

## Электроножницы и высечные ножницы

Ножницы	343
Дисковые ножницы	343
Резание металлических листов	344
Ножницы для резки листового металла	345
Шлицевые ножницы	348
Высечные ножницы	349
Высечные ножницы с верхним резом	349
Высечные ножницы с нижним резом	350
Практическое обращение с высечными ножницами	352
Пилы для пеноматериалов	353
Режущие способности инструмента	354
Логический способ правильного выбора инструмента для обработки листового металла	355

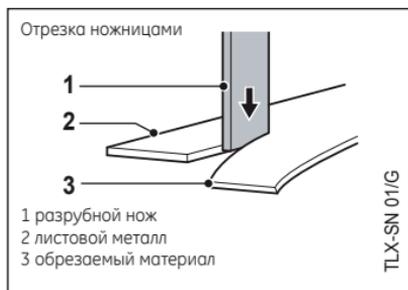
## Ножницы

### 1. Что означает "резание ножницами"?

Под понятием "резание ножницами" понимают резание обрабатываемого материала путем срезающего усилия, прикладываемого с помощью двух или нескольких движущихся в противоположном направлении режущих кромок инструмента.

### 2. Каковы наиболее важные аспекты процесса резания ножницами?

Резание ножницами является очень быстрым процессом, обеспечивающим высокую скорость выполнения работ. Если режущий инструмент будет в хорошем состоянии, то кромки разреза на обрабатываемой детали будут высокого качества. Отрезаемая стружка возникает (теоретически) в виде бесконечного куска материала.



### 3. Какие материалы можно обрабатывать ножницами?

Это зависит от типа конкретных ножниц. Можно разрезать и упругие материалы, и металлы.

### 4. Какие существуют типы ножниц?

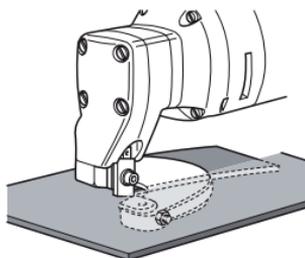
Существуют следующие типы электрических ручных ножниц:

- дисковые (универсальные) ножницы
- ножницы для резки листового металла
- шлицевые ножницы или гильотинные ножницы

### 5. Как происходит собственно процесс резания?

При резке ножницами в обрабатываемом материале создается последовательный разрыв, который отделяет обрабатываемый материал.

Ножницы для резки металла – Процедура резания



### 6. Как осуществляется подача ножниц?

Подача электроножниц выполняется оператором инструмента.

### 7. Требуется ли мышечная сила для прямой подачи ножниц?

Да. В зависимости от прочности материала необходимое прямое толкающее усилие может быть довольно высоким.

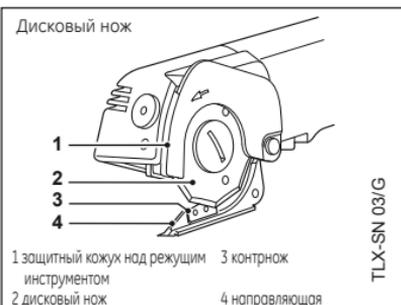
## Дисковые ножницы

### 8. Каково общепринятое название дисковых ножниц?

Дисковые ножницы часто называются универсальными ножницами.

### 9. Как работают дисковые ножницы?

Дисковые ножницы имеют круглый или многоугольный дисковый нож, который вращается и проходит сквозь фиксированный нижний нож. Материал отделяется по мере его прохода через режущие кромки нижнего и вращающегося дискового ножа.



**10. Какие материалы можно обрабатывать дисковыми ножницами?**

Дисковыми ножницами можно резать упругие материалы, такие как полимерная плёнка, эластомеры, ткани, бумага и картон.

**11. Какие материалы нельзя обрабатывать дисковыми ножницами?**

Все неупругие материалы, такие как, например, древесные материалы и металлы.

**12. Какие существуют системные принадлежности для дисковых ножиц?**

К системным принадлежностям для дисковых ножиц относятся параллельный упор и направлятель для края детали.

Параллельный упор обеспечивает точную обрезку кромок и резание полос из листового материала.

Направлятель для края детали используется для точного резания во время подгоночных работ, например, во время настилки покрытий пола непосредственно в месте установки, следуя линии перехода пола в стену.

**13. Какое техническое обслуживание и ремонт требуется для дисковых ножиц?**

Режущие кромки вращающегося дискового ножа необходимо время от времени перетачивать. Иногда на заднюю часть вращающегося дискового ножа нужно наносить смазку.

