



В.П. Коротков, Л.Н. Короткова

АККУМУЛЯТОРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ



Москва
2015

Печатается по решению Научного Совета ООО «Роберт Бош»

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

«Аккумуляторные инструменты». – М., 2015. – 378 с.

Пособие № 1 (5) 2015 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 аккумуляторных инструментов фирмы **«BOSCH»** при выполнении строительно-монтажных работ и металлообработки, формированию учебных мастерских аккумуляторными инструментами фирмы **«BOSCH»**.

Отдельными модулями представлены литий-ионная аккумуляторная технология Bosch, аккумуляторные дрели-шуруповёрты (безударные и ударные), аккумуляторные шуруповёрты, аккумуляторные гайковёрты (ударные и импульсные), аккумуляторные перфораторы, аккумуляторные рубанки, аккумуляторные ножовки, аккумуляторные лобзиковые пилы, аккумуляторные циркулярные пилы, аккумуляторные ленточные пилы, аккумуляторные универсальные резак, аккумуляторные прямые шлифмашины, аккумуляторные угловые шлифмашины, аккумуляторные листовые ножницы, аккумуляторные универсальные ножницы. Описаны их основные характеристики, свойства, принцип работы и область применения.

Описана безопасность работ при применении аккумуляторных инструментов фирмы **«BOSCH»**.

Материалы сборника могут быть полезны специалистам учебных центров «Роберт Бош», ведущим подготовку населения по изучению и применению аккумуляторных электроинструментов Bosch, а также педагогическим работникам учреждений профессионального образования при формировании вариативной части ОПОП.

Содержание

Введение	7
1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ МАСТЕРСКИХ	11
2 АККУМУЛЯТОРЫ	16
2.1 Общие сведения об аккумуляторах	16
2.2 Способы зарядки аккумуляторов	28
2.2.1 Зарядные устройства для аккумуляторов на никелевой основе	28
2.2.2 Зарядные устройства для литий-ионных аккумуляторов	30
3 АККУМУЛЯТОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	38
3.1 Технология аккумуляторных элементов	38
3.2 Модуль 1 «Литий-ионная технология Bosch»	40
Учебный материал 1	40
3.2.1 Особенности аккумуляторов	40
3.2.2 АРТ-хвостовик аккумуляторного блока	44
3.2.3 Типы двигателей аккумуляторных инструментов	46
3.2.4 Типы передач двигателей аккумуляторных инструментов ...	52
3.2.5 Закрепляющий материал 1	55
4 АККУМУЛЯТОРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ И МОНТАЖА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ	60
4.1 Общие сведения об аккумуляторных инструментах	60
4.1.1 Рабочие напряжения аккумуляторных инструментов	62
4.2 Модуль 2 «Аккумуляторные дрели-шуруповёрты»	66
Учебный материал 2	66
4.2.1 Аккумуляторные безударные и ударные дрели- шуруповёрты	66
4.2.2 Закрепляющий материал 2	86
4.2.3 Проверка степени усвоения материала 2	89
4.3 Модуль 3 «Оснастка для сверления»	91
Учебный материал 3	91
4.3.1 Общие сведения об оснастке для сверления	91
4.3.2 Сверла для обработки древесины и древесных материалов ..	99
4.3.3 Сверла для металлообработки	102
4.3.4 Сверла для обработки камня	106
4.3.5 Кольцевые пилы и коронки	112
4.3.6 Закрепляющий материал 3	122
4.4 Модуль 4 «Аккумуляторные шуруповёрты»	126
Учебный материал 4	126

