



В.П. Коротков, Л.Н. Короткова

# ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ



Москва  
2013

Составители-разработчики:	<i>Коротков В.П., Короткова Л.Н.</i>
Ответственный редактор:	<i>Тимофеев А.А.</i> , руководитель проекта «Образование» ООО «Роберт Бош»
Рецензенты:	<i>Дорофеев В.П.</i> , тренер-координатор службы обучения ООО «Роберт Бош» <i>Дроздов А.Н.</i> , руководитель кафедры ручного инструмента МГСУ
Консультанты:	<i>Музыкантова В.В.</i> , управляющий проектами регионального учебно-технического центра <i>Юрин Ю.Б.</i> , управляющий проектами регионального учебно-технического центра

«Электроинструменты для металлообработки». – М., 2013. – 334 с.

Пособие № 2 2013 г. Периодическое издание Регионального учебно-технического центра «Роберт Бош» и Правительства Ульяновской области для педагогических работников учреждений профессионального образования.

Настоящее пособие подготовлено с целью осуществления единого подхода к организации обучения по применению электроинструментов фирмы **«BOSCH»** при металлообработке.

В пособии представлены материалы по формированию учебных мастерских инструментами фирмы **«BOSCH»** для металлообработки.

Отдельными модулями представлены сверла и дрели, гайковерты, отрезные машины по металлу, угловые шлифовальные машины, пилы ножовочного типа, лобзикопые пилы; ножницы по металлу; инструменты для шлифования. Представлены их основные характеристики, свойства и область применения.

Описана безопасность работ при применении электроинструментов фирмы **«BOSCH»**.

Материалы сборника могут быть полезны педагогическим работникам учреждений профессионального образования при формировании вариативной части ОПОП.

## Содержание

Введение .....	7
<b>1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ МАСТЕРСКИХ .....</b>	<b>9</b>
<b>2 МЕТАЛЛЫ .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Модуль 1 «Черные и цветные металлы» .....</b>	<b>14</b>
Учебный материал 1 .....	14
<b>2.1.1 Черные металлы .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 Общие правила применения инструментов для обработки деталей из черных металлов .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.3 Цветные металлы .....</b>	<b>22</b>
2.1.3.1 Сплавы меди .....	24
2.1.3.2 Легкие металлы .....	26
2.1.3.2.1 Алюминий .....	26
2.1.3.2.2 Магний .....	27
2.1.3.2.3 Титан .....	28
2.1.3.2.4 Бериллий .....	28
<b>2.1.4 Общие правила применения инструментов для обработки деталей из цветных металлов .....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.5 Закрепляющий материал 1 .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.6 Проверка степени усвоения материала (Модуль 1) .....</b>	<b>34</b>
<b>3 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Модуль 2 «Оснастка для сверления» .....</b>	<b>36</b>
Учебный материал 2 .....	36
3.1.1 Общие сведения об оснастке для сверления .....	36
3.1.1.1 Процесс сверления .....	37
3.1.1.2 Геометрия сверла .....	37
3.1.2 Сверла для металлообработки .....	45
3.1.2.1 Спиральное сверло (стандартное сверло) .....	46
3.1.2.2 Спиральное сверло с коротким хвостовиком .....	50
3.1.2.3 Ступенчатое сверло .....	52
3.1.2.4 Конические сверла для листового металла .....	54
3.1.2.5 Зенковки .....	55
3.1.2.5.1 Конический зенкер .....	55
3.1.2.5.2 Конический зенкер с поперечным отверстием .....	56
3.1.2.6 Коронки для металла .....	57

3.1.2.6.1 Коронка Progressor for Wood and Metal .....	59
3.1.2.6.2 Коронки Special for Sheet Metal .....	63
<b>3.1.3 Закрепляющий материал 2 .....</b>	<b>65</b>
<b>3.2 Модуль 3 «Дрели » .....</b>	<b>71</b>
<b>Учебный материал 3 .....</b>	<b>71</b>
3.2.1 Основная информация о дрелях .....	71
3.2.2 Системные принадлежности для дрелей .....	83
<b>3.2.3 Закрепляющий материал 3 .....</b>	<b>87</b>
<b>3.3 Техника безопасности при сверлении .....</b>	<b>89</b>
<b>3.4 Проверка степени усвоения материала (Модуль 2, Модуль 3) ...</b>	<b>91</b>
 <b>4 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МОНТАЖА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ .....</b>	 <b>98</b>
<b>4.1 Модуль 4 «Гайковерты » .....</b>	<b>98</b>
<b>Учебный материал 4.....</b>	<b>98</b>
4.1.1 Общие сведения о винтовых соединениях .....	98
4.1.2 Электроинструменты для монтажа винтовых соединений ....	111
4.1.2.1 Гайковерты с ограничением крутящего момента .....	112
4.1.2.2 <b>Импульсные</b> (ударные) гайковерты .....	113
4.1.3 Принадлежности для <b>импульсных</b> гайковертов .....	122
4.1.4 Фиксация винтовых соединений .....	135
<b>4.1.5 Закрепляющий материал 4 .....</b>	<b>138</b>
<b>4.2 Техника безопасности при работе с <b>импульсными</b> гайковертами .....</b>	<b>143</b>
<b>4.3 Проверка степени усвоения материала (Модуль 4) .....</b>	<b>145</b>
 <b>5 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РЕЗКИ МЕТАЛЛА ...</b>	 <b>149</b>
<b>5.1 Общие сведения .....</b>	<b>149</b>
<b>5.2 Модуль 5 «Отрезные машины» .....</b>	<b>153</b>
<b>Учебный материал 5 .....</b>	<b>153</b>
5.2.1 Отрезная машина по металлу .....	153
5.2.1.1 Принадлежности для отрезных машин по металлу ....	160
5.2.2 Угловые шлифовальные машины .....	162
5.2.2.1 Принадлежности для угловых шлифмашин .....	179
<b>5.2.3 Закрепляющий материал 5 .....</b>	<b>185</b>
<b>5.2.4 Техника безопасности при работе с отрезными машинами .....</b>	<b>187</b>
<b>5.3 Модуль 6 «Пилы ножовочного типа» .....</b>	<b>189</b>
<b>Учебный материал 6 .....</b>	<b>189</b>
5.3.1 Ножовка (сабельная пила) .....	189
5.3.2 Лобзиковая пила .....	193
5.3.2.1 Принадлежности для лобзиковых пил .....	196



5.3.3 Закрепляющий материал 6 .....	203
<b>5.4 Модуль 7 «Ножницы по металлу» .....</b>	<b>205</b>
<b>Учебный материал 7 .....</b>	<b>205</b>
5.4.1 Резка и высечка металлических листов .....	205
5.4.2 Электроинструменты для резки и высечки .....	205
5.4.2.1 Ножницы для резки листового металла .....	207
5.4.2.2 Шлицевые ножницы .....	213
5.4.2.3 Высечные ножницы .....	216
5.4.3 Принадлежности для ножниц .....	226
5.4.4 Закрепляющий материал 7 .....	230
<b>5.5 Техника безопасности при резке и высечке металла .....</b>	<b>232</b>
<b>5.6 Проверка степени усвоения материала (Модуль 5, Модуль 6, Модуль 7) .....</b>	<b>234</b>
 <b>6 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ МЕТАЛЛА .....</b>	 <b>237</b>
<b>6.1 Модуль 8 «Шлифование» .....</b>	<b>237</b>
<b>Учебный материал 8 .....</b>	<b>237</b>
6.1.1 Виды шлифовки .....	237
6.1.2 Абразивные материалы .....	239
6.1.3 Закрепляющий материал 8 .....	244
 <b>6.2 Модуль 9 «Ротационные шлифмашины» .....</b>	 <b>246</b>
<b>Учебный материал 9 .....</b>	<b>246</b>
6.2.1 Общие сведения .....	246
6.2.2 Сдвоенные шлифмашины .....	247
6.2.3 Угловые шлифмашины для шлифования металла .....	248
6.2.3.1 Принадлежности для шлифования металла .....	254
6.2.3.2 Полировальные машины .....	268
6.2.4 Прямые шлифмашины .....	269
6.2.5 Закрепляющий материал 9 .....	273
 <b>6.3 Модуль 10 «Ленточные шлифмашины» .....</b>	 <b>276</b>
<b>Учебный материал 10 .....</b>	<b>276</b>
6.3.1 Ленточные шлифмашины .....	276
6.3.1.1 Принадлежности для ленточных шлифовальных машин .....	283
6.3.2 Закрепляющий материал 10 .....	291
<b>6.4 Техника безопасности при работе со шлифовальными машинами .....</b>	<b>293</b>
<b>6.5 Проверка степени усвоения материала (Модуль 8, Модуль 9, Модуль 10) .....</b>	<b>295</b>

<b>7 ЭРГОНОМИКА .....</b>	<b>302</b>
<b>8 ОХРАНА ТРУДА .....</b>	<b>305</b>
8.1 Влияние личностных факторов на безопасность .....	305
8.2 Меры пассивной безопасности .....	307
Приложение А (справочное) Расшифровка обозначений инструментов Bosch .....	313
Приложение Б (справочное) Обозначение металлов по номерам материалов DIN 17007 (упрощенно) .....	319
Приложение В (справочное) Символические обозначения сверл и сверлильных патронов .....	321
Приложение Г (справочное) Символические обозначения пильных полотен для лобзиковых пил и видов пропилов .....	322
Приложение Д (справочное) Символические обозначения пильных дисков .....	323
Приложение Е (справочное) Принадлежности для ножниц Bosch .....	324
Приложение Ж (справочное) Символические обозначения свойств абразивных материалов для шлифования и обрабатываемых материалов. Расшифровка обозначений на отрезных кругах Bosch .....	329
Приложение И (справочное) Символические обозначения средств защиты по охране труда .....	333
<b>Список литературы .....</b>	<b>334</b>

## Введение

Профессии **151902.03 Станочник (металлообработка)\***, **151903.02 Слесарь\*\***, **190631.01 Автомеханик\*\*\*** наиболее распространенные. К ним относятся *профессии*: станочник широкого профиля, слесарь-инструментальщик, слесарь механосборочных работ, слесарь-ремонтник, слесарь по ремонту автомобиля, которые объединяет в себе весь комплекс трудовых функций этих профессий.

Несмотря на существенные различия в характере выполняемых ими работ, их объединяет необходимость овладения навыками выполнения основных операций слесарной обработки.

Знание инструментов, приспособлений и оборудования, умения и навыки практического выполнения всех видов производственных работ с применением электроинструментов не только отечественного, но и зарубежного производства, важны для успешного и качественного выполнения слесарных и металлообрабатывающих работ и формирования профессиональных компетенций.

В этих целях, предлагается оснастить учебные центры в организациях (на предприятиях) различной отраслевой направленности независимо от их организационно-правовых форм мастерские, полигоны, учебные участки и лаборатории учреждений профессионального образования, помимо отечественных, электроинструментами, приспособлениями, оборудованием фирмы «**BOSCH**» (Германия), пользующиеся спросом на различных производственных участках.

В пособии представлены электроинструменты и оснастка для металлообработки (сверление, монтаж металлоконструкций, резка, шлифование) фирмы «**BOSCH**», описаны их основные характеристики и область применения, требования охраны труда при их эксплуатации. Расшифровка обозначений электроинструментов фирмы «**BOSCH**» в зависимости от категории потребителей: профессионалов и домашних мастеров – приведена в *приложении А*.

---

*Примечание: Федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования (далее ФГОС СПО) утверждены Министерством образования и науки Российской Федерации:*

\* 151902.03 Станочник (металлообработка) 02 августа 2013 г. № 822;

\*\* 151903.02 Слесарь 02 августа 2013 г. № 817;

\*\*\* 190631.01 Автомеханик 02 августа 2013 г. № 701.

Материально-техническая база должна соответствовать действующим санитарным и противопожарным нормам.

Количество электроинструментов Bosch и других средств обучения для учебно-производственной мастерской необходимо определять из расчета одновременного обучения учебной группы численностью 15 человек. При другой численности показатели изменяются.

Учебные центры и учреждения профессионального образования могут постоянно оснащать мастерскую учебно-наглядными пособиями, аудио-, видео- и мультимедийными материалами, новыми электроинструментами, выпускаемыми фирмой «**BOSCH**», взамен устаревших и снятых с производства.

Пособие содержит девять учебных материалов, которые разработаны по десяти модулям: **Модуль 1** «Черные и цветные металлы», **Модуль 2** «Оснастка для сверления», **Модуль 3** «Дрели», **Модуль 4** «Гайковерты», **Модуль 5** «Отрезные машины», **Модуль 6** «Пилы ножовочного типа», **Модуль 7** «Ножницы по металлу», **Модуль 8** «Шлифование», **Модуль 9** «Ротационные шлифмашины», **Модуль 10** «Ленточные шлифмашины», разделы «Эргономика», «Охрана труда», приложения А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И. По завершении изучения одного модуля следует переходить к следующему. Для реализации самоконтроля и коррекции продвижения по модулю к учебным материалам составлены задания *«Закрепляющий материал»* и *«Проверка степени усвоения материала»*.

Учебные материалы могут изучаться слушателями самостоятельно и с помощью преподавателя.

Оценить способность в достижении того или иного результата обучения после изучения модуля возможно с помощью задания *к каждому модулю «Проверка степени усвоения материала»*.

При работе слушателей с учебным материалом преподаватель выступает в роли консультанта, наблюдает за ходом выполнения заданий, ведет учет достижений слушателей.

# 1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ МАСТЕРСКИХ

Роль учебных мастерских для качественной подготовки квалифицированных рабочих, их состояние и оснащение важна в образовательном процессе. В период учебной и производственной практики слушатели знакомятся с механизмами, электроинструментами и фирмы «**BOSCH**», оборудованием, приобретают практический опыт выполнения операций и комплексов работ, осваивают производственную культуру, учатся рациональному использованию времени, соблюдению требований техники безопасности, производственной и технологической дисциплины, что позволяет повысить уровень сформированности общих и профессиональных компетенций.

Первоочередным условием успеха учебной практики является организация рабочего места мастера производственного обучения.

Рабочее место мастера должно соответствовать следующим общим требованиям:

- обеспечивать удобство, скорость и эффективность выполнения его функций по управлению учебно-производственным процессом;
- быть образцом научной организации труда и оснащения;
- обеспечивать нормальные условия для проведения коллективного инструктирования слушателей.

Требования к материально-техническому обеспечению **рабочего места мастера производственного обучения** указаны в таблице 1.1.

Условия проведения практических занятий в учебно- производственных мастерских по выполнению работ по металлообработке, оснащенных современным технологическим оборудованием фирмы «**BOSCH**», несомненно, способствуют формированию профессиональных компетенций, необходимых для обеспечения конкурентоспособности работника в соответствии с запросами рынка труда.

Таблица 1.1 - Оснащение рабочего места мастера производственного обучения

№ поз.	Наименование	Количество, шт.
<b>Оборудование, мебель и инвентарь</b>		
1	Комбинированный шкаф с классной доской, экраном и отделениями (секциями) для размещения и хранения учебно-наглядных пособий, технических средств обучения, личного инструмента и технической литературы	1
2	Верстак столярный для демонстрации рабочих приемов в период инструктирования учащихся	1
3	Рабочий стол мастера	1
4	Стол для приемки изделий и работ, выполненных учащимися	1
5	Стул	2
6	Стойка демонстрационная	1
7	Тумбочка, кронштейн или другое устройство для установки компьютера, проектора, мультимедиа и т.п.	1
8	Скамьи для учащихся	на 15 мест
9	Стенд для справочных таблиц и технической документации	1
10	Стенд по правилам безопасности труда в учебной мастерской	1
11	Аптечка	1
<b>Инструмент и приспособления</b>		
1	Личный технологический инструмент мастера (комплект), ручные электроинструменты <b>Bosch</b> (комплект)	1
2	Приспособления и принадлежности к электроинструментам <b>Bosch</b> (комплект)	1

*Учебно-наглядные пособия, интернет-ресурсы, средства информации по подготовке специалиста по металлообработке указаны в таблице 1.2.*

Таблица 1.2 - Учебно-наглядные пособия, интернет-ресурсы, средства информации

№ поз.	Наименование	Количество, шт.
1	2	3
<b>Учебно-наглядные пособия</b>		
1	Плакаты по темам программы учебной практики и практических занятий В том числе: Макет с образцами выполнения учебно- производственных работ с применением электроинструментов <b>Bosch</b>	*
2	Плакаты по правилам безопасности труда (комплект)	1
3	Плакаты по противопожарной безопасности (комплект)	1

Окончание таблицы 1.2

1	2	3
4	Плакаты по электробезопасности при работе с электроинструментами <b>Bosch</b> (комплект)	1
5	Современные образцы электроинструментов, приспособлений и оборудования <b>Bosch</b>	*
6	Куликов О.Н. Охрана труда в металлообрабатывающей промышленности : учеб. пособие для нач. проф. образования / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. – 7-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 224 с.	1
7	Покровский Б.С. Охрана труда в металлообработке : учеб. пособие / Б.С. Покровский. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 64 с.	1
8	Программный каталог 2013. Профессиональные принадлежности.- Германия, 2013. - 916 с.	1
9	Профессиональный электроинструмент. Каталог 2013/2014.- ООО «Роберт Бош».- Германия, 2013.- 418 с.	
10	Электроинструменты и их применение: 1500 вопросов и ответов. - Германия: Технический институт профессионально-технической подготовки и повышение профессиональной квалификации, 2005. – 448 с.	1
11	Энциклопедия электроинструментов.- Германия: «Сейлз Консалтинг Трейнинг», 2001.- 1136 с.	1
	<b>Интернет-ресурсы</b>	
1	<a href="http://www.bosch-pt.com/ru/ru/">http://www.bosch-pt.com/ru/ru/</a> – Официальный сайт компании Bosch	
2	<a href="http://www.bosch-pt.com/de/de/">http://www.bosch-pt.com/de/de/</a> – Официальный сайт компании Bosch (на немецком языке)	
3	<a href="http://www.estateline.ru/">http://www.estateline.ru/</a> – EstateLine.ru – Строительный портал	
4	<a href="http://toolbook.ru/">http://toolbook.ru/</a> – Вся информация об инструментах	
5	<a href="http://www.klag.ru/">http://www.klag.ru/</a> – Клаг.Ру – Строительный портал	
* Тематика определяется методической комиссией учебного центра.		

Средства индивидуальной защиты при подготовке обучающихся по профессиям металлообработки с применением электроинструментов приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Средства индивидуальной защиты

№ поз.	Наименование	Количество на группу
1	2	3
1.	Головной убор, шт.	15
2.	Костюмы, шт.	15*
3.	Мыло хозяйственное, кг	0,1
4.	Очки защитные с прозрачными стеклами, шт.	15*
5.	Паста, кремы для защиты кожи рук (на смену), кг	0,1
6.	Перчатки защитные, пар	15*
7.	Рукавицы, пар	15
8.	Спецодежда (халаты, куртки, брюки, комбинезоны, фар- туки), комплект	15
9.	Средства защиты дыхательных путей (респираторы, маски), шт.	15*
10.	Средства защиты от шума (беруши, наушники, шлемы), шт.	15*
* Определяется от вида выполняемой работы.		

После изучения каждого модуля: Модуль 3 «Дрели», Модуль 4 «Гайковёрты», Модуль 5 «Отрезные машины», Модуль 6 «Пилы ножовочного типа», Модуль 7 «Ножницы по металлу», Модуль 8 «Шлифование», Модуль 9 «Ротационные шлифмашины», Модуль 10 «Ленточные шлифмашины» рекомендуется проведение зачетов по проверке знаний правил техники безопасности при применении электроинструментов фирмы «**BOSCH**».

Конкурентоспособность во многом зависит от того, насколько он владеет современной прогрессивной технологией с применением высокоэффективных электроинструментов, оборудования, позволяющих выполнять работы по металлообработке высокого качества. В таблице 1.4 указаны электроинструменты и оснастка фирмы «**BOSCH**», применяемые для сверления, монтажа металлоконструкций, резки, шлифования, соединения.

Таблица 1.4 - Электроинструменты, оборудование и инвентарь учебной мастерской

№ поз.	Наименование	Количество на 15 рабочих мест, шт.
1	2	3
1	Аптечка	1
2	Дрель <b>GBM 13 HRE</b>	7
3	Гайковерт импульсный <b>GDS 18 E</b>	7
4	Гайковерт импульсный аккумуляторный <b>GDX 18 V-LI</b>	7
5	Машина отрезная по металлу <b>GCO 2000</b>	1
6	Машина отрезная по металлу <b>GCD 12 JL</b>	1



Окончание таблицы 1.4

1	2	3
7	Машина полировальная <b>GPO 14 CE</b>	1
8	Ножницы <b>GSC 2,8</b>	1
9	Ножницы шлицевые <b>GSZ 160</b>	1
10	Ножницы высечные <b>GNA 3,5</b>	1
11	Ножовка сабельная <b>GSA 1300 PCE</b>	2
12	Пила лобзиковая <b>GST 25 Metal</b>	1
13	Стол разметочный	3
14	Точило с двумя шлифкругами <b>GBG 8</b>	1
15	Шлифмашина прямая <b>GGs 6 S</b>	1
16	Шлифмашина угловая <b>GWS 15-125 Inox</b>	1
17	Шлифмашина угловая <b>GWS 24-230 LVI</b>	1
18	Щётка-смётка	15
19	Электронапильник <b>GEF 7 E</b> (шлифмашина ленточная)	1
20	Ящик для металлических стружек	1
Примечание - Обучение группы 15 человек		

Образовательные учреждения профессионального образования, ведущие подготовку по профессиям ФГОС НПО: **151902.03** Станочник (металлообработка), **151903.02** Слесарь, **190631.01** Автомеханик – могут использовать рекомендации по оснащению учебных мастерских инструментами, оборудованием, средствами индивидуальной защиты и учебно-наглядными пособиями.

## 2 МЕТАЛЛЫ

Группа материалов «*Металлы*» включает в себя выплавляемые чистые металлы, легированные металлы и порошковые материалы, изготовленные из металлического порошка.

Металлы имеют кристаллическую структуру, при этом атомы располагаются в кристаллической решетке равномерно. Внешние электроны атомов не имеют жестких связей с ними, а могут свободно перемещаться в кристаллической решетке. Это явление получило название «металлические связи». Такая структура обуславливает типовые свойства металлов: *высокая электрическая проводимость*, уменьшающаяся с увеличением температуры, *очень хорошая теплопроводность*, *отсутствие оптической прозрачности*, начиная с определенной толщины слоя и, при полировании поверхности, *высокая отражательная способность (металлический блеск)*. Высокая пластичность металлов является условием обеспечения их хорошей деформируемости.

Металлы делятся на ***черные*** и ***цветные***.

### 2.1 Модуль 1 «Черные и цветные металлы»

#### Учебный материал 1

#### 2.1.1 Черные металлы

*Черные металлы состоят из железа – либо полностью, либо с очень высокой степенью его содержания* и в улучшенном виде представляют собой сталь, наиболее распространенный конструкционный материал.

*Черные металлы являются наиболее важным из металлов конструкционным материалом. Благодаря различным легирующим добавкам им можно придавать те или иные свойства «по необходимости» и получать конструкционные, инструментальные, коррозионностойкие или специальные стали. За счет термообработки можно в значительной степени влиять на свойства черных металлов. Черные металлы служат основой большинства магнитных материалов. Обрабатываемость черных металлов в большинстве случаев достаточно легкая, лишь некоторые сорта стали требуют соблюдения особых мер.*

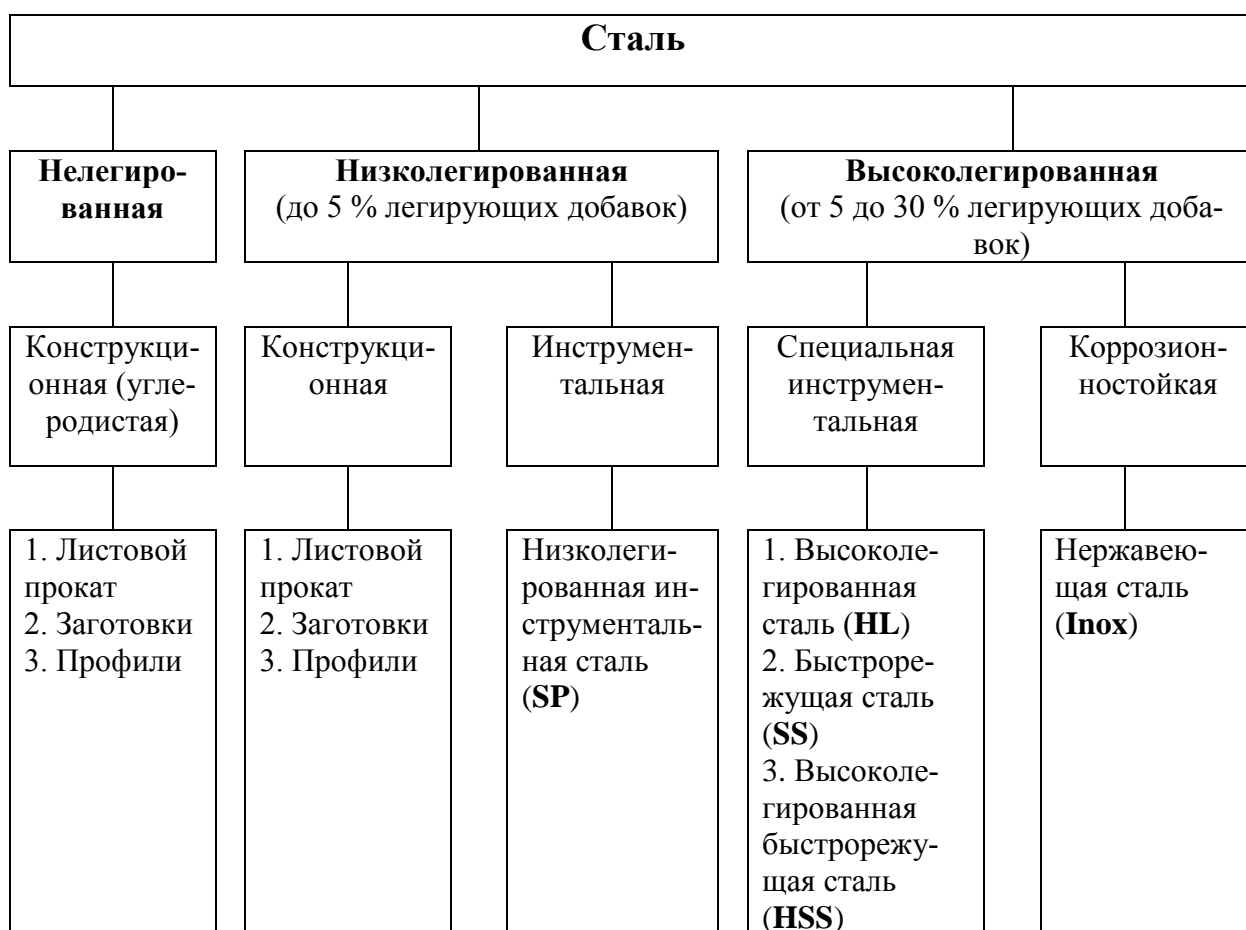
Маркировка черных металлов во всем мире производится по номерной системе и с использованием кратких обозначений сплавов. При этом в разных

странах маркировка одного и того же сплава может несколько отличаться друг от друга. Вместе с тем, в европейских странах принята гармонизированная система обозначения сплавов. В Германии металлы обозначаются дополнительно с использованием так называемых номеров материалов (см. приложение Б).

**Сталь.** Различают следующие виды сталей:

- *нелегированные;*
- *низколегированные;*
- *высоколегированные.*

Содержание и тип легирующих добавок определяют характеристики сталей.



**Нелегированные стали.** Нелегированные, или так называемые углеродистые стали, состоят из железа и углерода. Содержание углерода определяет свойства стали: они бывают либо незакаливаемыми, либо, начиная с содержания углерода, равного 0,5 % и выше – закаливаемыми. Нелегированные стали имеют широкое применение, выпускаются в форме конструкционных и листовых сталей и занимают существенную часть рынка.

**Низколегированные стали.** Наряду с железом и углеродом, легированные стали содержат до 5 % легирующих добавок. В зависимости от типа и содержания легирующего металла, по сравнению с нелегированными сталями, могут быть улучшены такие свойства, как твердость, прочность на растяжение упругость и вязкость.

Важнейшими легирующими металлами являются хром, никель, ванадий, молибден, кобальт, вольфрам.

Каждый из легирующих металлов придает стали те или иные определенные свойства (см. таблицу 2.1).

Таблица 2.1 - Влияние легирующих добавок на свойства стали

Легирующий элемент	Свойства										
		Твердость	Упругость	Относительное удлинение	Предел текучести	Прочность	Ударная вязкость	Износостойкость	Ковкость	Жаростойкость	Коррозионная стойкость
Хром	Cr	++	+	-	++	++	-	+	-	+	+++
Никель	Ni	+	0	-	+	+	+++	-	-	+	++
Ванадий	V	+	+	0	+	+	+	++	+	++	+
Молибден	Mo	+	0	-	++	+	+	++	-	++	+
Кобальт	Co	+	0	-	+	+	-	+++	-	++	+
Вольфрам	W	+	0	-	+	+	0	+++	-	+++	+
Марганец	Mn	+	+	0	+	+	0	-	+	0	0
Кремний	Si	+	+++	-	++	+	-	-	-	+	0
0 нет влияния; + слабое влияние; ++ среднее влияние; +++ сильное влияние											

Низколегированные стали иногда применяются как конструкционные, но в основном их используют в качестве так называемых инструментальных сталей при производстве инструментов в основном общего назначения.

**Высоколегированные стали.** Если в стали содержится от 5 до 30 % легирующих добавок, они называются высоколегированными. Их основное

применение – для производства специализированного инструмента, а также при изготовлении коррозионностойких конструкций.

**Типы сталей.** Основными типами сталей являются:

- конструкционные;
- инструментальные;
- коррозионностойкие.

**Конструкционные стали** представлены на рынок в виде листового проката, заготовок и профилей. В первую очередь они предназначены для дальнейшей переработки в металлоконструкции.

Классифицируются конструкционные стали в соответствии с их прочностью на растяжение. Конструкционные стали, применяемые в холодильной технике, обозначаются как стали, вязкие в холодном состоянии, а стали, предназначенные для применения при высоких температурах, как жаростойкие.

**Инструментальные стали** выпускаются на рынок как низко- и высоколегированные. Ассортимент таких сталей очень обширен и оптимизирован для конкретных целей применения.

Главной областью применения **инструментальных сталей** является производство специализированного инструмента. Различают в основном **четыре** группы:

1. Низколегированные;
2. Высоколегированные;
3. Быстрорежущие;
4. Высоколегированные быстрорежущие.

Низколегированные инструментальные стали (типа **SP**) используются для изготовления малонагруженного инструмента, в основном ручного, предназначенного для обработки древесины.

Высоколегированные инструментальные стали (типа **HL**) содержат более 5 % легирующих добавок и используются для изготовления инструмента, предназначенного для переносного и стационарного электроинструмента при обработке древесины, полимерных материалов и металлов.

Быстрорежущие стали (типа **SS**) содержат до 12 % легирующих добавок и отличаются более высокой прочностью и стойкостью. Они являются более стойкими, чем стали типа HL и используются для изготовления инструментов, предназначенных для обработки древесины, полимерных материалов, а в основном - металлов.

Высоколегированные быстрорежущие стали (типа **HSS**) содержат более 12 % легирующих добавок и отличаются повышенной прочностью и стойкостью, а также жаростойкостью. Они более стойкие, чем стали типа SS,

и используются для изготовления инструментов, предназначенных для обработки древесины, полимерных материалов, а в основном металлов. Благодаря большой твердости они обладают повышенной хрупкостью, что необходимо учитывать при работе с ними. Стали типа HSS часто используют в сочетании с низколегированными, вязкими инструментальными сталями (в так называемых **биметаллах**). В такой комбинации наиболее выгодно проявляются такие качества, как упругость, вязкость и твердость.

**Коррозионностойкие стали** (еще их называют высококачественными) – это высоколегированные стали с содержанием хрома не менее 10,5 % и другими легирующими добавками, такими, как никель и молибден, имеют повышенную стойкость к коррозии. Их ещё называют **«нержавеющими» сталями**. Добавки титана или ниобия уменьшают внутрикристаллическую коррозию.

Высококачественные стали являются устойчивыми к коррозии или не подвергаются ржавчине. В повседневной практике они обозначаются как **Niro, Nirosta, Inox**, нержавеющая сталь или сталь типа VA.

Свойства коррозионностойких сталей определяются в основном легирующими добавками.

**Структура** коррозионностойких сталей существенно влияет на такие свойства, как твердость, закаливаемость, коррозионная стойкость и намагничиваемость.

В зависимости от **структуры** различают **три** основные группы коррозионностойких сталей:

1. Ферритные;
2. Мартенситные;
3. Аустенитные.

**Ферритные коррозионностойкие стали** трудно обрабатываются методами снятия стружки резанием. Они могут свариваться, но не могут подвергаться закалке.

Ферритные коррозионностойкие стали изготавливаются в основном в **двух** вариантах, которые отличаются друг от друга содержанием хрома:

1. С **содержанием хрома от 11 до 13 %** – имеют лишь ограниченные «нержавеющие» свойства и может применяться только в сухой зоне внутри помещений.
2. С **содержанием хрома 17 %** – имеют значительно лучшие антикоррозионные характеристики.

**Преимущество** ферритных коррозионностойких сталей состоит в том, что они **менее склонны** к межкристаллической коррозии, а также в высокой стойкости к образованию коррозионного растрескивания под воздействием напряжения.

Типичная область применения: автомобилестроение, системы удаления газов и теплообменники в промышленности.

**Мартенситные коррозионностойкие стали.** Вследствие большой твердости эти виды сталей *не подвергаются холодному деформированию*, поэтому перед обработкой они должны подвергаться мягкому отжигу. *Обрабатываемость резанием хорошая, износостойкость высокая*, однако *свариваемость низкая*. Мартенситные коррозионностойкие стали можно намагничивать и подвергать закалке.

Мартенситные коррозионностойкие стали применяются там, где требуются *прочность и/или твердость*, но невелики требования к коррозионной стойкости.

**Типичная область применения:** *режущий инструмент и пищевая промышленность, хирургические инструменты, подшипники и детали турбин.*

**Аустенитные коррозионностойкие стали** имеют очень хорошую коррозионную стойкость, хорошо деформируются и свариваются. Они могут упрочняться за счет холодной формовки, но не подвергаются закалке и намагничиванию. Аустенитные коррозионностойкие стали применяются в случаях, когда требуется *вязкость* и предъявляются *высокие требования к коррозионной стойкости*.

**Типичная область применения:** *изготовление крепежных элементов, валов, систем трубопроводов и насосов, транспортирующих агрессивные с точки зрения возникновения коррозии среды (соленая вода, кислоты), а также гидравлические трубопроводы и резервуары.*

**Обработка коррозионностойких сталей** в некоторых случаях существенно отличается от переработки обычной стали. Эту разницу необходимо учитывать, чтобы сохранить положительные качества *высококачественной стали*. При выборе технологии обработки следует учитывать следующие моменты:

- *общие правила применения инструментов;*
- *обработка формованием без снятия стружки;*
- *обработка резанием со снятием стружки;*
- *техника соединений;*

## **2.1.2 Общие правила применения инструментов для обработки деталей из черных металлов**

**Для обработки коррозионностойких сталей** следует использовать *специальные инструменты*. Любых контактов с *чужеродными металлическими частицами* (например, отходы обработки, шлифовальная пыль), особенно чер-

ных металлов, необходимо *избегать*, так как по этой причине может возникнуть коррозия в детали, изготовленной из коррозионностойкой стали, или же на ее поверхности. Это правило следует *особо соблюдать при обработке поверхностей*. Например, *щетки*, с помощью которых производится обработка коррозионностойкой стали, должны быть также изготовлены из коррозионностойкой стали. Инструменты (*напильники, шлифовальный материал*), с помощью которых производится обработка простой стали, **нельзя применять для обработки коррозионностойкой стали**. При хранении коррозионностойкие стали должны быть отделены от других металлов подкладками и прокладками.

**Обработка формованием без снятия стружки.** Коррозионностойкие стали в большинстве своем подвергаются формованию без снятия стружки так же хорошо, как и обычные стали. Наиболее часто используемые аустенитные коррозионностойкие стали при формовании без снятия стружки (*гибка, штамповка, глубокая вытяжка*) склонны к холодному упрочнению, потому что во время процесса формования аустенитная структура частично превращается в мартенситную. Если такое холодное упрочнение (**нагартовка**) нежелательно или этому препятствует последующая обработка, его можно устранить промежуточным отжигом.

**Обработка резанием.** Более высокая прочность и твердость коррозионностойких сталей делает необходимым применение меньших скоростей резания. При сверлении или токарной обработке обычно применяют эмпирическое правило: **частота вращения уменьшается наполовину по сравнению с частотой вращения инструмента при технологической обработке обычных сталей**. В зоне режущей кромки инструмента при повышенном трении из-за малой подачи может возникнуть явление холодного упрочнения (**нагартовки**), что способствует быстрому затуплению специального инструмента. Таким образом, при обработке коррозионностойких сталей необходимо следить за *правильностью выбора значения подачи и нормальным образованием стружки*. Специальный инструмент для обработки необходимо подбирать с учетом повышенных нагрузок. Цвета побежалости, возникающие при обработке, означают изменение структуры на поверхности. Чтобы сохранить антикоррозионные свойства, эти *цвета побежалости* следует устранить либо механическим (чистовое шлифование, полирование), либо химическим (травление) способами.

**Техника соединений.** На деталях из коррозионностойкой стали могут использоваться обычные соединительные элементы. При этом следует учитывать, что они должны изготавливаться из тех же сортов стали, что и соединяемые элементы. Если в соединениях используются другие стали или неметаллы, необходимо *отделить соединительные элементы друг от друга изолирующими прокладками*. При этом следует избегать образования пустот,



в том числе между однотипными сортами стали, так как они *способствуют возникновению целевой коррозии*.

**Сварка.** Не все сорта коррозионностойких сталей могут подвергаться сварке. В частности, плохо свариваются некоторые мартенситные сорта. Ферритные стали относятся к свариваемым сортам, однако необходимо иметь в виду уменьшение вязкости в зоне сварки.

Аустенитные стали свариваются хорошо, вместе с тем они склонны к появлению сварных напряжений и деформаций при не соответствующих параметрах сварки из-за более высокого коэффициента теплового расширения.

При сварке могут применяться все способы, предпочтительными являются **метод MIG** (дуговая сварка плавящимся электродом в среде инертного газа) и **WIG (TIG)** (дуговая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в инертном газе). Присадочный материал должен быть легированным в степени не ниже, чем свариваемый материал.

Цвета побежалости, возникающие при сварке на заготовке, означают изменение структуры, особенно в зоне сварного шва. Здесь может потребоваться восстановление прежних свойств путем промежуточного отжига. Там, где это невозможно, в целях сохранения антикоррозионных свойств, эти цвета побежалости следует устранить либо механическим (чистовое шлифование, полирование), либо химическим (травление) способами. При этом следует избегать образования узких пустот и щелей.

**Жаропрочные сплавы** представляют собой сплавы, которые, в силу своего химического состава, обладают особыми свойствами. Жаропрочные сплавы достаточно дороги и, как правило, трудно обрабатываются. Они применяются в агрессивных средах (соленая вода, химическая техника) при одновременном действии высоких рабочих температур (турбины, газовые турбины, камеры сгорания).

**Твердые сплавы** изготавливают спеканием порошкообразных компонентов. Твердые сплавы состоят из карбидов вольфрама, титана и хрома, а также из добавок из кобальта и керамики. Порошкообразные компоненты прессуют в формах и спекают при высокой температуре.

После процесса спекания *твердые сплавы можно обрабатывать только с применением инструментов, содержащих алмазы.*

Твердые сплавы в основном применяются для изготовления специализированных инструментов для обработки резанием и высоконагруженных быстроизнашивающихся деталей.

### 2.1.3 Цветные металлы

Широко распространенное понятие «*Цветные металлы*» в основном употребляется в отношении меди и ее сплавов. Цветные металлы включают в себя все металлы, легирующие части которых не относятся к черным металлам. Наиболее известными цветными металлами являются:

- *бериллий;*
- *кадмий;*
- *медь;*
- *олово;*
- *свинец;*
- *цинк.*

В большинстве своем цветные металлы отличаются декоративным внешним видом и высокой коррозионной стойкостью в зависимости от содержания легирующих компонентов. Как правило, цветные металлы легко обрабатываются с применением различных видов обработки, необходимо лишь правильно определить геометрические параметры применяемого инструмента. При таких методах соединений, как сварка и пайка, необходимо учитывать особенности материала.

Классификация *цветных металлов* осуществляется в основном по группе легких сплавов, к которой относятся, в частности, алюминий со своими сплавами, магний со своими сплавами и титан, а также по группе так называемых цветных металлов, к которой относятся медь, цинк, олово и их сплавы.

Цветные металлы, по сравнению с черными, имеют некоторые отличия в обозначении, связанные с характеристиками их определенных свойств, например:

- *литейные сплавы;*
- *деформируемые сплавы.*

#### ***Литейный сплав***

*Литейные сплавы* – это те сплавы, которые имеют хорошую текучесть благодаря специальным легирующим добавкам (например, кремния) и которые имеют хорошие литейные свойства.

#### ***Деформируемый сплав***

Понятие «*Деформируемый сплав*» означает свойство, которое обеспечивает хорошие характеристики сплава при его обработке давлением и при экструзии. Их можно обрабатывать без снятия стружки, как в холодном, так и в горячем состоянии.

<b>Цветные металлы</b>	<b>Тяжелые</b>	<b>Цинк (Zn) и его сплавы</b>	Используется в качестве материала для покрытия Сплавы меди с цинком (латуни) (деформируемые и литейные)
		<b>Медь (Cu) и его сплавы</b>	Сплавы меди с никелем
		<b>Олово (Sn) и его сплавы</b>	Сплавы меди с оловом (оловянные бронзы) В чистом виде применяется для изготовления фольги тонкого листового материала
		<b>Свинец (Pb) и его сплавы</b>	Используется в качестве материала для покрытия Оловянно-свинцовые припои
		<b>Никель (Ni) и его сплавы</b>	Никель, никелевая бронза Сплав никеля с медью: нейзильбер, мельхиор, копель, манганин
	<b>Малые</b>	<b>Кадмий (Cd) и его сплавы</b>	В чистом виде используется редко Используется в качестве покрытия для стальных деталей
		<b>Алюминий (Al) и его сплавы</b>	Деформируемые алюминиевые сплавы Литейные алюминиевые сплавы
	<b>Легкие</b>	<b>Магний (Mg) и его сплавы</b>	Деформируемые и литейные магниевые сплавы
		<b>Титан (Ti) и его сплавы</b>	Деформируемые и литейные титановые сплавы
		<b>Бериллий (Be) и его сплавы</b>	Бериллиевая бронза для изготовления инструментов для взрывоопасных сред

### 2.1.3.1 Сплавы меди

**Медь** – наиболее древний из известных человечеству металлов. Она выплавляется из руды и подвергается очистке термообработкой или электролитным способом.

**Чистая медь.** Чистая медь, благодаря очень хорошей электрической и тепловой проводимости, широко применяется прежде всего в *электротехнической промышленности и термической технике*. За счет хороших антикоррозионных свойств она находит применение также в области наружных сооружений. Формами поставки являются проволока, лист, заготовки и профили.

**Латунь (медно-цинковый сплав).** Медно-цинковый сплав называется латунью. Цвет латуни, в зависимости от содержания цинка, варьируется от красно-желтого до желтого.

Латунь с содержанием цинка менее 30 %, например, **CuZn20** (20 % цинка, остальное – медь) называется **томпаком**. Он особенно пригоден для обработки формованием без снятия стружки. Более высокое содержание цинка повышают твердость латуни, улучшает литейные качества и характеристики резания. Начиная с содержания цинка в 50 %, происходит переход латуни в хрупкое состояние.

Ранее марки латуни обозначались в зависимости от содержания меди. **Ms 63** означало 63% меди. Такая латунь в настоящее время имеет обозначение **CuZn 37** (37 % цинка, остальное – медь).

Латунь применяется преимущественно для изготовления крепежных изделий в монтажной технике (фитинги), а также в различного рода фурнитуре, где применение стали ограничивается ее чувствительностью к коррозии.

**Бронза** – это двойной или многокомпонентный сплав на основе меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом, бериллием и другими добавками. В зависимости от введенного элемента бронзы называют оловянными, алюминиевыми и т. д.

Бронзы обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошими литейными и высокими антифрикционными свойствами и обрабатываемостью резанием. Для повышения механических характеристик и придания особых свойств бронзы легируют железом, никелем, титаном, цинком, фосфором. Введение марганца способствует повышению *коррозионной стойкости, никеля – пластичности, железа – прочности, цинка – улучшению литейных свойств, свинца –улучшению обрабатываемости*.

Цвет бронзы – от красно-коричневого до коричневого. Бронза устойчива к воздействию коррозии, имеет очень хорошие литейные свойства и хорошо деформируется в горячем состоянии. Важнейшими типами бронзы являются следующие:

- оловянная бронза (Cu + Sn (9-20 %));
- свинцовая бронза (Cu + Pb (до 35 %));
- алюминиевая бронза (Cu + Al (до 11 %));
- никелевая бронза (Cu + Ni (до 45 %));
- бериллиевая бронза (Cu + Be);
- специальная бронза (альпака или нейзильбер).

**Специальная бронза.** Распространенное наименование этого сплава – альпака или нейзильбер. Цвет сплава блестяще-серебристый. Легирующими составляющими являются медь (47-64 %), никель (10-25 %) и цинк (15-42 %). Медно-никелевые цинковые сплавы хорошо деформируются, устойчивы к коррозии и имеют достаточно высокую прочность. Сплавы применяются для изготовления хирургических инструментов, в пищевой промышленности и в качестве декоративного материала.

**Бериллиевая бронза.** Бериллий повышает прочность и твердость материала. При столкновении и соударении с другими металлами не возникает искр. Медно-бериллиевые сплавы по этой причине используют для изготовления инструментов, которые применяются во взрывоопасной атмосфере (например, на нефтеперерабатывающих предприятиях).

**Кадмий.** Серебристый металл с синеватым отливом, мягкий и легкоплавкий, плотность 8650 кг/м<sup>3</sup>. Кадмий часто используется в качестве материала покрытия для стальных деталей, реже – в чистом виде. В электротехнике кадмий используется в аккумуляторах (никелево-кадмиевые аккумуляторы). Кадмий может образовывать с другими веществами ядовитые соединения.

**Олово.** Серебристо-белый металл, мягкий, пластичный. Олово в чистом виде в основном применяется для изготовления фольги и тонкого листового материала, или же для производства емкостей (туб). При высокой степени чистоты олово имеет тот недостаток, что при температуре ниже минус 20 °C оно разрушается («оловянная чума»). На воздухе олово тускнеет, покрываясь пленкой оксида, стойкой к химическим реагентам. Благодаря высокой коррозионной стойкости оно используется в качестве металла покрытия в пищевой промышленности (консервные банки). В качестве легирующего металла олово является важной составляющей бронзы, материалов для подшипников скольжения и мягкого припоя.

**Свинец.** *Синевато-серый металл, тяжелый, мягкий, ковкий.* Благодаря высокой плотности ( $11340 \text{ кг/м}^3$ ), чистый свинец в основном применяется там, где требуется именно это свойство (балансировочные и регуляторные грузы). На воздухе покрывается оксидной пленкой, стойкой к химическим воздействиям. Благодаря хорошей коррозионной стойкости свинец используется для облицовки и в качестве материала для покрытия. В качестве легирующего материала в сплавах на основе меди он улучшает литейные качества и обрабатываемость резанием.

**Цинк.** *Цинк имеет серебристо-белый цвет, плотность  $7133 \text{ кг/м}^3$ .* На воздухе покрывается пленкой оксида цинка, что защищает основной металл от коррозии. Наряду с цинковым листом для резервуаров и наружной облицовки, цинк используется как покрытие для материалов на основе железа в целях защиты их от коррозии. Благодаря очень хорошим литейным качествам цинк используется для получения сложных и точных литевых деталей (цинковое литье под давлением).

### 2.1.3.2 Легкие металлы

*Легкие металлы – это металлы или сплавы, удельный вес (плотность) которых составляет до  $5 \text{ г/см}^3$ . В настоящее время возрастает их применяемость при изготовлении конструкций или в автомобилестроении.*

#### 2.1.3.2.1 Алюминий

*Алюминий – серебристо-белый металл, легкий (плотность  $2700 \text{ кг/м}^3$ ), пластичный, с высокой электропроводностью. Химически активен, на воздухе покрывается защитной оксидной пленкой, которая представляет собой эффективную защиту от атмосферных воздействий. Является самым распространенным металлом. В качестве основы служит глинозем, дешевый и часто встречающийся в природе минерал.*

**Свойства.** *Свойства алюминия в значительной мере определяются сочетанием типичных легирующих составляющих: магния, марганца, меди, цинка и кремния. Доля легирующих элементов определяет прочность, обрабатываемость и коррозионную стойкость. Самыми распространенными формами применения и сплавами являются следующие:*

- чистый алюминий;
- алюминиевые деформируемые сплавы;
- алюминиевые литейные сплавы.

**Чистый алюминий.** Чистый алюминий (99,5 % Al) очень хорошо проводит электрический ток, может подвергаться анодированию, однако предел прочности растяжение составляет лишь около 65 Н/мм<sup>2</sup>. Легко поддается обработке без снятия стружки, обработка резанием затруднена. За счет деформации в холодном состоянии можно увеличить прочность примерно на 100 %. Чистый алюминий применяется в основном в электротехнике.

**Алюминиевые деформируемые сплавы.** Алюминиевые деформируемые сплавы относят к наиболее часто используемым алюминиевым сплавам. Термин связан со свойствами этих сплавов, которые в *пластическом состоянии* легко прессовать или вытягивать в самые различные сложные формы, при этом в составе сплава должен находиться кремний. Деформируемые сплавы могут упрочняться в горячем или холодном состоянии.

**Алюминиевые литейные сплавы.** Литейные сплавы отличаются от деформируемых более высоким содержанием кремния (около 12 %), за счет чего значительно улучшаются литейные качества. *Добавки магния улучшают термическую и коррозионную стойкость.*

### 2.1.3.2.2 Магний

*Магний – серебристо-белый металл, очень легкий и прочный, имеет наименьшую плотность из всех конструкционных металлов – 1740 кг/м<sup>3</sup>. На воздухе защищен оксидной пленкой. При средней прочности, равной 100 - 200 Н/мм<sup>2</sup>, детали из магниевых сплавов имеют наиболее оптимальное соотношение «масса/прочность».*

**Свойства.** *Магниевые сплавы обладают малой упругостью, что необходимо учитывать при конструировании деталей. Концентрации нагрузки, в особенности на крепежные элементы, следует избегать. Коррозионная стойкость мала. Магний (например, в форме стружек), является возгораемым и горит с большим выделением тепла.*

Путем изменения содержания легирующих добавок можно изменять свойства сплавов. Алюминий способствует увеличению прочности, марганец – свариваемости, цинк – деформируемости.

### 2.1.3.2.3 Титан

*Титан – серебристо-белый металл, легкий, тугоплавкий, прочный, пластичный металл плотностью 4505 кг/м<sup>3</sup>. Благодаря образованию защитной пленки из оксида, титан химически очень стоек. Он широко применяется в области высоких технологий (космическая промышленность, производство вооружений, авиация, медицинская техника) и в области производства оборудования для экстремальных видов спорта.*

**Свойства.** Титан имеет прочностные свойства, приближающиеся к улучшенным сталям, и сохраняет эти свойства в диапазоне температур 300-500 °С. В зависимости от вида сплава прочность на растяжение составляет от 300 до 900 Н/мм<sup>2</sup>. *Титан наполовину легче стали. Температура плавления (1168 °С) титана превышает температуру плавления стали. Коррозионная стойкость титана исключительно высока, в особенности при воздействии растворов хлорида, морской воды и органических кислот.*

*Титан используется как в чистом виде, так и в форме сплавов. В зависимости от содержания легирующих добавок, титан имеет различные свойства. Основными легирующими металлами являются алюминий, хром, медь, железо, марганец, молибден.*

*Титановые сплавы достигают прочности высоколегированных сталей, однако подвергаются обработке только с использованием специальных методов, в большинстве случаев с определенными ограничениями.*

### 2.1.3.2.4 Бериллий

*Бериллий имеет плотность 1820 кг/м<sup>3</sup> и относится к легким металлам; он обладает также специальными свойствами, которые делают его весьма интересным для использования в высокотехнологичных областях, как космическая и авиационная промышленность. Он прозрачен для рентгеновского излучения. Чистый бериллий хрупок, однако в качестве легирующей добавки в другие металлы (например, медь и сталь), повышает их твердость и усталостную прочность. Бериллиевая пыль вредна для здоровья. Обработка бериллия осложняется токсичностью сплавов и поэтому не может быть произведена в условиях мастерских.*



## 2.1.4 Общие правила применения инструментов для обработки деталей из цветных металлов

*Обработка алюминия значительно отличается от обработки черных металлов. При выборе технологии обработки следует учитывать следующие моменты:*

- *общие правила применения инструментов;*
- *обработка формованием без снятия стружки;*
- *обработка резанием со снятием стружки;*
- *техника соединений;*
- *сварка.*

*Технология обработки материалов на основе магния во многих случаях аналогична обработке алюминия.*

*Технология обработки материалов на основе титана в некоторых областях значительно отличается от обработки обычных сортов стали. При выборе технологии обработки необходимо иметь в виду эти отличия.*

*Для обработки меди и ее сплавов, алюминия, магниевых сплавов следует использовать отдельные инструменты. Любых контактов с чужеродными металлическими частицами (например, отходы обработки, шлифовальная пыль), особенно черных металлов, необходимо избегать, так как по этой причине может возникнуть:*

- *окрашивание деталей;*
- *коррозия в детали, изготовленной из алюминия, или же на ее поверхности;*
- *коррозия в детали, изготовленной из магниевого сплава, или же на ее поверхности.*

*Это правило следует особо соблюдать при обработке поверхностей. В общем и целом, например, щетки, с помощью которых производится обработка деталей из коррозионностойкой стали (магниевых сплавов), должны быть также изготовлены из коррозионностойкой стали (или латуни). Инструменты (напильники, шлифовальный материал), с помощью которых производится обработка простой стали, **нельзя применять** для обработки цветных металлов. При хранении цветные металлы должны быть отделены от других металлов подкладками и прокладками.*

**Обработка формированием без снятия стружки.** Цветные металлы в большинстве своем очень хорошо подвергаются формированию без снятия стружки. При формовании без снятия стружки (гибка, штамповка, глубокая вытяжка) происходит холодное упрочнение. Если такое холодное упрочнение нежелательно или этому препятствует последующая обработка, его можно устранить промежуточным отжигом с последующей закалкой.

Чистый титан хорошо деформируется, титановые сплавы из-за их хрупкости имеют более низкие характеристики деформируемости. Возможна ковка при температурах около 700 °С в среде защитного газа.

**Обработка резанием.** Меньшая прочность и твердость цветных металлов позволяют применение больших скоростей резания при их обработке. При сверлении или токарной обработке обычно применяют эмпирическое правило: **частота вращения увеличивается в два раза по сравнению с частотой вращения инструмента при технологической обработке стальных деталей.**

Алюминий, медь, цинк и бронза являются материалами, образующими при сверлении длинную стружку, по этой причине при сверлении требуется применение сверл с большим значением поперечного переднего угла (угла стружечной канавки). **Латунные сплавы имеют короткую стружку** и поэтому требуется применение меньших значений поперечного переднего угла на режущей кромке инструмента. **Свинец и олово склонны к смазыванию** и к образованию нароста на режущем инструменте, что можно устранить использованием смазочно-охлаждающей жидкости.

Алюминий склонен к образованию нароста на режущем инструменте, что можно устранить использованием смазочно-охлаждающей жидкости. Применение специализированного инструмента с покрытием нитридом титана и без смазочно-охлаждающей жидкости невозможно: из-за сходства нитрида титана и алюминия.

При проведении любых видов обработки резанием необходимо иметь в виду, что **магниева стружка является горючей и магневая пыль является взрывоопасной.** Для уменьшения опасности обработку резанием следует проводить таким образом, чтобы возникающая при этом стружка и частицы пыли были как можно большего размера. Применение воды в качестве составной части смазочно-охлаждающей жидкости или огнегасящего средства не допускается, так как с горящим магнием она способствует образованию взрывоопасной смеси.

При обработке **титана** необходимо следить за **заточкой инструмента**, правильным **выбором подачи** и **образованием стружки**. Специализированный инструмент для обработки необходимо выбирать с учетом наличия больших нагрузок.

При **нарезании резьбы** предпочтение необходимо отдавать более крупноразмерной резьбе, так как на мелкой резьбе из-за нароста частиц («задираание») наблюдаются явления излома на режущей кромке инструмента.

**Техника соединений.** На деталях из цветных металлов могут использоваться обычные соединительные элементы. При этом следует учитывать, что они должны изготавливаться из тех же материалов, что и соединяемые элементы, или же из коррозионностойких сталей вследствие опасности возникновения контактной коррозии.

Если в соединениях используются стальные детали, необходимо отделить соединительные элементы друг от друга изолирующими прокладками во избежание контактной коррозии.

При этом следует избегать образования узких пустот, в том числе между однотипными материалами, так как они способствуют возникновению щелевой коррозии.

В последнее время все шире используются клеевые соединения, у которых можно избежать недостатков, связанных с образованием коррозии.

**Сварка, пайка.** Большинство цветных металлов можно сваривать с применением автогена, однако, как правило, широко используется техника пайки. При этом используются как низкотемпературные припои (мягкие припои) на основе свинца и олова, так и высокотемпературная пайка (пайка с использованием твердого припоя) с латунным, медным или серебряным припоем. **Медь**, которая подвергается сварке или пайке твердым припоем, **не должна иметь в своем составе кислорода**. Даже небольшое количество кислорода в меди вступает в реакцию с водородом газов, образующихся при сварке или пайке, что приводит к переходу в хрупкое состояние меди (водородное охрупчивание).

**Большинство алюминиевых и магниевых сплавов свариваются хорошо**, вместе с тем они склонны к появлению сварных напряжений и деформаций при не соответствующих параметрах сварки из-за более высокого коэффициента теплового расширения. Сварка осуществляется исключительно в среде защитного газа, преимущественно методами MIG (дуговая сварка плавящимся электродом в среде инертного газа) и WIG (TIG) (дуговая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в инертном газе). При образовании толстых сварных швов это может привести к их пористости, если не применять подходящих методов сварки (высокочастотное наложение, импульсный метод сварки).

Сварка **титана**, за исключением точечной сварки, должна осуществляться в основном в среде защитного газа, так как расплавленный титан воспринимает большое количество кислорода и азота, что ведет к увеличению хрупкости.



3. Сплав из меди и цинка называется:

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| а) бронза;         | б) латунь;               |
| в) красная латунь; | г) нейзильбер (альпака). |

Ответ:

4. Сплав из меди и олова называется:

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| а) бронза;         | б) латунь;               |
| в) красная латунь; | г) нейзильбер (альпака). |

Ответ:

**III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

1. На свойства стали влияют легирующие добавки:

- |              |              |
|--------------|--------------|
| а) никель;   | б) молибден; |
| в) алюминий; | г) свинец;   |
| д) кобальт.  |              |

Ответ:

## 2.1.6 Проверка степени усвоения материала

### Задание 1.2

#### I. Приведите в соответствие

1. Приведите в соответствие (стрелками) вид материала и длину стружки, получаемой при его сверлении:

<i>Вид материала</i>	<i>Длина стружки</i>
1. Алюминий	А. Короткая
2. Латунь	Б. Средняя
1. Сталь	В. Длинная
	Г. Веерообразная

Ответ: 

1	→	
2	→	
3	→	

2. Приведите в соответствие (стрелками) группы коррозионностойкой стали и их свариваемость:

<i>Группы коррозионностойкой стали</i>	<i>Свариваемость</i>
1. Мартенситные	А. Хорошая
2. Ферритные	Б. Низкая
3. Аустенитные	В. Не свариваются
	Г. При применении специальных электродов

Ответ: 

1	→	
2	→	
3	→	

## II. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. При обработке коррозионностойкой стали резанием появившиеся цвета побежалости устраняются:

- а) полированием;
- б) травлением;
- в) шлифованием.

Ответ:

2. Под воздействием внешней среды нержавеющей сталь *заржавеет* в местах его соприкосновения с металлом:

- а) алюминий;
- б) конструкционная сталь;
- в) медь;
- г) цинк

Ответ:

## III. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Обработку коррозионностойкой стали производят щётками, изготовленными из \_\_\_\_\_ стали.

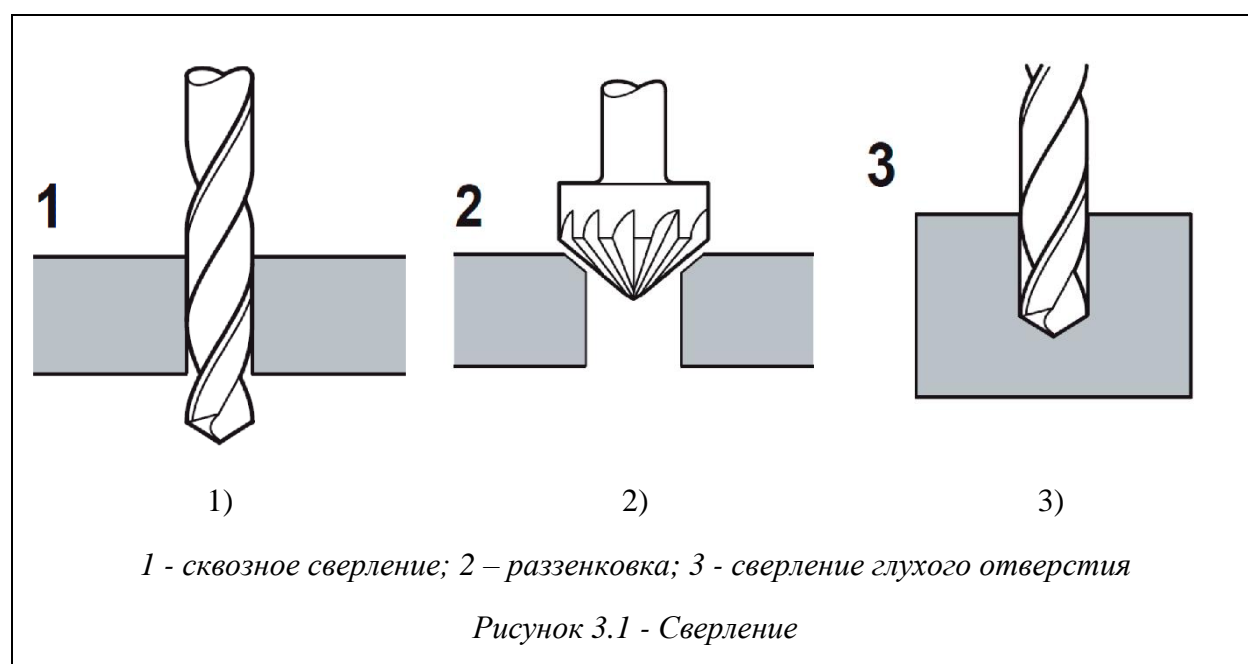
## 3 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ

### 3.1 Модуль 2 «Оснастка для сверления»

#### Учебный материал 2

#### 3.1.1 Общие сведения об оснастке для сверления

**Сверление** – это образование сверлом сквозного или глухого цилиндрического отверстия в обрабатываемом материале (рис. 3.1).



Основные виды сверления:

- *сквозное сверление* (через заготовку);
- *сверление глухого отверстия* (глубина сверления не превышает толщины материала);
- *глубокое сверление* (глубина высверленных отверстий более чем в 5 раз превышает диаметр сверла).

В дополнение к основным видам сверления существуют дополнительные варианты сверления:

- *сверление в твердом материале*;
- *развертывание предварительно просверленных отверстий*;



- *коническое зенкование высверленных отверстий.*

Наиболее важными *критериями* для сверления являются:

- *выбор подходящего сверла;*
- *выбор скорости резания (скорости вращения);*
- *выбор соответствующего усилия подачи.*

Указанные критерии должны быть оптимизированы под обрабатываемый материал. Для того, чтобы выбрать оптимальное сверло, скорость вращения и приложенное давление, нужно учитывать:

- *в каком материале нужно сверлить отверстие;*
- *какой диаметр отверстия необходимо получить;*
- *является ли просверливаемое отверстие сквозным, глухим или глубоким.*

Символические обозначения сверл приведены в *приложении В*.

### **3.1.1.1 Процесс сверления**

*Процесс сверления* является результатом давления подачи (движения подачи) и *вращательного движения* (движения резания). Их влияние состоит в следующем: *давление (подача)* заставляет режущую кромку сверла *проникнуть* в обрабатываемый материал. Помимо этого, *вращательное движение* (движение резания) *вращает сверло* и помогает боковой поверхности режущей кромки продвигаться в материал. Тем самым *материал отрезается* в виде *стружек*, которые благодаря вращательному движению и геометрии спирали сверла (стружечные канавки) удаляются из высверленного отверстия. Решающим фактором для оптимального процесса сверления является геометрия сверла.

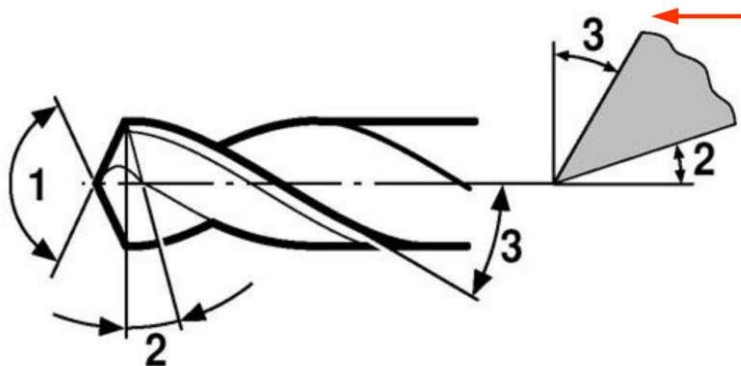
### **3.1.1.2 Геометрия сверла**

*Геометрию сверла* (рис. 3.2) обычно определяют как конструкцию режущих кромок сверла. Три режущие кромки являются наиболее важными:

- 1) *главная режущая кромка;*
- 2) *режущее ребро;*
- 3) *вспомогательная режущая кромка.*

Их эффективность базируется на согласовании углов резания, из которых следующие параметры определяют классифицирующие признаки:

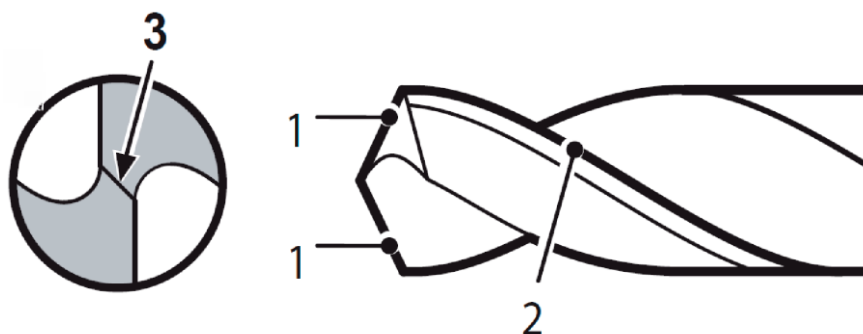
- угол при вершине (угол заточки);
- задний угол;
- угол подъема стружечной канавки (передний угол);
- режущая часть.



1 - угол при вершине; 2 - задний угол; 3 - угол подъема стружечной канавки

Рисунок 3.2 - Геометрия сверла

**Главная режущая кромка** отвечает за процесс сверления. Спиральное сверло всегда снабжено двумя главными режущими кромками. Они связаны между собой поперечной режущей кромкой (рис. 3.3).



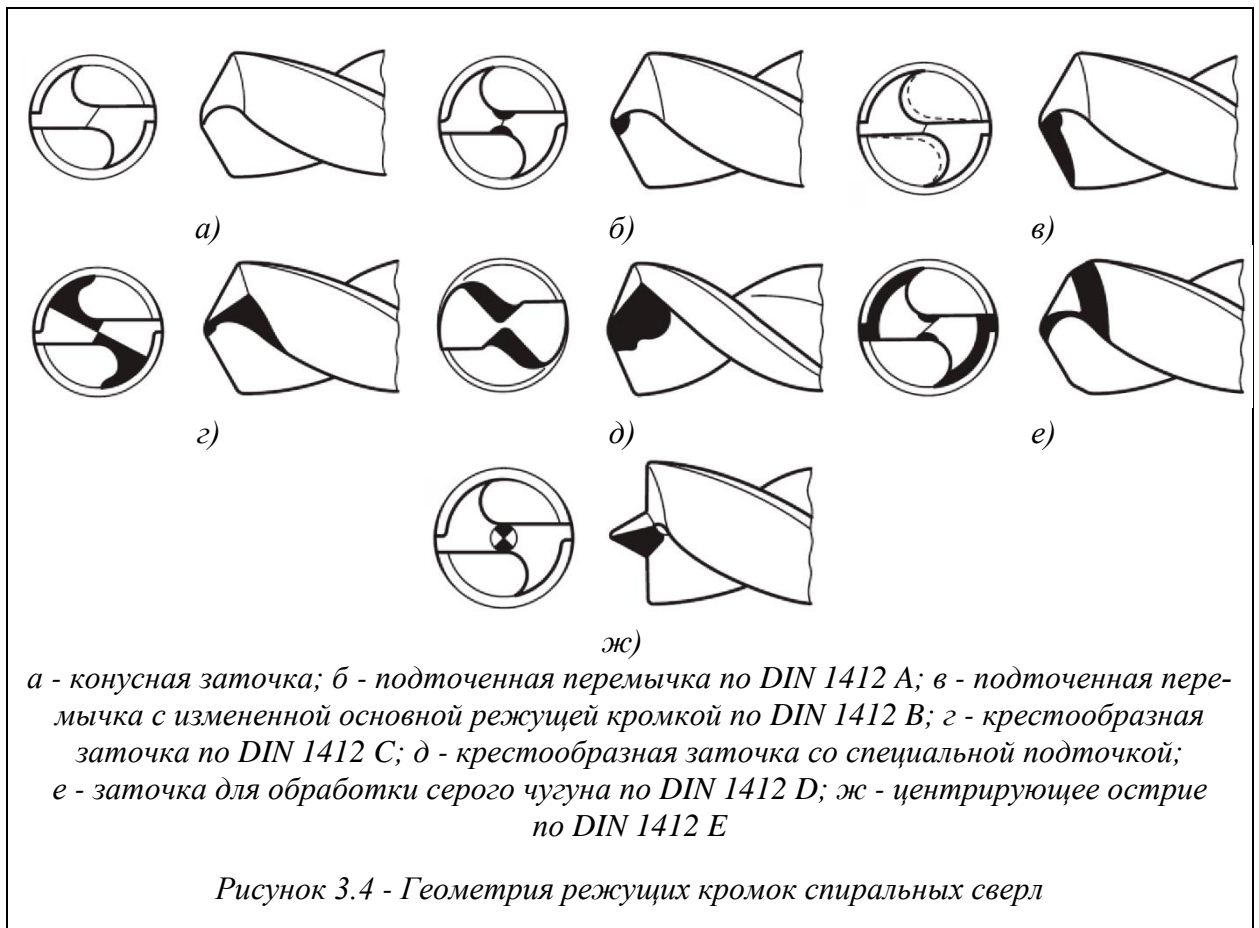
1 – две основные режущие кромки; 2 – вспомогательная режущая кромка; 3 – поперечная режущая кромка

Рисунок 3.3 – Режущие кромки сверла. Главные режущие кромки

## Характер заточки режущих кромок

Наиболее простой формой режущих кромок является конусная заточка. (см. рис. 3.4а). При такой форме переход между двумя режущими кромками осуществляется посредством так называемой перемычки.

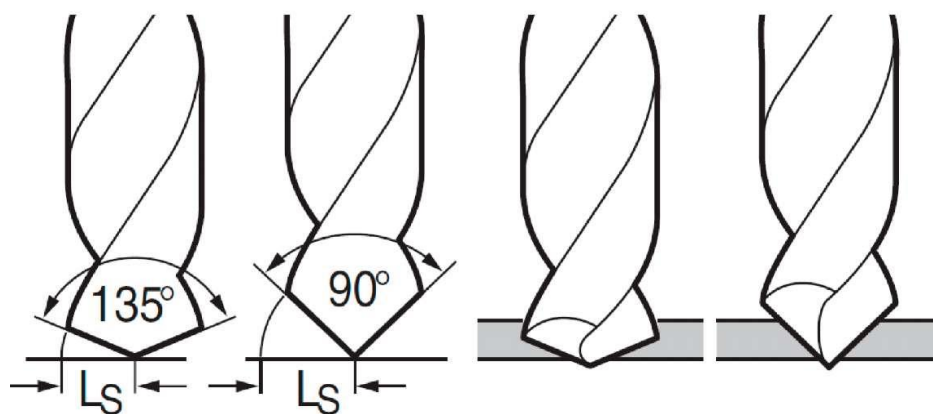
Перемычка расположена на средней оси острия сверла и за счет этого (почти) не имеет окружной скорости. Благодаря этому обстоятельству и «тупой» режущей форме перемычка не участвует в самом процессе сверления, а лишь трется о поверхность материала и отодвигает его в сторону. Как следствие, при центрировании отверстия сверло не получает точной ориентации и, несмотря на разметку керном, его может увести в сторону. При обычном сверлении трение перемычки должно преодолеваться за счет увеличения усилия нажима. *На это расходуется до 60 % от общего усилия!* Возрастает степень нагрева и уменьшается рабочая подача. По этой причине сверла с перемычкой следует использовать только для рассверливания предварительно просверленных отверстий. При этом диаметр предварительно просверленного отверстия должен соответствовать ширине перемычки сверла, используемого для рассверливания.



Другими возможными формами являются заточка с подточенным острием (см. рис. 3.4б, в) или крестообразная заточка (рис. 3.4г). Такие формы являются более трудоемкими в изготовлении и, как следствие, приводят к удорожанию сверла. Однако они позволяют избежать недостатков, связанных с наличием перемычки. Более высокое качество отверстий, меньшее усилие сверления (как следствие, увеличение срока службы) вместе с повышенной рабочей подачей окупают высокую себестоимость уже после просверливания нескольких отверстий

Самое большое **преимущество сверл с крестообразной заточкой** при их использовании с ручными электродрелями заключается в значительно меньшем усилии нажима, поскольку это усилие должно прилагаться вручную и не может быть увеличено за счет рычага, как в стационарных сверлильных станках.

**Угол при вершине ( $W_s$ ).** В спиральном сверле *угол при вершине* необходим, чтобы сверло смогло центрироваться в обрабатываемой детали. *Угол должен всегда быть меньше  $180^\circ$ .*



$W_s = 135^\circ$ :  $L_s$  = маленькая, отвод тепла меньше, ориентация лучше;

$W_s = 90^\circ$ :  $L_s$  = большая: отвод тепла больше, ориентация хуже

Рисунок 3.5 - Сверление металла и пластмассы. Геометрия режущей кромки сверла

**Больший угол** при вершине ( $W_s$ ) (рис. 3.5) означает, что *режущая кромка ( $L_s$ ) короче*, что крутящий момент, необходимый для сверла, меньше, и *задние грани сверла входят в материал раньше*, что обеспечивает лучшую точность направления сверла во время начальной фазы сверления. Тем самым уменьшается или фактически устраняется вероятность «заклинивания» сверла в тонком листовом металле.

*Маленький угол при вершине обеспечивает более длинную режущую кромку, что улучшает теплоотвод. Это выгодно для глубокого сверления. Направляющие грани вступают в действие позже, что осложняет ориентацию сверла на начальном участке сверления. Сквозное сверление в тонких металлических листах часто сопровождается «заклинивания» сверла в листовом металле.*

**Стандартные углы** при вершине равняются **118°** (универсальный угол для более **мягких материалов**) и **135°** (более предпочтительный для **твердых материалов**). Иные углы при вершине имеют скорее отрицательные свойства и используются только для специальных случаев.

*Для твердых материалов (угол при вершине  $W_s = 135^\circ$ ):*

- короткая режущая кромка  $L_s$ ;
- более низкий теплоотвод;
- легкое засверливание (лучше точность направления сверла);
- необходимо меньшее усилие.

*Для мягких материалов (угол при вершине  $W_s = 90^\circ$ ):*

- длинная режущая кромка  $L_s$ ;
- хороший теплоотвод;
- плохое засверливание (хуже точность направления сверла).

### **Задний угол**

*Задний угол* дает возможность режущей кромке *проникать в обрабатываемую* деталь. Без заднего угла режущая кромка скользила бы по поверхности обрабатываемой детали, не проникая внутрь ее. Задний угол образуется зазором режущих кромок сверла, используемые углы:  $5^\circ$ – $12^\circ$ .

Если задний угол слишком большой, то есть если зазор режущей кромки слишком большой, то режущая кромка может преждевременно изнашиваться под нагрузкой или даже вырываться. Существует дополнительная опасность в том, что режущая кромка будет застревать в материале из-за низкого сопротивления резанию.