**14. Какие меры необходимо принимать для защиты оператора во время работы с дисковыми ножницами?**

Защита лезвия должна быть отрегулирована таким способом, чтобы открытая часть лезвия соответствовала толщине разрезаемого материала.

**Резание металлических листов****15. Что необходимо принимать во внимание при резании металлических листов?**

При резании металлических листов необходимо принимать во внимание свойства материала.

**16. Какими характерными свойствами обладают металлические листы?**

Металлические листы могут быть мягкими, жесткими или закалёнными. На производстве металлические листы могут иметь толщину до 50 мм. В мастерских часто используются листы толщиной до 10 мм. Однако наиболее часто используются листы толщиной приблизительно 2 мм.

**17. На что нужно обращать внимание при обработке листов из твердого сплава?**

Листы из твердого сплава вызывают большую деформацию в режущих инструментах и ускоряют их изнашивание.

**18. На что нужно обращать внимание при обработке мягких металлических листов?**

На кромках мягких металлических листов, как например, отожженных стальных листов или листов цветного металла возникают заусенцы, и режущие инструменты имеют склонность к "застреванию". Это может привести к повышенному трению и зазатию режущих инструментов.

**19. Какова специфика безоловянных стальных листов?**

На поверхности так называемых безоловянных стальных листов (черная жёсть) имеется прокатная плена или окалина, которая может быть очень прочной, что обусловлено технологией их производства. Прокатная плена вызывает увеличенный износ режущих инструментов.

**20. Какова специфика нержавеющей стали?**

По причине наличия в них специальных легирующих компонентов, коррозионноустойчивые стали, так называемые "нержавеющие стали", приблизительно в два раза прочнее стандартных конструкционных сталей. Поэтому режущие инструменты ножниц и высечных ножниц нагружаются также вдвое сильнее и существенно быстрее изнашиваются.

**21. Как ведут себя металлические листы, сделанные из цветного металла?**

Металлические листы, сделанные из цветных металлов, таких как алюминий или медные сплавы, "мягче" чем стальные листы и при их обработке режущие инструменты изнашиваются меньше. Однако, если они "слишком мягкие", они увеличивают трение режущих инструментов из-за более сильного образования заусенцев.

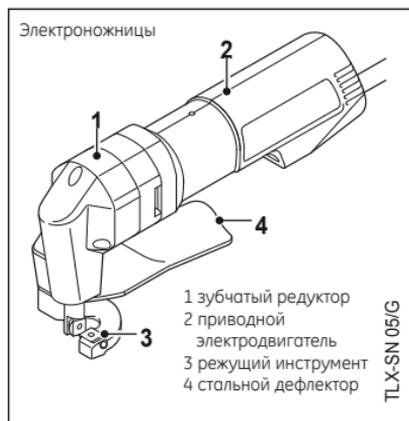
**22. Какие инструменты используются для обрезки или резания металлических листов?**

Для резания или обрезки металлических листов используются ножницы для резки листового металла и высечные ножницы.

## Ножницы для резки листового металла

**23. На чем основан принцип действия ножниц для резки листового металла?**

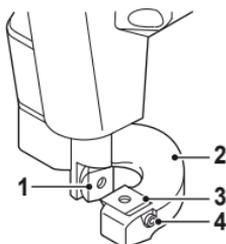
Ножницы для резки листового металла используют возвратно-поступательное движение разрубного ножа для разделения материала путем резания с постепенным углублением лезвия в материал.



**24. Что является режущими инструментами ножниц?**

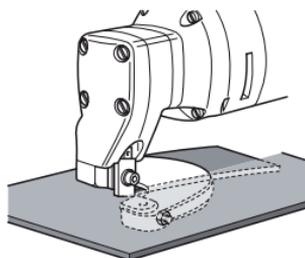
Режущие инструменты ножниц для резки листового металла состоят из нижнего и верхнего ножа. Нижний нож жестко закреплен на основании ножниц, в то время как верхний нож приводится в движение двигателем и перемещается вверх и вниз. В зависимости от типа электроинструмента нижний и верхний нож могут быть фиксированными или регулируемыми.

Нож (разрубной нож)



TLX-SN 06/G

Ножницы для резки металла - Процедура резания



**25. Что такое зазор между ножами?**

Зазор между ножами или боковой зазор – это поперечное расстояние между верхним и нижним ножом в ножницах.

**26. На что влияет зазор между ножами?**

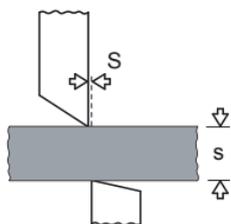
Зазор между ножами влияет на качество кромки разреза и срок службы разрубных ножей.