4.4.1 Резьбовые соединения	126
4.4.2 Аккумуляторные инструменты для монтажа резьбовых соединений	135
4.4.3 Принадлежности для аккумуляторных шуруповёртов	148
4.4.4 Закрепляющий материал 4	153
4.5 Модуль 5 «Аккумуляторные гайковёрты»	158
Учебный материал 5	158
4.5.1 Общие сведения о крепёжных элементах	158
4.5.2 Аккумуляторные инструменты для монтажа винтовых соединений	166
4.5.2.1 Гайковёрты с ограничением крутящего момента	167
4.5.2.2 Ударные гайковёрты	168
4.5.2.3 Принадлежности для ударных гайковёртов	175
4.5.3 Фиксация винтовых соединений	186
4.5.4 Закрепляющий материал 5	189
4.5.5 Проверка степени усвоения материала 5	194
4.6 Модуль 6 «Аккумуляторные перфораторы»	197
Учебный материал 6	197
4.6.1 Общие сведения о перфораторах	197
4.6.2 Принадлежности для аккумуляторных перфораторов	209
4.6.3 Оснастка для ударного сверления перфораторами	213
4.6.3.1 Сверлильные инструменты для камня и бетона	218
4.6.3.2 Полые сверлильные коронки для перфораторов	220
4.6.4 Оснастка для долбления	221
4.6.5 Закрепляющий материал 6	223
4.6.6 Проверка степени усвоения материала 6	228
5 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СТРОГАНИЯ	231
5.1 Модуль 7 «Аккумуляторные рубанки»	231
Учебный материал 7	231
5.1.1 Основные принципы строгания	231
5.1.2 Свойства ручных электрорубанков	232
5.1.3 Ножи для электрорубанков	235
5.1.4 Принадлежности для электрорубанков	244
5.1.5 Закрепляющий материал 7	248
5.1.6 Проверка степени усвоения материала 7	251
6 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПИЛЕНИЯ	254
6.1 Модуль 8 «Аккумуляторные ножовки»	254
Учебный материал 8	254
6.1.1 Сабельные пилы (ножовки)	254
6.1.2 Пильные полотна для ножовок	258
6.1.3 Закрепляющий материал 8	265
6.2 Модуль 9 «Аккумуляторные лобзиковые пилы»	266

Учебный материал 9	266
6.2.1 Общие сведения о лобзиковых пилах	266
6.2.2 Принадлежности для лобзиковых пил	271
6.2.3 Закрепляющий материал 9	282
6.3 Модуль 10 «Аккумуляторные циркулярные пилы»	284
Учебный материал 10	284
6.3.1 Ручная циркулярная пила	284
6.3.2 Закрепляющий материал 10	291
6.4 Модуль 11 «Аккумуляторные ленточные пилы»	291
Учебный материал 11	291
6.4.1 Аккумуляторная ленточная пила	291
6.4.2 Закрепляющий материал 11	295
6.5 Модуль 12 «Аккумуляторные универсальные резак»	296
Учебный материал 12	296
6.5.1 Универсальный резак	296
6.5.2 Принадлежности для универсального резака	302
6.5.3 Закрепляющий материал 12	313
6.5.4 Проверка степени усвоения материала 12	316
 7 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ	 319
7.1 Модуль 13 «Аккумуляторные прямые шлифмашины»	319
Учебный материал 13	319
7.2 Модуль 14 «Аккумуляторные угловые шлифмашины»	325
Учебный материал 14	325
7.2.1 Угловые шлифмашины	325
7.2.2 Принадлежности для угловых шлифмашин	330
7.2.3 Закрепляющий материал 14	343
 8 РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ	 348
8.1 Модуль 15 «Аккумуляторные ножницы»	348
Учебный материал 15	348
8.1.1 Аккумуляторные листовые ножницы	348
8.1.2 Принадлежности для листовых ножниц	355
8.1.3 Аккумуляторные универсальные ножницы	356
8.1.4 Закрепляющий материал 15	358
 9 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	 361
9.1 Влияние личностных факторов на безопасность	361
9.2 Электрическая безопасность	362
9.2.1 Электрическая безопасность при работе с аккумуляторным инструментом	362
ПРИЛОЖЕНИЯ	
<i>Приложение А (справочное) Расшифровка обозначений аккумуляторных инструментов Bosch</i>	<i>363</i>