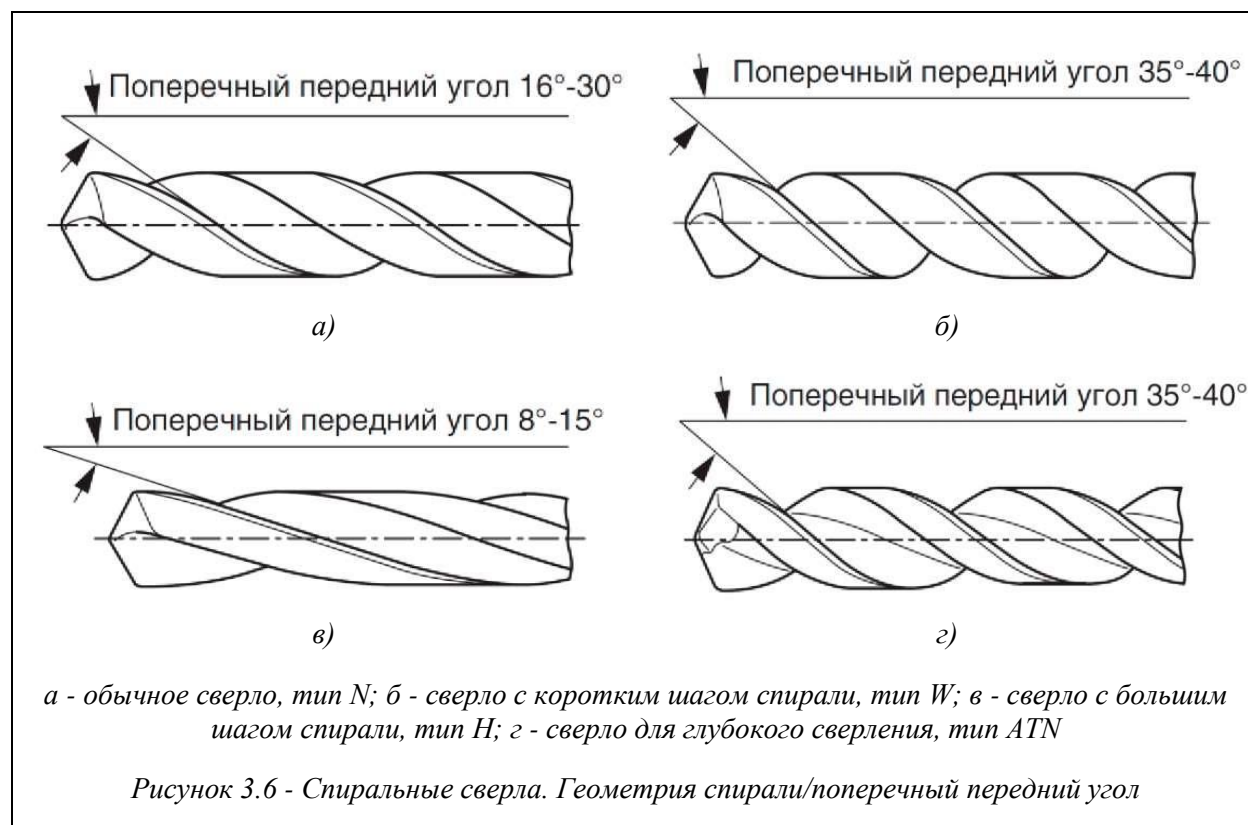
### **Угол подъема стружечной канавки**

Угол подъема стружечной канавки (поперечный передний угол) режущей кромки сверла определяется рабочим углом в передней плоскости режущего инструмента (боковым передним углом) спирали сверла. Он оказывает решающее влияние на формирование и удаление стружки. Поэтому угол подъ-

ема стружечной канавки выбирается в соответствии со свойствами обрабатываемого материала. Три наиболее *важных* типа угла обозначаются символами *N*, *H* и *W* (рис. 3.6).

Для общего применения, преимущественно для обработки различных типов *конструкционной стали* (твердостью 500-1300 Н/мм<sup>2</sup>), *мягкого серого чугуна*, *цветных металлов* средней твердости выбирают средний угол подъема стружечной канавки, который составляет от **16°** до **30°**. Соответственно такие сверла относятся к *типу N* (рис. 3.6а).

«Мягкие» материалы, такие как алюминий и мягкие алюминиевые сплавы, цинк, вязкие и термически упрочненные *легкие металлы*, медь, фосфористая бронза, сплавы на основе меди и олова образуют *длинную стружку* и поэтому требуют большого угла подъема стружечной спиральной канавки, который приблизительно составляет от **35°** до **40°**. Такие сверла относятся к *типу W* (рис. 3.6б).



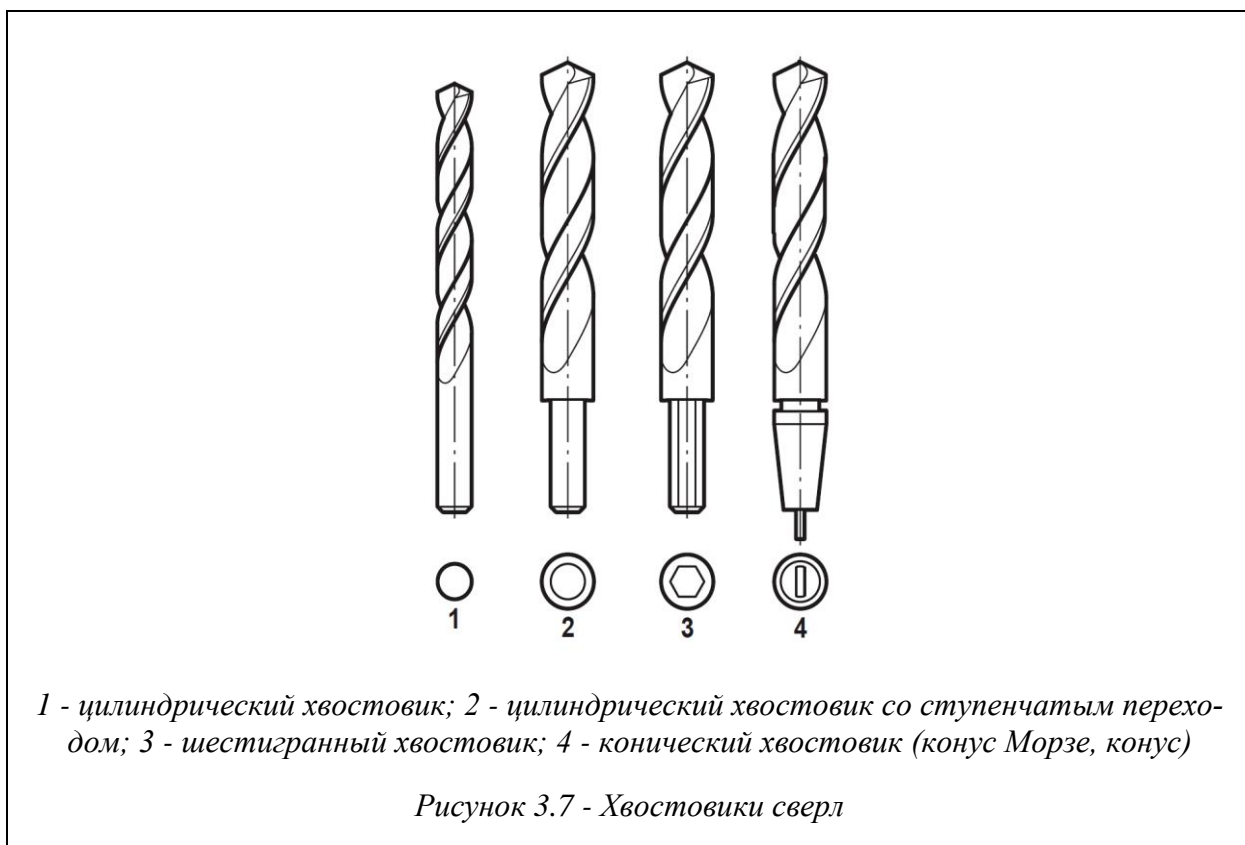
«Твердые» материалы, как, например, легированная и высоколегированная сталь (твердостью 1300 Н/мм<sup>2</sup> и выше), сорта латуни, магниевые сплавы, образующие *короткую стружку*, требуют небольшого угла захода, который составляет от **8°** до **15°**. Такие сверла относятся к *типу H* (рис. 3.6в).

Для глубокого сверления и при затрудненных условиях обработки необходимо применять сверла с широкими стружечными канавками и скругленным задним углом. Угол захода составляет от  $35^\circ$  до  $40^\circ$ . Такие сверла относятся к **типу ATN** (рис. 3.62).

**Хвостовик сверла** (рис. 3.7) используется для фиксации сверла в сверлильном патроне дрели. Он должен быть способен передавать **крутящие усилия** и обеспечивать высокий уровень **концентричности вращения**.

В зависимости от цели и области применения наиболее часто применяемыми типами хвостовиков являются:

- *цилиндрический хвостовик;*
- *цилиндрический хвостовик со ступенчатым переходом;*
- *шестигранный хвостовик;*
- *конический хвостовик.*



**Цилиндрические хвостовики** характерны для маленьких спиральных сверл. Они используются везде, где имеются высокие требования к концентричности. Обычно это имеет место в области металлообработки. Диаметр цилиндрических хвостовиков может достигать до 13 мм, иногда до 16 мм.



Модифицированным вариантом цилиндрического хвостовика является **цилиндрический хвостовик со ступенчатым переходом** (механически обработанный). Это его свойство позволяет вставлять в патрон сверла, диаметр которых больше, чем диаметры зажимаемых в сверлильный патрон сверл. **Предостережение:** хвостовики со ступенчатым переходом должны использоваться только как временное решение, так как крутящий момент, необходимый для сверл большого диаметра, часто не может передаваться посредством фрикционного зацепления трехкулачкового патрона. Как только сверло начинает проскальзывать, происходит повреждение зажимной секции хвостовика, и точное вращение больше не может гарантироваться. Кроме того, поврежденные секции хвостовика сверла имеют острые кромки, которые могут ранить пользователя.

**Шестигранный хвостовик** очень хорошо подходит для передачи высоких крутящих моментов благодаря соединению с геометрическим замыканием между кулачками сверлильного патрона и хвостовиком, которое препятствует проскальзыванию сверла. Использование шестигранных хвостовиков характерно для сверления отверстий больших диаметров в древесине, при котором немного сниженная концентричность по сравнению со сверлами с цилиндрическим хвостовиком не настолько важна.

Если требуется передача очень высокого крутящего момента и точность сверления при помощи высокой концентричности, решением является так называемый **конический хвостовик (конус Морзе)**. Это высокоточное направление сверла является результатом использования конуса, который передает крутящий момент путем фрикционного сцепления всей его площади поверхности.

**Материалы для изготовления сверл.** В основном **материал сверла** должен быть **более твердым, чем материал, который нужно обрабатывать**. Поэтому **сверло** изготавливается, как правило, из **инструментальной стали** специального качества. Используются следующие **типы стали**:

- **хромованадиевая инструментальная сталь (CV);**
- **высоколегированная быстрорежущая сталь (HSS);**
- **твердый сплав (НМ).**

Сверла из хромованадиевой инструментальной стали рекомендуются для сверления древесины. Они **не должны использоваться для сверления металла**.

Для сверления металла не рекомендуется использовать сверла, изготовленные из обычной инструментальной стали. Такие сверла очень быстро утрачивают способность выдерживать точность размеров, затупляются и не годятся для экономичного и прецизионного сверления металла. В настоящее



время для сверления металла используются сверла только из **высококачественной быстрорежущей стали (HSS)**. Такие сверла обладают более высокой твердостью, а, следовательно, способны более точно выдерживать размеры. У них также лучше показатель термической стойкости, что позволяет работать на более высоких скоростях без потерь времени.

Для обработки вязких металлов и твердых сплавов (коррозионностойкой (**нержавеющей**) **стали**)) можно использовать только **сверла**, изготовленные **из сплавов с содержанием кобальта (сверла HSS-Co)**. Добавление хрома и кобальта улучшает твердость и термостойкость сверл.

**Твердые сплавы** – это искусственно созданные металлы с высоким содержанием вольфрама и кобальта. Они производятся в процессе спекания, что делает их чрезвычайно твердыми и хрупкими. По этой причине они используются только для режущих кромок сверл. В ручных машинах оснащенные твердосплавными режущими пластинами сверла используются для обработки неметаллических материалов, таких как керамика, стекло и материалы, армированные волокном. Их особые свойства оптимизированы благодаря использованию специальной геометрии режущих кромок сверла для соответствия обрабатываемому материалу.

### **Покрытие сверл**

Для улучшения рабочих характеристик сверла на его поверхность может быть нанесено специальное покрытие. Благодаря особой твердости покрытия уменьшается трение, и в результате выделяется меньше тепла. В качестве покрытия в основном используется **нитрид титана (сверла HSS-TiN)**. При использовании в небольших мастерских, где обработка осуществляется без охлаждения, сверла с покрытием из нитрида титана нельзя применять для обработки сплавов алюминия. За счет химического сродства алюминия и титана алюминий вплавляется в покрытие. Он практически мгновенно образует нарост на режущих кромках и закупоривает спирали сверла. В результате сверло становится непригодным для дальнейшего использования.

### **3.1.2 Сверла для металлообработки**

Витые сверла почти исключительно используются для сверления отверстий в металле. Эти распространенные принадлежности также известны

под названием «*спиральные сверла*». Во время металлообработки должны соблюдаться следующие требования: высверленное отверстие должно иметь точный размер, скорость выполнения работы должна быть насколько возможно быстрая, сверло должно иметь насколько возможно более длительный срок службы. На эти три требования влияют материал сверла, геометрия режущей кромки и способ изготовления сверла. Для сверления отверстий в металле не рекомендуется использовать сверла, изготовленные из стандартной инструментальной стали. Эти сверла через короткое время теряют точность размеров, затупляются и становятся непригодными для эффективного и точного сверления в металле.

**Типы сверл**, используемые для металлообработки столь же многочисленны, как и их области применения. В модуле 2 «Оснастка для сверления» данного учебного пособия описания только наиболее важные типы свёрл.

### 3.1.2.1 Спиральное сверло (стандартное сверло)

**Конструкция:** спиральные свёрла имеют две режущие кромки на вершине сверла и двойную стружечную канавку вдоль хвостовика (*рис. 3.8*).

**Принцип работы:** давление подачи заставляет режущие кромки сверла врезаться в материал. Стружечные канавки обеспечивают правильное удаление из отверстия стружек, образующихся во время сверления.

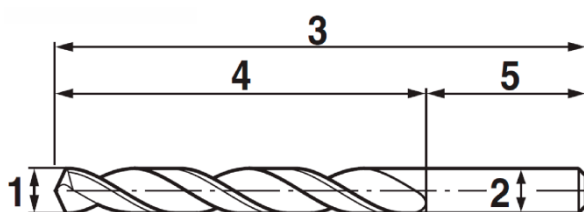
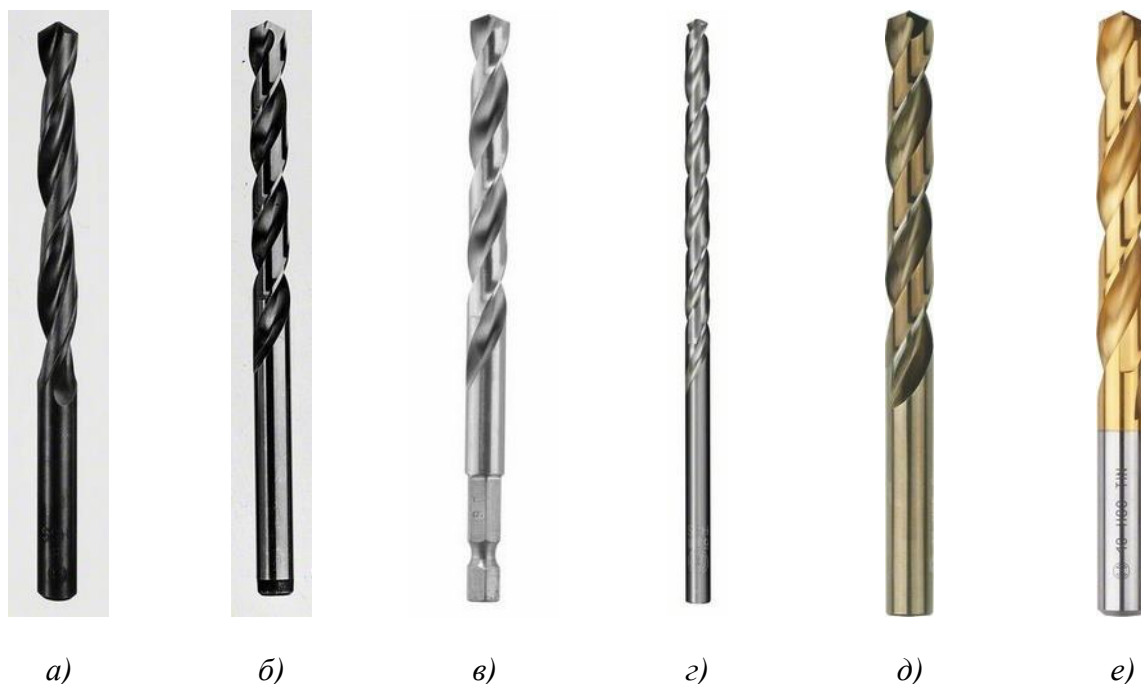
**Область применения:** *стандартные виды металлообработки*, сверло предназначено для широкого круга задач от наименьшего до наибольшего диаметра практически во всех типах материалов.

**Особые свойства:** универсальное сверло. Для данного вида сверла требуется высокое давление подачи со стороны пользователя, если оно снабжено поперечной режущей кромкой. Специальная геометрия режущей кромки обеспечивает оптимальные результаты при *сверлении различных металлов*.

#### Сверло по металлу HSS-R, DIN 338 (*см. рис. 3.8a*)

- Спиральное сверло из быстрорежущей стали по DIN 338: 2 режущие кромки, цилиндрический хвостовик, 2 спирали;
- Праворежущее спиральное сверло, тип N, острие сверла  $118^\circ$ , допуск на диаметр h8;
- Завальцованная спираль со шлифованной фаской, с поверхностным упрочнением путём обработки паром;

- Хвостовик соответствует диаметру сверления, цвет сверла: чёрный;
- Для легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 900 Н/мм<sup>2</sup>, цветных металлов, серого чугуна, твёрдых пластмасс;



*а - сверло HSS-R по DIN 338; б - сверло HSS-G Standardline по DIN 338; в - сверло с шестигранным хвостовиком 1/4" по ISO 1173 E6.3; г - сверло HSS-G по DIN 340; д - сверло HSS-Co Standardline по DIN 338; е - сверло HSS-TiN по DIN 338; 1 - диаметр сверла; 2 - диаметр хвостовика; 3 - общая длина; 4 - рабочая длина; 5 - длина хвостовика*

*Рисунок 3.8 – Спиральные свёрла по металлу*

- Высокая эластичность благодаря термообработке;
- Незначительная вероятность излома – особенно при сверлении отверстий диаметром менее 6 мм;
- Спиральная канавка с оксидным покрытием для быстрого отвода стружки;
- Долгий срок службы благодаря необходимой толщине стержня и исключительной твёрдости в рабочей зоне;

- Торсионная способность снижает вероятность поломки, например, при шатании сверла;
- Диаметры сверл: от 1 до 13 мм.

**Указание:** при работе со свёрлами по металлу HSS-R необходимо использовать универсальную смазку (код для заказа 2 607 001 409).

### **Сверло по металлу HSS-G (см. рис. 3.8б)**

- Для легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 900 Н/мм<sup>2</sup>, стального литья, серого чугуна, металлокерамического сплава на основе железа, ковкого чугуна, цветного металла, твёрдых пластмасс;
- Точно заточенное сверло по стали HSS-G позволяет сверлить со скоростью на 40 % выше и с нажимом на 50 % меньше, чем стандартное сверло HSS с конусной заточкой;
- Самоцентрирующееся острие сверла с крестообразной подточкой делает излишним предварительное кернение или сверление отверстий диаметром до 10 мм;
- Свёрла HSS-G изготавливаются в двух исполнениях: *Topline* и *Standardline*. Свёрла *Topline* отвечают самым высоким требованиям, стандартные свёрла *Standardline* предназначены для профессионального применения;
- Диаметры сверл: от 1 до 16 мм.

### **Сверло по металлу HSS-G, DIN 338 с шестигранным хвостовиком 1/4" (дюйма) (см. рис. 3.8в)**

- Особо точно заточенное спиральное сверло HSS по DIN 338;
- Праворежущее спиральное сверло, тип N, шестигранный хвостовик 1/4" по ISO 1173 E6.3, острие сверла 135°, крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- Полностью заточенное спиральное сверло с исключительным качеством обработки поверхности в соответствии со специальным заводским стандартом;
- Цвет сверла: белый;
- Двухспиральное;
- Диаметры сверл: 2; 3; 4; 5; 6; 8 мм.

### **Сверла HSS-G для металла, DIN 340 (см. рис. 3.8г)**

- Спиральное сверло из быстрорежущей стали по DIN 340: 2 режущие кромки, цилиндрический хвостовик, 2 спирали;
- Праворежущее спиральное сверло, тип N, острие сверла 135°, крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- Полностью заточенное спиральное сверло с оксидным покрытием для оптимального отвода стружки;
- Диаметр хвостовика соответствует диаметру сверления, цвет сверла: в упаковке с 1 шт. – белый, в упаковке с 5 шт. – чёрный;
- Диаметры сверл: от 3 до 13 мм.

### **Сверло по металлу HSS-Co (см. рис. 3.8д)**

- Спиральное сверло из легированной быстрорежущей стали по DIN 338, содержание кобальта 5 %: 2 режущие кромки, цилиндрический хвостовик, 2 спирали;
- Праворежущее спиральное сверло, тип N, острие сверла 135°, крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- Полностью заточенное спиральное сверло с исключительным качеством обработки поверхности в соответствии со специальным заводским стандартом;
- Диаметр хвостовика соответствует диаметру сверления, цвет сверла: бронзовый;
- Для легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 1000 Н/мм<sup>2</sup>, нержавеющей стали V2A/V4A, серого чугуна, стального литья, кислото- и жаростойких сталей;
- Точные свёрла с исключительной термо- и износостойкостью;
- Для использования в стойках сверлильного станка или вертикально-сверлильных станках;
- Свёрла HSS-Co изготавливаются в двух исполнениях: *Topline* и *Standardline*. Свёрла *Topline* отвечают самым высоким требованиям, стандартные свёрла *Standardline* предназначены для профессионального применения;
- Диаметры сверл: от 1 до 13 мм.

***Сверление в хромоникелевой стали, оптимально подходит для использования в комбинации с вертикально-сверлильным станком и охлаждающей жидкостью.***

**Указание:** при работе со свёрлами по металлу HSS-Co необходимо использовать универсальную смазку (код для заказа 2 607 001 409).

### **Сверло по металлу HSS-TiN (см. рис. 3.8e)**

- Спиральное сверло из быстрорежущей стали по DIN 338: 2 режущие кромки, цилиндрический хвостовик, 2 спирали;
- Праворежущее спиральное сверло, тип N, острие сверла 135°, крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- Полностью заточенное спиральное сверло со специально улучшенной поверхностью с титан-нитридным покрытием;
- Диаметр хвостовика соответствует диаметру сверления, цвет сверла: золотой;
- Для легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 900 Н/мм<sup>2</sup>. Для ковкого чугуна, металлокерамического сплава на основе железа, мельхиора, меди, бронзы и твёрдых пластмасс, а также плексигласа;
- Увеличение производительности сверления на 40 % больше по сравнению с другими свёрлами с острием сверла 118° без крестообразной подточки;
- Благодаря титаново-нитридному покрытию достигается минимальное трение, при этом существенно уменьшается прилипание материала;
- Диаметры сверл: от 1 до 13 мм.

***Сверление в плексигласе с минимальным прилипанием материала и с использованием охлаждающей жидкости.***

***В шесть раз больший срок службы при правильном охлаждении.***

**Указание:** не использовать для сверления в алюминии, при работе свёрла по металлу HSS-TiN применять только с охлаждающей жидкостью (использовать универсальную смазку (код для заказа 2 607 001 409).

### **3.1.2.2 Спиральное сверло с коротким хвостовиком**

*Спиральные сверла с коротким хвостовиком* – это короткие сверла, которые используются для сверления отверстий в тонких металлических листах, специально для заклепок с потайной головкой (рис. 3.9). Соответствуя применяемым заклепкам с потайной головкой или взрывным заклепкам, они обычно имеют стандартные диаметры, например, 3,4 мм; 4,0 мм; 4,5 мм; 4,9 мм. Из-за погрешности, возникающей при ручном сверлении, выбираемые заклепки (3,5 мм; 4,0 мм; 4,5 мм; 5 мм) обычно плотно «сажаются» в высверленные отверстия.



а)



б)

*а - сверло укороченное HSS-R по DIN 1897; б – сверло двухстороннее HSS-G*

*Рисунок 3.9 – Сверло с коротким хвостовиком*

### **Свёрла укороченные HSS-R, DIN 1897 (см. рис. 3.9а)**

- Спиральное сверло из быстрорежущей стали по DIN 1897: 2 режущие кромки, цилиндрический хвостовик, 2 спирали;
- Праворежущее спиральное сверло, тип N, острие сверла  $118^\circ$ , крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- Завальцованная спираль со шлифованной фаской, с поверхностным упрочнением путём обработки паром;
- Хвостовик соответствует диаметру сверления, цвет сверла: чёрный
- Для конструкционной стали, легированных металлов и цветных металлов с пределом прочности при растяжении до  $900 \text{ Н/мм}^2$ ;
- Для сверления листового материала и труб с толщиной стенки от 2 до 6 мм;
- Для стационарного применения особенно в комбинации с ручными дрелями;
- Точное сверление без предварительного кернения благодаря самоцентрирующемуся острию сверла;
- Очень короткие свёрла для сверления в узких местах;
- Спираль с оптимальной рабочей длиной для выполнения большинства обычных работ;

- Самоцентрирующееся острое сверла для точного начала сверления без предварительного кернения;
- Диаметры сверл: от 2 до 10 мм.

*Чистое сверление, даже в узких местах.*

### **Двухсторонние сверла HSS-G (см. рис. 3.9б)**

- Заточенное сверло HSS, аналогично DIN 1897;
- Праворежущее спиральное сверло, тип N, острое сверла 118°, крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- Двухспиральное;
- Для большинства работ в бытовой и промышленной сфере, например, для обработки стальных листов и листов из цветного металла, а также полимерных материалов;
- Для использования в ручных (в том числе аккумуляторных) и сетевых дрелях, специально для кузовных работ и металлообработки (например, для заклёпочных отверстий и резьбовых отверстий);
- Увеличенный вдвое срок службы благодаря двум остриям сверла и спиральям;
- Острое сверла с крестообразной подточкой для сверления без предварительного кернения;
- Диаметр свёрл согласован с размерами глухих заклёпок ведущих производителей;
- Диаметры сверл: от 2 до 6,5 мм.

### **3.1.2.3 Ступенчатое сверло**

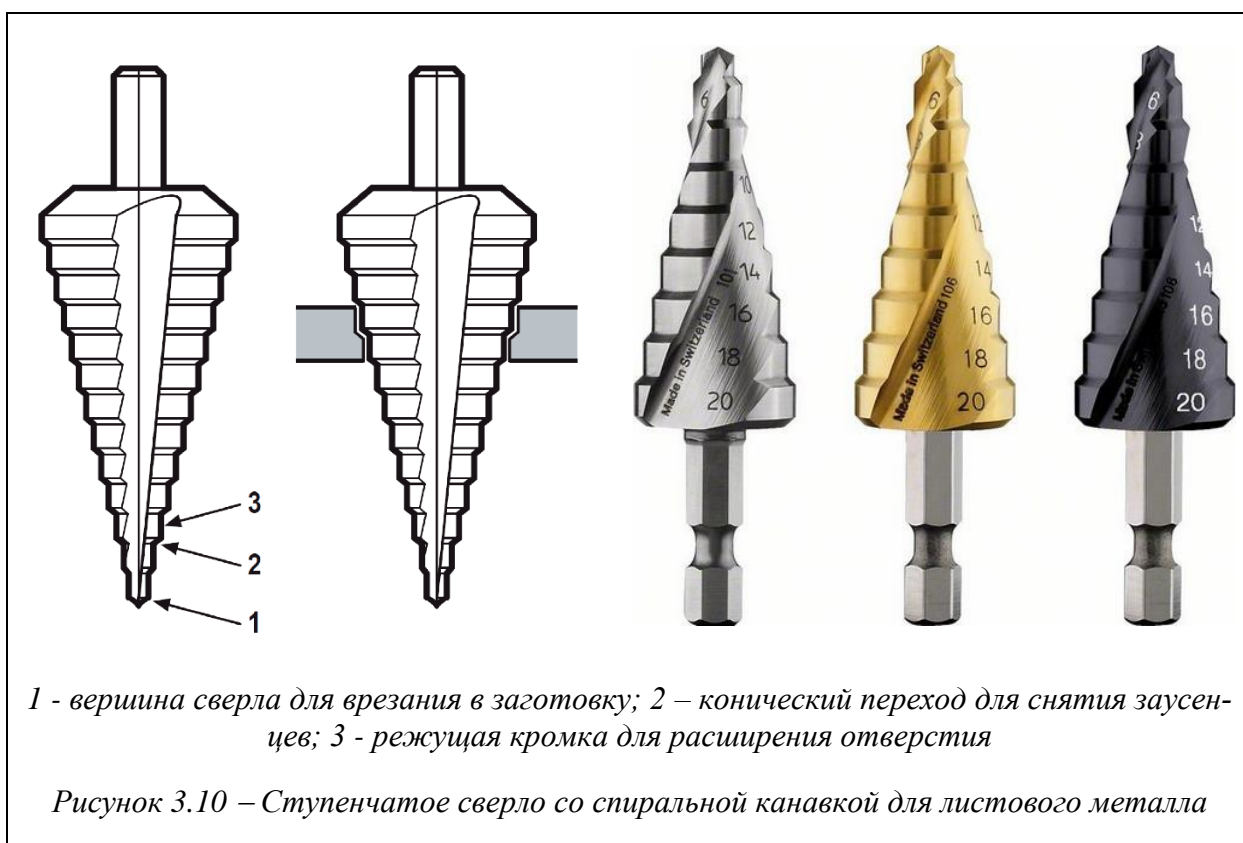
**Конструкция:** коническая режущая головка ступенчатой формы имеет две стружечные канавки, внешние края которых формируют режущие кромки (рис. 3.10). Переход от одной ступени к другой скошен. Вершина сверла обычно заточена для сверления. Хвостовик имеет уменьшенный диаметр.

**Принцип работы:** заточенная вершина сверла первой прорезает направляющее отверстие в обрабатываемой детали, а затем режущие кромки расширяют отверстие. Чем глубже ступенчатая и коническая режущая головка проникает в материал, тем больше шаг за шагом увеличивается диаметр высверленного отверстия.



**Область применения:** удаление заусенцев, сверление круглых отверстий, сверление отверстий различного диаметра одним сверлом без засверловки, без заусенцев, рассверливание уже имеющихся отверстий практически во всех тонких материалах, например, цветных металлах, листовой стали, пластике или нержавеющей стали.

**Особые свойства:** для сверла требуется высокое давление подачи со стороны пользователя и, особенно для больших диаметров, высокий крутящий момент при низкой скорости вращения. Это сверло подходит для сверления сквозных отверстий только в тонких материалах (например, листовом металле). **Ступенчатые сверла не подходят** для сверления отверстий в массивном материале или глухих отверстий.



При помощи скошенных переходов от одной ступени к другой во время сверления снимаются заусенцы с одной стороны высверленного отверстия. Из-за прямых режущих кромок во время обработки алюминия накапливается материал (забиваются режущие кромки). Смазывание облегчает применение ступенчатых сверл.

Спиральная канавка служит для увеличения ресурса, уменьшения вибрации и ускорения сверления. Маркировка диаметра в обеих спиралях. Трехгранный хвостовик предотвращает проскальзывание сверла в патроне.

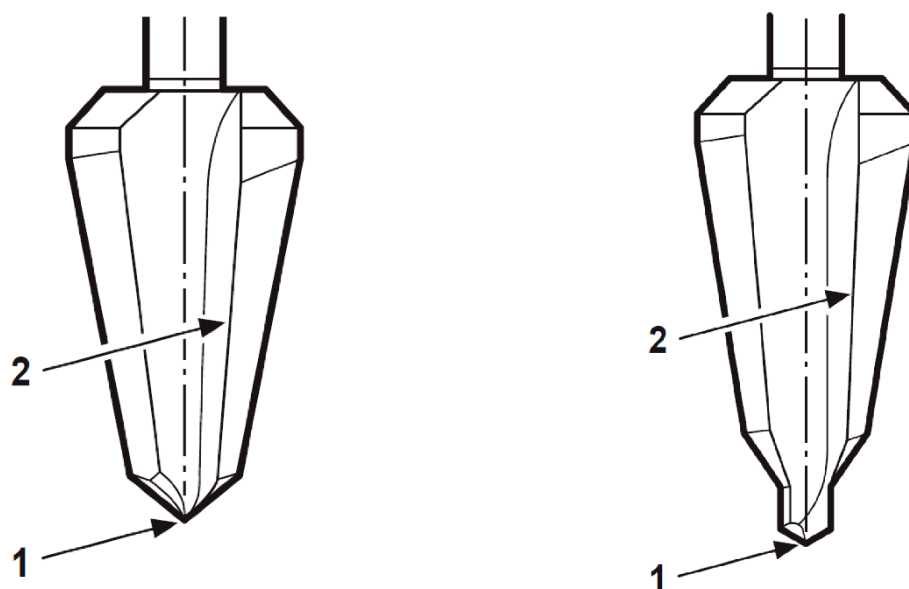
Ступенчатое сверло со спиральной канавкой предлагается в трех исполнениях:

- *HSS* (срок службы 100 %);
- *HSS-TiN* (увеличение срока службы на 125 %);

*HSS-ALTiN* (увеличение срока службы на 150% (без необходимости охлаждения)).

### 3.1.2.4 Конические сверла для листового металла

**Конструкция:** коническая режущая головка имеет две стружечные канавки, внешние края которых формируют режущий инструмент (*рис. 3.11*). Вершина сверла обычно заточена для сверления. Хвостовик имеет уменьшенный диаметр.



1 - вершина для предварительного сверления; 2 - режущие кромки для расширения отверстия

Рисунок 3.11 – Коническое сверло для листового металла

**Принцип работы:** заточенная вершина сверла первой прорезает направляющее отверстие в обрабатываемой детали, а затем режущие кромки расширяют отверстие. Чем глубже коническая режущая головка проникает в материал, тем большим становится диаметр высверленного отверстия.

**Область применения:** сверление или расширение сквозных отверстий в тонких материалах.

**Особые свойства:** для сверла требуется высокое давление подачи со стороны пользователя и высокий крутящий момент при низкой скорости электроинструмента.

Эти сверла подходят для *сверления сквозных отверстий только в тонких материалах (например, листовом металле)*. Конические сверла не подходят для сверления твердого материала или глухих отверстий.

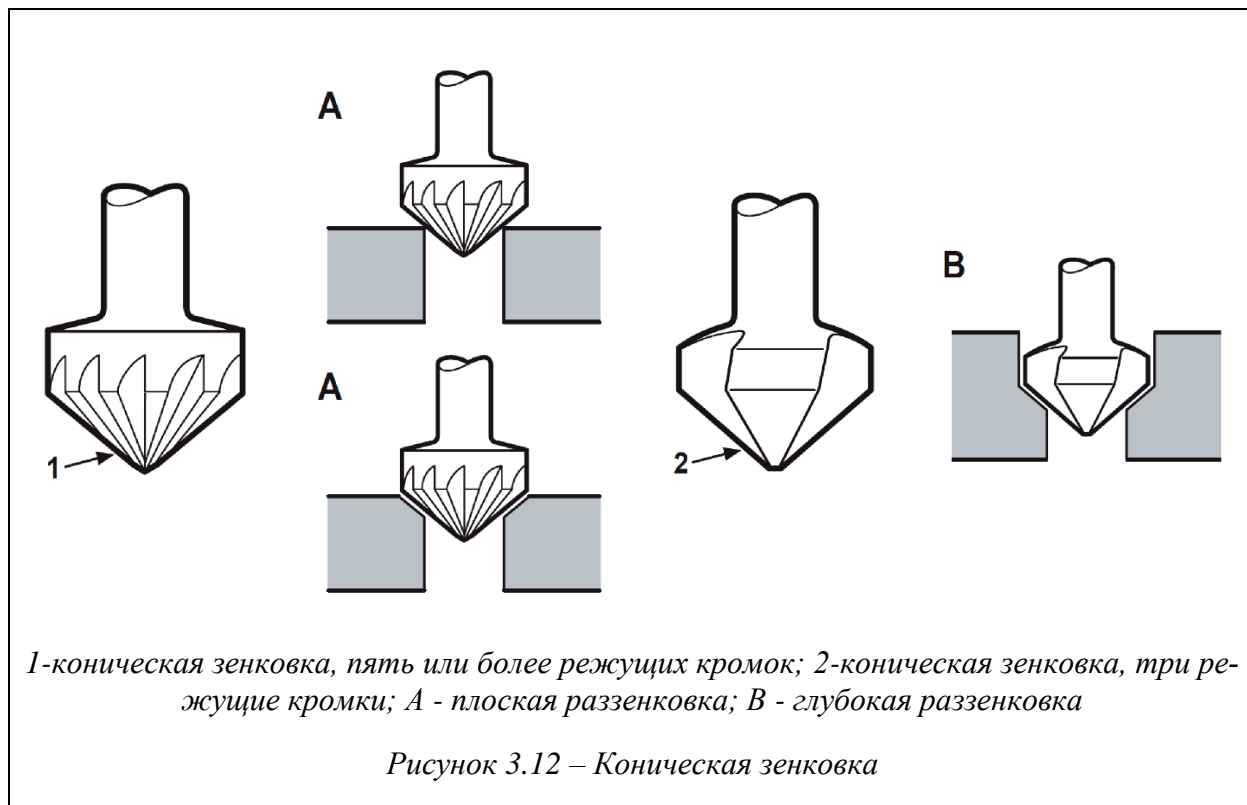
Из-за прямых режущих кромок во время обработки алюминия накапливается материал (забиваются режущие кромки). Смазывание облегчает применение ступенчатых сверл.

### 3.1.2.5 Зенковки

Коническое зенкование определяется как процесс обработки кромок высверленных отверстий. *Область их применения* простирается от снятия заусенцев до подготовки высверленного отверстия для использования винтов с потайной головкой и цилиндрических винтов. В соответствии с этими областями применения используются конические зенкеры, конические зенкеры с поперечным отверстием или плоские зенковки.

#### 3.1.2.5.1 Конический зенкер

**Конструкция:** конические зенкеры имеют конусообразную вершину с тремя или более режущими кромками (*рис. 3.12*). Они имеют угол при вершине 60°, 75°, 90° или 120°. Как правило, диаметр хвостовика меньше чем диаметр головки.



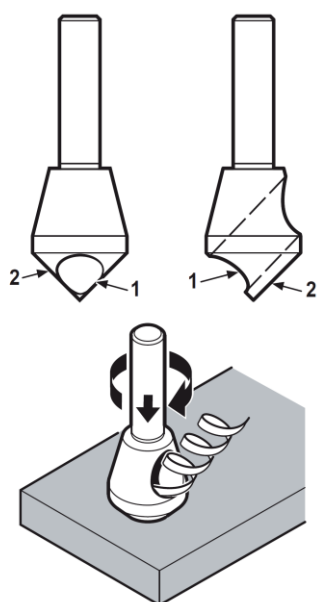
**Принцип работы:** благодаря большому количеству режущих кромок, зенковки могут легче центрироваться и выполнять аккуратное резание. Стружки, создаваемые во время конического зенкерования, остаются в стружечных канавках, они не удаляют из отверстия.

**Область применения:** снятие заусенцев в высверленных отверстиях (угол при вершине  $60^\circ$ ) коническое зенкерование **винтов** (угол при вершине  $90^\circ$ ).

**Особые свойства:** конические зенкеры с тремя режущими кромками используются для глубокой зенковки, так как стружки легко удаляются большими стружечными канавками. Конические зенкеры с пятью или более режущими кромками используются для зенкования под потай.

### 3.1.2.5.2 Конический зенкер с поперечным отверстием

**Конструкция:** конические зенкеры с поперечным отверстием (из HSS-E с содержанием 5 % кобальта) имеют коническую режущую головку, в которой имеется наклонное отверстие (рис. 3.13). В результате режущая головка имеет две режущие кромки.



*1 - режущая кромка на поперечном отверстии; 2 - коническая поверхность (направляющая)*

*Рисунок 3.13 – Конический зенкер с поперечным отверстием*

**Принцип работы:** острый угол резания вызывает режущее, а не скобящее, как у конических зенковок, движение, которое обеспечивает очень высокое качество поверхности.

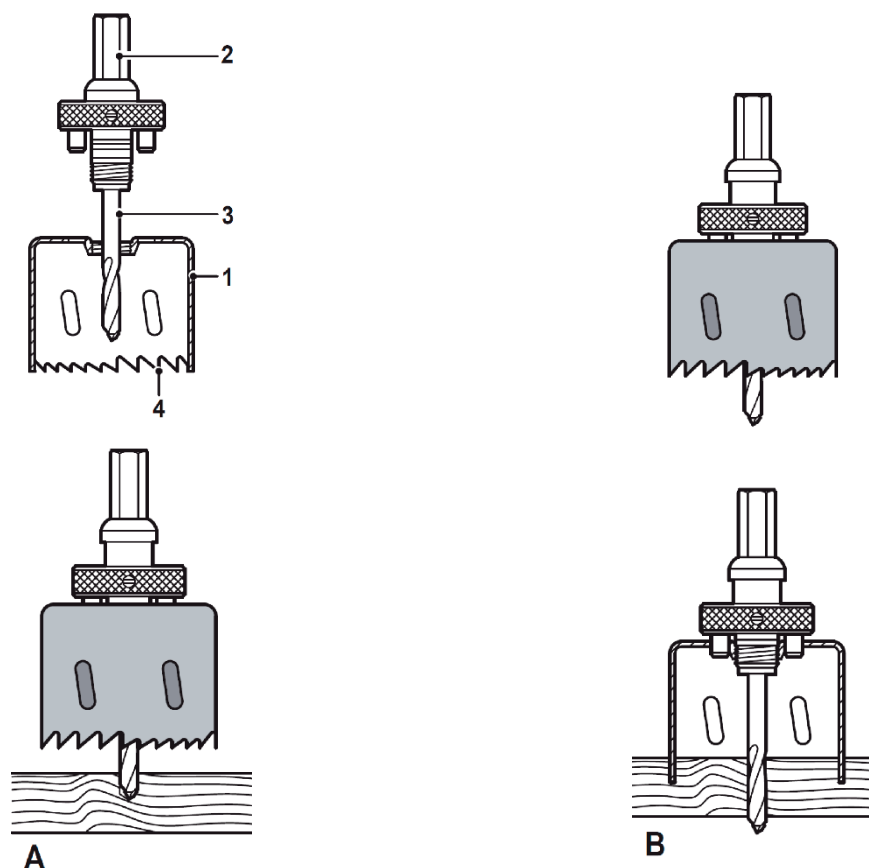
**Область применения:** снятие заусенцев в высверленных отверстиях; коническое зенкование под головки винтов в тонких заготовках из цветных металлов, легированной и нелегированной стали, серого чугуна, высококачественной стали.

**Особые свойства:** идеальный зенкер для тонких металлических листов и мягких металлов. Производит чистую поверхность и работает без вибрации.

### 3.1.2.6 **Коронки** для металла

Для больших сквозных отверстий, особенно в тонких материалах, экономически более выгодно высверливать только **тонкое кольцо материала**. Скорость выполнения работы значительно быстрее, потому что механической обработке подвергается меньшее количество материала. Отходы получают в виде стружек и вырезанного диска.

**Конструкция:** открытый конец чашевидной втулки снабжен зубьями пилы (рис. 3.14). Закрытый конец имеет ведущий вал, который либо зафиксирован, либо имеет резьбу и может сниматься. К ведущему валу прикреплено **центрирующее** сверло, которое проходит через коронку и выходит за пределы ее зубьев.



1 - **коронка**; 2 - ведущий вал; 3 - **центрирующее** сверло; 4 - зубья пилы с переменным шагом; А – установка; В – сверление

Рисунок 3.14 – **Коронки**

**Принцип работы:** **центрирующее** сверло определяет положение коронки по отношению к обрабатываемой детали до того, как зубья врежутся в материал. Стружки, произведенные во время сверления, частично остаются внутри **коронки**.

**Область применения:** сверление отверстий от больших до очень больших диаметров в заготовках:

- плоских (металлических листах);
- круглых (трубах);

- *профильных (пластмассах и композитных материалах, например, оконных рамах).*

**Особые свойства:** для резания отверстий в металле рекомендуется применять *биметаллическую коронку* с зубьями из быстрорежущей стали (*HSS-Bimetall*) с так называемыми *Vario-зубьями* (то есть с чередованием маленьких и больших зубьев), которая обеспечивает хорошую скорость выполнения работ.

- Направление центрирующим сверлом;
- Удаляется мало материала (в виде кольца);
- В работе участвуют много узких зубьев;
- Возможность получения точных отверстий большого диаметра в тонкостенном материале.

#### **Внимание!**

- Число оборотов выбирать в зависимости от диаметра сверления и материала заготовки.
- Сверлить металл только с использованием смазки и охлаждения.
- Работа инструментом, закрепленным на сверлильной стойке или вручную.

#### **3.1.2.6.1 Коронка Progressor for Wood and Metal**

Коронка изготовлена из биметаллического сплава (*HSS-Bimetall*) при помощи лазерной сварки. Зубья коронки изготовлены из высокопроизводительной быстрорежущей стали HSS с содержанием **8 %** кобальта. Поэтому данная оснастка исключительно износостойкая и имеет долгий срок службы. Для *ускорения процесса сверления* и быстрого выброса опилок коронка обладает *прогрессивным расположением зубьев*. Это позволяет достичь высоких результатов при работе этой коронкой. Коронка используется с адаптером (переходником для патрона) *Power Change* (с шестигранником или хвостовиком SDS-plus) для быстрого и надежного крепления и последующего извлечения центрирующего сверла и коронки одним щелчком.

Для увеличения срока службы коронки и качества сверления необходимо правильно выбирать частоту вращения и режим охлаждения.

Диаметр отверстий – от 14 до 152 мм, посадочный диаметр – 9/16" (**дюйма**).

Коронка Progressor for Wood and Metal применяется совместно с дрелями, ударными дрелями, а при применении переходника Power Change – и с перфораторами.

Высококачественная коронка Progressor for Wood and Metal (рис. 3.15) предназначена для работ по стальному литью, серому чугуну, нержавеющей стали, конструкционной стали, алюминию, бронзе, меди, PVC, древесине, ДСП, полимерам.



Рисунок 3.15 - Коронка Progressor for Wood and Metal

#### Особенности:

- Высокопроизводительные коронки с технологией **PROGRESSOR**;
- Система быстрой смены для коронок и центрирующих буров;
- Диаметры сверления от 14 до 152 мм;
- Один адаптер (с хвостовиком SDS-plus или шестигранным хвостовиком) для всех диаметров;
- HSS-центрирующее сверло.

#### Зубья HSS-Bi-Metall-коронки (рис. 3.16)

#### Особенности:

- Биметалл: основа из высокоуглеродистой стали HCS, зубья из сплава быстрорежущей стали HSS **с кобальтом (8 %)**;
- прогрессивный порядок зубьев;
- угол резания 10°;
- агрессивный рез;
- отфрезерованная, разведенная верхняя часть зубьев, позволяющая работать с большими нагрузками;
- большое расстояние между зубьями для отвода стружки;



- благодаря более крепким зубьям повышается прочность и увеличивается эксплуатационный срок службы.

#### Технология Progressor



Рисунок 3.16 – Новые коронки с укрепленными зубьями

**Переходник Power Change для инструментов (см. рис. 3.17) уникален:** для любой дрели и коронок любого диаметра понадобится всего один переходник.



Рисунок 3.17 – Переходник Power Change с шестигранным хвостовиком и центрирующим сверлом HSS-Co

Инновационная система замены инструмента **Power Change** позволяет быстро и надежно фиксировать и снимать коронки и центрующие сверла.

Последовательность замены коронки и центрирующего сверла с переходника Power Change приведена на рисунках 3.18 и 3.19.



Оттянуть патрон назад



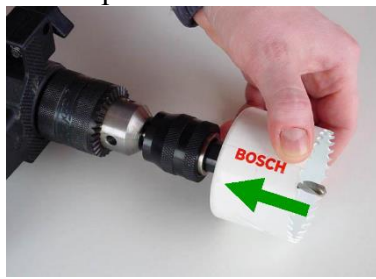
Коронку не держать!  
Коронка вылетает!



Отпустить коронку  
Коронку вытащить



Патрон остается зажатым



Коронку надеть  
Патрон не трогать!

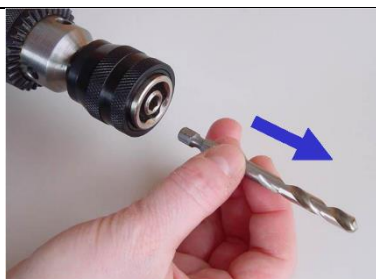


Click!  
Готово!

Рисунок 3.18– Последовательность замены коронки с адаптера Power Change



Коронка уже снята



Центрирующее сверло  
снято. Патрон не трогать!



Центрирующее сверло снято



Центрирующее сверло  
вставить. Патрон не тро-  
гать!



Click!  
Готово!

Рисунок 3.19– Последовательность замены центрирующего сверла с адаптера Power Change

### 3.1.2.6.2 Коронки Special for Sheet Metal

**Область применения:** *Коронки Special for Sheet Metal* (см. рис. 3.20) применяются для монтажных работ в машиностроении, металлообработке и вентиляционной технике.

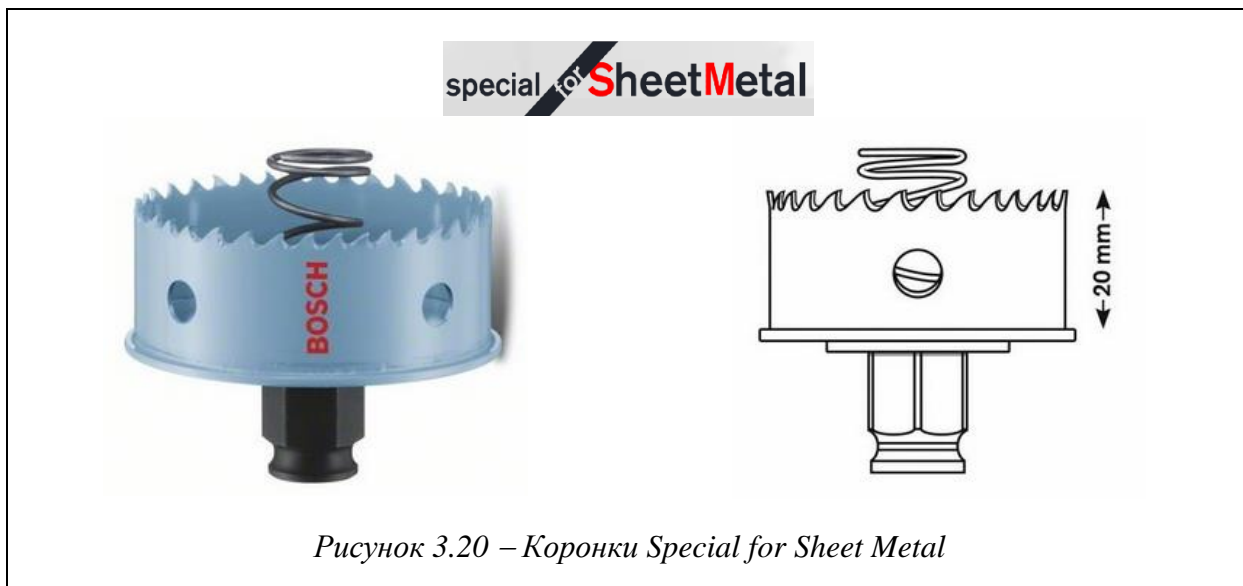


Рисунок 3.20 – Коронки Special for Sheet Metal

#### Особые свойства:

- **HSS-Bimetall** с 8 % кобальта в сплаве: высокая износостойкость зубьев.
- **Переменный шаг зубьев** для быстрого и точного реза.
- **Пружина для автоматического выброса диска:** высокая скорость работы.
- Отлично подходят для *чистого и точного сверления* в листовом металле: алюминий, медь, латунь, бронза, сталь и нержавеющая сталь.
- Для увеличения срока службы коронки и качества сверления необходимо правильно выбирать частоту вращения и **использовать охлаждение.**
- Диаметр отверстий – от 16 до 152 мм.
- Быстрая смена коронки благодаря технологии Power Change.
- Для каждого случая применения соответствующая коронка. Высокий ресурс работы благодаря высокой износоустойчивости.

## Охлаждение

Во время сверления происходит нагрев режущей кромки. Это тепло частично рассеивается стружками, частично поглощается хвостовиком сверла, и частично остается в обрабатываемом материале. Особенно в случае глубоких отверстий и малого пространства для удаления стружки теплоотвод может быть недостаточным. Вследствие этого сверло перегревается и приходит в негодность. *Легкие металлы* имеют склонность к «прихватыванию» сверла и забиванию стружечных канавок. Обычно это приводит к сверлению отверстий с неточными размерами, а в наихудшем случае – к поломке сверла. Использование охлаждающих жидкостей может *предотвратить перегрев* и *улучшить процесс выполнения сверления*. При этом охлаждающие жидкости должны также обеспечивать смазывающий эффект. ***Воду не рекомендуется применять для охлаждения из-за коррозионного действия.*** В качестве охлаждающих жидкостей при сверлении применяются охлаждающие эмульсии или консистентные смазки. Желательно выбирать состав охлаждающей жидкости, соответствующий обрабатываемому материалу.

### 3.1.3 Закрепляющий материал 2

#### Задание 2.1

#### I. Продолжите предложение:

1. Основными критериями геометрии режущих кромок сверл для **металлооб-**  
**работки** являются \_\_\_\_\_ .

2. Сверление – это ...

3. Основными принадлежностями для коронок Special for Sheet Metal являются:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

4. Для сверления отверстия большого диаметра первоначально нужно его  
просверлить сверлом \_\_\_\_\_ .

#### II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Маленький угол при вершине сверла обеспечивает \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ режущую кромку.

2. Большой угол при вершине сверла устраняет вероятность \_\_\_\_\_  
сверла.

3. Если задний угол вершины сверла слишком большой, то режущая кромка  
преждевременно \_\_\_\_\_ под нагрузкой или \_\_\_\_\_.

4. Кольцевые пилы применяются для высверливания \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ отверстий в тонких металлических листах.

5. Свёрла, изготовленные из высоколегированной стали применяются для об-  
работки \_\_\_\_\_, а сверла, изготовленные из твёрдого сплава – для  
обработки \_\_\_\_\_.

### **III. Выберите один правильный ответ и обведите:**

1. Главная режущая кромка сверла отвечает за процесс:

- а) вытачивания;
- б) зенкования;
- в) сверления.

Ответ:

2. Сверло с коротким хвостовиком используется для сверления отверстий в тонких металлических листах под:

- а) заклепки с потайной головкой;
- б) распорные болты;
- в) самонарезающие винты.

Ответ:

3. Твёрдые сплавы обрабатываются инструментами, содержащими:

- а) алмаз;
- б) титан;
- в) хром.

Ответ:

### **IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

1. Коронку Progressor for Wood and Metal можно применять для обработки материалов из:

- а) бронзы;
- б) легированного алюминия;
- в) нержавеющей стали;
- г) серого чугуна.

Ответ:

2. При сверлении дрелью конусными и ступенчатыми сверлами необходимо

- а) большое число оборотов;
- б) маленькое число оборотов;
- в) высокий крутящий момент;
- г) низкий крутящий момент.

Ответ:

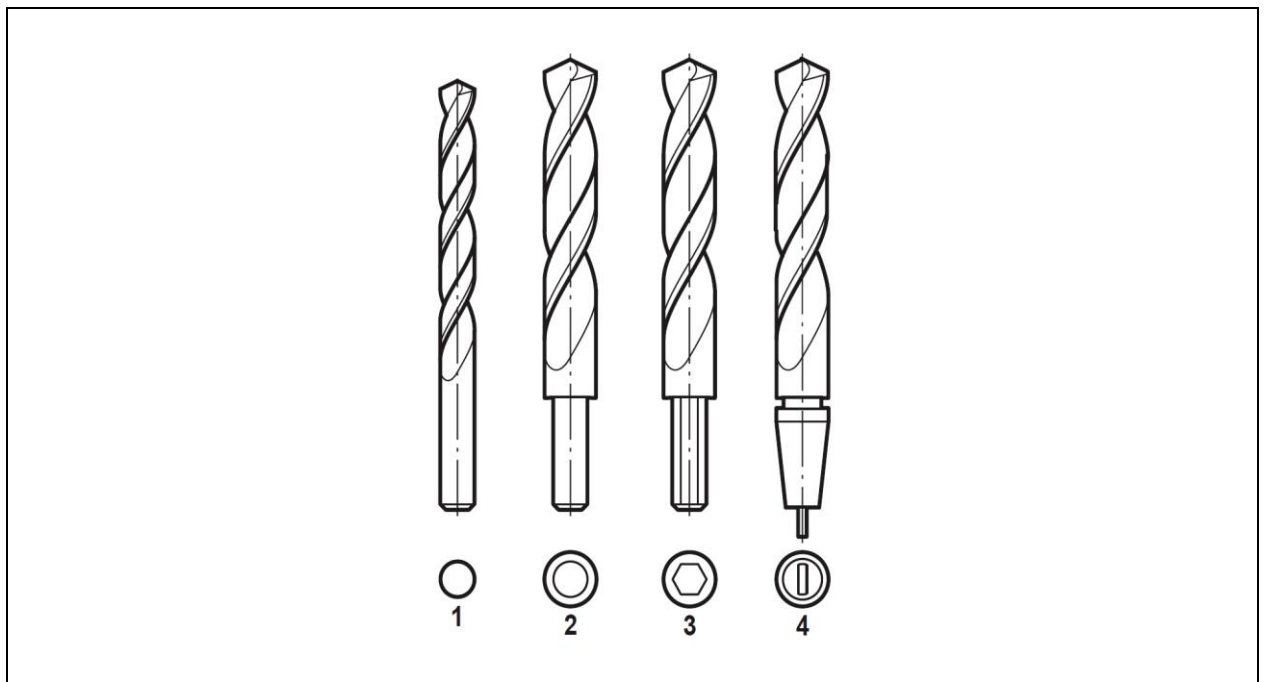
3. Кольцевые пилы применяются для сверления отверстий в:

- а) композитных материалах;
- б) металлах;
- в) пластмассах.

Ответ:

## V. Определите по рисунку:

1. Определите типы хвостовиков сверл и запишите их названия под цифрами 1, 2, 3, 4:



Ответ:

1 - \_\_\_\_\_ 2 - \_\_\_\_\_

3 - \_\_\_\_\_ 4 - \_\_\_\_\_

## VI. Работа с таблицей:

1. В колонку 2 таблицы 1 запишите конструкции конического зенкера и конического зенкера с поперечным отверстием

Таблица 1



<i>Вид</i>	<i>Конструкция</i>
1	2
1. Конический зенкер	
2. Конический зенкер с поперечным отверстием	

2. Определите по рисункам и заполните колонки 2 и 3 таблицы 2:

а) типы сверл по поперечному переднему углу (углу подъема стружечной канавки) (колонка 2);


б) получаемую длину стружки при сверлении (колонка 3).

Таблица 2

<i>Сверло</i>	<i>Тип</i>	<i>Длина стружки</i>
1	2	3
		
		






Окончание таблицы 3

1	2	3
		

3. Определите по рисунку название оснастки и заполните колонку 2 таблицы 3:

Таблица 3

<i>Оснастка</i>	<i>Название оснастки</i>
1	2
	
	
	

Окончание таблицы 3

1	2
	
	
	

Примечание - Для выполнения задания рекомендуется использовать натуральные образцы приспособлений.

### 3.2.1 Основная информация о дрелях

*Дрели* занимают значительное место среди электроинструментов, произведенных во всем мире.

*Принцип*, на котором основана работа дрелей – **вращение**. В своей группе инструментов дрели значительно *отличаются* по:

- *конструкции;*
- *форме рукоятки;*
- *приводным электродвигателям;*
- *мощности двигателя;*
- *скорости вращения шпинделя.*

**Конструкция.** Значительное *различие* между дрелями и подобными им ударными дрелями и дрелями–шуруповертами *заключается в подшипнике сверлильного шпинделя*, который чрезвычайно прочен, чтобы обеспечить высокую точность работы (концентричность). Здесь используются *качественные подшипники*, которые *фактически предотвращают осевой люфт сверлильного шпинделя*. Относительно *большое расстояние между подшипниками* также *способствует прочности сверлильного шпинделя*. Наряду с этими важными техническими особенностями электроинструмента имеются **основные конструктивные типы дрелей:**

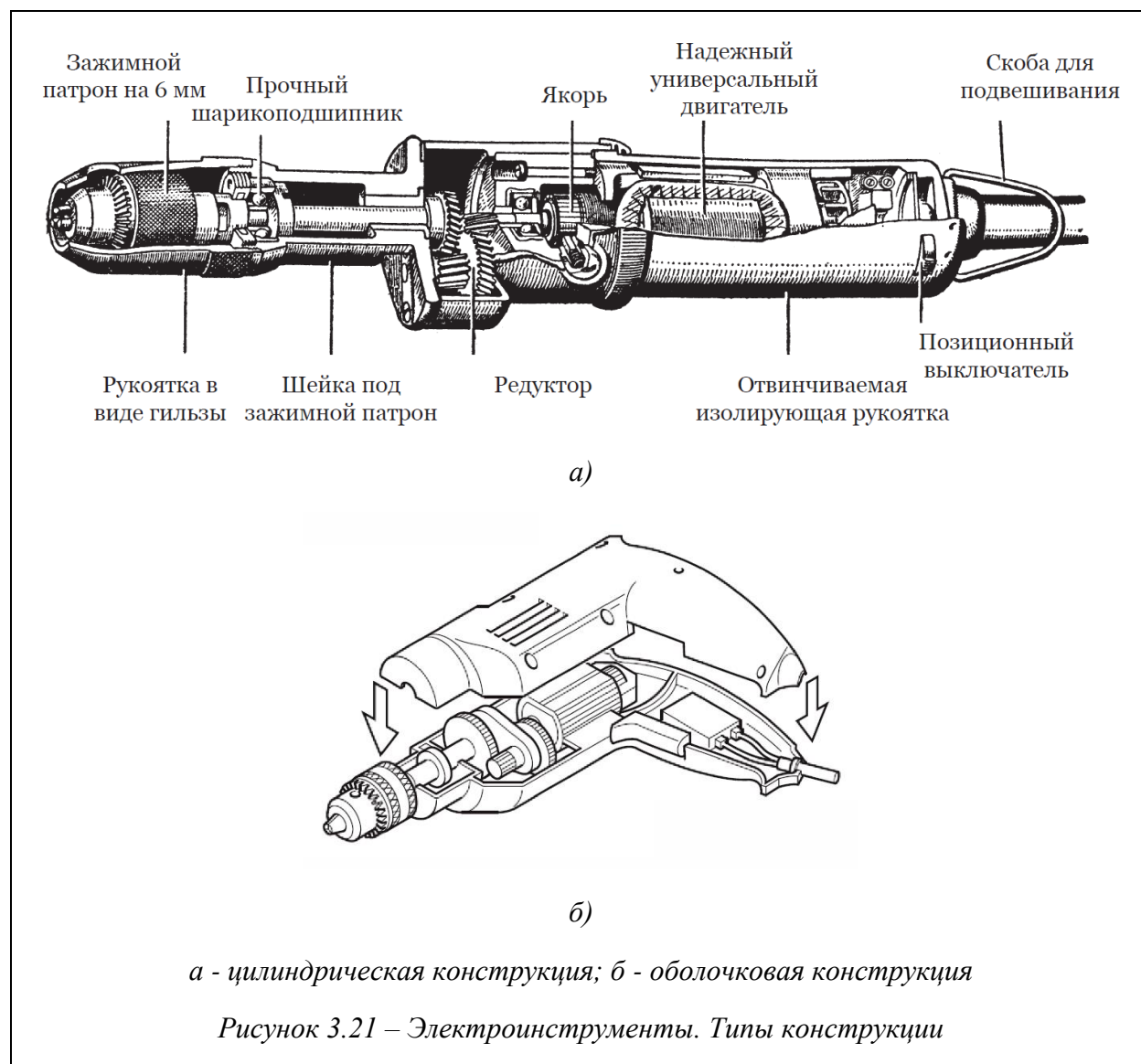
- ***цилиндрическая конструкция;***
- ***оболочковая конструкция.***

*Они имеют различные характерные свойства, которые отражаются в технологии изготовления и влияют на конструкцию приводного механизма от двигателя до сверлильного патрона.*

**Цилиндрическая конструкция.** В случае цилиндрической конструкции (рис. 3.21а) корпус разделен поперек и поэтому имеет форму трубы или цилиндра, в который вставлены компоненты. Концы цилиндра («барабана») обычно находятся со стороны трансмиссии, закрытой опорным фланцем, и со стороны коллектора закрытой корпусом подшипника, адаптированным по форме к «барабану», который также включает в себе держатели угольных щеток. *Этот конструктивный тип более сложен в сборке и поэтому более дорогостоящий.*

Технически, однако, при использовании этого типа конструкции можно без труда контролировать очень высокие крутящие **моменты**.

**Цилиндрическая** конструкция используется для **дрелей** в сериях очень **высокопроизводительных изделий**.



**Оболочковая конструкция.** В случае оболочковой конструкции (рис. 3.21б) корпус разделен в продольном направлении на две оболочки. Во время сборки все компоненты помещаются в нижнюю оболочку, а затем корпус закрывают, помещая сверху верхнюю оболочку и свинчивая их вместе. Эта конструкция несложная и поэтому дешевая. При соответствующем конструктивном усилии крутящие силы можно хорошо контролировать, несмотря на продольное соединение. **Оболочковая** конструкция используется для **дрелей** в диапазоне от **низкого до среднего диапазона мощностей**.

**Дизайн внешнего вида.** В зависимости от формы рукоятки различают следующие *типы дрелей*:

- *стержневая форма (рис. 3.22а);*
- *с рукояткой пистолетного типа (рис. 3.22б);*
- *с торцевой рукояткой (рис. 3.22в);*
- *с крестообразной рукояткой (рис. 3.22г).*

Каждый из этих типов дрелей имеет характерные свойства.



**Стержневая форма.** Стержневые дрели были разработаны в 1930-х годах в качестве универсальных станков. При использовании их в качестве ручных дрелей они показывают скорее отрицательные свойства, так как крутящие

моменты можно контролировать только с трудом. *Их можно использовать как небольшие маломощные дрели.*

**Рукоятка пистолетного типа.** Разработки в области эргономики уже давно привели к созданию *дрели пистолетного типа*. Ее основные преимущества: удобство в обращении, оптимальная передача усилия по оси сверления и удобное расположение переключателей.

**Торцевая рукоятка.** Торцевая рукоятка была сконструирована для инструментов стержневой формы путем установки замкнутой рукоятки на конце инструмента, в котором расположен двигатель. Вместе с боковой дополнительной рукояткой можно очень хорошо контролировать *крутящие моменты*, благодаря осевому положению *торцевой рукоятки* можно легко управлять электроинструментом. *Дрели с торцевой рукояткой необходимо всегда удерживать и направлять обеими руками.*

**Крестообразная рукоятка.** Крестообразная рукоятка – это тип рукоятки, используемой в *дрелях для работы в тяжелых режимах* в серии самых высокопроизводительных изделий. Две крупногабаритные дополнительные рукоятки, которые смещены по отношению друг к другу и расположены по обе стороны от оси электроинструмента, гарантируют *уверенный контроль* пользователем *высокого крутящего момента*.

**Приводные электродвигатели.** В зависимости от области применения два типа приводных электродвигателей заняли лидирующее положение для использования в электродрелях для профессионалов и домашних мастеров:

- *универсальный электродвигатель для работы от сети электропитания;*
- *двигатель постоянного тока с постоянным магнитом для работы от аккумулятора.*

**Двигатели для работы от сети электропитания.** Так называемые *универсальные электродвигатели* используются для *дрелей с питанием от сети*. Они имеют отличную удельную мощность на единицу массы и прежде всего одно благоприятное для электроинструментов свойство: *крутящий момент увеличивается с возрастанием нагрузки, и эти двигатели обладают отличной способностью работать на предельной нагрузке*, особенно в диапазоне *низких скоростей*. Эти чрезвычайно надёжные в эксплуатации двигатели имеют диапазон мощностей от нескольких сотен ватт до нескольких киловатт.

**Двигатели для работы от аккумулятора.** Двигатели *постоянного тока* с возбуждением от постоянных магнитов почти исключительно используются в основном для *аккумуляторных дрелей*. Двигатели определенного

конструктивного размера имеют отличный коэффициент эффективности. Постоянные магниты небольшого объема могут быть изготовлены с большой магнитной проницаемостью, благодаря чему размеры двигателя также остаются маленькими. Их характер изменения крутящего момента очень благоприятен, и *скорость под нагрузкой падает незначительно. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами могут работать только от постоянного тока. При подключении к переменному напряжению они выйдут из строя.*

Для аккумуляторных инструментов используются двигатели закрытого типа. Они небольшие по размеру и имеют закрытый корпус. Благодаря малым размерам *тепловыделение и охлаждающая способность* этих двигателей низки.

### Сверлильный патрон

*Сверлильные патроны формируют связь в цепочке системы дрель – сверло.* Сверлильный патрон соединяет сверло путем фрикционного сцепления с двигателем. Сверлильный патрон должен удовлетворять следующим требованиям:

- сверло должно надежно удерживаться;
- должен надежно передаваться максимально возможный крутящий момент, который может возникать во время работы;
- не должно быть никакого проскальзывания;
- хвостовик сверла не должен повреждаться;
- затягивание и открывание патрона должны быть легкими и безопасными;
- отсутствие необходимости применять для смены оснастки вспомогательные инструменты.

Символические обозначения сверлильных патронов приведены в *приложении В.*

### Типы и категории дрелей

В зависимости от производственных заданий подбираются типы дрелей для сверления. *Дрели* отличаются главным образом необходимой *скоростью вращения и крутящим моментом.* Различают следующие типы дрелей:

- *односкоростные дрели;*
- *угловые дрели;*
- *двухскоростные дрели;*
- *четырёхскоростные дрели.*

Мощные дрели часто используются с применением стационарных стоек сверлильного станка.

### Односкоростные дрели

*Односкоростные дрели* специально адаптированы для конкретного применения и поэтому являются инструментами **узкоцелевого назначения**. Эта специализация делает их *компактными, простыми в обращении и дешевыми*.

Принцип работы односкоростного редуктора приведен на рисунке 5.23.

Необходимо проводить различие между **тремя вариантами** односкоростных дрелей:

**I. Высокоскоростные дрели;**

**II. Дрели с **высоким** крутящим моментом;**

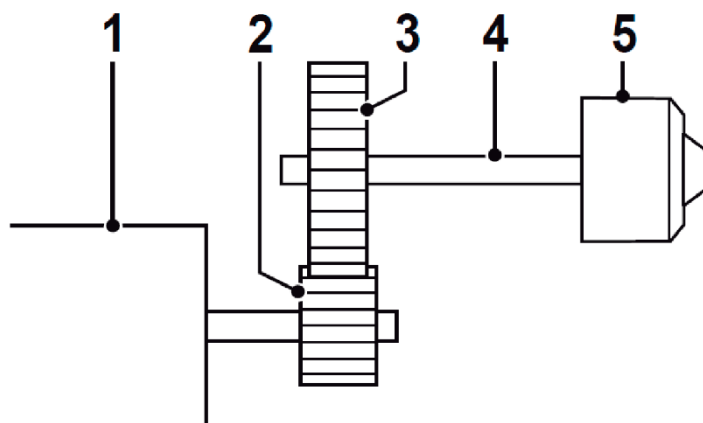
**III. Угловые дрели.**

#### **Высокоскоростные дрели**

*Высокоскоростные дрели* – это небольшие, простые в обращении дрели с высокой скоростью вращения шпинделя, предназначенные для сверления **отверстий малых диаметров**. Обычные диаметры сверления изменяются в пределах 3-6 мм и обычно используются для заклепок с потайной головкой. Различные варианты применения возможны в обработке листового металла, изготовлении кузовов грузовых и легковых автомобилей, также при изготовлении **мебели** и выставочных конструкций (*предварительное сверление отверстий под шурупы*).

**Характерные свойства:** скорость вращения шпинделя изменяется в пределах 1500-4500 об/мин. Поэтому обычно используются одноступенчатые редукторы (рис. 3.23). Вследствие *небольших диаметров сверл* достаточно потребляемая мощность двигателя в пределах 250-400 Вт. Максимальный диапазон размеров используемых сверл до 10 мм, в частности, на простых в обращении дрелях до 6,5 мм (1/4"). Типичной конструкцией является форма **корпуса пистолетного типа**.





*1 - приводной электродвигатель; 2 - шестерня двигателя; 3 - цилиндрическое прямозубое колесо; 4 - ведущий вал; 5 - сверлильный патрон*

*Рисунок 3.23 - Односкоростной редуктор (принцип работы)*

### **Дрели с *высоким* крутящим моментом**

Дрели с **высоким** крутящим моментом являются односкоростными дрелями с низкой скоростью вращения шпинделя и высоким крутящим моментом (рис.3.24). По форме и конструкции они похожи на высокоскоростные дрели; несмотря на свою мощность они относительно небольшие по размеру и простые в обращении. Максимальные диаметры сверл, используемых для сверления стали – 13-16 мм. Типичным применением этих дрелей является строительство сооружений из стальных конструкций.



*Рисунок 3.24 – Дрель GBM 13 HRE Professional*

**Характерные свойства:** скорость вращения шпинделя изменяется в пределах 350-550 об/мин. Многоступенчатые редукторы, иногда трёхступенчатые, используются с металлическими подшипниками. Номинальная потребляемая мощность двигателя находится, в зависимости от размера электроинструмента, в диапазоне 550-900 Вт. Используются сверлильные патроны с диапазоном размеров зажимаемых сверл до 13 мм или 16 мм. *Типичной конструкцией является корпус пистолетного типа с дополнительной рукояткой на электроинструментах небольших размеров.* В электроинструментах большого размера используется торцевая рукоятка и дополнительная рукоятка.

### **Преимущества дрели GBM 13 HRE Professional:**

- Надежный и мощный инструмент
- Высочайшее качество и надёжность благодаря выфрезерованным зубчатым колесам, шарико- и игольчатым подшипникам и прочному металлическому корпусу редуктора;
- Легко справится с любой задачей: благодаря трехступенчатому понижающему редуктору и максимально **высокому** в своём классе крутящему моменту (60 Н·м);
- С подходящими принадлежностями выполнение даже самых больших по диаметру отверстий, сверление коронками до 80 мм или размешивание вязких жидкостей не составят никакого труда;
- Электронная система управления для точного начала сверления;
- Безопасное удерживание благодаря надёжной длинной дополнительной рукоятке;
- **Простое управление;**
- Реверс.

### **Технические характеристики дрели GBM 13 HRE**

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	550
Выходная мощность, Вт .....	285
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	0-550
Номинальное число оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	380
Максимальный крутящий момент, Н·м .....	60
Номинальный крутящий момент, Н·м .....	5
Шейка шпинделя, мм	43
Диапазон диаметров сверл, зажимаемых сверлильным патроном, мм	1,5-13
<b>Диапазон сверления:</b>	
Диаметр отверстия в стали, мм .....	13
Диаметр отверстия в алюминии, мм .....	20
Диаметр отверстия в древесине, мм .....	40
Вес, кг .....	2,1

## Угловые дрели

Угловые дрели (рис. 3.25) специально предназначены для использования в **стесненных рабочих условиях**. Как правило, они используются в транспортном машиностроении, **производстве мебели** и приборостроении.

Их наиболее важной **особенностью** является **угловая головка**, которая обычно содержит внутренний сверлильный патрон, обеспечивающий **малый размер сверлильной головки**. В качестве принадлежностей используются **короткие сверла**. Удобны в обращении аккумуляторные угловые дрели, которые не имеют шнура питания.



Рисунок 3.25 – Угловая дрель (GWB 10 RE Professional)

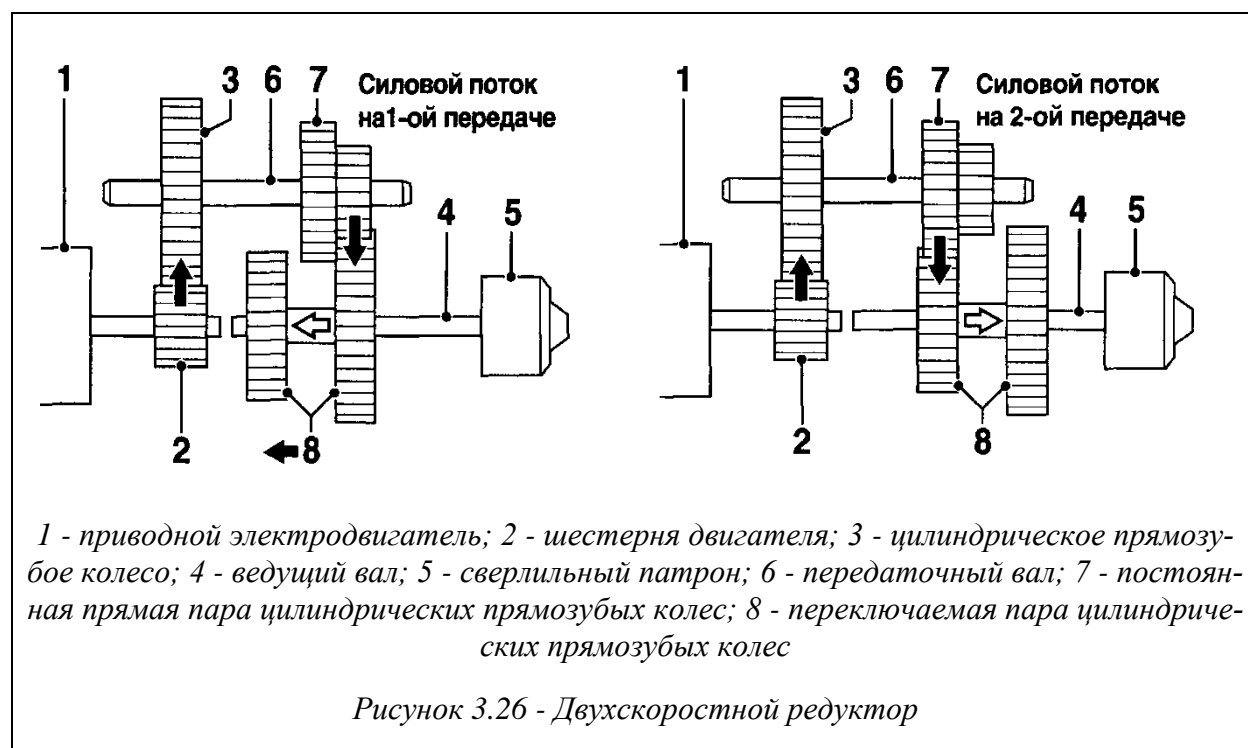
**Характерные свойства:** скорость вращения шпинделя находится в диапазоне 450-1300 об/мин. В результате даже **небольшие дрели** имеют относительно **высокие величины крутящего момента**. По этой причине угловые дрели также **пригодны** для использования со сверлами с высокими требованиями к крутящему моменту. Потребляемая мощность двигателя 400 Вт, что делает эти инструменты очень **легкими в эксплуатации**. Почти все без исключения угловые дрели сконструированы как инструменты со **стержневой конструкцией** с конической передачей. Так как сверлильный шпиндель располагается под углом 90°, пользователь может уверенно контролировать крутящий момент с помощью рычага, образуемого корпусом.

