как провести радиусную гибку листового металла?</b> .....	18
<b>2.12. Основные принципы гибки металла</b> .....	18
<b>2.13. Типы гибки</b> .....	18
<b>2.14. Разновидности и конструкция гибочных станков</b> .....	19
<b>2.15. Основные принципы</b> .....	19
<b>2.16. Заготовки, требующие особого подхода в гибке</b> .....	20
<b>2.17. Гибка вальцовка металла</b> .....	20
<b>2.18. Свободная гибка</b> .....	21
<b>Заключение:</b> .....	24
<b>Список литературы:</b> .....	25

## **Введение:**

Особо быстрыми темпами развиваются отрасли машиностроения, способствующие решению задач электрификации, химизации, комплексной механизации и автоматизации производства: машиностроение для электротехнической промышленности, автомобилестроение, сельскохозяйственное и химическое машиностроение. Больших успехов достигло станкостроение — отрасль машиностроения, выпускающая металлообрабатывающее оборудование.

Разработаны и выпускаются металлорежущие станки с числовым программным управлением (ЧПУ), которые создают условия для широкой автоматизации процессов металлообработки и значительно повышают производительность труда. Созданы совершенно новые конструкции станков с ЧПУ, так называемые «обрабатывающие центры», обеспечивающие автоматическую смену инструментов для многооперационной обработки деталей. Всё это делается с одной только целью - повысить качество продукции машиностроения, значительно поднять экономичность и производительность выпускаемой техники, ее надежность и долговечность.

Поставленные задачи требуют повышения эффективности и качества труда всех работников машиностроительной промышленности. Современный рабочий должен грамотно эксплуатировать сложную технику, оснащенную совершенными приборами, электрическими, гидравлическими и пневматическими устройствами. С ростом механизации и автоматизации меняется характер труда в современном производстве. В содержании труда рабочего все большее место, занимают функции планирования, расчета, наладки, управления сложной техникой и технологическими процессами.

Быстро изменяющиеся условия работы в современном производстве требуют от рабочего хорошей ориентации и самостоятельности в решении сложных технических задач. Для этого недостаточно владеть только практическими умениями и навыками. Здесь нужны глубокие теоретические знания по технике и технологии производства, широкий технический кругозор. Вместе с тем, работая в производственном коллективе, рабочий должен обладать и определенными моральными качествами, такими, например, как чувство ответственности перед коллективом, дисциплинированность и т. д. Без этого немислимо сознательное участие в процессе производства.

Среди различных профессий машиностроительной промышленности одна из самых многочисленных — профессия слесаря. Слесарные работы нужны не только в машиностроении, но и во многих других отраслях промышленности и сельского хозяйства. Они очень разнообразны: слесари-сборщики собирают различные машины и механизмы, слесари-ремонтники выполняют техническое обслуживание и ремонт машин и механизмов, слесари-инструментальщики изготавливают инструменты, штампы и приспособления, слесари по монтажу техники, приборов и коммуникаций занимаются установкой оборудования, подводом к нему энергии и другими монтажными работами.

Труд слесаря на современном предприятии — это творческий труд. Непрерывно усложняющееся оборудование, с которым имеет дело слесарь, требует от него теоретических знаний, умения разбираться в сложных механизмах и решать задачи, возникающие в процессе сборки, эксплуатации и ремонта техники.

## 1. Растачивание цилиндрических отверстий

Растачивают отверстия на токарных станках тогда, когда сверление, рассверливание или зенкерование не обеспечивают необходимой точности размеров отверстия, а также чистоты обработанной поверхности, либо когда отсутствует сверло или зенкер требуемого диаметра.

При растачивании отверстий на токарных станках можно получить отверстие не выше 4-3-го класса точности и чистоту обработанной поверхности 3-4 при черновой обработке и 5-7 при чистовой.

При растачивании отверстий в цветных металлах твердосплавными резцами на станках для тонкого точения можно получить точность размеров, достигающую 2-го и даже 1-го класса, и чистоту обработанной поверхности 8-11.

### 1.1. Расточные резцы и их установка

Растачивают отверстия на токарных станках расточными резцами (рис. 118). В зависимости от вида растачиваемого отверстия различают: расточные резцы для сквозных отверстия (рис. 118, а) и расточные резцы для глухих отверстий (рис. 118, б). Эти резцы отличаются между собой главным углом в плане  $\phi$ . При растачивании сквозных отверстий (рис. 118, а) главный угол в плане  $\phi=60^\circ$ . Если растачивается глухое отверстие с уступом  $90^\circ$ , то главный угол в плане  $\phi=90^\circ$  (рис. 118, б) и резец работает как упорно-проходной или  $\phi=95^\circ$  (рис. 118, в) - резец работает с продольной подачей как упорно-проходной, а затем с поперечной подачей как подрезной.