**27. Как устанавливать зазор между ножами?**

Зазор между ножами можно установить, изменяя положение нижнего ножа. С этой целью можно использовать так называемый калибр для измерения зазоров, чтобы удостовериться в том, что боковой зазор точно соответствует необходимому размеру.

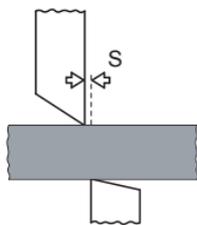
Разрубной нож

горизонтальный зазор



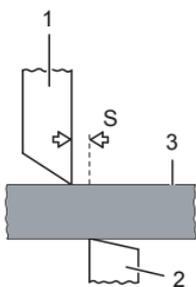
$$S < \frac{s}{10}$$

слишком маленький



$$S = \frac{s}{10}$$

правильный



$$S > \frac{s}{10}$$

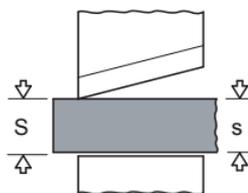
слишком большой

- 1 верхний нож
- 2 нижний нож
- 3 листовой металл

TLX-SN 07/P

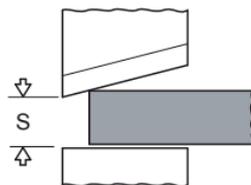
Разрубной нож

вертикальный зазор  
(верхняя ось поворота верхнего ножа)

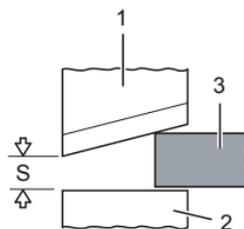


$$S \geq s$$

слишком большой  
высокая рабочая нагрузка



$S =$  немного меньше чем  $s$   
правильный)



$S =$  намного меньше чем  $s$   
слишком маленький

- 1 верхний нож
- 2 нижний нож
- 3 листовой металл

TLX-SN 08/P

## 28. Что такое зазор между ножами?

Зазор между ножами описывает вертикальное положение верхнего ножа по отношению к нижнему ножу в самом верхнем положении колебательного движения.

## 29. На что влияет зазор между ножами?

Зазор между ножами определяет потенциальную подачу на одно колебательное движение ножа и поэтому на возможную скорость выполнения работ. Кроме того, зазор между ножами влияет на деформацию на верхнем ноже.

## 30. Как устанавливается зазор между ножами?

Зазор между ножами можно установить, изменяя положение верхнего ножа.

## 31. Что происходит во время процесса резания ножницами?

Во время резания ножницами давление между верхним и нижним ножом вызывает очень высокое сдвигающее напряжение в листовом металле и создает так называемую раскатанную трещину. Во время каждого колебательного движения верхнего ножа раскатанная трещина продлевается в направлении подачи до тех пор, пока материал не будет прорезан на необходимую длину.

## 32. Какое усилие требуется для резания?

Усилие, требуемое для выполнения подачи во время резания ножницами, зависит от толщины листа и ширины стружки. Чем толще лист и шире стружка, тем больше энергии требуется, чтобы деформировать стружку. Вследствие этого также возрастает необходимое усилие. Если стружки слишком широкие, может потребоваться настолько высокое усилие, что больше уже невозможно будет выполнять резание.

## 33. Почему ножницы подходят только для обрезки кромок?

Потому, что усилие подачи зависит от ширины стружки. Чем шире стружка, тем выше необходимое усилие подачи. Поэтому по практическим соображениям на более толстых листах и панелях можно обрезать только края.

## 34. Можно ли использовать ножницы, чтобы резать толстый стальной лист?

Можно резать только тонкие металлические листы (<1 мм). Толстые металлические листы нельзя резать, потому что необходимое усилие подачи должно быть настолько большим, что резание металлических листов становится практически невозможным.

## 35. Листы какой толщины можно обрабатывать?

Наиболее часто выполняется обработка металлических листов толщиной 0,5... 1,5 мм. Тем не менее в зависимости от размера электронного инструмента без больших усилий ручными электронными инструментами можно обрабатывать металлические листы толщиной приблизительно до 5 мм. Для листов толщиной более 5... 10 мм используются специальные ручные ножницы.