## Технические характеристики угловой дрели GWB 10 RE

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	400
Выходная мощность, Вт .....	170
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	1100
Номинальное число оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	750
Максимальный крутящий момент, Н·м .....	5,5
Номинальный крутящий момент, Н·м .....	2,2
<b>Диапазон сверления:</b>	
Диаметр отверстия в стали, мм .....	10
Диаметр отверстия в алюминии, мм .....	12
Диаметр отверстия в древесине, мм .....	22
Вес, кг .....	1,6

### Двухскоростные дрели

Такие дрели используются в случаях, где необходима универсальность применения. Их две скорости делают их в равной мере пригодными для сверления не только *отверстий малого, но и большого диаметра*. Ступени механической передачи (рис. 3.26) соответственно обеспечивают более высокий крутящий момент на низких скоростях.



В зависимости от размеров *двухскоростные дрели* предназначены для следующих диапазонов *диаметров сверления (в стали)*:

- от 6 до 10 мм;
- от 10 до 13 мм;
- от 13 до 16 мм;
- от 16 до 21 мм.

Благодаря *двухступенчатой передаче* эти электроинструменты по размерам в основном *больше*, чем *односкоростные дрели*. В качестве конструктивных типов используются *корпуса пистолетного типа, корпуса с торцевой рукояткой и крестообразной рукояткой*.

*Диапазон диаметров сверления от 6 до 10 мм.* Сфера возможных применений этих дрелей универсальна. Скорость вращения у них обычно изменяется в пределах между 1000-2000 об/мин; двигатели имеют номинальную мощность 500-600 Вт. *Они сконструированы в виде инструментов с корпусом пистолетного типа с дополнительными рукоятками.*

*Диапазон диаметров сверления от 10 до 13 мм.* Сфера возможных применений этих дрелей универсальна. Скорость вращения у них обычно изменяется в пределах между 600-1200 об/мин; двигатели имеют номинальные мощности 550-650 Вт. *Они изготовлены как инструменты с корпусом пистолетного типа с дополнительными рукоятками.*

*Диапазон диаметров сверления от 13 до 16 мм.* Обычной областью применения этих дрелей является *строительство сооружений из стальных конструкций, транспортное машиностроение и деревообрабатывающее производство*. Скорости и крутящие моменты этих дрелей позволяют использовать *кольцевые пилы* и применять дрели в качестве *механических мешалок* в работах по внутренней отделке помещений. Скорости их вращения обычно изменяются в пределах между 500-1000 об/мин; двигатели имеют номинальные мощности 650-1000 Вт. *Они изготовлены как инструмент с торцевой рукояткой и с дополнительными рукоятками.*

*Диапазон диаметров сверления от 16 до 21 мм.* Обычной областью применения этих дрелей является *строительство сооружений из стальных конструкций, транспортное машиностроение и деревообрабатывающее производство*. Скорости и крутящие моменты этих дрелей позволяют использовать *кольцевые пилы и сверлильные коронки*. В качестве приспособления для зажима оснастки в них используется *конус (конус Морзе)*. Скорость вращения обычно изменяется в пределах между 350-750 об/мин; у двигатели имеют номинальные мощности 900-1200 Вт. Обычно конструктивно они вы-

полнены в виде инструмента с **крестообразной** рукояткой. Электроинструмент этого размера часто используется для **стационарной эксплуатации в стойке сверлильного станка**.

### **Четырехскоростные дрели**

**Дрели с четырьмя механическими передачами** обычно предпочтительней для **работ в тяжелом режиме**. Они представляют собой верхний предел рабочих характеристик для ручных дрелей, так как они создают крутящие моменты, которые можно контролировать только с помощью *соответственно больших и громоздких рукояток*. *Необходимо проводить различие между:*

- *ручными дрелями;*
- *дрелями, предназначенными для использования в стойках для дрелей.*

Конструктивно *ручные машины* всегда выполняются с **крестообразной рукояткой**. Корпус редуктора изготовлен из металла и имеет цилиндрическую конструкцию. Диапазон скоростей в большинстве случаев разбит ступенчато на 125/250/500/700 об/мин. Мощность двигателя изменяется в диапазоне 1000-1600 Вт. В качестве зажимного устройства в них используется конус (конус Морзе).

### **Ручные дрели**

Ручные дрели этого размера используются для **строительства сооружений** из стальных конструкций. В дополнение к применению в качестве исключительно ручного инструмента они могут также **использоваться в стойке сверлильного станка**.

### **Электроинструменты для использования в стойках сверлильного станка**

При использовании дрелей для стационарного или полустационарного применения **необходимо снять рукоятки и закрепить в стойках сверлильного станка**. По сравнению со стационарными вертикально-сверлильными станками они имеют *преимущество мобильности*: их можно *транспортировать* с относительно небольшими усилиями и по этой причине их можно эксплуатировать **на строительных участках**.

Магнитные стойки сверлильного станка, которые обеспечивают надежную фиксацию электроинструмента на магнитных элементах, таких как стальные балки, также и в подвесном положении, предпочтительно использовать в строительстве сооружений из стальных конструкций и транспортном машиностроении. Для установки стойки в нужное положение или перестановки электромагнит можно выключать.

### 3.2.2 Системные принадлежности для дрелей

Программа системных принадлежностей для дрелей делает их применение более эффективным и/или более безопасным и расширяет сферу их возможного применения. Наиболее важные принадлежности:

- *дополнительные рукоятки;*
- *стойки сверлильного станка;*
- *ограничители глубины.*

**Дополнительные рукоятки.** Использование дополнительной рукоятки (рис. 3.27) улучшает управление и облегчает обращение с дрелью, что обеспечивает лучшие результаты работы. *Важнейшей функцией ее использования, однако, является снижение опасности возникновения несчастных случаев при заклинивании сверла в высверленном отверстии. Резко возникающий реактивный крутящий момент можно компенсировать только с помощью дополнительной рукоятки.*



***В дрелях с торцевой рукояткой использование дополнительной рукоятки абсолютно необходимо!***

**Стойки сверлильного станка.** Стационарное применение ручных дрелей становится возможным путем использования стойки сверлильного станка. Применение стойки сверлильного станка увеличит точность результатов работы. Необходимо проводить различие между:

- *настольной стойкой сверлильного станка;*



– магнитной стойкой сверлильного станка.

**Настольная стойка сверлильного станка.** Настольная стойка сверлильного станка (рис. 3.28) используется для стационарной эксплуатации дрели на рабочем месте. Дрель опускается в направлении цилиндрической направляющей и перемещается путем опускания рычага в пределах регулируемой высоты хода.

Обязательным требованием, обеспечивающим безопасность труда, является **надежное** крепление стойки сверлильного станка к рабочему месту и **фиксация** во время сверления мелких заготовок в тисках, которые прикреплены к основанию стойки сверлильного станка.

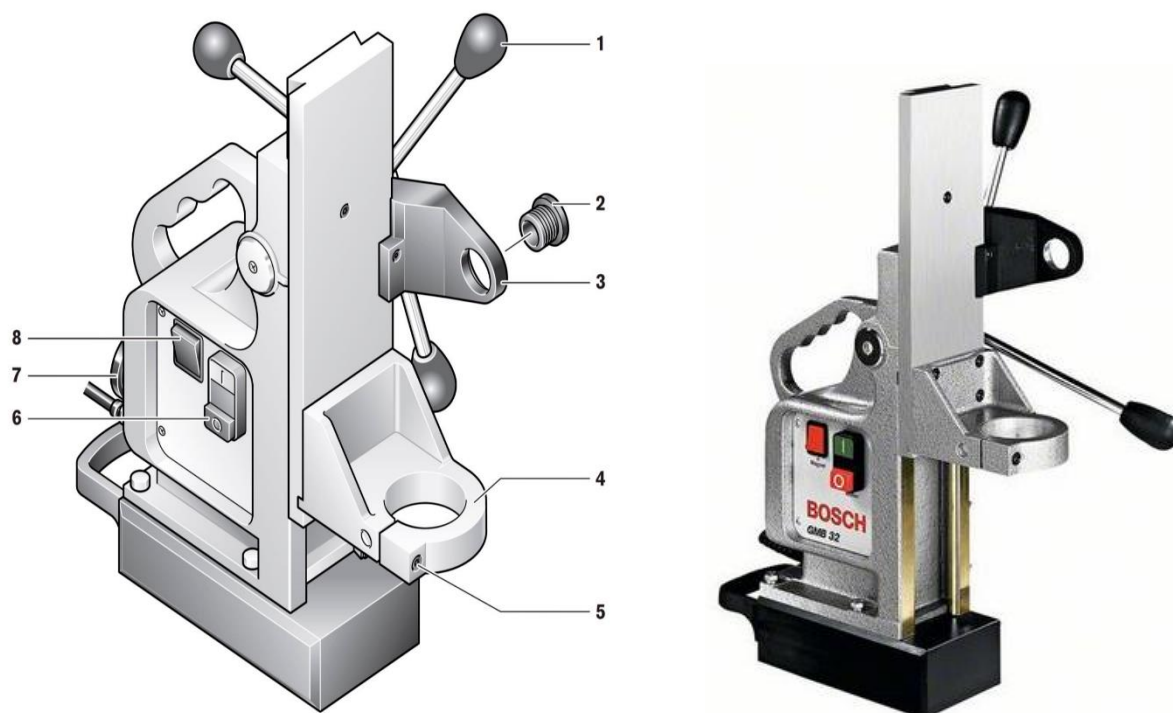


Рисунок 3.28 - Стойка сверлильного станка DP 500

**Магнитная стойка сверлильного станка.** Магнитные стойки сверлильного станка (рис. 3.29), вместе со специально предназначенной для этого типа применения дрелью, образуют станок. Дрель перемещается в направлении направляющей призмы и перемещается рычагом или маховиком ручной подачи. Сильный электромагнит расположен в основании, чтобы крепить магнитную стойку сверлильного станка непосредственно на обрабатываемой детали, при условии, что она сделана из магнитоактивного черного ме-



талла (стали). Это приспособление позволяет *выполнять сверление во всех положениях*, что является большим преимуществом особенно в *строительстве сооружений из стальных конструкций и транспортном машиностроении*.



1 - рычаг подачи со шкалой глубины сверления; 2 - винт бокового крепления; 3 - боковое крепление дрели; 4 - каретка; 5 - винт крепления дрели за шейку; 6 - выключатель двигателя; 7 - штепсельная розетка для дрели; 8 - выключатель магнитной плиты;

Рисунок 3.29 – Магнитная стойка сверлильного станка (GMB 32 Professional)

#### Технические характеристики магнитной стойки сверлильного станка GMB 32 Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	95
Диаметр зажимного фланца, мм .....	65
Удерживающая сила магнита, кН .....	25
Диаметр сверления, макс. (GBM 32-4, патрон рабочего инструмента МКЗ)	
— спиральное сверло, мм .....	32
— кольцевое сверло, мм .....	12-60
Рабочая длина (ось Z) (высота подъема, макс.), мм .....	223
Длина, мм .....	420
Высота, мм .....	560
Вес, кг .....	26

Для обеспечения дополнительной безопасности в случае нарушения энергоснабжения во время горизонтального сверления или сверления *над головой магнитная стойка сверлильного станка должна подсоединяться цепочкой к обрабатываемой детали.*

**Ограничители глубины.** Использование ограничителей глубины выгодно использовать при *сверлении большого числа отверстий равной глубины* или *в случае, если не должна быть превышена определенная глубина сверления*, когда, например, необходимо высверливать в листовых материалах *отверстия под винт*. Экономическая эффективность ограничителей глубины можно продемонстрировать следующим примером:

В промышленной компании необходимо просверлить 1000 отверстий глубиной 30 мм. Без ограничителя глубины глубина отверстий изменяется в интервале между 30 и 36 мм, то есть в среднем отверстия глубже на 3 мм. В случае 1000 просверленных отверстий дополнительная глубина сверления дошла бы до 3000 мм = 3 метрам! Потери времени и дополнительное изнашивание сверла очевидны.

### 3.2.3 Закрепляющий материал 3

#### Задание 3.1

#### I. Продолжите предложение:

1. Различают следующие виды односкоростных дрелей:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

2. В зависимости от расположения рукоятки дрели бывают:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

3. Для дрелей, используемых в стойках сверлильного станка, рукоятки

\_\_\_\_\_.

#### II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Двухскоростные дрели с диапазоном сверления от 13 до 16 мм позволяют использовать \_\_\_\_\_ пилы.

2. В двухскоростных дрелях с диапазоном сверления от 16 до 21 мм можно использовать \_\_\_\_\_ пилы и сверлильные \_\_\_\_\_.

3. Высокоскоростные дрели имеют форму \_\_\_\_\_ типа.

4. В дрелях с большим крутящим моментом используется \_\_\_\_\_ рукоятка.

5. Угловые дрели предназначены для использования в \_\_\_\_\_ рабочих условиях.

6. Четырёхскоростные дрели применяются при выполнении заданий, связанных с обработкой в \_\_\_\_\_.

### **III. Выберите один правильный ответ и обведите:**

1. Высокоскоростные дрели предназначены для сверления отверстий:

- а) большого диаметра;                      б) малого диаметра;

Ответ:

2. В дрелях с большим крутящим моментом используют сверла с диаметром до:

- а) 30 мм;                                      б) 40 мм;  
в) 50 мм.

Ответ:

### **IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

1. При сверлении отверстий в диапазоне от 13 до 16 мм используются дрели:

- а) пистолетного типа с дополнительной рукояткой;                      б) с крестообразной рукояткой;  
в) с торцевой рукояткой;

Ответ:

2. Двухскоростные дрели можно использовать для сверления отверстий:

- а) большого диаметра;                      б) малого диаметра;  
в) шестигранного отверстия.

Ответ:

3. В угловых дрелях применяются сверла:

- а) длинные;                                      б) конические;  
в) короткие;                                      г) ступенчатые.

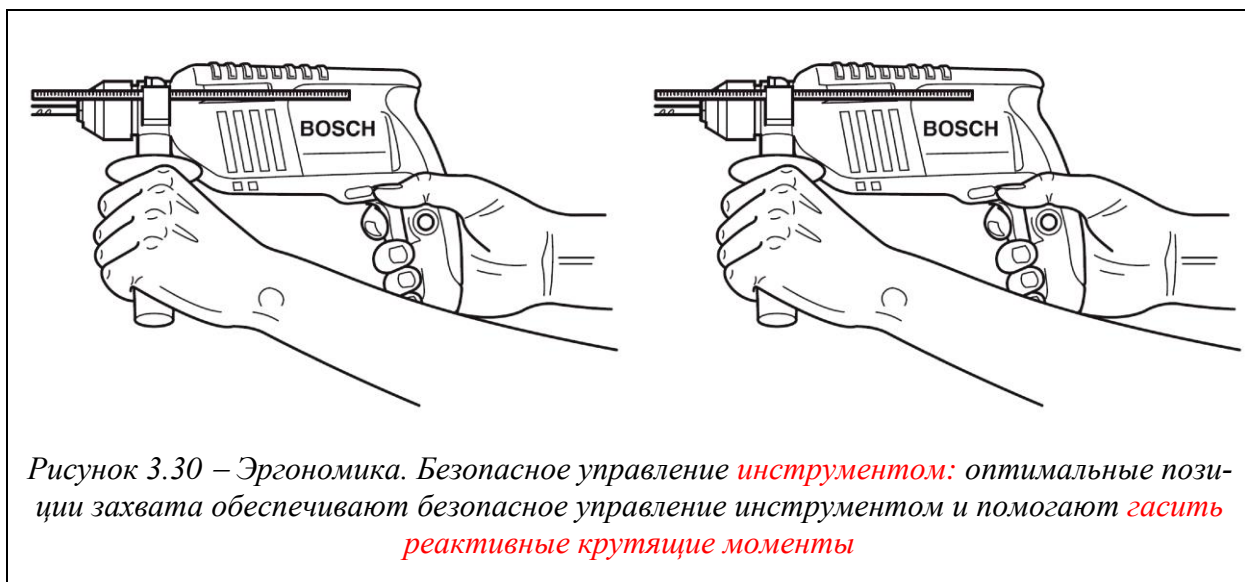
Ответ:

### 3.3 Техника безопасности при сверлении

Пользователи дрелей во время работы могут пораниться из-за возникновения реактивного крутящего момента. **Крутящие моменты** возникают в результате **усиливающегося трения сверла**:

- в глубоких отверстиях;
- в отверстиях большого диаметра;
- в случае зажатия сверла в просверленном отверстии, или когда сверло извлекается из обрабатываемой детали.

Когда сверло внезапно блокируется, электроинструмент может создавать очень **высокие и опасные реактивные крутящие моменты**. Для снижения крутящих моментов нужно использовать только безупречные **отшлифованные и острые сверла**, так как повреждённые или тупые сверла вызывают значительно большее трение и очень легко застревают или блокируются.



Для предотвращения опасности со стороны возможных крутящих моментов необходимо:

1) способствовать *созданию пространства* для удаления стружки во время сверления *глубоких отверстий*, время от времени переключая направление вращения сверла, *регулярно извлекая сверло* из отверстия, *это уменьшает трение* и снижает риск заклинивания;

2) выбрать *правильную скорость* для сверления отверстий *большого диаметра* и надежно зафиксировать обрабатываемую деталь;

3) для сверления *предварительного* отверстия брать сверло, диаметр которого соответствует ширине ребра на большом сверле.

### ***Безопасное управление устройством***

Оптимальные позиции захвата обеспечивают безопасное управление устройством и помогают удерживать дрель (см. рис. 3.30). Реактивные крутящие моменты гасятся также при уверенном управлении инструментом. Для этого необходимо держать дрель и направлять ее обеими руками.

Дрели, предназначенные для использования со вспомогательной рукояткой, необходимо направлять, используя дополнительную вспомогательную рукоятку (см. рис. 3.27).

В целях безопасного управления при работе с дрелью также необходимо занимать безопасное положение.

### 3.4 Проверка степени усвоения материала (Модуль 2, Модуль 3)

#### Задание 2.2

#### I. Приведите в соответствие

1. Приведите в соответствие (стрелками) типы свёрл и область их применения:

<i>Типы свёрл</i>	<i>Область применения</i>
1. Спиральные с коротким хвостиком	А. Сверление отверстий в массивном материале
2. Ступенчатые	Б. Сверление глухих отверстий
3. Конические	В. Сверление отверстий в тонких металлических листах для <b>заклепок</b> с потайной головкой
	Г. Сверление отверстий в листовом материале

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

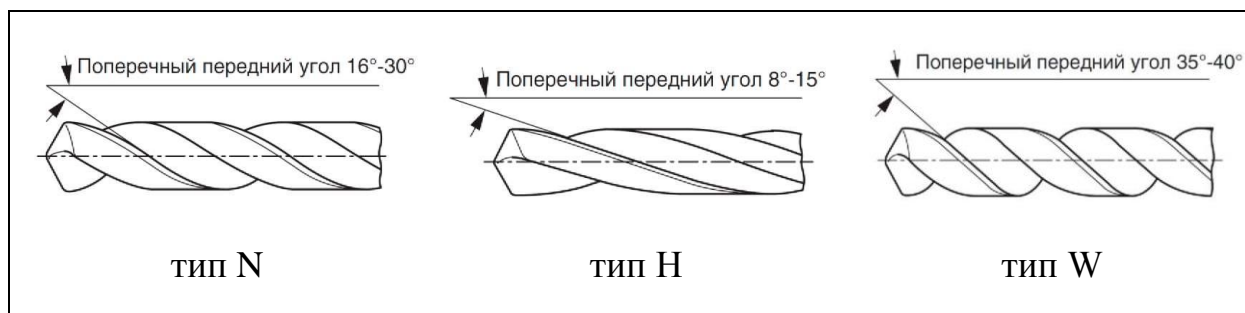
2. Приведите в соответствие (стрелками) диапазон высверливаемых диаметров отверстий в стали и применяемый тип корпуса двухскоростной дрели:

<i>Диапазон диаметров отверстий в стали</i>		<i>Тип корпуса дрели</i>	
1.	6-10 мм	А.	Корпус с крестообразной рукояткой
2.	10-13 мм	Б.	Корпус пистолетного типа с дополнительной рукояткой
3.	13-16 мм	В.	Корпус с торцевой и дополнительной рукояткой
4.	16-21 мм	Г.	Корпус с рукояткой пистолетного типа

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	
4	→	

3. Приведите в соответствие (укажите стрелками) тип сверла и рекомендуемый материал для обработки:



<i>Тип сверла (см. рисунки)</i>	<i>Обрабатываемый материал</i>
1. Тип N	А. Алюминий
2. Тип H	Б. Латунь
3. Тип W	В. Конструкционная сталь

Ответ: 

1
2
3

 → 


## II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Жаропрочные сплавы применяются в \_\_\_\_\_ средах при одновременном действии \_\_\_\_\_ рабочих температур.
2. Четырёхскоростные дрели используют при выполнении заданий в \_\_\_\_\_ режиме.

## III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Зенковки для металла применяются для:

- а) зенкования конических отверстий под головки винтов;
- б) глубокого сверления;
- в) снятия заусенцев в высверленных отверстиях.

Ответ:



2. Конусные и ступенчатые сверла подходят для обработки:

- а) тонких материалов;
- б) композитных материалов;
- в) толстого материала;
- г) для увеличения маленьких просверленных отверстий в тонких материалах.

Ответ:

3. Сверлам придают износостойкость покрытия:

- а) оксидные;
- б) нитрида титана;
- в) кадмиевые.

Ответ:

#### **IV. Выберите один правильный ответ и обведите:**

1. Двухскоростными дрелями высверливаются отверстия в диапазоне:

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| а) от 6 до 21 мм; | б) от 6 до 24 мм; |
| в) от 6 до 26 мм; | от 6 до 28 мм;    |

Ответ:

2. Число оборотов дрели при сверлении алюминиевых материалов по сравнению со сверлением конструкционной стали должно быть:

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| а) одинаковое;      | б) в 2 раза меньше; |
| в) в 2 раза больше. | г) в 3 раза больше. |

Ответ:

3. Число оборотов дрели при сверлении высококачественной стали по сравнению со сверлением конструкционной стали должно быть:

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| а) одинаковое;      | б) в 2 раза меньше; |
| в) в 2 раза больше. | г) в 3 раза больше. |

Ответ:

4. При сверлении металла удалению стружки благоприятствуют сверла со спиралью:

- а) вальцованной;                      б) фрезерованной;  
в) шлифованной.

Ответ:

## V. Работа с таблицей:

1. Перечислите виды односкоростных дрелей и заполните колонку 2 таблицы 1.

Таблица 1

<i>Тип дрели</i>	<i>Вид дрели</i>
1	2
Односкоростная дрель	1.
	2.
	3.

2. Определите тип дрели в зависимости от формы рукоятки и заполните колонку 2 таблицы 2

Таблица 2

<i>Внешний вид дрели</i>	<i>Тип дрели</i>
1	2
	

Окончание таблицы 2

1	2
	
	
	

Примечание - Для выполнения задания рекомендуется использовать натуральные образцы дрелей.

3. Запишите диаметры отверстий в стали, высверливаемых указанными дрелями и заполните колонку 2 таблицы 3.

Таблица 3




Типы дрелей	Диаметры отверстий в стали
1	2
Односкоростные	
Угловые	
Двухскоростные	
Четырехскоростные	

4. Заполните в таблице 4 основные свойства (колонку 2) и область применения оснастки (колонку 3) для обработки металла:

Таблица 4

<i>Оснастка</i>	<i>Особые свойства</i>	<i>Область применения</i>
1	2	3
<p>Спиральное сверло</p> 		
<p>Сверло с коротким хвостовиком</p> 		
<p>Ступенчатое сверло</p> 		

Окончание таблицы 4

1	2	3
<p>Конический зенкер</p> 		
<p>Конический зенкер для поперечных отверстий</p> 		
<p>Коронка Special for Sheet Metal для сверления металла</p> 		

## 4 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МОНТАЖА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

### 4.1 Модуль 4 «Гайковерты»

*Учебный материал 4*

#### 4.1.1 Общее понятие о винтовых соединениях

**Винтовое соединение** являются одним из самых распространенных видов крепления в монтажной технике и классифицируются как *соединения разъемного типа*. Для винтового соединения необходимо использовать:

- *соединительный элемент – шуруп или винт;*
- *насадку для передачи вращающего усилия на винт;*
- *устройство для создания вращающего усилия при затягивании винта.*

Техника винтового соединения занимает особое место среди остальных методов соединения. Она позволяет создавать разъемные соединения, не требующие разрушения или повреждения соединительного элемента и соединяемых деталей для размыкания. *Стандартным соединительным элементом при использовании такой техники является винт.*

*Основой винтового соединения является геометрическое замыкание резьбы, однако основной вклад в его прочность вносит силовое замыкание за счет сжимающего усилия между винтом и соединяемыми деталями.*

*Для создания геометрического замыкания в принципе необходимы два соединительных элемента, входящих в зацепление друг с другом. В роли одного из них выступает резьба винта, в роли другого – резьба в материале (типично для шурупов) или дополнительный элемент – гайка. Понятие «винт» объединяет две основные группы соединительных элементов:*

- *винты;*
- *шурупы.*

Во время завинчивания крепежных деталей *все силы, требуемые для поворота винта, передаются головке винта (или гайки) с помощью приложенного крутящего момента.*

**Крутящий момент** – это сила, которая передается на предмет, например, винт, с помощью вращательного движения. Единица измерения крутящего момента – Н·м (Ньютон - метр). Она состоит из компонентов F (сила) и I (плечо рычага) (рис. 4.1). Используется следующая формула:

$$M = F \cdot I$$

где M – крутящий момент, Н·м (N·m);

F – приложенная сила в Ньютонах, (N);

I – плечо рычага в метрах, (m).

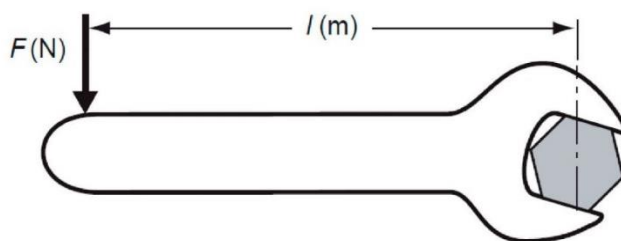
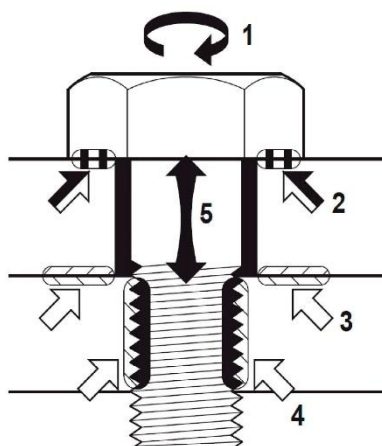


Рисунок 4.1 - Крутящий момент (на примере винта)

**Крутящий момент** прикладывается к винтовому соединению путём использования *гайковерта*. Он должен преодолеть результирующие фрикционные силы и обеспечивать мощность, необходимую для упругой деформации винта и /или окружающего материала (рис. 4.2).



1 - крутящий момент; 2 - трение под головкой **винта**; 3 - установившийся режим;  
4 - трение в резьбе; 5 - сила предварительной затяжки

Рисунок 4.2 - Силы в винтовом соединении

## Винты

Для монтажа металлоконструкций существуют **крепежные винты** и **шурупы**. Они отличаются друг от друга формой и типом резьбы.

**Крепежные винты** снабжены метрической (или дюймовой) резьбой на цилиндрическом хвостовике. Их можно завинчивать в готовые резьбы или фиксировать их гайкой.

**Самонарезающие винты (саморезы) для листовых материалов.** Такие винты служат для соединения тонкостенных деталей, например, *металлических листов*. Обычная резьба в данном случае **не подходит** из-за слишком малого количества заходов в нагруженной части и недостаточно высокого профиля резьбы по сравнению с толщиной материала. Поэтому применяют резьбу, сходную с резьбой шурупов по дереву. Такие винты, по форме напоминающие шурупы, изготавливаются из закаленной стали и во время ввинчивания самостоятельно нарезают свою собственную ответную резьбу в предварительно просверленном листовом металле (рис. 4.3).

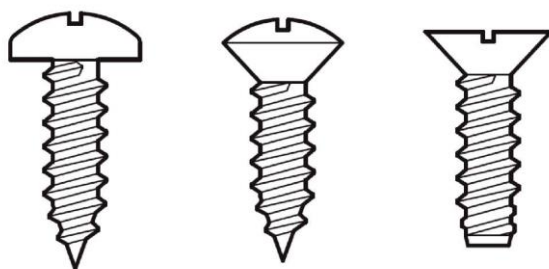


Рисунок 4.3– Винты для листовых материалов

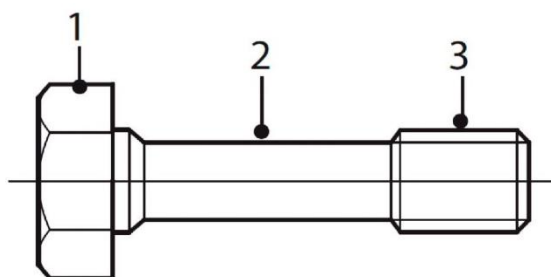
**Распорные винты** являются соединительными элементами с хвостовиком специальной формы (рис. 4.4). Они главным образом используются в машиностроении и транспортном машиностроении. Распорными винтами часто являются, например, шпильки головки цилиндра, болты соединительной тяги, винты тормозного цилиндра. В зависимости от цели и области применения большинство распорных винтов могут применяться только один раз.

Для того чтобы затянуть распорные винты требуется непрерывный крутящий момент. Они **непригодны для ударных ручных гайковертов**, потому что расширяющийся стержень винта будет подпружинивать «ударный» импульс.



**Инструментальные винты.** Все винты, а болты в первую очередь, являются изделиями массового производства и применяются почти во всех областях техники. В большинстве случаев они являются частью конструкции и должны иметь стандартизованные свойства.

**Болты** имеют стандартизованные формы и размеры. Резьба на них чаще всего *метрическая*; только в США, Великобритании и подчиненных им экономических зонах до сих пор применяется дюймовая резьба. Эти виды резьбы несовместимы между собой. Исключение составляет так называемая *трубная резьба* – здесь во всем мире широко применяется дюймовая система обозначения резьбы (*система Витворта*).



1 - головка винта; 2 - стержень (область расширения); 3 - резьба

Рисунок 4.4 – Распорные винты

**Классификация резьбы.** Существуют различные *виды резьбы*, которые стандартизуются в рамках определенного класса.

Один из видов – *ходовая резьба*, используемая преимущественно в линейных приводах и подъемных механизмах. В зависимости от *типа и шага* она может быть *легкоподвижной и саморегулирующейся*. В качестве ходовой в первую очередь используется *трапецеидальная резьба*. В винтовых соединениях применяется другая разновидность – *самостопорящаяся резьба*. Ее главная особенность заключается в том, что образованные с ее помощью соединения после затягивания в нормальных условиях не ослабляются самопроизвольно – для этого необходим внешний крутящий момент. Основными характеристиками резьбы являются:

- *направление вращения*;
- *профиль*;
- *шаг*.

Существуют также различия в пределах одного и того же признака. В особый вид выделяется *трубная резьба*.

**Направление вращения.** *Основное направление вращения при затягивании – по часовой стрелке* (правое вращение), если смотреть со стороны головки винта. Такая *резьба* называется *правой*. Поскольку она используется в большинстве случаев, ее не обозначают специально.

Если при взгляде со стороны головки винта вращение происходит *против часовой стрелки*, то это *левая резьба*. Она применяется в тех случаях, когда необходимо исключить ослабление винтового соединения при вращении детали в определенном направлении. *Левая резьба* также применяется в соединениях с повышенными требованиями к безопасности, где можно перепутать направление вращения. Еще одна область применения (в сочетании с правой резьбой) – *винтовые стяжки*. Левая резьба сокращено обозначается **ЛН**.

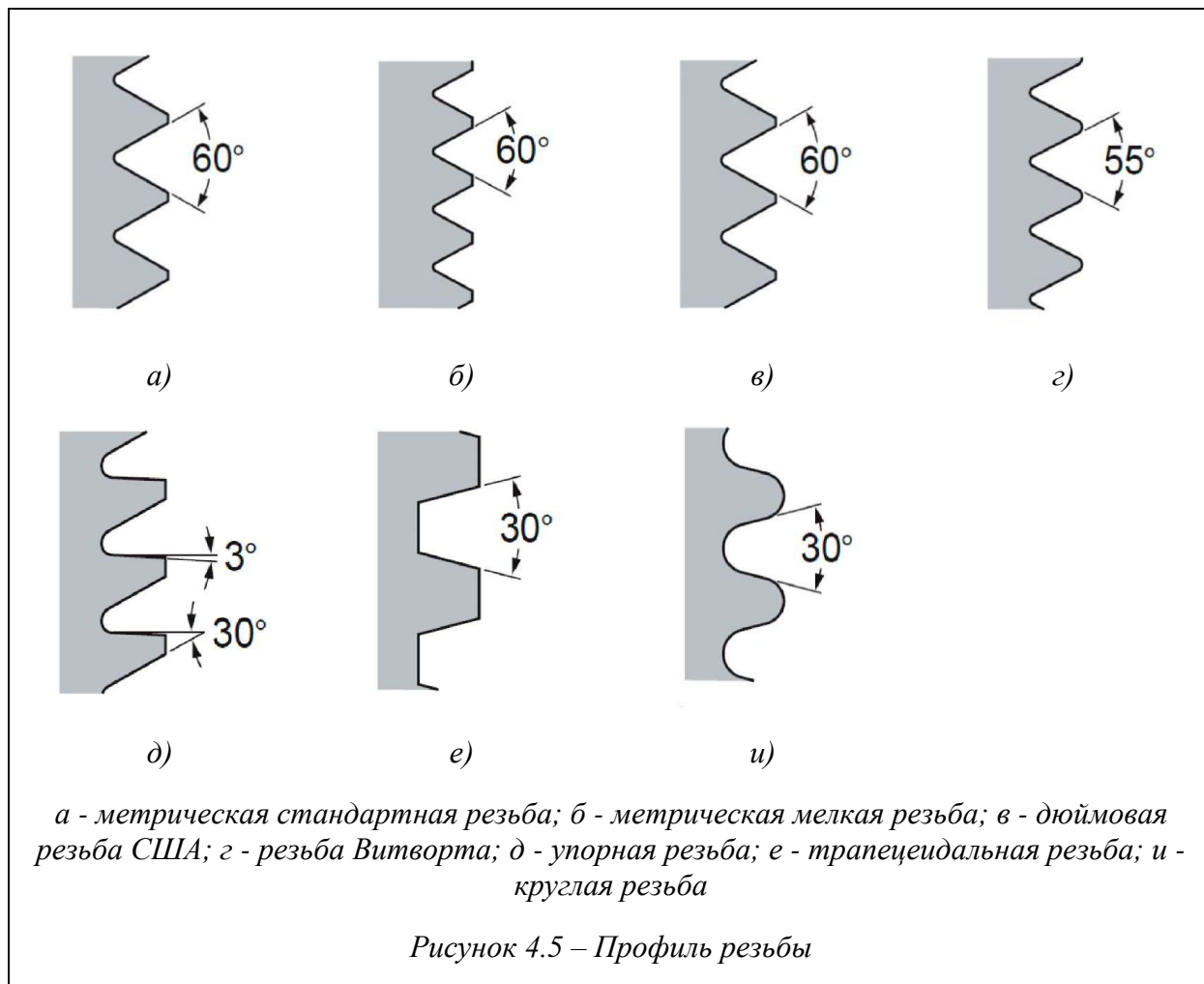
**Профиль резьбы.** *Треугольная резьба* является основным видом крепежной резьбы. Угол профиля, имеющего треугольную форму, составляет  $60^\circ$  для *метрической резьбы* (рис. 4.5а) и  $55^\circ$  для *трубной резьбы Витворта* (рис. 4.5г). Треугольная резьба обозначается буквами **М** (метрическая) или **R** (трубная резьба Витворта).

*Упорная резьба* (рис. 4.8д) имеет трапециевидальную форму и различные углы профиля:  $30^\circ$  и  $3^\circ$ . Она способна выдерживать очень высокие нагрузки на плоскую сторону профиля, но при этом легко ослабляется. Упорная резьба обозначается буквой **S**.

*Круглая резьба* (рис. 4.5и) имеет угол профиля  $30^\circ$  и обладает определенной способностью к самоочищению. Она используется в тех случаях, когда возможно сильное загрязнение, способное повредить другие виды резьбы. Круглая резьба обозначается символом **Rd**.

*Трубная резьба* может быть как *метрической*, так и *дюймовой*. Для *монтажа труб* применяется обычно *резьба Витворта*. Поскольку трубы отличаются невысокой толщиной стенок, такая резьба имеет относительно небольшую высоту профиля, независимую от диаметра. *Наружная резьба* может быть как *цилиндрической*, так и *конической* (конус 1:16). *Внутренняя резьба* бывает *только цилиндрической*. Соединение с помощью *наружной конической резьбы* при использовании уплотнителя обеспечивает очень хорошую герметизацию, поэтому *такая резьба* идеально подходит для *газопроводов* (специальная резьба для газовых труб). Трубные резьбы измеряются на основе условного прохода трубы (условно отнесены к номинальному внутреннему диаметру). Подбор совместимых видов резьбы требует особой тщательности.

**Винтовое соединение труб.** Для винтового соединения труб и фитингов небольшого диаметра (главным образом в области гидрооборудования) применяется *цилиндрическая и коническая резьба* – как *метрическая*, так и *дюймовая*. Размеры резьбы стандартизованы в рамках применяемой системы единиц. Разница часто бывает малозаметной, поэтому, чтобы не спутать один вид с другим, следует пользоваться таблицами размеров в каталогах производителей.



**Шаг резьбы.** Шаг резьбы определяет глубину ввинчивания на один оборот, а также высоту профиля резьбы и соответственно ее внутренний диаметр. Резьба с шагом, меньшим, чем у стандартной (основной) резьбы, называется мелкой. Из-за меньшей высоты профиля она обеспечивает меньшее удерживающее усилие, но при этом обладает выраженной способностью к самостопорению.

Шаг основной резьбы стандартизован. Мелкая резьба при одном и том же диаметре может иметь различный шаг, значения которого также стандартизованы. Поэтому в обозначении мелкой резьбы после диаметра указывается шаг (например, М 24х1,5; М 24х2).

**Основы винтового соединения.** *Удерживающая сила винтового соединения* должна быть такой, чтобы даже при максимально возможных при работе нагрузках *соединенные детали не смещались*. При этом винты ни в коем случае не должны подвергаться срезающей нагрузке.

**Сила натяжения.** При надлежащем предварительном натяжении винт воспринимает только небольшую часть возникающих при работе усилий, действующих в направлении оси винта и часто меняющих свою величину. Повторно-переменная нагрузка на винт обратно пропорциональна твердости соединяемых деталей и эластичности винта. Сильное предварительное натяжение представляет собой также лучшую профилактику ослабления и откручивания винта за счет последующей деформации места соединения под действием сжимающего усилия. Особенно хорошие результаты достигаются в этом случае при использовании длинных винтов класса качества от **8.8** до **12.9** с уменьшенным в районе внутреннего диаметра резьбы стержнем, обеспечивающим оптимальное усилие натяжения.

**Можно применять следующее эмпирическое правило:** при использовании винтов класса 8.8 уменьшение силы натяжения соединения составляет 10–20 % при температуре не выше 100 °С и при условии, что напряженные детали изготовлены из металлов с прочностью на растяжение не ниже 300 Н/мм<sup>2</sup>. Длина свободной (ненагруженной) части резьбового конца должна равняться как минимум половине наружного диаметра резьбы (а в норме диаметру резьбы).

**Стопорные элементы.** Если используются *стопорные элементы* (например, пружинные шайбы), то их сила натяжения в полностью сжатом состоянии должна равняться силе натяжения винта. При использовании винтов класса прочности 8.8 для соединения металлических деталей, когда относительное удлинение винта более чем в 2,5 раза превышает наружный диаметр резьбы, применять пружинные шайбы чаще всего невыгодно. При использовании винтов классов качества 4.8, 5.6 и 5.8 и относительном удлинении, более чем в 5 раз превышающем наружный диаметр резьбы, в пружинных шайбах нет необходимости.

**Напряжение смятия.** *Напряжение смятия* между головкой и гайкой не должно превышать предел текучести при сжатии (соответствует как минимум пределу текучести или 0,2 % условному пределу текучести) материала напряженных деталей. При необходимости следует использовать большие

подкладные шайбы или болты с плоским фланцем. Фланцы должны закрепляться как минимум 4 болтами. Такие соединения прочнее, чем фланцевые соединения с 3 расположенными через 120° болтами, так как в последних разрушение одного болта означает выход из строя всего соединения.

**Классы прочности.** Болты и гайки обозначаются различными способами.

**Болты.** Обозначение класса прочности болта согласно стандарта DIN EN (нем. *Deutsches Institut für Normung e.V.* – Немецкий институт по стандартизации) состоит из **двух цифр**, разделенных точкой:

- **первая цифра** соответствует 1/100 минимального предела прочности при растяжении ( $\sigma_B$ ) в Н/мм<sup>2</sup>,
- **вторая цифра** соответствует 1/10 отношения минимального предела текучести (Rel) к временному сопротивлению в процентах.

Произведение указанных двух цифр соответствует 1/10 номинального значения предела текучести в Н/мм<sup>2</sup>.

Класс прочности болтов, их механические свойства приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Класс прочности болтов

Класс прочности		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	<b>8.8</b>
Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	Мин.	330	400	420	500	520	600	800
	Макс.	490	550	700	800	1000	1200	1400
Нижний предел текучести Rel, Н/мм <sup>2</sup> (0,2% предел прочности при растяжении $\sigma_{0.2}\sigma_B$ )	Мин.	180	240	320	300	400	480	-
	Макс.	-	-	-	-	-	-	640
Твердость по Викерсу HV 30	Мин.	95	120	130	155	160	190	250
	Макс.				250			320

Таблица 4.2 – Механические свойства болтов

№ пункт а	Механические свойства		Класс прочности											
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	8.8		9.8*	10.9	12.9
										$d \leq 16$ мм	$d > 16$ мм			
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Временное сопротивление $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	Номин.	300	400		500		600		800	800	900	1000	1200
2		Мин.	330	400	420	500	520	600		800	830	900	1040	1020
3	Твердость по Виккерсу, HV	Мин.	95	120	130	155	160	190		250	255	290	320	385
		Макс.	250							320	335	360	380	435
4	Твердость по Бринеллю, HB	Мин.	90	114	124	147	152	181		238	242	276	304	366
		Макс.	238							304	318	342	361	414

№ пункт а	Механические свойства			Класс прочности											
				3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	8.8		9.8*	10.9	12.9
											$d \leq 16$ мм	$d > 16$ мм			
1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	Твердость по Роквеллу, HR	мин.	HRB	52	67	71	79	82	89		-	-	-	-	-
			HRC <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	22	23	28	32	30	
		макс.	HRB	99,5							-	-	-	-	-
			HRC <sub>3</sub>	-							32	34	37	39	44
6	Твердость поверхности HV 0,3 <sub>макс</sub>			-							*4				
7	Предел текучести $\sigma_T$ , Н/мм <sup>2</sup>	Номин.		180	240	320	300	400	360	480	-	-	-	-	-
		Мин.		190	240	340	300	420	360	480	-	-	-	-	-
8	Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Номин.		-							640	640	720	900	1080
		Мин.		-							640	660	720	940	1100
9	Напряжение от пробной нагрузки $\sigma_n$	$\sigma_n/\sigma_T$ или $\sigma_{0,2}$		0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92		0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
		Н/мм <sup>2</sup>		180	225	310	280	380	440		580	600	650	830	970
10	Относительное удлинение после разрыва $\delta_5$ , %	Мин.		25	22	14	20	10	16	8	12	12	10	9	8

**Гайки.** Классы прочности стандартных гаек с номинальной высотой, равной 0,8 наружного диаметра резьбы, и размером под ключ, равным 1,45 наружного диаметра резьбы, обозначаются цифрой, соответствующей 1/100 контрольного напряжения в Н/мм<sup>2</sup>. Контрольное напряжение соответствует минимальному пределу прочности при растяжении винта того же класса прочности. Выдерживание контрольной нагрузки проверяется с помощью винтовой резьбы более высокой прочности с твердостью не менее 45 HRC. После снятия контрольной нагрузки гайка должна двигаться на винте.

**Обозначения.** При диаметре резьбы 5 мм и больше винты класса прочности 8.8 и выше, а также гайки всех классов прочности должны иметь обозначение: винты на головке, гайки на передней поверхности. У винтов малого размера разрешается опускать точку между цифрами.

**Классы прочности для гаек:** 4; 5; 6; 8; 10; 12. Для гаек с ограниченной способностью: 04; 05 (например, плоские гайки).

Требуемый **момент затяжки** может быть достигнут вручную с использованием:

- отвертки (до М 5 или 8.8);
- ключа с внутренним шестигранником или звездообразного ключа (до М 8 или 10.9);
- также кольцевого ключа (до М 12 или 10.9).

**Варианты применения винтовых соединений.** Для практического выполнения винтового соединения необходимо знать:

- *тип основы;*
- *применимый метод: ограничение глубины или ограничение момент;*
- *тип винтов.*

Только при наличии этих данных возможно правильное применение электроинструмента, причем при выборе инструмента следует также учитывать характеристики винтов.

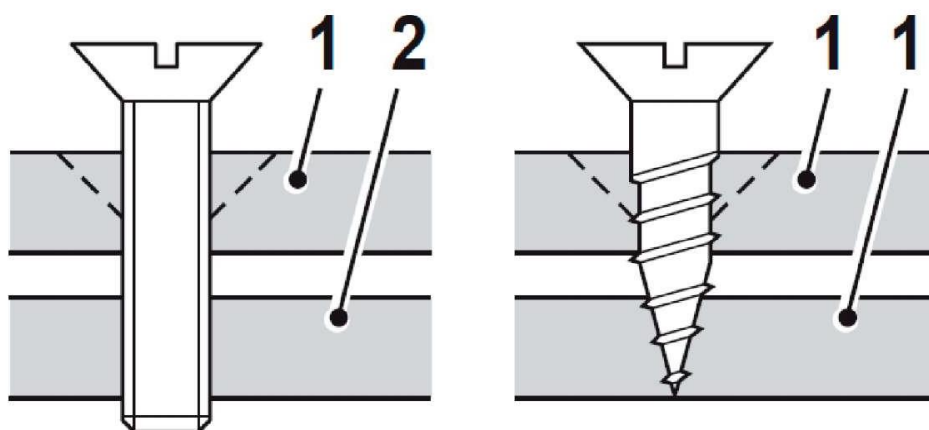
**Типы основы.** Материал основы можно разделить на две основные группы:

- *мягкие;*
- *жесткие.*

Такая грубая классификация позволяет выбрать подходящий метод.

**Мягкая основа.** Материал основы считается *мягким*, если при вращении винта после касания головки располагающаяся непосредственно под головкой шурупа (или гайкой) соединяемая деталь (из эластичного материала (обычно древесины)) сминается и шуруп проникает дальше. Вывод: ***при работе с мягкой основой необходимо ограничивать глубину завинчивания.***

В приведенном ниже примере показано типичное изменение крутящего момента при ввинчивании шурупа с потайной головкой в деревянную основу (рис. 4.5).

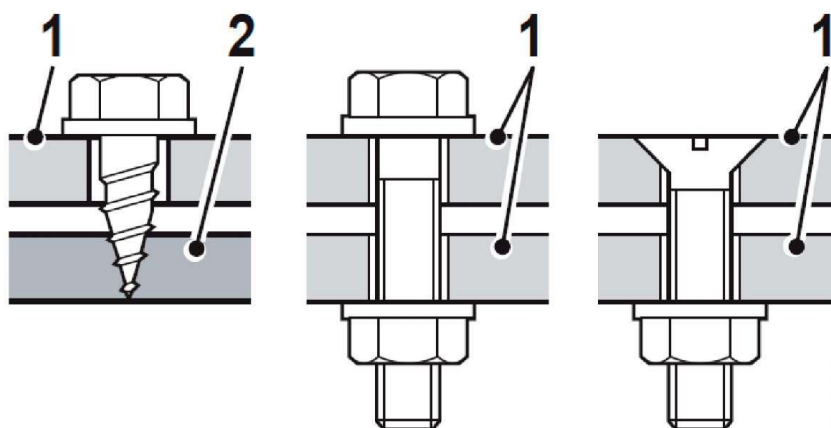


*1 - мягкий материал; 2 - жесткий материал*

*Рисунок 4.5 - Режим завинчивания (режимы мягкого завинчивания)*

**Жесткая основа.** Материал основы считается *жестким*, если при вращении шурупа после касания головки располагающаяся непосредственно под головкой шурупа (или гайкой) соединяемая деталь (обычно из металла) не сминается, в том числе, если к шурупу продолжают прикладывать крутящий момент. Типичный случай – завинчивание болта в металлическую деталь с внутренней резьбой. Если прилагаемый момент достаточно высок, то попытка продолжить завинчивание после касания головки приводит к срыву резьбы или головки болта. Вывод: *при работе с жесткой основой необходимо ограничивать момент затяжки.*

Это относится также к случаям, когда между жесткими соединяемыми или крепежными элементами располагаются эластичные прокладки (например, уплотнение). Здесь применимы те же правила, что и в случае с жесткой основой. В приведенном выше примере показано типичное изменение крутящего момента при ввинчивании болта в металлическую основу (см. рис. 4.6).



1 - жесткий материал; 2 - мягкий материал

Рисунок 4.6 - Режим завинчивания (режимы жесткого завинчивания)

В случае **жесткого завинчивания** (наиболее яркий пример) короткие метрические стальные шурупы завинчиваются в отверстия с заранее подготовленной резьбой до тех пор, пока шестигранная головка не достигнет стальной основы и не будет осуществлена затяжка.

Влияние на жесткое завинчивание оказывают:

- материал резьбы гайки или ее покрытие;
- материал покрытия головки шурупа;
- состояние резьбы;



- материал стержня шурупа;
- длина стержня шурупа;
- диаметр стержня шурупа;
- шаг резьбы;
- состояние смазки шурупа;
- форма головки шурупа;
- форма и материал прокладочной шайбы.

Между этими крайними примерами жесткого и мягкого завинчивания имеется практически неограниченное количество вариантов. При одинаковой настройке гайковерта в случае жесткого завинчивания передается максимальный крутящий момент, а случае мягкого – минимальный.

Характеристика крутящего момента зависит от следующих факторов:

- прочность винтов/шурупов/гаек;
- вид опоры (шайба, тарельчатая пружина, уплотнение);
- прочность завинчиваемых материалов;
- условия смазки резьбового соединения.

Соответственно вытекают следующие варианты применения гайковертов:

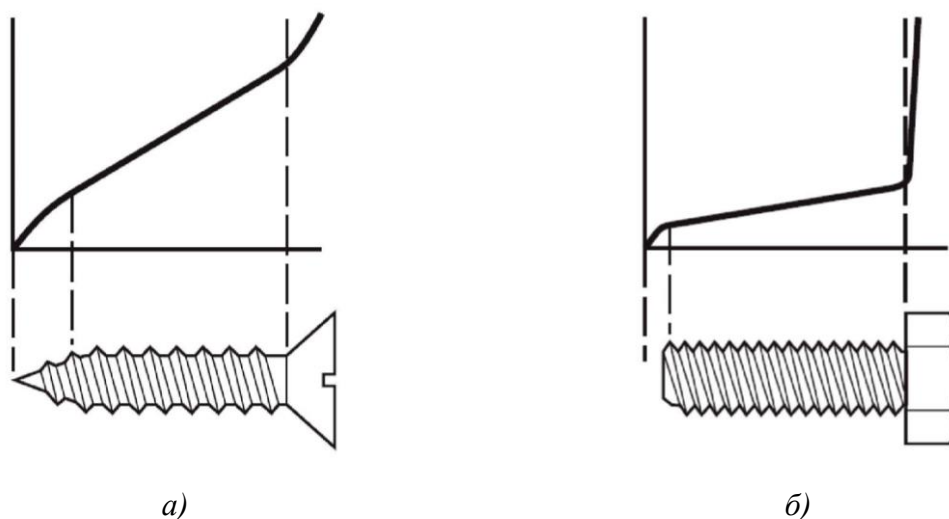
***Работа с жесткими материалами*** – завинчивание металлических деталей с применением подкладочных шайб. Максимальный крутящий момент достигается после относительно короткой продолжительности работы ударного механизма (крутая характеристика). Необоснованно большая продолжительность работы ударного механизма вредит электроинструменту.

***Работа с пружинящими материалами*** – завинчивание металлических частей с применением пружинящих колец, тарельчатых пружин, анкеров или винтов/гаек с конической посадкой и применением удлинителей.

***Работа с мягкими материалами*** – привинчивание, например, металлических частей к древесине или применение свинцовых или фибровых подкладных шайб.

При работе с пружинящими или мягкими материалами максимальный момент затяжки меньше, чем при работе с жесткими материалами. Также требуется значительно большая продолжительность работы ударного механизма.

Характер изменения крутящего момента в случае использования *мягких и жестких режимов* завинчивания показан на рисунке 4.7.



*а - мягкие режимы завинчивания (в древесине); б - жесткие режимы завинчивания (в металле);*

*Рисунок 4.7 - Характер изменения крутящего момента в случае использования мягких и жестких режимов завинчивания*

## **Закручивание винтов в жесткие, пружинящие или мягкие материалы**

Если достигнутые опытным путем в течение серии ударов крутящие моменты замерить и по ним составить диаграмму, то получится кривая крутящего момента. Высота кривой соответствует максимально достигнутому крутящему моменту, крутизна показывает, за какое время он был достигнут.

Длительность воздействия **импульсного** гайковерта определяет доступный крутящий момент в пределах заданного диапазона:

- чем короче длительность воздействия, тем ниже достигнутый крутящий момент.
- чем дольше длительность воздействия, тем выше достигнутый крутящий момент.

Но необходимо учитывать, что после определенной длительности воздействия (в большинстве случаев приблизительно 5 секунд) крутящий момент не будет больше увеличиваться (рис. 4.8).

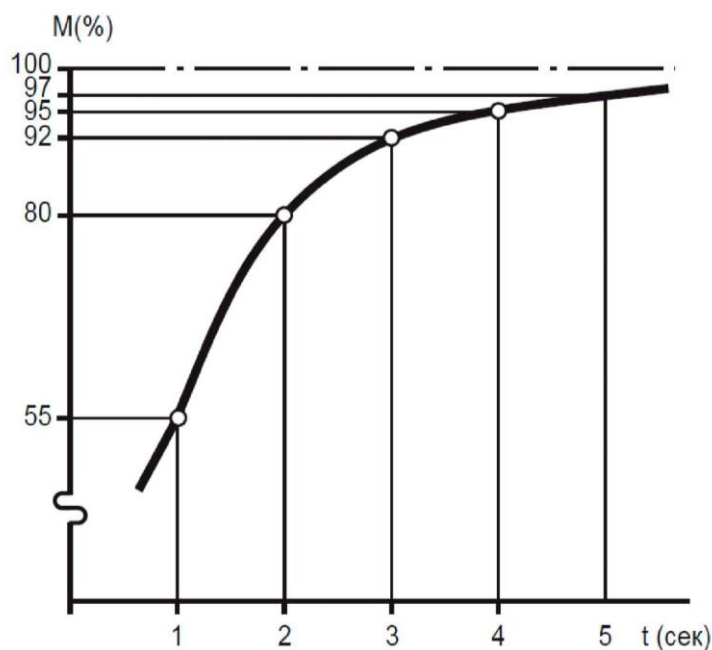


Рисунок 4.8 – Зависимость крутящего момента от длительности воздействия (пример)

#### 4.1.2 Электроинструменты для монтажа винтовых соединений

**Гайковерт** – инструмент, специально предназначенный для монтажа и демонтажа винтовых соединений. Импульсный механизм (присутствующий в большинстве случаев) и патрон для легкой и быстрой замены головок позволяют с легкостью выполнить поставленные задачи.

В гайковертах используется специальный патрон в виде **наружного четырехгранника** различного размера (1", 3/4", 1/2") или **внутреннего шестигранника** размером 1/4".

Гайковерт должен быть способен надежно и экономично закручивать или выкручивать винты (гайки) в соответствии с конкретными режимами закручивания, как можно быстрее и с наименьшим количеством усилий и с наименьшим числом ответных реакций для пользователя инструмента.

В силу принципа действия необходимо проводить различие между:

- гайковертами с ограничением крутящего момента;
- **импульсными** (ударными) гайковертами.

**Завинчивание с ограничением крутящего момента.** Для этого применяются так гайковерты с ограничением крутящего момента. Их отличительной чертой является функция предварительного задания предельного момента затяжки. Для завинчивания вначале требуется небольшой момент; он резко увеличивается после соприкосновения головки винта (гайки) с поверхностью детали. При достижении заданного момента происходит размыкание сцепления между шпинделем и двигателем, который продолжает работать на холостом ходу. Преимущества инструмента и момент затяжки зависят от принципа действия гайковерта. Применяются следующие типы механизмов:

- проскакивающие муфты;
- отключающие муфты;
- ударно-вращательные муфты;
- импульсные муфты;
- автоматический останов;
- электронное ограничение крутящего усилия.

#### **4.1.2.1 Гайковерты с ограничением крутящего момента**

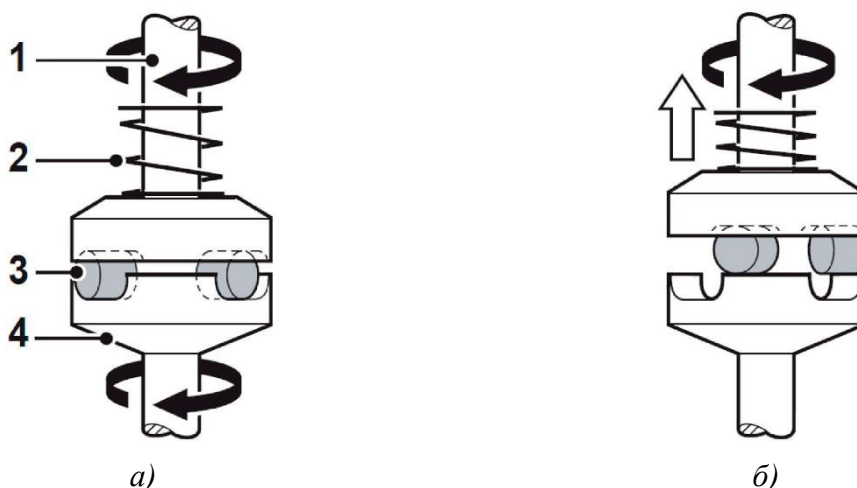
**Гайковерты с ограничением крутящего момента с проскакивающей муфтой.** Это самый популярный вид гайковерта.

Проскакивающая муфта регулируется. При достижении заданного пружинной крутящего момента полумуфты, соединенные косыми зубьями (кулачками), *роликами или шариками*, разжимаются (см. рис. 4.9). Пока инструмент работает и к нему прикладывается усилие, завинчивание осуществляется с максимальным моментом заданной величины. Это благоприятно сказывается, если есть вероятность смятия материала под винтом. Проскальзывающие муфты отличаются невысокой ценой, достаточной точностью и (при высоком качестве) низким уровнем износа.

Существуют ограничения для крутящего момента проскакивания, поскольку он через инструмент передается пользователю и может вызвать чувство дискомфорта. Из этих соображений максимальный крутящий момент в таких устройствах обычно ограничен значением 30 Н·м.

**Гайковерты с ограничением крутящего момента с отключающей муфтой.** Работают по тому же принципу, что и предыдущий тип, т.е. крутящий момент ограничивается предохранительной кулачковой (шариковой) муфтой. Отличие состоит в том, что в отключающей муфте полумуфты после первого разъединения остаются расцепленными. Это обуславливает независимость

момента от времени работы. Отключающие муфты отличаются очень низким уровнем шума и износа. Их *недостаток* – более *сложная конструкция* и, соответственно, более *высокая цена*.



а – вращение: муфта соединена (зацеплена); б – проскальзывание: муфта отсоединена (расцеплена); 1 - ведущий вал; 2 - нажимная пружина; 3 - ролики (расположены в углублениях); 4 – выходной вал

Рисунок 4.9 – Проскакивающая (роликовая) муфта. Схема и принцип действия

#### 4.1.2.2 Импульсные (ударные) гайковерты

**Импульсные гайковерты** – это гайковерты, крутящий момент которых не увеличивается постоянно во время выполнения операции, а действует на винтовое соединение с помощью повторяемых «ударно-вращательных воздействий».

Рабочий орган в таких устройствах – обособленный *ударный механизм пазового типа*. У них практически отсутствует отдача даже при высоких значениях момента. Затяжка происходит дискретно с характерным громким шумом. Величина максимального момента зависит от конструкции. Ограничение осуществляется либо путем задания количества ударов, либо с помощью расположенных между шпинделем и торцовым ключом ограничителей (торсионов).

**Импульсные** гайковерты высокого качества отличаются прочностью и долговечностью. На практике предельный момент затяжки определяется массой ударного механизма и размерами инструмента. Для ручных гайковертов эта величина обычно составляет до 1000 Н·м.

Принцип действия **импульсного** гайковерта показан на рисунке 4.10.

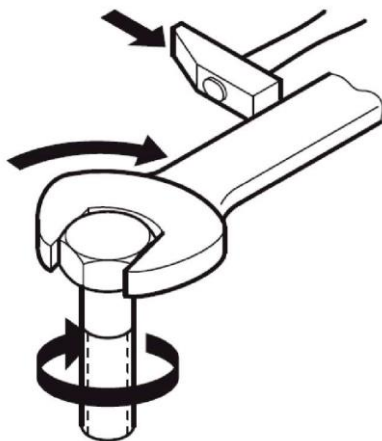
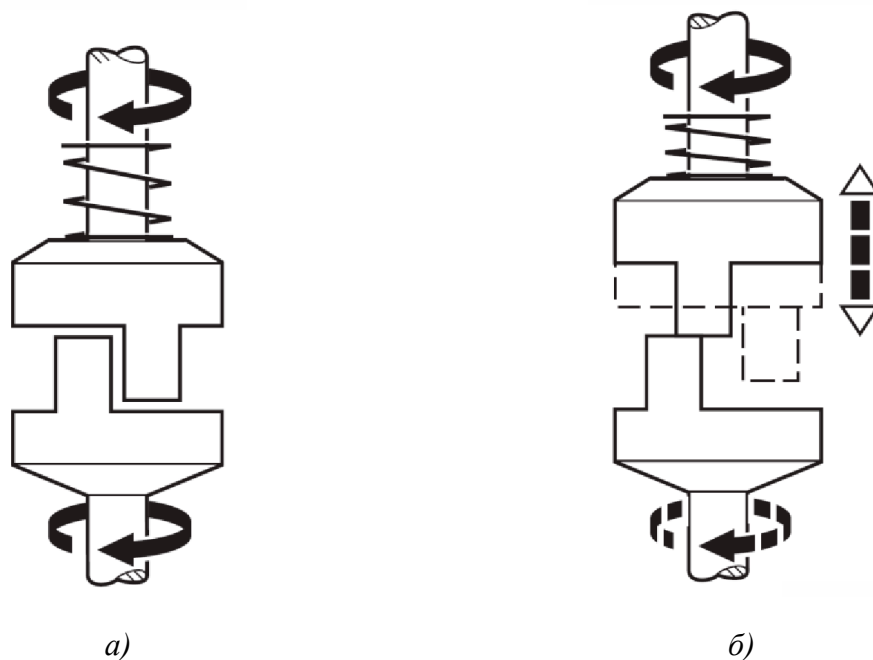


Рисунок 4.10 – Принцип действия **импульсного** гайковерта

### Функциональные характеристики

Ударный механизм **импульсного** гайковерта отдаленно напоминает кулачковый механизм гайковерта с ограничением крутящего момента (рис. 4.11 и 4.12). Муфтовое соединение представляет собой прочную литую конструкцию, а кулачки дисков сцепления имеют ровную контактную поверхность.

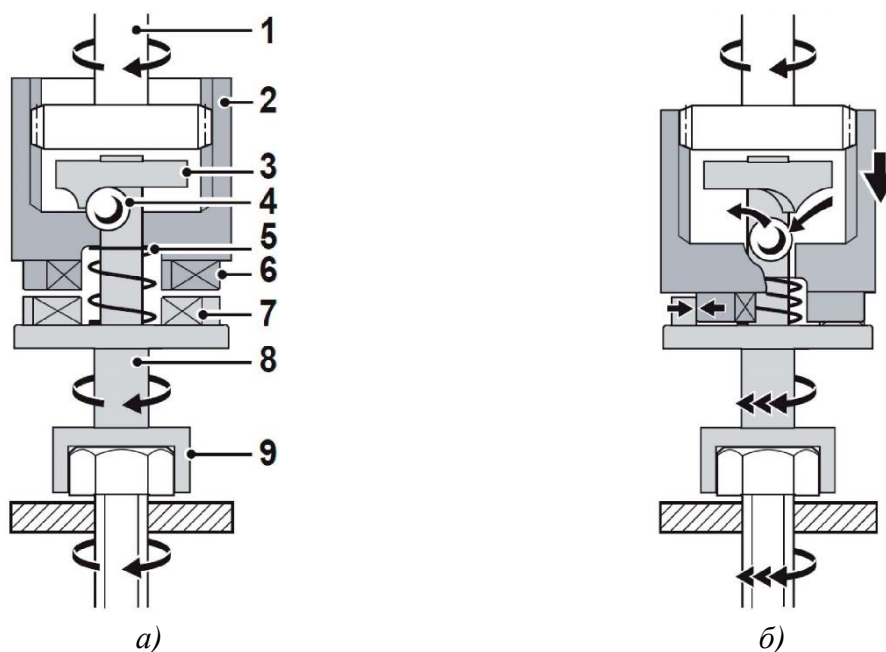
Диск сцепления с приводной стороны выполнен в виде инерционного ударного элемента с пружинной нагрузкой и клиновидными или продольными пазами для последовательного передвижения вперед и назад. При незначительном **крутящем** моменте кулачки полностью соприкасаются и передают вращательное движение. При превышении конструкционного **крутящего** момента масса сцепления уступает под давлением пружины, отодвигается назад и перескакивает через кулачки с ведомой стороны. После этого она соскальзывает назад и ударяет по следующему ведомому кулачку, что приводит к передаче ударно-**крутящего** момента. Благодаря продольному движению ударной массы происходит передача обратного **крутящего** момента по направлению к пользователю.



*а – завинчивание; б – ударно-вращательное движение*

*Рисунок 4.11 - Импульсные гайковерты. Схема и принцип действия*

Передача вращательного движения осуществляется поэтапно с характерным громким щелчком. Максимальный ударно-**крутящий** момент ограничен конструктивными характеристиками инструмента и зависит от числа вращательных ударов (длительности удара). Для настройки максимального показателя используются специальные ограничители, расположенные между шпинделем и торцовым ключом (торсионные стрежни). На практике максимальный **крутящий** момент ограничен весом ударного механизма и размером инструмента. Ручной электроинструмент выпускается с максимальным крутящим моментом 1000 Н·м. Крутящий момент может участвовать в процессе завинчивания только в том случае, если все соединительные элементы являются жесткими, включая винт. Винты с утонченным хвостовиком (невыпадающие винты), используемые для высокопрочных соединений в машино- и приборостроении, непригодны для данных целей, так как они пружинят под ударным воздействием, что приводит к передаче недостаточного момента затяжки.



*а – завинчивание; б – ударно-вращательное завинчивание; 1 - ведущий вал; 2 - масса системы ударного действия (с внутренним приводом); 3 - направляющие кулачки; 4 - шарики трансмиссии; 5 - возвратная пружина; 6 - кулачки системы ударного действия; 7 - выходные кулачки; 8 - выходной вал; 9 - шестигранная торцевая головка*

*Рисунок 4.12 – Ударно-вращательная система, кулачковая система ударного действия (принцип действия)*

## Типовая классификация импульсных гайковертов

Импульсные гайковерты подразделяются на различные классы в зависимости от максимального диаметра используемых винтов (болтов). Среди самых распространенных можно выделить следующие:

- до *M 18*;
- *M 18 - M 24*;
- *M 24 - M 30*.

**Тип М 18:** *импульсные гайковерты* данного типа (рис. 4.13б) используются в **автомобилестроении** для монтажа колес на легковые автомобили; для **сборки легких стальных конструкций** при строительстве лесов и изготовлении стеллажей; в мастерских и предприятиях обслуживания. При общем весе инструмента 3 кг крутящий момент составляет примерно 250 Н·м и регулируется электронной системой.



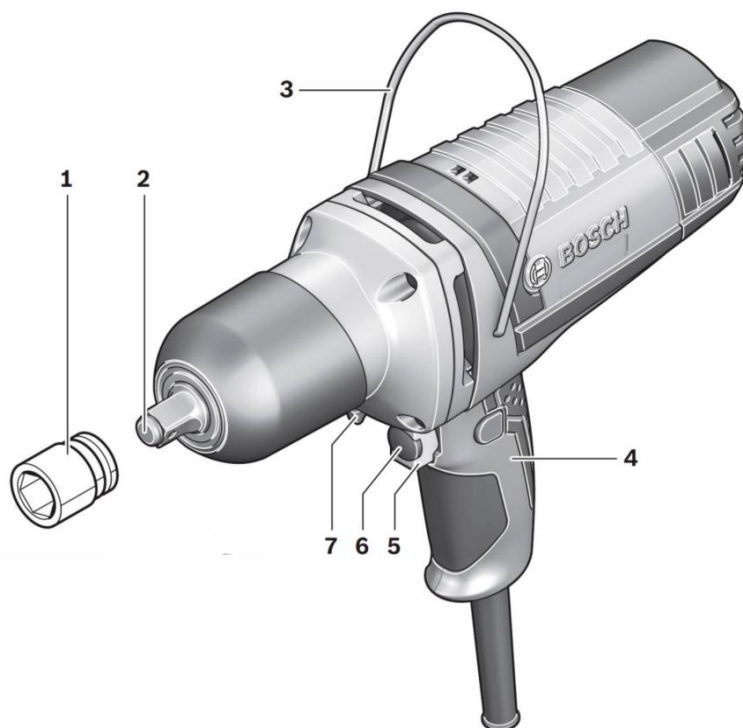
**Тип М 24: импульсные гайковерты** данного типа (рис. 4.13в) используются в **тяжелом промышленном автомобилестроении** для монтажа колес на грузовых автомобилях, в строительстве для **сборки стальных конструкций** и в машиностроении. При общем весе инструмента 6 кг крутящий момент составляет примерно 600 Н·м с настройкой времени воздействия (длительности удара).

**Тип М 30: импульсные гайковерты** данного типа (рис. 4.13г) используются для **сборки рельсового транспорта и высотных стальных конструкций**, для больших резьбовых соединений на грузовых автомобилях, строительных машинах, автобусах, в тяжелой промышленности и нефтехимии. При общем весе инструмента 7 кг крутящий момент составляет примерно 1000 Н·м с настройкой времени воздействия (длительности удара).



## Импульсный гайковерт GDS 18 E Professional

Электроинструмент (рис. 4.14) предназначен для завинчивания и отвинчивания винтов/шурупов, а также для затягивания и отпуска гаек в указанном диапазоне размеров (см. табл. 4.3). Оптимально подходит для монтажа колес на легковые автомобили, при строительстве лесов и изготовлении стеллажей, в мастерских и предприятиях обслуживания, для выполнения резьбовых соединений в бетоне и древесине.



1 – рабочий инструмент; 2 – патрон; 3 – подвесная скоба; 4 – рукоятка (с изолированной поверхностью); 5 – выключатель; 6 – установочное колесико числа оборотов; 7 – переключатель направления вращения

Рисунок 4.14 – Импульсный гайковерт GDS 18 E Professional

### Принцип действия

Патрон с рабочим инструментом приводится электромотором с помощью редуктора с ударным механизмом. Рабочий процесс подразделяется на две фазы: **заворачивание** и **затягивание** (работает ударный механизм).

Ударный механизм включается, как только винт начинает заедать (резьбовое соединение затягивается) и нагрузка на мотор увеличивается.

Таким образом, ударный механизм преобразует силу мотора в равномерные вращательные удары. При выворачивании винтов (шурупов) или отвинчивании гаек этот процесс протекает в обратной последовательности.

Технические характеристики импульсных гайковертов GDS 18 E, GDS 24 и GDS 30 приведены в таблице 4. 3.

Таблица 4.3 - Сравнительные характеристики импульсных гайковертов GDS 18 E, GDS 24 и GDS 30 Professional

	<b>GDS 18 E</b>	<b>GDS 24</b>	<b>GDS 30</b>
Номинальная потребляемая мощность, Вт	500	800	920
Выходная мощность, Вт	270	400	500
Номинальное число оборотов, мин <sup>-1</sup>	500-1300	950	860
Максимальный крутящий момент завинчивания при соединении жестких/мягких конструкционных материалов, Н·м	250/160	600/300	1000/500
Диаметр винтов	М 18	М 24	М 30
Патрон – наружный четырехгранник	1/2"	3/4"	1"
Длина, мм	294	416	431
Высот, мм	209	436	436
Вес, кг	3,2	5,7	7,3

### Аккумуляторный импульсный гайковерт GDX 18 V-LI Professional

Bosch в 2013 году выпустил новый инструмент – это компактный **универсальный** импульсный гайковерт **GDX 18V-LI Professional** (рис. 4.15). Основным его **преимуществом** является комбинированный патрон, при помощи которого можно устанавливать не только торцовые головки с **наружным четырехгранником** 1/2", но и биты с внутренним шестигранником 1/4". Это позволяет решать при помощи одного инструмента множество разноплановых задач по завинчиванию и отвинчиванию болтов, саморезов, гаек и шурупов, не используя при этом никаких переходников и адаптеров, которые частогромождают конструкцию и делают инструмент менее удобным. Максимальный крутящий момент равен 180 Н·м, что позволяет быстро и надежно затянуть или ослабить болты с резьбой М 16.

В инструменте используется 18-вольтовый **литий-ионный** аккумулятор большой емкости (4 А·ч), который быстро заряжается. **GDX 18 V-LI Professional** относится к **продвинутой** серии инструментов, обеспечивает высокую производительность благодаря хорошим техническим характеристикам и компактному дизайну. Благодаря наличию системы защиты аккумуляторов от са-

мороза на морозе, перенапряжения или перегрузки, инструмент можно использовать в самых неблагоприятных окружающих условиях. Гайковерт Bosch GDX 18 V-LI Professional имеет реверс, что существенно расширяет его универсальность.



Рисунок 4.15 – Аккумуляторный импульсный гайковерт 18 В GDX 18 V-LI Professional

#### Технические данные характеристики импульсного гайковерта GDX 18 V-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В .....	18
Максимальный крутящий момент (жесткое заворачивание шурупов), Н·м .....	180
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	0-2800
Номинальное число ударов, мин <sup>-1</sup> .....	0-3200
Патрон – внутренний шестигранник .....	1/4"
Патрон – наружный четырехгранник .....	1/2"
Диаметр шурупов:	
с внутренним шестигранником 1/4" .....	М 6 – М 14
с наружным четырехгранником 1/2" .....	М 6 – М 16
Длина, мм .....	166
Высота, мм .....	242
Вес с аккумулятором, кг .....	1,8

**Достижимая точность крутящего момента.** Итоговый момент затяжки винтового соединения зависит от типа основы. Чтобы иметь возможность сравнения, все характеристики гайковертов при работе с жесткой основой

определяются в стандартизованных условиях. При податливой основе некоторые итоговые значения значительно ниже номинальных. К этому добавляется рассеивание крутящего момента. Разнообразие возможных условий работы делает невозможным получение абсолютно точных значений, поскольку в ежедневной практике расчетные значения часто превышаются или не достигаются из-за допустимых отклонений, смазки и загрязнений в резьбе. Поэтому в каждом конкретном случае необходимы предварительные (пробные) соединения. Пробные винтовые соединения помогут узнать, отвечает ли выбранный метод завинчивания крепежных деталей требованиям к данному случаю применения. Табличные данные следует воспринимать только как общую зависимость между условиями работы и применяемым инструментом.

Ориентировочные значения для максимальных моментов затяжки (крутящих моментов) товарных винтов приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Ориентировочные значения для максимальных моментов затяжки винтов \*

Марка винтов	Показатель прочности по DIN 267										
	Стандартные винты								Высокопрочные винты		
	3.6	4.6	5.6	4.8	6.6	5.8	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9
М 8	6.57	8.7	11	11.6	13.1	14.6	17.5	19.7	23	33	39
М 10	13	17.5	22	23	26	29	35	39	47	65	78
М 12	22.6	30	37.6	40	45	50	60	67	80	113	135
М 14	36	48	60	65	72	79	95	107	130	180	215
М 16	55	73	92	98	110	122	147	165	196	275	330
М 18	75	101	126	135	151	168	202	227	270	380	450
М 20	107	143	178	190	214	238	286	320	385	540	635
М 22	145	190	240	255	290	320	385	430	510	715	855
<b>М 24</b>	185	245	310	325	370	410	490	455	<b>650</b>	910	1100
М 27	275	365	455	480	445	605	725	815	960	1345	1615
М 30	370	495	615	650	740	820	990	1110	1300	1830	2200

\* Примечание:

1. Данные в Н·м, рассчитаны из площади напряженного поперечного сечения, использования предела текучести при растяжении 90 % (при коэффициенте трения  $\mu_{\text{общ}} = 0,12$ ). Практически достигнутый момент затяжки (крутящий момент) необходимо всегда проверять динамометрическим ключом.

2. Пример определения максимального момента затяжки (крутящего момента) по таблице 4.4:

Исходные данные: Высокопрочный винт **М 24**, показатель прочности **8.8**.