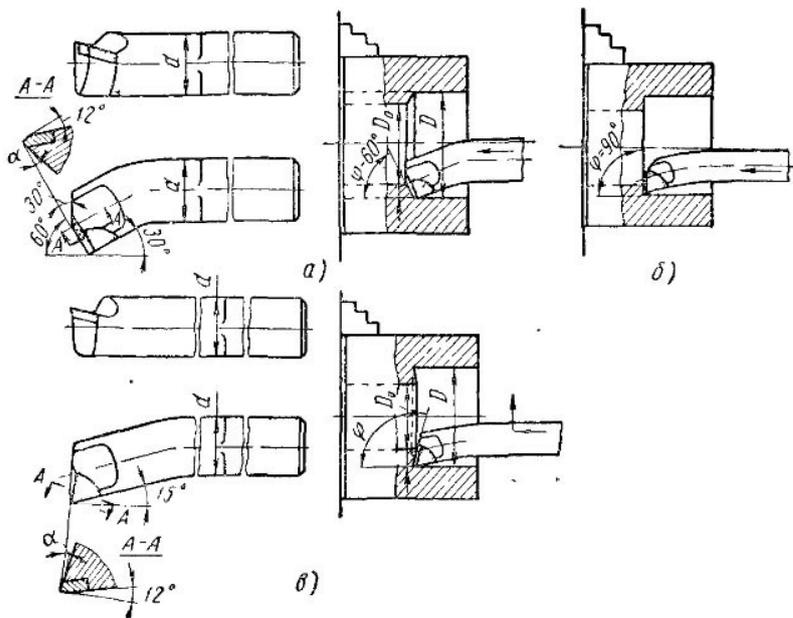


Рис. 1. Расточные резцы, оснащенные пластинами твердого сплава: а - проходной для обработки сквозных отверстий, б и в - упорно-проходной для обработки глухих отверстий

На рис. 1. показаны углы заточки расточных резцов, которые выбираются в основном такими же, как у резцов для наружного точения, за исключением заднего угла  $\alpha$ , который для расточных резцов обычно имеет повышенное значение. Величина заднего угла зависит от диаметра растачиваемого отверстия: чем меньше диаметр отверстия, тем больше должен быть задний угол резца.

Растачивание - операция более сложная, чем наружное обтачивание поверхностей, так как:

1) при растачивании размер поперечного сечения резца должен быть значительно меньше диаметра отверстия, а влет резца из резцовой головки несколько больше длины растачиваемого отверстия (рис. 2.), поэтому при растачивании отверстия значительной длины возможен изгиб резца, а при высоких скоростях резания - сильные вибрации. Следовательно, такие резцы не дают возможности срезать стружку большего сечения;

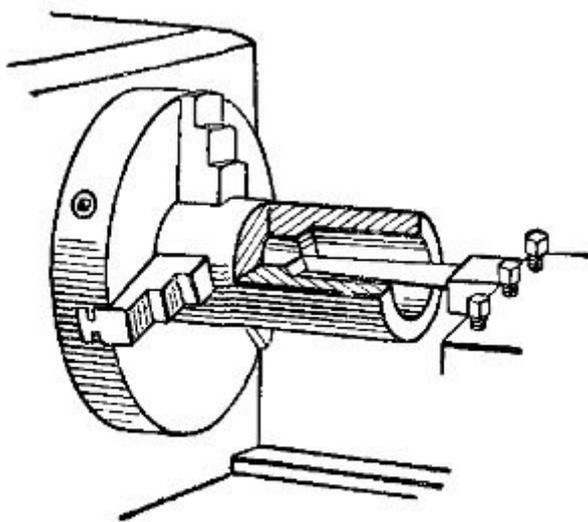


Рис. 2. Растачивание отверстия резцом

2) при растачивании менее удобно наблюдать за работой резца, так как резание происходит внутри отверстия.

Для растачивания отверстия диаметром до 70 мм токарь-новатор В. К. Сименский предложил специальный расточный резец, оснащенный пластинкой из твердого сплава (рис. 3.). Стержень резца имеет квадратное сечение по всей длине, рабочая часть резца повернута путем скручивания при изготовлении на угол  $45^\circ$  относительно опорной части. Такой резец отличается повышенной жесткостью по сравнению с обычным расточным резцом и допускает увеличение сечения стружки в 4-5 раз. При работе таким

резцом с повышенной скоростью резания не наблюдается вибраций даже при значительном вылете державки.