<i>Приложение Б (справочное)</i> Расшифровка пиктограмм аккумуляторных инструментов Bosch	367
<i>Приложение В (справочное)</i> Символические обозначения свёрл и сверлильных патронов	369
<i>Приложение Г (справочное)</i> Символические обозначения материалов	370
<i>Приложение Д (справочное)</i> Символические обозначения пильных полотен для лобзиковых пил и видов пропилов. Расшифровка обозначений пильных полотен	371
<i>Приложение Е (справочное)</i> Символические обозначения пильных дисков	373
<i>Приложение Ж (справочное)</i> Символические обозначения свойств абразивных материалов для шлифования и обработки материалов. Расшифровка обозначений на отрезных кругах Bosch	374
<i>Приложение И (справочное)</i> Символическое обозначение средств защиты по охране труда	377
Список литературы	378

Введение

Выпускникам образовательных учреждений среднего профессионального образования предстоит возводить здания и сооружения, производить монтаж технологического оборудования при строительстве, выполнять столярно-плотничные, слесарные, отделочные, каменные, бетонные и другие виды работ по новым технологиям с применением современных *контрольно-измерительных инструментов, приспособлений, приборов, технологического оборудования*, а от квалификации и качества их труда будут зависеть комфорт, безопасность, эстетика жилья и общественных помещений.

Знание *современных* инструментов, приборов и оборудования, умения и практические навыки выполнения всех видов производственных работ по профессии с их применением, важны выпускнику для успешного и качественного освоения профессиональных компетенций.

Федеральный государственный стандарт среднего профессионального образования (далее **ФГОС СПО**) регламентирует требования к *результатам* основной профессиональной образовательной программы (далее **ОПОП**), *структуре ОПОП, условия реализации ОПОП, оцениванию результатов усвоения ОПОП*.

Одним из требований к *условиям* реализации ОПОП является наличие *материально-технической базы и обеспечение учебно-методической документацией* образовательного процесса.

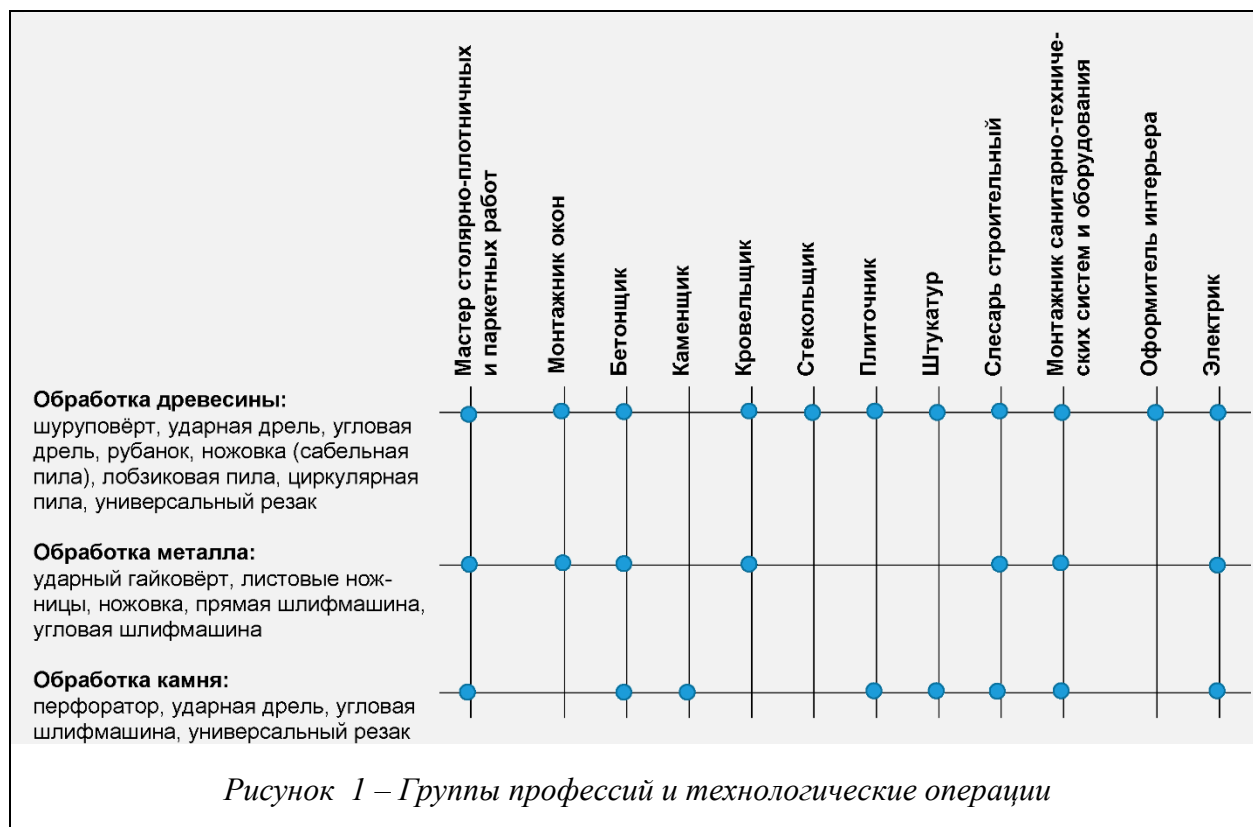
Для реализации ОПОП по подготовке рабочих строительного и технического (металлообработка) профиля, учреждения профессионального образования должны располагать материально-технической базой и учебно-методической документацией, необходимой для проведения всех видов лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам и междисциплинарным курсам, учебной и производственной практики.