Определить момент затяжки.

Ответ: Момент затяжки составляет **650 Н·м**



Правильный крутящий момент винтового соединения проверяется динамометрическим ключом во время «завинчивания» а не во время «отвинчивания», поскольку во время отвинчивания крутящий момент появляется на такой короткий период времени, что он не может быть определен достаточно точно в профессиональных целях. Однако во время завинчивания крутящий момент увеличивается постепенно, и динамометрический ключ может точно его определить, если продолжать поворачивать винт. Кроме того, использование фиксирующих элементов (например, «пружинных колец», зубчатых контрольных шайб), повлечет за собой важные различия между крутящим моментом для завинчивания и отвинчивания.

#### 4.1.3 Принадлежности для **импульсных** гайковертов

Принадлежности для импульсных гайковертов GDS 18 E, GDS 24 и GDS 30 Professional изображены на рисунке 4.16.








		
<b>GSD 18 E Professional</b>	<b>GSD 24 Professional</b>	<b>GSD 30 Professional</b>
		
<b>Набор торцовых насадок</b> 2 608 551 029 2 608 551 100 2 608 551 101 2 608 551 102	<b>Переходник</b> 2 608 551 110 1/2", 1/4" HEX	<b>Набор торцовых насадок</b> 2 608 551 103 2 608 551 104
	<b>Биты Impact Control</b>	
		<b>Набор торцовых насадок</b> 2 608 551 105 2 608 551 106
<b>Завинчивание винтов (шурупов)</b>		

Рисунок 4.16 – Принадлежности для импульсных гайковертов




**Насадки.** Насадки служат для передачи крутящего усилия на винт путем геометрического замыкания. Для этого необходимо, чтобы насадка по форме и размеру соответствовала шурупу (гайке). Насадки бывают двух типов:

- биты *для импульсных (ударных) гайковертов (торсионные биты);*
- *торцовые ключи.*






«Бита» – насадка со стандартным шестигранным хвостовиком с одной стороны и шлицем (прямым, крестообразным, в форме звезды и т.п.) с другой.

Наиболее распространенные виды шлицевых головок болтов и винтов приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Виды шлицевых головок болтов, винтов, шурупов

Вид	Название шлица (головки)
1	2
	<p><b>Крестообразный шлиц Phillips</b></p> <p>Крестовые головки Phillips, сокращенно PH. Крест имеет большую площадь контакта и передает больший крутящий момент. Крест обеспечивает самоцентрировку инструмента и допускает работу под небольшим углом. Зуб отвертки Phillips имеет трапециевидную форму. Это приводит к появлению осевого выталкивающего усилия при работе с инструментом. По сравнению с обычным прямым шлицем крестообразный шлиц фиксирует крепёжную деталь и отвертку точно по центру относительно друг друга.</p>
	<p><b>Крестообразный шлиц Pozidriv/SupaDriv</b></p> <p>Усовершенствованные крестовые головки Pozidriv, сокращенно PZ, внешне отличаются от Phillips дополнительными четырьмя лучами. Прямоугольная форма зубьев инструмента Pozidriv обеспечивает передачу большего крутящего момента и уменьшает вероятность повреждения шлица.</p> <p>Pozidriv является улучшенной версией крестообразного шлица Phillips и используется, прежде всего, в производстве шурупов и саморезов. В машиностроении и металлообработке Pozidriv применяется значительно реже.</p> <p>Отличительным признаком шлица являются исходящие из внутренних углов тонкие лучеобразные линии.</p>
	<p><b>Шестигранная головка (HEX)</b></p>

Окончание таблицы 4.5

1	2
	<b>Шлиц типа Torx (Т, ТХ)</b> Головки TORX с внутренней шестиконечной звездочкой. При равных размерах профиль TORX выдерживает большие нагрузки по сравнению с внутренним шестигранником, а возможность провернуться сведена к минимуму. Размеры – от Т6 до Т100. Помимо внутреннего профиля Torx есть аналогичный наружный. Его маркировка начинается с буквы Е, размеры от Е4 до Е24.
	<b>Шестигранный шлиц (Аллен)</b> Головки с внутренним шестигранником передают больший крутящий момент, чем шлиц и крест и более компактны, чем головки болтов, винтов, шурупов с наружным шестигранником. Головка крепежного изделия обычно имеет цилиндрическую форму с шестигранным углублением. Для работы со шлицами данного вида используется <i>шестигранный (инбусовый) ключ (INBUS)</i> .
	<b>Квадратная головка</b>
	<b>Шлиц Робертсона</b>
	<i>Для защиты крепёжных соединений от разборки неквалифицированным персоналом используют специальный крепёж со штифтом в центре под специальный инструмент:</i>
	<b>Защищённый Torx (TR)</b> Головки TORX Tamper Resistant (антивандальные) с цилиндрической направляющей в центре «звездочки». Обозначаются как TR. В середине шлица имеется штырёк и соответствующее этому штырьку отверстие у отвёртки или ключа.
	<b>Защищённый шестигранник (pin-in-hex)</b> Головки с внутренним шестигранником с направляющей.

Работа с ударом приводит к быстрому износу стандартных бит. Сила удара, с которой работает **импульсный** гайковёрт, может сломать обычную битку (см. рис. 4.17). Это приводит к потере во времени и дополнительным затратам.



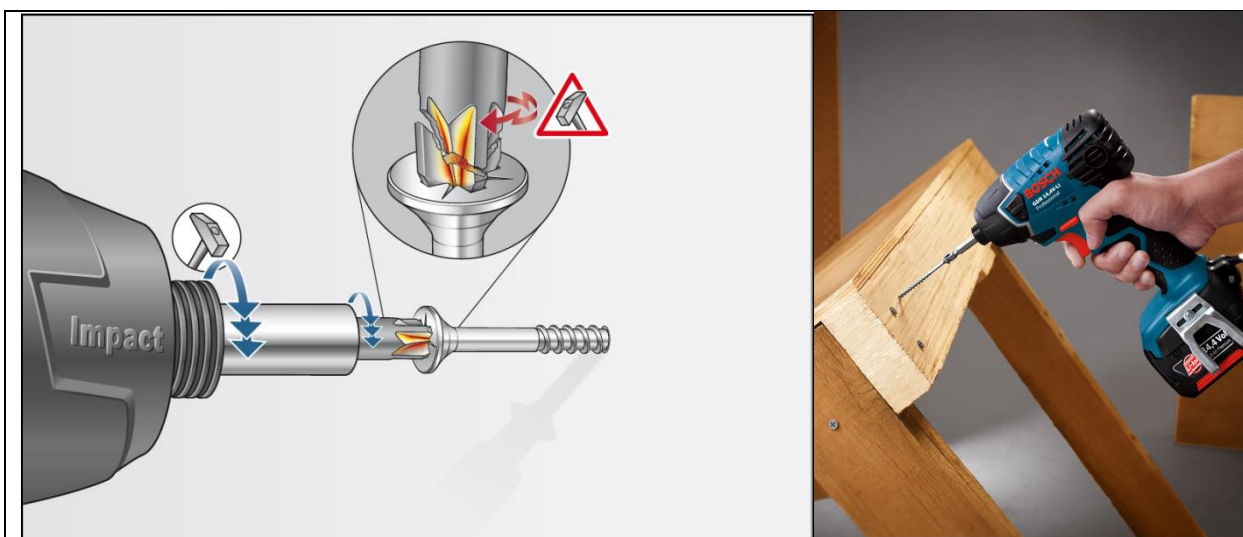


Рисунок 4.17 – Работа с ударным (импульсным) гайковертом

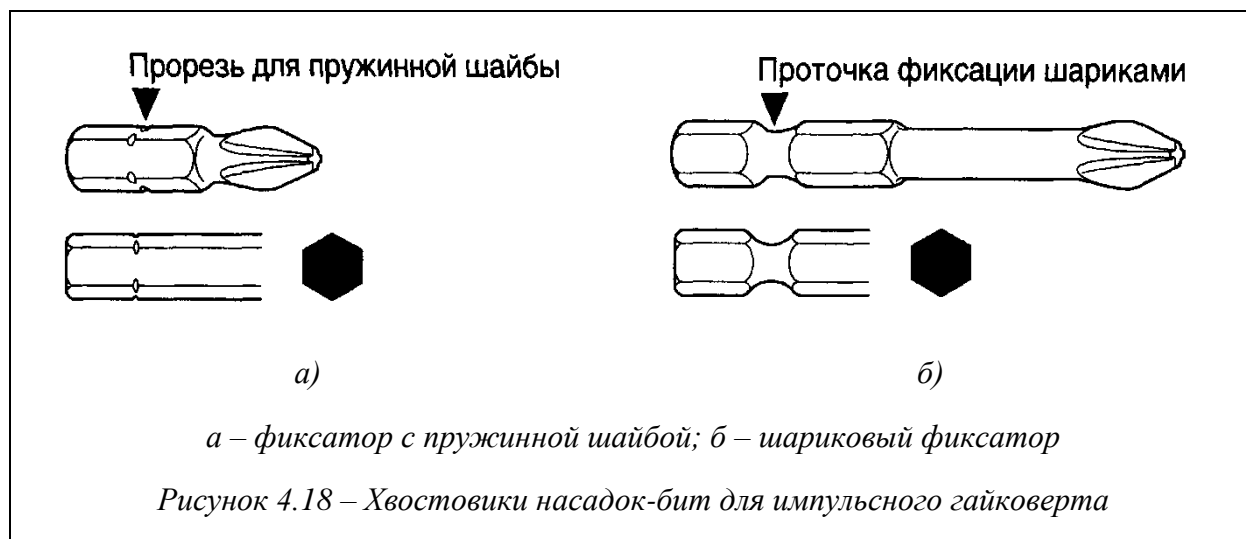
**Биты для ударных гайковертов (торсионные биты)** сделаны из специально закаленной стали с хвостовиком особой формы, способным передавать высокие крутящие усилия без риска образования трещин.

Держатель (хвостовик) насадки-биты представляет собой крепежный конец для приводного шпинделя электроинструмента, служащий для непосредственной установки насадок-бит. Некоторые гайковерты имеют в дополнение к креплению сверлильного патрона еще и держатель размером 1/4" для насадок-бит.

Широко распространены два вида держателей насадок-бит с шестигранником 1/4":

- фиксатор с пружинной шайбой для коротких насадок-бит (рис. 4.18а);
- шариковый фиксатор для длинных насадок-бит (рис. 4.18б).

**Внимание!** Нельзя вставлять насадки-биты под шариковый фиксатор в держатели, имеющие фиксатор с пружинной шайбой, поскольку после попадания пружинной шайбы в проточку для шариков насадка уже не может быть извлечена из держателя.



**Инновационное решение от Bosch – новые биты Diamond Impact для ударных гайковёртов (см. рис. 4.19):**

- Алмазные ударные биты для гайковёртов;
- Держатель Antishock;
- Головки и держатели, специально спроектированные для работы с ударными гайковёртами.

**Уникальная особенность:**

- Особо прочное основание, износостойкость;
- Очень долгий срок службы;
- Требуется намного меньше замены бит;
- Защита головки болта (не ломает резьбу).

**Алмазные ударные биты и держатель Antishock: высокая износостойкость, в 9 раз выше срок службы** (по сравнению со стандартными битами и без применения держателя Antishock).

Алмазные ударные биты были специально разработаны для использования с **импульсным** (ударным) гайковёртом и они особо износостойчивы по сравнению со стандартными ударными битами, что позволяет до 5 раз увеличить срок службы.

Новый, особо прочный держатель Antishock регулирует крутящий момент при работе с ударным гайковёртом, что также значительно увеличивает, уже имеющуюся великолепную износостойкость алмазных ударных бит. При этом крутящий момент не уменьшается.



**Технология Antishock** – высокая долговечность при использовании в импульсных гайковертах. Пики крутящего момента, создаваемые ударным гайковёртом, контролируются за счёт оптимизированной геометрии биты и гасящего механизма держателя Antishock.

**Стойкий к ударному завинчиванию магнит** – стабилизирует даже самые длинные шурупы.



**Технология Torsion zone** – исключительно длительный срок службы при использовании в импульсных гайковертах. Геометрия закручивания оптимизирована для различных типов использования. Процесс закаливания специально адаптирован под каждый сегмент. Для изготовления использована специальная высоколегированная сталь с оптимальными характеристиками (S2).



**Технология Best grip** – микрочастицы алмаза для максимально плотной посадки и надёжного сцепления с головкой шурупа. Входящие в состав микрочастишки алмазов обеспечивают надёжное сцепление в шляпке шурупа. В результате шурупы можно заворачивать без сильного нажима.



**Технология Max fit** – исключительно высокая точность посадки в головке шурупа. Великолепно точная геометрия посадки алмазной ударной биты достигается за счёт высокотехнологичного производственного процесса.



**Сохранность геометрии головки болта.** Специальная геометрия головки обеспечивает равномерное распределение крутящего момента по всей поверхности, а не только по углам. Предотвращает стачивание головки болта.

Ассортимент алмазных ударных бит с непревзойдённой износостойкостью при применении **импульсного** гайковёрта (рис. 4.20):

- ударные биты Diamond Impact;
- ударные торцовые головки;
- адаптеры (переходники);
- держатель Antishock;
- торцовый ключ Impact Control.

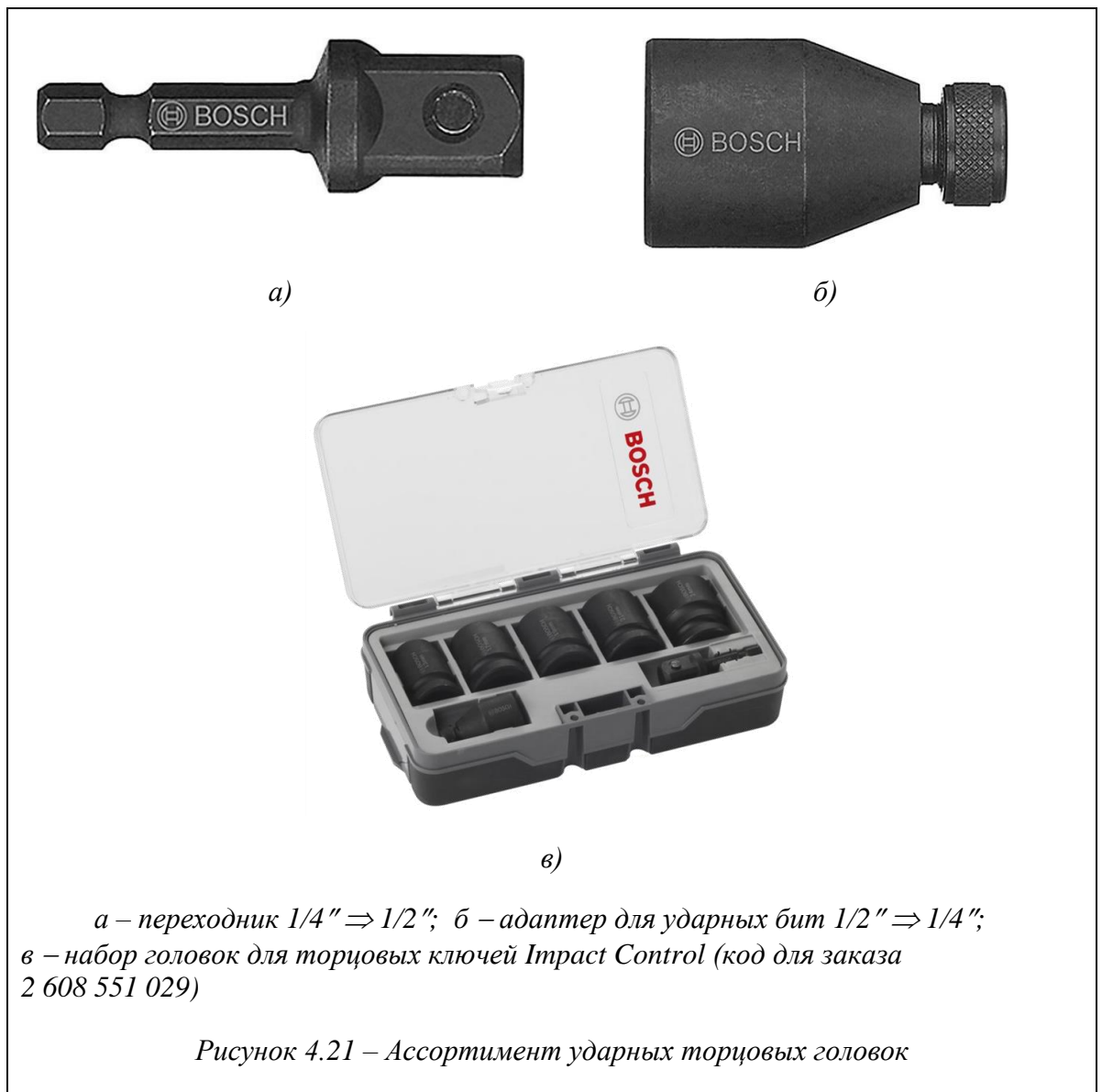


Рисунок 4.20 – Ассортимент алмазных ударных бит

## Ударные торцовые головки для работы с повышенной нагрузкой

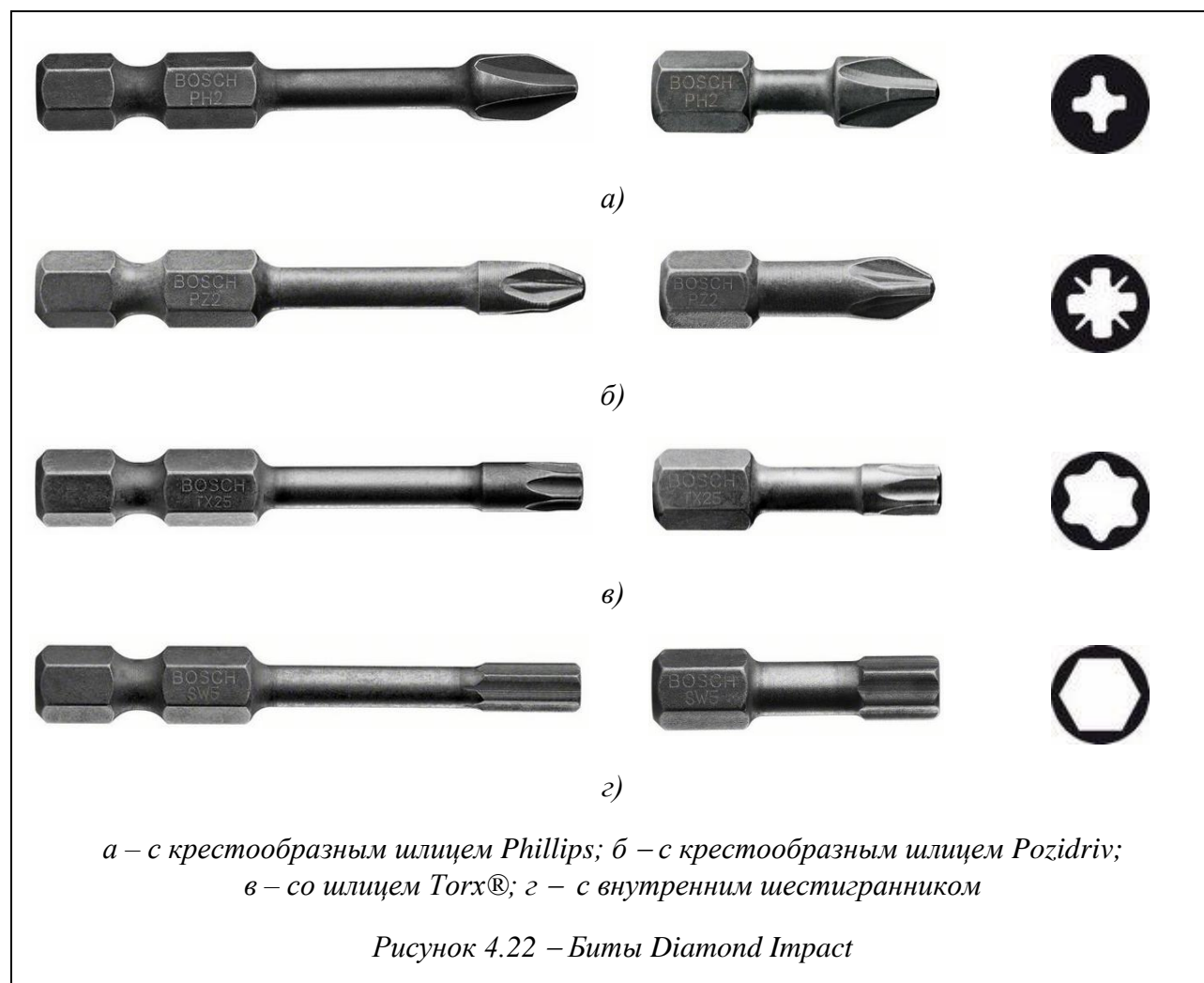
Головки разработаны с учётом требований для ударных инструментов. Набор состоит из 5 головок и 2 адаптеров:

- торцовые головки (SW13, SW17, SW19, SW21, SW24): внутренний четырехгранник 1/2", длина 40 мм;
- адаптер (переходник) 1/4"  $\Rightarrow$  1/2" (внешний шестигранник 1/4" ISO 1173  $\Rightarrow$  наружный четырехгранник 1/2" (код для заказа 2 608 551 107)) позволяет работать с **импульсным** гайковёртом; для фиксации имеется штифт для безопасной работы (см. рис. 4.21а);
- адаптер (переходник) 1/2"  $\Rightarrow$  1/4" (внутренний четырехгранник 1/2"  $\Rightarrow$  внутренний шестигранник 1/4" DIN 3121 (код для заказа 2 608 551 110); предназначен для работы с ударными битами (см. рис. 4.21б).





Насадки для шурупов со шлицем Torx® (рис. 4.22) в и с внутренним шестигранником (рис. 4.22г) применяются для передачи крутящего момента без осевого давления.



Наряду с рабочими насадками **для гайковертов** используются следующие **принадлежности**:

- держатель Antishock;
- торцовый ключ Impact Control

Держатель Antishock (рис. 4.23) с постоянным магнитом, внешний шестигранник 1/4" по ISO 1173 E6.3 предназначен для битов **Diamond Impact**.



Рисунок 4.23 – Держатель Antishock

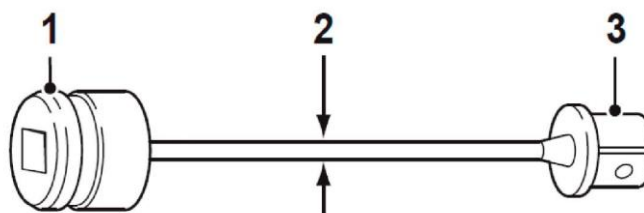
**Торцовый ключ Impact Control** (рис. 4.24) с постоянным магнитом, ISO 1173 E6.3.



Рисунок 4.24 – Торцовый ключ Impact Control

**Торсионный вал** имеет хвостовик с уменьшенным точно калиброванным диаметром (рис. 4.25). Поэтому он обладает пружинящим эффектом и амортизирует часть передаваемой ему энергии. Он вставляется между **импульсным** гайковертом и битой. В зависимости от эффективного диаметра торсионный вал может передавать на битку большее или меньшее усилие, действующее на вал. Этот практический способ используется для его применения:

**внутренний диаметр резьбы винта равен эффективному диаметру торсионного вала.**



1 - вставная секция хвостовика для **импульсного** гайковерта; 2 - калиброванный хвостовик торсиона, уменьшенный в диаметре (эффективный диаметр); 3 - конец для вставки в торцевую головку

Рисунок 4.25 - Торсионный вал

Для высокоточных винтовых соединений соответствующий торсионный вал должен быть определен методом проб и ошибок.

**Головки для торцовых гаечных ключей** (рис. 4.26). Для **импульсных** гайковертов необходимы специальные ударопрочные «торцовые головки» из-за высоких пиковых сил, достигаемых во время ударного завинчивания. Требуются «торцовые головки» с соответствующими размерами, изготовленные из чрезвычайно высококачественного материала.

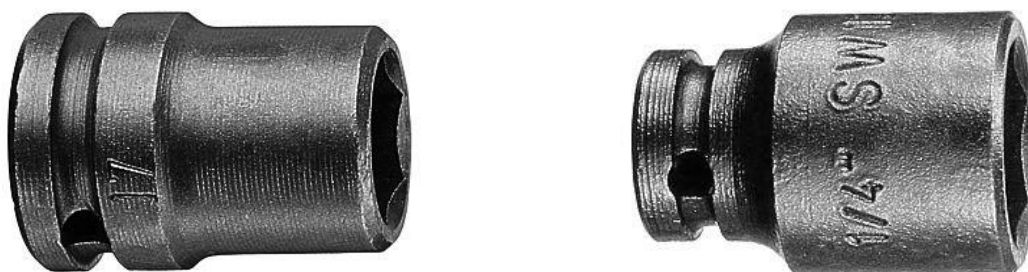


Рисунок 4.26 – Головки для торцовых гаечных ключей

Торцовые ключи для гайковертов отличаются от соответствующих ручных инструментов качеством и прочностью. Форма ключа соответствует форме головки (гайки), то есть для шестигранной головки (гайки) всегда применяется шестигранник (а не двенадцатигранник, обычный для ручных торцовых ключей). **Такие ключи** отличаются особо высокой прочностью и большей толщиной стенок, блестящее хромирование здесь не допускается, так как твердое хромовое покрытие может растрескаться и привести к повреждениям.

**Размер гайки под ключ (размер гаечного ключа)** и размер гаечного ключа показывает ширину раствора вилочного ключа (гаечного ключа) или размер гайки под ключ для головки ключа. Размеры гаечных ключей разбиты на категории в соответствии с DIN ISO 272. Соответствие между диаметром резьбы и размером гаечного ключа приведено в таблице 4.6.

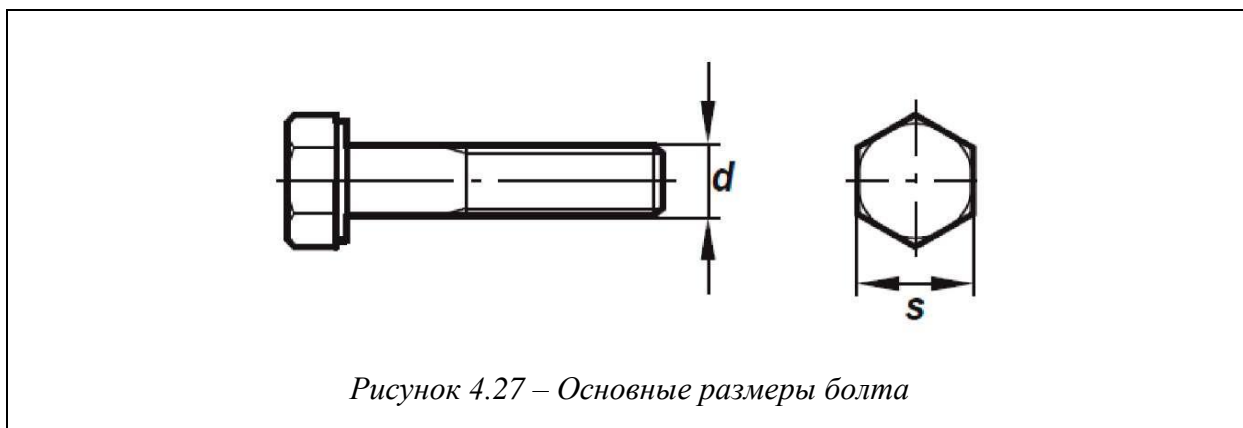
Таблица 4.6 - Диаметры резьбы и размеры гаечных головок для них в соответствии со стандартами DIN 931, DIN 933, DIN 960, DIN 961

	DIN	Размер резьбы x шаг резьбы								
d	DIN 931	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
	DIN 933	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
	DIN 960	-	-	-	M8x1	M10x1 M10x1,25	M12x1,25 M12x1,5	M16x 1,5	M20x1,5 M20x2	M24 x2
	DIN 961	-	-	-	M8	M10	M12	M16	M20	M24
s	DIN 93	7	8	10	13	17	19	24	30	36



**Предостережение:** специальные винты могут иметь отклонения от стандартов.

Основные размеры болта указаны на рисунке 4.27.



Торцовые головки фиксируются в квадратном ведущем хвостовике предохранительным штифтом и резиновым кольцом, подпружиненным стопорным штифтом или шариковой защелкой.

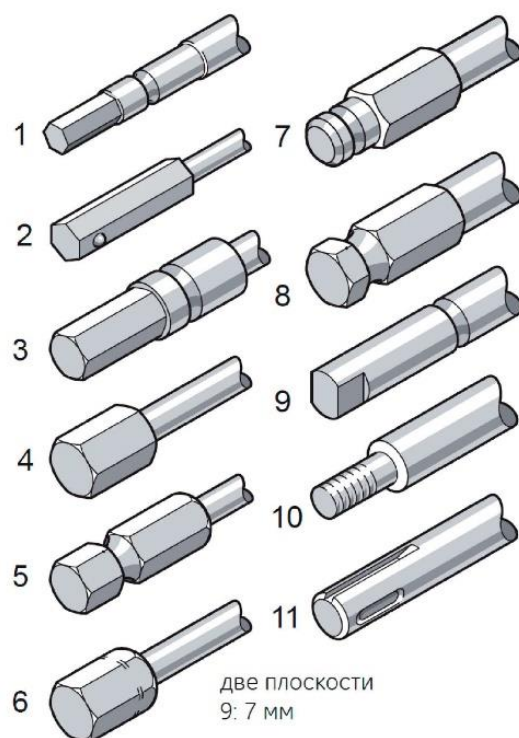
**Хвостовики.** Вставная секция хвостовика – это часть биты или головки для гайковерта, которая вставляется в держатель биты или приводную выходную секцию гайковерта. Наиболее часто используемые типы хвостовиков (рис. 4.28):

- 1/4" - шестигранный;
- 1/2", 3/4" - квадратный.

Помимо стандартизованных на международном уровне моделей отдельные производители предлагают специальные виды хвостовиков, применяемые с соответствующими винтами. Перед работой необходимо внимательно изучить список аксессуаров производителя, так как «неродные» хвостовики могут повредить держатель инструмента.

Во всем мире самыми популярными являются биты с шестигранным хвостовиком на 1/4", различающиеся способом фиксации – с помощью пружинного стопорного кольца или с помощью шарика.

**Биты для пружинного кольца не закрепляются в держателях с шариковой фиксацией. Биты с шариковой фиксацией при попытке зажать их в держателе с пружинным кольцом могут застрять «наглухо» (без возможности последующего извлечения).**

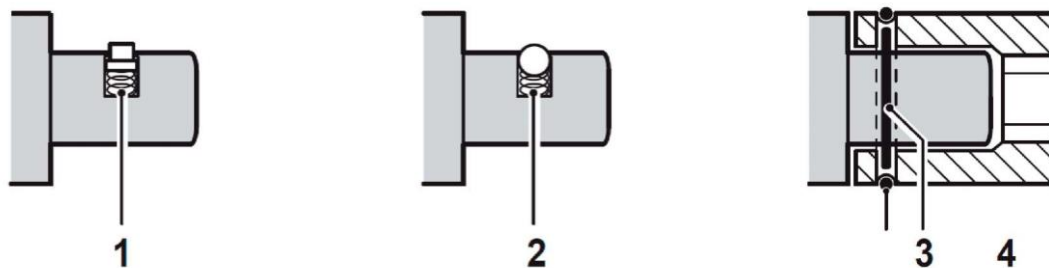


**шестигранный:** 1 - 3 мм; 2 - 4 мм; 3 - 5,5 мм; 4, 5 и 6 - 1/4"; 7 - 5/16"; 8 - 11 мм;  
 9 - две плоскости 7 мм; **резьбовой:** 10 - M4, M5, M6 10-32 UNF 3/16";  
**SDS:** 11 - SDS-plus, SDS-top, SDS-max

Рисунок 4.28 - Хвостовики бит для гайковерта

**Бита для гайковерта подсоединяется к электроинструменту** либо непосредственно с помощью шестигранного хвостовика в сверлильном патроне, либо при помощи приспособления для крепления оснастки, которое может быть компонентом электроинструмента или дополнительной оснасткой.

Устанавливаемая сменная оснастка для **импульсных** гайковертов (сменные торцовые головки) удерживается на приводном шпинделе при помощи предохранительного штифта и фиксируется при помощи резинового стопорного кольца (рис. 4.29). Между тем фиксация подпружиненным штифтом представляет собой практичное решение.



1 - подпружиненный стопорный штифт; 2 - шариковая защелка (шариковый фиксатор); 3 - предохранительный штифт; 4 - резиновое кольцо

Рисунок 4.29 - Фиксация сменных торцовых головок на квадратном хвостовике

#### 4.1.4 Фиксация винтовых соединений

Под воздействием неблагоприятных условий эксплуатации винтовые соединения могут ослабиться (самоотвинчиваться). В этом случае перестает работать силовое замыкание, которое в нормальных условиях принимает действующие на соединенные детали силы. Эти силы начинают действовать на винт в виде срезающей нагрузки и могут привести к его разрушению. Ослаблению соединения способствуют:

- вибрации;
- знакопеременная нагрузка;
- температурное расширение;
- смятие материала.

Предпосылкой для защиты соединения от ослабления является правильный выбор размеров винтов и правильный момент затяжки. При выполнении этих условий эффективную защиту обеспечивают дополнительные меры, которые основываются на одном из следующих методов:

- адгезионное сцепление (клеевое соединение);
- силовое замыкание;
- геометрическое замыкание (взаимное сцепление).

Различные методы фиксации винта функционируют следующим образом:

**Фиксация с помощью клеевого соединения (на основе адгезионного сцепления)** (см. рис. 4.30а). Выполняется с использованием подходящих кле-

ящих веществ, которые надо наносить на резьбу перед завинчиванием и которые затвердевают после затягивания. Клеи могут также применяться в виде микроинкапсулированного покрытия на винте. При использовании фиксации с помощью адгезионного сцепления требуемый момент затяжки может несколько увеличиться. При откручивании винта (гайки) клеевой разрушается.

**Фиксация с помощью силового замыкания.** Основана на упругой деформации крепежных элементов при затягивании стопорных элементов. Благодаря ей коэффициент трения увеличивается настолько, что самопроизвольное ослабление соединения исключается. К стандартным стопорным элементам относятся:

- *стопорные пружинные кольца (шайбы Гровера) (рис. 4.30б);*
- *упругой стопорные гайки (рис. 4.30в);*
- *контргайки (рис. 4.30г).*

Закручивание двух гаек (гайки и контргайки) в противоположных направлениях также обеспечивает надежную защиту соединения от ослабления; при этом необходимо дозировать момент затяжки, чтобы не повредить резьбу винта (шпильки).

Применение деформируемых стопорных элементов может увеличить требуемый момент затяжки.

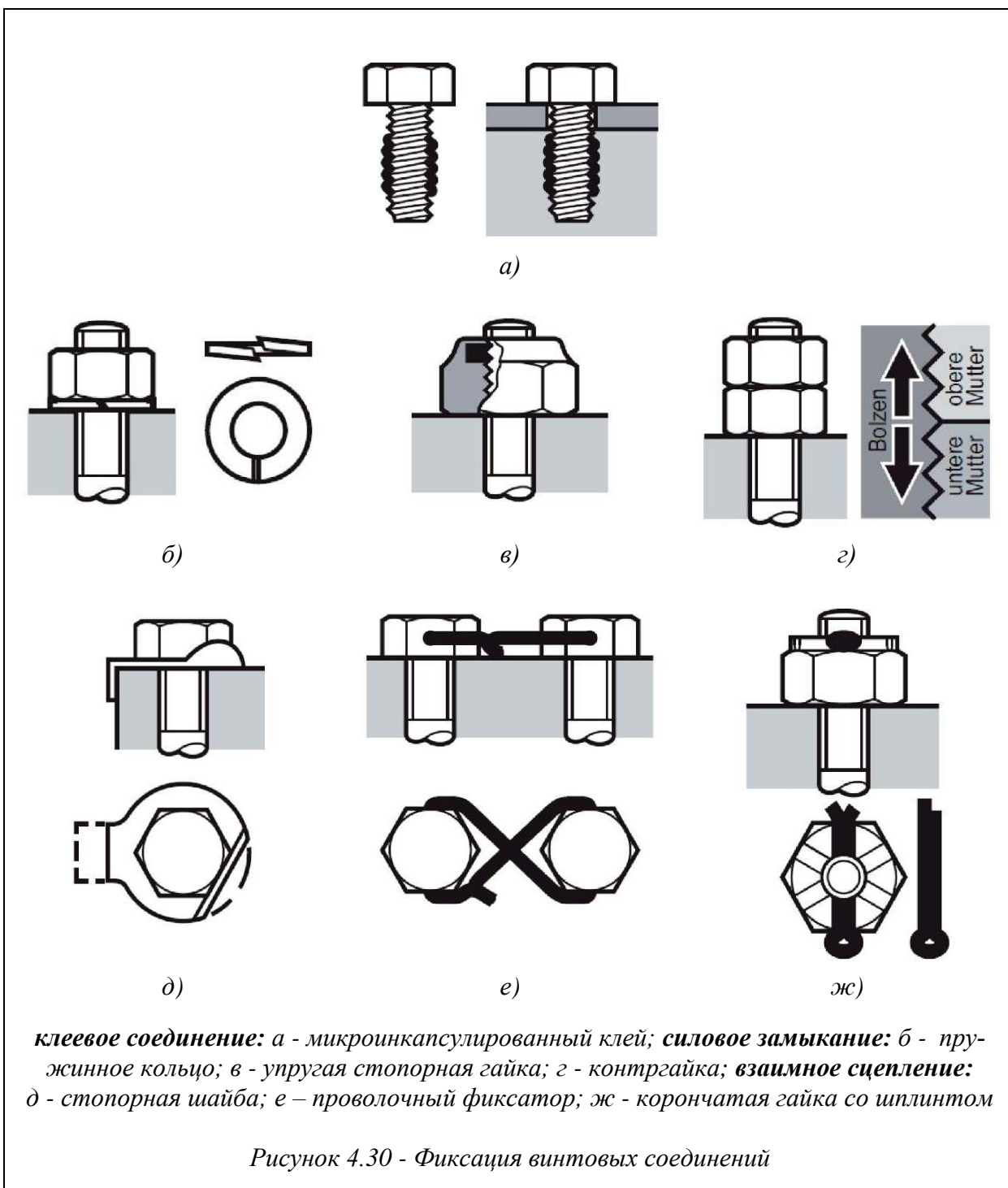
В большинстве случаев при принудительном ослаблении соединения стопорный элемент повреждается и не подлежит повторному использованию (зависит от типа фиксации).

**Фиксация с помощью взаимного сцепления.** Для этого вида фиксации обычно требуются специальные винты и гайки. Типичный метод фиксации при помощи *взаимного сцепления* - это использование шплинта в просверленном по диагонали винте вместе с корончатой гайкой. Винты, расположенные около краев обрабатываемой детали, могут быть зафиксированы поднятыми вверх стопорными шайбами.

Фиксирующие элементы с взаимным сцеплением не изменяют необходимый крутящий момент затяжки. Однако в этом случае может потребоваться, чтобы винт и гайка были расположены по отношению к друг к другу особым образом.

К стандартным стопорным элементам относятся:

- *стопорные шайбы (рис. 4.30д);*
- *проволочный фиксатор (рис. 4.30е);*
- *корончатые гайки со шплинтом (рис. 4.30ж).*



Стопорные элементы с геометрическим замыканием не влияют на требуемый момент затяжки, однако могут потребовать определенного расположения винта или гайки.

В большинстве случаев при принудительном ослаблении соединения стопорный элемент повреждается и не подлежит повторному использованию (зависит от типа фиксации).

#### 4.1.5 Закрепляющий материал 4

##### Задание 4.1

### I. Установите соответствие:

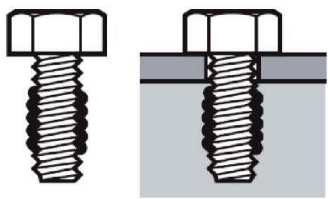
1. Установите соответствие (стрелками) между видом винта и областью его применения при монтаже металлоконструкций:

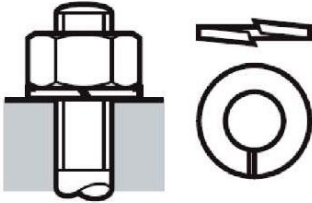
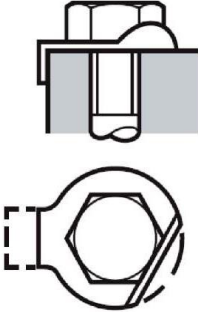
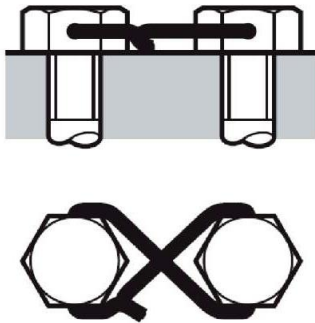
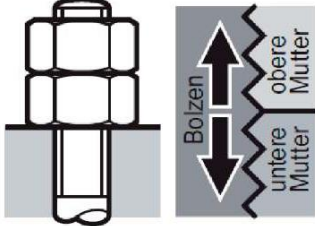
Вид винта	Область применения
1. Самонарезающий винт	А. В машиностроении и транспортном машиностроении
2. Распорный винт	Б. Для соединения тонкостенных металлических листов
3. Инструментальный винт	В. Почти во всех областях производства техники
	Г. Только при монтаже конструкций для химической промышленности

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

2. Приведите в соответствие (стрелками) вид фиксации и применяемые элементы фиксации винта:

Вид фиксации	Элемент фиксации винта
1. 	А. Стопорная шайба

2.		Б. Клеящее вещество
3.		В. Пружинное кольцо
4.		Г. Проволочный фиксатор
5.		Д. Контргайка

Ответ:
 

1	→	
2	→	
3	→	
4	→	
5	→	

## II. Работа с таблицей

1. В колонке 3 таблицы 1 дополните предложение недостающей информацией:

Таблица 1

Соединение	Тип основы	Особенности винтового соединения
1	2	3
Винтовое	Мягкая	При работе с мягкой основой необходимо ограничивать _____
	Жесткая	При работе с жесткой основой необходимо ограничивать _____ _____.

2. В колонке 2 таблицы 2 запишите материалы для фиксации винтового соединения в зависимости от метода фиксации винтового соединения:

Таблица 2

<i>Метод фиксации</i>	<i>Материал для фиксации</i>
1	2
Фиксация с помощью клеевого соединения	1)
Фиксация с помощью силового замыкания	1) 2) 3)
Фиксация с помощью взаимного сцепления	1) 2) 3)

## III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Виды винтов, применяемых при монтаже металлоконструкций:

- а) самонарезающие винты;
- б) распорные винты;
- в) инструментальные винты.

Ответ:



2. Торцовые головки в квадратном ведущем хвостовике гайковерта фиксируются с помощью:

- а) предохранительного штифта и резинового кольца;
- б) подпружиненного стопорного штифта;
- в) шариковой защелки.

Ответ:

#### **IV. Продолжите предложение:**

1. Крутящий момент – это сила, которая передается на предмет (винт) с помощью \_\_\_\_\_ .

2. Во время завинчивания крепежных деталей все силы передаются \_\_\_\_\_ .

3. Крутящий момент прикладывается к винтовому соединению путем использования \_\_\_\_\_ .

4. К принадлежностям для импульсных гайковертов относятся:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

5. Гайковертом с ограничением крутящего момента можно монтировать шурупы различных \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ .

#### **V. Дополните предложение недостающей информацией:**

1. Биты для гайковертов подсоединяются к электроинструменту с помощью \_\_\_\_\_ в сверлильном патроне, либо при помощи \_\_\_\_\_ .

2. Гайковертом называется инструмент, специально предназначенный для \_\_\_\_\_ или \_\_\_\_\_ .

3. Насадки в гайковертах служат для передачи \_\_\_\_\_ на винт.

4. Преимуществом импульсного гайковерта GDX 18 V-LI Professional является наличие \_\_\_\_\_ патрона.

**VI. Выберите один правильный ответ и обведите:**

1. Насадки передают усилие от гайковерта на винт:

- а) поступательное;
- б) вращательное;
- в) ударное.

Ответ:

**VII. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

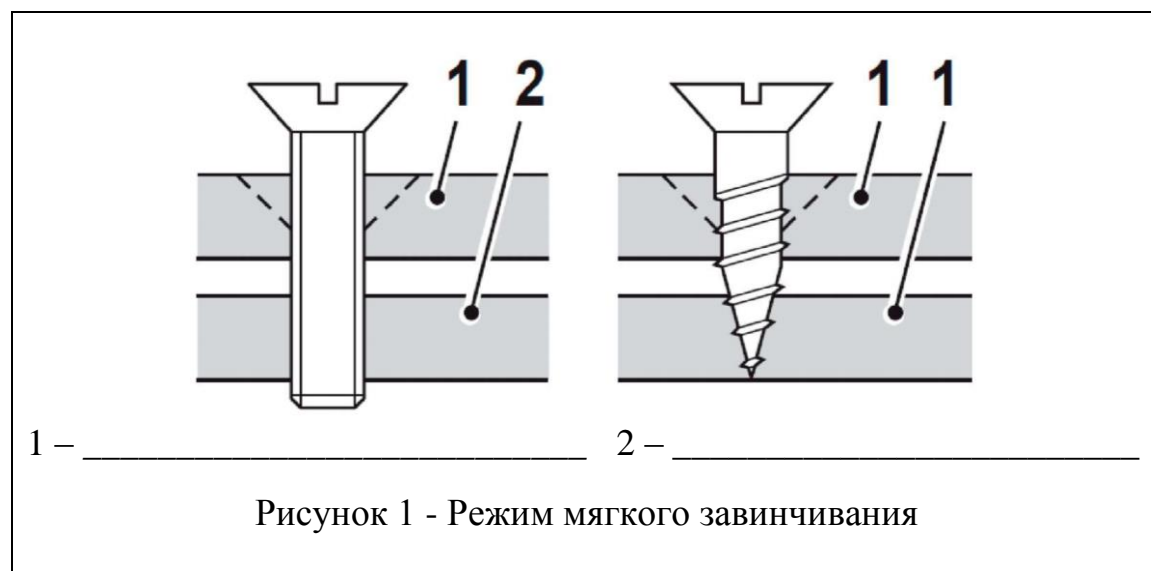
1. Методы винтового соединения:

- а) резьбовое соединение с ограничением по ширине;
- б) резьбовое соединение с ограничением по глубине;
- в) резьбовое соединение с ограничением ширины и глубины;
- г) резьбовое соединение с ограничением крутящего момента.

Ответ:

**VIII. Работа с рисунком:**

1. На рисунке 1 «Режим мягкого завинчивания» подпишите вид материала, обозначенные цифрами 1 и 2.



## 4.2 Техника безопасности при работе с **импульсными** гайковертами

Во время завинчивания и отвинчивания винтов могут возникать реакции инструмента, которые могут подвергать пользователя опасности. Причинами возникновения подобных опасностей являются:

- *силы крутящего момента;*
- *соскальзывание бит;*
- *шум.*

*Силы крутящего момента*, возникающие во время завинчивания и отвинчивания винтовых соединений, могут вырывать электроинструмент из рук оператора. Силы восстанавливающего момента особенно в случае использования режимов жесткого завинчивания могут быть столь же сильными, как и блокирующий импульс электроинструмента. Эти крутящие усилия можно без риска амортизировать, если оператор осведомлен об опасности и занял безопасную позицию для работы с электроинструментом, определенную изготовителем. Если электроинструмент снабжен дополнительной рукояткой, необходимо обязательно использовать ее.

Самые частые причины соскальзывания бит:

- *размер биты несовместим с винтом;*
- *бита была перекошена при установке на винт;*
- *перекос во время завинчивания;*
- *приложено слишком слабое давление.*

Каждая из этих причин означает ошибку из-за неправильного обращения с инструментом.

Побочные эффекты от соскальзывания бит для гайковерта:

- *риск получения травмы пользователем;*
- *повреждение обрабатываемой детали;*
- *повреждение винта;*
- *повреждение биты для гайковерта.*

Для монтажа с **импульсными** гайковертами необходимо использовать специальные торцовые насадки с усиленными стенками, устойчивыми к высокому ударно-ротационному воздействию. Стандартные тонкостенные насадки или так называемые 12-гранные торцовые ключи *не выдерживают*

нагрузку при использовании *импульсного* гайковерта. Глянцевые насадки с хромированным покрытием также не пригодны для данных целей, так как динамичная деформация может привести к отслаиванию защитного слоя.

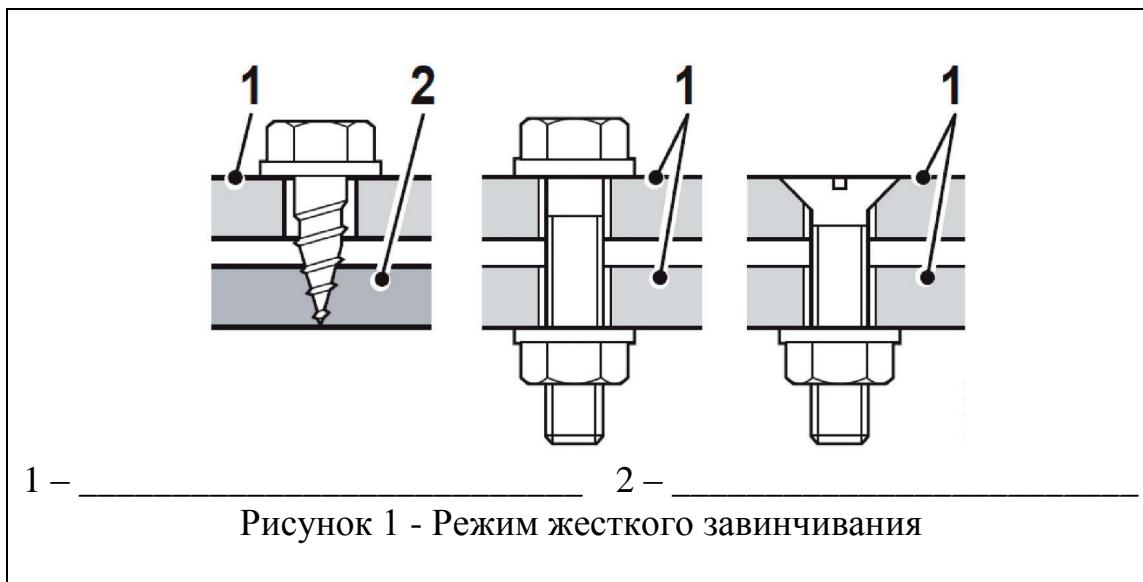
Основным недостатком *импульсных* гайковертов является высокое шумообразование. Этот шум возникает в силу принципа действия этих электроинструментов и не может быть устранен. Для защиты от шума необходимо использовать меры пассивной защиты, такие как средства защиты органов слуха (например, беруши или наушники).

### 4.3 Проверка степени усвоения материала

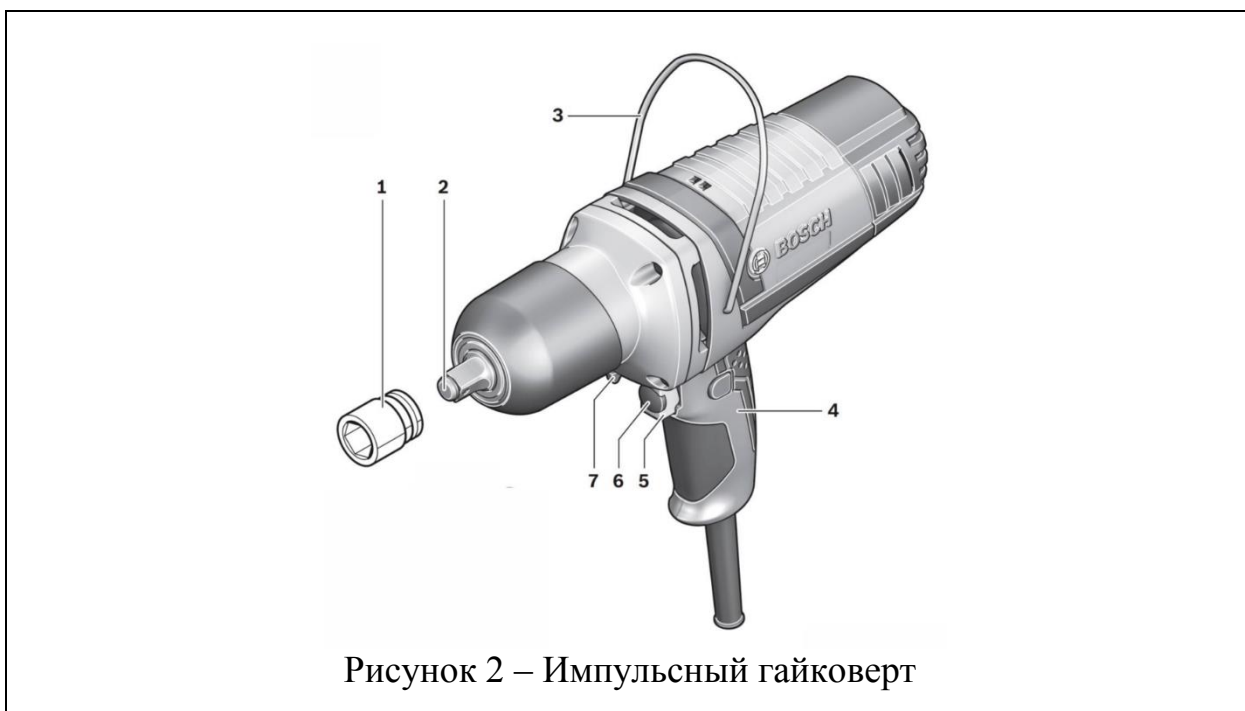
#### Задание 4.2

#### I. Работа с рисунками:

1. На рисунке 1 «Режим жесткого завинчивания» подпишите вид материала, обозначенные цифрами 1 и 2.

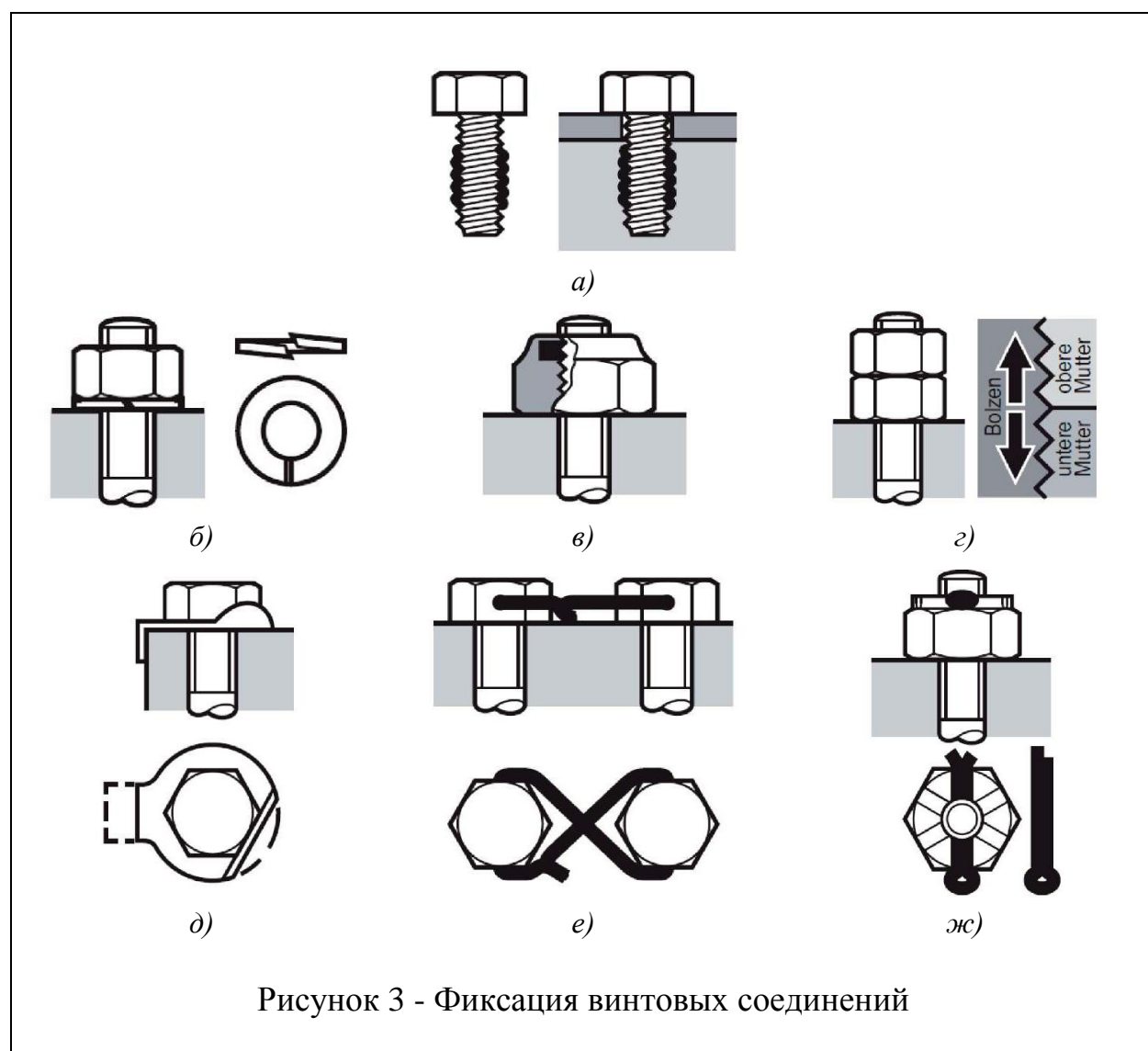


2. Запишите основные элементы с 1 по 7 импульсного гайковерта, изображенного на рисунке 2.



- 1 - \_\_\_\_\_
- 2 - \_\_\_\_\_
- 3 - \_\_\_\_\_
- 4 - \_\_\_\_\_
- 5 - \_\_\_\_\_
- 6 - \_\_\_\_\_
- 7 - \_\_\_\_\_

3. По рисункам 3а, 3б, 3в, 3г, 3д, 3е, 3ж определите методы фиксации винта и подпишите соответственно



- а) \_\_\_\_\_
- б) \_\_\_\_\_
- в) \_\_\_\_\_
- г) \_\_\_\_\_
- д) \_\_\_\_\_
- е) \_\_\_\_\_
- ж) \_\_\_\_\_

**II. Дополните предложение недостающей информацией:**

1. Винтовое соединение является способом \_\_\_\_\_ соединения деталей с возможностью их \_\_\_\_\_ без разрушения или повреждения соединительного элемента и соединяемых деталей.
2. Биты применяют для винтов с прямым \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ шлицем, внутренним \_\_\_\_\_ .

**III. Продолжите предложение:**

1. Стандартным соединительным элементом при винтовом соединении является \_\_\_\_\_.
2. Гайковерт, крутящий момент которого увеличивается не постоянно, а выполняются повторяемые «ударно-вращательные действия» называется \_\_\_\_\_ гайковертом.
3. Различают гайковерты:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**IV. Выберите один правильный ответ и обведите:**

1. Для ударных гайковертов распорные винты применять:

- а) можно;                      б) нельзя.

Ответ:

**V. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

1. В зависимости от максимального диаметра используемых винтов (болтов) импульсные гайковерты подразделяются на классы:

- а) М 12 – М 14;                      б) М 16;  
в) М 16 – М 18;                      г) до М 18;  
д) М 18 – М 24;                      е) М 24 – М 30.

Ответ:



## 5 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

### 5.1 Общие сведения

Для пиления черных и цветных металлов можно использовать ручные электропилы, однако их применимость в каждом конкретном случае существенно зависит от принципа пиления. Для пиления металлов прекрасно подходят ножовки (за исключением двойной столярной с полотнами встречного действия), а цепные пилы не подходят совсем. При использовании циркулярных и ленточных пил к инструменту предъявляются особые требования.

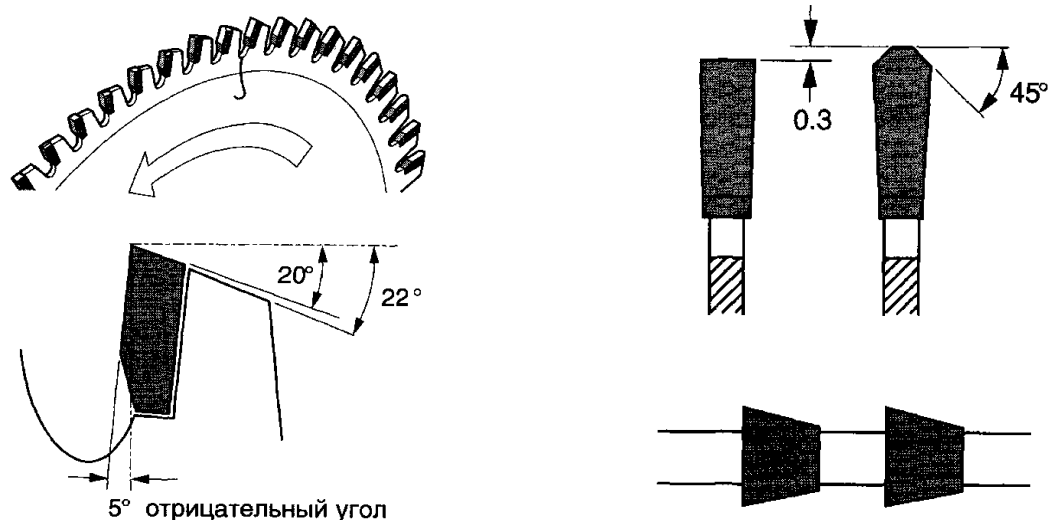
Металлы тверды, имеют вязкую структуру. При обработке образуют стружку, которая отводит значительную часть возникающего в процессе резания тепла. Некоторые металлы, например, сплавы алюминия, при резании могут наслаиваться на зубья пилы и блокировать режущие кромки. По этой причине тип пилы следует подбирать в зависимости от обрабатываемого металла.

**Материал режущих кромок.** В качестве материала режущих кромок или зубьев для ручного электроинструмента используется исключительно *быстрорежущая сталь* или *твердый сплав*, иногда в сочетании с пильным полотном из *хромованадиевой стали*. У ножовок для обработки цветных металлов и конструкционной стали используется *быстрорежущая сталь*, а для обработки нержавеющей стали – *твердый сплав*. У циркулярных пил используются только зубья с *твердосплавными режущими кромками*.

**Геометрия зубьев.** Пильные диски для циркулярных пил, предназначенные для обработки металлов, как правило, *рассчитаны на сплавы меди (цветные металлы) и алюминия (легкие металлы)*. Для обработки стали необходимо использовать *специальные полотна*. В небольших мастерских чаще всего приходится обрабатывать легкие металлы. Для этого в основном используют *универсальные пильные полотна*, способные резать различные материалы. К наиболее важным характеристикам относятся:

- *форма зубьев;*
- *положение зубьев;*
- *шаг (количество) зубьев.*

**Форма зубьев:** При обработке металлов циркулярными пилами используют, как правило, плоско-трапециевидные зубья (*рис. 5.1*), которые за счет сбалансированной нагрузки обладают хорошей стойкостью. Для ножовок применяют в основном *остроконечные зубья* из *быстрорежущей стали*.

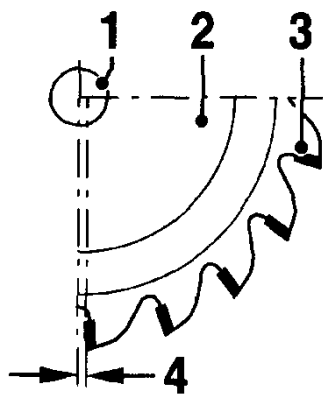


*Режет композиционные материалы, древесно-стружечные плиты, пластмассу, цветные металлы, твердую древесину*

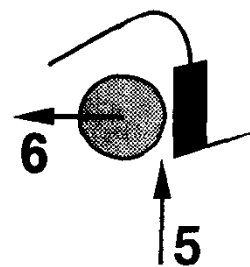
*Рисунок 5.1 – Пильный диск. Плоско-трапецевидные зубья*

**Положение зубьев.** В большинство случаев у пильных дисков по металлу зубья расположены прямо (рис. 5.2) или под небольшим отрицательным углом, поскольку за счет этого при обработке достигается снижение нагрузки на острие зуба, что позволяет увеличить стойкость пилы. У ножовочных пильных полотен в основном используется расположение зубьев под положительным углом, иначе это привело бы к возникновению слишком большого момента отдачи.

**Шаг зубьев (количество зубьев).** Шаг или количество зубьев зависит от толщины заготовки и свойств обрабатываемого материала. Поскольку в зацеплении с материалом всегда должны находиться два или три зуба, для обработки тонких заготовок требуется больше (мелких) зубьев на единицу длины, чем для обработки деталей большей толщины. Мягкие металлы можно обрабатывать большими зубцами, для твердых необходимо использовать мелкие.



а)

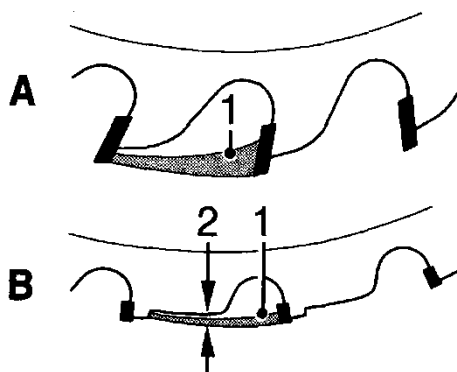


б)

а - положение по отношению к центральной оси; б - нагрузка при соприкосновении с гвоздем; 1 - посадочное отверстие (центральная ось); 2 - тело пильного диска; 3 - зуб; 4 - нулевой угол установки зуба; 5 - распределение нагрузки по площади; 6 - отталкивание гвоздя пильным полотном

Рисунок 5.2 – Пильные диски (нейтральная установка зубьев)

**Ограничение глубины реза.** При пилении **черных металлов** целесообразно ограничить **толщину** снимаемой каждым зубом **стружки**, чтобы предотвратить избыточную нагрузку на зубья и возникновение отскока инструмента при слишком большой рабочей подаче. По этой причине у **пильных дисков** для обработки **черных металлов спинка зуба длиннее**, что ограничивает возможную глубину резания за один проход (рис. 5.3).



А - большая толщина снимаемого слоя (для древесины); В - малая толщина снимаемого слоя (для металлов); 1 - возможная толщина снимаемого слоя; 2 - ограничение толщины снимаемого слоя

Рисунок 5.3 – Пильные диски (толщина снимаемого в стружку слоя)

**Скорость резания.** При пилении металла скорость резания должна быть приблизительно в два раза ниже, чем при обработке древесины. Поскольку при пониженном числе оборотов, несмотря на высокую нагрузку, у циркулярных пил ухудшается охлаждение, число оборотов следует устанавливать, как для обработки дерева, а вместо его снижения *использовать пильный диск меньшего диаметра*. В результате сохраняется высокое число оборотов электродвигателя и обеспечивается его эффективное охлаждение. А за счет меньшего диаметра пильного диска уменьшается окружная скорость.

**Подача.** При пилении металла число ходов или число оборотов пилы ни в коем случае *не должно резко падать*, иначе ударная нагрузка на отдельные зубья становится слишком большой. Это может привести к поломке зубьев или к повреждениям в передаточном механизме электроинструмента. Оптимальная скорость подачи зависит от обрабатываемого материала, его толщины, а также от заданного числа ходов или оборотов. Ее необходимо определять опытным путем.

**Охлаждение.** У *ножовочных пил*, в отличие от круговых, трение сосредоточено на небольшом участке пильного полотна, что обусловлено принципом работы. В результате этот участок сильно нагревается. Используя соответствующее охлаждение, можно значительно увеличить стойкость пильного полотна и продлить срок его службы.

У *циркулярных и **ножовочных** пил* целесообразно *смазать диск консистентной охлаждающей смазкой или применять смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)*. За счет этого повышается стойкость и оттягивается момент забивания режущих кромок стружкой при обработке сплавов алюминия.

**Удаление стружки.** Удаление стружки, возникающей при пилении металлов, может представлять определенную проблему. С одной стороны, *стружка нагрета до высокой температуры* (особенно стальная) и имеет *очень острые кромки*, с другой – при использовании охлаждающей жидкости или масла *частишки стружки склеиваются друг с другом*. Поэтому в каждом конкретном случае опытным путем *необходимо установить* возможность и целесообразность ее *отвода*, например, *путем отсоса*.

## 5.2 Модуль 5 «Отрезные машины»

### Учебный материал 5

#### 5.2.1 Отрезная машина по металлу

**Отрезные машины**, которые также называют «отрезными станками», имеют в основном такую же структуру, что и торцовочные пилы, но у них нет откидного поворотного кронштейна как у торцовочных пил. Это означает, что они *выполняют резание только под углом  $90^\circ$  к горизонтальной плоскости* и с более высокой скоростью. Вместо поворотного стола на основании у них установлены *тиски*, которые дают возможность *выполнять резку под углом до  $45^\circ$* .

#### Отрезная машина по металлу GCO 2000 Professional

Отрезная машина GCO 2000 Professional (рис. 5.4) снабжена отрезным диском. Диск с диаметром 14" (355 мм) обеспечивает максимальную глубину резания до 125 мм. Отрезной диск закрывается защитным кожухом, который поворачивается автоматически. Требования к мощности при резании металла более высокие, чем при резании древесных материалов, поэтому отрезная машина снабжена приводным электродвигателем с более высокой номинальной мощностью (2000 Вт).



Электроинструмент GCO 2000 Professional предназначен для режимов черновой обработки металлов: выполнения на опоре ровных продольных и поперечных разрезов под углом 45° в металлических материалах с помощью отрезных кругов (без использования воды в качестве охлаждающей жидкости).

### **Преимущества:**

#### ***Надёжный инструмент для самых сложных условий эксплуатации***

- Прочная цельнометаллическая конструкция;
- Мощный двигатель на 2000 Вт с ограничением пускового тока для повышения производительности;
- Электронная защита от перегрузки для обеспечения длительного срока эксплуатации электродвигателя;
- Отрезные диски диаметром 14" (355 мм);
- Тиски для резки под углом (практичный быстрый зажим с плавной регулировкой угла скоса в диапазоне до 45°);
- Блокировка шпинделя для облегчения легкой замены отрезного диска;
- Закрытый защитный кожух уменьшает разлет искр;
- Вертикальная D-образная рукоятка для комфортной работы;
- Встроенная рукоятка для удобства транспортировки.

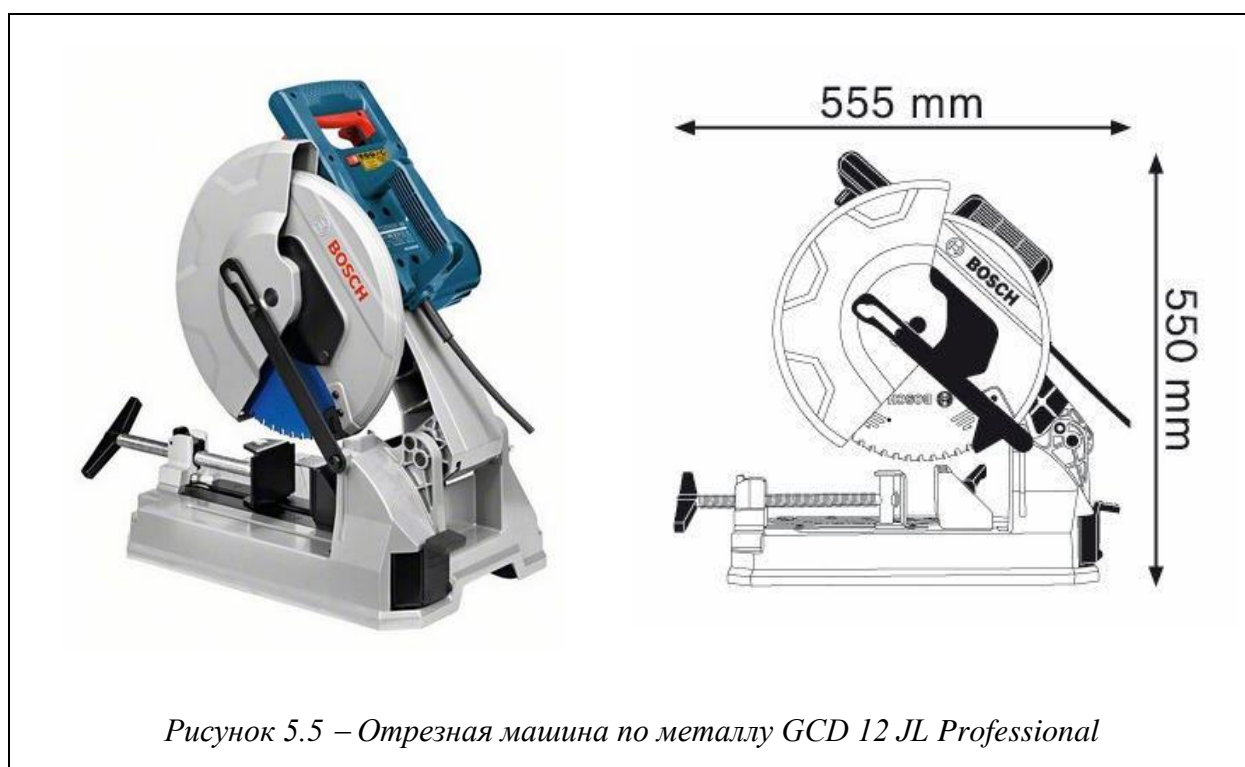
#### **Технические характеристики отрезной машины по металлу GCO 2000 Professional**

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	2000
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	3500
<b>Размеры отрезного круга:</b>	
Диаметр отрезного круга, мм .....	355 (14")
Толщина отрезного круга, мм .....	2,8
Диаметр отверстия, мм .....	25,4
<b>Режущая способность (максимальные размеры заготовки):</b>	
– Прямоугольный профиль (угол распила 0°), мм .....	180 x 85
– Прямоугольный профиль (угол распила 45°), мм .....	90 x 75
– квадратный профиль (угол распила 0°), мм .....	110 x 110
– квадратный профиль (угол распила 45°), мм .....	82 x 82
– угловой Г-профиль (угол распила 0°), мм .....	130 x 130
– угловой Г-профиль (угол распила 45°), мм .....	75 x 75
– круглый профиль, диаметр (угол распила 0°), мм .....	125
– круглый профиль, диаметр (угол распила 45°), мм ....	100
Вес, кг .....	18

Максимальные размеры заготовки напрямую зависят от диаметра отрезного диска. Вот почему максимальные рабочие размеры рассчитываются только при максимальном диаметре отрезного диска. Отрезные диски стираются во время использования в силу принципа работы, таким образом их диаметр непрерывно уменьшается в течение срока их эксплуатации. Это необходимо учитывать при их использовании.

### Отрезная машина по металлу GCD 12 JL Professional

*Электроинструмент GCD 12 JL Professional (рис. 5.5) предназначен в качестве стационарного инструмента для выполнения в металлических материалах точных и качественных продольных и поперечных разрезов под углом 45° с помощью пильных дисков (без использования воды в качестве охлаждающей жидкости).*



#### **Преимущества:**

- **Быстрый высококачественный результат:** качественные края, практически без заусенцев и цветов побежалости – минимум последующей доработки;
- **Безопасная работа** без искр;
- **Встроенный лазер для точного пиления;**

- Мощный двигатель на 2000 Вт с ограничением пускового тока для повышения производительности;
- Плавный пуск;
- Исключительно надёжный пружинно-рычажный механизм для максимальных рабочих нагрузок;
- Практичный быстрый зажим с плавной регулировкой угла скоса в диапазоне до 45°;

Оснащен пильным диском «*Expert for Steel*» для длительного срока службы и чистого резания.

#### Технические характеристики отрезной пилы по металлу GCD 12 JL Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	2000
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	1500
<b>Размеры пильного диска:</b>	
Диаметр пильного диска, мм .....	305 (12")
Толщина тела пильного диска, мм .....	1,8-2,5
Диаметр отверстия, мм .....	25,4
<b>Режущая способность (максимальные размеры заготовки):</b>	
– Прямоугольный профиль (угол распила 0°), мм .....	158 x 80
– Прямоугольный профиль (угол распила 45°), мм .....	85 x 85
– квадратный профиль (угол распила 0°), мм .....	100 x 100
– квадратный профиль (угол распила 45°), мм .....	85 x 85
– угловой Г-профиль (угол распила 0°), мм .....	110 x 110
– угловой Г-профиль (угол распила 45°), мм .....	85 x 85
– круглый профиль, диаметр (угол распила 0°), мм .....	115
– круглый профиль, диаметр (угол распила 45°), мм ....	90
<b>Тип лазера:</b>	
Длина волны, нм .....	650
Мощность излучения, не более, мВт .....	0,39
Класс лазера .....	1М
Вес, кг .....	20

*Отрезные машины используются* в различных отраслях, связанных с металлообработкой. Их применяют при строительстве сооружений из стальных конструкций общего назначения, при монтаже отопительных систем, в кораблестроении, при монтаже технологического оборудования, в общестроительных работах, в транспортном машиностроении, при прокладке трубопроводов.

Типичными **целевыми группами** являются отрасли, связанные с металлообработкой:



- Строительство сооружений из стальных конструкций общего назначения;
- Слесарно-монтажные работы;
- Монтаж отопительных систем;
- Транспортное машиностроение;
- Кораблестроение;
- Сантехнические работы;
- Техника монтажа оборудования;
- Общестроительные работы.

**Отрезные машины** используются для отрезания и резания на заданную длину следующих материалов:

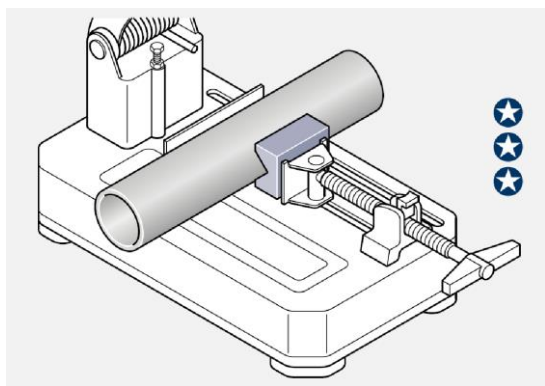
- Черные и цветные металлы;
- Металлические прутки;
- Металлические профили;
- Цилиндрические и прямоугольные трубы;
- Кабельные каналы;
- Пластиковые профили.