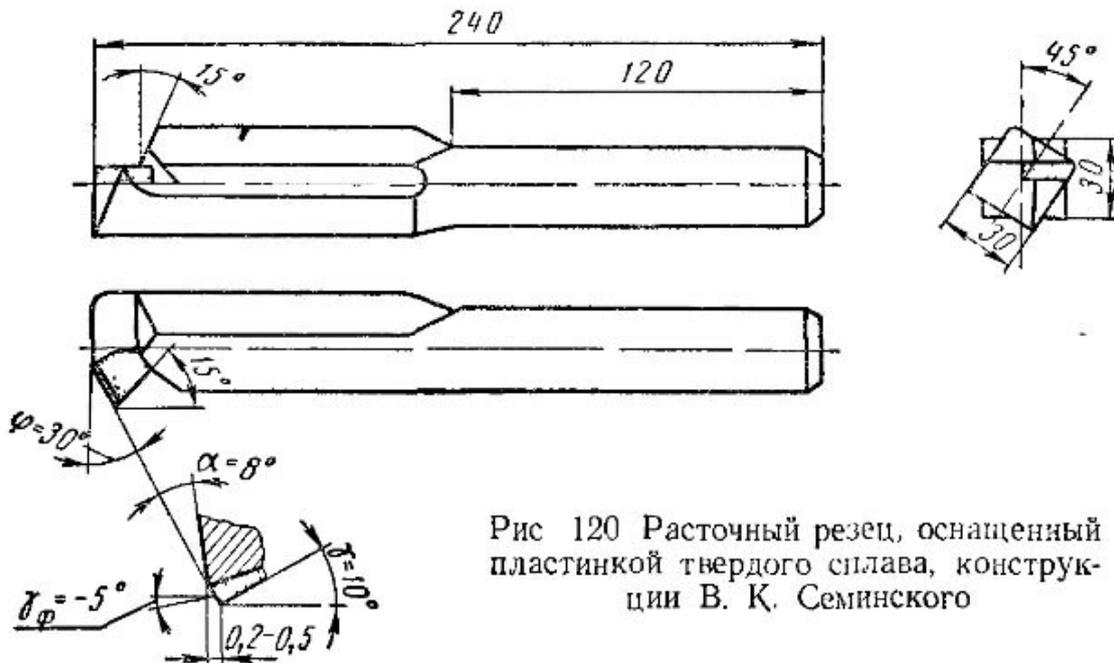


Рис 120 Расточный резец, оснащенный пластинкой твердого сплава, конструкции В. К. Семинского

Рис. 3. Расточный резец, оснащенный пластинкой твердого сплава, конструкции В. К. Семинского

чтобы повысить виброустойчивость резца, токарь-новатор В. Лакур предложил новую конструкцию расточного резца с пластинкой из твердого сплава (рис. 4.). Особенностью этих резцов является то, что их главная режущая кромка расположена на уровне нейтральной оси стержня. Такое расположение режущей кромки обеспечивает резцам значительно повышение виброустойчивости и, как следствие, дает возможность работать на больших скоростях резания и достигать улучшения чистоты обработанной поверхности.

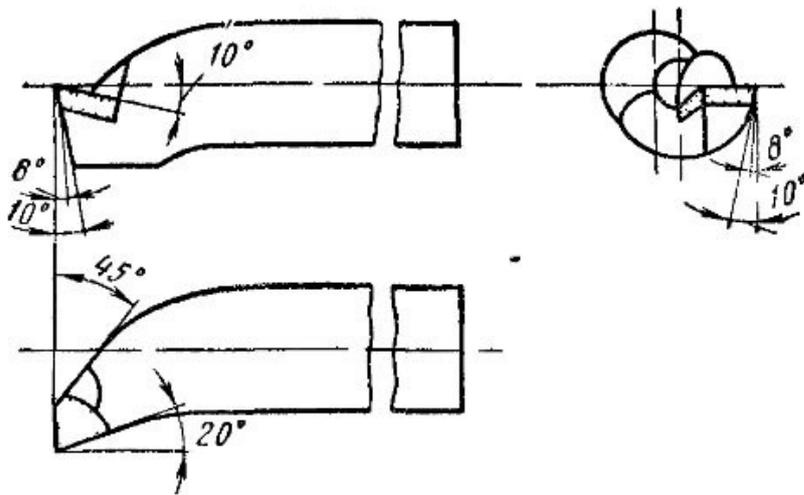


Рис. 4. Расточный резец конструкции В. Лакура

Отверстия большой длины растачивают резцами, закрепленными в специальных массивных оправках, размеры которых зависят от диаметра отверстия и его длины. Замена цельного расточного резца небольшим резцом, вставленным в расточную оправку, дает значительную экономию дорогостоящего инструментального материала. Способ крепления резца в оправке зависит от ее назначения. На рис. 5. показана оправка для растачивания сквозного отверстия; здесь резец расположен на значительном расстоянии от конца оправки. Для растачивания глухих отверстия резец крепится таким образом, что несколько выступает за передний торец оправки.

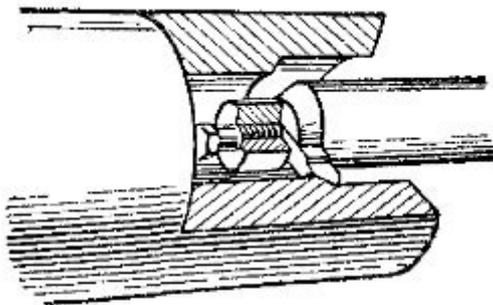


Рис. 5. Оправа с резцом для растачивания сквозного отверстия

Перед растачиванием отверстия необходимо установить резец на требуемый диаметр по лимбу винта поперечной подачи, а затем расточить отверстие ручной подачей на длину 2-3 мм. Измерив диаметр штангенциркулем или другим измерительным прибором и убедившись в правильности размера, растачивают отверстие на остальную длину. Особенно важно правильно установить резец на требуемый диаметр при чистовом растачивании.

Положение режущей кромки резца зависит от вида растачивания. При черновом растачивании режущую кромку рекомендуется устанавливать на высоте центров или немного ниже. При чистовом растачивании режущую кромку нужно располагать выше линии центров примерно на  $1/100$  диаметра отверстия, учитывая, что вследствие силы возникающей от сопротивления срезаемой стружки, резец может быть отжат вниз.

Первые обладают большей жесткостью, так как допускают примерно вдвое увеличить диаметр стержня за счет более рационального размещения его в отверстии.

Расточные резцы устанавливают параллельно оси обрабатываемого отверстия и закрепляют врезцедержателе с наименее возможным вылетом. Вершина их должна быть на уровне оси центров станка или немного выше (примерно на  $0,02$  диаметра отверстия), чтобы компенсировать возможный прогиб.