## 36. Нужно ли смазывать разрубные ножи?

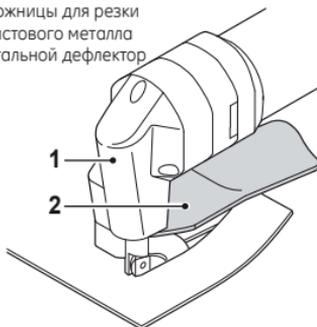
Нет. Так как ручные ножницы для резки листового металла не снабжены прижимным устройством, трение металлических листов о поверхность нижнего ножа по существу необходимо для того, чтобы удостовериться в том, что тонкие металлические листы не втягиваются в зазор между ножами.

## 37. Какие меры необходимы, чтобы защитить оператора во время резания ножницами для резки листового металла?

Ножницы для резки листового металла считаются очень безопасными электронными инструментами по причине относительно небольшого размера их оснатики. Основная опасность исходит от острых как бритва заусенцев на краях разрезанных листов металла. Поэтому нужно надевать перчатки и использовать рукооградитель, установленный на электронном инструменте. Из-за наличия острых металлических кромок шнур питания также подвергается опасности повреждения. Это необходимо тщательно проверять перед началом работы с ножницами.

Стальной дефлектор на ножницах для резки листового металла

- 1 ножницы для резки листового металла
- 2 стальной дефлектор



TLX-SN 10/G

**38. Каков принцип действия шлицевых ножниц?**

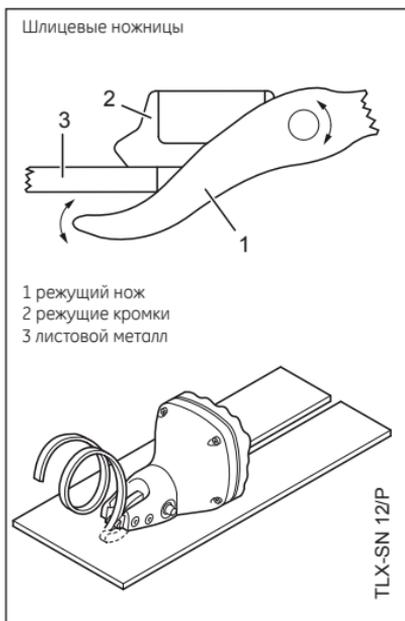
Шлицевые ножницы работают в соответствии с тем же основным принципом, что и "стандартные" ножницы для резки листового металла. Однако в противоположность ему они снабжены двумя фиксированными нижними ножами.


**39. Какие режущие инструменты используются в шлицевых ножницах?**

Режущие инструменты шлицевых ножниц состоят из двух нижних ножей и одного ножа, который движется между ними вперед-назад.

**40. Что происходит во время процесса резания ножницами?**

Во время процесса резания ножницами стружка в форме ленты срезается ножом, движущимся снизу вверх. Стружка имеет ширину, равную ширине зазора между двумя фиксированными ножами, и свертывается в виде улитки.


**41. Почему металлическая пластина может быть разрезана шлицевыми ножницами?**

Потому, что только узкая стружка, которая отрывается между двумя ножами, должна деформироваться. Поэтому требуется небольшое усилие подачи.

**42. Листы какой толщины можно обрабатывать?**

Шлицевые ножницы главным образом используются для резания листов толщиной приблизительно до 1,5 мм. Для более толстых листов потребуются более сложная механическая конструкция режущих инструментов, что сделает их очень дорогими.

**43. Нужно ли смазывать разрубные ножи шлицевых ножниц?**

В противоположность "стандартным" ножницам для резки листового металла лист симметрично поддерживается двумя нижними ножами. Режущий инструмент может, поэтому создавать удерживающий эффект, который прочно держит металлический лист на месте. По этой причине можно и нужно смазывать режущие инструменты.

**44. Можно ли выполнять криволинейные резы шлицевыми ножницами?**

Шлицевые ножницы рекомендуются главным образом для выполнения прямых резов. Однако, используя специальные ножи можно также выполнять и криволинейные резы, если радиусы не слишком малы.

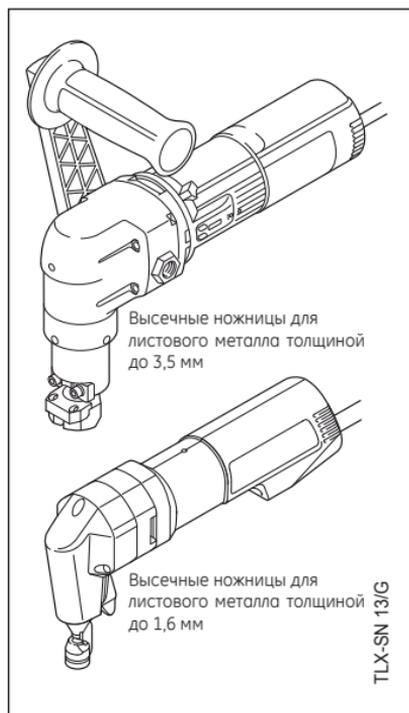
**45. Какое общее правило применяется при работе с листовым металлом и шлицевыми ножницами?**

Ножницы всегда устанавливаются на обрабатываемую деталь с работающим двигателем. Это необходимо, чтобы устранить перегрузку режущего инструмента.