### **Внимание!**

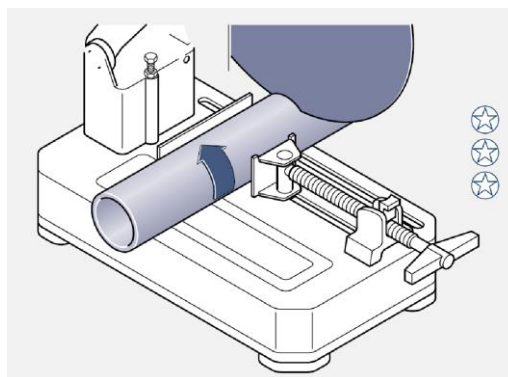
*1. Обязательно выполнять требования по технике безопасности, изложенные в руководстве пользователя (инструкции по эксплуатации) на используемый электроинструмент.*

*2. Наиболее важными критериями для эффективного и безопасного резания металла являются высокая скорость вращения диска и безопасная установка заготовок.*

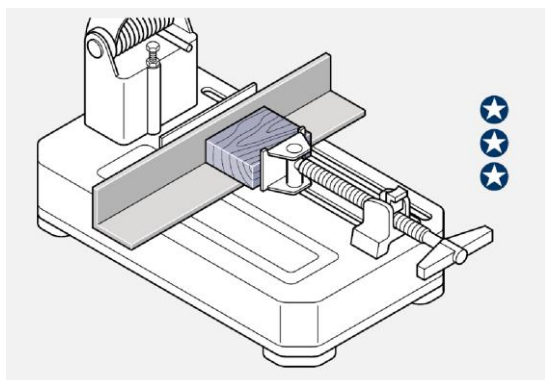
**Скорость вращения.** Обычно, при резании металла необходимо прикладывать большее давление, потому что он является более прочным материалом. Однако максимальная скорость выполнения работ и максимальный срок эксплуатации отрезного диска в значительной степени зависят от скорости вращения, таким образом, подачу инструмента необходимо выполнять, «контролируя» ее. Если скорость вращения слишком сильно упадет в результате чрезмерного давления, то отрезной диск сотрется значительно сильнее, чем при высокой скорости.



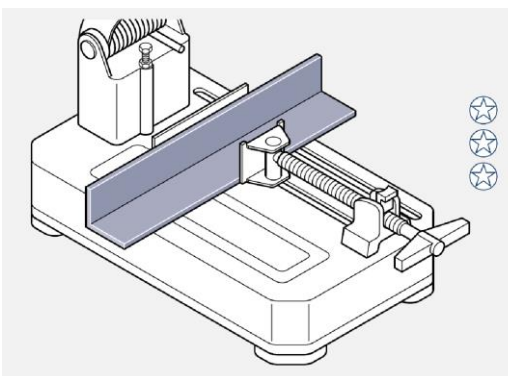
а)



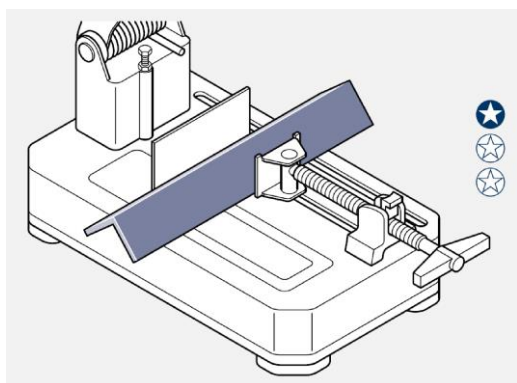
б)



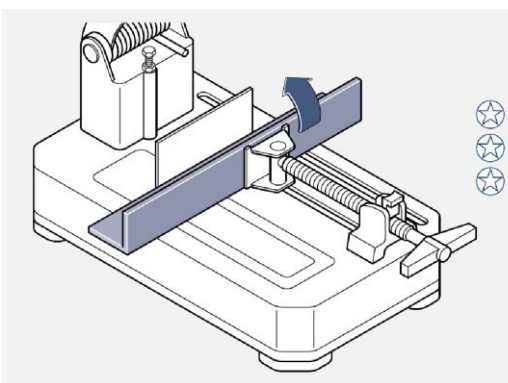
в)



г)



д)



е)

*а, в, д – безопасные способы фиксации; б, г, е – опасные способы фиксации*

*Рисунок 5.6 – Способы фиксации материалов (заготовок) для пиления*

**Резание угловых и пустотелых профилей.** Процессу резания угловых и пустотелых профилей необходимо уделять особое внимание. В начале, середине и конце резания требуемая мощность изменяется и, таким образом,

должна быть соответственной подача на врезание пилы. Угловые профили всегда необходимо прижимать к упорной рейке поверхностью с самой большой площадью или при пилении располагать по-иному (положение углом кверху). В противном случае профиль может опрокинуться и будет отброшен.

**Внимание!** Материалы круглого сечения и трубы всегда должны фиксироваться с помощью блока с V-образным желобом. Другие способы крепления небезопасны (см. рис. 5.6).

**Косые резы.** Отрезные машины могут использоваться для выполнения косых резов. У отрезных машин не поворачивается головка инструмента. Вместо этого соответственным образом устанавливается и фиксируется упор на столе отрезной машины (рис. 5.7).

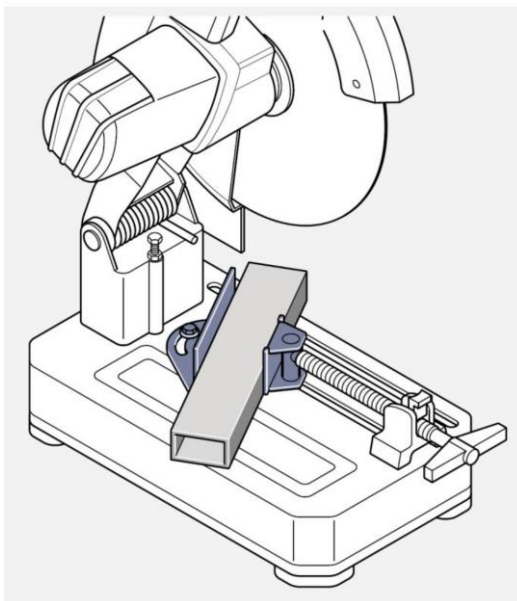


Рисунок 5.7 – Выполнение косого реза с фиксацией упора под заданным углом

#### **При резке металла необходимо:**

- установить желаемый угол;
- закрепить заготовку в соответствии с размерами;
- включить электроинструмент;
- медленно опустить кронштейн за рукоятку;
- распилить заготовку с равномерной подачей;
- выключить электроинструмент и подождать, пока отрезной круг полностью не остановится;
- осторожно поднять кронштейн рабочего инструмента.

### 5.2.1.1 Принадлежности для отрезных машин по металлу

Отрезные круги «Expert for Metal» для GCO 2000 Professional (рис. 5.8)

- Отрезные круги по металлу для высоких требований.
- Максимальная окружная скорость: 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга).

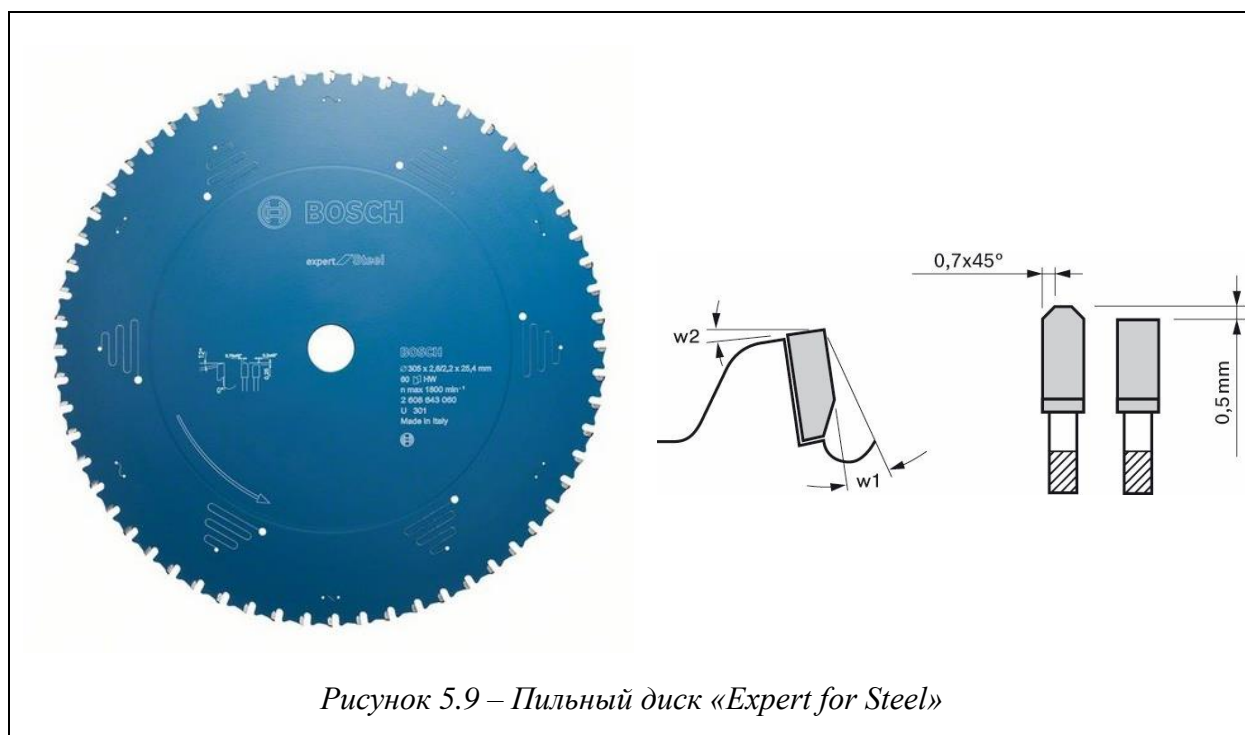


Рисунок 5.8 – Отрезной круг A 36 R BF «Expert for Metal»

Спецификация	Диаметр (D), мм	Диаметр отверстия (d), мм	Толщина (b), мм	Код для заказа
A 36 R BF	350	25,4	2,8	2 608 600 543

**Пильные диски «Expert for Steel» для GCD 12 JL Professional (рис. 5.9)**

Пильный диск (см. рис. 5.9) является принадлежностью для электроинструментов, которая подвергается сильному напряжению. В целях безопасности нужно использовать только разрешенные и сертифицированные качественные изделия известных производителей. Они не только более безопасны в том, что касается предотвращения повреждения, они также обладают лучшей производительностью съема материала и сроками эксплуатации.



В таблице 5.1 приведена спецификация пильных дисков для стали «Expert for Steel» для отрезной машины по металлу GCD 12 JL Professional.

Таблица 5.1 - Спецификация пильных дисков для стали «Expert for Steel»

Внешний диаметр, мм	Отверстие, мм	Ширина пропила (b1), мм/толщина основного диска (b2), мм	Число зубьев	Форма зуба	Результат пиления	Передний угол ° w <sub>1</sub>	Задний угол ° w <sub>2</sub>	Код для заказа
305	25,4	2,2/1,8	60	HLTCG	4	0	12	2 608 643 060
305	25,4	2,2/1,8	80	HLTCG	4	0	12	2 608 643 061

### 5.2.2 Угловые шлифовальные машины

Угловые шлифовальные машины (УШМ), (разговорное название – «болгарки») – одна из разновидностей шлифовальных машин, специально предназначены для резки, обдирки, зачистки, шлифования изделий из металла, камня и других материалов. Рабочим инструментом УШМ чаще всего является абразивный диск для резки или шлифовки определенного типа материала. По диаметру используемого абразивного диска УШМ подразделяются на: малые (115-125 мм, средние (150-180 мм) и большие (230 мм). Угловые шлифовальные машины используются в различных сферах производства, строительства, ремонта, демонтажных работах.

Само название «угловая» происходит от типа редуктора, который используется на данном инструменте. Угловой редуктор используется очень давно и в различных областях техники. Достаточно вспомнить самые обычные ветряные мельницы, где энергия ветра передавалась жерновом именно через редуктор такого типа, как и в угловых шлифовальных машинах.

В начале 1970-х годов болгарский электроинструмент активно поставлялся на территорию Советского Союза. Вот именно с тех пор и закрепилось за УШМ название «болгарка». Со временем появилась торговая марка Eltos, которая успешно функционировала до 1996 года и была приобретена немецкой фирмой Sparky. Но болгары были первыми, кто пришел на рынок электроинструментов Советского Союза...

**Принцип работы угловых шлифовальных машин** основан исключительно **на ротации**. Название данного типа машин обусловлено конструктивными особенностями. Диапазон мощностных классов угловых шлифмашин чрезвычайно широк – от 720 до 2600 Вт и более в промышленных областях применения. У угловых шлифмашин *электродвигатель и шлифовальный круг расположены под прямым углом друг к другу*. При высоких мощностях такое расположение обеспечивает надежный контроль возникающих при шлифовании реактивных усилий. *Угловая передача понижает число оборотов электродвигателя в зависимости от диаметра используемого шлифовального круга*.

Угловая шлифовальная машина имеет максимальную частоту вращения, соответствующую диаметру шлифовального круга.

**Виды обрабатываемых материалов и область применения угловых шлифмашин.** Область применения зависит от используемых шлифовальных средств. Шлифовальные устройства угловых шлифмашин отлично *подходят* для обработки *заготовок различной формы*. Чаще всего угловые машины используются в *металлообработке*, реже – для обработки древесины с использованием *пластиковых тарелок и гибких абразивов*. Также применяются при обработке *каменных материалов*. Из-за высоких линейных скоростей в точке контакта с обрабатываемым материалом происходит высокое теплообразование. Поэтому *угловыми шлифмашинами не рекомендуется обрабатывать пиломатериалы и пластмассы*. Угловые шлифмашины *не пригодны* для обработки *абсолютно ровных поверхностей*, так как высокая степень снятия материала автоматически приведет к образованию неровностей.

**Эффективность обработки материала.** Эффективность удаления материала с поверхности при использовании угловых шлифмашин зависит от *зернистости шлифовального средства*. Технический показатель эффективности шлифовки угловой шлифмашины зависит от *числа оборотов за единицу времени*. Важную роль играет *эргономичный дизайн* рабочего инструмента. Чем *выше рабочий комфорт* и *меньше рабочий вес* машины, тем *меньше нагрузка на пользователя* и *выше эффективность работ*, особенно при работе в неудобном положении.

**Виды угловых шлифмашин.** В зависимости от габаритов угловые шлифмашины подразделяются на:

- *одноручные (рис. 5.10а)* – их удерживают и ведут, используя корпус двигателя и дополнительную рукоятку. Несмотря на вводящее в заблуждение название, ими нужно *всегда работать двумя руками*;
- *двуручные (см. рис. 5.10б)* (их удерживают и работают двумя руками).





*а – одnorучная (GWS 15-125 CIEP Professional); б – двуручная (GWS 26-230 JBV Professional)*

*Рисунок 5.10 – Угловые шлифовальные машины (УШМ)*

**Одноручные угловые шлифовальные машины** представляют собой ручные угловые шлифовальные машины, используемые для обдирочного шлифования, резания отрезным кругом и шлифования поверхностей в домашнем хозяйстве, сельском хозяйстве, мастерских и промышленности в качестве переносного инструмента.

Однако со временем мощность «одноручных» угловых шлифовальных машин возросла настолько, что их стали использовать в режиме двуручных угловых шлифовальных машин.

Имеются несколько классов мощностей от 720 до 1500 Вт.

Одноручные угловые шлифовальные машины с универсальным двигателем и с частотой вращения  $11\,000 - 11\,500 \text{ мин}^{-1}$  при диаметре шлифовального круга 115 мм и 125 мм. Обычно используются окружные скорости 60 м/с или 80 м/с, однако при таком варианте исполнения имеет место снижение частоты вращения при переходе от режима работы с полной нагрузкой к холостому ходу.

Одноручные угловые шлифовальные машины с универсальным двигателем и с константной электроникой

Частота вращения поддерживается постоянной независимо от нагрузки. При использовании электроники за счет обеспечения оптимального режима шлифования удастся сэкономить до 20 % затрат на шлифование. Имеется



встроенная защита от перегрузки на основе электронного ограничения силы тока.

Угловые шлифовальные машины с универсальным двигателем и с константной электроникой и с дополнительным снижением частоты вращения. Короткого нажатия достаточно, чтобы получить нужную частоту вращения для шлифования, равную 11 000 – 11 500 мин<sup>-1</sup>. Благодаря автоматическому дополнительному снижению частоты вращения в режиме холостого хода достигается снижение шумового воздействия примерно на 60 %. Встроенная защита от перегрузки реализована путем электронного ограничения силы тока.

Одноручные угловые шлифовальные машины с универсальным двигателем и с бесступенчатой регулировкой частоты вращения, при этом константная электроника может поддерживать неизменным установленное значение скорости вращения. Возможно использование встроенной системы предохранения от перегрузки за счет электронного ограничения силы тока. Эта шлифовальная машина предназначена специально для полировки, очистки, резания, обдира и шлифования различных материалов с учетом особенностей этих материалов.

**Двуручные угловые шлифовальные машины** с универсальным двигателем и часто с ограничением пускового тока. Эти угловые шлифовальные машины предназначены для выполнения продолжительных тяжелых работ по резке, обдирке, шлифовке и зачистке.

Имеются несколько классов мощностей от 2200 до 2600 Вт.

Компания Bosch выпускает линейку угловых шлифовальных машин различных мощностей, размеров и компоновок. Класс, возможности и стоимость УШМ зависят от качества материалов и комплектующих, а также технических новшеств, примененных в конструкции данной модели, и особенно при изготовлении наиболее ответственных узлов.

В таблице 5.2 приведены преимущества, основные сферы применения, исполнение одноручных шлифовальных машин Bosch.

Таблица 5.2 - Одноручные шлифовальные машины Bosch

Преимущества	Основная сфера применения	Исполнение	Число оборотов холостого хода (диапазон изменения числа оборотов), мин <sup>-1</sup>
1	2	3	4
<b>Базовые (720 Вт)</b>			
<b>Основные задачи:</b> ► Великолепная эргономика ► Малый вес и компактный размер ► Удобство работы в ограниченном пространстве	► Установка отопительного / вентиляционного оборудования и техники кондиционирования (HVAC *) ► Техобслуживание/ ремонт автомобилей ► Производство оборудования ► Металлургия и т.д.	GWS 7-115 GWS 7-115 E GWS 7-125	11 000 2 800-11 000 11 000
<b>Универсальные (900/1100 Вт)</b>			
<b>Средние по сложности задачи:</b> ► Превосходный универсальный инструмент для самых различных задач ► Лучшее соотношение «мощность- эргономичность»	► Общие работы с металлом ► Слесарные работы и HVAC ► Жестяные работы, установка отопительного/ вентиляционного оборудования и техники кондиционирования ► Электромонтаж и т.д.	GWS 9-115 GWS 9-115 P GWS 9-125  GWS 11-125 GWS 11-125 P	11 500 11 500 11 500  11 500 11 500
<b>Мощные и безопасные (1200/1400/1500 Вт)</b>			
<b>Сложные задачи:</b> ► Оптимальная мощность для решения сложных задач ► Максимальная производительность ► Максимальная защита благодаря системе KickBack Stop и защите от непреднамеренного включения	► Общая металлообработка / металлоконструкции ► Машиностроение/ судостроение ► Строительные работы ► Кровельные работы и т.д.	GWS 12-125 CI GWS 12-125 CIP GWS 12-125 CIE GWS 12-125 CIEP  GWS 14-125 Inox  GWS 15-125 CI GWS 15-125 CIP GWS 15-125 CIE GWS 15-125 CIEP GWS 15-125 CIEH	11 500 11 500 2 800-11 500 2 800-11 500  2 200-7 500  11 500 11 500 2 800-11 500 2 800-11 500 2 800-11 000

Окончание таблицы 5. 2

1	2	3	4
		GWS 15-125 CIH GWS 15-125 CIT GWS 15-125 CITH GWS 15-125 Inox GWS 15-150 CI GWS 15-150 CIP	9 300 2 800-9 300 2 800- 9 300 2 200-7 500 9 300 11 500
<p>* <b>HVAC</b>, акроним от англ. <i>Heating, Ventilation, &amp; Air Conditioning</i> – Теплоснабжение, Вентиляция и Кондиционирование воздуха. Основные задачи HVAC:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– создание и поддержание комфортного для человека, растений, животных или материальных предметов (оборудования, произведений искусства и т. п.) микроклимата в пределах здания или сооружения.</li> <li>– экономия энергии, затрачиваемой на создание и поддержание микроклимата.</li> </ul>			

Ключевые характеристики, основные преимущества и уникальные особенности одноручных угловых шлифмашин Bosch приведены на рисунках 5.11, 5.12, 5.13, а двуручных УШМ – на рисунках 5.14, 5.15, 5.16, 5.17.

## Ключевые характеристики и преимущества



Рисунок 5.11 – Одноручные УШМ серии GWS 7 Professional

# Информация о продукте

## GWS 9/11 Professional

**Увеличенная на 100 Вт мощность**



Для высокой производительности

**Большая кнопка блокировки шпинделя**

Простая и удобная замена принадлежностей

**Кожух с защитой от проворачивания**

Устойчивый к проворачиванию для лучшей защиты оператора; регулировка без использования дополнительного инструмента

Улучшенная втулка в месте крепления питающего шнура

Предотвращает повреждение шнура

**Эргономичная форма**

Для неумтомительной работы по шлифованию

**Увеличенный срок службы<sup>1</sup>**

Благодаря увеличенному сроку службы угольных щёток, новому более мощному двигателю и системе прямого охлаждения мотора



Рисунок 5.12 – Одноручные УШМ серии GWS 9 & 11 Professional: основные преимущества и уникальные функции (USP)

\* USP - unique sell point (уникальное преимущество)

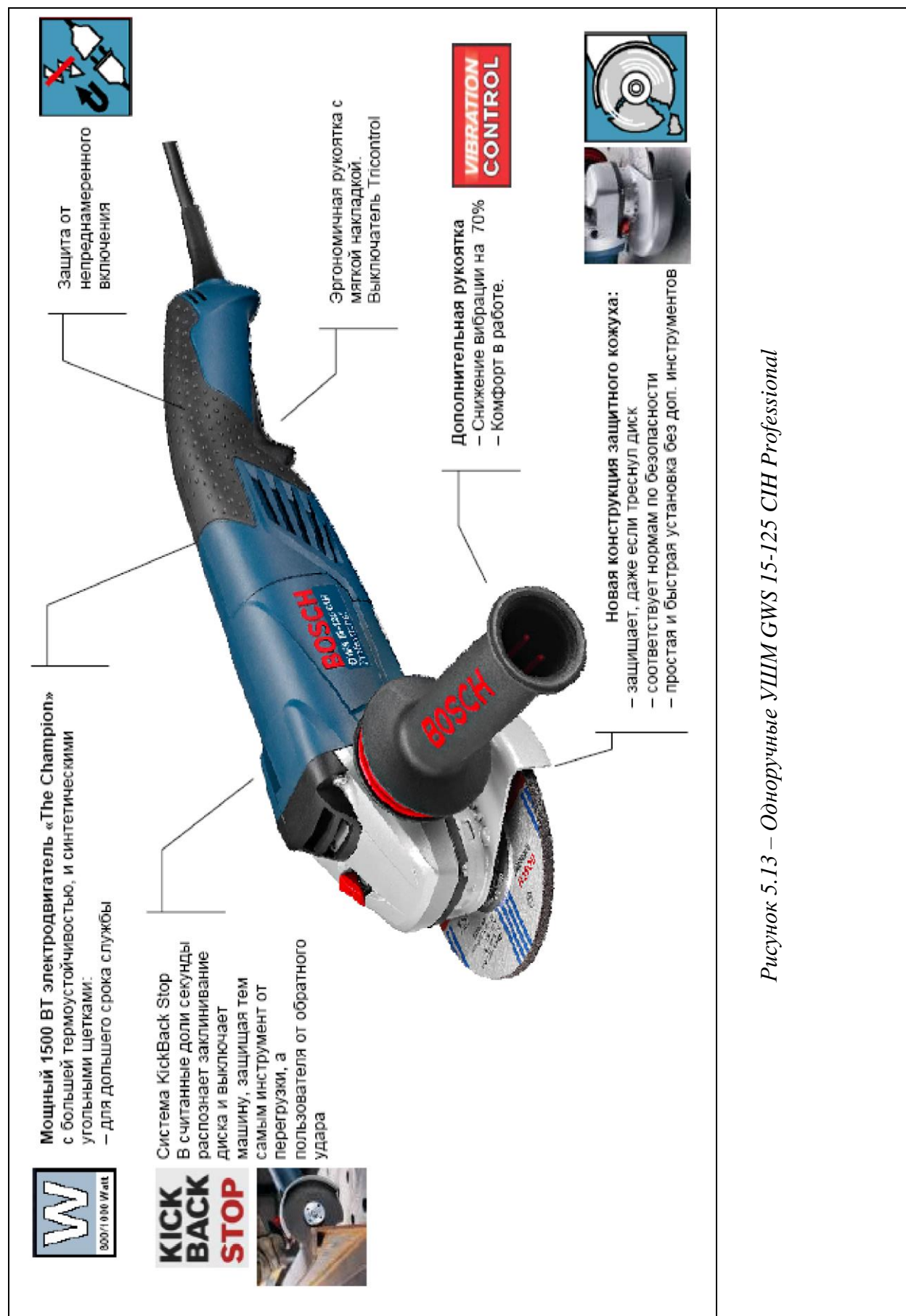
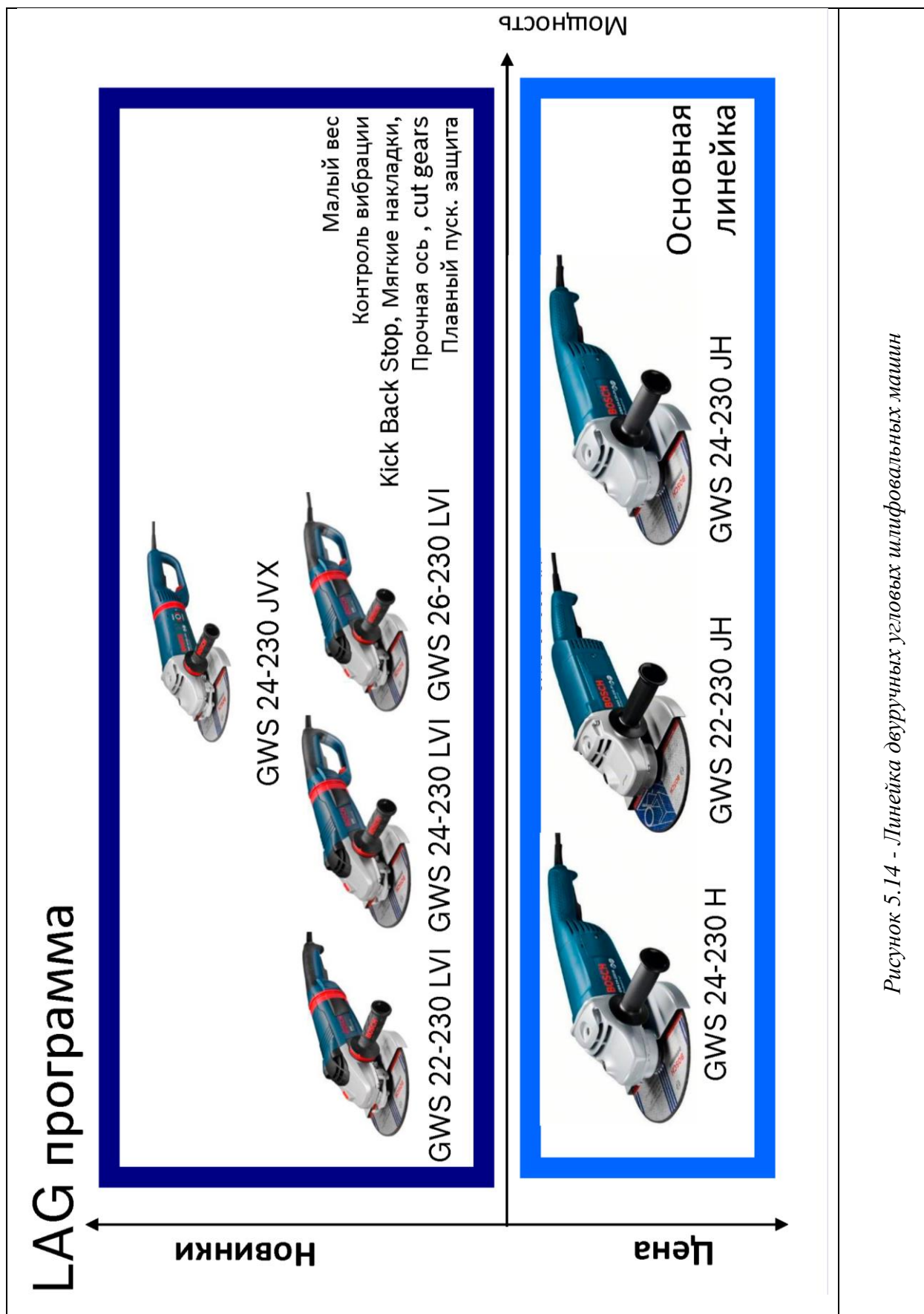


Рисунок 5.13 – Одноручные УШМ GWS 15-125 SII Professional





## Основные преимущества & уникальные функции (USP):

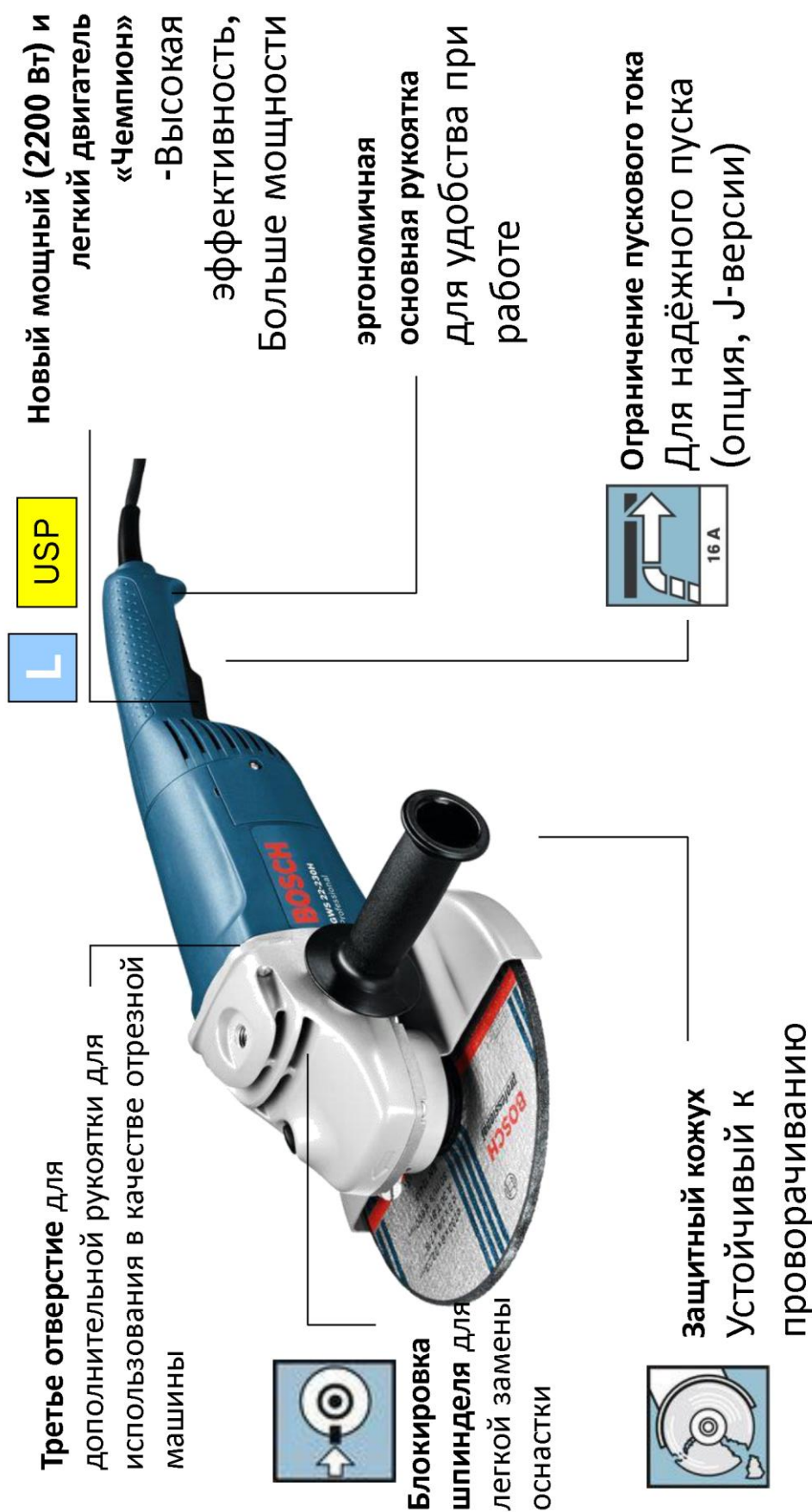


Рисунок 5.15 – Демурные УШМ GWS 22-230 JH Professional: основные преимущества и уникальные функции (USP)



# Основные преимущества GWS 24 LVI Professional

**KickBack Stop** для максимальной защиты пользователя в случае заклинивания диска



**Новый, лёгкий Champion Motor 2400Вт**  
-Выше эффективность, Больше мощность



**Soft start** облегчает и ограничивает пусковой ток



**Поворотная, рукоятка с Softgrip** для лучшего хвата



**Новая конструкция фиксации защитного кожуха** для наилучшего удобства и защиты



**Restart Protection** для защиты пользователя от непреднамеренного включения



**Новая боковая рукоятка Vibration Control** с мягкими накладками  
- удобный хват



**Основная рукоятка Vibration Control** снижение вибрации до  $<5\text{m/s}^2$



Рисунок 5.16 – Двухручные УШМ серии GWS 24 LVI Professional: основные преимущества и уникальные функции (USP)



**Абразивно-отрезные машины.** Абразивно-отрезные машины являются угловыми шлифовальными машинами с числом оборотов 5000 об/мин и диаметром шлифовальных дисков 300 мм. Шлифовальный диск большого диаметра отлично подходит для резки на значительной глубине. Для резки каменных материалов абразивно-отрезные машины оснащаются ведущим суппортом, который обеспечивает точность обработки и предотвращает врезание шлифовального диска в материал.

**Отрезная машина GWS 24-300 J+SDS** представляет собой специальную отрезную машину для выполнения точных **резов** глубиной до 95 мм в камне **и стали** (рис. 5.18).



Рисунок 5.18 – Угловая шлифмашина GWS 24-300 J+SDS

#### Технические характеристики угловой шлифмашины GWS 24-300 J+SDS Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	2400
Выходная мощность, Вт .....	1670
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	5000
Диаметр круга, макс., мм .....	300
Диаметр отверстия, мм .....	22,2
Резьба шлифовального шпинделя .....	M 14
Длина резьбы шпинделя, макс., мм .....	32
Глубина реза с направляющими салазками, не более, мм ...	100
Вес, кг .....	10,3

**Назначение инструмента.** Угловая шлифмашина GWS 24-300 J+SDS предназначена для отрезания **металла** или камня на твердой опоре с использованием направляющих салазок.

Для резки камня должен использоваться специальный вытяжной кожух для отрезания с направляющими салазками, входящими в состав принадлежностей.

#### **Преимущества:**

- Устойчивые направляющие салазки для точной серийной резки;
- Рукоятка-скоба размещена в центре тяжести инструмента, благодаря чему обеспечивается равномерное распределение веса;

- Также подходит для сухой резки алмазными кругами диаметром до 300 мм и работы с вытяжным кожухом;
- Быстрозажимная гайка SDS входит в комплект поставки;
- Удобная в использовании рукоятка, выставляемая под нужным углом;
- Плоская головка редуктора;
- Предохранительный выключатель Tricontrol с фиксацией;
- Быстрая регулировка положения защитного кожуха без инструмента с фиксацией;
- Третье отверстие с резьбой для дополнительной рукоятки, корпус редуктора переставляется в 4 положениях с шагом 90°;
- Бронированная искусственной смолой обмотка для долгого срока службы двигателя;
- Удобство использования, в том числе и для левшей.

**Угловые шлифмашины GWS 15-125 Inox Professional.** Новая УШМ GWS 15-125 Inox Professional (рис. 5.19) предназначена для чистовой обработки нержавеющей стали. Низкая частота вращения обеспечивают щадящую обработку нержавеющей стали.



Электроинструмент предназначен также для обдирки металла, камня и керамики, а также для сверления в плитке. Для резки с помощью связанных абразивов необходимо использовать специальный защитный кожух для отрезания. Для резки камня необходимо обеспечить достаточный отсос пыли.

В сочетании с защитной скобой (принадлежность для защиты рук) электроинструмент можно использовать для крацевания и шлифования с помощью эластичных шлифовальных тарелок. Электроинструмент предназначен только для сухой обработки.

#### **Технические характеристики УШМ для нержавеющей стали GWS 15-125 Inox Professional**

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	1500
Выходная мощность, Вт .....	820
Диапазон изменения числа оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	2200-7500
Диаметр отрезного круга, макс., мм .....	125
Диаметр отверстия, мм .....	22,2
Резьба шлифовального шпинделя .....	M 14
Диаметр резинового тарельчатого шлифкруга, мм .....	125
Диаметр круглой щетки, мм .....	75
Длина, мм .....	311
Высота, мм .....	103
Вес, кг .....	2,4

#### ***Преимущества:***

- Качественная обработка нержавеющей стали благодаря низким оборотам и высокому крутящему моменту;
- Удобство эксплуатации благодаря двигателю мощностью 1500 Вт и удлиненным щеткам;
- Защита от непреднамеренного включения;
- Система KickBack Stop распознаёт блокировку диска и немедленно отключает инструмент;
- Защита от непреднамеренного включения и функция константной электроники для поддержания постоянного числа оборотов даже под нагрузкой;
- Дополнительная рукоятка с системой Vibration Control уменьшает вибрацию до 40 %, делая работу неусттомительной.

**Угловые шлифмашины GWS 24-230 LVI Professional.** УШМ GWS 24-230 LVI Professional (см. рис. 5.16 и 5.20) предназначена для обдирки металла,



камня, керамики. Для резки с помощью связанных абразивов необходимо использовать специальный защитный кожух для отрезания. Для резки камня необходимо обеспечить достаточный отсос пыли.

В сочетании с защитной скобой (принадлежность для защиты рук) электроинструмент можно использовать для крацевания и шлифования с помощью эластичных шлифовальных тарелок. Электроинструмент предназначен только для сухой обработки.



Рисунок 5.20 – УШМ 24-230 LVI Professional

#### Технические характеристики УШМ GWS 24-230 LVI Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	2400
Выходная мощность, Вт .....	1600
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	6600
Диаметр отрезного круга, макс., мм .....	230
Диаметр посадочного отверстия, мм .....	22,2
Резьба шлифовального шпинделя .....	M 14
Основная рукоятка .....	скоба (поворотная)
Длина, мм .....	510
Высота, мм .....	130
Вес, кг .....	5,5

#### Преимущества:

- Мощный двигатель «Чемпион» на 2400 Вт и поворотная рукоятка-скоба;
- Минимальный вес среди инструментов этого класса;
- Основная и дополнительная рукоятки с системой контроля вибрации Vibration Control, уменьшающей вибрацию до 50 % для неустойчивой работы (EN 60745);
- Система KickBack Stop распознаёт блокировку диска и немедленно отключает инструмент;

- Защита от непреднамеренного включения предотвращает самопроизвольный запуск инструмента после прерывания подачи тока;
- Ограничение пускового тока и плавный пуск инструмента;
- Устойчивый к проворачиванию и быстропереставляемый защитный кожух – обеспечивает надёжную защиту от осколков шлифкруга в случае его поломки;
- Рукоятка с мягкой накладкой для удобства работы с инструментом;
- Бронированная обмотка якоря защищает электродвигатель от острых частиц пыли, образующихся при шлифовании, и обеспечивает высокую износостойкость.

### 5.2.2.1 Принадлежности для ручных угловых шлифмашин

### Системные принадлежности для угловых шлифовальных машин:

- защитный кожух с крышкой для резки отрезными кругами;
- ключ под два отверстия для угловых шлифмашин;
- зажимная гайка для угловых шлифмашин;
- отрезные круги (*Best for Inox - Rapido Long Life, Expert for Inox – Rapido, Expert for Metal, Rapido Multi Construction*).

### Защитный кожух с крышкой для резки отрезными кругами

Защитный кожух с крышкой (*рис. 5.21*) предназначен для резки отрезными кругами. Быстрая регулировка, крепление без использования инструмента.



*а – для отрезных кругов диаметром 125 мм; б – для отрезных кругов диаметром 230 мм*

Рисунок 5.21 - Защитный кожух с крышкой для резки отрезными кругами

### ***Ключ под два отверстия для угловых шлифмашин***

Прямой рождковый ключ под два отверстия (рис. 5.22) предназначен для крепления любых кругов на угловой шлифмашине.



*Рисунок 5.22 – Ключ под два отверстия для угловых шлифмашин*

### ***Зажимная гайка для угловых шлифмашин***

Быстрозажимная гайка SDS-clic М 14 (рис. 5.23) подходит для всех угловых шлифмашин с резьбой М 14 (длина доступной резьбы – выступающей над самым толстым инструментом – более 6 мм).

**Указание:** центрирование круга следует выполнять по опорному фланцу, а не по гайке.



*Рисунок 5.23 – Быстрозажимная гайка SDS-clic*

**Отрезные круги Best for Inox.** Круг «Best for Inox» (рис. 5.24) применяется в ручных угловых шлифмашинах для резки нержавеющей стали. Максимальная кружная скорость – 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга).





Рисунок 5.24 – Отрезной круг Best for Inox (A 46 V INOX BF)

Расшифровка обозначений и структура отрезных кругов приведена в **приложении Ж** (см. рис. Ж.1 и рис. Ж.2).

**Отрезные круги Expert for Inox.** Круг «Expert for Inox» (рис. 5.25) применяется в ручных угловых шлифмашинах для резки нержавеющей стали при высоких предъявляемых требованиях к обработке. Максимальная окружная скорость – 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга).



a)



б)

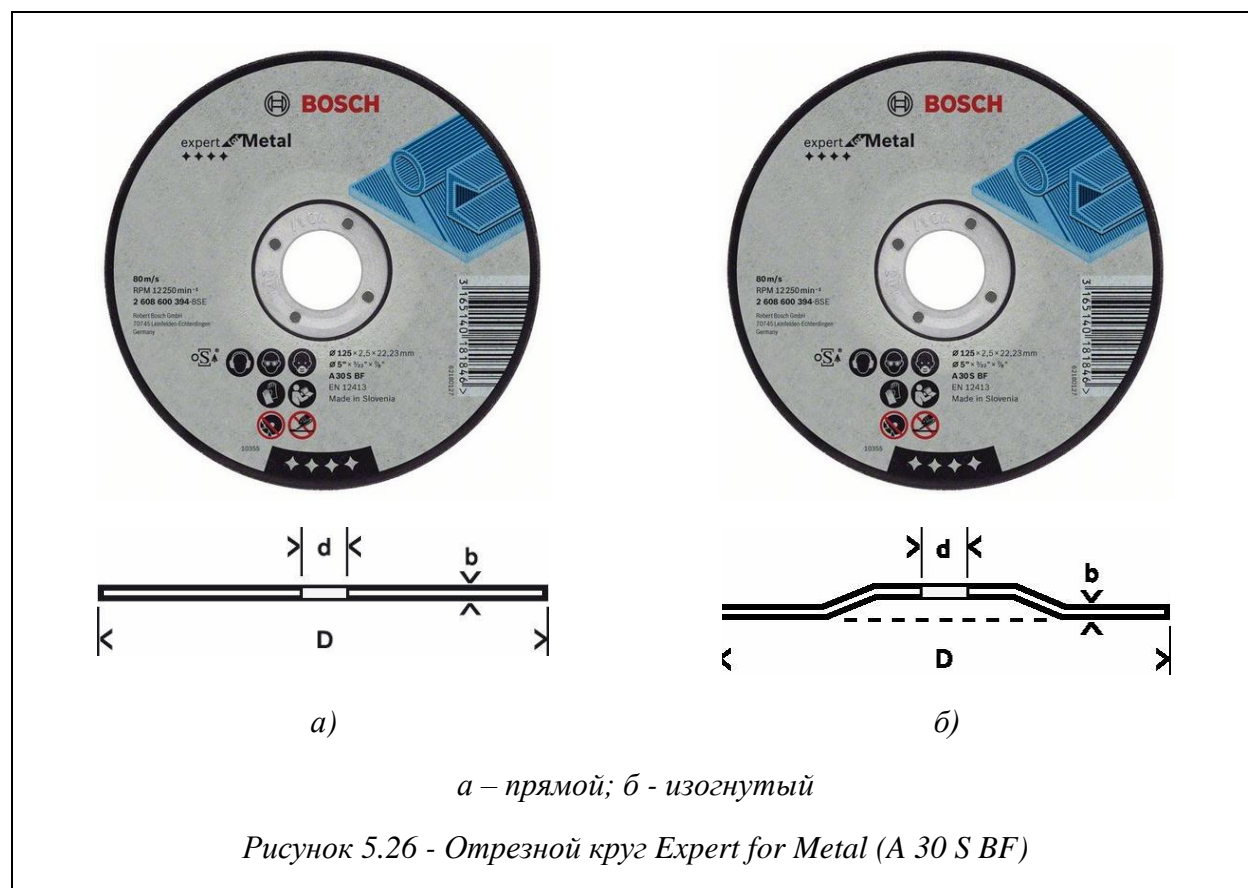
a - Expert for Inox (AS 46 T INOX BF); б - Expert for Inox, Rapido (AS 60 T INOX BF)

Рисунок 5.25 – Отрезной круг Expert for Inox

**Rapido Long Life** – исключительная долговечность при обработке нержавеющей стали и металла.

**Rapido**, для быстрых и чистых пропилов без образования заусенцев и изменения цвета.

**Отрезные круги Expert for Metal.** Круг «Expert for Metal» (рис. 5.26) применяется в ручных угловых шлифмашинах для резки металла при высоких предъявляемых требованиях к обработке. Максимальная окружная скорость – 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга).



**Отрезные круги Rapido Multi Construction.** Круг «Rapido Multi Construction» (рис. 5.27) применяется в ручных угловых шлифмашинах для резки практически всех материалов: металла, нержавеющей стали, цветных металлов, камня, полимерных материалов, таких как ПВХ, (мягкой) керамической плитки и мрамора. Максимальная окружная скорость – 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга). Тонкий диск Rapido имеет множество преимуществ: с его помощью пропилы выполняются быстро, чисто

и очень точно без значительных усилий; при этом мало шума и пыли, не образуются заусенцы и нет изменения цвета (цветов побежалости).



Рисунок 5.27 - Отрезной круг Rapido Multi Construction (ACS 60 V BF)

**Круг «3-в-1» («3-in-1»).** Круг «3-в-1» («3-in-1») (рис. 5.28) применяется в ручных угловых шлифмашинах для резки, обдирки и чистовой обработки металла и нержавеющей стали с помощью одного круга. Максимальная окружная скорость – 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга).

#### ***Преимущества круга «3-в-1»:***

- Увеличение эффективности работы благодаря экономии средств и времени;
- Лёгкая резка профилей, труб и листового материала из металла и нержавеющей стали;
- Надёжная обдирка с помощью круга толщиной 2,5 мм, идеально подходящего для обработки труднодоступных мест;
- Практически без изменения цвета поверхности обрабатываемого материала при обдирке;
- Удобство использования;
- Максимальная безопасность работ благодаря оптимальному трехслойному армированию круга.

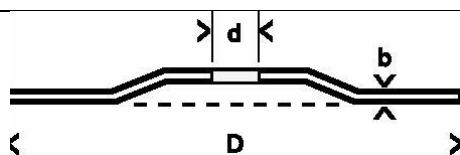
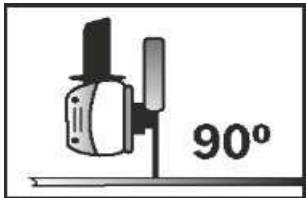
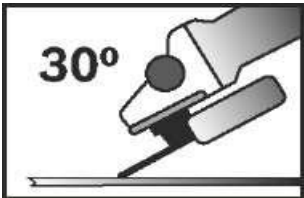
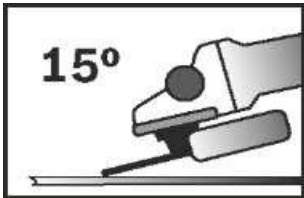


Рисунок 5.28 - Отрезной круг («3-in-1» (A 46 S BF)

Спецификация	Диаметр (D), мм	Диаметр отверстия (d), мм	Толщина (b), мм	Код для заказа
<b>A 46 S BF</b>	115	22,23	2,5	2 608 602 388
<b>A 46 S BF</b>	125	22,23	2,5	2 608 602 389

### Использование круга «3-в-1» и угол обработки

Резка	Обдирка	Чистовая обработка
 <p>Простая, быстрая и точная резка.</p>	 <p>Чистая обдирка с исключительным результатом. Оптимально для выполнения лёгких обдирочных работ.</p>	 <p>Оптимальная чистовая обработка. Мелкая зернистость обеспечивает отличный результат по сравнению со стандартными обдирочными кругами.</p>

### 5.2.3 Закрепляющий материал 5

#### Задание 5.1

#### I. Продолжите предложение:

1. Пильный диск у циркулярных пил целесообразно смазывать \_\_\_\_\_ .
2. Угловая шлифмашина GWS 15-125 Inox Professional предназначена для чистовой обработки \_\_\_\_\_ .
3. Тиски, установленные на основании отрезной машины, позволяют выполнять резку под углом \_\_\_\_\_ .
4. Отрезная машина используется для резки \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ металлов.

#### II. Работа с рисунком:

1. Определите электроинструмент, изображенный на рисунке, и запишите



### **III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

1. Отрезным кругом «З-в-1» для ручных угловых шлифмашин можно резать:

- а) профили;
- б) металлические трубы;
- в) нержавеющей сталь.

Ответ:

### **IV. Выберите один правильный ответ и обведите:**

1. Пильные диски для резки цветных металлов и конструкционной стали изготавливаются из:

- а) твердого сплава;
- б) быстрорежущей стали;
- в) хромованадиевой стали.

Ответ:

2. Для обработки нержавеющей стали используется оснастка из:

- а) быстрорежущей стали;
- б) ферритной стали;
- в) твердого сплава.

Ответ:

3. При обработке металлов отрезными машинами используются пильные диски с формами зубьев:

- а) остроконечными;
- б) плоско-трапецевидными;
- в) округлыми.

Ответ:

## **5.2.4 Техника безопасности при работе с отрезными машинами**

При обработке металла отрезными машинами по сравнению с использованием торцовочных пил для деревообработки имеются различия. К этим различиям относятся:

- обращение с инструментом;
- разлет искр;
- отрезной диск;
- пассивная индивидуальная защита.

### **Обращение с инструментом**

В металлообработке прижимающие силы значительно больше, чем в деревообработке. Поэтому заготовку нельзя удерживать рукой. Вместо этого она всегда должна быть надежно зажата в тисках. Во время резания заготовка нагревается. Поверхность резания толстых заготовок может нагреваться до нескольких сотен градусов, поэтому имеется риск травмирования.

### **Разлет искр**

В противоположность резанию древесины, резание металла сопровождается сильным разлетом искр. Даже при закрытых защитных кожухах в открытое пространство будут периодически вылетать искры. Поэтому около отрезной машины не должно быть никаких легковоспламеняющихся предметов. Это в частности относится к бумаге, картону, древесным стружкам и текстилю.

### **Отрезной диск**

Отрезной диск является принадлежностью для электроинструментов, которая подвергается сильному напряжению. В целях безопасности нужно использовать только разрешенные и сертифицированные качественные изделия известного происхождения. Они не только более безопасны в том, что касается предотвращения повреждения, они также обладают лучшей производительностью съема материала и сроками эксплуатации. При хранении отрезные диски нужно всегда укладывать горизонтально и просушивать. Если отрезные диски стали влажными из-за воздействия метеорологических условий или на них попали смазочные материалы, такие как масло или консистентная смазка, их нельзя использовать. Микроструктура диска может быть повреждена без видимых внешних признаков такого повреждения, и это может привести к разрушению отрезного диска, когда он будет подвергаться напряжению.

## Пассивная индивидуальная защита

При шлифовании и резании металлов создаются представляющие опасность острые и горячие стружки, поэтому всегда нужно надевать защитные очки. Заготовка может нагреваться при обработке в области резания настолько сильно, что прикосновение к этой области незащищенными руками может привести к очень сильным ожогам. В дополнение к этому *кромки* разреза часто бывают острыми как бритва, что может привести к серьезной травме. Поэтому абсолютно необходимо надевать защитные перчатки при резании металла.

Резание металла сопровождается громкими и неприятными шумами. Непрерывное воздействие этих шумов со временем вызывает глухоту. Поэтому необходимо использовать средства защиты органов слуха, даже при выполнении коротких машинных операций.

**Внимание! Применяйте средства защиты органов слуха!**

### *Технологические требования*

При шлифовании металлов разлетаются искры. *Защитный кожух должен быть отрегулирован и надежно зафиксирован.*

Защищайте отрезной круг *от ударов, толчков или жирных пятен.*  
**Не** нажимайте на отрезной круг *сбоку.*

*Не нагружайте* электроинструмент до такой степени, чтобы он остановился.

*Слишком большая подача значительно сокращает производительность работы электроинструмента и сокращает срок службы отрезного круга.*

Необходимо *использовать* только такие *отрезные круги*, которые *подходят для обрабатываемого материала.*



## 5.3 Модуль 6 «Пилы ножовочного типа»

### Учебный материал 6

Пилы с приводом от двигателя функционируют в соответствии с одним из *трех основных принципов*:

- *возвратно-поступательное движение;*
- *вращение;*
- *циркуляция.*

В соответствии с этими принципами разработаны соответственно следующие основные типы пил:

- *пилы ножовочного типа;*
- *дисковые пилы (циркулярные пилы);*
- *циркуляционные пилы (ленточные пилы, цепные пилы).*

*Самым известным видом пилы является ручная ножовка, которая позволяет получать распил посредством возвратно-поступательных движений закрепленного пильного полотна. В результате дальнейшего развития этой идеи сабельная и столярная ножовки были реализованы в качестве инструментов с электрическим приводом.*

#### 5.3.1 Ножовка (сабельная пила)

**Сабельная пила** или ножовка (*рис. 5.29*) является пилой ножовочного типа, в которой двигатель и пильное полотно располагаются на одной прямой линии. Название возникло в Соединенных Штатах, где этот тип пилы был разработан и широко использовался.

**Сабельная пила** представляет собой особую форму *ножовочного станка*. Для нее используются большие пильные полотна. Могут также использоваться *рашпили, напильники, щетки*, а также другие инструменты. Направляющая пластина заменяется упором, предназначенным для восприятия усилий резания. Сабельная ножовка располагается в направлении вала двигателя.

**Свойства ножовок.** Ножовку держат за торцевую рукоятку на одном конце электроинструмента и за горловину шпинделя или дополнительную рукоятку на другом конце. Высококачественные ножовки снабжены внутренним противовесом и активной амортизацией вибрации и имеют безинструментальное устройство зажима (SDS) для пильного полотна. Электроинструменты имеют номинальную мощность 1100-1300 Вт, их глубина резания зависит от длины примененного пильного полотна. Чтобы увеличить производительность пиления, можно включить маятниковое движение пильного полотна.



Рисунок 5.29 – Сабельная пила GSA 1300 PCE Professional

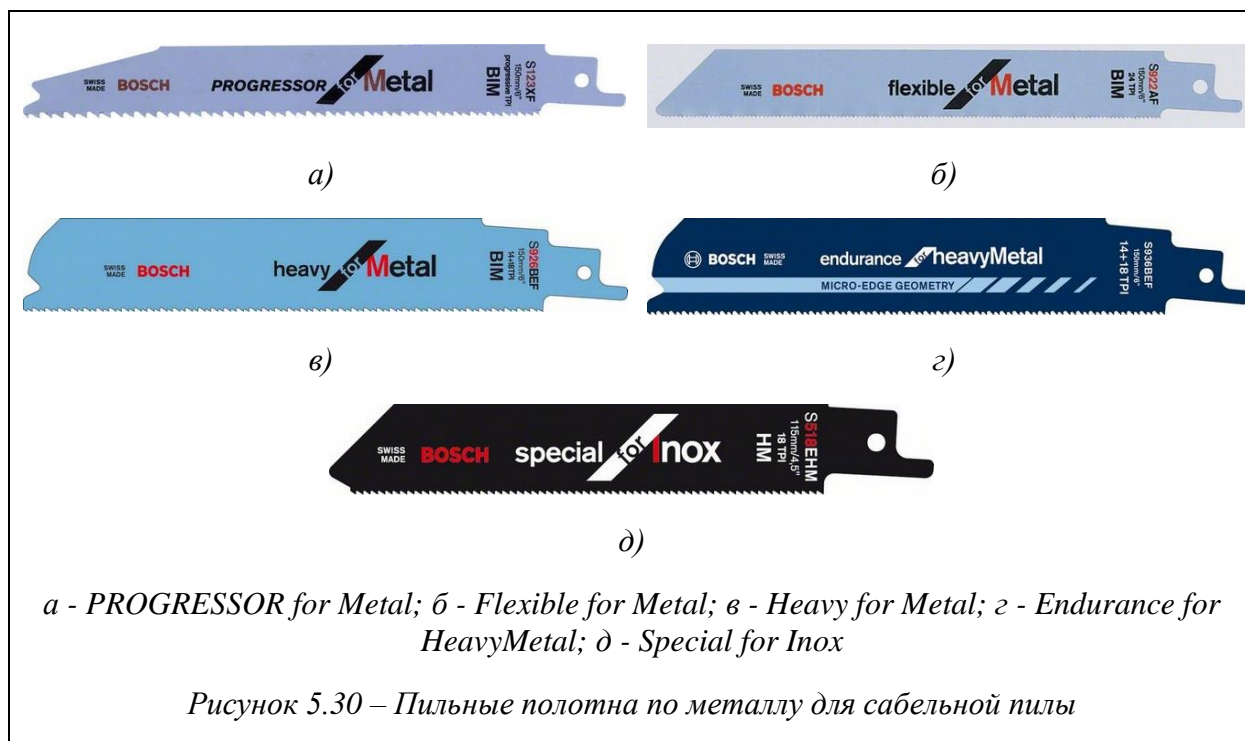
#### Технические характеристики ножовки GSA 1300 PCE Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	1300
Число ходов на холостом ходу, мин <sup>-1</sup> .....	0 - 2900
Длина хода пилы, мм .....	28
<b>Глубина пропила:</b>	
Глубина резания в древесине, мм .....	230
Глубина пропила в металлических профилях и металлических трубах, мм .....	20
Длина, мм .....	475
Высота, мм .....	161
Вес, кг .....	4,1

Сабельная пила GSA 1300 PCE Professional предназначена для распиливания на жесткой опоре древесины, пластмассы, металла и строительных материалов. Она пригодна для прямых и криволинейных пропилов. При использовании соответствующих биметаллических пильных полотен можно выполнять резы заподлицо с поверхностью.

В зависимости от примененного пильного полотна можно резать все материалы, которые поддаются пилению. Ножовки наиболее часто используются для установки санитарно-технических конструкций, демонтажа деревянных конструкций, в строительстве сооружений из стальных конструкций для переработки транспортных стеллажей.

**Принадлежности для ножовок.** Для ножовок используются биметаллические пильные полотна по металлу (рис. 5.30).



Технические характеристики пильных полотен для сабельной пилы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Технические характеристики пильных полотен для сабельной пилы

Тип	Материал	Исполнение зубьев	Общая длина полотна, мм	Шаг зубьев [мм] / TPI	Область применения
1	2	3	4	5	6
<b>S 123 XF Progres-sor for Metal</b>	БМ (биметалл)	Разведенные, фрезерованные зубья		1,8-3,2 / 8-14	Листовой материал различной толщины (1-8 мм), профили различной толщины, трубы (Ø <100 мм).

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6
<b>S 922 AF Flexible for Metal</b>	BIM (биметалл)	Волнистые, фрезерован- ные		1,8-3,2 / 8-14	Тонкий листовой материал (0,7-3 мм), профили, тонкие трубы (Ø <100 мм), для тонких пропилов без усилий.
<b>S 1122 AF Flexible for Metal</b>	BIM (биметалл)	Волнистые, фрезерован- ные зубья		1 / 24	Тонкий листовой материал (0,7-3 мм), профили, тонкие трубы (Ø <175 мм), для тонких пропилов без усилий, для универсальных подгоночных пропилов.
<b>S 926 BEF Heavy for Metal</b>	BIM (биметалл)	запатенто- ванная гео- метрия зубьев «2x2 Tooth Geometry»		1,4+1,8/ 14+18	Листовой материал средней и большой толщины (3-8 мм), тонкостенные закрытые и открытые профили и трубы (Ø <100 мм) Тонкие пропилы с точным соблюдением угла реза.
<b>S 1126 CHF Heavy for Metal</b>	BIM (биметалл)	запатенто- ванная гео- метрия зубьев «2x2 Tooth Geometry»		2,5+3,2 / 8+10	Листовой материал большой толщины (4-12 мм), толсто- стенные закрытые и открытые профили и трубы (Ø <175 мм). Тонкие пропилы с точным соблюдением угла реза.
<b>S 936 BEF Endur- ance for Heavy Metal</b>		Геометрия Micro Edge, запатенто- ванная гео- метрия зубьев «2x2»		1,4+1,8 / 14+18	Листовой материал средней и большой толщины (3-8 мм), тонкостенные закрытые и открытые профили и трубы (Ø <100 мм) Тонкие пропилы с точным соблюдением угла реза.
<b>S 1136 BEF Endur- ance for Heavy Metal</b>	BIM (биметалл)	Геометрия Micro Edge, запатенто- ванная гео- метрия зубьев «2x2»		1,4+1,8 / 14+18	Листовой материал средней и большой толщины (3-8 мм), тонкостенные закрытые и открытые профили и трубы (Ø <175 мм) Тонкие пропилы с точным соблюдением угла реза.
<b>S 518 EHM Special for Inox</b>	HM	С твердо- сплавными вставками (по кромке), шли- фованные зубья.	115	1,4+1,8 / 14+18	Листовой материал из нержавеющей стали (2-4 мм), профили из нержавеющей стали (Ø <50 мм), стеклопластик/эпоксидные материалы (<50 мм). Уменьшить частоту ходов, обеспечить охлаждение, работать без.

Окончание таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6
					вибрации. Использовать охлаждающую жидкость
<b>S 3456 XF Progres- sor for Wood and Metal</b>	<b>BIM</b> (биметалл)	Разведенные, фрезерован- ные зубья	200	2,1-4,3 / 6-12	Древесина с гвоздями/ ме- талл, ДСП (<150 мм), листо- вой металл, алюминиевые профили (3-18 мм), стекло- пластик/эпоксидные матери- алы (<150 мм).

### 5.3.2 Лобзиковая пила

Лобзиковая пила и конструкция ее пильного полотна были изобретены в 1946 году фирмой SCINTILLA, входящей в группу компаний Bosch.

**Лобзиковая пила** является самым распространенным пильными инструментом. Управляемость и универсальная применимость идеально сочетаются в лобзиковой пиле. Двигатель и пильное полотно располагаются под прямым углом друг к другу, корпус двигателя с грибовидной или скобовидной рукояткой используется для того, чтобы держать инструмент. *Лобзиковая пила* представляет собой электроинструмент, предназначенный для *резания различных материалов*, а также для *выполнения косых (криволинейных) пропилов*. *Пилка* совершает *прямолинейные или качательные (маятниковые) возвратно-поступательные* движения и располагается *под прямым углом к валу двигателя*.

*Лобзиковые пилы* изготавливаются с *грибовидной (открытой) или скобовидной (замкнутой) рукояткой* (рис. 5.31), с универсальным двигателем, с приводом *от аккумулятора*. Большое число оборотов двигателя преобразуется при помощи редуктора и эксцентрикового привода в *возвратно-поступательное* движение пилы. *Балансировка* обеспечивает спокойное, без вибрации, выполнение работы. *Лобзиковые пилы* позволяют осуществлять многоступенчатое *регулирование маятникового движения*, причем значение «0» *предназначается для резки металлов, тонких материалов*, а также для *выполнения тонких и чистовых пропилов в древесине*. Ступени маятникового движения являются дифференцированными и могут переключаться в процессе работы, при этом высшая ступень предназначена для быстрой резки дерева и пластмассы. Частота ходов пилы может задаваться регулировочным колесом.

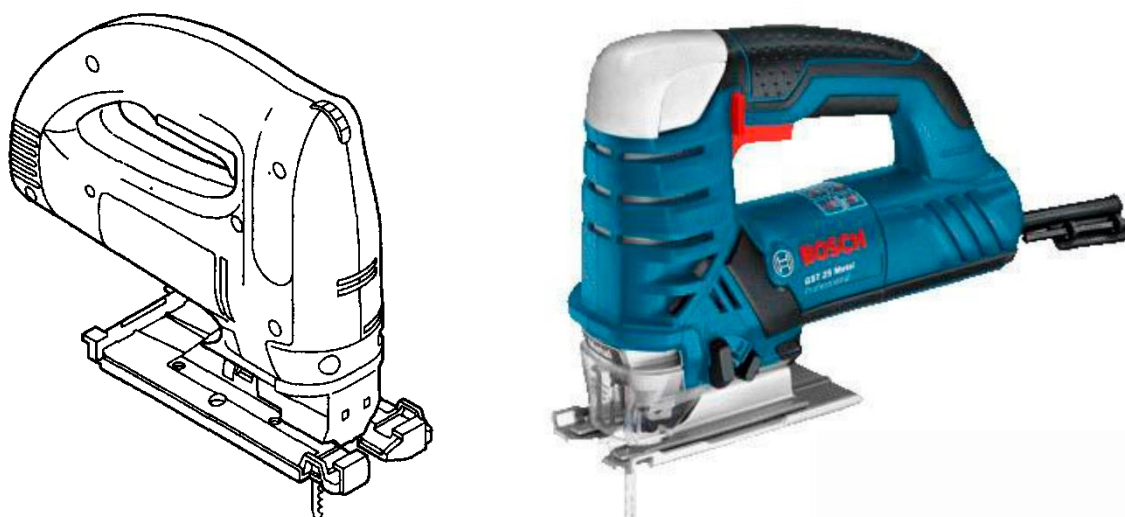


Рисунок 5.31 – Лобзиковая пила (с рукояткой-скобой) (GST 25 Metal)

Система **Constant Electronic** (константная электроника) поддерживает число ходов постоянным независимо от нагрузки; поворотная опорная плита позволяет выполнять наклонные и косые пропилы. Система сдува опилок может быть выключена в случае использования отсасывающего приспособления, а система крепления пильного полотна **SDS-click** позволяет осуществлять быструю замену пильного полотна без использования инструментов. Косые пропилы, которые могут выполняться лобзиковыми пилами, служат для соединения заготовок под определенным углом скоса. Косые пропилы могут выполняться под углами до  $45^\circ$ .

Компания Bosch в 2012 году вывела на российский рынок лобзиковую пилу, разработанную специально для резки металла, – **GST 25 Metal Professional**. Длина хода пильного полотна в этой модели составляет всего 24 мм, что позволило значительно снизить уровень вибрации. Двигатель мощностью 670 Вт дает возможность без особых усилий пилить алюминий толщиной до 25 мм и нелегированную сталь толщиной до 15 мм. Для инструмента характерна высокая плавность хода. Система Constant Electronic обеспечивает постоянное число **ходов пилки** даже под нагрузкой при работе с твердыми материалами. Кроме того, двухступенчатый маятниковый ход режущего полотна оптимизирован под резку металла, что обеспечивает высокую скорость пиления и позволяет контролировать инструмент во время выполнения операции.

Блочная конструкция лобзиковой пилы GST 25 Metal Professional включает в себя прочную металлическую литую подошву, за счет которой инструмент легко движется по обрабатываемой поверхности и им можно выполнять сложные задачи, например в сфере машино- и судостроения. Функция регулировки оборотов позволяет работать с разнообразными материалами и делать

высокоточные пропилы, к примеру, отверстия под выключатели и розетки. Функция удаления опилок обеспечивает хороший обзор линии реза. Предусмотрена возможность ее отключения при использовании смазочно-охлаждающей жидкости. Дополнительное удобство достигается благодаря эргономичной конструкции лобзика и рукоятке-скобе с мягкими резиновыми накладками.

#### Технические характеристики лобзиковой пилы GST 25 Metal

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	670
Число ходов на холостом ходу, мин <sup>-1</sup> .....	500 - 2600
Длина кабеля, м .....	2,3
Длина хода, мм .....	24
<b>Максимальная глубина пропила</b>	
Глубина резания в древесине, мм .....	80
Глубина резания алюминия, мм .....	25
Глубина резания нелегированной стали, мм .....	15
Длина, мм	265
Высота, мм	206
Вес, кг .....	2,7

**Назначение инструмента.** Лобзиковая пила GST 25 Metal предназначена для выполнения на твердой опоре продольных распилов и вырезов в древесине, пластмассе, металле, керамических плитах и резине. С помощью электроинструмента можно выполнять прямолинейные и изогнутые распилы. Необходимо принять во внимание рекомендации относительно пыльных полотен.

Как поставщик комплексных решений, Bosch предлагает к новой лобзиковой пиле специальные принадлежности – пилки из серии *Speed for Metal* для работы с различными металлами. Система смены пыльных полотен SDS позволяет быстро заменить насадку без дополнительного инструмента.

Предусмотрена также возможность работы с системой направляющих FSN, а значит выполнять прямые и угловые пропилы в таких материалах, как алюминий, медь, нелегированная сталь, листовый металл и др.

**Свойства лобзиковых пил.** *Удобство в обращении* и возможность *универсального использования* являются основными свойствами лобзиковой пилы. Чтобы *увеличить глубину* врезания пилы, может быть подключено *маятниковое движение пыльного полотна*. Обычно длина хода составляет 23-26 мм. Возможна глубина резания в древесине до 150 мм, однако, *если глубина резания в два раза превышает длину хода, удаление стружек из пропила становится настолько затруднительным, что скорость выполнения работ значительно замедляется*. Можно *выполнять распилы под углом*, так как основание можно наклонять.



В зависимости от примененного пильного полотна можно *резать все материалы, которые поддаются пиленю.*

**Внутренние вырезы.** При изготовлении распределительных устройств требуется вырезать *проемы прямоугольной, квадратной или круглой формы* для установки измерительных приборов и иной арматуры. Если для этого используется лобзиковая пила, необходимо *предварительно высверлить отверстие диаметром, как минимум равным ширине пильного полотна.*

### 5.3.2.1 Принадлежности для лобзиковых пил

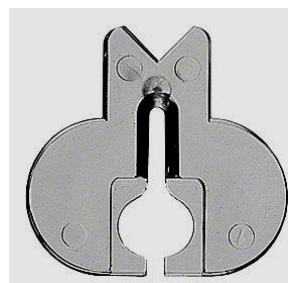
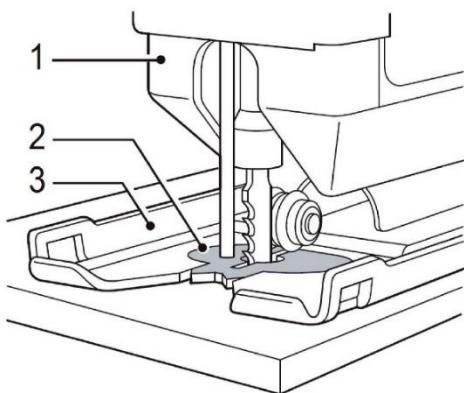
Стандартные принадлежности для лобзиковых пил:

- *защитная пластинка от скалывания стружки;*
- *приспособление для круговых распилов;*
- *пильный стол.*

*Защитная пластинка от скалывания стружки (рис. 5.32)* вставляется в основание лобзиковой пилы для предотвращения образования задиров на поверхности материала во время движения пильного полотна вверх.

*Защита от скалывания стружки* представляет собой *прозрачную вставку (рис. 5.32-2).*

Опорная плита основания у *лобзиковых пил* может регулироваться и поворачиваться (перемещаться) на угол до  $45^\circ$  в обе стороны, например, для ко-  
сой распиловки.



2

1 - лобзиковая пила; 2 - защитная пластинка от задиров и скалывания стружки;  
3 - опорная плита (основание)

Рисунок 5.32 – Защитная пластинка от задиров и скалывания стружки



**Приспособление для круговых распилов** позволяет изготавливать круглые детали. Циркуль/переходник для направляющих шин *Bosch* – оптимальное дополнение для любых лобзиковых пил (рис. 5.33). С помощью этих принадлежностей можно добиться как идеально круглых отверстий при выпиливании, так и в комбинации с направляющей шиной *FSN Professional* - аккуратных прямых пропилов с максимальной точностью.



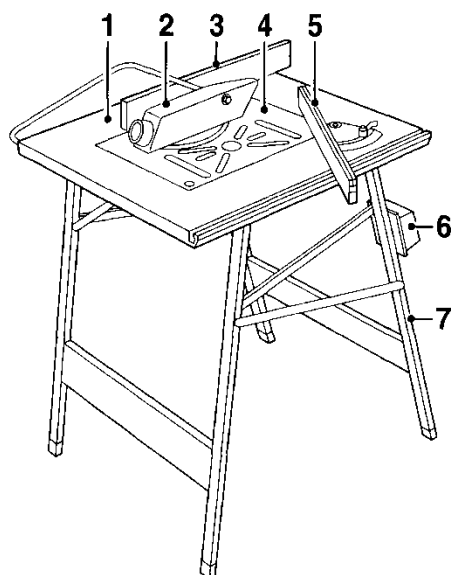
Рисунок 5.33 - Циркуль/переходник для направляющих шин (Параллельный упор с круговым режущим зубом)

**Приспособление для сдува стружки.** При работе с лобзиковой пилой без отсасывания, стружки, выходящие вверх от пильного полотна, часто закрывают разметочную линию, находящуюся непосредственно перед лобзиковой пилой. В случае использования лобзиковых пил фирмы *Bosch* с приспособлением для сдува стружки, часть охлаждающего воздуха используется для сдува стружки. Высокопроизводительная гибкая система пылеудаления гарантирует чистую работу. Шланг и переходник (рис. 5.34) могут поворачиваться и размещаться на инструменте таким образом, что они не ограничивают рабочую зону. Кроме того, все устройство в сборе монтируется очень легко и быстро.



Рисунок 5.34 - Переходник для подключения пылесоса (пылеотсос)

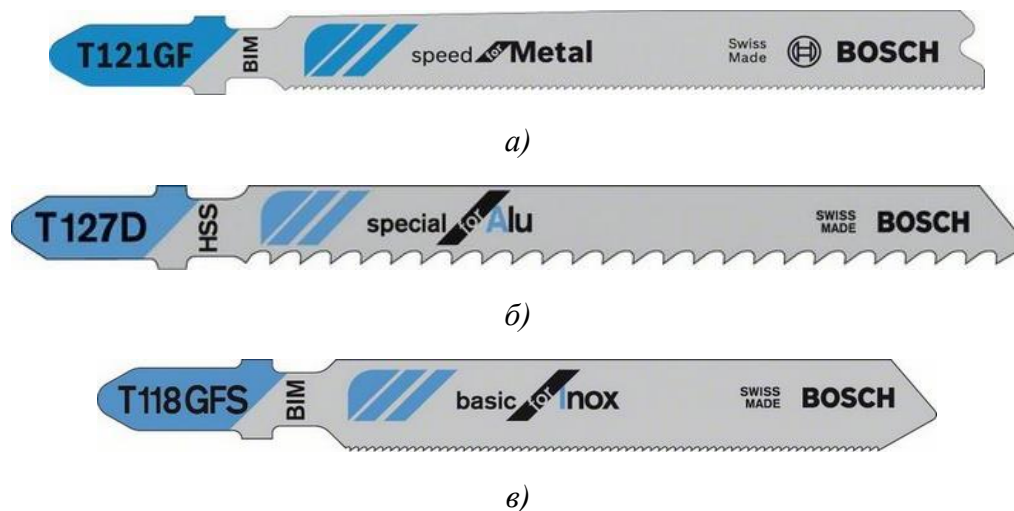
**Пильный стол** обеспечивает стационарную эксплуатацию лобзиковой пилы (рис. 5.35).