Приемы растачивания. Обработка отверстий резцами существенно не отличается от обтачивания наружных поверхностей. Заготовки закрепляют в токарном патроне и при необходимости выверяют по отверстию. При обработке глухих и ступенчатых отверстий целесообразно придавать заготовкам постоянное продольное положение на станке при помощи шпиндельного упора. Припуски на чистовое растачивание после сверления или черновой обработки резцом оставляют в пределах  $1-2$  мм на диаметр.

Установку резца на диаметр выполняют по результатам пробной расточки отверстия на глубину  $3-4$  мм с помощью лимба поперечной подачи. При этом следует учитывать особенности пользования лимбом при растачивании. Для выбора люфта в передаче резец вначале перемещают вперед на величину больше необходимой, а затем движением на себя устанавливают на требуемый размер.

Механическую продольную подачу включают после врезания резца в металл. Глубину растачиваний выдерживают по продольному лимбу или риску, наносимой на стержне резца. Выключать подачу следует за  $2-3$  мм до конца расточки. Оставшуюся часть обрабатывают ручным перемещением суппорта.

Таблица 1

## Брак при растачивании отверстий

Причины	Способы устранения
Не выдержаны размеры отверстия	
Неточность измерений, ошибки при отсчетах по лимбу	Выбирать люфт в передаче при отсчетах по лимбу
Отжим резца	Применить более жесткий резец
Несвоевременное выключение продольной подачи	Продольную подачу выключать немного раньше окончания расточки
Часть поверхности отверстия осталась необработанной	
Мал припуск	Проверить достаточность припуска
Неправильная установка заготовки в патроне	Выверить положение заготовки в патроне по отверстию
Увеличенная шероховатость	
Неправильно выбран режим резания	Уменьшить подачу и увеличить скорость резания
Тупой резец или нежесткое его крепление	Заточить резец, уменьшить его вылет
Некруглое отверстие	
Неравномерный износ переднего подшипника шпинделя	Проверить и отремонтировать станок
Сильный зажим тонкостенной детали в патроне	Закрепить тонкостенную деталь в кулачковом патроне при помощи разжим-вой втулки или немного уменьшить силу зажима

Особую осторожность надо проявлять при растачивании тонкостенных втулок. При сильном зажиме в кулачках патрона такие детали деформируются, вследствие чего отверстие приобретает огранку трехгранной формы. Предотвратить это явление можно, уменьшив силу зажима заготовки в патроне и соответственно несколько снизив режим резания или установив обрабатываемую деталь в патроне с помощью дополнительной разжимной втулки.

Режим резания и брак при растачивании. Учитывая сравнительно небольшую жесткость расточных резцов и более тяжелые условия работы, следует глубину резания и подачу для чернового растачивания ориентировочно уменьшать на 40-50% по сравнению с их соответствующими значениями чернового обтачивания.

## **2. Гибка металла**

**Гибка металла** – это придача новой формы заготовке (или ее части) механическим или ручным способом с помощью специальных приспособлений.

Для ручной гибки металла используют слесарный молоток, деревянный молоток (киянка), плоскогубцы или круглогубцы и различные металлические оправки.

Тонкую проволоку изгибают круглогубцами, проволоку большего диаметра – в струбцине или на соответствующей оправке. Арматурную сталь изгибают с помощью трубы, надетой на конец стержня. Гибку тонколистового металла и проволоки выполняют в тисках по уровню губок или с применением специальных приспособлений – оправок. Чтобы не помять заготовку, на губки надевают накладные угольники из более мягкого металла. Гибку выполняют деревянным молотком (киянкой) или слесарным молотком, но удары наносят не по заготовке, а по деревянной колодочке, она оттягивает металл, не оставляя на нем вмятин. Заготовку закрепляют так, чтобы линия сгиба была на уровне уголков, губок тисков или ребра оправки. Легкими ударами киянки или молотка сначала отгибают край заготовки, а затем – всю намеченную область.

При гибке заготовок большой длины используется металлическая полоса или деревянный брусок. Длинные листы следует гнуть на гибочной машине.

Трубы при изгибании деформируются и сплющиваются, поэтому перед изгибанием их заполняют сухим песком, а концы уплотняют деревянными пробками. Затем трубу нагревают над огнем и осторожно, постепенно изгибают на оправке. В трубу также можно вставить толстую стальную спираль. После охлаждения и контроля высыпают песок или извлекают спираль.

Обычно заводы выпускают проволоку в рулонах. Заготовки нужной длины отрезают кусачками. Отрезанный кусок проволоки перед обработкой необходимо выпрямить. Чтобы придать заготовке из проволоки нужную форму, ее подвергают гибке. Гибку проволоки выполняют с помощью плоскогубцев и круглогубцев. Плоскогубцами зажимают и сгибают проволоку под нужным углом. Детали сложной формы получают с помощью круглогубцев. Для изготовления изделий в форме колец применяют цилиндрические оправки.

### **1.1.Использование гибки металла**

В настоящее время технология точной гибки металла активно используется, так как это позволяет производственной организации отказаться от применения штампов при изготовлении многих деталей.

Использование гибки также позволяет получать высокую точность линейных размеров и углов изделия и получить цельную конструкцию бесшовного типа.

Это огромное преимущество для производства, так как швы на сварочных изделиях нередко являются самым уязвимым местом, именно в нем наиболее распространена коррозия, и, как следствие, целостность изделия нарушается.

Также отмечается высокая прочность металла, подверженного такой обработке.

Технологическому процессу подвергаются все стали и сплавы металлов допустимой толщины. Гибке не подвергают только самые хрупкие листы металла.