## Высечные ножницы

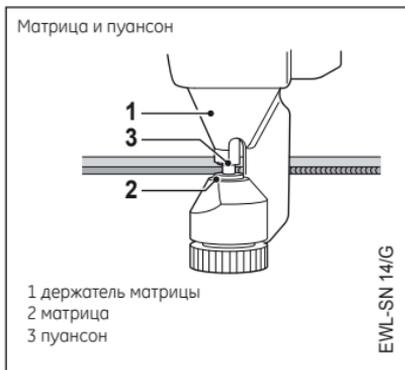
**46. Каков принцип действия высечных ножниц?**

Высечные ножницы функционируют в соответствии с основным принципом действия вырубного пресса.



**47. Какая оснастка используется в высечных ножницах?**

Высечные ножницы имеют матрицу, жестко прикрепленную к кожуху механизма, через которую подвижный пуансон вжимается или вытягивается.



**48. Что такое пуансон?**

Пуансон – это подвижный режущий инструмент высечных ножниц. Пуансоны режут листовый металл либо во время обратного хода, либо во время прямого хода. Их поперечные сечения являются либо прямоугольными, либо круглыми.

**49. Что такое матрица?**

Матрица – это фиксированная часть режущего инструмента высечных ножниц. Отверстие в матрице должно иметь такую же форму, как и пуансон, либо прямоугольную, либо круглую.

**50. Какие существуют типы высечных ножниц?**

В зависимости от того, какое колебательное движение используется для выполнения режущего или высечного действия высечные ножницы подразделяются на

- ножницы с верхним резом или
- ножницы с нижним резом

В соответствии с этими принципами действия высечные ножницы могут иметь различные свойства.

## Высечные ножницы с верхним резом

**51. Что такое высечные ножницы с верхним резом?**

Высечные ножницы с функцией верхнего реза выполняют пробивающее движение во время движения пуансона вниз.

**52. Каково преимущество высечных ножниц с верхним резом?**

Пуансон подвергается сжимающей нагрузке во время процесса высечки. Он может поэтому поглощать очень высокие пробивающие силы без образования трещин. По этой причине он очень прочен. Высечки выбрасываются вниз и не загромождают матрицу или поверхность обрабатываемой заготовки.

**53. Каковы недостатки высечных ножниц с верхним резом?**

Вся пробивающая сила должна быть поглощена матрицей. Соединение между матрицей и кожухом машины подвергается воздействию растягивающего напряжения и должно иметь достаточную прочность. Крепление матрицы на больших высечных ножницах довольно толстое, и в результате они отрезают широкую ленту от материала. Проподимость по кривой больших высечных ножниц также уменьшается.

**54. Какую форму обычно имеет пуансон высечных ножниц с верхним резом?**

Высечные ножницы с верхним резом обычно имеют пуансоны прямоугольной или круглой формы.

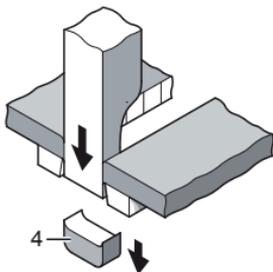
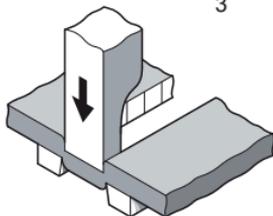
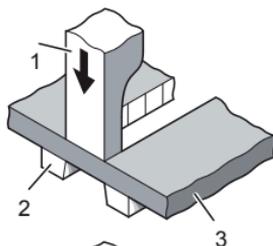
**55. Какими характерными свойствами обладает прямоугольный пуансон?**

Прямоугольные пуансоны производят высечки с прямоугольным профилем. Эти высечки не очень острые и могут быть без проблем утилизированы. Режущие кромки на обрабатываемой детали имеют относительно хорошее качество. Скорость выполнения работ высокая. Прямоугольные пуансоны надёжны в эксплуатации и их до известной степени можно перетачивать. Они должны быть точно выровнены относительно матрицы и по этой причине для них требуется надежная направляющая.