1- столешница; 2 - защитный кожух с патрубком для пылеудаления; 3 - параллельный упор; 4 - плита для установки инструмента; 5 - угловой упор; 6 - предохранительный выключатель; 7 - станина стола

Рисунок 5.35 – Универсальный пильный стол

**Полотна пильные для лобзиковой пилы.** Пильные полотна (рис. 5.36) представляют собой сменную оснастку для лобзиковых пил. Их свойства в основном определяют область их применения, качества пропила и успех всей работы.



a - Speed for Metal; б – Special for Alu; в – Basic for Inox

Рисунок 5.36 - Пильные полотна для лобзиковой пилы

Свойства *пильных полотен* определяются по следующим критериям:

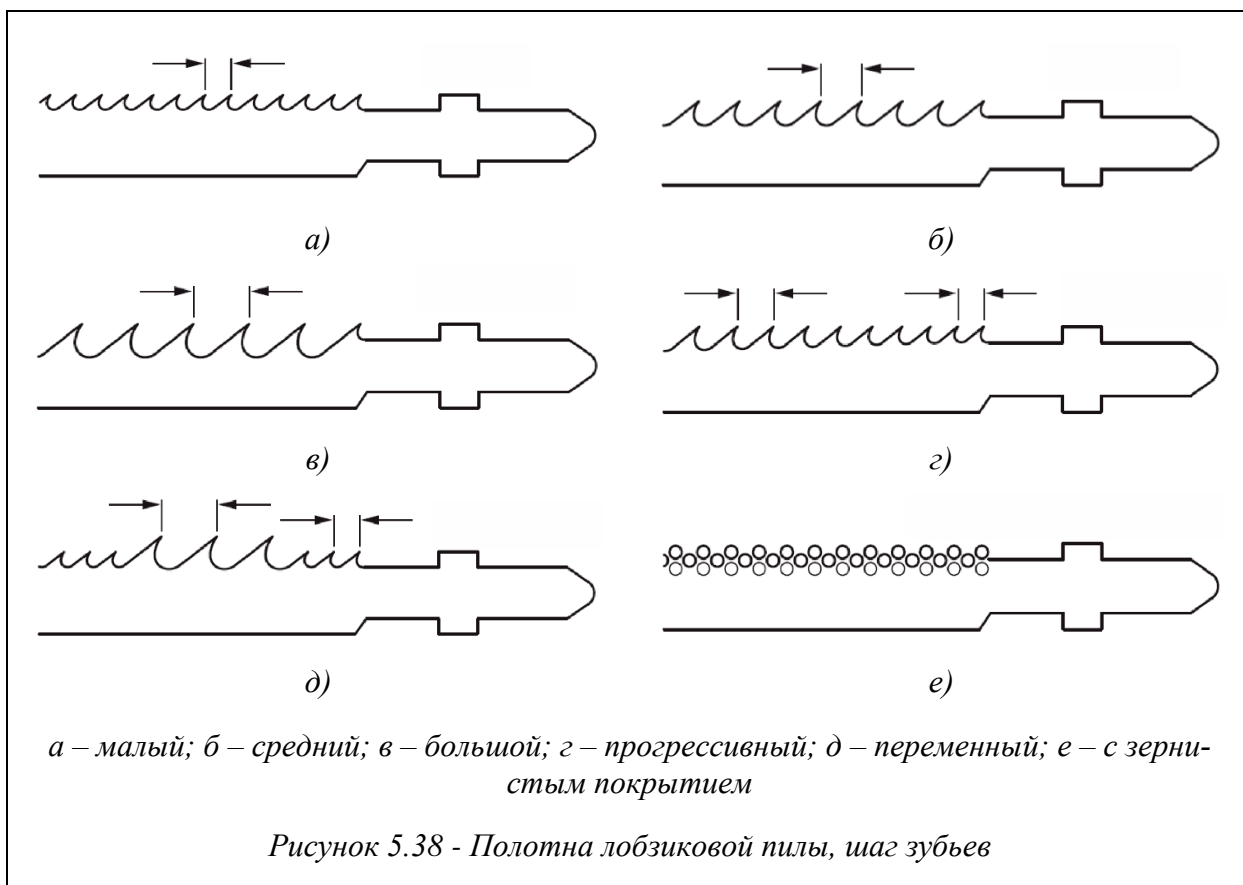
- геометрия зубьев;
- материал полотна и зубьев;
- форма хвостовика.

Технические характеристики пильных полотен для лобзиковой пилы GST 25 Metal приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Технические характеристики пильных полотен для лобзиковой пилы GST 25 Metal

Тип	Материал	Исполнение зубьев	Длина полотна, мм	Шаг зубьев, мм	Область применения
1	2	3	4	5	6
<b>T 121 AF Speed for Metal</b>	BIM (биметалл)	Волнистые, фрезерован- ные зубья	92,0	1,2	Тонкий листовой материал (1-3 мм); алюминий (1-3 мм).
<b>T 321 AF Speed for Metal</b>	BIM (биметалл)	Волнистые, фрезерован- ные зубья	132,0	1,2	Область применения: тон- кий листовой металл (1–3 мм), композитные матери- алы (менее 65 мм), тонко- стенные трубы, закрытые + открытые профили диамет- ром менее 65 мм), включая алюминий; алюми- ний (1-3 мм).
<b>T 127 D Special for Alu</b>	HSS	Разведен- ные, фрезе- рованные зубья	100,0	3,0	Листы различной толщины (3-15 мм), трубы + профили (диаметром менее 30 мм); алюминий диаметром менее 30 мм.
<b>T 227 D Special for Alu</b>	HSS	Разведен- ные, фрезе- рованные зубья	100,0	3,0	Листы различной толщины (3–15 мм), трубы + профили (диаметром менее 30 мм), для криволинейных пропи- лов; алюминий диаметром менее 30 мм.
<b>T 118 GFS Basic for Inox</b>	BIM (биметалл)	Волнистые, фрезерован- ные зубья	83,0	0,8	Листовой материал из не- ржавеющей стали (0,5-1,5 мм); перфорированные ли- сты из нержавеющей стали ( 0,5-1,5 мм).





Ширина полотна. От ширины полотна зависят, прежде всего, два свойства: *движение по прямой и прохождение кривых*. Чем *шире* полотно, тем *лучше* его *ведение*; чем *уже* полотно, тем *больше* усилий нужно прилагать для ведения инструмента по прямой линии. В случае специальных полотен, предназначенных для *вырезания криволинейных форм*, ось зубьев отводится назад настолько, что оказывается на оси тяги. При помощи таких полотен можно *осуществлять поворот* пилы практически «на одном месте».

По причине *малой ширины* полотна пилы, предназначенные для *вырезания криволинейных форм*, являются *очень чувствительными*. Поэтому такие полотна следует *использовать* только для таких целей, для которых они *предназначены*.

Толщина пильного полотна. Толщина пильного полотна оказывает влияние на качество резания в случае резания по прямой линии и на *производительность* резания. *Толстые пильные полотна* всех *однонаправленных пил* (лобзиковая пила, ножовка) обеспечивают лучшее качество резания в случае резания *по прямой линии* и лучшую точность *при обработке углов*. То есть *более толстые пильные полотна* следует использовать в тех случаях, когда требуется *осуществлять точное резание*. Их недостаток заключается в том, что

при использовании более толстых пильных полотен меньше производительность, так как при использовании более *толстого пильного полотна приходится резать больше материала.*

Материал пильного полотна. Материал пильного полотна, в частности, зубьев, должен выбираться в соответствии с обрабатываемым материалом. Общее правило заключается в том, что *зубья должны быть тверже обрабатываемого материала.* Однако твердые пильные полотна с увеличением твердости становятся хрупкими и поэтому могут ломаться, напротив, *гибкие пильные полотна слишком быстро тупятся.* Поэтому в особых случаях применения *хорошо* зарекомендовали себя пильные полотна *с гибким основанием и твердыми зубьями.* Это так называемые *биметаллические полотна* с зубьями из твердого сплава или с покрытием из твердого сплава. Высокие затраты на эти пильные полотна вполне компенсируются за счет *увеличения срока службы* даже в случае «стандартного» использования.

*Пильные полотна из биметалла.* Это гибкое, неломкое соединение из быстрорежущей и высокоуглеродистой стали соответствует самым высоким требованиям во всех тех случаях, когда существует опасность поломки и требуются особо гибкие пильные полотна. *Срок службы пильных полотен* для лобзиковых пил и ножовок, выпускаемых фирмой Bosch, от 2 (по металлу) до 10 (по дереву) раз больше, чем в случае изготовления их только из быстрорежущей инструментальной стали или высокоуглеродистой стали. Такими пильными полотнами можно обрабатывать *древесину, сталь, цветные металлы и алюминий.* В зависимости от ширины полотна они могут быть использованы как для *точного криволинейного резания,* так и для выполнения быстрого и абсолютно точного резания по прямой.

*Символические обозначения пильных полотен для лобзиковых пил и видов пропилов приведены в приложении Г.*

### 5.3.3 Закрепляющий материал 6

#### Задание 6.1

#### I. Продолжите предложение:

1. В сабельной пиле в качестве пильного полотна могут использоваться \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ .

2. У сабельной пилы двигатель и пильное полотно располагаются на \_\_\_\_\_ .

3. В сабельной пиле и лобзиковой пиле маятниковое движение пильного полотна подключают для \_\_\_\_\_ .

#### II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Лобзиковой пилой можно выполнять \_\_\_\_\_ пропилы.

2. Пильные полотна из биметалла изготовлены из \_\_\_\_\_ стали и \_\_\_\_\_ стали.

#### III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. В обрабатываемом материале во время пиления количество зубьев пильного полотна должно находиться не менее:

- |             |          |
|-------------|----------|
| а) двух;    | б) трех; |
| в) четырех; | г) пяти. |

Ответ:

2. Для резки металла пильные полотна с переменным шагом зубьев применять:

- |                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| а) нельзя;                         | б) можно; |
| в) только с охлаждающей жидкостью. |           |

Ответ:

**IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

1. Лобзикомой пилой GST 25 Metal можно выполнять прямые и угловые пропилы в:

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| а) алюминии;         | б) меди;                 |
| в) листовом металле; | г) нелегированной стали. |

Ответ:



## 5.4 Модуль 7 «Ножницы по металлу»

### Учебный материал 7

#### 5.4.1 Резка и высечка металлических листов

*«Резание ножницами» – это резание обрабатываемого материала путем срезающего усилия, прикладываемого с помощью двух или нескольких движущихся в противоположном направлении режущих кромок инструмента.*

При резке и высечке (вырубке) происходит разрезание листового материала или отделение его части. Процессы **резки и высечки** различаются по характеру воздействия на материал, величине используемого усилия, а также по области применения.

**Резка и высечка стальных листов.** При резании и высечке металлических листов необходимо учитывать свойства материала.

Резка и высечка по жести и листам, изготовленным способом глубокой вытяжки, с твердостью от 400 до 600 Н/мм<sup>2</sup>, проблем обычно не вызывает.

Наличие на обрабатываемом материале (тонкой листовой стали) окарины и вторичной окарины очень быстро приводит к затуплению режущих кромок.




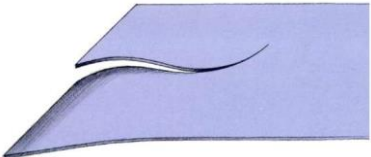
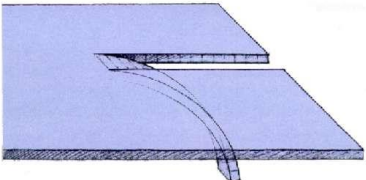
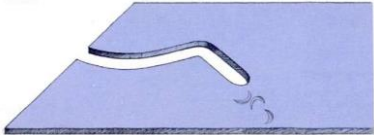
Обычно максимально допустимая толщина обрабатываемого материала у листовых и высечных ножниц указывается для стальных листов твердостью 400 Н/мм<sup>2</sup>. Для более твердых материалов максимально допустимая толщина, соответственно, меньше (при твердости 800 Н/мм<sup>2</sup> она уменьшается в два раза). Стойкость режущего инструмента обратно пропорциональна толщине материала.

#### 5.4.2 Электроинструменты для резки и высечки

Для резания или обрезки металлических листов используются электроинструменты, отличающихся по спектру выполняемых задач и типу режущего механизма.

Различают три типа электрических ножниц по металлу:

1. **Ножницы для резки листового металла – листовые ножницы** (далее ножницы);
2. **Шлицевые ножницы;**
3. **Высечные ножницы.**

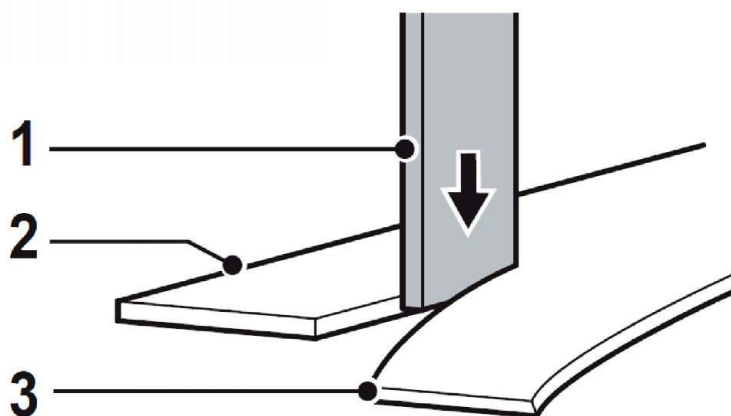
Ножницы GSC 160	Шлицевые ножницы GSZ 160	Высечные ножницы GNA 16 (SDS)
		
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отличное движение по кривой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Среднее движение по кривой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая подвижность</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Деформация материала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Без деформации материала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Без деформации материала</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимо высокое усилие подачи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Достаточно небольшого усилия подачи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Достаточно небольшого усилия подачи</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрез только до 10 см от края листа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возможно вырезание в середине листа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возможны разрезы в середине листа</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Относительно приспособлены для вырезания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Удобны при вырезании</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Приспособлены для вырезания</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая скорость работы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Очень высокая скорость работы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Медленная скорость работы</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Без отходов материала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• С отходами материала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• С отходами материала</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Предназначены для листового металла</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Предназначены для листового металла и волнистых (гофрированных) листовых металлов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Предназначены для листового металла, волнистых (гофрированных) и трапецевидных листовых металлов</li> </ul>

Используя различные возможности **шлицевых, высечных или листовых** ножниц по металлу, можно выбирать наиболее оптимальный режим работы с разными материалами – от *цветных металлов до стали*.

### 5.4.2.1 Ножницы для резки листового металла

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*.

*Принцип работы листовыми (вырезными) ножницами* (рис. 5.39) по своей сути не отличается от работы простыми хозяйственными ножницами: два коротких лезвия фиксируют металл и верхнее лезвие двигается *сверху* *вниз*.



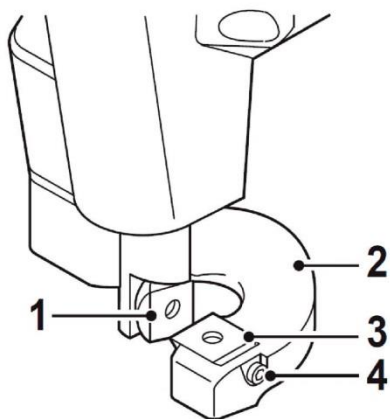
1 - гильотинный нож; 2 - полотно листового металла; 3 - отрезанный материал

Рисунок 5.39 – Отрезание ножницами

*Листовые ножницы* являются самыми простыми и применяются в основном для обрезки кромок листовых материалов, плит и проката по разметке, но из-за того, что для начала работы им требуется большое отверстие, лишь условно пригодны для внутренних вырезов. Отличаются небольшим весом и **высокой проходимостью по кривым**.

При резке подвижный верхний **гильотинный** нож совершает возвратно-поступательные движения, перемещаясь мимо (неподвижного) нижнего ножа (см. рис. 5.40). Находящийся между ними материал испытывает настолько большое напряжение сдвига, что **происходит его разрыв**. За счет этого и осуществляется резание. Режущее усилие верхнего ножа должно целиком поглощаться опорой нижнего ножа. По этой причине **нижний нож**

должен **иметь жесткую конструкцию**. Он изготавливается из стали, способной **выдерживать большие нагрузки**, что сказывается на стоимости электроинструмента. Отрезаемая часть материала отводится под основание ножа, при этом она деформируется и становится непригодной для дальнейшего использования.



1 - верхний нож; 2 - ножевая опора (основание резака); 3 - нижний нож; 4 - регулировочный винт

Рисунок 5.40 – Нож (разрубной нож) листовых ножниц

**Усилие**, требуемое для выполнения **подачи** во время **резания** ножницами, **зависит от толщины листа и ширины стружки**. Рекомендуется **резать только тонкие металлические листы** (толщиной менее 1 мм). Чем **толще** лист и **шире стружка**, тем **больше энергии** требуется, чтобы деформировать стружку.

**Внимание:** листовыми ножницами на более толстых листах и панелях можно обрезать только края (кромки). Если стружки слишком широкие, может потребоваться настолько высокое усилие, что больше уже невозможно будет выполнять резание и при дальнейшей резке может произойти деформация отрезанных частей.

**Достоинства:**

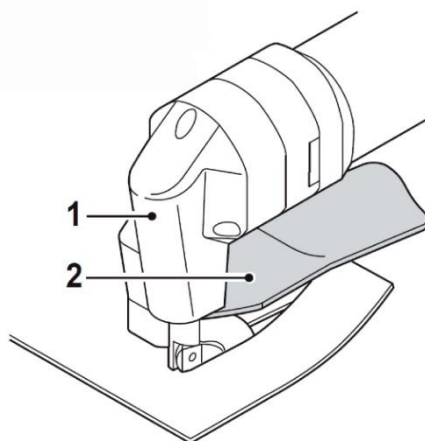
- при резке не остается отходов;
- не возникает деформаций материала, а, следовательно, нет необходимости в последующей обработке.

**Недостатки:** Можно резать только по траектории с определенным радиусом (минимальный радиус составляет 15-20 мм), **крутые повороты исключены**. При этом чем **мощнее** ножницы по металлу, тем **больше минимальный радиус**, т.к. мощные ножницы обладают более крупными лезвиями.

**Область применения:** Листовые ножницы применяются для работы с несложными разрезами и листовым металлом при монтаже металлоконструкций, в контейнерных перевозках, при кровельных, вентиляционных, сантехнических работах и других ремонтных работах.

**Внимание!** **Гофрированные и трапециевидные листы, профильные материалы и трубы с круглым сечением листовыми ножницами резать нельзя**. Указанные материалы можно обрабатывать только высечными ножницами и лобиковыми пилами.

**Приспособления для отвода стружки.** Приспособления для отвода стружки, используемые с листовыми ножницами, предназначены для отвода отрезанной части материала от рукоятки и защиты рук от повреждений (рис. 5.41). Такие приспособления *особенно рекомендуется* при обработке *тонких листовых металлов*, поскольку они подвергаются *особо сильной деформации*.



1 - листовые ножницы; 2 - отводчик стружки (стальной дефлектор)

Рисунок 5.41 – Отводчик стружки на листовых ножницах

**Геометрия режущего инструмента.** Режущий инструмент состоит из *подвижного верхнего и неподвижного нижнего ножей*. Геометрия режущих кромок задается изготовителем инструмента. При необходимости переточки кромок (у перетачиваемых ножей) следует сохранять все рабочие углы.

На рабочую подачу и на качество резки влияют следующие параметры:

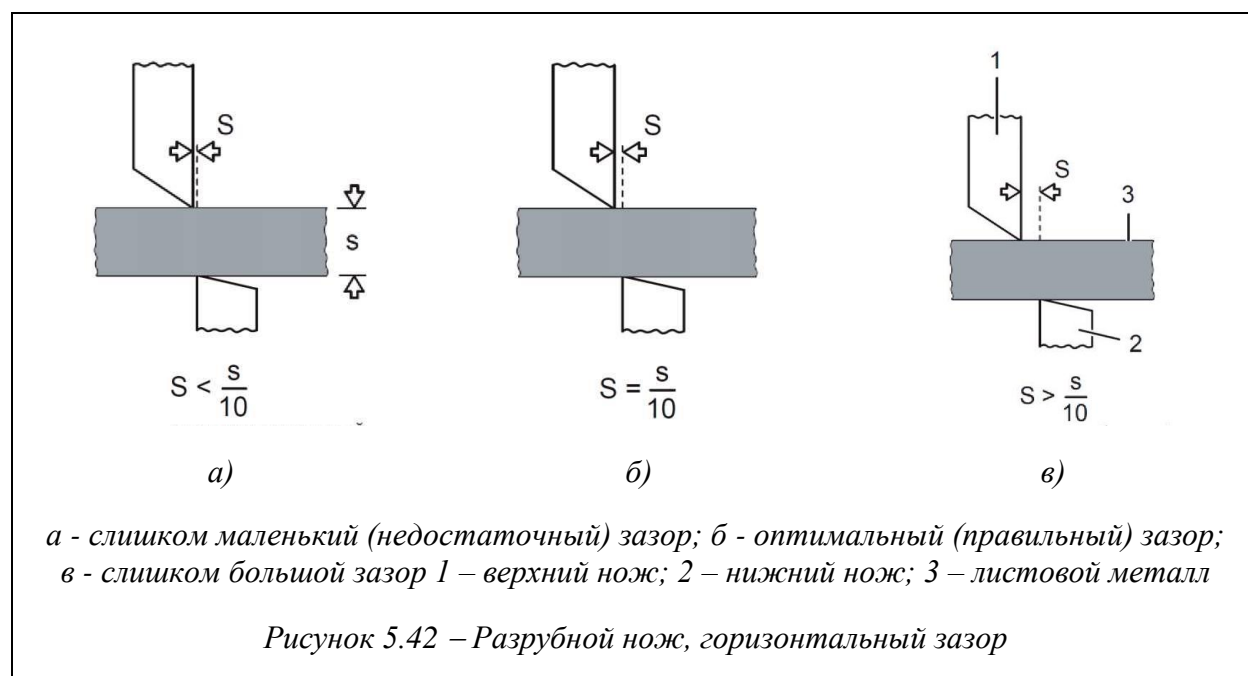
- горизонтальное расстояние между ножами;

- вертикальное расстояние между ножами (в верхней точке реверса).

У некоторых видов электроножниц возможна регулировка этих параметров.

**Горизонтальное расстояние между ножами.** Это расстояние определяет зазор между ножами (или боковой зазор) – поперечное расстояние между верхним и нижним ножом в ножницах). Зазор между ножами влияет на качество кромки разреза и срок службы разрубных ножей.

В случае слишком маленького зазора (рис. 5.42а) существует опасность заедания ножей вследствие повышенного трения.



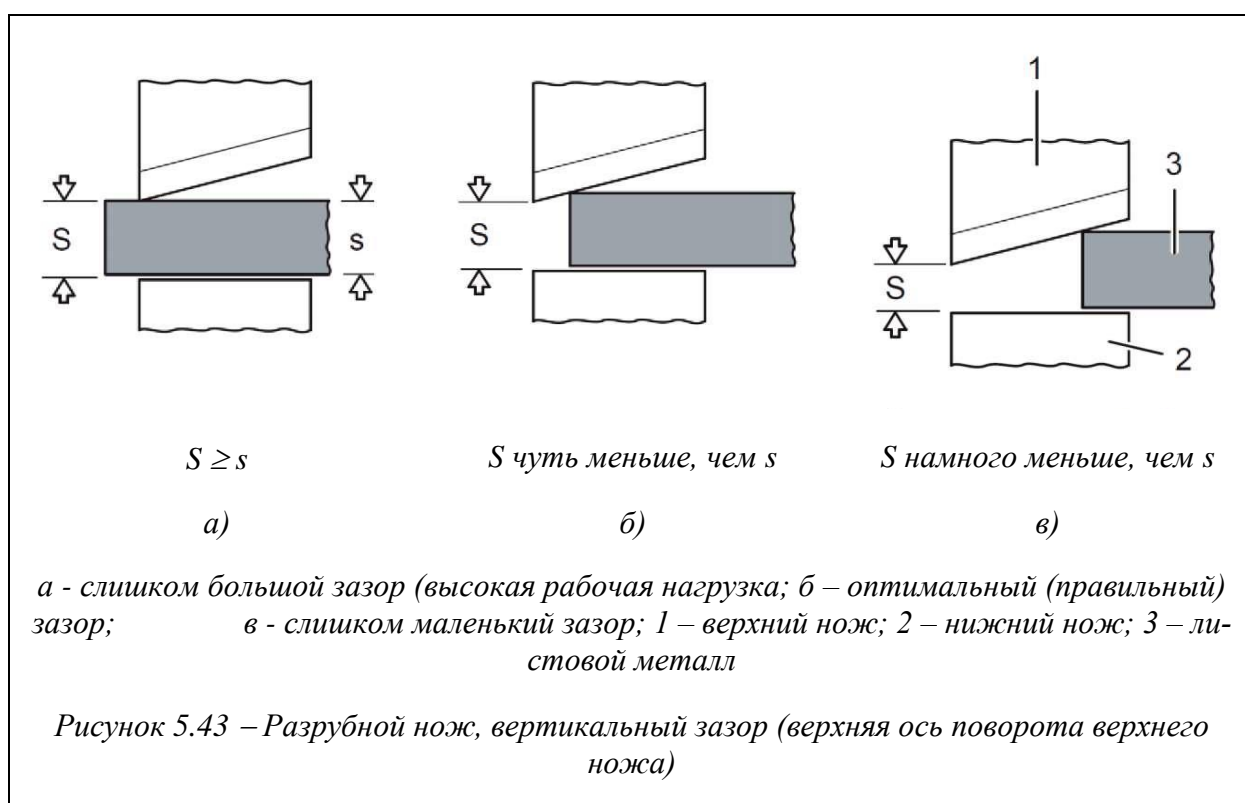
В качестве **основного правила** используется формула: *расстояние между ножами* (рис. 5.42б) должно быть равно  $1/10$  толщины разрезаемого листа – т.е. **идеальное расстояние** между ножами для разрезания **листа толщиной 2 мм составляет 0,2 мм**.

При слишком большом зазоре (рис. 5.42в) на ножи действует значительное изгибающее усилие, что может привести к их поломке. При этом также существует риск зажатия листового материала между режущими кромками.

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

**Вертикальное расстояние между ножами.** Это расстояние *выставляется в верхней точке реверса (верхней мертвой точке) подвижного **верхнего ножа**. Посредством него задается **размер поперечного сечения реза**. Максимально возможное поперечное сечение реза достигается, когда разрезаемый лист чуть-чуть не проходит между ножами.*

Если расстояние между ножами позволяет *материалу проходить свободно (рис. 5.43а)*, то при подводе ножниц к заготовке и при работе на непрерывной подаче существует риск, что верхний нож будет входить в материал задней стороной режущей кромки. В результате *острие ножа будет испытывать значительную нагрузку*, что может привести к его поломке. При этом в любом случае происходит сильная деформация заготовки в месте входа ножа.



С другой стороны, недостаточное поперечное сечение реза приводит к снижению производительности ножниц вследствие уменьшения рабочей подачи.

Максимальная скорость резания определяется максимальным числом ходов и **поперечным сечением реза верхнего ножа**. Таким образом, **скорость** резания зависит от **регулировок верхнего ножа** и/или **толщины обрабатываемого материала**.



Отрезаемая ножницами часть материала отводится под основание ножа (у шлицевых ножниц – над срединным ножом). Это возможно только в случае ее деформации. Необходимое для такой деформации усилие в значительной степени определяет и усилие подачи. Поэтому для **более толстых материалов усилия подачи должны быть существенными.**

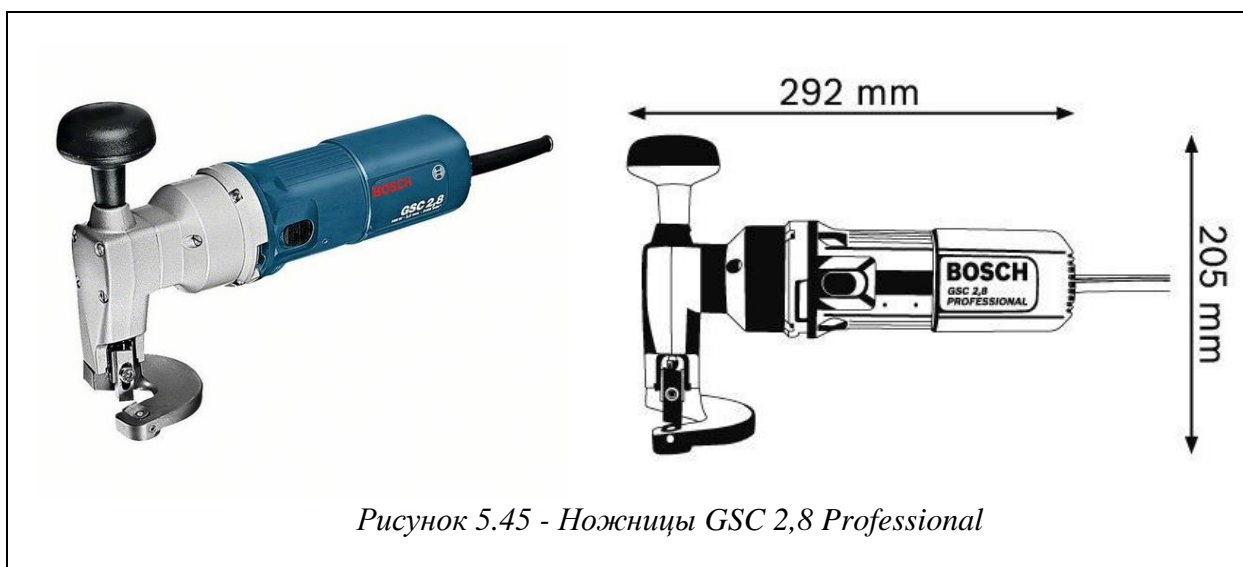
**Ножницы GSC 160 Professional (рис. 5.44) и GSC 2,8 Professional (рис. 5.45)**

***Преимущества GSC 2,8 Professional:***

- Удобный для включения ползунковый выключатель;
- Оптимальный обзор линии реза;
- Надежное исполнение для длительного использования;
- Мощный двигатель 500 Вт;
- Предохранительный выключатель;
- Изящный инструмент с поворотным ножом;
- Изящная конструкция благодаря планетарному механизму;
- Поворотный нож для особенно высокой экономичности;
- ***Малый радиус дуги*** для выполнения ***пропилов по сгибам***;
- Грибовидная рукоятка для удобного и безопасного ведения инструмента;
- Предназначен для ***прямых и фигурных резов*** листового металла.







#### Технические характеристики ножниц GSC 2,8 Professional

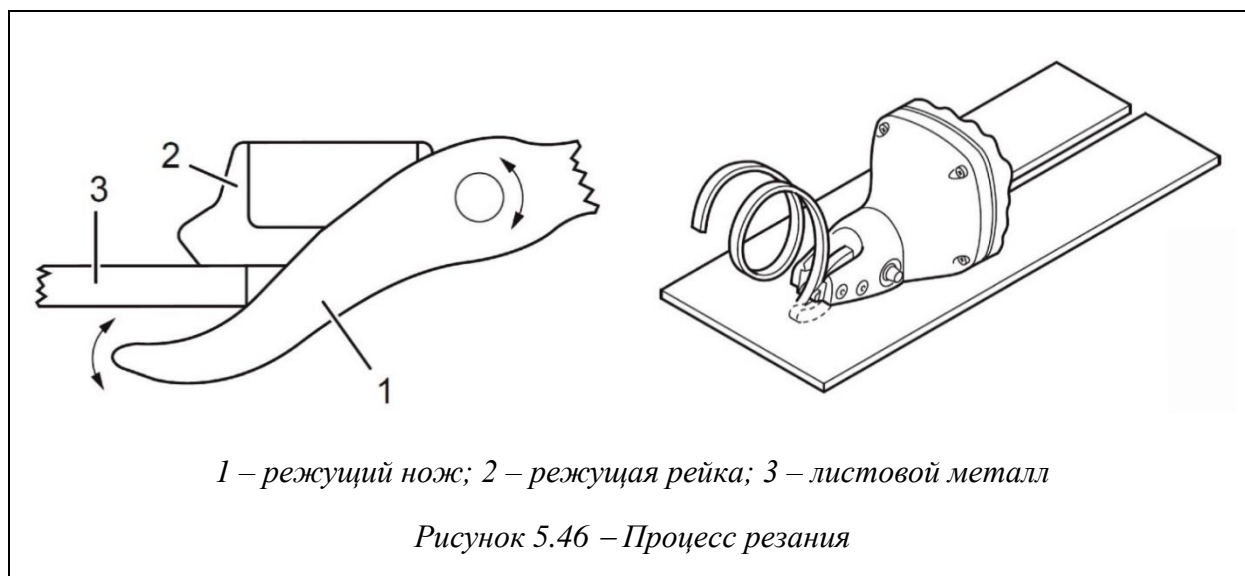
Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	500
Выходная мощность, Вт .....	270
Обрабатываемый материал .....	Сталь до 400 Н/мм <sup>2</sup> при 2,8 мм
Число ходов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	2400
Число ходов при нагрузке, мин <sup>-1</sup> .....	1500
<b>Максимальная разрезаемая толщина:</b>	
- стали при твердости 400 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	2,8
- стали при твердости 600 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	2,2
- стали при твердости 800 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	1,9
- алюминия при твердости 200 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	3,5
Длина, мм .....	292
Высота, мм .....	205
Вес, кг .....	2,7

#### 5.4.2.2 Шлицевые ножницы

**Шлицевые ножницы** работают в соответствии с тем же основным принципом, что и «стандартные» ножницы для резки листового металла (ножницы).

**Шлицевые ножницы** оснащены двумя расположенными рядом друг с другом верхними ножами, выполненными в виде буквы «П» и зафиксированными неподвижно, в зазоре между которыми, совершая колебательные движения, перемещается нижний нож. Резка происходит при движении нижнего ножа вверх. Образующаяся при этом стружка имеет ширину, равную зазору между верхними ножами, и сворачивается в спираль над нижним ножом (рис. 5.46).

**Достоинство** этого инструмента в том, что во время работы материал не деформируется (деформация затрагивает только стружку, кромки листа слева и справа от ножа остаются недеформированными), а образующаяся во время работы стружка не проникает внутрь детали.



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

Для повышения мобильности при криволинейных резах нижний нож имеет относительно небольшую ширину, что приводит к ограничению допустимой толщины обрабатываемых листов.

**Область применения:** Шлицевые ножницы применяются для **монтажа систем вентиляции и кондиционирования**. Также они успешно используются **при монтаже водосточков и ограждений, производстве металлических корпусов оборудования в кузовных работах, изготовлении металлических дверей, в авиационной промышленности**.

## Шлицевые ножницы GSZ 160 Professional

Абсолютно новый удобный инструмент для чистого реза без дополнительной обработки (рис. 5.47). Оптимальный обзор места резания. Замена ножа без дополнительного инструмента. Легкое извлечение из материала.

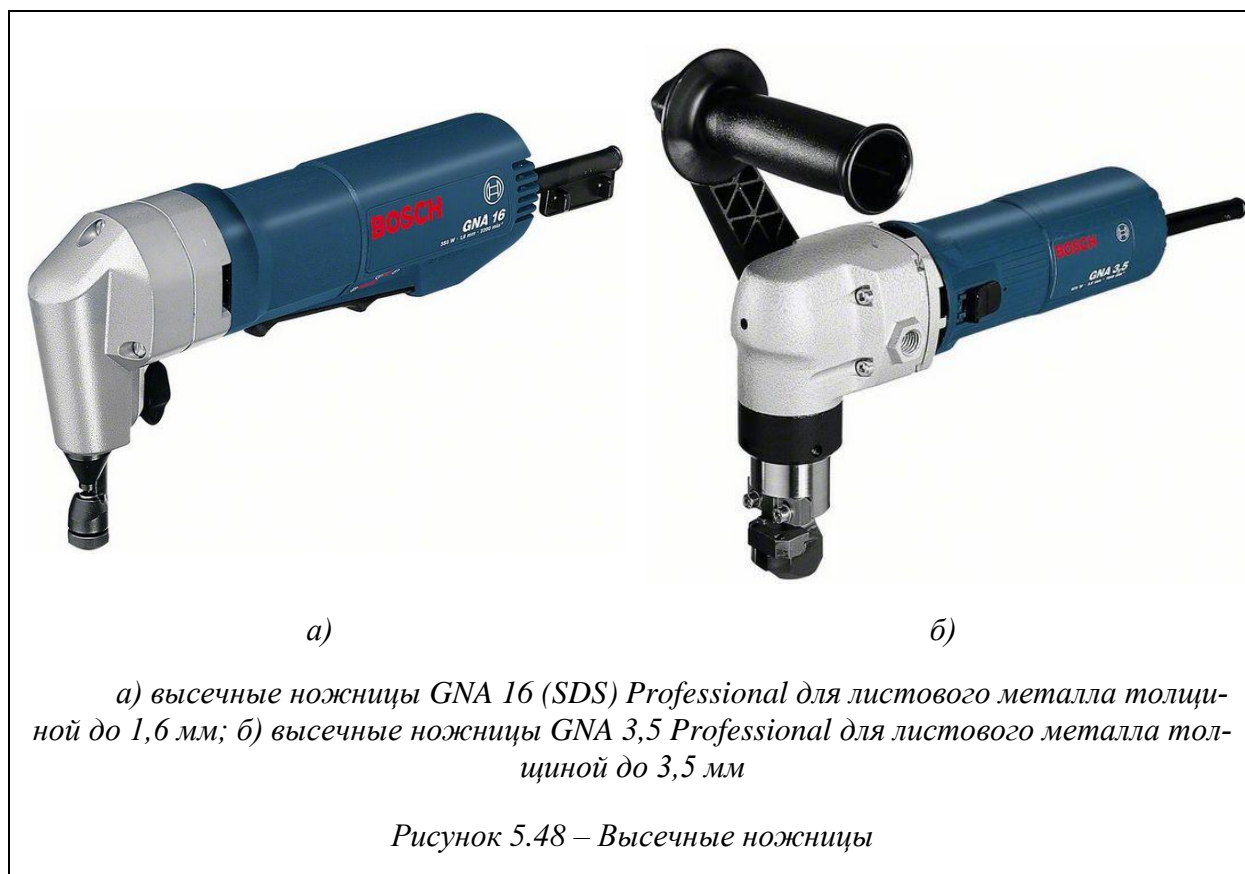


### Технические характеристики шлицевых ножниц GSZ 160 Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	500
Выходная мощность, Вт .....	270
Обрабатываемый материал .....	Сталь до 400 Н/мм <sup>2</sup> при 1,6 мм
Число ходов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	5600
Число ходов при нагрузке, мин <sup>-1</sup> .....	3600
<b>Максимальная разрезаемая толщина:</b>	
– стали при твердости 400 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	1,6
– стали при твердости 600 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	1,2
– алюминия при твердости 200 Н/мм <sup>2</sup> , мм ....	2,0
Длина, мм .....	295
Высота, мм .....	76
Вес, кг .....	1,6

### 5.4.2.3 Высечные ножницы

Электрические ножницы, предназначенные для резки металла, называются **высечными** или **вырубными** в тех случаях, когда они работают по **технологии вырубки**, производимой за счет **возвратно-поступательных движений пуансона**. Различные **модели высечных ножниц** предназначены для металлических листов разной толщины – от тонких алюминиевых до листов легированной и нержавеющей стали (рис. 5.48). Они способны эффективно, ровно и быстро резать не только гладкие, но и **гофрированные (профильные) листы разнообразного профиля**, **сдвоенные листы**, **гнутые заготовки**, **неровные поверхности**.



а) высечные ножницы GNA 16 (SDS) Professional для листового металла толщиной до 1,6 мм; б) высечные ножницы GNA 3,5 Professional для листового металла толщиной до 3,5 мм

Рисунок 5.48 – Высечные ножницы

Высечные ножницы **вырубают дорожку вдоль траектории резания**, а потому пригодны как для **разрезания листов**, так и для **вырезания в них отверстий**.

Высечные ножницы по металлу в процессе работы могут выполнять **крутые повороты** в узких местах (даже на 360°), ими удобно выполнить различные вырезы.

**Высечные ножницы** представляют собой электроинструмент, предназначенный для разрезания материалов без деформации (например, металлических листов) с **образованием отходов**, а также для выполнения вырезов. Их режущий механизм состоит из пуансона и матрицы.

Высечные ножницы удобны при работе из положения снизу вверх. Сменный режущий элемент можно затачивать.

Высечные ножницы приводятся в действие универсальным двигателем.

Принцип работы **высечных ножниц** можно сравнить с основным принципом действия **вырубного пресса штампа**, или как с работой **дырокола**.

**При высечке** (вырубке) **подвижный пуансон** (верхняя часть конструкции) совершает **возвратно-поступательное движение** сквозь отверстие в неподвижной матрице. Находящийся между пуансоном и матрицей материал испытывает такое напряжение сдвига, что участок материала непосредственно под пуансоном (вырубленная дорожка в несколько миллиметров шириной) сдвигается и проталкивается через матрицу.

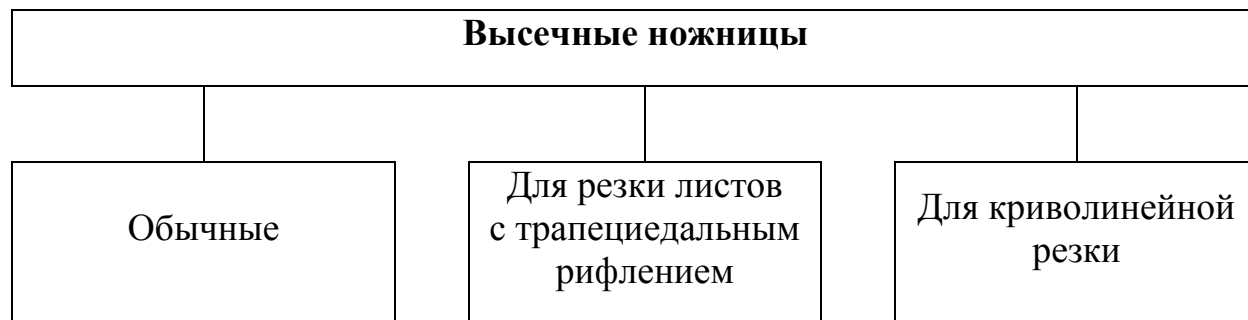
**Штамповочное усилие** пуансона приходится на **опору матрицы**. По этой причине и матрица, и опора должны изготавливаться из прочной стали, способной выдерживать значительные нагрузки, что сказывается на стоимости электроинструмента. После отвода пуансона вверх его режущая кромка вновь подается в материал и процесс высечки повторяется. Таким образом, **высечка – это повторяющаяся последовательность штамповочных операций**. В заготовке образуется след от высечки, а вырубленный материал отводится в виде стружки (отходов). Отходы материала по форме и размерам соответствуют поперечному сечению пуансона (в случае круглых пуансонов – форме режущей кромки).

**Ширина вырубки**, определяемая размерами пуансона, характеризует потерю материала, возникающую при высекании. В отличие от листовых ножниц, разрезание материала не сопровождается деформацией кромок, что позволяет резать листы **трапецеидального и волнистого профиля**. Выполнение прорезей может осуществляться по шаблону или разметке, причем предварительно необходимо высверлить отверстие, соответствующее диаметру матрицы. Не следует превышать максимально допустимую толщину разрезаемого материала.

**Область применения:** Высечные ножницы применяются для раскроя листового металла, для монтажных, кровельных, кузовных работ, а также при разборке металлоконструкций.

Наиболее часто обрабатываются металлические листы толщиной 0,5-1,5 мм. В зависимости от размера электроинструмента можно обрабатывать металлические листы толщиной приблизительно до 3,5 мм.

Различают три группы высечных ножниц:



### Обычные высечные ножницы

В этой группе преобладают высечные ножницы, работающие **по методу прямого выдавливания (прямой вырубки)**. Они имеют очень жесткую конструкцию и невысокую стоимость. У высечных ножниц с прямоугольным пуансоном более высокая рабочая подача, что обусловлено принципом их работы, а у ножниц с круглым пуансоном – более дешевый режущий инструмент. При потребляемой мощности от 350 до 600 Вт максимально допустимая толщина обрабатываемого материала достигает 3,5 мм. Изготавливаются также и высечные ножницы специального исполнения с допустимой толщиной материала до 10 мм. У наиболее распространенной категории высечных ножниц (толщина материала – до 1,6 мм) используются не перетачиваемые, а одноразовые пуансоны.

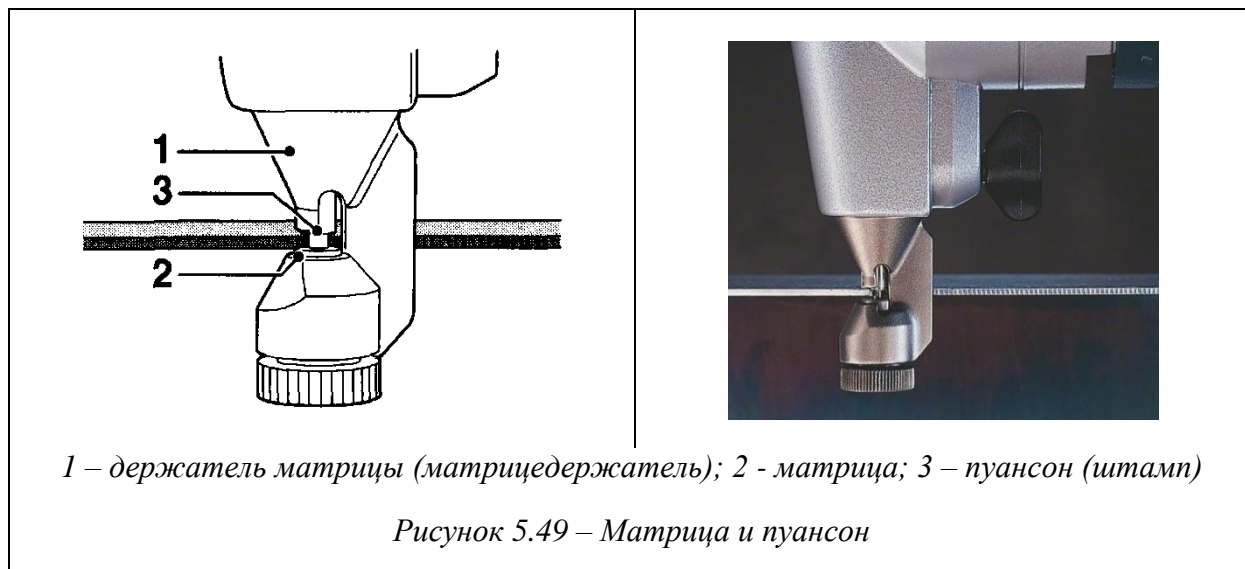
**Геометрия режущего инструмента.** Режущий инструмент состоит из *подвижного пуансона* и *неподвижной матрицы* (см. рис. 5.49). Геометрия режущих кромок задается изготовителем инструмента.

**Пуансон** – это *подвижный режущий инструмент высечных ножниц*. **Пуансоны** режут листовой металл либо *во время обратного хода*, либо *во время прямого хода*. Их поперечные сечения являются либо прямоугольными (для работы с металлическим листом толщиной более 3,5 мм), либо круглыми (для резки листового металла толщиной до 3,5 мм). Прямоугольные пуансоны обладают жесткой конструкцией и позволяют производить обработку на высокой рабочей подаче. Такие пуансоны дороже в изготовлении.

**Прямоугольные пуансоны** рассчитаны на материал *большой толщины* и, как правило, допускают переточку.

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 надёжная направляющая*.

**Пуансоны круглой формы** позволяют осуществлять *резание по кривой очень малого радиуса*, при этом высекаются обрезки серповидной формы.



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*. **Круглые пуансоны нельзя перетачивать.**

У круглых пуансонов только одна относительно небольшая режущая кромка. Профиль реза имеет форму полумесяца, за счет чего при высечке возникает существенное трение. **Круглые пуансоны и матрицы** для высечки **методом выдавливания дешевле в изготовлении**. Они идеально подходят для *криволинейных резов*.

**Матрица** – это фиксированная часть режущего инструмента высечных ножниц (зажим для оснастки). Она снабжена направляющим отверстием для *вырубного пуансона*. Отверстие в матрице должно иметь такую же форму, как и пуансон, либо прямоугольную, либо круглую. Выемка, расположенная поперечно направлению движения, ограничивает максимальную толщину разрезаемого материала. У *высечных ножниц* крупных размеров



возможно настроить держатель матрицы на толщину материала. Небольшие *высечные ножницы* могут иметь самостоятельно поворачивающуюся матрицу, автоматически перемещающуюся в требуемое положение под действием давления.

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

- *ножницы с верхним резом;*
- *ножницы с нижним резом.*

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

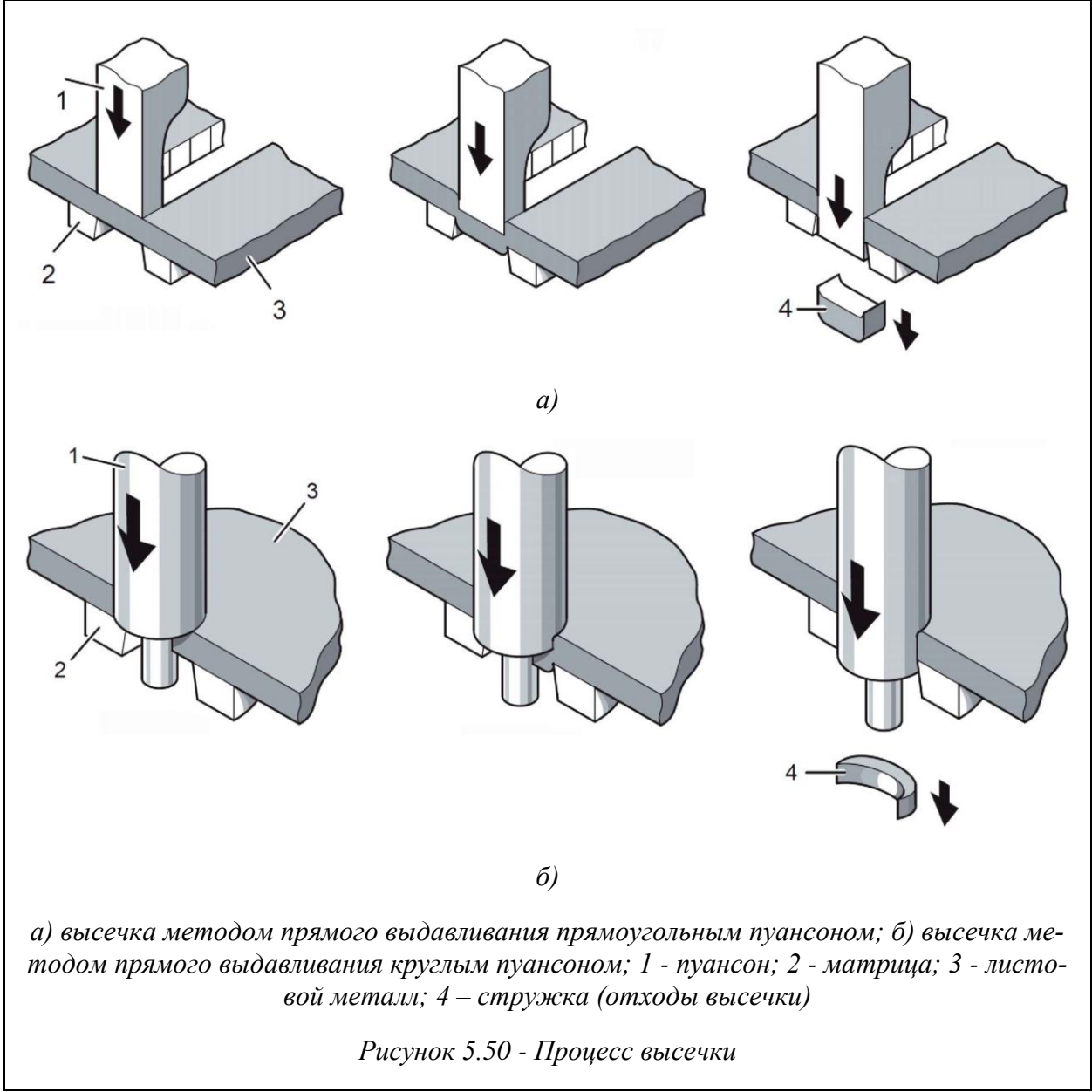
*Высечные ножницы с функцией верхнего реза* выполняют *пробивающее движение во время движения пуансона вниз*.

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

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 загоразживают матрицу или поверхность обрабатываемой заготовки*.

При *высечке методом прямого выдавливания* высечка осуществляется во время перемещения пуансона вниз (см. рис. 5.50). Вырубленная часть материала (*отход*) выдавливается через матрицу вниз. Отведение отходов облегчается за счет воздействия силы тяжести. *Матрицедержатель должен иметь достаточно жесткую конструкцию*, чтобы выдерживать возникающие при высечке нагрузки. По этой причине применяются только *неподвижные матрицедержатели*. 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*. При использовании прямоугольных пуансонов можно добиться высоких значений рабочей подачи. *Отходы от высечки прямоугольной формы не представляют опасности и легко поддаются удалению*. В случае использования *круглых пуансонов* рабочая подача на каждый ход *заметно ниже*. *Отходы высечки имеют серповидную форму с острыми углами и могут нанести травму, поэтому их сложнее удалять*.



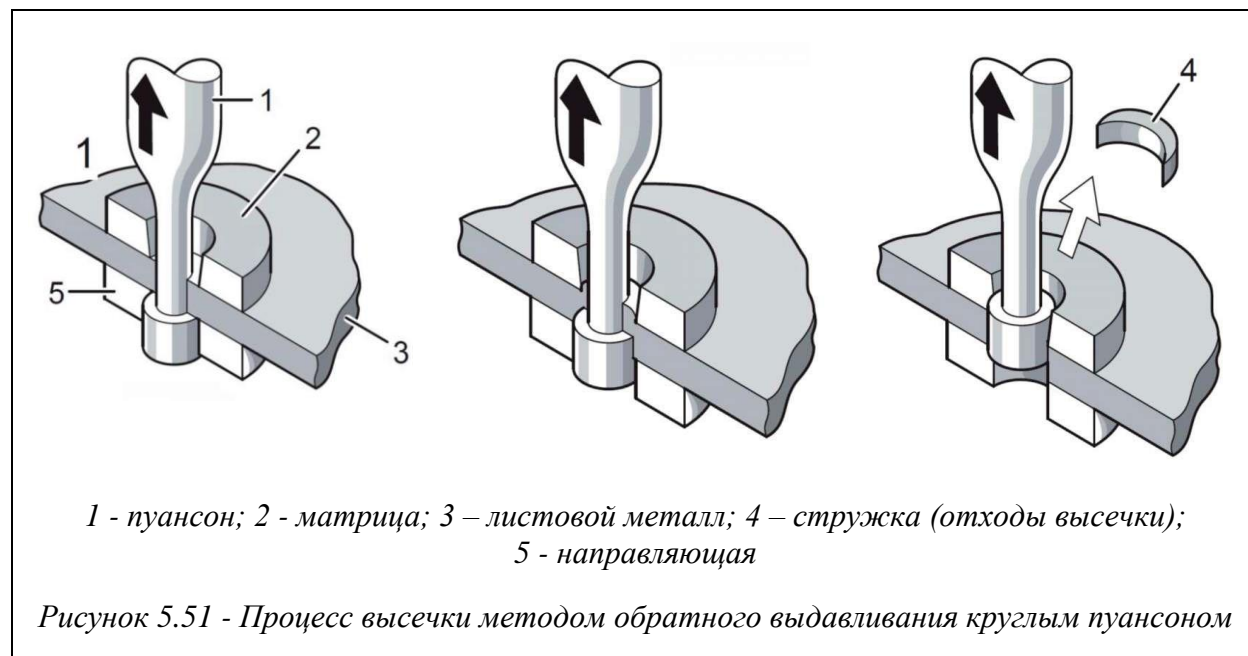


При **высечке методом обратного выдавливания** высечка осуществляется во время перемещения пуансона вверх (рис. 5.51). Вырубленная часть материала (отход) выводится через матрицу наверх.

Отведение отходов высечки осуществляется против направления действия силы тяжести, в результате чего они скапливаются у выходного отверстия матрицы. Матрицедержатель и в этом случае должен выдерживать возникающие при высечке нагрузки, хотя их часть приходится непосредственно на корпус электроинструмента. Обратной нагрузки на матрицедержатель не возникает, поэтому он может иметь относительно небольшие размеры. Матрицедержатель может устанавливаться на поворотной опоре. Для высечки методом обратного выдавливания используются почти исключительно **круглые пуан-**

**соны**, при этом рабочая подача на каждый ход невелика. Отходы высечки серповидной формы имеют острые углы и могут нанести травму, поэтому их сложнее удалять.

**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.



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 резом. **Высечки** выбрасываются **вверх** и **загораживают матрицу** или **поверхность обрабатываемой заготовки**.

**В высечных ножницах с нижним резом** высечка осуществляется методом обратного выдавливания. Матрицедержатель имеет поворотную конструкцию, благодаря чему при криволинейной резке он может использоваться как направляющий ролик. Из-за принципа обратного выдавливания **высечные ножницы для криволинейной резки являются более чувствительными**, особенно при обработке нержавеющей стали. При недостаточной смазке повышается риск поломки пуансона. Они дороже в изготовлении из-за более сложной конструкции режущего инструмента. По этим причинам ножницы для криволинейной резки имеют ограниченную область применения. Обычно максимально допустимая толщина обрабатываемого материала составляет до 2 мм, а у ножниц специального исполнения – до 8 мм.

**Ножницы и высечные ножницы** не оснащаются электронными устройствами управления скоростью вращения электродвигателя. Они всегда должны **резать материал на полном числе ходов**. Если бы сначала ножницы подводили к материалу и только после этого включали или плавно увеличивали число оборотов электродвигателя, то это могло бы привести к перегрузке как самого электродвигателя, так и режущего инструмента.

**Скорость резания.** Максимальная скорость резания определяется максимальным числом ходов и поперечным сечением пуансона (для круглых пуансонов – шириной отходов), то есть она задана самой конструкцией устройства. За один ход высечные ножницы могут продвинуться на расстояние, равное ширине отходов. **Скорость резания не зависит от толщины обрабатываемого материала**, что определяется самим принципом работы устройства. Однако при обработке толстых материалов скорость резания уменьшают с целью оптимизации нагрузки на электродвигатель.

**Усилие подачи.** Усилие подачи при высечке крайне мало. По сути, высечные ножницы следует лишь направлять.

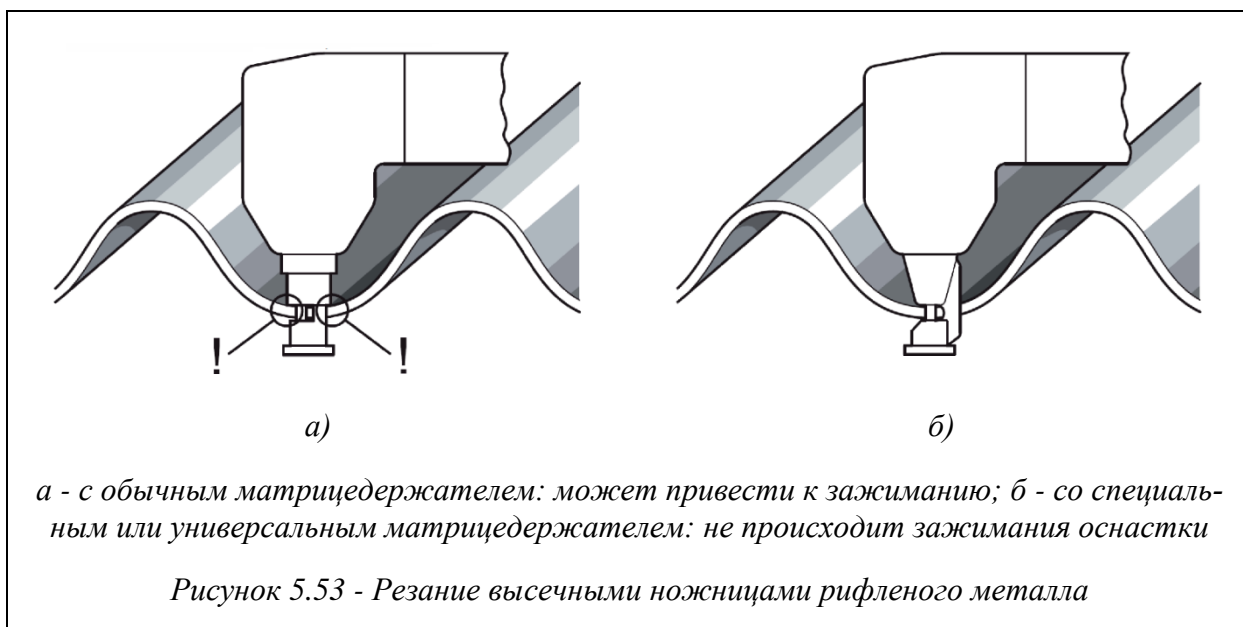
**Смазка и охлаждение.** При высечке пуансон проходит сквозь матрицу, выдавливая через нее часть обрабатываемого материала (отходы). При этом возникает *трение* и выделяется *тепло*, вследствие чего необходимо обеспечить *охлаждение режущего инструмента*, например, консистентной смазкой (*смазочно-охлаждающие эмульсии*). Смазка наносится либо **вдоль предполагаемой линии реза**, либо можно **регулярно погружать весь режущий инструмент в емкость, заполненную смазкой**. Использование универсальной смазки многократно повышает срок службы высечных ножниц при обработке металла. При этом повышается стойкость инструмента, особенно при обработке твердых и/или вязких материалов. Высечные ножницы с круглыми пуансонами и/или ножницы, работающие методом обратного выдавливания, очень чувствительны к недостатку смазки.

**Для резания листов с трапецевидным рифлением можно использовать** либо специальные высечные ножницы для трапецевидного профиля, либо матрицы специальной формы.

**Высечные ножницы для листов с трапецевидным рифлением** снабжены более длинными режущими инструментами, способными *повторять контуры листов с высокими трапецевидными рифлениями*. Такая конструкция позволяет очень точно перемещаться по контурам заготовки. Максимально допустимая *толщина обрабатываемого материала* составляет от 1,5 до 2 мм.

***Во время резания листов с трапецевидным рифлением необходимо учитывать направление разреза.*** Направление разреза должно быть диагональным к валу привода электроинструмента, чтобы режущий инструмент смог следовать за контуром профиля листового металла, и чтобы кожух двигателя не мешал выполнению работ (см. рис 5.52, 5.53).





### **Высечные ножницы GNA 3,5 Professional (см. рис.5.48б)**

Самые мощные высечные ножницы фирмы Bosch для тяжелых условий применения. Наиболее пригодны для резания без деформации легированных сталей и нержавеющей стального листа.

#### **Технические характеристики высечных ножниц GNA 3,5 Professional**

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	620
Выходная мощность, Вт .....	340
Обрабатываемый материал .....	Сталь до 400 Н/мм <sup>2</sup> при 3,5 мм
Ширина дорожки, мм .....	6
Предварительное сверление для внутренних вырезов, мм	41
Минимальный радиус кривой, мм .....	70
Число ходов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	1000
Число ходов при нагрузке, мин <sup>-1</sup> .....	670
<b>Максимальная разрезаемая толщина:</b>	
– стали при твердости 400 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	3,5
– стали при твердости 600 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	2,4
– стали при твердости 800 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	1,6
– алюминия при твердости 200 Н/мм <sup>2</sup> , мм .....	4,0
– листовой нержавеющей стали, мм .....	1,0 – 2,5
Длина, мм .....	292
Высота, мм .....	117
Вес, кг .....	3,5

### **Преимущества высечных ножниц GNA 3,5 Professional:**

- **Самые мощные высечные ножницы с мощностью 620 Вт;**
- Прекрасно подходят для резания без деформации легированных сталей и листовой нержавеющей стали;
- Беспроблемная работа по разметке и шаблону;
- Держатель матрицы регулируется по толщине листа, обеспечивает работу без вибраций;
- Высокая износостойкость пуансона и матрицы способствует высокой производительности резания;
- Матрицы могут меняться, пуансоны можно затачивать;
- Отключаемые угольные щетки;
- Удобное обращение, в том числе и для левшей.

### **5.4.3 Принадлежности для ножниц**

Ножницы являются устройствами целевого назначения. **Вспомогательных приспособлений** для ножниц существует не так много. Обычно используются:

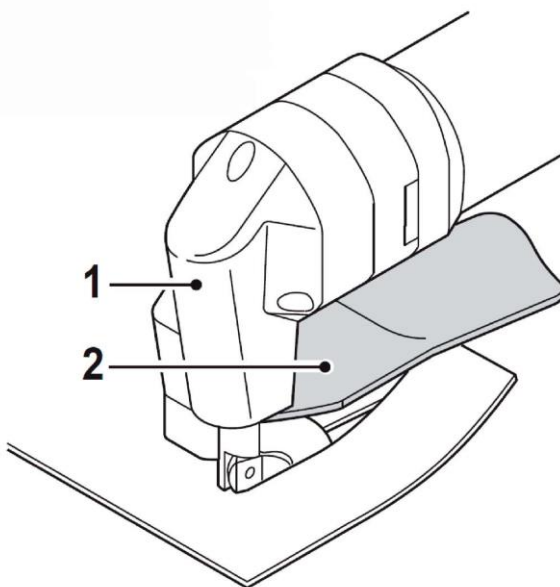
- приспособления для отвода стружки;
- установочные калибры;
- пуансоны и матрицы для криволинейной резки;
- угловые упоры;
- упоры для нарезки полос.

#### ***Приспособления для отвода стружки***

*Приспособления для отвода стружки (см. рис. 5.54), используемые с листовыми ножницами, предназначены для отвода отрезанной части материала от рукоятки и защиты рук от повреждений. Такие приспособления особенно рекомендуется при обработке тонких листовых металлов, поскольку они подвергаются особо сильной деформации.*

**Установочные калибры.** Установочные калибры для листовых ножниц состоят из калибровочных пластинок различной толщины и точильного шаблона. Они предназначены для листовых ножниц с регулируемыми ножами и служат для точной установки бокового зазора между верхним и нижним ножом. Точильный шаблон предназначен для контроля угла режущей кромки ножа при ее переточке.

**Пуансоны и матрицы для криволинейной резки.** Для большей устойчивости матрицы высечных ножниц должны крепиться к инструменту при помощи усиленной скобы, вследствие чего ограничивается возможность их применения для криволинейных резов. *Использование относительно компактных пуансонов и матриц для криволинейной резки позволяет резать материал с меньшими радиусами поворотов.* Допустимая нагрузка на такой инструмент значительно ниже обычной, поэтому **эти приспособления используются только в особых случаях.**

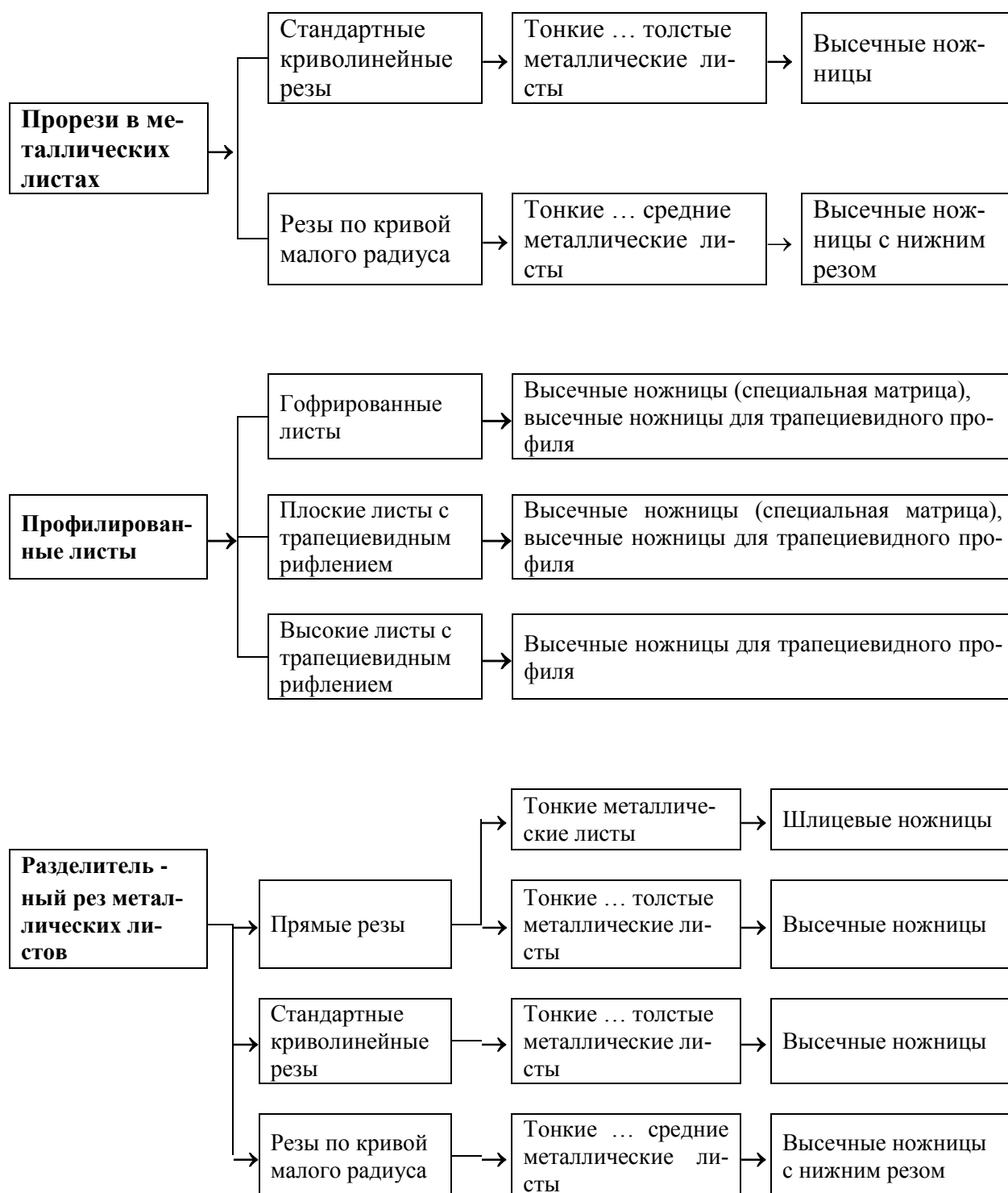


1 – ножницы для резки листового металла; 2 – стальной дефлектор (отводчик стружки)

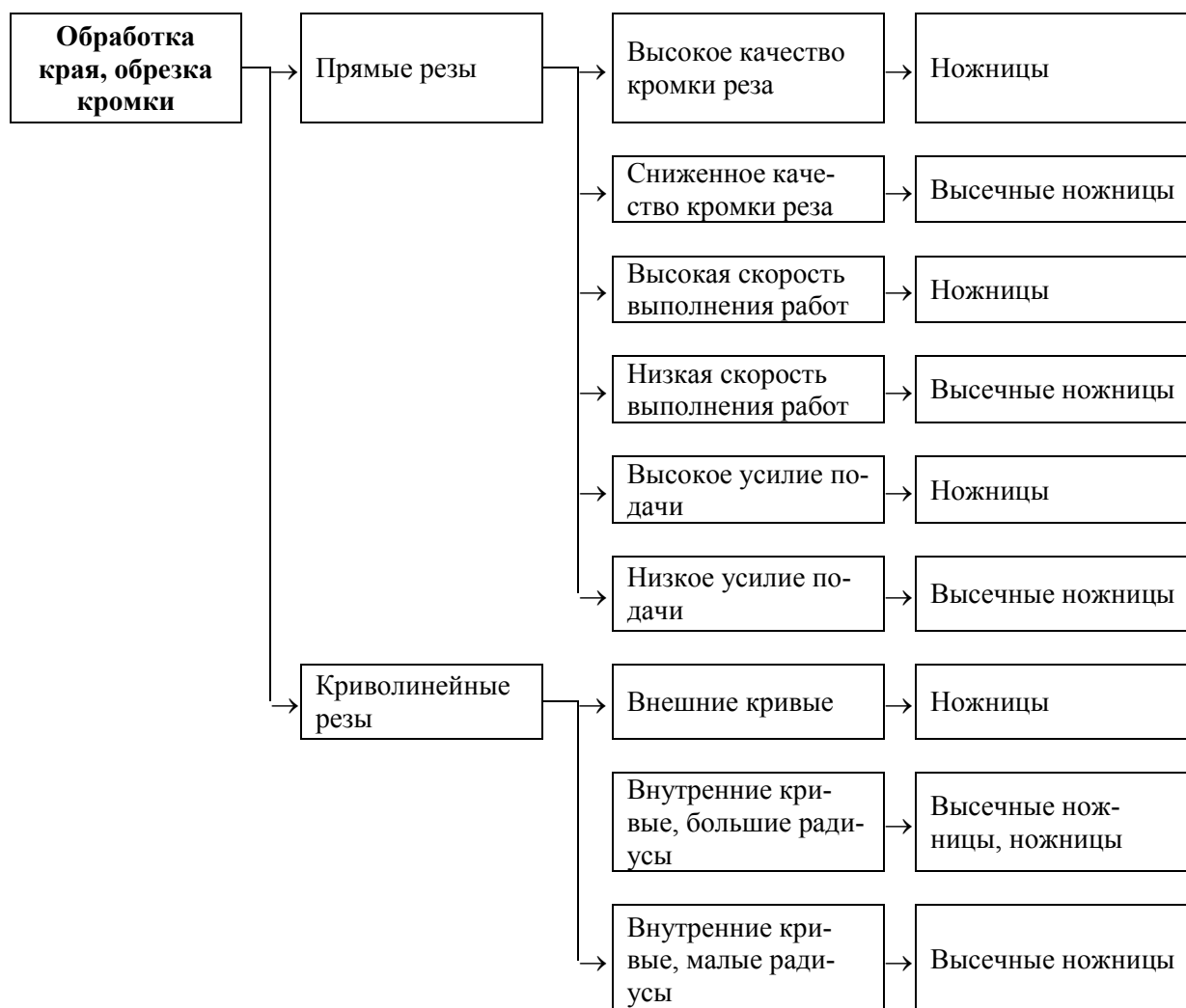
Рисунок 5.54 – Стальной дефлектор (отводчик стружки) на ножницах для резки листового металла

Принадлежности для ножниц Bosch приведены в **приложении Е.**

## Логический способ подбора подходящего инструмента для обработки листового металла







#### 5.4.4 Закрепляющий материал 7

#### Задание 7.1

##### I. Продолжите предложение:

1. Листовые ножницы применяются для обрезки кромок \_\_\_\_\_ .
2. При обработке листовыми ножницами тонких листовых металлов для отвода отрезанной части материала применяется \_\_\_\_\_ .
3. Высечка – \_\_\_\_\_ .
4. При высечке методом прямого выдавливания отходы от материала выдавливаются через матрицу \_\_\_\_\_ .

##### II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Шлицевые ножницы GSZ 160 Professional выполняют чистый рез без \_\_\_\_\_ обработки.
2. В высечных ножницах пуансон \_\_\_\_\_ , а матрица \_\_\_\_\_ .
3. Перечислите принадлежности для ножниц:
  - а) \_\_\_\_\_
  - б) \_\_\_\_\_
  - в) \_\_\_\_\_
  - г) \_\_\_\_\_
  - д) \_\_\_\_\_

##### III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Высечными ножницами можно разрезать:
  - а) трубы с круглым сечением;
  - б) волнистые профили;
  - в) профильные листы.

Ответ:




2. Скорость резания ножницами металлических листов зависит от:

- а) наличия окалины на листе;      б) регулировки верхнего ножа;  
в) толщины обрабатываемого материала.

Ответ:

### I. Работа с рисунками:

1. Определите по рисунку тип ножниц и подпишите

<i>Ножницы</i>	<i>Тип ножниц</i>
	а)
	б)
	в)

## 5.5 Техника безопасности при резке и высечке металла

В металлообработке прижимающие силы значительно больше, чем в деревообработке. Поэтому заготовку *нельзя удерживать рукой*. Вместо этого она всегда должна быть *надежно зажата в тисках*. Во время резания заготовка нагревается. Поверхность толстых заготовок может *нагреваться до нескольких сотен градусов в области резания*, поэтому имеется риск травмирования: *прикосновение к этой области незащищёнными руками может привести к очень сильным ожогам*.

При шлифовании и резке металлов создаются представляющие *опасность острые и горячие стружки*, таким образом, всегда нужно надевать **защитные очки**.

Резание металла сопровождается *громкими и неприятными шумами*. Непрерывное воздействие этих шумов со временем вызывает глухоту. Поэтому абсолютно **необходимо использовать средства защиты органов слуха**, даже при выполнении коротких машинных операций.

*Ножницы для резки листового металла* считаются очень безопасными электроинструментами по причине относительно небольшого размера их оснастки. Основная *опасность* исходит от *острых как бритва заусенцев на краях разрезанных листов металла*. Поэтому нужно надевать **защитные перчатки** и использовать **стальной дефлектор** (отводчик стружки), установленный на электроинструменте.

Электрические *шнуры питания* ножниц и высечных ножниц подвергаются значительной *деформации и изнашиванию* (повреждению), так как они часто соприкасаются с острыми кромками на разрезаемых листах металла. По этой причине перед использованием ножниц или высечных ножниц нужно **тщательно проверять состояние шнура питания перед началом работы с ножницами**.

*Листовые, высечные* и другие виды ножниц являются довольно безопасными, поскольку их *режущие кромки имеют небольшие размеры*. Случайное прикосновение к ножам практически исключено, а при высечке – вообще отсутствует.

### **Влияние формы высечек на безопасность**

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, произведённых высечными ножницами с круглым пуансоном, независимо от принципа резания, имеет подковообразную форму с заострёнными концами. Острые концы могут вызывать травмы. Обрезки с острыми кромками могут разлетаться в пределах места расположения обрабатываемой детали, поэтому удаление отходов и их утилизация необходима сразу же после окончания резки.

## 5.6 Проверка степени усвоения материала

### Задание 5.2

#### I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Круглые пуансоны перетачивать:

- а) можно;
- б) нельзя;
- в) только с применением эмульсии.

Ответ:

2. Для высечки методом обратного выдавливания используются пуансоны:

- а) треугольные;
- б) прямоугольные;
- в) круглые.

Ответ:

3. Для охлаждения режущего инструмента в высечных ножницах используются:

- а) вода;
- б) смазочно-охлаждающая жидкость;
- в) тосол.

Ответ: б.

#### II. Работа с таблицами:

1. Перечислите варианты пил ножовочного типа и запишите в колонку 2 таблицы 1:

Таблица 1

	<i>Варианты пил</i>
1	2
Пилы ножовочного типа	1.
	2.

*Примечание - Рекомендуется определять варианты пил по натуральным образцам пил.*

2. Запишите назначение пильного полотна лобзиковой пилы для пропилов металла в зависимости от геометрии зубьев. Заполните колонку 2 таблицы 2:

Таблица 2

<i>Геометрия (наименование) зубьев</i>	<i>Назначение полотна для пропилов</i>
1	2
Зубья фрезерованные, разведенные	
Зубья фрезерованные, волнистые	

*Примечание - Рекомендуется выполнять задание по натуральным образцам пильных полотен.*

3. В пустые колонки таблицы 3 запишите группы высечных ножниц

Таблица 3 – Группы высечных ножниц

<b>Высечные ножницы</b>			

4. В зависимости от вида применяемого пуансона определите *форму высечки* и запишите в колонку 2 таблицы 4:

Таблица 4

<i>Вид пуансона</i>	<i>Форма высечки</i>
1	2
а) Круглый	а)
б) Прямоугольный	б)



## 6 ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ МЕТАЛЛА

### 6.1 Модуль 8 «Шлифование»

#### Учебный материал 8

Шлифование поверхностей является самым распространенным видом шлифовальных работ. Данный метод обработки используется для улучшения качества поверхности и подготовки деталей к дальнейшей обработке.

**Шлифование** – *это метод обработки со стружкообразованием*, при котором режущие кромки абразивного зерна очень маленькие. Размер получающихся при обработке материала стружек сравним с частицами пыли, и поэтому их часто называют шлифовальной пылью.