Как правило, гибочное оборудование используется вместе с лазерным станком, то есть первоначально вырезают саму деталь, а затем подвергают ее гибке.

### **1.1.Оборудование для гибки металла**

Гибка металла может осуществляться при помощи ручных станков, а также листогибочных аппаратов. Ручные станки практически не используются, так как процесс с их помощью получается более длительным и менее качественным.

Суть процесса состоит в том, что при оказании на металл механического и термического воздействия наблюдается растяжение внешних слоев и сжатие внутренних.

Гибка металла может осуществляться как в промышленных масштабах, так и в любительских. Этот процесс даже можно производить в домашних условиях. Для небольших по масштабу обработок металла в кузнечных мастерских при создании декоративнойковки может и сейчас использоваться ручной инструмент для гибки.

Ручные станки позволяют работать не только с тонкими, но и с толстыми листами, но требуют прикладывания усилий. С помощью ручного станка легко можно произвести гибку углов, колец и дуг, установить металлические заклепки. В качестве инструмента для гибки используются листогибочные прессы, вальцы и роликовые гибочные станки.

***В целом можно выделить такие виды оборудования:***

1. Гидравлические трубогибы. Аппараты могут иметь и ручное управление и электронное. Использование второго типа

предпочтительнее, так как это существенно снижает трудозатраты и исключает человеческий фактор практически полностью.

2. Гибочные станки различного типа.
3. Гибочные станки для арматуры и труб.

Перечисленное оборудование используется в промышленных условиях, при проведении строительных или монтажных работ любой сложности. Современное оборудование позволяет существенно сократить процесс гибки, а также выполнять большой объем работ в более короткие сроки.

### **1.1. Технология процесса гибки металла**

Гибка металла производится в специализированных гибочных штампах. При этом лист до упора размещают в самом прессе, прочно там закрепляют. Под действием пресса, который расположен сверху заготовки, осуществляется сгибание.

Технология довольно простая, но она позволяет получать самые разные конструкции из металла с хорошей пластичностью. Это неплохая альтернатива сварке при изготовлении корпусных и различных цельных деталей.

Технология позволяет получать детали самого разного вида и толщины из различных металлов.

Благодаря современному оборудованию гибка металла стала проще, она позволяет получить еще более качественный результат. Изделия, созданные при помощи листогибочных прессов, отличаются эстетичным внешним видом и долговечностью, так как являются цельными.

**Таблица 2**

<b>Типичные дефекты при гибке, причины их появления и способы предупреждения</b>		
<b>Дефект</b>	<b>Причины</b>	<b>Способ предупреждения</b>
При изгибании уголка из полосы он получился перекошенным	Неправильное закрепление заготовки в тисках	Закреплять полосу так, чтобы риска разметки точно располагалась по уровню губок тисков. Перпендикулярность полосы губкам тисков проверять угольником
Размеры изогнутой детали не соответствуют заданным	Неточный расчет развертки, неправильно выбрана оправка	Расчет развертки детали производить с учетом припуска на загиб и последующую обработку. Точно производить разметку мест изгиба. Применять оправки, точно соответствующие заданным размерам детали
Не хватает длины заготовки для получения нужного размера детали	Неправильная длина заготовки	Заготовку необходимо сделать на 10-15 мм больше, чем требуется по чертежу, а по итогам работы кусачками убрать лишнее.
При изгибании хомутика остаются вмятины и забоины	Не подкладывают кусок железной полосы	Между полотном и деталью подкладывать кусок железной полосы.
Вмятины (трещины) при изгибании трубы с наполнителем	Труба недостаточно плотно набита наполнителем	Трубу при заполнении наполнителем (сухим песком) располагать вертикально. Постукивать по трубе со всех сторон молотком

### **1.1. Технология гибки металла на выставке**

**Выставка «Металлообработка»**, посвященная металлообработке и оборудованию, пройдет традиционно в ЦВК «Экспоцентр». Это мероприятие уже стало традиционным, проводится оно ежегодно, это самая крупная выставка, посвященная металлургии.

На экспозиции будут представлены новые технологии в данной сфере, в том числе технология гибки металла, а также новейшее оборудование для разного вида процессов. Проведение подобных мероприятий оказывает благоприятное влияние на развитие отрасли в стране.

## **1.1. Техника безопасности при гибке металла**

При гибке металла в холодном и горячем состоянии, чтобы избежать ушибов и ранений, необходимо прочно укреплять металл и трубы на станках; следить за исправностью ограждений, электрооборудования, проводов, пусковых устройств и защитного заземления.

### **1.1. Техника безопасности при ручной гибке:**

Практически любой аппарат предполагает наличие прессы. Он дает возможность распространять усилие и увеличивать давление на нужную область. Он может быть нескольких видов:

- При работе надежно закрепите заготовку с оправкой в тисках.
- Работать можно только исправным инструментом.
- При отрезании заготовки нельзя подносить проволоку близко к лицу.
- Нельзя держать левую руку близко к месту сгиба заготовки.
- На руке, удерживающей заготовку, должна быть надеты рукавица.
- Не стойте за спиной работающего и не работайте, если кто-то стоит за вами

## **1.2. Технологии**

Гибка листового металла осуществляется различными способами. Наибольшее распространение получили станки типа «Press Brake». Популярность применения такой технологии обусловлена следующими особенностями.