Вариативная составляющая, призванная учитывать региональные и/или корпоративные потребности в подготовке кадров, дает возможность расширения и/или углубления подготовки, определяемой содержанием обязательной части, получения дополнительных компетенций, умений и знаний, необходимых для обеспечения конкурентоспособности выпускника учреждений профессионального образования в соответствии с запросами рынка труда и возможностями продолжения образования.

Для овладения обучающимися *дополнительных профессиональных компетенций*, связанных с дерево- и металлообработкой, автомобилестроением, строительством, средствами и предметами труда, особенностями организации труда на предприятиях машиностроительного производства необходимо сформировать специальное содержание образования. В *профессиональные модули и междисциплинарные курсы*, программы учебной и профессиональной (производственной) практик, профессиональных и общепрофессиональных дисциплин обязательной части ОПОП по профессиям *штукатур,*

плотник, столяр строительный, кровельщик, монтажник санитарно-технических систем и оборудования, облицовщик-плиточник, облицовщик-мозаичник, слесарь, бетонщик, арматурищик, электрик, оформитель интерьера (дизайнер) рекомендуется включить содержание учебного материала в виде раздела: **«Аккумуляторные инструменты BOSCH»**.

Аккумуляторные инструменты BOSCH могут использоваться в профессиональной деятельности специалистов при выполнении ими определенных технологических операций (см. рис. 1).



В целях приобретения обучающимися практического опыта и формирования профессиональных компетенций в рамках освоения программ профессиональных модулей по перечисленным в таблице 1 *профессиям* образовательным учреждениям рекомендуется оснастить мастерские аккумуляторными инструментами фирмы **«BOSCH»** (Германия); обеспечить учебно-наглядными пособиями, аудио-, видео- и мультимедийными средствами обучения.

В пособии представлены аккумуляторные инструменты и их техническая характеристика, основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы, технические и другие средства обучения, предусмотренные программой учебной дисциплины и профессионального модуля для учреждений профессионального образования и специализированных учебных центров организаций (предприятий) различной отраслевой направленности независимо от их организационно-правовых форм.

Для овладения обучающимися *дополнительных профессиональных компетенций*, связанных с инновационными технологиями с применением современных инструментов в строительстве и металлообработке, особенностями организации труда необходимо сформировать специальное содержание образования. В профессиональные модули и междисциплинарные курсы, программы учебной и профессиональной (производственной) практик, профессиональных и общепрофессиональных дисциплин обязательной части ОПОП по вышеперечисленным профессиям строительного профиля и металлообработки (табл. 1) рекомендуется включить содержание учебного материала «Аккумуляторные инструменты BOSCH».