#### 6.1.1 Виды шлифовки

Технологию шлифования разделяют в зависимости от отдельных методов шлифования и обычно различают *три группы*, при этом имеются в виду обычные процессы шлифования:

##### 1. Отрезание шлифовальным кругом

Отрезание шлифовальным кругом (*рис. 6.1а*) предназначается для разрезания на части деталей из стали, серого чугуна, цветных металлов и горных пород. К отрезанию шлифовальным кругом предъявляются те же самые требования, что и к резанию посредством пилы.

*Процесс деления материала* путем шлифования получил название *отрезной шлифовки* или *глубинного шлифования*. **Отрезная шлифовка** служит для *разделения материалов и торцевания заготовок*. По сравнению с другими методами обрезки, например, распилкой или газовой резкой, *отрезное шлифование позволяет получить поверхность более высокого качества*.

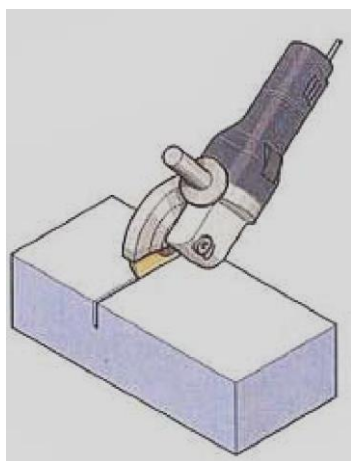
##### 2. Обдирочное шлифование

Обдирочным или черновым шлифованием называется шлифование объекта шлифования с целью выравнивания шлифуемой поверхности, в самом

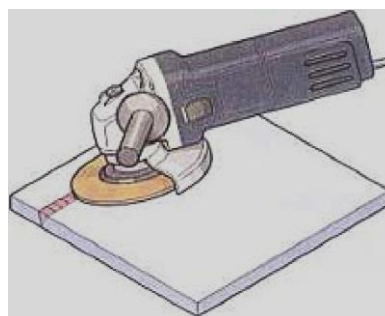
широком смысле обдирочное шлифование можно сравнить с обработкой поверхности напильником.

### **3. Шлифовка поверхности**

Шлифовка поверхности (рис. 6.1б) может быть, в свою очередь, подразделена на затачивающее шлифование, в процессе которого осуществляется заточка режущих инструментов, входящих в состав сменной оснастки, и на собственно шлифование поверхности, предназначенное для полирования и шлифования поверхностей.



а)



б)

*а - отрезное шлифование (абразивная отрезка); б - поверхностное шлифование*

*Рисунок 6.1 – Шлифование*

Среди *основных критериев оценки* процесса ручной шлифовки можно выделить:

- *качество шлифования;*
- *результаты обработки.*

Данные два критерия определяют эффективность использования специализированного инструмента для шлифования.

**Качество шлифовки.** *Качество шлифовки* и, соответственно, качество получаемой поверхности зависит не только от используемого инструмента, но и от следующих факторов:

- *метода шлифовки;*
- *практического опыта исполнителя работ.*

**Эффективность рабочего процесса.** Эффективность проводимой обработки и экономичность процесса шлифования зависят от:

- абразивного материала;
- типа шлифовального инструмента;
- мощности шлифовального инструмента;
- эргономичности шлифовального инструмента.

### 6.1.2 Абразивные материалы

Абразивный материал напрямую контактирует с обрабатываемым материалом и фактически выполняет фрезерование.

Абразивные материалы бывают *с основой* и *без основы*.

#### *Абразивные материалы с основой*

*Абразивные материалы с основой* прикреплены к поверхности материала-основы. Материал основы передает движение электроинструмента абразивному зерну и обеспечивает его механическое удерживание. Абразивный материал с основой не изменяет свои размеры во время эксплуатации. Скорость резания и линейная скорость остаются постоянными. Если абразивная поверхность затупляется из-за того, что зерно выкрошилось или забилося снятым материалом, абразивный материал становится непригодным для использования.

В таблице 6.1 приведены формы материала-основы абразивного материала, применяемые в шлифмашинах.

Таблица 6.1 - Абразивные материалы с основой для шлифмашин

Форма материала-основы	Применение в шлифмашинах
Веерообразная	Угловая шлифмашина
Круглая	Угловая шлифмашина
Лентообразная	Ленточная шлифмашина

Абразивные материалы, используемые в электроинструментах, в большинстве случаев состоят из следующих материалов:

- природного корунда;
- карбида кремния;
- оксида алюминия;
- циркониевого электрокорунда;
- алмаза.

В таблице 6.2 приведены основы абразивного материала, их основные характеристики и область применения.

Таблица 6.2 - Абразивные материалы с основой, их характеристики и область применения\*

Основа абразивного материала	Характеристика основы абразивного материала	Область применения
1	2	3
<p>Нетканый шлифовальный материал</p> 	<p>Неплотно переплетенные пластиковые волокна, в которые внедрены абразивные зерна. Шлифовальные ткани очень мягки и легко адаптируются к изогнутым шлифовальным поверхностям. Их свободная структура идеально подходит для абсорбирования пыли.</p>	<p>Для <i>чистового</i> шлифования лакированных поверхностей. Применяется в <i>угловых</i> шлифмашинах.</p>
<p>Шлифовальная бумага</p> 	<p>Изготовлена из специальной бумаги или тканевой основы и связующих материалов, на которые нанесены абразивные зерна. Специальные покрытия предотвращают преждевременное забивание абразивных зерен и <b>продлевают</b> срок службы шлифовальной бумаги.</p>	<p>Как абразивные ленты в <i>ленточных</i> шлифмашинах.</p>
<p>Фибровые шлифлисты</p> 	<p>Имеют основу из спрессованных и обработанных химическими реагентами хлопковых волокон, которые служат в качестве материала-основы для абразивных зерен.</p>	<p><b>Используются</b> вместе с <b>пластиковыми</b> дисками-подошвами в <i>угловых</i> шлифмашинах для чистового шлифования лакированных поверхностей.</p>

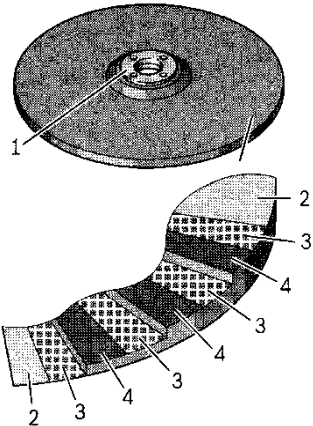
Окончание таблицы 6.2

1	2	3
<p>Лепестковые (веерообразные) шлифовальные круги</p> 	<p>Абразивные пластины расположены в виде перекрывающегося внахлестку кругового кольца (поверх друг друга как кровельная черепица (веер)).</p>	<p>В угловых шлифмашинах. Преимущество: шлифование без нагрева и низкий шум.</p>
<p><i>* О применяемых абразивных материалах можно узнать в этикетках, где указан вид материала, предназначенный для обработки, либо информацию можно найти в каталогах, выпущенных изготовителями абразивных материалов.</i></p>		

Если абразивный материал и обрабатываемая поверхность несовместимы, то абразивный материал сотрется раньше срока службы, быстро забьется и будет разрушен и станет источником опасности для пользователя. Также может быть разрушена или повреждена обрабатываемая поверхность.

В таблице 6.3 приведены типы абразивного материала без основы, их основные характеристики и область применения.

Таблица 6.3- Абразивные материалы без основы

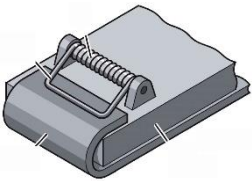
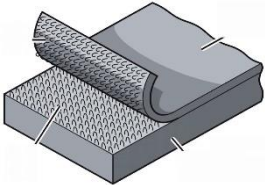
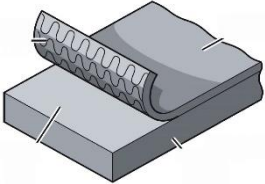
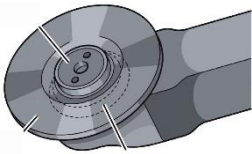
Типы абразивного материала	Характеристика	Область применения
Отрезные <b>круги</b>	<b>Круги</b> тонкие – толщина 1 - 3 мм. Быстро режут. Чувствительны к перемещению.	Для <b>резки металла</b> в <i>угловых</i> шлифмашинах.
Обдирочные круги 	Ширина круга 6 - 8 мм.	Для чернового плоского шлифования в <i>угловых</i> шлифмашинах.
Чашечные шлифовальные круги	Чашевидные шлифовальные диски. Рабочей поверхностью является их передняя часть, а не периметр, как у шлифовальных дисков.	Для мокрого шлифования в <i>угловых</i> шлифмашинах.

Абразивные материалы могут быть закреплены в электроинструментах следующими *способами с помощью (табл. 6.4):*

- *зажимов или кронштейнов;*
- *прилипания- липучее соединение («липучка»);*
- *приклеивания;*
- *затягивания гайкой.*

*Абразивные листы* обычно закрепляются *зажимами*, которые крепятся «липучками» или приклеиваются. *Дисковый абразивный материал* обычно *затягивается гайкой*. В *ротационных шлифовальных машинах (угловых шлифмашинах)* абразивный материал закрепляется путем его *затягивания гайкой*.

Таблица 6.4 - Способы крепления абразивного материала

Виды крепления	Способы крепления	Преимущества	Недостатки
<p>1. Зажим</p> 	Листы шлифовальной бумаги крепятся для шлифования посредством подпружинных кронштейнов или зажимов	Дешевые абразивные материалы	Уменьшение рабочей поверхности из-за зажимного устройства
<p>2. Липучее соединение</p> 	Наилучший метод крепления для шлифмашин. Адгезионная связь обеспечивается с помощью «липучки».	Нет уменьшения рабочей поверхности, простое обслуживание, легко крепятся даже абразивные пластины с рваными кромками.	Высокая стоимость.
<p>3. Приклеивание</p> 	Листы шлифовальной бумаги приклеиваются непосредственно на шлифовальную пластину с помощью липкой аэрозоли или самоклеющейся основы.	Очень хорошее соединение	Чувствительно к загрязнению, трудно использовать, не экологично.
<p>4. Затягивание гайкой</p> 	Типичный метод крепления для <i>ротационных</i> шлифовальных машин. Абразивная оснастка (обычно шлифовальные или отрезные диски) затягиваются с помощью фланца на ведущем вале электроинструмента.	Безопасная работа даже при высоких уровнях производительности и скорости.	Технически сложная система крепления.

Символические обозначения свойств абразивных материалов для шлифования и обрабатываемых материалов приведены в **приложении Ж**.

### 6.1.3 Закрепляющий материал 8

#### Задание 8.1

#### I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Дисковый абразивный материал закрепляется в электроинструмент с помощью:

- а) приклеивания;
- б) зажима;
- в) затягивания гайки;
- г) липучки;

Эталон:

#### II. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Абразивные материалы, используемые в шлифовальной оснастке, состоят из следующих материалов:

- а) алмаз;
- б) карбид кремния;
- в) металлические зерна;
- г) оксид алюминия;
- д) оксид калия;
- е) природный корунд;
- ж) циркониевый электрокорунд.

Ответ:

#### III. Установите соответствие

1. Установите соответствие (стрелками) между формой материала-основы абразивного материала и её применением в шлифмашинах

<i>Форма материала-основы</i>		<i>Применение в шлифовальных машинах</i>	
1.	Веерообразная	А.	Ленточная шлифмашина
2.	Треугольная	Б.	Дельташлифмашина
3.	Лентообразная	В.	Угловая шлифмашина



Ответ: 

1
2
3

 → 


2. Установите соответствие (стрелками) между основой абразивного материала и её назначением

<i>Основа абразивного материала</i>		<i>Назначение</i>	
1.	Лепестковая (веерообразная)	А.	Для врезного шлифования УШМ
2.	Шлифовальная бумага	Б.	Чистое шлифование лакированных поверхностей УШМ
3.	Нетканый шлифовальный материал	В.	Окончательное шлифование ленточной шлифмашиной
4.	Отрезной диск	Г.	Шлифование без нагрева и низкого шума УШМ

Ответ: 

1
2
3
4

 → 


## 6.2 Модуль 9 «Ротационные шлифмашины»

### Учебный материал 9

#### 6.2.1 Общие сведения

Принцип работы шлифовального инструмента заключается в передаче необходимого усилия (энергии) на шлифовальное средство при максимальном удобстве использования. При этом каждый шлифовальный инструмент работает по одному из **способов**:

- *вибрация;*
- *вибрация и вращение;*
- *вращение;*
- *круговое движение.*

На основе этих способов все шлифовальные инструменты классифицируются на следующие типы (см. табл. 6.5):

- ***вибрационные шлифовальные машины;***
- ***эксцентриковые шлифовальные машины;***
- ***ротационные шлифовальные машины;***
- ***ленточные шлифовальные машины.***

На их основе были разработаны *подтипы шлифовальных машин* и специальные приспособления.

Таблица 6.5- Виды и типы шлифовальных машин\*

<i>Тип шлифовальной машины</i>	<i>Подтипы шлифовальных машин</i>
Вибрационные шлифовальные машины	<i>Вибрационные шлифмашины</i>
	<i>Дельташлифмашины</i>
Эксцентриковые шлифовальные машины	<i>Эксцентриксовая шлифовальная машина со свободной ротацией (со свободным вращением)</i>
	<i>Эксцентриксовая шлифовальная машина с принудительной ротацией (с принудительным вращением)</i>
Ротационные шлифовальные машины	<i>Прямые шлифмашины</i>
	<i>Одноручные угловые шлифмашины</i>
	<i>Двуручные угловые шлифмашины</i>
	<i>Точила с двумя шлифовальными кругами</i>
Ленточные шлифовальные машины	<i>Ленточные шлифовальные машины</i>
	<i>Вариошлифмашины</i>
<i>* В данном учебном пособии рассматриваются ротационные и ленточные шлифовальные машины.</i>	

Принцип работы *ротационных шлифмашин* основан исключительно на *ротации шлифовального диска*, обеспечивающего *повышенную производительность инструмента и эффективную обработку больших площадей*. *Ротационные шлифмашины* отличаются чрезвычайно высокой эффективностью *удаления материала*. Однако ручная ротационная обработка не позволяет достичь такого высокого качества обрабатываемой поверхности, как при вибрационной шлифовке.

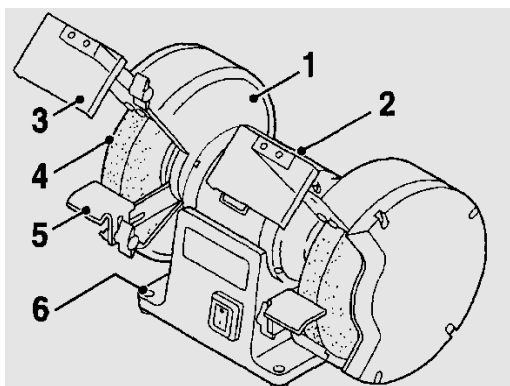
Среди типичных **ротационных шлифмашин** можно выделить:

- *сдвоенные (точила с двумя шлифкругами);*
- *прямые;*
- *угловые.*

### 6.2.2 Сдвоенные шлифмашины

**Сдвоенные шлифмашины (точила с двумя шлифкругами)** работают по принципу классических шлифовальных станков с машинным приводом. Как правило, они закрепляются на надежном основании («опорной колодке»), поэтому их часто называют «шлифовальной колодкой». В отличие от других шлифовальных инструментов шлифмашины данного типа *используются в качестве стационарных станков*.

**Точила с двумя шлифкругами** (*двухсторонняя шлифовальная машина*) (рис. 6.2) состоят из двигателя переменного тока, к осевым цапфам которого подсоединены шлифовальные диски (справа и слева). Точило закрепляется на токарном станке или специальной опоре на рабочей высоте. Типичной **областью его применения** является **заточка и шлифовка рабочих инструментов**, а также **зачистка и снятие заусенцев** с небольших деталей. За счет использования двигателей переменного тока скорость вращения определяется типом электродвигателя и частотой питающей сети. При частоте питающей сети 50 Гц число оборотов составляет 2800-2900 об/мин. Вследствие зависимости от частоты сети электродвигатель, рассчитанный на 50 Гц, нельзя подключать к сети с частотой 60 Гц, так как это вызывает увеличение скорости приблизительно до 3600 об/мин, что может привести к повреждению шлифовальных дисков.



*1 - вытяжной (защитный) кожух, 2 - приводной двигатель, 3 - противоискровой экран, 4 - шлифовальный круг, 5— упор, 6 - основание машины*

*Рисунок 6.2 - Точило с двумя шлифкругами (GBG 8 Professional)*

### Технические характеристики точила с двумя шлифкругами GBG 8 Professional

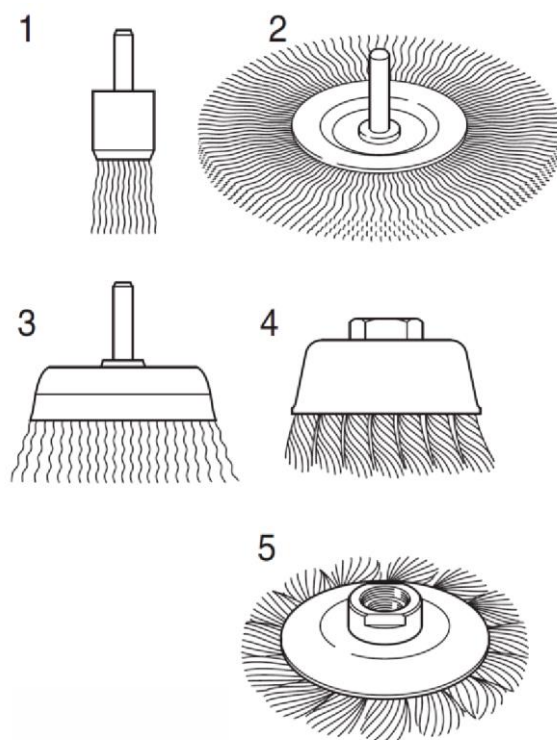
Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	600
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	2900
Диаметр шлифкруга, мм .....	200
Толщина шлифкруга, мм .....	25
Посадочный размер шлифкруга, мм .....	32
Размер зерна .....	24+60
Вес, кг .....	16,4

### 6.2.3 Угловые шлифмашины для шлифования металла

Основные сведения об угловых шлифмашинах приведены в подразделе 5.2.2. Они, кроме резки металлических труб, арматуры, уголков, листов черного металла, также пригодны для крацевания, обдирки и шлифования металла.

**Крацеванием** называют обработку поверхности деталей при помощи вращающихся щеток. Крацевание используется в качестве подготовительной операции (как правило, очистки) перед последующей обработкой детали или для окончательной отделки поверхности.

Для удаления ржавчины и старой краски предназначены *щетками из стальной проволоки (рис. 6.3)*, относящиеся к числу инструментов из сменной оснастки.





*1 – кистевая щетка; 2 – кольцевая щетка с хвостовиком; 3 – круглая щетка с хвостовиком; 4 – круглая щетка из пучков витой проволоки, с резьбой; 5 – кольцевая щетка из пучков витой проволоки, с резьбой*

*Рисунок 6.3 – Щетки*

### **Щётки для угловых шлифмашин**

Новый ассортимент щеток подходит для всех дрелей и угловых шлифмашин, позволяют обрабатывать все виды металлических поверхностей.

## Отличие щеток от других принадлежностей

	<p>→ Лепестковые шлифкруги</p> <p>→ Обдирочный круг</p> <p>→ Полировальный круг (fleece)</p>	<p>→ Абразивы</p>	<p>→ Удаляет верхний слой обрабатываемого материала</p>
	<p>→ Щетки</p>	<p>→ Неабразивный материал</p>	<p>→ Очищает поверхность изделия, не снимая его верхний слой</p>

## Характеристика и применение щеток

### 1) Уровни жесткости

	<p><b>Витая проволока:</b> меньше жесткости</p> <p>Подходит для различных задач, например, удаление краски, ржавчины, очистки опалубки и фасадов, удаления заусенцев, окалины, придания шероховатости, матирования</p>
	<p><b>Пучки витой проволоки:</b> больше жесткости.</p> <p>Подходит для очистки сильно загрязненных поверхностей, например, для удаления толстых слоев ржавчины или антикоррозионного покрытия, снятия лакокрасочного покрытия с металла, зачистки сварных швов</p>

	<p><b>Круглая щетка, нержавейка</b></p> <p>Предназначена для выполнения сложных работ на металлических поверхностях (нержавеющая сталь, алюминий и цветные металлы) средней и большой площади, например, удаления толстых слоев ржавчины, снятия лакокрасочного покрытия.</p>
	<p><b>Круглая щетка, латунированная</b></p> <p>Предназначена для выполнения легких работ и работ средней сложности на металлических поверхностях (черные и цветные металлы) средней и большой площади, например, для удаления покрытий и ржавчины, очистки опалубочных досок и фасадов, придания шероховатости, матирования, снятия лакокрасочных покрытий.</p> <p>Подходит для угловых шлифмашин с резьбой М 10 или М 14</p> <p><b>Преимущество:</b> защита от коррозии благодаря латунированной проволоке.</p>

## 2) Формы и размеры щеток

Щетки в основном используются при работе угловой шлифмашиной (85 %), а также дрелью (15 %) (см. таблицу 6.6)

Таблица 6.6 – Виды щеток, применяемые в электроинструментах

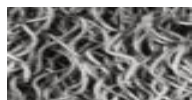
Инструмент	Чашечные щетки	Дисковые щетки	Конусные щетки	Кистевые щетки
1	2	3	4	5
<p>Угловая шлифмашина</p> 				<p>—</p>
<p>Дрель</p> 			<p>—</p>	

Окончание таблицы 6.6

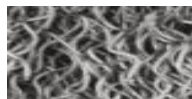
1	2	3	4	5
	Для обработки гладких поверхностей разных размеров	Для обработки ребер, углов, пазов и меньших поверхностей	Для обработки ребер, углов, пазов и меньших труднодоступных поверхностей	Для обработки очень труднодоступных поверхностей

### 3) Обработка различных материалов

Благодаря разным материалам проволоки (сталь, нержавеющая сталь, латунь, нейлон) подходит для всех необходимых работ:



**INOX:** для обработки нержавеющей стали, алюминия и цветных металлов



**Сталь:** для обработки стали



**Латунь:** для обработки стали (защита от коррозии благодаря латунированной проволоке)



**Нейлон:** для обработки древесины

### 4) Поиск нужной щетки при помощи цветового кода



Красный:  
Витая стальная проволока



Синий:  
Пучки витой проволоки



Зеленый:  
Витая или пучки витой проволоки из нержавеющей стали

Обобщающие характеристики проволочных щеток приведены на рисунке 6.4.





Рисунок 6.4 – Обобщающие характеристики проволочных щеток

### 6.2.3.1 Принадлежности для шлифования металла

#### Угловые шлифмашины GWS 7 – GWS 15 Professional (720-1500 Вт)

##### Удаление ржавчины



Чашечные щетки

##### Шлифование / обдирание



Обдирочные круги



Лепестковые шлиф-  
круги



Твердосплавный ча-  
шечный шлифкруг

##### Резка



Отрезные круги



Алмазные отрезные  
круги

##### Системы пылеудаления



Тарельчатый круг на  
липучке



Опорная тарелка



Шлифлисты



Фибровые шлифкруги

## Угловые шлифмашины GWS 22 – GWS 26 Professional (2200-2600 Вт)



К системным принадлежностям для угловых шлифовальных машин относятся:

- защитные кожухи без крышки для шлифования;
- ключ под два отверстия для угловых шлифмашин;
- зажимные гайки для угловой шлифмашины;
- защита для рук для угловых шлифмашин;

- круглая гайка с фланцевой резьбой M 14;
- опорный фланец для угловых шлифмашин;
- щётки для угловой шлифмашины;
- опорная тарелка с хвостовиком для дрелей;
- тарельчатый круг на липучке;
- опорная тарелка для фибровых шлифлистов в комплекте с гайкой;
- тарелка для шлифлистов на бумажной основе с креплением на липучке;
- тарельчатый круг на липучке;
- обдирочные круги, полугибкие – *Vibration Control*;
- обдирочные круги «*Expert for Metal*»;
- лепестковые шлифкруги «*Best for Metal*», прямое/угловое исполнение – EN 13743;
- лепестковые шлифкруги «*Best for Inox*», прямое/угловое исполнение – EN 13743;
- лепестковые шлифкруги «*Expert for Metal*», прямое/угловое исполнение – EN 13743;
- фибровые шлифкруги «*Best for Inox*» – EN 13743;
- фибровые шлифкруги «*Best for Metal*» – EN 13743;
- фибровые шлифкруги «*Expert for Metal*» – EN 13743»
- зачистной круг «*Best for Inox*», 50 м/с;
- зачистной круг «*Best for Metal*» 50 м/с;
- войлочный круг SCM «*Best for Inox*», 50 м/с

### **Защитный кожух без крышки для шлифования**

Защитный кожух без крышки (рис. 6.5) предназначен для стандартных обдирочных и шлифовальных работ с устройством быстрой перестановки и закрепления без использования инструмента.



а)



б)

а – для обдирочных кругов диаметром 125 мм; б – для обдирочных кругов диаметром 230 мм

Рисунок 6.5 – Защитный кожух без крышки для шлифования

### ***Ключ под два отверстия для угловых шлифмашин***

Прямой рожковый ключ под два отверстия (рис. 6.6) предназначен для крепления любых кругов на угловой шлифмашине.



*Рисунок 6.6 – Ключ под два отверстия для угловых шлифмашин*

### ***Зажимная гайка для угловой шлифмашин***

Быстрозажимная гайка SDS-clic M 14 (рис. 6.7) подходит для всех угловых шлифмашин с резьбой M 14 (длина доступной резьбы, выступающей над самым толстым инструментом, более 6 мм).

**Указание:** центрирование круга следует выполнять по опорному фланцу, а не по гайке.



*Рисунок 6.7 – Быстрозажимная гайка SDS-clic*

### ***Защита для рук в угловых шлифмашинах***

Защитная скоба (рис. 6.8) предназначена для защиты рук при работе с резиновой тарелкой для всех угловых шлифмашин Bosch в комбинации с дополнительной рукояткой.



*Рисунок 6.8 – Защитная скоба*

### ***Круглая гайка с фланцевой резьбой М 14***

Зажимная гайка (рис. 6.9) предназначена для всех кругов диаметром 115-230 мм.



*Рисунок 6.9 - Круглая гайка с фланцевой резьбой М 14*

### ***Опорный фланец для угловых шлифмашин***

Опорный фланец для резьбы М 14 (рис. 6.10) предназначен для крепления всех кругов диаметром 115–150 мм.



*Рисунок 6.10 - Опорный фланец для резьбы М 14*



### ***Опорная тарелка с хвостовиком для дрелей***

Опорная тарелка (рис 6.11) предназначена для крепления абразивного круга диаметром 125 мм.



*Рисунок 6.11- Опорная тарелка*

### ***Тарельчатый круг на липучке***

Тарелка с липучкой (рис. 6.12) предназначена для абразивного материала диаметром 125 мм.



*Рисунок 6.12- Тарельчатый круг на липучке*

### ***Опорная тарелка для фибровых шлифлистов в комплекте с гайкой***

Опорная тарелка (рис. 6.13) с фланцевой резьбой М 14 и максимальной частотой вращения  $12\,500\text{ мин}^{-1}$  выдерживает высокие температуры, обеспечивает отличную *плавность хода, прочность.*



Рисунок 6.13- Опорная тарелка

***Тарелка для шлифлистов на бумажной основе с креплением на липучке***

Тарельчатый круг на липучке (рис. 6.14).

Фланцевая резьба М 14, максимальная частота вращения 12 500 мин<sup>-1</sup>.

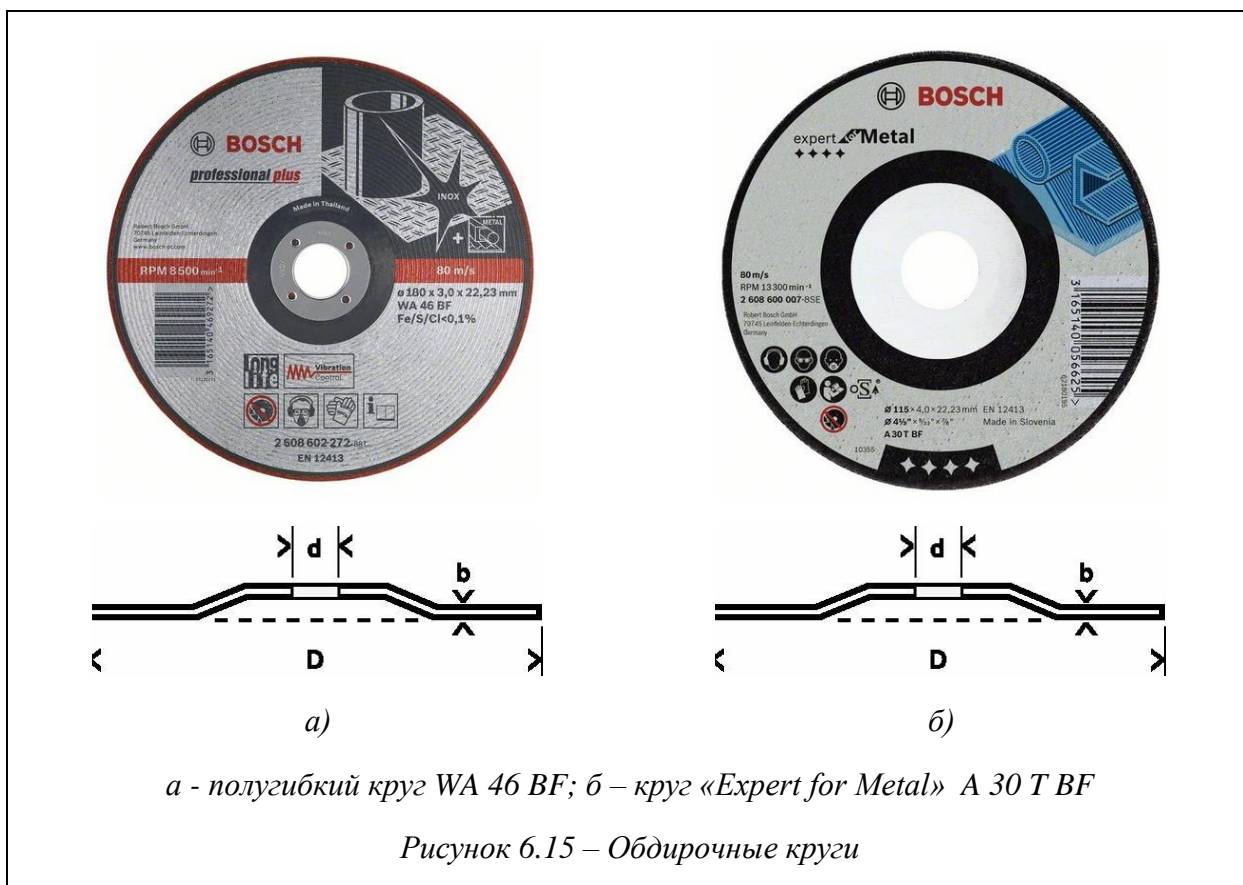


Рисунок 6.14 - Тарельчатый круг на липучке

### ***Обдирочные круги, полугибкие – Vibration Control***

Полугибкие обдирочные круги (рис. 6.15a) предназначены для лёгких обдирочных работ. Благодаря своей гибкости оптимально подходят для обработки изогнутых поверхностей. Дополнительные преимущества: снижение вибрации и шума, незначительный нагрев при шлифовании (практически без изменения цвета поверхности обрабатываемого материала). Нет необходимости использования опорной тарелки. Применяются для обработки нержавеющей стали, металла и алюминия.





### **Обдирочные круги «Expert for Metal»**

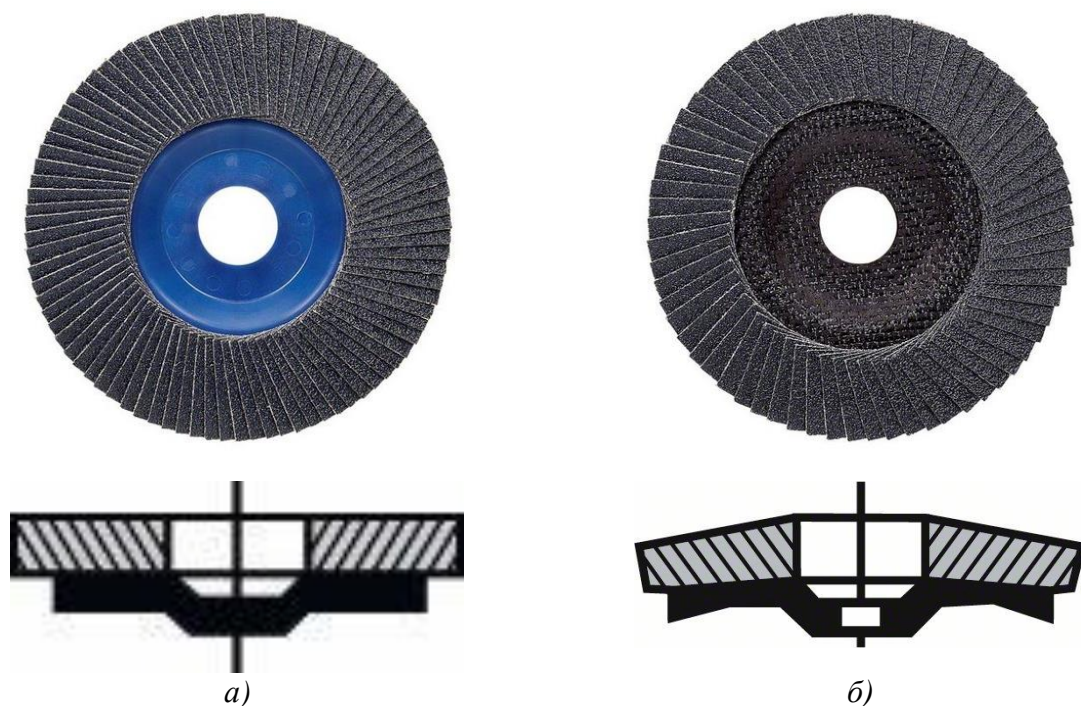
Обдирочные круги по металлу (рис. 6.15б) предназначены для ручных угловых шлифмашин при высоких предъявляемых требованиях к обработке. Максимальная окружная скорость – 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга).

### **Обдирочные круги «Expert for Inox»**

Обдирочные круги по нержавеющей стали предназначены для ручных угловых шлифмашин при высоких предъявляемых требованиях к обработке. Максимальная окружная скорость – 80 м/с (в зависимости от частоты вращения и диаметра круга).

### **Лепестковые шлифкруги «Best for Metal» – EN 13743**

Лепестковые шлифкруги «Best for Metal» (рис. 6.16) особенно подходят для обработки высококачественной стали, стали, чугуна и листовой стали.



*а – прямое исполнение; б – угловое исполнение*

*Рисунок 6.16 - Лепестковые шлифкруги «Best for Metal»*

- Высокая производительность благодаря цирконовому корунду/корунду повышенной чистоты. Со связующим составом из синтетической смолы, прочная хлопчатобумажная ткань (тип YX) и высокоактивное покрытие;
- Постоянно высокая производительность съёма и долгий срок службы;
- Лепестковый шлифкруг: с пластиковой прокладкой (прямое исполнение), с прокладкой из стекловолокна (угловое исполнение);
- Прямое исполнение – для шлифования поверхностей и обработки сварных швов с установочным углом  $5^{\circ}$ – $15^{\circ}$ ;
- Угловое исполнение – для обработки кромок/сварных швов и шлифования поверхностей с установочным углом  $15^{\circ}$ – $25^{\circ}$ .

#### ***Лепестковые шлифкруги «Best for Inox» – EN 13743***

Лепестковые шлифкруги «Best for Inox» (рис. 6.17) особенно подходят для обработки нержавеющей стали (Inox).

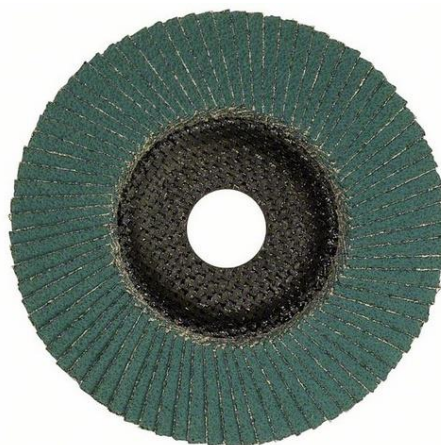
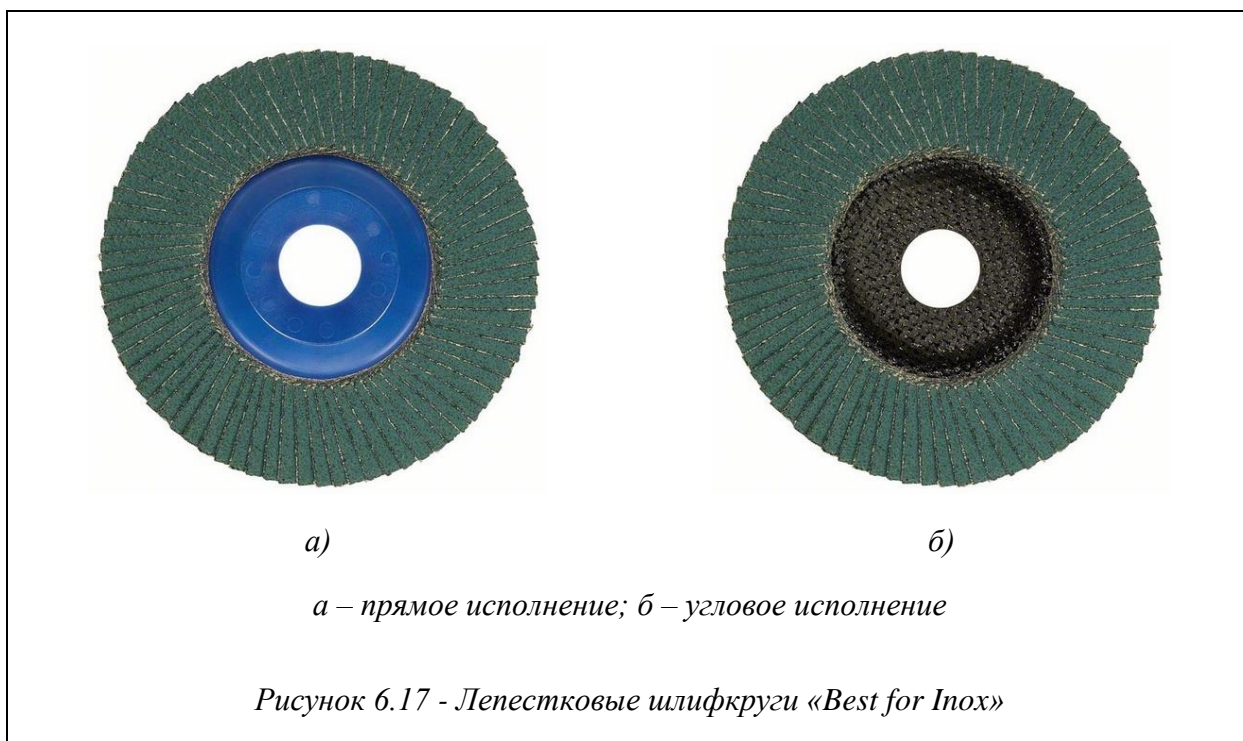


Рисунок 6.17 - Лепестковые шлифкруги «Best for Inox»

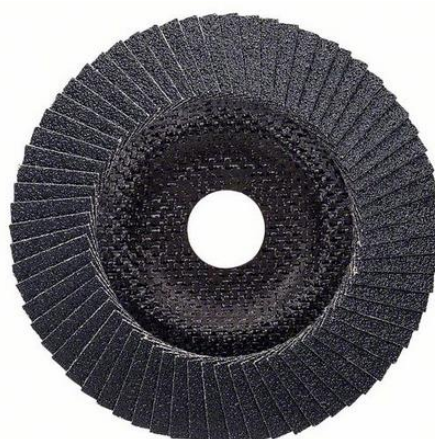
- Высокая производительность благодаря циркониевому корунду. Со связующим составом из синтетической смолы, прочная Х-ткань и высокоактивное покрытие;
- Постоянно высокая производительность съема и долгий срок службы;
- Лепестковый шлифкруг с прокладкой из стекловолокна;
- Прямое исполнение – для шлифования поверхностей и обработки сварных швов с установочным углом  $5^{\circ}$ – $15^{\circ}$ ;
- Угловое исполнение – для шлифования поверхностей и обработки сварных швов с установочным углом  $5^{\circ}$ – $15^{\circ}$ ;
- Оптимальная частота вращения 5000 - 7500 мин<sup>-1</sup>.

*Лепестковые шлифкруги «Expert for Metal» – EN 13743*

Лепестковые шлифкруги «Expert for Metal» (рис. 6.18) особенно подходят для обработки металла.



а)



б)

а – прямое исполнение; б – угловое исполнение

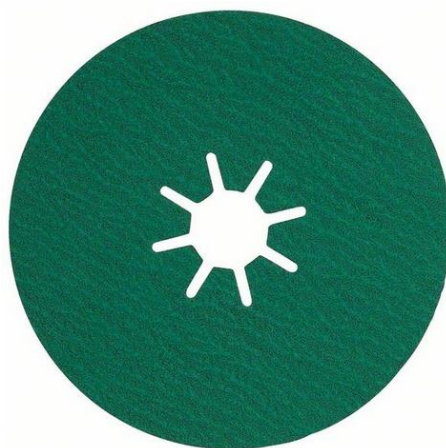
Рисунок 6.18 - Лепестковые шлифкрюги «Expert for Metal»

- Высокая производительность благодаря цирконовому корунду/корунду повышенной чистоты. Со связующим составом из синтетической смолы, прочная хлопчатобумажная ткань (тип X);
- Недорогая альтернатива в качестве идеального средства для работы по бетону;
- Лепестковый шлифкруг: с пластиковой прокладкой (прямое исполнение), с прокладкой из стекловолокна (угловое исполнение);
- Прямое исполнение – для шлифования поверхностей и обработки сварных швов с установочным углом  $5^{\circ}$ – $15^{\circ}$ ;
- Угловое исполнение – для обработки кромок/сварных швов и шлифования поверхностей с установочным углом  $15^{\circ}$ – $25^{\circ}$ .

### **Фибровые шлифкрюги «Best for Inox» – EN 13743**

Фибровые шлифкрюги «Best for Inox» (рис. 6.19) особенно подходят для обработки нержавеющей стали (Inox).





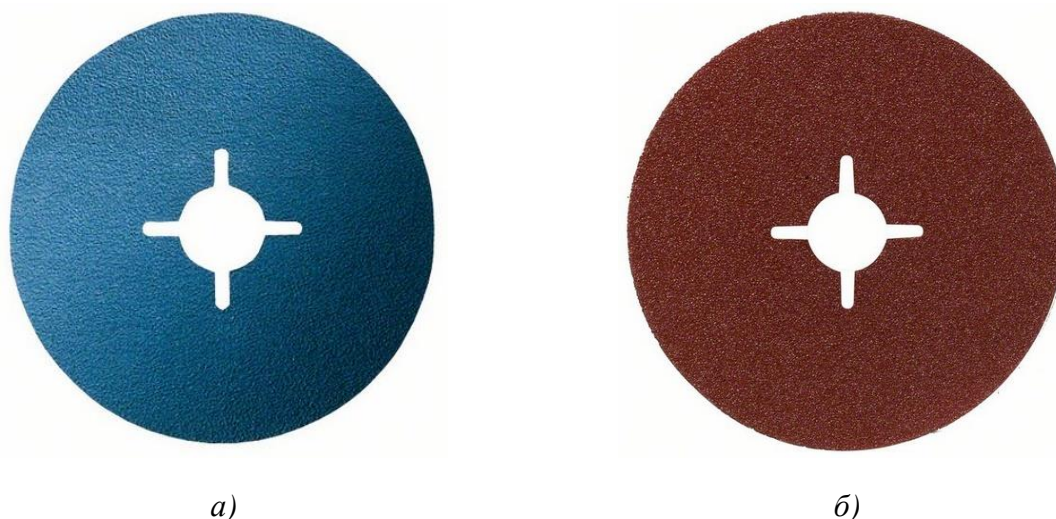
*Рисунок 6.19 - Фибровый шлифкруг «Best for Inox»*

- Зачистка сварных швов, шлифование поверхностей, удаление заусенцев и скругление кромок, общие работы по зачистке;
- Фибровый шлифкруг с цирконовым корундом/корундом повышенной чистоты, со связующим составом из синтетической смолы, вулканизированное волокно 0,65 или 0,80 мм и высокоактивное покрытие;
- Очень высокая производительность съема и срок службы;
- Шлифование без нагрева с практически полным отсутствием следов побежалости на поверхности заготовок и сниженным искрообразованием;
- Шлифкруги для зажима на резиновой опорной тарелке;
- Оптимальная частота вращения 5000 - 7500 мин<sup>-1</sup>.

#### ***Фибровые шлифкруги «Best for Metal» - EN 13743***

Фибровые шлифкруги «Best for Metal» (рис. 6.20а) предназначены для чистового и чернового шлифования, а также обдирки, зачистки, удаления ржавчины с обычной и нержавеющей стали, чугуна и листовой стали.

- Особенно подходит для использования в автосервисе;
- Фибровый шлифкруг с цирконовым корундом/корундом повышенной чистоты, со сплошной связкой из синтетической смолы, вулканизированное волокно 0,80 или 0,84 мм;
- Максимально высокая производительность съема и срок службы;
- Шлифкруги для зажима на резиновой опорной тарелке.



*а – цирконовый корунд; б – корунд*

*Рисунок 6.20 - Фибровый шлифкруг для угловой шлифмашины*

### ***Фибровые шлифкруги «Expert for Metal» - EN 13743***


Фибровые шлифкруги «Expert for Metal» (рис. 6.20б) предназначены для чистового и чернового шлифования, а также обдирки, зачистки, удаления ржавчины; для различных материалов, таких как древесина, лак, металл, камень.

- Фибровый шлифкруг с корундом повышенной чистоты, со связующим составом из синтетической смолы, вулканизированное волокно 0,65 мм или 0,80 мм
- Шлифкруги для зажима на резиновой опорной тарелке.

### ***Зачистной круг «Best for Inox», 50 м/с***

Зачистной круг «Best for Inox» (рис. 6.21а) предназначен для обработки высококачественной (нержавеющей) стали, обычной стали, цветных металлов.

- Удаление следов побежалости на сварных швах, зачистка нержавеющей стали;
- Низкое забивание благодаря открытой структуре нетканого материала. Покрытие из окиси алюминия;
- Зачистной круг с прокладкой из стекловолокна;
- Для угловых шлифмашин с регулируемой скоростью, в частности для угловой шлифмашины Bosch GWS 14-125 Inox;

- 
- а)
- б)
- а – зачистной круг «Best for Inox», 50 м/с; б - зачистной круг «Best for Metal», 50 м/с*
- Рисунок 6.21 - Зачистной круг*

Зачистной круг «Best for Metal» (рис. 6.21б) предназначен для обработки чёрных и цветных металлов.

- Войлочный круг SCM «Best for Inox», 50 м/с**

267

Покрытие из окиси алюминия. Исполнение круга:

- Очень крупнозернистый – коричневый цвет;
- Крупнозернистый – светло-коричневый цвет;
- Среднезернистый – красный цвет.

Оптимальная частота вращения 4500 - 6500 мин<sup>-1</sup>.

Применяется для угловых шлифмашин с регулируемой скоростью, в частности, для угловой шлифмашины Bosch GWS 15-125 Inox.



Рисунок 6.22 – Войлочный круг SCM «Best for Inox», исполнение – очень крупнозернистый

### 6.2.3.2 Полировальные машины

Полировальные машины (рис. 6.23) являются специализированным подвидом угловых шлифмашин и применяются для тонкой отделочной обработки поверхности. Данные устройства могут использоваться для **полировки металла**, а также чувствительных к тепловому воздействию **лакированных (окрашенных)** поверхностей и имеют функцию настройки числа оборотов в диапазоне от 700 до 3000 мин<sup>-1</sup>. В качестве **полировочных средств** используются войлочные, льняные и меховые насадки (овчина), шлифовальные средства (абразивное вещество) применяются в виде полировальной пасты или воска.



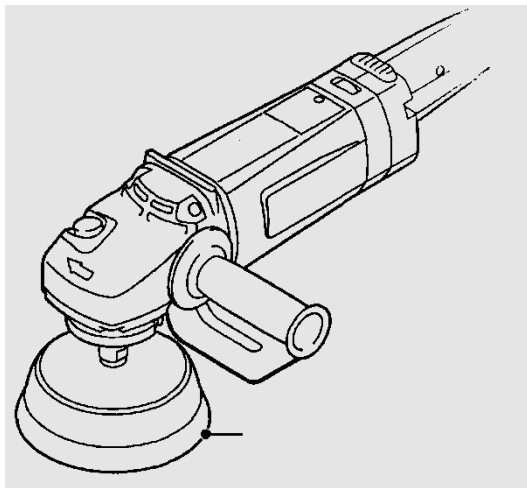


Рисунок 6.23 – Полировальная машина (GPO 14 CE Professional)

#### Технические характеристики полировальной машины GPO 14 CE Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	1400
Выходная мощность, Вт .....	800
Номинальное число оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	3000
Диапазон настройки частоты оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	750-3000
Резьба шлифовального шпинделя .....	M 14
Максимальная длина шпинделя, мм .....	21
Диаметр резинового тарельчатого шлифкруга (опорной шлифовальной тарелки), мм .....	180
Диаметр круглой щетки, мм .....	100
Диаметр чашечного шлифкруга, мм .....	180
Диаметр полировальной губки, мм .....	160
Диаметр плоской щетки, мм .....	175
Вес, кг .....	2,5

### 6.2.4 Прямые шлифмашины

Принцип работы *прямых шлифмашин* основан исключительно на *ротации*. Название данного типа машин обусловлено конструктивными особенностями (рис. 6.24). Диапазон мощностных классов прямых шлифмашин чрезвычайно широк – от нескольких сотен Вт до 3 000 Вт и более в промышленных областях.

**Свойства прямых шлифмашин.** Прямые шлифмашины работают с высоким числом оборотов, что обуславливает высокую скорость вращения

**оснастки.** Приводной двигатель расположен по прямой к оси шлифовального шпинделя, что объясняет название данных шлифмашин.

Шлифовальные устройства данного типа отлично *подходят* для обработки заготовок сложной формы, за исключением крупных заготовок с большой площадью поверхности обработки.

Прямые шлифмашины **не пригодны** для **обработки абсолютно ровных поверхностей**, так как высокая степень снятия материала автоматически приводит к образованию неровностей.



**Виды обрабатываемых материалов.** Данный инструмент отличается универсальными возможностями применения. Конкретная область *зависит от используемых шлифовальных средств*. Предпочтительно *прямая шлифмашина* используется для **шлифовки и полировки металла**. Можно очень успешно использовать это устройство для мелкой **механической обработки и формовки деталей**.

Из-за *высокой скорости вращения* при обработке по месту шлифовки возникают высокие температуры, поэтому *прямая шлифмашина не подходит* для шлифования деревянных и пластиковых материалов.

### Виды прямых шлифмашин

В зависимости от габаритов прямые шлифмашины подразделяются на:

- крупногабаритные;
- малогабаритные.

Кроме этого, выпускаются *прямые шлифмашины с заниженным числом оборотов и шлифовальными дисками большого диаметра*, при помощи которых можно с большим успехом обрабатывать *крупные литые детали*.

**Крупногабаритные прямые шлифмашины.** *Крупногабаритные прямые шлифмашины* выпускаются с мощностью от 1800 до 2500 Вт. При этом диаметр стандартного шлифовального диска составляет 115 мм. Соответствующее число оборотов на холостом ходу при скорости 45 м/сек составляет примерно 6 500 – 16 000 мин<sup>-1</sup>. Как и малогабаритные устройства, *крупные прямые шлифмашины* закрепляются на *крепежных шпинделях специальной формы, соединенных с удлинительными адаптерами на корпусе двигателя*. **Область применения:** *тяжелые шлифовальные работы (черновое обдирочное шлифование), особенно при обработке литых частей*.

**Малогабаритные прямые шлифмашины.** *Малогабаритные прямые шлифмашины (см. рис. 6.25)* выпускаются с мощностью до 750 Вт. При этом диаметр стандартного шлифовального диска составляет 25 и 45 мм. Соответствующее число оборотов на холостом ходу составляет примерно 6000 – 27 000 мин<sup>-1</sup>. *Малогабаритные устройства* устанавливаются на *крепежных шпинделях специальной формы, соединенных с удлинительными адаптерами на корпусе двигателя*. Из-за высокой мощности двигателя оператор должен **удерживать устройство двумя руками**. **Область применения:** *легкие шлифовальные и полировальные работы и обработка деталей средней сложности*.



### **Преимущества прямой шлифмашины GGS 6 S Professional:**

- Самый мощный инструмент от Bosch с быстрозажимной гайкой;
- Мощный двигатель на 1150 Вт для высокой производительности съёма;
- С быстрозажимной гайкой SDS для быстрой смены кругов без инструмента;

- Блокировка непреднамеренного включения;
- Предохранительный выключатель Tricontrol;
- Угольные щётки с функцией отключения для обеспечения высокой степени защиты двигателя;
- Удобство использования, в том числе и для левшей.

#### Технические характеристики прямой шлифмашины GGS 6 S Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	1150
Выходная мощность, Вт .....	670
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	6800
Диапазон настройки частоты оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	750-3000
Резьба шлифовального шпинделя .....	M 14
Диаметр патрона, мм .....	20
Диаметр шейки шпинделя, мм .....	43
Диаметр цангового патрона, макс., мм .....	20
Диаметр шлифинструмента, макс., мм .....	125
Вес, кг .....	3,9

**Принадлежности.** Кроме соответствующего ассортимента *шлифовальных средств*, прямые шлифмашины не нуждаются в дополнительном оборудовании. *Только для малогабаритных прямых шлифмашин поставляются отдельные зажимные приспособления*, при помощи которых их можно *использовать стационарно на токарных станках* (стационарное шлифовальное устройство).

## 6.2.5 Закрепляющий материал 9

### Задание 9.1

#### I. Дополните предложение недостающей информацией:

1. К ротационным шлифовальным машинам относятся \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ шлифовальные машины и точила \_\_\_\_\_ шлифовальными кругами.
2. Во время работы одноручные угловые шлифмашины малой мощности можно удерживать \_\_\_\_\_ , а двухручные угловые шлифмашины удерживаются только \_\_\_\_\_ .
3. В полировальных угловых шлифмашинах в качестве полировочных средств используются насадки \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ .

#### II. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. В угловых шлифмашинах электродвигатель и шлифовальный круг расположены друг к другу под углом:

- |         |         |
|---------|---------|
| а) 45°; | б) 60°; |
| в) 75°. | г) 90°. |

Ответ:

#### III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Прямая шлифовальная машина **Не** подходит для шлифования поверхностей:

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| а) металлических; | б) пластиковых;        |
| в) деревянных;    | г) древесностружечных. |

Ответ:

#### IV. Работа с таблицами:

1. Заполните колонку 2 таблиц 1, 2, 3

Таблица 1 – Область применения точил с двумя шлифкругами

<i>Подтип ротационной шлифмашины</i>	<i>Область применения</i>
1	2
Точило с двумя шлифкругами	1.
	2.
	3.
	4.

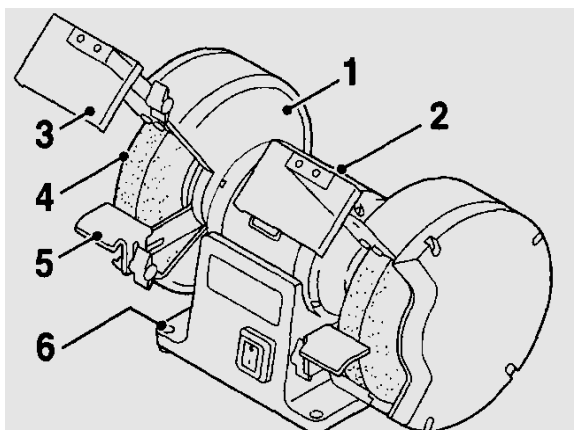
Таблица 2 - Виды угловых шлифовальных машин в зависимости от габаритов

	<i>Виды УШМ</i>
1	2
Угловые шлифовальные машины	1.
	2.

Таблица 3 – Рекомендации по обработке материалов угловыми шлифовальными машинами

<i>УШМ</i>	<i>Виды материалов</i>
1	2
Угловыми шлифмашинами <b>Не</b> рекомендуется обрабатывать	1.
	2.
Угловые шлифмашины <b>Не</b> пригодны для обработки	1.

**V. Расшифруйте основные детали точила с двумя шлифкругами, обозначенные цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6.**



1	
-	
2	
-	
3	
-	
4	
-	
5	
-	
6	
-	

#### 6.3.1 Ленточные шлифмашины

Это электроинструменты, которые предназначены в основном для шлифования поверхностей *различных материалов*.

Шлифмашины данного типа оснащены **специальной абразивной лентой**, из-за чего они получили название **ленточных шлифмашин**. *Особенностью* данных устройств являются **высокая рабочая скорость и линейное направление шлифовки**.

У ленточной шлифмашины *вращающаяся абразивная шлифовальная лента движется в прямолинейном направлении с высокой скоростью по двум направляющим валикам, один из которых является приводным. Второй валик* снабжен функцией свободной настройки *для регулировки расположения ленты*. Нижняя часть шлифленты представляет собой жесткую пластину с теплоизоляцией для прижима во время шлифовки.

Эффективность удаления материала с поверхности зависит от зернистости и скорости движения абразивной ленты.

Характерными признаками являются высокая **производительность съема** и **образование параллельных рисок**. Эти машины пригодны для проведения *шлифовальных работ на поверхностях больших площадей* по лаку, шпаклевке, полимерным материалам, дереву, металлу и даже камню.

*Ручные ленточные шлифмашины предпочтительно использовать для шлифовки нержавеющей стали*. При обработке металлических поверхностей материал удаляется по всей длине шлифленты, что приводит к образованию неровностей. При шлифовании пластика также могут возникать пропилы, кроме этого из-за повышенного теплообразования при трении частицы пыли могут расплавляться и загрязнять обрабатываемую поверхность. Сходные проблемы возникают и при шлифовке лакированных поверхностей.

При шлифовке заготовок с многочисленными углами и срезами, а также вогнутых и выпуклых поверхностей с использованием ровной и твердой шлифпластины существует **опасность** сквозной точечной прошлифовки отдельных участков или повреждения шлифленты.



## Электронапильник GEF 7 E Professional

*Электронапильник GEF 7 E Professional* (легкая ленточная шлифмашина) (рис. 6.26) предназначен для сухого шлифования, структурирования и полирования металлических поверхностей из нержавеющей стали.



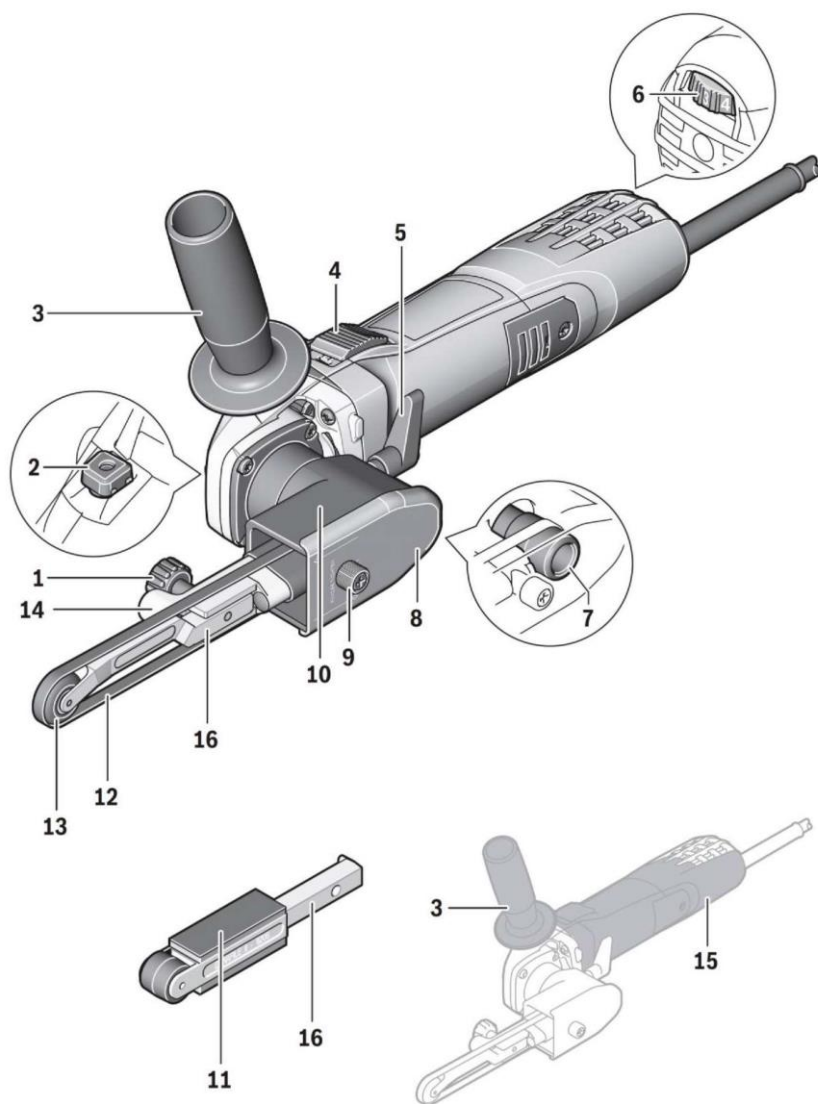
### Технические характеристики электронапильника GEF 7 E Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	720
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	2 800-11 000
Ширина шлифовальной ленты, мм .....	6/13/20
Длина шлифовальной ленты, мм .....	457
Скорость протяжки ленты при положении установочного колесика, м/с	
– 1 .....	3,5
– 2 .....	5,0
– 3 .....	7,0
– 4 .....	9,0
– 5 .....	10,5
– 6 .....	12,0
Длина, мм .....	465
Высота, мм .....	139
Вес, кг .....	2,0
Выбор числа оборотов .....	есть
Плавный пуск .....	есть

При весе всего в 2 кг электронапильник GEF 7 E Professional (новинка 2013 г.) является универсальным инструментом, который, благодаря компактному дизайну, идеально подходит для обработки труднодоступных мест, таких как углы и края. У GEF 7 E Professional самая тонкая в обхвате рукоятка в этом классе инструментов, за счет чего им можно очень легко и точно управлять, достигая отличных результатов. Рабочая часть регулируется на 360° без использования дополнительных инструментов. Для замены

оснастки дополнительные приспособления также не требуются. Скорость вращения может быть изменена в зависимости от требований к обработке материала.

Составные части электронапильника GEF 7 E Professional представлены на рисунке 6.27.

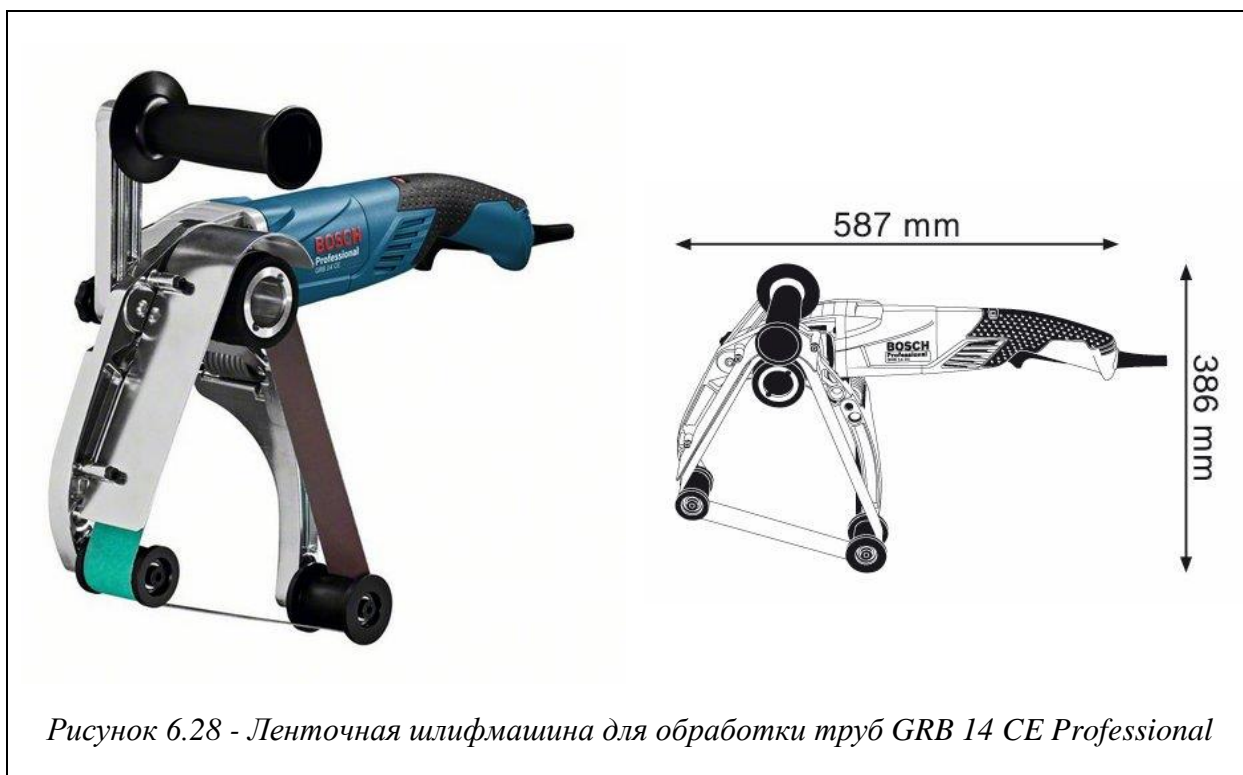


- 1 - винт настройки хода ленты; 2 - фиксатор шпинделя; 3 - дополнительная рукоятка (с изолированной поверхностью); 4 - выключатель; 5 - зажимной рычаг для шлифовальной насадки; 6 - установочное колесико скорости ленты; 7 - приводной ролик; 8 - крышка корпуса; 9 - крепежный винт крышки корпуса; 10 - шлифовальная насадка; 11 - элемент скольжения; 12 - шлифовальная лента; 13 - направляющий ролик; 14 - опорная поверхность; 15 - рукоятка (с изолированной поверхностью); 16 - шлифовальный хоботок

Рисунок 6.27 – Составные части электронапильника GEF 7 E Professional

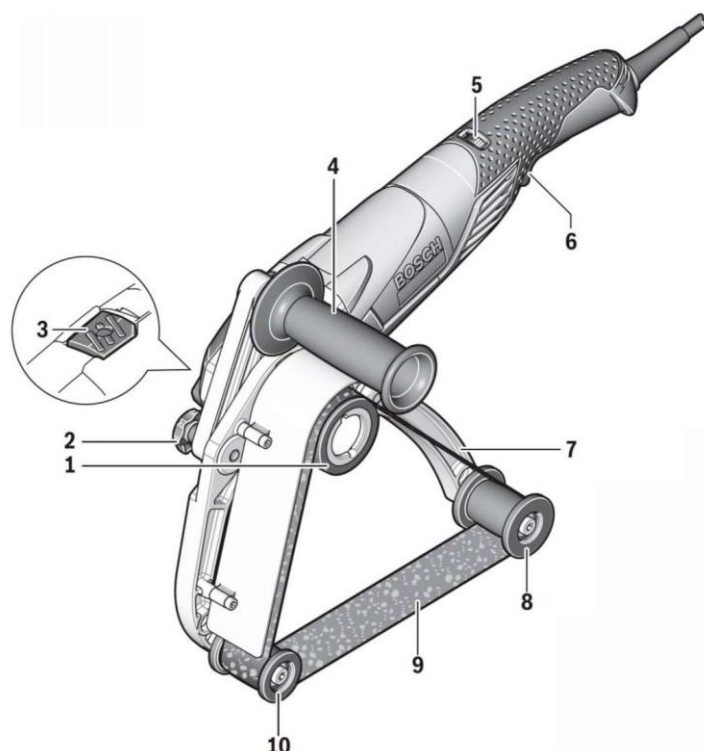
## **Ленточная шлифмашина для обработки труб GRB 14 CE Professional**

**Ленточная шлифмашина для обработки труб GRB 14 CE Professional** (рис. 6.28) (новинка 2013 г.) предназначена для обработки труб и поручней. Она незаменима, когда речь идет о шлифовании труб различного диаметра и конфигурации. Специальная форма направляющих роликов предотвращает соскальзывание шлифовальной ленты, что гарантирует быструю шлифовку без необходимости прерывать процесс, чтобы поправить слетевшую ленту. Охват заготовки шлифовальной лентой достигает  $270^\circ$  – таким образом, инструмент позволяет обрабатывать любые трубы, меняя положение шлифмашины всего один раз. Благодаря конструкции регулируемой дополнительной рукоятки и шлифовального механизма появилась возможность обрабатывать даже труднодоступные места, например, отшлифовывать поручни, не снимая их. Для любого обрабатываемого материала можно выбрать соответствующую скорость.



**Ленточная шлифмашина GRB 14 CE Professional – надежный инструмент для обработки труб.**

Составные части ленточной шлифмашины для обработки труб GRB 14 CE Professional представлены на рисунке 6.29.



1 - приводной ролик; 2 – крепежный винт; 3 – фиксатор шпинделя; 4 – дополнительная рукоятка (с изолированной поверхностью); 5 – установочное колесико скорости ленты; 6 – выключатель; 7 – натяжной кронштейн; 8 – направляющий ролик; 9 – шлифовальная лента; 10 – направляющий ролик

Рисунок 6.29 – Составные части ленточной шлифмашины для обработки труб GRB 14 CE Professional

### Технические характеристики ленточной шлифмашины для обработки труб GRB 14 CE Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	1400
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	750-3000
Скорость протяжки ленты при положении установочного колесика, м/с:	
– 1 .....	2,7
– 6 .....	8,5
Длина шлифовальной ленты, мм .....	760
Ширина шлифовальной ленты, мм .....	40
Длина, мм .....	587
Высота, мм .....	386
Вес, кг .....	3,7
Пригодный диаметр трубы, мм .....	8-120
Выбор числа оборотов .....	есть
Функция константной электроники .....	есть
Плавный пуск .....	есть

## Машина для сатинирования GSI 14 CE Professional

**Сатинирование** является методом очень тонкого шлифования предпочтительно в одном направлении и обычно на металлических поверхностях. Сатинированные поверхности создаются путем использования цилиндрического или лентообразного абразивного полотна, которое перемещается в одном направлении на поверхности обрабатываемой детали.

**Машина для сатинирования GSI 14 CE Professional** (рис. 6.30) (новинка 2013 г.) имеет широкий спектр применения. Она подходит для удаления пятен, царапин, окалины, следов побежалости и других недостатков металлической поверхности, а также для чистки, полировки и структурирования. Все это возможно благодаря широкому выбору оснастки: различные щетки по-разному обрабатывают поверхность, в зависимости от желаемого результата (например, придания ей блеска).

Электроинструмент предназначен для сухого шлифования, структурирования, сатинирования и матирования металлических поверхностей (для финишной обработки поверхностей).

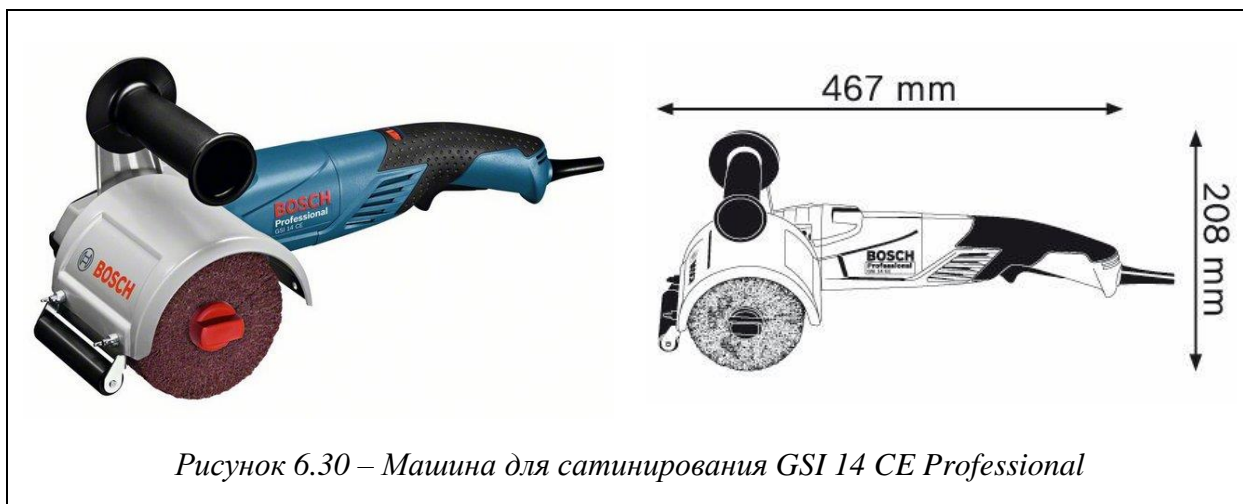


Рисунок 6.30 – Машина для сатинирования GSI 14 CE Professional

## Преимущества GSI 14 CE Professional

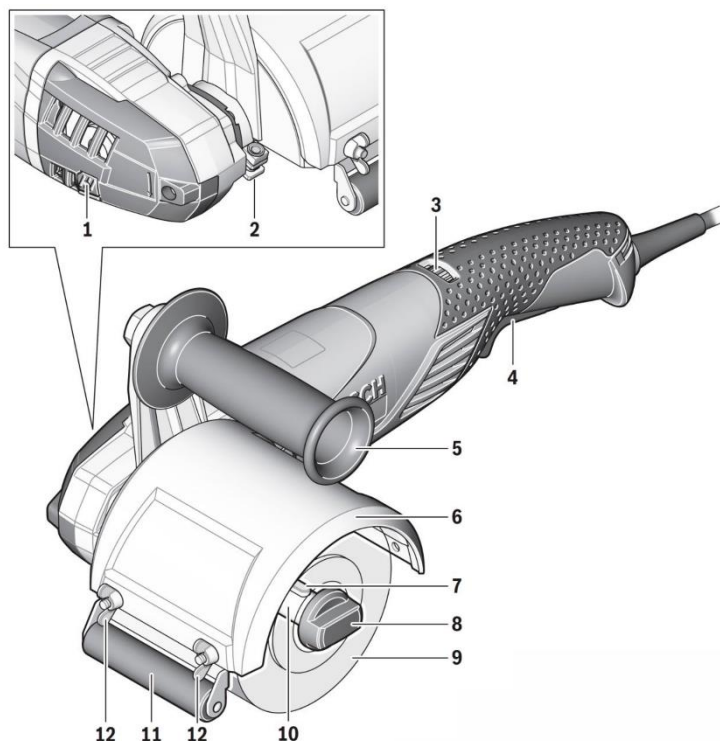
- **удобное управление** благодаря эргономичному размещению тонкой рукоятки;
- **удобная смена** насадок без использования дополнительного инструмента;
- **быстрая работа** благодаря двигателю мощностью 1400 Вт с константной электроникой.

## Технические характеристики машины для сатинирования GSI 14 CE Professional

Номинальная потребляемая мощность, Вт .....	1400
Число оборотов холостого хода, мин <sup>-1</sup> .....	750 – 3000
Максимальный наружный диаметр сменной оснастки, мм .....	115
Максимальная ширина сменной оснастки, мм .....	100
Диаметр отверстия, мм .....	19
Длина, мм .....	587
Высота, мм .....	386
Вес, кг .....	3,4
Выбор числа оборотов .....	есть
Функция константной электроники .....	есть
Плавный пуск .....	есть

***Машина для сатинирования GSI 14 CE Professional – универсальный инструмент для финишной обработки поверхностей.***

Составные части машины для сатинирования GSI 14 CE Professional представлены на рисунке 6.31.



*1 - фиксатор шпинделя; 2 - винт фиксации крышки; 3 - установочное колесико числа оборотов; 4 - выключатель; 5 - дополнительная рукоятка (с изолированной поверхностью); 6 - крышка; 7 - призматическая шпонка; 8 - крепежный винт; 9 - рабочий инструмент; 10 - удлинитель шпинделя; 11 - направляющий ролик; 12 - барабанные гайки*

*Рисунок 6.31 – Составные части машины для сатинирования GSI 14 CE Professional*



### 6.3.1.1 Принадлежности для ленточных шлифовальных машин

Наиболее *важными принадлежностями* для ленточных шлифовальных машин являются следующие *принадлежности*:

***направляющие шины*** (см. рис. 6.32 и таблицу 6.7):

- для шлифования углов;
- для шлифования труднодоступных мест;
- для шлифования ровных поверхностей);
- для шлифования углов, V-образных конструкций.

Шины различаются шириной и формой, поэтому каждая наилучшим образом подходит для конкретных видов работ.

***шлифовальные ленты***:

- для нержавеющей стали «**best for Inox**» - серий Y580 и J455 (см. рис. 6.33а, б; 6.33а,б; 6.35а);
- для металла «**best for Metal**» - серий Y570 (см. рис. 6.35в, г, д), и N470 SCM из нетканого материала (см. рис. 6.34 в, г, д) и N480 SCM из нетканого материала (см. рис. 6.33в, г, д);

***шлифовальные валики***:

- ламельные шлифовальные валики (100х100х19) (см. рис. 6.36а);
- ламельные шлифовальные валики с нетканым материалом (100х100х19) (см. рис. 6.36б);
- резиновые валики (90х100) (см. рис. 6.36в).