- На одном и том же оборудовании можно изготавливать детали различных конфигураций из различных материалов и различных толщин.
- Высокая производственная гибкость — большинство деталей изготавливается без переналадки оборудования и смены инструмента. Более того, часто инструмент вообще не меняется, при этом в производстве может находиться большое количество деталей отличных как по конфигурации, так и по материалу/толщине.
  - Высокая производительность.
  - Низкая стоимость оборудования и себестоимость производства.
  - Применимость автоматизации процесса.
  - свойства материала;
  - особенности инструмента;
  - знания и умения технологов и операторов;
  - возможности прессы.

Рассмотрим основные, наиболее важные, вопросы гибки листового металла на станках типа Press Brake.

## **1.3. Гибка металлических труб**

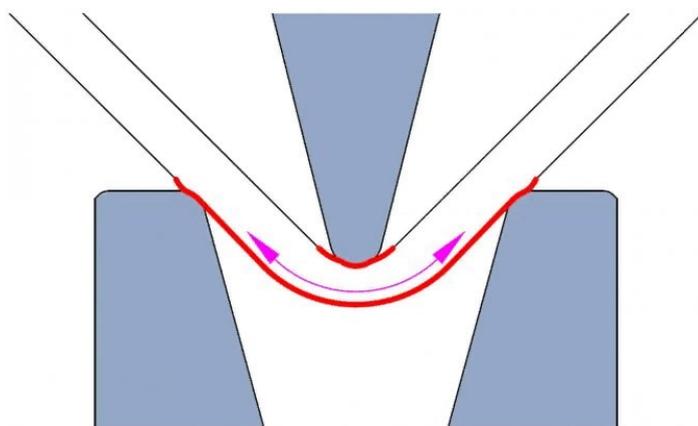
Гибка труб из металла может выполняться горячим и холодным способами. Последний способ более технологичен и производителен. Приспособления и станки для этой операции используют разные методы гибки. Существуют следующие разновидности трубогибов:

- рычажные — для ручной гибки труб из мягких металлов, а также стальных небольшого диаметра на угол до 180 градусов;
- арбалетные — сгибание трубы производится приложением усилия посередине между двумя точками, на которые опирается заготовка;
- роликовые (валковые) — классическим примером является трехроликовый вальцевый трубогиб.

Роликовые трубогибочные станки используют метод холодной деформации металла, называемой вальцовкой. Такой станок работает с металлами любой твердости: от цветных до титана и его сплавов. Угол загиба может достигать 360 градусов, а длина сгибаемой заготовки нередко превышает 5 метров.

#### 1.4. Деформация металла

Гибка на листогибочных прессах основана на принципе 3 точек. Лист опирается на 2 точки матрицы. Пуансон давит на лист между 2 точками матрицы, образуя третью, центральную точку. По мере опускания пуансона, центральная точка листа опускается вместе с ним, а нижние боковые поверхности листа скользят по радиусам V-раскрытия матрицы. Материал несколько сжимается в месте давления пуансона и значительно растягивается с нижней стороны листа. Также, материал деформируется в месте скольжения по матрице — там остаются видимые или невидимые следы деформации (вдавливания).



Схематичное изображение деформации металла при гибке

Длина развертки в направлении, перпендикулярном линиигиба, всегда увеличивается. В связи с этим длину развертки делают меньше чем сумму всех бортов. Удлинение заготовки на каждом гйбе зависит от:

- толщины и типа материала,
- угла гйба,
- радиуса гйба (ширины V-раскрытия матрицы и радиуса пуансона),
- направления проката.

Теоретический расчет всегда будет приближенным. Наиболее точный результат можно получить опытным путем. Для этого нужно взять несколько заготовок, например, 100×100. Отметить направление проката. Согнуть равное количество заготовок вдоль проката и поперек. Сделать замеры полученных бортов. Для каждой заготовки суммировать длины бортов и вычесть 100. Полученная разница и будет удлинением для заданных условий гйбки. Сравнивая полученные результаты можно оценить следующее:

- стабильность результатов,
- влияние направления проката.

В большинстве случаев разницей в удлинении вдоль проката и поперек можно пренебречь. Однако, если требования к точности получаемых размеров очень высокие и/или количество гйбов большое, то эту разницу следует учитывать при создании развертки и расположении ее на листе.

## **1.5. Технологии**

### **Гйбка листового металла**

осуществляется различными способами. Наибольшее распространение получили станки типа «Press Brake». Популярность применения такой технологии обусловлена следующими особенностями.

- На одном и том же оборудовании можно изготавливать детали различных конфигураций из различных материалов и различных толщин.
- Высокая производственная гйбкость — большинство деталей изготавливается без переналадки оборудования и смены инструмента. Более того, часто инструмент вообще не меняется, при этом в производстве может находиться большое количество деталей отличных как по конфигурации, так и по материалу/толщине.
  - Высокая производительность.
  - Низкая стоимость оборудования и себестоимость производства.
  - Применимость автоматизации процесса.

Вместе с тем, возможности такого технологического процесса не могут быть безграничными. Основными лимитирующим факторами или их сочетанием, являются:

- свойства материала;
- особенности инструмента;
- знания и умения технологов и операторов;
- возможности прессы.

Рассмотрим основные, наиболее важные, вопросы гибки листового металла на станках типа Press Brake.

### **1.6. Как провести радиусную гибку листового металла?**

Одной из распространённых технологических операций при работе с металлическими листами является гибка. Она позволяет изменять форму заготовок без механических повреждений, разрезания, сварки. Радиусная гибка листового металла выполняется на заводах, в частных мастерских.