Таблица 1 – Профессии и специальности

Код профессии	Название профессии	Приказ Минобрнауки РФ об утверждении
072501	Дизайнер (по отраслям)	от 25.08.2010 № 878
140446.03	Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)	от 02.08.2013 № 802
151902.03	Станочник (металлообработка)	от 02.08.2013 № 822
151903.02	Слесарь	от 02.08.2013 № 817
190631.01	Автомеханик	от 02.08.2013 № 701
262023.01	Мастер столярного и мебельного производства	от 02.08.2013 № 764
270802	Строительство и эксплуатация зданий и сооружений	от 15.04.2010 № 356
270802.06	Кровельщик	от 02.08.2013 № 744
270802.07	Мастер столярно-плотничных и паркетных работ	от 02.08.2013 № 748
270802.08	Мастер сухого строительства	от 02.08.2013 № 898
270802.09	Мастер общестроительных работ	от 02.08.2013 № 683
270802.10	Мастер отделочных строительных работ	от 02.08.2013 № 746
270802.12	Слесарь по строительно-монтажным работам	от 31.12.2013 № 1434
270802.13	Мастер жилищно-коммунального хозяйства	от 02.08.2013 № 684
270839.01	Монтажник санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования	от 02.08.2013 № 660

Количество аккумуляторных инструментов **Bosch** и других средств обучения для учебно-производственных мастерских определено из расчета одновременного обучения учебной группы численностью 15 человек. При другой численности показатели изменяются.

В зависимости от содержания выполняемых обучающимися конкретных учебно-производственных работ по указанным профессиям, образовательное учреждение может подбирать виды аккумуляторных инструментов и оснастить мастерскую в соответствии с направлением производственного процесса.

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

Расшифровка обозначений марок аккумуляторных инструментов **Bosch** в зависимости от категории потребителей: профессионалов и домашних мастеров, – приведена в *приложении А*.

Пособие содержит 15 учебных материалов, которые разработаны по 15 модулям: **Модуль 1** «Литий-ионная технология Bosch», **Модуль 2** «Аккумуляторные дрели-шуруповёрты», **Модуль 3** «Оснастка для сверления», **Модуль 4** «Аккумуляторные шуруповёрты», **Модуль 5** «Аккумуляторные гайковёрты», **Модуль 6** «Аккумуляторные перфораторы», **Модуль 7** «Аккумуляторные рубанки», **Модуль 8** «Аккумуляторные ножовки», **Модуль 9** «Аккумуляторные лобзиковые пилы», **Модуль 10** «Аккумуляторные циркулярные пилы», **Модуль 11** «Аккумуляторные ленточные пилы», **Модуль 12** «Аккумуляторные универсальные резак», **Модуль 13** «Аккумуляторные прямые шлифмашины», **Модуль 14** «Аккумуляторные угловые шлифмашины», **Модуль 15** «Аккумуляторные ножницы», раздел «Техника безопасности», 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*».

Учебные материалы могут изучаться обучающимися самостоятельно и с помощью преподавателя.

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

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

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 аккумуляторными инструментами **Bosch**, 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 приведены в таблице 1.1.

Условия проведения практических занятий в учебно-производственных мастерских по выполнению строительных работ и металлообработки с применением аккумуляторных инструментов **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.
1	2	3
	Оборудование, мебель и инвентарь	
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	Рабочий стол мастера	1
3	Стул	2

Окончание таблицы 1.1

1	2	3
4	Стойка демонстрационная	1
5	Тумбочка, кронштейн или другое устройство для установки компьютера, проектора, мультимедиа и т.п.	1
6	Скамьи (стулья) для обучающихся	на 15 мест
7	Стенд для справочных таблиц и технической документации	1
8	Стенд по правилам безопасности труда в учебной мастерской	1
9	Аптечка	1
	Инструмент и приспособления	
1	Личный технологический инструмент мастера (комплект), аккумуляторные инструменты Bosch (комплект)	1

Учебно-наглядные пособия, интернет-ресурсы, средства информации при подготовке специалиста по использованию аккумуляторных инструментов приведены в таблице 1.2.