**56. Какими характерными свойствами обладает круглый пуансон?**

Круглые пуансоны производят подковообразные высечки с направленными краями. Их труднее утилизировать, чем высечки от прямоугольных пуансонов. Режущие кромки в обрабатываемой детали более грубые, скорость выполнения работ несколько медленнее. Круглые пуансоны можно эффективно производить, и они очень хорошо подходят для криволинейных резов. Ориентация и управление движением по отношению к матрице не критичны и могут быть сравнительно легко реализованы. Круглые пуансоны нельзя перетачивать.

Процесс пробивки во время высечки с выталкиванием, квадратный пуансон



1 пуансон                      3 листовой металл  
2 матрица                      4 стружка

TLX-SN 15/P

## Высечные ножницы с нижним резом

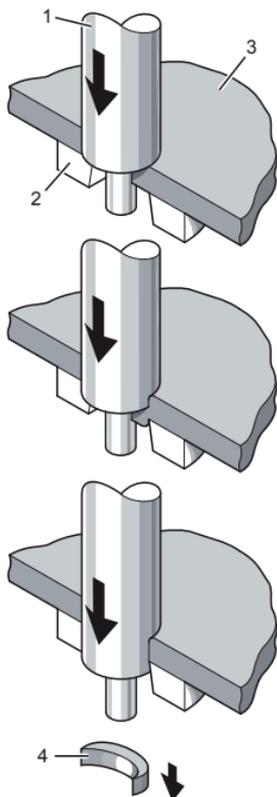
**57. Что такое высечные ножницы с нижним резом?**

Высечные ножницы с функцией нижнего реза выполняют пробивающее движение во время движения пуансона вверх.

**58. Каковы преимущества высечных ножниц с нижним резом?**

Вся пробивающая сила должна быть поглощена матрицей. Соединение между матрицей и кожухом

Процесс пробивки во время высечки с выталкиванием, круглый пуансон



1 пуансон  
2 матрица  
3 листовой металл  
4 стружка

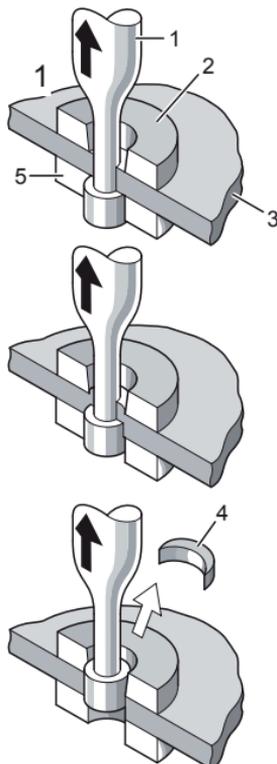
TLX-SN 16/P

хот двигателя подвергается воздействию сжимающей нагрузки. Крепление матрицы может, поэтому быть меньшего размера, чем в высечных ножницах с верхним резом. Кроме того, матрица может быть снабжена маятниковой опорой, что обеспечивает превосходную проходимость по кривой.

**59. Каковы недостатки высечных ножниц с нижним резом?**

Во время процесса высечки пуансон подвергается воздействию растягивающей нагрузки. Потенциальные растягивающие силы ограничиваются диаметром пуансона и качеством материала пуансона. Поэтому он не так устойчив под нагрузкой, как пуансон высечных ножниц с верхним ре-

Процесс высечки во время высечки с втягиванием, круглый пуансон



1 пуансон  
2 матрица  
3 листовой металл  
4 стружка  
5 направляющая

TLX-SN 17/P

зом. Высечки выбрасываются вверх и загораживают матрицу или поверхность обрабатываемой заготовки.

**60. Какую форму обычно имеет пуансон высечных ножниц с нижним резом?**

Высечные ножницы с нижним резом снабжаются круглыми пуансонами.

**61. Почему высечные ножницы с нижним резом больше подходят для выполнения криволинейных резов?**

Потому что крепление матрицы имеет меньший размер и может поддерживаться маятниковой опорой в кожухе двигателя.

## Практическое обращение с высечными ножницами

### 62. Какое общее правило распространяется на работу с высечными ножницами?

Высечные ножницы всегда устанавливаются на обрабатываемую деталь с работающим двигателем. Это необходимо для устранения перегрузки режущего инструмента.

### 63. Какие высечные ножницы можно быть использовать для резания листов с трапецидальным рифлением?

Либо специальные высечные ножницы для трапецидального профиля, либо матрицы специальной формы.