Радиусная гибка металла ( Instagram / gibkospb)

### **1.7. Основные принципы гибки металла**

Когда мастеру нужно получить изделие с углами определённой формы, он может разрезать металлический лист, а затем сварочным аппаратом соединить отдельные детали под нужным углом. Однако нагревание материала до высоких температур изменяет его структуру, что может негативно сказаться на свойствах металла.

Чтобы не нарушать целостность заготовки, не изменять структуру материала, можно провести сгибание металлических листов. Принцип гибки заключается в том, что наружные слои металла растягиваются, а внутренние сжимаются.

Листы предварительно не разогреваются. Оборудование работает по принципу системы рычагов, на которые передаёт усилие мастер или привод.

Максимальный угол изгиба определяется зависимо от толщины заготовки, вида материала, его характеристик.

При изгибании листов по радиусу или под острыми углами, необходимо предварительно проверять точность выставления деталей. Если произошёл перекося, а изделие было согнуто, могут образоваться микротрещины, которые приведут к разрушению целостности заготовки при эксплуатации.

### **1.8. Типы гибки**

Существует два основных способа сгибания металлических листов:

- Продольная — до изгиба материал не разогревается. Из-за этого невозможно сгибать заготовки большой толщины.

- Поперечная — включает три технологические операции — изгиб, осаживание, вытяжка. Предварительно деталь нагревается. Кромки сгибаются без разогревания.

- Радиусная гибка металла осуществляется с помощью ручного или промышленного оборудования. Зависимо от того, какую форму готового изделия нужно получить, изменяется конструкция станков.

Листогибочный пресс ( Instagram / stankoprom)

### **1.9. Разновидности и конструкция гибочных станков**

Изделия из листового металла обрабатываются с помощью разных видов оборудования для гибки. Разновидности листогибов:

- Ручные механизмы. Представляют собой станки, которые работают по системе рычагов. Для сгибания заготовок мастеру нужно прилагать усилия через специальные ручки, поднимающими прижимную пластину.

- Оборудование с гидравлическими, пневматическими приводами, электродвигателями. Это промышленные станки, которые позволяют сократить усилие со стороны рабочего при проведении гибки.

- Вертикальные листогибочные прессы. Заготовка располагается на рабочем столе. Сверху на неё начинает давить рабочая часть прессы. Она приводится в движение пневматической или гидравлической системой.

- Трубогибы с разными системами управления. Могут быть ручными, оборудованными приводами, облегчающими рабочий процесс.

- Угловые трубогибы.

- Дорновые трубогибы.

Сложности применения станков напрямую зависят от системы управления. Ручные модели требуют точной проверки размещения заготовки, передачи усилий на рычаги, чтобы согнуть заготовку.

Если на оборудовании установлена система ЧПУ, рабочий процесс становится более эффективным, точным, быстрым. Однако работать на станках, оборудованных ЧПУ сложнее чем на простых моделях.

Нужно знать, как выставлять настройки, задавать алгоритмы, снимать ошибки

### **1.10. Основные принципы**

Гнутье металла осуществляется различными методами. Часто используется сварка, однако температурное воздействие способно изменять форму и свойства готового изделия. Это снижает эксплуатационные свойства и точность изготовления.

Так как при гибке металла внешние слои металла растягиваются, а внутренние начинают сжиматься, то необходимо перегибать на заданный угол часть металлопроката относительно другого. Угол же можно отыскать с помощью расчетов.

Изделие деформируется на те значения, которые находятся в заданных пределах. Они зависят от следующих параметров:

- Толщина металлического листа;
- Сколько составляет угол перегиба;
- Насколько прочен материал;
- Скорость и время выполнения процедуры.

Именно от них будет зависеть показатель допустимой деформации. Следующим этапом является выбор типа гибки.

### **1.11. Заготовки, требующие особого подхода в гибке**

Современная технология гибки позволяет обрабатывать заготовки нестандартной формы и вида. Но наиболее внимательно при обработке следует отнестись к:

- листам и ленте минимальной толщины (достаточно легко повредить изделие на месте сгиба, если не рассчитать нагрузку);
- изделиям большой толщины и прочности (к сожалению, неправильный расчет может привести к разрыву с одной стороны);
- изделиям с разной толщиной или показателями прочности на месте сгиба (в этом случае сгибают изделие в несколько этапов).

Профиль, уголок и другие подобные заготовки тоже требуют особого подхода в гибке.

### **1.12. Гибка вальцовка металла.**

#### **Расчет гибки металла.**

Таким образом, если согнуть лист длиной  $L$  и толщиной  $S$  в барабан, то нейтральное волокно, проходящее посередине толщины листа равное по длине  $L$ , дает в результате загиба окружность диаметра:

$$D_0 = L/\pi$$

При толщине стенок цилиндра  $S$  внутренний диаметр его будет равен:

$$D = D_0 - S = (L - \pi S) / \pi,$$

Расчет наружного диаметра.

А наружный диаметр будет равен:

$$D_1 = D_0 + S = (L + \pi S) / \pi$$

и разность длины соответственных окружностей составит:

$$\pi D_1 - \pi D = \pi((L + \pi S) / \pi) - \pi((L - \pi S) / \pi) = L + \pi S - L + \pi S = 2\pi S$$

Согласно вышеприведенному требованию отношение  $2\pi S : \pi D$  не должно превышать 0,05.