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

№ поз.	Наименование	Количество, шт.
1	2	3
	Учебно-наглядные пособия	
	Плакаты по темам программы учебной практики и практических занятий В том числе:	
1	Макет с образцами выполнения учебно- производственных работ с применением аккумуляторных инструментов Bosch	*
2	Плакаты по правилам безопасности труда (комплект)	1
3	Плакаты по противопожарной безопасности (комплект)	1
4	Плакаты по электробезопасности при работе с аккумуляторными инструментами Bosch (комплект)	1
5	Образцы аккумуляторных инструментов фирмы Bosch	*
6	Куликов О.Н. Охрана труда в строительстве : учебник / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 416 с.	1
7	Минько В.М. Охрана труда в строительстве : учеб. пособие / В.М. Минько, Н.В. Погочаева. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 208 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.	

Окончание таблицы 1.2

1	2	3
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
Интернет-ресурсы		
1	http://www.bosch-pt.com/ru/ru/ – Официальный сайт фирмы Bosch	
2	http://www.bosch-pt.com/de/de/ – Официальный сайт фирмы Bosch (на немецком языке)	
3	http://www.estateline.ru/ – EstateLine.ru – Строительный портал	
4	http://toolbook.ru/ – Вся информация об инструментах	
5	http://www.klag.ru/ – Клаг.Ру – Строительный портал	
* Тематика определяется методической комиссией учебного центра.		

Средства индивидуальной защиты при подготовке обучающихся по профессиям строительного профиля и металлообработки с применением аккумуляторных инструментов 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.	Мыло хозяйственное, кг	0,1
3.	Очки защитные, шт.	15
4.	Перчатки защитные, пар	15*
5.	Рукавицы, пар	15
6.	Спецодежда (халаты, куртки, брюки, комбинезоны, фартуки), комплект	15*
* Определяется от вида выполняемой работы.		

После изучения каждого модуля: **Модуль 1** «Литий-ионная технология Bosch», **Модуль 2** «Аккумуляторные дрели-шуруповёрты», **Модуль 3** «Оснастка для сверления», **Модуль 4** «Аккумуляторные шуруповёрты», **Модуль 5** «Аккумуляторные гайковёрты», **Модуль 6** «Аккумуляторные перфораторы», **Модуль 7** «Аккумуляторные рубанки», **Модуль 8** «Аккумуля-

торные ножовки», **Модуль 9** «Аккумуляторные лобзиковые пилы», **Модуль 10** «Аккумуляторные циркулярные пилы», **Модуль 11** «Аккумуляторные ленточные пилы», **Модуль 12** «Аккумуляторные универсальные резак», **Модуль 13** «Аккумуляторные прямые шлифмашины», **Модуль 14** «Аккумуляторные угловые шлифмашины», **Модуль 15** «Аккумуляторные ножницы», – рекомендуется проведение зачетов по проверке знаний правил техники безопасности при работе с аккумуляторными инструментами фирмы Bosch.

Конкурентоспособность выпускника во многом зависит от того, насколько он владеет прогрессивной технологией с применением высокоэффективных аккумуляторных инструментов, позволяющих выполнять работы с высоким качеством. В таблице 1.4 указаны аккумуляторные инструменты **Bosch** для оснащения учебной мастерской.

Таблица 1.4 – Аккумуляторные инструменты учебной мастерской
(по состоянию на 2014 г.)