Высечные ножницы для листов с трапецидальным рифлением снабжены более длинными режущими инструментами, способными повторять контуры листов с высокими трапецидальными рифлениями.

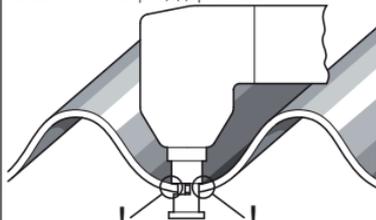
Специальные матрицы обеспечивают использование "стандартных" высечных ножниц для резания листов с трапецидальными рифлениями и гофрированные листы с низкой высотой профиля.

### 64. Что необходимо учитывать во время резания листов с трапецидальным рифлением?

Направление разреза должно быть диагональным к валу привода электроинструмента, чтобы режущий инструмент смог следовать за контуром профиля листового металла, и чтобы кожух двигателя мешал выполнению работ.

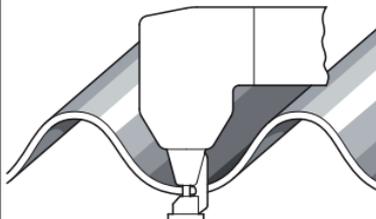
Резание высечными ножницами рифленого металла

С обычным матрицедержателем



Может привести к зажиманию

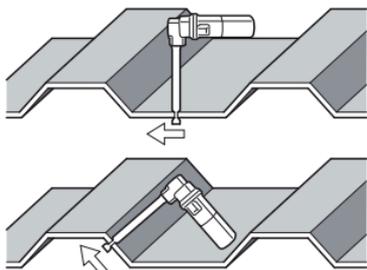
Со специальным или универсальным матрицедержателем



Не происходит зажимания оснстки

TLX-SN 18/P

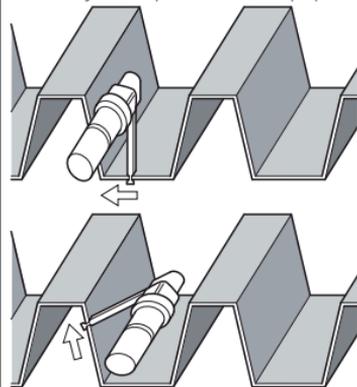
Резание высечными ножницами листового металла с плоским трапецевидным рифлением



Резание высечными ножницами вдоль оси инструмента

TLX-SN 19/P

Резание высечными ножницами листового металла с глубоким трапецевидным рифлением



Резание высечными ножницами по диагонали к оси инструмента

TLX-SN 20/P

## 65. Листы какого размера можно обрабатывать?

Наиболее часто обрабатываются металлические листы толщиной 0,5... 1,5 мм. В зависимости от размера электрoинструмента можно обрабатывать металлические листы толщиной приблизительно до 3,5 мм. Имеются специальные высечные ножницы для листов толщиной более 5... 12 мм.

## 66. Нужно ли смазывать режущие инструменты?

Да. Во время процесса высечки вырубленная стружка проталкивается через матрицу, которая создает трение и из-за этого нагревается. По этой причине нужно использовать смазку, которая также выполняет функцию охлаждения.

## 67. Какие смазки рекомендуется использовать?

Рекомендуется использовать специальные смазки, которые также обладают функцией охлаждения, например, так называемые смазочно-охлаждающие эмульсии.

## 68. Как смазка применяется на практике?

Смазка наносится либо вдоль предполагаемой линии реза, либо можно регулярно погружать весь режущий инструмент в емкость, заполненную смазкой.

## 69. Какие меры охраны труда рекомендуется применять для высечных ножниц?

Высечные ножницы считаются очень безопасными электрoинструментами по причине относительно небольшого размера их оснастки. Основная опасность исходит от острых как бритва заусенцев на краях разрезанных листов металла. Поэтому нужно надевать перчатки и использовать рукооградитель, установленный на электрoинструменте. Из-за наличия острых металлических кромок шнур питания также подвергается опасности повреждения. Это необходимо тщательно проверить перед началом работы с ножницами.

## 70. Как влияет форма высечек на безопасность?

**Форма пуансона определяет форму высечек:**

Прямоугольный пуансон: форма высечек, произведенных высечными ножницами с прямоугольным пуансоном, является прямоугольной и поэтому в значительной степени безопасной. Обрезки легко утилизировать.

**Круглый пуансон:** форма высечек, произведенных высечными ножницами с круглым пуансо-

ном, независимо от принципа резания, грубо говоря, имеет подковообразную форму с заостренными концами. Острые концы могут вызывать травмы. Обрезки с острыми кромками могут разлетаться в пределах места расположения обрабатываемой детали, удаление отходов, поэтому выполнять сложнее.