***опорные резиновые цилиндры для крепления*** (см. рис. 6.36г).

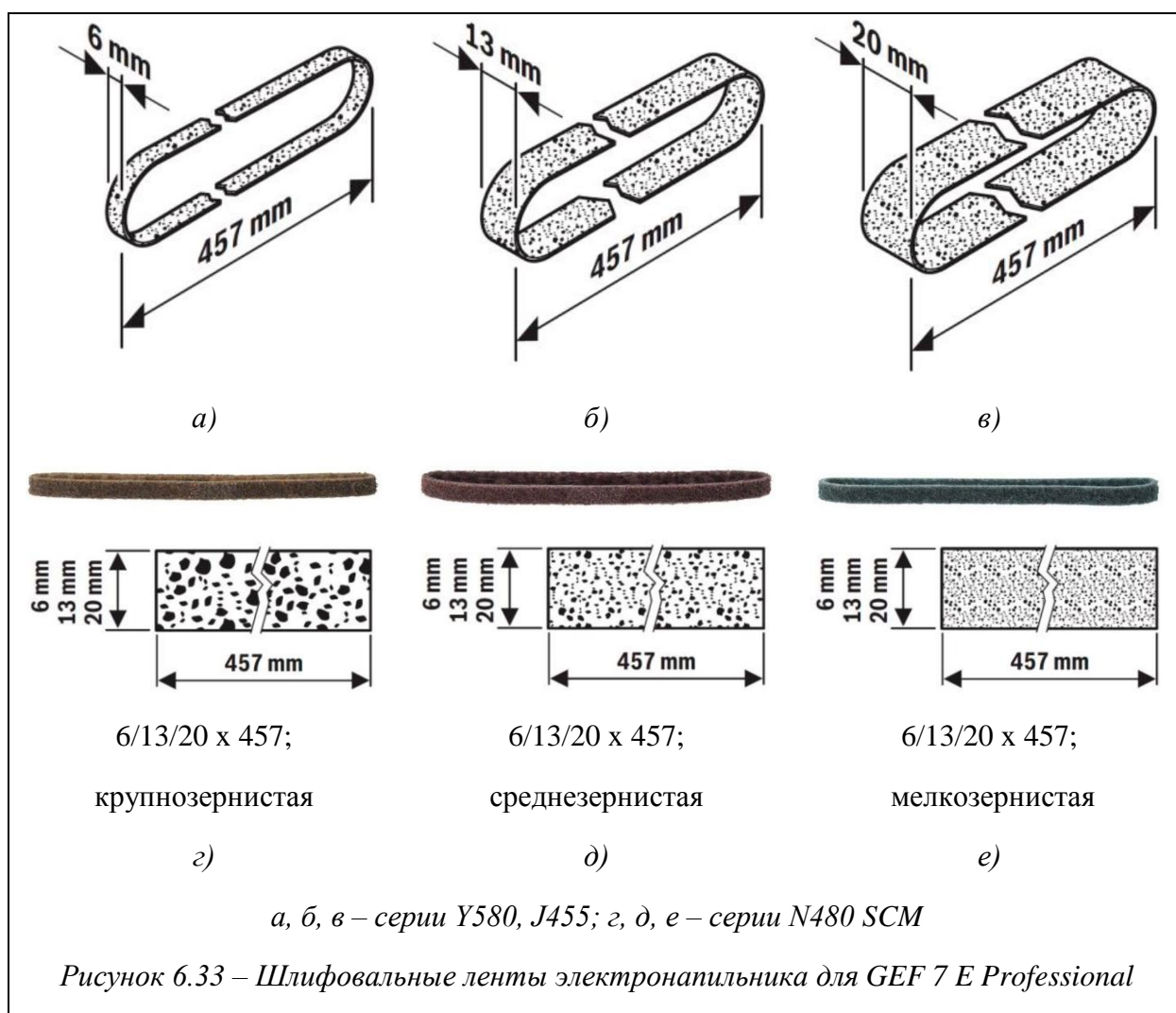


Таблица 6.7 - Направляющие шины для электронапильника GEF 7 E

Описание	Достоинство	Код для заказа	
Направляющая шина для узких каналов	Работа в узких каналах (внутри профилей труб)	2 608 000 591	
Направляющая шина для ровных поверхностей	Шлифование через контактный ролик или опорные пластины	2 608 000 592	
Направляющая шина для углов	Обеспечивает легкое ременное шлифование (зачистка, снятие заусенцев)	2 608 000 593	
Направляющая шина для ровных поверхностей	Шлифование через контактный ролик или опорные пластины	2 608 000 594	



## Шлифовальные ленты для GEF 7 E Professional



Основные характеристики шлифовальных лент серий Y580, N480, J455 приведены в таблице 6.8.

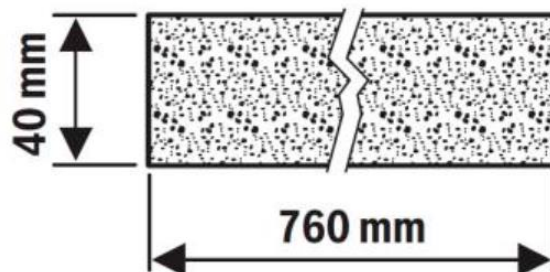
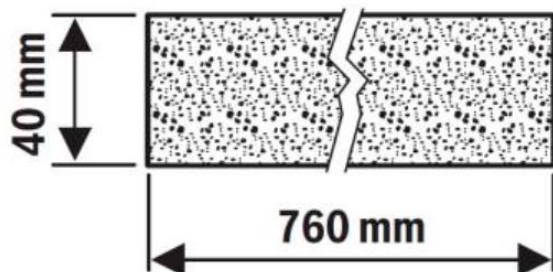
Таблица 6.8 - Основные характеристики шлифовальных лент серий Y580, N480, J455

	Y580	N480 SCM	J455
1	2	3	4
Зерно	Цирконовый корунд	Корунд	Корунд
Верхний слой	Электростатический закрытый	Нет	Электростатический закрытый
Основной слой связующего	Синтетическая смола	Синтетическая смола	Синтетическая смола
Основа	У-ткань	3D волокнистый ворс	У-ткань P80 - P120, JJ-ткань P180 - P240

Окончание таблицы 6.8

1	2	3	4
Дополнительное покрытие	Нет	Нет	Нет
Зернистость	K036 - K180	Грубая, средняя, мягкая	P080-P240
Достоинства	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Высокая производительность съема благодаря зернам из оксида алюминия</li> <li>● Почти полное отсутствие перегревов и отсутствие следов побежалости благодаря специальным добавкам</li> <li>● Долгий срок службы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Надежно обрабатывает даже в труднодоступных местах</li> <li>● Долгий срок службы и высокая производительность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Легко приспособляемы и достаточно гибкие для контуров и изгибов</li> <li>● Превосходное качество обработанной поверхности</li> <li>● Отсутствие перегревов и следов побежалости благодаря специальным добавкам</li> <li>● Долгий срок службы</li> </ul>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Заусенцы, сварные швы, литые и кованые материалы</li> <li>● Общая обработка металлов с плохими свойствами удаления стружки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Для всех видов металла</li> <li>● Зачистка сварочных швов</li> <li>● Финишное шлифование поверхностей</li> <li>● Удаление коррозии с металлов</li> <li>● Удаление цветов побежалости, царапин и загрязнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Изделия из нержавеющей стали (ножи, лопатки турбин, хирургические инструменты), сварочные швы, металлы с плохими свойствами удаления стружки</li> </ul>

## Шлифовальные ленты для GRB 14 CE Professional

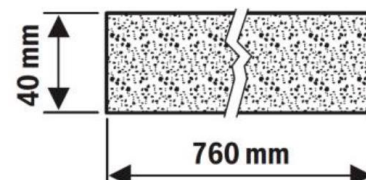
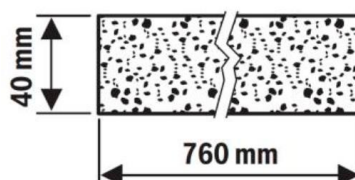
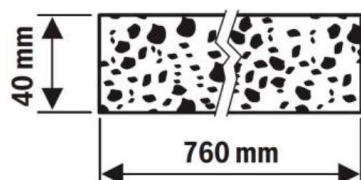


40 x 760; зернистость 40, 60, 80, 120, 180

40 x 760; зернистость 80, 120, 180, 240

а)

б)



40 x 760; крупнозернистая

40 x 760; среднезернистая

40 x 760; мелкозернистая

в)

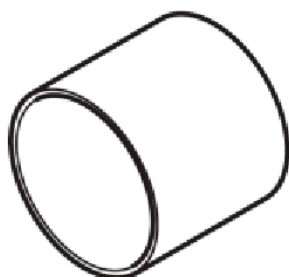
г)

д)

а – серии Y580; б – серии J455; в, г, д – серии N470 SCM

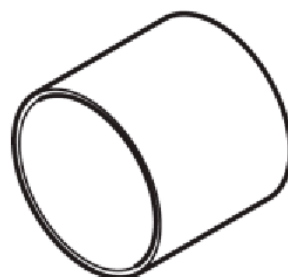
Рисунок 6.34 – Шлифовальные ленты для ленточной шлифмашины для обработки труб GRB 14 CE Professional

## Шлифовальные ленты для GSI 14 CE Professional



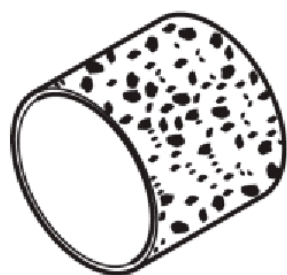
100 x 285

а)



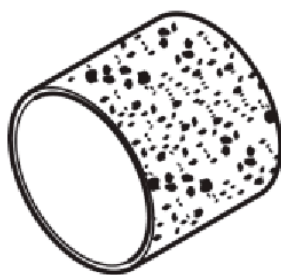
100 x 285

б)



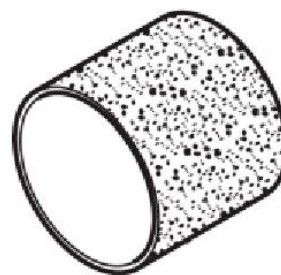
100 x 290; грубая

в)



100 x 290; средняя

г)



100 x 290; мягкая

д)

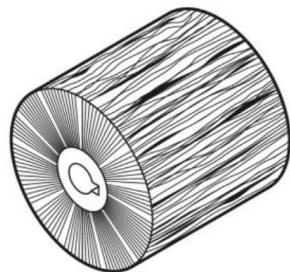
а - серии Y580; б - серии X570; в, г, д – серии N470 SCM

Рисунок 6.35 – Шлифовальные ленты для машины для сатинирования GSI 14 CE Professional

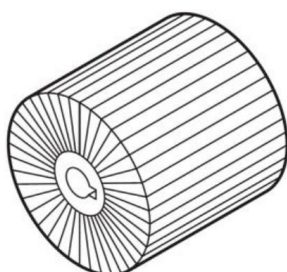
Основные характеристики шлифовальных лент серий X570, N470 приведены в таблице 6.9.

Таблица 6.9 - Основные характеристики шлифовальных лент серий X570, N470

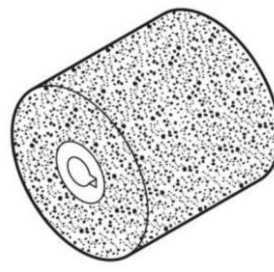
Параметры	X570	N470 SCM
Зерно	Корунд	Корунд
Верхний слой	Электростатический закрытый	Нет
Основной слой связующего	Синтетическая смола	Синтетическая смола
Основа	У-ткань: P036 - P060, Х-ткань: P080 - P400	3D волокнистый ворс
Дополнительное покрытие	Нет	Нет
Зернистость	K036 - P400	Грубая, средняя, мягкая
Достоинства	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Высокая устойчивость кромок</li> <li>● Отсутствие перегревов и следов побежалости благодаря специальным добавкам</li> <li>● Очень высокая производительность и долгий срок службы с различными видами применения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Надежно обрабатывает даже в труднодоступных местах</li> <li>● Долгий срок службы и высокая производительность</li> </ul>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Края сварочных швов, радиусные резцы и промышленные литейные формы, окалины со стальных валов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Зачистка сварочных швов</li> <li>● Мягкое шлифование поверхностей</li> <li>● Удаление коррозии с металлов, цветов побежалости, царапин и загрязнений</li> </ul>



а)



б)



в)



г)



д)

*а – ламельные шлифовальные валики (100x100x19); б – ламельные шлифовальные валики с нетканым материалом (100x100x19); в - шлифовальный валик Fleece (100x100x19); г – резиновые валики (90x100); д – опорный резиновый цилиндр для крепления*

*Рисунок 6.36 – Шлифовальные валики для GSI 14 CE Professional*

### 6.3.2 Закрепляющий материал 10

#### Задание 10.1

#### I. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Ленточными шлифовальными машинами можно шлифовать:

- а) лак;
- б) шпаклёвку;
- в) полимерные материалы;
- г) металл;
- д) дерево.

Ответ:

2. Ленточные шлифмашины **Не** рекомендуется применять для обработки заготовок:

- а) с углами и срезами;
- б) с ровными поверхностями;
- в) вогнутых и выпуклых поверхностей.

Ответ:

#### II. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Ленточные шлифмашины применяются для обработки:

- а) углов и срезов;
- б) ровных поверхностей;
- в) вогнутых и выпуклых поверхностей.

Ответ:

2. При обработке труб, расположенных близко к стене, применяется ленточная шлифовальная машинка марки:

- а) GEF 7 E Professional (электронапильник);
- б) GSI 14 CE Professional;
- в) GRB 14 CE Professional.

Ответ:

### **III. Продолжите предложение:**

1. Ленточная шлифмашинка GRB 14 CE Professional применяется для обработки \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
2. Ленточная шлифмашинка GEF 7 E Professional (электронапильник) применяется для обработки \_\_\_\_\_ .
3. Для шлифования в труднодоступных местах применяется ленточная шлифмашинка \_\_\_\_\_ .



## 6.4 Техника безопасности при работе со шлифовальными машинами

### Важнейшие правила безопасности во время процесса шлифования

Необходимо соблюдать:

- область применения шлифовальных машин, рекомендуемую изготовителем;
- использовать абразивные материалы, рекомендуемые изготовителем;
- использовать оптимальные способы пылеудаления;
- использовать защитные очки;
- использовать средства защиты органов дыхания;
- использовать средства защиты органов слуха.

*Общим признаком шлифовальных машин является линейная скорость (частота вращения) абразивного материала. Если абразивный материал разрушается, обломки разлетаются с высокой скоростью и могут вызвать несчастные случаи с тяжелыми последствиями. Ротационные шлифмашины на основе абразивной шкурки/диска быстро снимают материал и в это время образуется много **пыли**. Во время запуска ротационные шлифмашины с мощными двигателями, работающие с абразивной шкуркой/диском, могут создавать высокие крутящие моменты.*

***Полировальные машины** работают на основе колебательного движения, которое совмещается с вращательным движением. **Безопасны в работе.** Недостаток: *при шлифовании много пыли.**

***У ленточных шлифовальных машин** абразивная лента движется с высокой скоростью. Относительно высокая мощность двигателя в сочетании с сильным снижением скорости производит высокий тяговый момент во вращающейся области шлифования, который заставляет ленточную шлифмашину *стремиться сделать рывок вперед* с высокой скоростью, если оператор слишком сильно нажимает на шлифмашину. Абразивная лента при обратном движении снова входит в кожух инструмента и образуется зазор, который становится **открытым**. В этом случае существует риск, что в устройство могут быть **затянуты**, к примеру, **одежда, шарф** или **пальцы**, особенно когда шлифмашина не находится непосредственно на поверхности обрабатываемой детали.*

Чтобы уменьшить или устранить опасность, вызываемую самопроизвольным продольным ускорением, ленточную шлифмашину необходимо *аккуратно устанавливать на поверхность обрабатываемой детали* и затем за-

пускать, или после запуска двигателя ее нужно надежно удерживать и *не прижимать слишком сильно к поверхности обрабатываемой детали. Ленточные шлифмашины необходимо всегда удерживать и вести обеими руками.*

## 6.5 Проверка степени усвоения материала

### Задание 8.2

#### I. Продолжите предложение:

1. Основные критерии оценки процесса ручной шлифовки:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

2. Качество шлифовки зависит не только от используемого инструмента, но и от:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

3. Качество обработки поверхности зависит от:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

4. Перечислите подвиды угловых шлифовальных машин:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

5. В зависимости от габаритов угловые шлифмашины подразделяются на:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

#### II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Угловые шлифмашины работают с \_\_\_\_\_ числом оборотов.

2. Угловые шлифмашины не пригодны для обработки \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ поверхностей.

3. Одноручные угловые шлифмашины удерживаются \_\_\_\_\_, а \_\_\_\_\_ удерживаются двумя руками.

4. Одноручные угловые шлифмашины применяются для \_\_\_\_\_  
шлифовки, а также для шлифовальных работ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

5. Шлифование поверхности используется для \_\_\_\_\_  
поверхности и подготовки деталей к \_\_\_\_\_.

6. Полировальная машина применяется для \_\_\_\_\_  
обработки поверхности.

7. В качестве полировочных средств в полировальной машине используются насадки из \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ или \_\_\_\_\_.

8. Ленточные шлифмашины оснащены специальной \_\_\_\_\_ лентой.

### III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Обработка угловой шлифмашиной абсолютно ровных поверхностей приводит к образованию:

- а) неровностей;                      б) сколов;  
в) трещин.

Ответ:

2. При обработке поверхностей ленточными шлифовальными машинами шлифовальное движение происходит:

- а) в двух направлениях;      б) в одном направлении;  
в) по диагонали;      г) по кругу.

ОТВЕТ:

3. Прямой шлифовальной машиной заготовки сложной формы обрабатывать:

- а) можно;                      б) нельзя.

Ответ:

4. Цвета побежалости, образующиеся при шлифовании высококачественной стали, под воздействием атмосферных осадков

- а) бледнеют со временем;
- б) в этих местах образуется коррозия;
- в) приобретают цвет стали.

Ответ:

**IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:**

1. Угловую шлифмашину *предпочтительно* использовать для шлифования:

- а) пиломатериала;
- б) камня;
- в) металла;
- г) пластмассы.

Ответ:

2. Шлифовальные средства в полировальных машинах наносятся в виде:

- а) воска;
- б) жидкости;
- в) пасты;
- г) специального раствора;

Ответ:

3. Ручные ленточные шлифмашины можно использовать для шлифовки:

- а) бетона;
- б) древесных материалов;
- в) лакированных поверхностей;
- г) натурального дерева;
- д) металлических поверхностей;
- е) пластика.

Ответ:

4. Полировальную машину можно использовать для полировки:

- а) деревянных поверхностей;      б) лакированных (окрашенных) поверхностей;
- в) металла;      г) пластиковых материалов.

Ответ:

5. Для обработки металла применяются инструменты:

- 1) дрель;      2) перфоратор;
- 3) лобзиковая пила;      4) цепная пила;
- 5) рубанок;      6) вертикальный фрезер;
- 7) шуруповерт;      8) угловая шлифмашина;
- 9) ленточная шлифмашина;      10) прямая шлифмашина;
- 11) отрезная машина;      12) виброшлифмашина;
- 13) эксцентриковая шлифмашина;      14) скобозабиватель;
- 15) ножницы;      16) высечные ножницы;
- 17) алмазная дрель для сверления алмазными коронками.

Ответ:

6. Для обработки металла **Не** применяются инструменты:

- 1) дрель;      2) перфоратор;
- 3) лобзиковая пила;      4) цепная пила;
- 5) рубанок;      6) вертикальный фрезер;
- 7) шуруповерт;      8) угловая шлифмашина;
- 9) ленточная шлифмашина;      10) прямая шлифмашина;
- 11) отрезная машина;      12) виброшлифмашина;

- 13) эксцентриковая шлифмашина; 14) скобозабиватель;  
 15) ножницы; 16) высечные ножницы;  
 17) алмазная дрель для сверления алмазными коронками.

Ответ:

## V. Работа с таблицами:

1. Заполните колонки 2 в таблицах 1, 2:

Таблица 1

	<i>Типы, модели</i>
1	2
Специализированные угловые машины	

Таблица 2

	<i>Важнейшие правила безопасности в процессе шлифования</i>
1	2
Безопасность работы при использовании угловых шлифмашин	

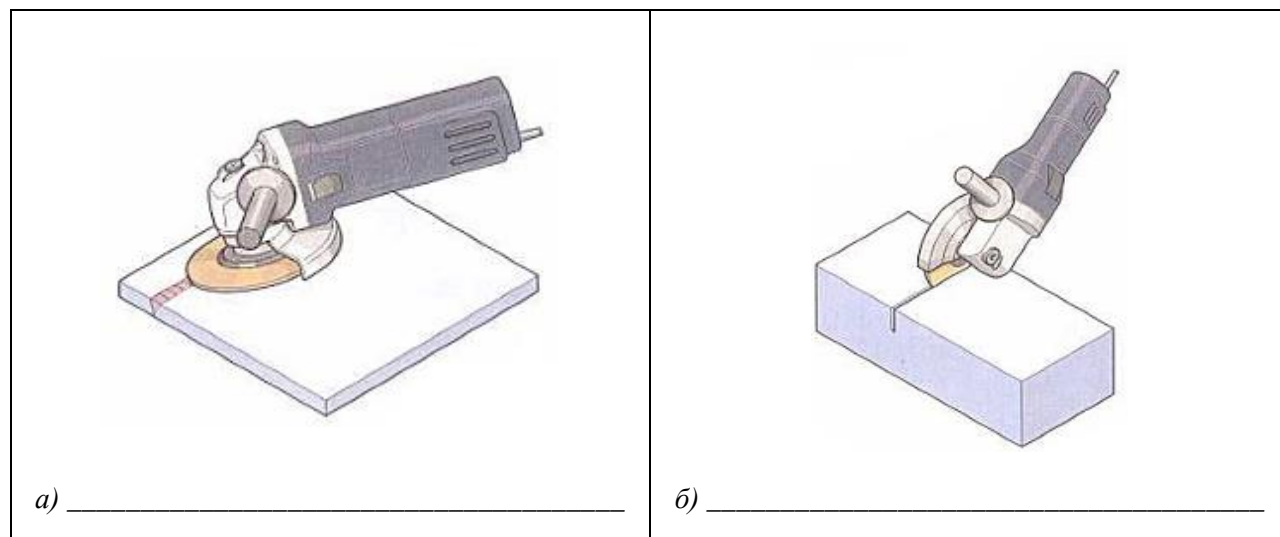
2. Запишите область применения крупногабаритных и малогабаритных прямых шлифовальных машин соответственно (заполните колонку 2 таблицы 3)

Таблица 3

<i>Прямые шлифовальные машины</i>	<i>Область применения</i>
1	2
Крупногабаритные	
Малогабаритные	

## VI. Работа с рисунками:

1. Определите по рисункам вид шлифования и запишите их под буквами а), б):





2. По рисунку «Прямые шлифмашины» определите назначение прямой шлифовальной машины и подпишите под буквами а), б).



**VII. Приведите в соответствие (стрелками) применение ленточных шлифовальных машин и видом обрабатываемой поверхности**

<i>Ленточные шлифовальные машины</i>	<i>Обрабатываемая поверхность</i>
1. Щеточная GSI 14 CE Professional	А. Для обработки нержавеющей стали
2. GRB 14 CE Professional	Б. Для финишной обработки поверхностей.
3. GEF 7 E Professional (электронапильник)	В. Для обработки труб и поручней

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

## 7 ЭРГОНОМИКА

Термин «эргономика» состоит из греческих слов «*ergon*» (работа) и «*nomos*» (закон, правило, наука). На техническом языке это означает «наука об ориентированной на потребителя конструкции рабочих инструментов и оборудования».

Цель эргономики состоит в том, чтобы приспособлять инструмент к человеку, а не человека к инструменту.

**Влияние формы корпуса инструмента.** Дизайн инструмента является наиболее важным фактором, влияющим на «управляемость» и «легкость обслуживания». Следовательно, дизайн является в какой-то мере сопряжением между чистой функцией инструментов и пользователем инструментов.

**Требования к местам захвата инструмента.** Места для захвата инструмента предназначены для удерживания инструмента и применения усилия подачи. Это видно на примере интегрированной и дополнительной рукоятки ударной дрели.

**Функция руки во время сверления:**

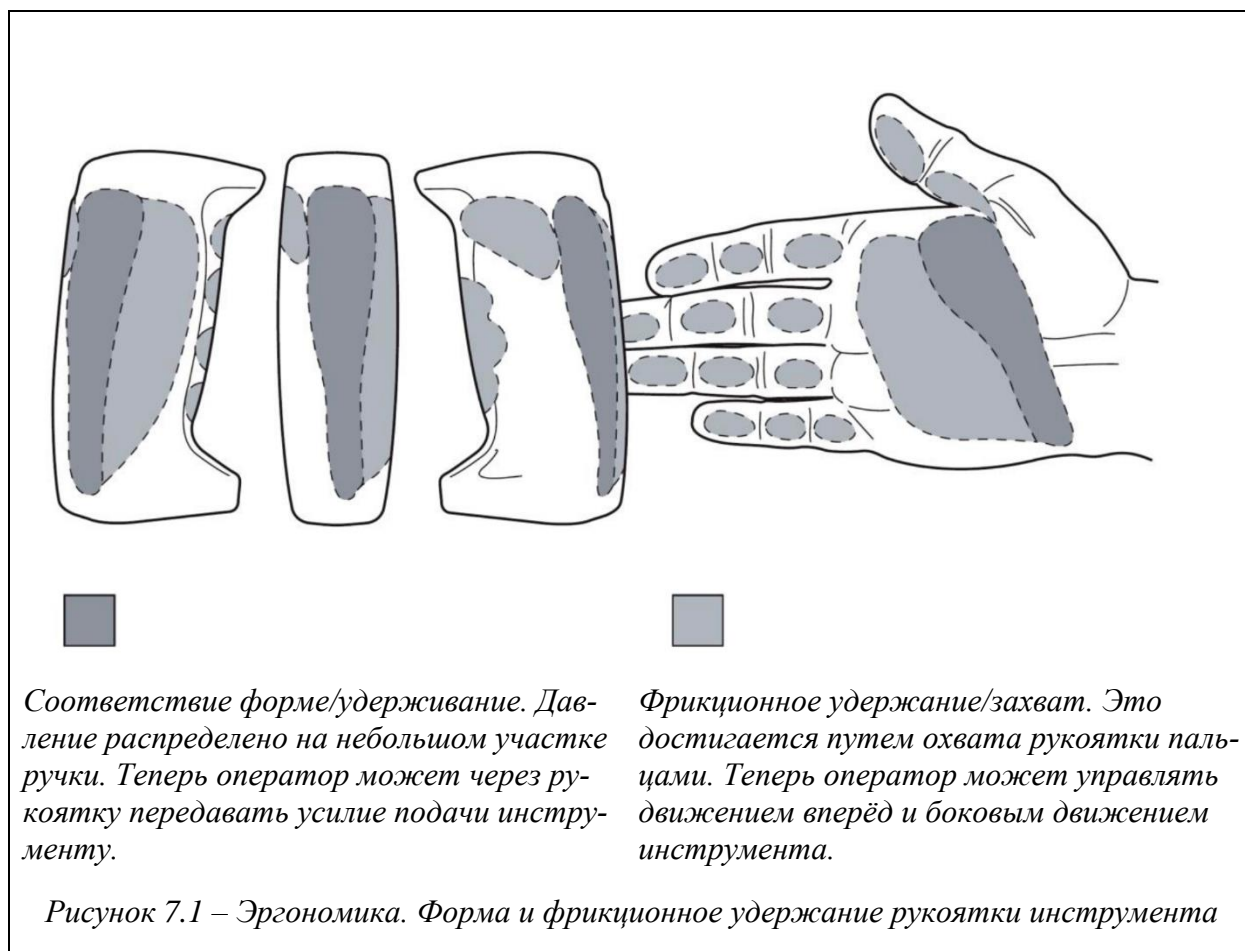
- *держат* инструмент;
- *направлять* его;
- *передвигать* его вперед;
- *переключать* скорость.

Эти функции должны выполняться пользователем инструмента **без прерывания работы, смены хвата или преждевременного утомления**. Поэтому центр внимания *эргономики* инструмента сосредоточен на месте для захвата инструмента.

**Безопасное управление электроинструментом.** Рука должна не только *держат* электроинструмент, она должна *также управлять им*. Поэтому **форма рукоятки важна** во время управления инструментом. Руке необходимо пространство, чтобы двигаться и одновременно крепко *держат* инструмент (рис. 7.1).

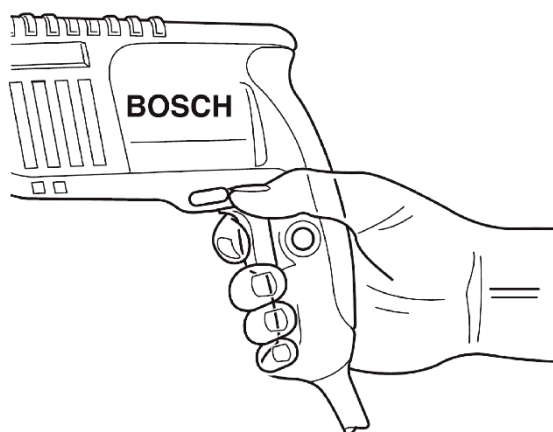
Если требуется *высокое прижимное усилие*, следует применять его **в направлении оси сверла**. Электроинструменты с правильной формой имеют рукоятку *пистолетного типа*, которая *ведет вверх к углублению в месте продолжения оси сверла*, где рука может оказать *прямое давление на вершину сверла с оптимальной передачей силы*.

**Важность поверхности корпуса электроинструмента.** Гладкие поверхности неудобны для работы, руки неприятно «приклеиваются» к рукоятке инструмента, и в случае работы потными, загрязненными маслом или сальными руками или перчатками, уже нельзя надежно удерживать инструмент. Слегка шершавая и структурированная поверхность обеспечивает хороший безопасный захват инструмента и позволяет коже «дышать». Воздух между кожей и поверхностью электроинструмента предотвращает формирование пота.



Мягкие поверхности можно получить, покрывая место для захвата инструмента **эластомерами**. Таким образом, надежно поглощается вибрации. В результате, с одной стороны, снижается усталость, а, с другой стороны, предотвращается вред здоровью работающему.

**Важность расположения элементов управления.** Безопасная работа требует, чтобы электроинструмент можно было **безопасно включать и выключать** в любом рабочем положении. В электроинструментах правильное конструктивное **сочетание рукоятки и переключателя** позволяет легко протянуть пальцы в направлении переключателя, находить его даже «вслепую», одновременно **удерживая и направляя электроинструмент** (рис. 7.2).



*Рисунок 7.2 – Эргономика. Местоположение переключателей:*

*Пальцы могут достигнуть удобно расположенных переключателей без необходимости «разыскивать» их. Указательный палец может управлять рукояткой реверса и включать и выключать питание. Большой палец управляет кнопкой блокировки и рукояткой реверса.*

**Безопасное управление устройством.** Оптимальные позиции захвата обеспечивают безопасное управление устройством и помогают управлять крутящими усилиями.

## 8 ОХРАНА ТРУДА

### 8.1 Влияние личностных факторов на безопасность

На безопасность во время применения электроинструментов существенно влияют следующие факторы:

- *соблюдение инструкции по эксплуатации;*
- *эргономика;*
- *тип инструмента;*
- *стесненные условия;*
- *усталость;*
- *отношение к труду;*
- *недостаток опыта;*
- *режим работы;*
- *алкоголь.*

При работе с электроинструментами необходимо учитывать все факторы, влияющие на безопасность работ и необходимо выполнять следующие правила:

**а) инструкции по эксплуатации:** перед первым применением нового технического устройства необходимо всегда внимательно *читать и соблюдать* требования руководства *по эксплуатации и инструкций техники безопасности;*

**б) эргономика:** необходимо использовать только такие инструменты, которые *удобно лежат в руке*, которыми легко работать, и которые *обладают наименьшим шумом, тепловыделением и вибрацией;*

**в) тип инструмента:** необходимо выбирать наиболее *подходящий для работы инструмент и использовать его только с разрешенной оснасткой;*

**г) стесненные условия работы:** необходимо *устранить стесненные условия работы*. По возможности демонтировать детали для последующей обработки. *Рабочее место или стол освободить от нагромождений*. Если нет возможности устранить стесненные условия, то необходимо принять меры для обеспечения *устойчивого положения и безопасного обращения с инструментом;*

**д) усталость:** работа с электроинструментом требует физического и умственного отдыха. Необходимо *делать регулярные перерывы*, чтобы улучшить качество работы и, прежде всего, *увеличить безопасность;*

**е) отношение к труду:** не вымещать плохое настроение на производственном задании или детали, инструменте или технологической оснастке;

ж) **недостаток опыта:** необходимо повышать квалификационный уровень через специализированные профессиональные курсы, специальную и техническую литературу, наставничество более опытных специалистов;

з) **режим работы:** необходимо выполнять каждое производственное задание с таким же вниманием, как и в первый раз. Реагировать на **отвлечения только после отключения электроинструмента**;

и) **алкоголь:** запрещается работа с электроинструментами под влиянием алкоголя, лекарств или наркотиков.

**Безопасность рабочего места.** Только безопасное рабочее место может гарантировать работу без несчастных случаев. Для обеспечения безопасности на рабочем месте важны следующие критерии:

- **порядок на рабочем месте;**
- **подключения к электросети;**
- **освещение рабочего места;**
- **противопожарная защита.**

**Уборка рабочего места.** Порядок на рабочем месте способствует хорошему обзору и, следовательно, безопасности. Можно сразу найти инструменты (оснастку), вспомогательные средства и материалы, что устраняет потерю рабочего времени.

**Подключения к электросети.** Для работы с электроинструментами следует предусмотреть достаточно возможностей для подключения к электросети, чтобы **исключить до минимума использование удлинителей** (и возможность прерывания). При работе с электроинструментом в стационарном режиме особенно важно **наличие одного или нескольких аварийных выключателей**.

**Освещение рабочего места.** Точность и надежность работы возможны лишь при достаточной освещенности. При выборе и установке осветительного прибора необходимо **учитывать возможность образования тени или должны подключаться к разным фазам сети переменного тока**. Так можно избежать стробоскопического эффекта из-за мерцания, который при определенном числе оборотов может симулировать остановку используемого инструмента.

**Противопожарная защита.** Пожар может возникнуть по разным причинам, вначале часто незаметным, **от искры** (например, при шлифовке металла). Лучшая профилактика – чистое, убранное рабочее место, тщательная подготовка к работе, например, **установка защитных экранов, заслонок**. **В мастерских, на рабочих местах необходимо устанавливать огнетушители.**

## 8.2 Меры пассивной безопасности

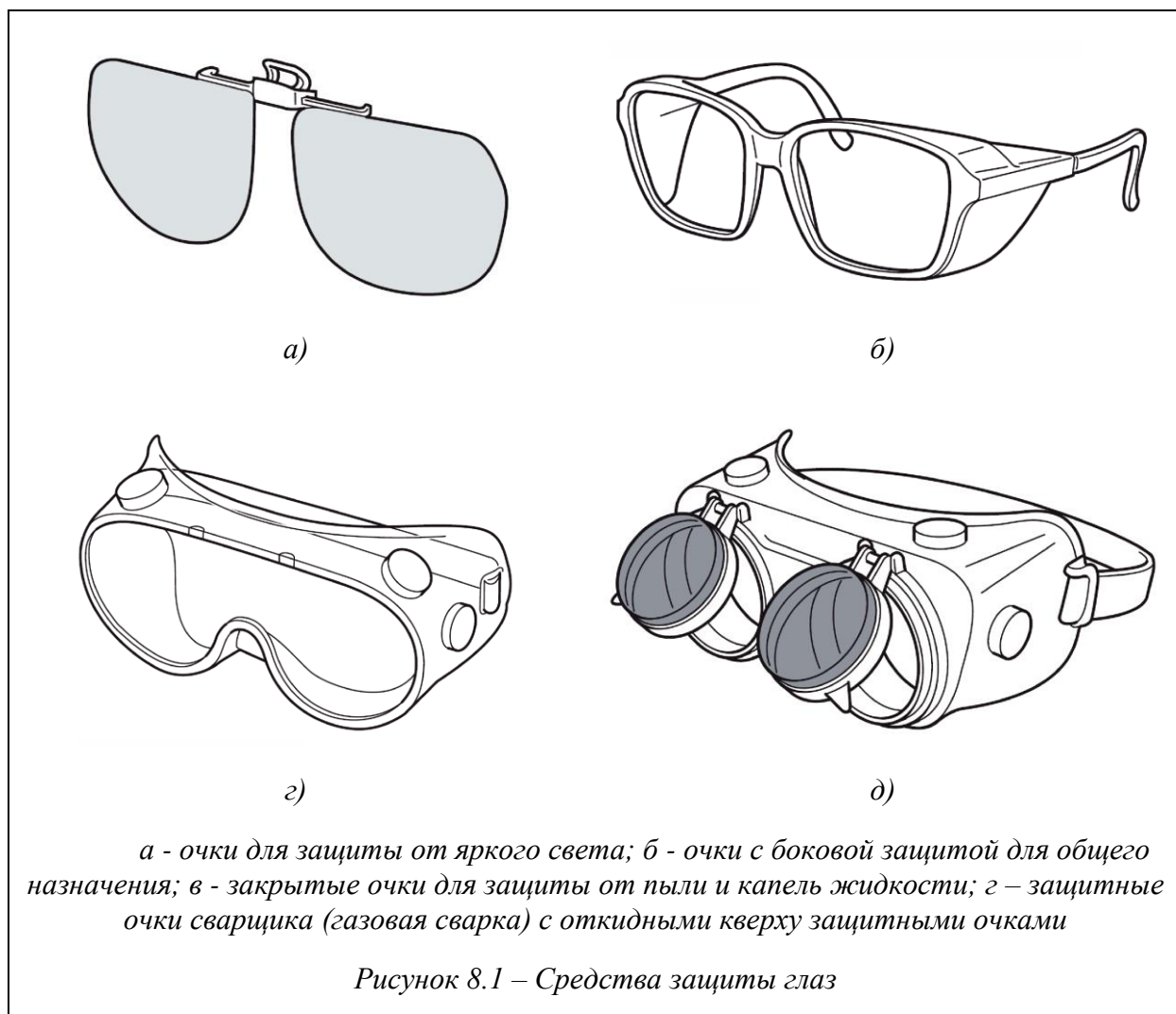
Чтобы обеспечить *безопасные условия* работы электроинструментами компании **BOSCH**, необходимо *придерживаться рекомендуемой изготовителем* области применения и работы инструментом в соответствии с руководством по эксплуатации. *Необходимо обязательное соблюдение инструкций по технике безопасности при работе с электроинструментами.* Кроме того, работающему с электроинструментом необходимо принимать меры обеспечения **пассивной** безопасности – надевать *защитные очки (рис. 8.1)* при выполнении *деревообрабатывающих технологических* заданий. Меры пассивной безопасности защищают пользователя *от опасных и вредных* факторов, неизбежно связанных с производственной деятельностью. К ним относятся: **пыль, осколки, шум.**

### Средства защиты глаз

Средствами для защиты глаз являются защитные очки и защитные маски от пыли и частиц материала (см. таблицу 8.1).

Таблица 8.1 - Области применения систем защиты глаз

Вредные факторы	Виды очков	Смотровое стекло или экраны
Механические частицы	Защитные очки в оправе с боковой защитой	Защитные экраны с эффектом или без эффекта фильтра
Грубая пыль более 5 мкм	Закрытые защитные очки, мягкая подгонка по размеру	Защитные экраны без эффекта фильтра
Мелкая пыль менее 5 мкм	Закрытые защитные очки, мягкая подкладка, газонепроницаемое пространство для глаз	Защитные экраны без эффекта фильтра
Капающие и брызгающие жидкости	Закрытые защитные очки, мягкая подгонка по размеру	Защитные экраны без эффекта фильтра
Защита от солнца	Защитные очки в оправе	Смотровые экраны с эффектом фильтра



## Защита рук

Руки в процессе работы наиболее подвержены опасности и должны быть защищены от:

- механических опасностей;
- тепловых воздействий;
- химических воздействий.

*Руки лучше защищать перчатками, материал, конструкция и качество которых должны идеально обеспечивать оптимальную безопасность, не препятствуя при этом работе рук. Их тип и материалы выбирают в соответствии с необходимой целью защиты (см. таблицу 8.2). Нельзя надевать защитные перчатки во время работы, в которой используется вращающаяся оснастка, так как материал перчатки может зацепиться и быть затянут во вращающиеся детали инструмента.*



Таблица 8.2 - Свойства защитных перчаток

Перчатка	Свойства			Долговечность
Материал	Эластичность	Прочность на истирание	Прочность на прокол	Озон / солнечный свет
Натуральный латекс	+++			
Нитрил	++	+++	+++	0
Неопрен	++			+++
ПВХ	+			
<p>0 - не применяются</p> <p>+</p> <p>++ - средние свойства</p> <p>+++ - высокие свойства</p>				

### Защита дыхательных путей (органов дыхания)

Во время шлифования шкуркой и диском, пиления и любой обработки древесины, связанных с пылью, необходимо защитить органы дыхания респираторами, полумасками, полными масками (в зависимости от выполняемого задания) и являются обязательным. На рисунке 8.2 показаны виды средств защиты органов дыхания.



Украшения являются опасным фактором, так как могут быть затянuty инструментом. Поэтому ношение украшений во время производственного процесса, особенно колец (также и обручальных колец) может представлять собой крайнюю угрозу безопасности.

Виды травм кожи и причины их появления приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Травмы кожи

Повреждение кожи	Эффект	Длительность воздействия	Вызывается составами
Дегенеративное	Разрушение кислотного защитного слоя	Продолжительный или периодический контакт	Кислоты, едкие вещества, чистящие средства, органические растворители, смазки, масло
Токсическая контактная экзема	Разрушение кожи	Зависит от длительности контакта и концентрации	Концентрированные кислоты и едкие вещества
Аллергическая экзема кожи	Сенситивность	Возможно при первом контакте в зависимости от восприимчивости	Добавки к смазкам, производные латекса, скипидар, древесная смола, компоненты синтетической смолы, хром, никель, кобальт
Отравления	Всасывание в кожу (токсичные вещества попадают в тело через кожу)	Продолжительный или периодический контакт	Анилины, карболовая кислота, бензол, пестициды и антисептик для древесины, антисептическая краска
Микротравмы	Попадание грязи и бактерий	Продолжительный или периодический контакт	Металлические опилки, шлифовальная пыль, загрязненные охлаждающие жидкости

### **Защита от шума**

Длительное воздействие громкого шума на человеческий слух вредно сказывается на здоровье человека. Последствия шума особенно коварны

и опасны. Повреждение чувствительных органов слуха постепенно накапливается и происходит необратимо.

Шум от электроинструментов можно свести к минимуму конструктивными мерами, возникающий в особенности при:

- *применении ударных и шлифовальных электроинструментов;*
- *абразивной отрезке;*
- *тилении.*

Необходимо надевать средства защиты органов слуха, такие как:

- *беруши;*
- *защитные наушники.*

Средства защиты органов слуха, их свойства, преимущества и недостатки приведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Средства защиты органов слуха

Средство защиты	Применение	Ослабление	Свойства	Преимущества	Недостатки
Беруши	В слуховом канале	20-30 дБ	Предварительно отформованные или формуемые разъемы	Маленькие, малый вес, подгоняется каждый в отдельности	Постоянно дезинфицировать
Противошумные наушники	Как наушники	35-45 дБ	Закрывает все ухо	Большой размер хорошо компенсирует давление во время разговора	Могут быть неудобными, если неправильно отрегулированы
Противошумный шлем	Как мотоциклетные шлемы	35-45 дБ	Закрывают и голову и уши	Комбинированная защита головы и органов слуха	Тяжелый, неудобный в теплой среде
Противошумные костюмы	Как комбинезоны	Более 45 дБ	Закрывает все тело	Очень хорошее ослабление чрезмерного шума	Требует больших затрат

### Защитная одежда

Защитная одежда подбирается в зависимости от выполнения конкретного технологического задания. Цель защитной одежды состоит в том, чтобы защитить человека от воздействия на него рабочих факторов (и влияния погодных условий). К защитной одежде относятся:

- *передники;*
- *куртки;*
- *брюки;*
- *комбинезоны;*
- *ботинки;*
- *шлемы.*

*Символические обозначения средств индивидуальной защиты по охране труда приведены в **приложении И**.*

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

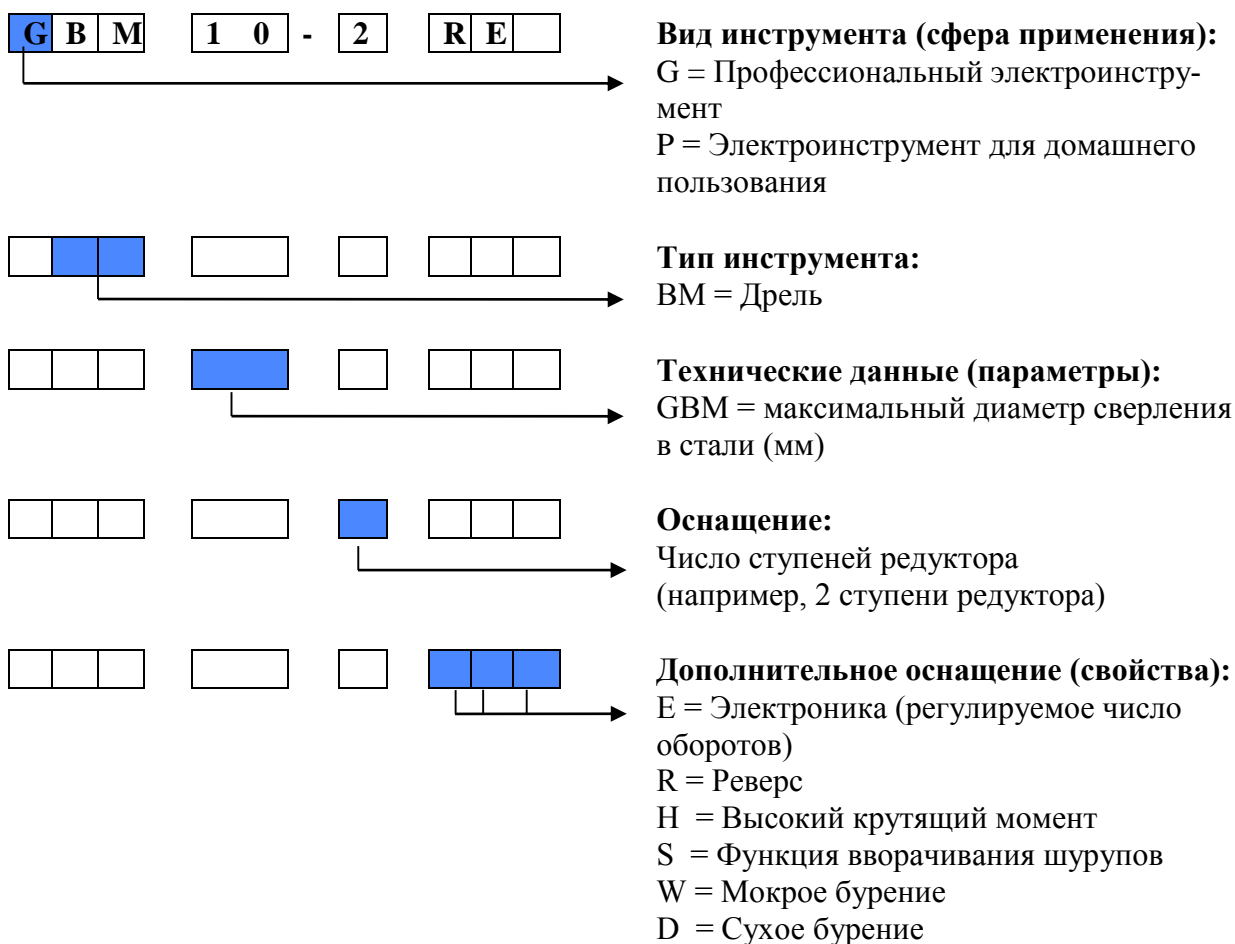
### Расшифровка обозначений инструментов Bosch

Обозначение каждого инструмента состоит из буквенно-цифровой последовательности из трех или четырех групп, в котором отражены его вид, тип, параметры производительности, оснащение и дополнительное оснащение.

В первую очередь разработчики компании разделили все инструменты Bosch на категории *потребителей*: для **профессионалов** и для **домашних мастеров**. Это определяется и **цветовой гаммой**.

**Профессиональный инструмент (синего цвета)** – инструмент, который используется на производстве и рассчитан на большие нагрузки и на работу в более жестких условиях эксплуатации.

Пример:



## Вид инструмента (сфера применения)

<b>G</b>	Gewerbliches Elektrowerkzeug <b>Профессиональный электроинструмент, Bosch синий</b>
<b>P</b>	Heimwerkzeug (Profiwerkzeug) <b>Электроинструмент для домашнего пользования, Bosch зеленый</b>
<b>A</b>	Außenbereichswerkzeug, Gartenwerkzeug <b>Инструменты для работ вне помещений, садовые инструменты</b>
<b>D, V</b>	<b>Измерительный инструмент</b>

## Тип инструмента

В названиях электроинструментов Bosch отображаются начальные буквы словосочетания названий инструментов на немецком языке.

<b>AS</b>	<b>AbS</b> auggerät	Универсальный пылесос (Absaugsysteme)
<b>BH</b>	<b>BohrH</b> ammer	Перфоратор
<b>BM</b>	<b>BohrM</b> aschine	Дрель
<b>BS</b>	<b>B</b> and <b>S</b> chleifer	Ленточная шлифмашина
<b>CD</b>		<b>Отрезная машина по металлу</b>
<b>CM</b>	<b>C</b> ut- <b>M</b> achine	Пила панельная
<b>DA</b>	<b>D</b> elt <b>A</b> schleifer	Дельташлифмашина
<b>DR</b>	<b>D</b> rehschlagschraube <b>R</b>	Ударный гайковерт
<b>DS</b>	<b>D</b> rehschlag <b>S</b> chrauber	Импульсный гайковерт
<b>DX</b>		<b>Универсальный гайковерт</b>
<b>EF</b>	<b>E</b> lektro <b>F</b> eile	<b>Электронапильник</b>
<b>EX</b>	<b>E</b> Xzentrerschleifer	Эксцентриковая шлифмашина
<b>FF</b>	<b>F</b> lachdübel <b>F</b> räse	Плоскодюбельная фрезерная машина
<b>FS</b>	<b>F</b> einschnitt <b>S</b> äge	Стусловая электроножовка
<b>FZ</b>	<b>F</b> uchsschwan <b>Z</b> säge	Столярная электроножовка
<b>GS</b>	<b>G</b> erad <b>S</b> chleifer	Прямая шлифмашина
<b>HO</b>	<b>H</b> Obel	Рубанок
<b>KE</b>	<b>K</b> Ettensäge	Цепная электропила
<b>KF</b>	<b>K</b> anten <b>F</b> räse	Кромочный фрезер
<b>KS</b>	<b>K</b> reis <b>S</b> äge	Ручная циркулярная пила
<b>MB</b>	<b>M</b> agnet <b>B</b> ohrständer	Магнитная стойка сверлильного станка
<b>MF</b>	<b>M</b> ultifunktions <b>F</b> räse	Универсальная фрезерная машина
<b>NA</b>	<b>N</b> Ager	Высечные ножницы
<b>OF</b>	<b>O</b> ber <b>F</b> räse	Вертикальная фрезерная машина
<b>OP</b>	<b>O</b> szillierende <b>P</b> räzisionssäge	Универсальный резак
<b>PO</b>	<b>P</b> Olierer	Полировальная машина
<b>RB</b>	<b>R</b> ohr <b>B</b> andschleifer	<b>Ленточная машина для обработки труб</b>
<b>RW</b>	<b>R</b> ühr <b>W</b> erk	Электромешалка
<b>SA</b>	<b>S</b> Abelsäge	Ножовка (сабельная)
<b>SB</b>	<b>S</b> chlag <b>B</b> ohrmaschine	Ударная дрель-шуруповёрт
<b>SC</b>	<b>S</b> Chere	Ножницы
<b>SF</b>	<b>S</b> chlitz <b>F</b> räse	Шлицефрезерная машина

<b>SI</b>	<b>SatInierer</b>	<b>Машина для сатинирования (щеточная шлифмашина)</b>
<b>SM</b>	<b>SchleifMaschine</b>	Шлифмашина
<b>SR</b>	<b>SchRauber</b>	Дрель-шуруповёрт (Schlagbohrschrauber)
<b>SS</b>	<b>SchwingSchleifer</b>	Виброшлифмашина
<b>ST</b>	<b>STichsäge</b>	Лобзиковая пила
<b>SZ</b>	<b>SchlitZschere</b>	Шлицевые ножницы
<b>TA</b>	Säge <b>Tisch-Anschlag</b>	Рабочий стол
<b>TS</b>	<b>Tisch-KreisSäge</b>	Настольная дисковая пила
<b>WB</b>	<b>WinkelBohrmaschine</b>	Угловая дрель
<b>WI</b>	<b>WIinkelSchrauber</b>	Угловой шуруповёрт
<b>WS</b>	<b>WinkelSchleifer</b>	Угловая шлифмашина

### Особенность стационарных инструментов

Из-за большой доли экспорта обозначения стационарных инструментов даны на английском языке:

<b>BG</b>	<b>Bench Grinder</b>	Точило с двумя шлифкругами
<b>CM</b>	<b>Compound Mitre Saw</b>	Торцовочная пила
<b>CM/S</b>	<b>Compund Mitre Saw Sliding</b>	Панельная пила
<b>CO</b>	<b>Cut-Off-Machine</b>	Отрезная машина
<b>TM</b>	<b>Table Mitre Saw</b>	Торцовочная пила с рабочим столом
<b>TS</b>	<b>Table Saw</b>	Настольная дисковая пила

### Технические данные (параметры производительности)

Для дрелей: GBM = максимальный диаметр сверления в стали (мм).

Для дрелей-шуруповёртов: Максимальный диаметр шурупов (мм).

Для ленточных шлифмашин: Ширина шлифленты (в мм).

Для ленточных шлифмашин GEF, GRB и GSI: Потребляемая мощность в Вт (число/100).

Для лобзиковых пил: Максимальная глубина пропила в древесине (мм); у аккумуляторных инструментов – рабочее напряжение в вольтах.

Для ножовок, столярных электроножовок, цепных электропил: Потребляемая мощность (Вт), у GKE длина пильной шины (мм) число/10; (у аккумуляторных инструментов – рабочее напряжение в вольтах).

Для стусловой ножовки: Потребляемая мощность в Вт.

Для циркулярных пил: Максимальная глубина пропила в древесине при пилении под углом 90° в мм (у аккумуляторных инструментов – рабочее напряжение в вольтах).

Для панельных, торцовочных, комбинированных, настольных дисковых пил: Диаметр пильного полотна в дюймах (8" = 200 мм; 10" = 254 мм; 12" = 305 мм).

Для шлифовальных инструментов: GSS = Размер шлифовальной бумаги в мм (возможны также данные в см); GEX = Диаметр шлифовальной бумаги в мм; GDA = Потребляемая мощность в Вт.

Для угловых шлифмашин: Потребляемая мощность в Вт (число/100). У аккумуляторных инструментов – рабочее напряжение в вольтах.

Для прямой шлифмашины: Максимальное число оборотов в об./мин. (число/1000).

Для рубанков: Максимальная толщина (глубина) стружки (мм) (число/10); (у аккумуляторных инструментов – рабочее напряжение в вольтах).

Для фрезерных машин: Потребляемая мощность в Вт.

Для универсальных пылесосов: Вместимость брутто (л).

### Оснащение

Для дрелей: Число ступеней редуктора (например, 4 ступени редуктора).

Для дрелей-шуруповёртов: Число оборотов (число x 100 об./мин).




Для угловых шлифмашин: Диаметр шлифовального круга (мм).

Для рубанков: Рабочая ширина (мм).

Для универсальных пылесосов: M – защита от пыли по классу M (L – защита от пыли по классу L);

SFC – полуавтоматическая чистка фильтра (AFC – автоматическая чистка фильтра).

### Дополнительное оснащение (свойства)

Буква	Пиктограмма	Дополнительное оснащение
<b>A</b>		<b>Удаление пыли</b> (Absaugereinheit) встроенная система пылеудаления. Удаление пыли непосредственно на инструменте в пылесборный мешок и/или универсальным пылесосом.
<b>B</b>		<b>(Bügel) бугельная рукоятка</b> (рукоятка-скоба) (закрытая форма рукоятки) для лобзикопилы и угловых шлифмашин (для УШМ, кроме серии LVI); Тормоз выбега (для ножовок, столярных электроножовок, цепных пил)
<b>C</b>		<b>Электроника постоянства</b> (Constant-Electronic) поддержание числа оборотов на постоянном уровне при повышении нагрузки
<b>D</b>		<b>(Drehstopp zum Meißeln) блокировка вращения</b> (функция долбления) для перфораторов
<b>E</b>		<b>Управляющая электроника</b> (Elektronic) регулировка скорости вращения. Выбор числа оборотов для любого вида работ



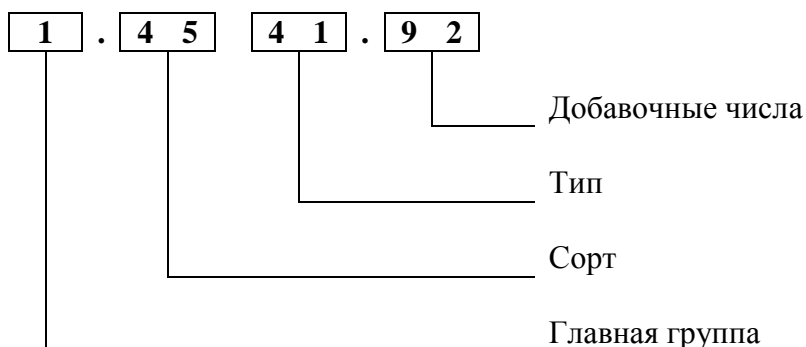
<b>F</b>		<b>(Futter) сменный сверлильный патрон</b> Быстрая смена патрона SDS-plus на быстрозажимной сверлильный патрон
<b>G</b>		<b>Тепловая защита от перегрузки</b>
<b>H</b>		<b>(Handgriff) прямая рукоятка</b> (для дрелей – высокой крутящий момент; для УШМ - открытая (стандартная) форма рукоятки, кроме серии LVI)
<b>I</b>		<b>Система KickBack Stop</b> (Intellegent) Распознавание блокировки круга и немедленное отключение двигателя для обеспечения максимальной безопасности
<b>J</b>		<b>Ограничение пускового тока</b> Электроника ограничения пускового тока для безопасного пуска (плавный пуск)
<b>L</b>		<b>(Leistungsstark) малый вес, высокопроизводительный</b> (наибольшая мощность на единицу веса в своем классе). Лазер – у лобзиковых пил и стационарных пил
<b>M</b>		<b>Система антистатика</b> (для пылесосов)
<b>P</b>		<b>Маятниковое движение пильного полотна</b> (Pendelung) во второй части буквенной кодировки, наличие маятника. Регулируемое трех- или четырехступенчатое маятниковое движение пильного полотна.
<b>P</b>		<b>Выключатель PROtection</b> (для новой серии угловых шлифмашин) Выключатель PROtection отключает двигатель сразу после отпускания кнопки: надежность, оптимальное удобство в использовании и надежная защита пользователя.
<b>R</b>		<b>Реверс</b> (Revers) реверс, переключение вращения справа налево и наоборот (для заворачивания и выворачивания шурупов).
<b>S</b>		<b>Функция вворачивания шурупов</b> Блокировка удара
<b>Set</b>		С отрезным столом в комплекте поставки (для стусловой ножовки)
<b>T</b>		<b>Система Torque-Control</b> Регулировка крутящего момента. Предварительный выбор крутящего момента для равномерного заворачивания шурупов. Для дрелей-шуруповёртов – ограничение глубины заворачивания.
<b>Turbo</b>		<b>Турборежим</b> (режим грубого шлифования) – у эксцентриковых шлифмашин.
<b>V</b>		<b>Система Vibration-Control</b> (Vibration-Control) специальная система для защиты от вибрации (запатентованная система гашения вибрации).
<b>X</b>		<b>Система торможения</b> Система торможения круга (Bosch Brake-System). Тормоз сокращает время выбега диска на 80%.

В большинстве инструментов многие функции не обозначены и традиционно уже идут по умолчанию. Например, новый перфоратор Bosch **GBH 2-24 D**, имеет функцию реверса, регулировки оборотов, а перфоратор Bosch **GBH 2-24 DF** еще и сменный патрон. По схеме, можно предположить, название выглядело бы следующим образом: перфоратор GBH 2-24 DFRE. Так как наличие функции реверс (**R**) и регулировки оборотов (**E**) в профессиональных инструментах стало стандартом, их обозначения в названиях новых инструментов не приводится.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

### Обозначение металлов по номерам материалов DIN 17007 (упрощено)

Маркировка



**Пример: 1.4541.92**

Сталь

Нержавеющая сталь

Тип 41

Электротехническая сталь, с мягким отжигом

Главная группа	Числовой индекс
Железо	0
Сталь	1
Цветные – тяжелые металлы	2
Легкие металлы	3
Неметаллы	4–8
Маркировка предприятия-изготовителя	9

Сортовые классы	Числовой индекс
Основное качество	00
Конструкционные стали, общего назначения	01; 02
Качественные стали	03 ... 07
Качественные стали, легированные	08; 09
Специальные стали	10
Конструкционные стали	11
Конструкционные стали	12
Инструментальные стали	15 ... 18
Инструментальные стали	20 ... 28
Быстрорежущие стали	32; 33
Износостойкие стали	34
Стали для подшипников качения	35

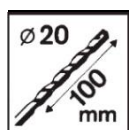
Специальные материалы из железа	36 ... 39
Нержавеющие стали	40 ... 45
Жаростойкие стали	47; 48
Высокотемпературные металлы	49
Конструкционные стали	50 ... 84
Азотированные стали	85
Специальные стали	90 ... 99

<b>Добавочные числа</b>	<b>Числовой индекс</b>
не определено	0
Томасовская сталь, кипящая	1
Томасовская сталь, спокойная	2
Сталь, кипящая	3
Сталь, спокойная	4
Мартеновская сталь, кипящая	5
Мартеновская сталь, спокойная	6
Сталь с кислородной продувкой, кипящая	7
Сталь с кислородной продувкой, спокойная	8
Электротехническая сталь	9
не определено	0
с отжигом	1
с мягким отжигом	2
с термообработкой	3
улучшенная до вязкости	4
улучшенная	5
улучшенная твердая	6
холоднодеформированная	7
холоднодеформированная до пружинной твердости	8
специальная обработка	9

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### (справочное)

#### Символические обозначения сверл и сверлильных патронов



Диаметр и рабочая длина в мм



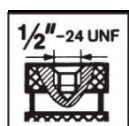
Сверло с твердосплавной пластиной



Высокопроизводительное спиральное сверло из быстрорежущей стали



Сверло по дереву из хромованадиевой стали



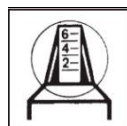
Сверлильный патрон - присоединительная резьба 1/2" с шагом 24 UNF (United National Fine - стандарт США для резьбы с мелким шагом)



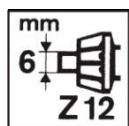
Вращение вправо - влево



Фиксация зажимным усилием для кулачкового сверлильного патрона



Линейное изменение размеров для кулачков сверлильного патрона



Ключ для сверлильного патрона с цилиндрическим концом диаметром 6 мм и 12 зубьями



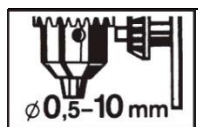
Дрель ударного действия



Фиксация зажимным усилием в быстрозажимном сверлильном патроне



Не подходит для сверления с ударом



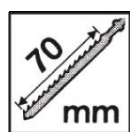
Кулачковый сверлильный патрон для крепления сверл диаметром от 0,5 до 10 мм



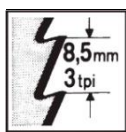
Быстрозажимной сверлильный патрон для крепления сверл диаметром от 0,5 до 10 мм

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное)

### Символические обозначения пильных полотен для лобзиковых пил и видов пропилов



Рабочая длина. Полотно лобзиковой пилы



Шаг зубьев пильного полотна



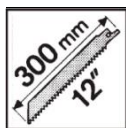
Рифление с зернистостью 30



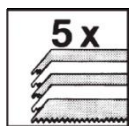
Биметаллическое полотно



Отшлифованное пильное полотно



Общая длина пильного полотна



Количество пильных полотен (в упаковке)



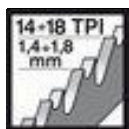
Рашпиль (для дерева)



Напильник (для металла)



Щетка для сабельной ножовки и электрической ножовки



Количество зубьев на дюйм (TPI) + шаг зубьев



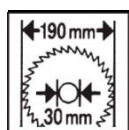
Точный угловой пропил



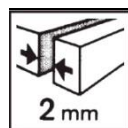
Запатентованная геометрия зубьев «2x2 Tooth Geometry»

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д (справочное)

### Символические обозначения пильных дисков



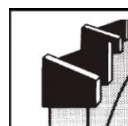
Размеры, наружный диаметр и диаметр посадочного отверстия в мм



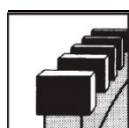
Ширина пропила в мм



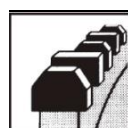
Максимальная обрабатываемая толщина материала в мм



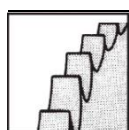
Переменное чередование зубьев (с твердосплавными вставками)



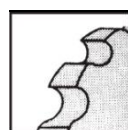
Плоские зубья пилы (с твердосплавными вставками)



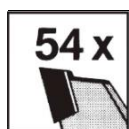
Трапецевидные/плоские зубья пилы (с твердосплавными вставками)



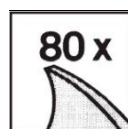
Пильный диск с остроугольными зубьями из стали



Пильный диск с шведскими зубьями из стали



Количество зубьев на пильном диске с твердосплавными вставками



Количество зубьев на пильном диске из стали с остроугольными зубьями



Количество зубьев на пильном диске из стали с шведскими зубьями

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е (справочное)

### Принадлежности для ножниц Bosch

*Пуансоны и матрицы для криволинейных, прямых или комбинированных пропилов с помощью высечных ножниц Bosch.*

- Для простого выполнения узких криволинейных пропилов или сложных вырезов в различных листовых материалах.

Высечные ножницы Bosch в сочетании с соответствующими пуансонами незаменимы при выполнении сложных вырезов и криволинейных пропилов в узких местах - абсолютно без деформации металла.

### Принадлежности для высечных ножниц Bosch

#### Пуансоны

Пуансон для криволинейных и прямых пропилов



*Рисунок Е.1 - Пуансон для криволинейных пропилов для GNA 2,0 Professional  
(код для заказа - 2 608 639 013)*



*Рисунок Е.2 - Пуансон для прямых пропилов для GNA 2,0 Professional  
(код для заказа - 2 608 639 016)*





*Рисунок Е.3 – Универсальный пуансон для GNA 2,0 Professional  
(код для заказа - 2 608 639 022)*

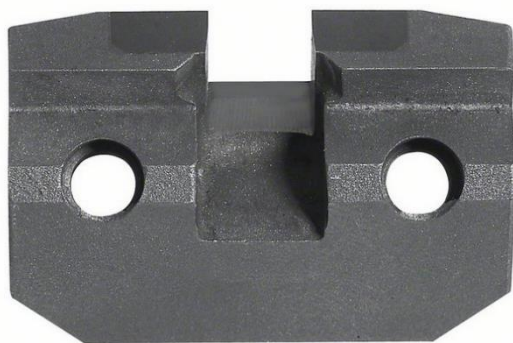


*Рисунок Е.4 – Пуансоны для прямых пропилов для GNA 3,5 Professional  
(код для заказа - 2 608 639 025)*

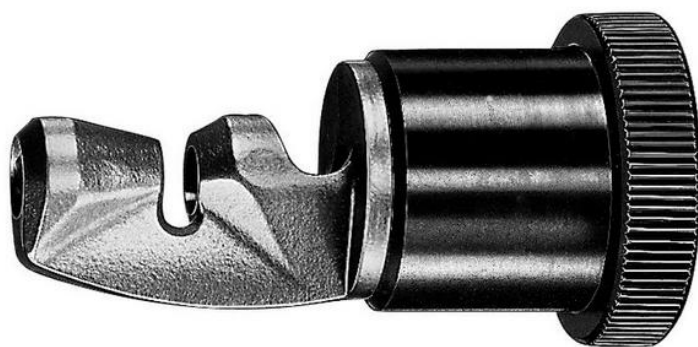
## Матрицы



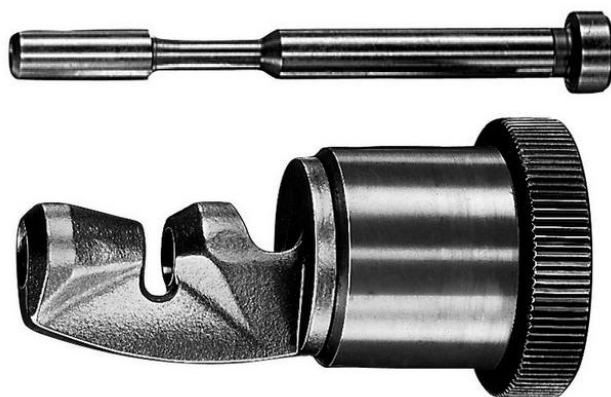
*Рисунок Е.5 - Матрица для плоских листовых материалов толщиной до 2 мм  
(для GNA 2,0 Professional) (код для заказа - 2 608 639 900)*



*Рисунок Е.6 - Матрица для волнистых и почти любых трапецевидных листовых материалов толщиной до 1,2 мм для GNA 3,5 Professional (код для заказа - 2 608 639 026)*



*Рисунок Е.7 - Матрица для волнистых и почти любых трапецевидных листовых материалов толщиной до 1,2 мм для GNA 2,0 Professional (код для заказа - 2 608 639 021)*



*Рисунок Е.8 - Специальная матрица и пуансон для волнистых и почти любых трапецевидных листовых материалов толщиной до 1,2 мм для GNA 2,0 Professional (код для заказа - 2 608 639 902)*

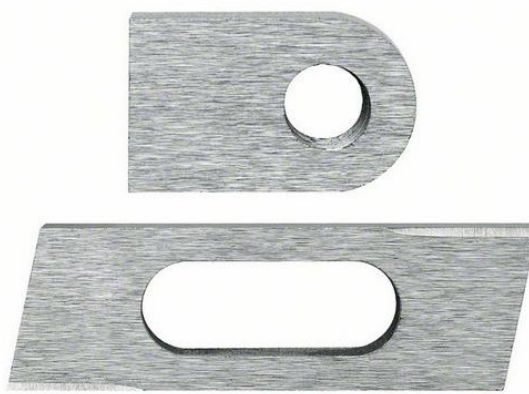
## Принадлежности к листовым ножницам Bosch

### Наборы ножей для листовых ножниц

Ножи для листовых электроножниц Bosch для простой резки различных материалов.

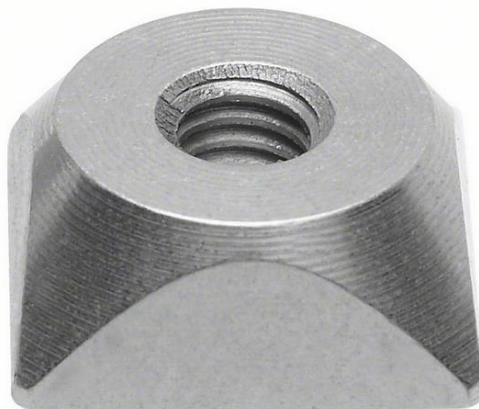
- Поворотный нож для дополнительного шлифования, для экономичной работы.

Ножницы для листового металла Bosch легко справляются с разрезанием тонких листов.



*Рисунок E.9 – Наборы ножей для листовых ножниц для листового металла для GSC 2,8 Professional (код для заказа - 2 607 010 025)*

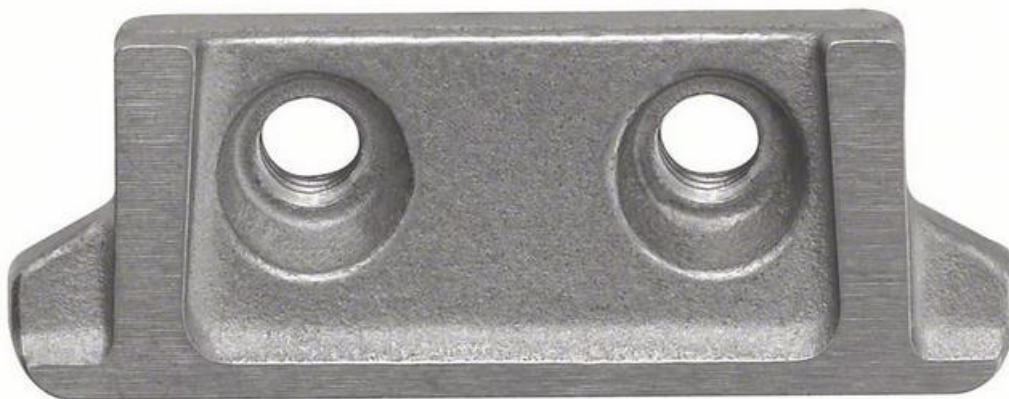
### Верхние ножи для листовых ножниц Bosch



*Рисунок E.10 - Нижний нож для листовых ножниц GSC 160 Professional (код для заказа - 2 608 635 243)*

## Ножи для шлицевых ножниц Bosch GSZ 160 Professional

Ножи для шлицевых ножниц Bosch GSZ 160 (набор режущих гребенок из 2 режущих гребенок и 4 винта).



*Рисунок Е.11 - Ножи для шлицевых ножниц Bosch GSZ 160 Professional  
(код для заказа - 2 608 635 410)*



*а)*



*б)*



*в)*

*а – нож прямой для листов толщиной до 1,6 мм (код для заказа - 2 608 635 406);  
б - нож прямой для листов толщиной до 1,0 мм (код для заказа - 2 608 635 407);  
в – нож криволинейный (код для заказа - 2 608 635 408)*

*Рисунок Е.12 – Режущие ножи для шлицевых ножниц Bosch GSZ 160 Professional*

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### (справочное)

#### Символические обозначения свойств абразивных материалов для шлифования и обрабатываемых материалов

	Крупная зернистость от 24 до 60		Средняя зернистость от 80 до 120 с покрытием стеаратом
	Средняя зернистость от 80 до 120 (Silicium Carbid, SiC - карбид кремния)		Мелкая зернистость от 150 и выше (только число означает корунд)
	Чашечная щетка диаметром 75 мм. Хвостовик для зажима в патрон диаметром 6 мм		Круглая щетка диаметром 100 мм. Хвостовик для зажима в патрон диаметром 6 мм
	Круглая щетка диаметром 100 мм изогнутая. Гайка M14		Кистевая щетка диаметром 25 мм. Хвостовик для зажима в патрон диаметром 6 мм
	Металл, мягкая сталь		Нержавеющая сталь
	Алюминий		Цветной металл
	Шлифование металла		Сварные швы, трубы
	Листовая сталь		Чугунные трубы
	Строительные работы, обработка металла		Удаление ржавчины
	Металлические трубы		Замковая система типа «липучка»



Увеличение производительности



Высококачественная сталь/нержавеющая сталь



Охлаждение



Очень хорошее качество обработки поверхности



Повышенная прочность



Очень гибкая основа



## Расшифровка обозначений на отрезных кругах Bosch

### Маркировка и обозначения


**Указание на область применения:**  
 синий = металл  
 зелёный = камень  
 чёрный = нержавеющая сталь

**Использовать до:**  
 диск можно использовать без ограничений до указанной даты, например:  
 V01/2013 = 1-й квартал 2013 г.  
 V04/2013 = 2-й квартал 2013 г.  
 V07/2013 = 3-й квартал 2013 г.  
 V10/2013 = 4-й квартал 2013 г.

**Маркировка oSa**

**Максимальное число оборотов**  
 Угловой шлифмашины в минуту  
**Полоса безопасности**  
 красная = окружная скорость 80 м/с

**Ограничение применения**  
 Не используйте повреждённые круги  
 Безопасность работ



**Код для заказа**  
 Изготовлены в соответствии со стандартом EN 12413

**Размер круга – мм**  
 Размер круга – дюймы  
 A = окись алюминия (электрокорунд) для металлообработки  
 C = карбид кремния (SiC) для обработки камня  
 30 = размер зерна композита круга:  
 24 – 30 = среднезернистый (FEPA):  
 K 24 = от 0,6 до 1,0 мм, K 30 = от 0,5 до 0,8 мм  
 S = твёрдость круга (по DIN ISO 525): от L до O = средняя,  
 от P до S = твёрдый, от T до W = очень твёрдый  
 BF = B - бакелитовая (из искусственной смолы) связка,  
 F – армирование стекловолокном  
 Не содержит железа, хлора и серы

Рисунок Ж.1 – Маркировка и обозначение отрезных и обдирочных кругов



## Структура на примере обдирочного круга

### Армирующая сетка

Для придания стойкости и дополнительного сопротивления излому применяется армирующая сетка на основе стекловолокна

- ▶ Обдирочный круг — 3 сетки
- ▶ Отрезной круг — 2 сетки



	Обычный корунд
	Корунд повышенной чистоты
	Розовый корунд
	Белый корунд
	Специальный корунд
	Карбид кремния SiC

Рисунок Ж.2 – Структура отрезного и обдирочного круга



Приложение И  
(справочное)

**Символические обозначения средств индивидуальной защиты  
по охране труда**



Используйте защитные очки!



Используйте респиратор!



Используйте наушники!



Используйте защитные перчатки!



Используйте защитную обувь!



Защитите себя!



Выньте вилку из розетки!



Беспроводной инструмент (аккумуляторный инструмент / без электрической сети)

## Список литературы

1. Куликов О.Н. Охрана труда в металлообрабатывающей промышленности : учеб. пособие для нач. проф. образования / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. – 7-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 224 с.
2. Покровский Б.С. Охрана труда в металлообработке : учеб. пособие / Б.С. Покровский. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 64 с.
3. Программный каталог 2013. Профессиональные принадлежности. – Германия, 2013. – 916 с.
4. Профессиональный электроинструмент. Каталог 2013/2014. – ООО «Роберт Бош». – Германия, 2013. – 418 с.
5. Электроинструменты и их применение: 1500 вопросов и ответов. – Германия: Технический институт профессионально-технической подготовки и повышение профессиональной квалификации, 2005. – 448 с.
6. Энциклопедия электроинструментов. – Германия: «Сейлз Консалтинг Трейнинг», 2001. – 1136 с.
7. <http://www.bosch-pt.com/ru/ru/> – Официальный сайт компании Bosch. Режим доступа: свободный.
8. <http://www.bosch-pt.com/de/de/> – Официальный сайт компании Bosch (на немецком языке). Режим доступа: свободный.
9. <http://toolbook.ru/> – Вся информация об инструментах. Режим доступа: свободный.