### 1.1. Свободная гибка

Данное направление обладает определенными ограничениями. Характерные черты:

- Траверса вдавливает лист на выбранную глубину по оси  $Y$  в канавку матрицы с помощью пуансона;
- Лист находится «в воздухе» и не соприкасается со стенками матрицы;
- Это значит, что угол гибки определяется положением оси  $Y$ , а не геометрией гибочного инструмента.

На современном прессе точность настройки оси  $Y$  составляет 0,01 мм. Чтобы ответить на вопрос каким должен быть угол гибки, соответствующий заданному положению оси  $Y$ , необходимо найти соответствующее положение оси  $Y$  всем углам. Ниже представлена таблица, в которой отражены отклонения угла гибки от  $90^\circ$  при разных отклонениях оси  $Y$ .

1,5°	2°	2,5°	3°	3,5°	4°	4,5°	5°		
4	0,022	0,033	0,044	0,055	0,066	0,077	0,088	0,099	0,11
6	0,033	0,049	0,065	0,081	0,097	0,113	0,129	0,145	0,161
8	0,044	0,066	0,088	0,110	0,132	0,154	0,176	0,198	0,220
10	0,055	0,082	0,110	0,137	0,165	0,192	0,220	0,247	0,275
12	0,066	0,099	0,132	0,165	0,198	0,231	0,264	0,297	0,330
16	0,088	0,132	0,176	0,220	0,264	0,308	0,352	0,396	0,440
20	0,111	0,166	0,222	0,277	0,333	0,388	0,444	0,499	0,555
25	0,138	0,207	0,276	0,345	0,414	0,483	0,552	0,621	0,690
30	0,166	0,249	0,332	0,415	0,498	0,581	0,664	0,747	0,830
45	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000	1,125	1,250
55	0,305	0,457	0,610	0,762	0,915	1,067	1,220	1,372	1,525
80	0,444	0,666	0,888	1,110	1,332	1,554	1,776	1,998	2,220
100	0,555	0,832	1,110	1,387	1,665	1,942	2,220	2,497	2,775

#### Свободная гибка: преимущества

- Высокая гибкость
- Низкие издержки на инструмент
- При сравнении с калибровкой прилагается меньше усилий гибки
- Возможность изменения гибки
- Низкие издержки в связи с необходимостью наличия прессы с меньшим усилием

Все это, однако, теоретически. На практике вы можете потратить деньги, сэкономленные на приобретении прессы с меньшим усилием, позволяющего использовать все преимущества воздушной гибки, на дополнительное оснащение, такое как, дополнительные оси заднего упора или манипуляторы.

#### Воздушная гибка: недостатки

- Наличие менее точных углов гибки
- Отсутствие применимости для специфических гибочных операций
- Совет:
  - Воздушную гибку желательно применять для листов толщиной свыше 1,25 мм; для толщины листа 1 мм и менее рекомендуется использовать калибровку.
  - Наименьший внутренний радиус гибки должен быть больше толщины листа. Если внутренний радиус должен быть равен толщине листа - рекомендуется использовать метод калибровки. Внутренний радиус меньше

толщины листа допустим только на мягком легко деформируемом материале, например меди.

- Большой радиус может быть получен воздушной гибкой путем использования пошагового перемещения заднего упора. Если большой радиус должен быть высокого качества, рекомендуется только метод калибровки специальным инструментом.

## **Заключение:**

Ручную гибку производят в тисках с помощью слесарного молотка и различных приспособлений. Последовательность выполнения гибки зависит от размеров контура и материала заготовки.

Гибку тонкого листового металла производят киянкой. При использовании для гибки металлов различных оправок их форма должна соответствовать форме профиля детали с учетом деформации металла.

Выполняя гибку заготовки, важно правильно определить ее размеры. Расчет длины заготовки выполняют по чертежу с учетом радиусов всех изгибов. Для деталей, изгибаемых под прямым углом без закруглений с внутренней стороны, припуск заготовки на изгиб должен составлять от 0,6 до 0,8 толщины металла.

При пластической деформации металла в процессе гибки нужно учитывать упругость материала: после снятия нагрузки угол загиба несколько увеличивается.

Изготовление деталей с очень малыми радиусами изгиба связано с опасностью разрыва наружного слоя заготовки в месте изгиба. Размер минимально допустимого радиуса изгиба зависит от механических свойств материала заготовки, от технологии гибки и качества поверхности заготовки. Детали с малыми радиусами закруглений необходимо изготавливать из пластичных материалов или предварительно подвергать отжигу.

При изготовлении изделий иногда возникает необходимость в получении криволинейных участков труб, изогнутых под различными углами. Гибке могут подвергаться цельнотянутые и сварные трубы, а также трубы из цветных металлов и сплавов.

Гибку труб производят с наполнителем (обычно сухой речной песок) или без него. Это зависит от материала трубы, ее диаметра и радиуса изгиба. Наполнитель предохраняет стенки трубы от образования в местах изгиба складок и морщин (гофров).

## **Список литературы:**

1. <http://machinetools.aggress.ru/index.php/tokarnyj-standok/rastachivanie-cilindricheskih-otverstiy/60-rastachivanie-tsilindricheskih-otverstij>
2. <https://studfile.net/preview/9239170/page:21/>
3. <https://studfile.net/preview/9239170/page:21/>
4. <https://studfile.net/preview/9239170/page>