## Пилы для пеноматериалов

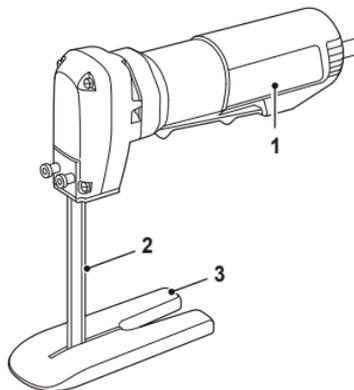
### 71. Что такое пила для пеноматериалов?

Пила для пеноматериалов – это электрoинструмент для резания толстых упругих материалов, таких как губчатая резина, эластомеры, обивочный и изоляционный материал.

### 72. Каков принцип действия пилы для пеноматериалов?

Обрабатываемый материал режется обратным ходом пильного полотна и затем протягивается слева и справа от направляющей для пильного полотна. Для обеспечения правильной работы обрабатываемый материал должен обладать определенной минимальной эластичностью.

Пила для пеноматериалов



- 1 приводной электродвигатель
- 2 пильное полотно с направляющей
- 3 подвижная пластина

TLX-SN 21/G

**73. Какие режущие инструменты применяются в пилах для пеноматериалов?**

Режущие инструменты напоминают пильные полотна, на которых симметрично расположенные зубья имеют скошенную кромку на одной стороне. Пильные полотна расположены в направляющей и приводятся в движение в противоположном направлении поводками в зубчатом редукторе электроинструмента.

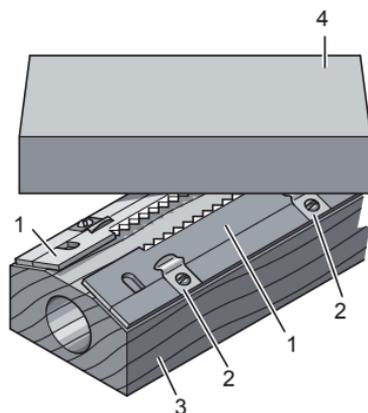
**74. Какие имеются системные принадлежности для пил для пеноматериалов?**

К системным принадлежностям для пил для пеноматериалов относятся пильные полотна и соответствующие направляющие для пильных полотен различной рабочей длины.

**75. Какие материалы не могут быть обработаны пилами для пеноматериалов?**

Жесткие материалы, такие как пенополистиролы или жесткие пенополиуретаны нельзя обрабатывать, так как они слишком жесткие, чтобы скользить мимо направляющих пильного полотна. Пыль от этих материалов может застревать в направляющей и даже плавиться в результате трения, что приводит к застреванию пильных полотен в направляющих.

Заточка для пильных полотен пил для пеноматериалов



- 1 Пильное полотно
- 2 Прижимная деталь
- 3 Держатель
- 4 Шлифующий камень

TLX-SN 22/P

## Режущие способности инструмента

Максимальная толщина резания ножниц и высечных ножниц в зависимости обрабатываемого материала. Практические эталонные значения для твердых катаных материалов.

Материалы с закаленной поверхностью снижают срок службы режущих инструментов. Мягкие (отожженные) материалы, особенно цветные металлы, "застревают" и приводят к забиванию режущих кромок и трениюобразованию в инструменте.

Толщина резания	обрабатываемый материал и стабильность				
	Заводские технические условия	стальной лист (листовая сталь для глубокой вытяжки)	стальной лист (мелкозернистый стальной лист)	коррозионно-стойкая сталь (нержавеющая сталь)	алюминиевый сплав *
мм	400 Н/мм <sup>2</sup>	600 Н/мм <sup>2</sup>	600...800 Н/мм <sup>2</sup>	280 Н/мм <sup>2</sup>	
1	1 мм	0,8 мм	0,5 мм	1,5 мм	
1,25	1,25 мм	0,9 мм	0,8 мм	1,6 мм	
1,5	1,5 мм	1 мм	1 мм	2 мм	
2	2 мм	1,2 мм	1 мм	3 мм	
3	3 мм	1,8 мм	1,5 мм	3,5 мм	
3,5	3,5 мм	2 мм	1,8 мм	4 мм	
4	4 мм	3 мм	2 мм	4,5 мм	
4,5	4,5 мм	3,5 мм	2,5 мм	5 мм	

\* зависящий от сплава и "характеристик залипания" обрабатываемого материала

## Логический способ подбора подходящего инструмента для обработки листового металла