№ поз.	Наименование	Количество на 15 рабочих мест, шт.
1	2	3
1	Гайковерт ударный аккумуляторный GDR 18 V-LI Professional	1
2	Гайковерт ударный аккумуляторный GDS 18 V-LI Professional	1
3	Дрель угловая аккумуляторная GWB 10,8 LI Professional	1
4	Дрель-шуруповёрт аккумуляторная GSR 14,4-2-LI Professional	1
5	Дрель-шуруповёрт аккумуляторная GSR 18 VE-2-LI Professional	1
6	Дрель-шуруповёрт аккумуляторная GSR 36 VE-2-LI Professional	1
7	Дрель-шуруповёрт ударная аккумуляторная GSB 10,8-2-LI Professional	1
8	Дрель-шуруповёрт ударная аккумуляторная GSB 18 VE-2-LI Professional	1
9	Дрель-шуруповёрт ударная аккумуляторная GSB 36 VE-2-LI Professional	1
10	Ножницы по листовому металлу аккумуляторные GSC 10,8 V-LI Professional	1
11	Ножницы универсальные аккумуляторные GUS 10,8 V-LI Professional	1
12	Ножовка аккумуляторная GSA 18 V-LI Professional	1
13	Перфоратор аккумуляторный (с функцией долбления) GBH 18 V-EC Professional	1
14	Пила ленточная аккумуляторная GCB 18 V-LI Professional	1
15	Пила лобзиковая аккумуляторная GST 18 V-LI Professional	1
16	Пила циркулярная аккумуляторная GKS 18 V-LI Professional	1
17	Пылесос GAS 35 M AFC Professional	1
18	Резак универсальный аккумуляторный GOP 18 V-EC Professional	1
19	Рубанок аккумуляторный GHO 18 V-LI Professional	1
20	Шлифмашина прямая аккумуляторная GGS 18 V-LI Professional	1
21	Шлифмашина угловая аккумуляторная GWS 18-125 V-LI Professional	1
22	Шуруповёрт аккумуляторный GSR Mx2Drive Professional	1

Окончание таблицы 1.4

1	2	3
23	Шуруповёрт сетевой аккумуляторный GSR 18 V-EC-TE Professional	1
24	Шуруповёрт угловой аккумуляторный GWI 10,8 V-LI Professional	1
<i>Примечание – Обучение группы 15 человек</i>		

Назначение аккумуляторных инструментов Bosch приведено в *приложении А (таблица А.1)*.

Образовательные учреждения профессионального образования, ведущие подготовку по профессиям ФГОС СПО: **072501** Дизайнер (по отраслям), **140446.03** Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям), **151903.02** Слесарь, **151903.03** Станочник (металлообработка), **190631.01** Автомеханик, **262023.01** Мастер столярного и мебельного производства, **270802** Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, **270802.06** Кровельщик, **270802.07** Мастер столярно-плотничных и паркетных работ, **270802.09** Мастер общестроительных работ, **270802.10** Мастер отделочных строительных работ, **270802.13** Мастер жилищно-коммунального хозяйства, **270839.01** Монтажник санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования, – могут использовать рекомендации по оснащению учебных мастерских аккумуляторными инструментами, средствами индивидуальной защиты и учебно-наглядными пособиями.

2 АККУМУЛЯТОРЫ

2.1 Общие сведения об аккумуляторах

Значение аккумуляторов как блоков электропитания для энергозависимых электроинструментов постоянно растет. При их использовании необходимо учитывать специфические свойства аккумуляторов. Современные способы быстрой зарядки позволяют выполнять бережную зарядку и обеспечивать высокое число циклов зарядки/разрядки. Основой для выработки новых параметров мощности электроинструментов, работающих от аккумуляторов, являются новые *литий-ионные аккумуляторы*.

Аккумуляторные инструменты становятся все более распространенными. Благодаря постоянному совершенствованию аккумуляторной технологии и улучшению КПД двигателей, аккумуляторные инструменты сегодня во многих случаях вытеснили инструменты, работающие от сети, например, в сегменте дрелей-шуруповёртов. В отличие от моделей с сетевым питанием эти инструменты имеют важное преимущество – их можно использовать всюду. В качестве источника автономного электропитания используются *аккумуляторные блоки (батареи)*.

Батарея состоит из двух или более соединенных между собой *аккумуляторных элементов*. Аккумуляторные батареи содержат подзаряжаемые гальванические элементы. Батареи с подзаряжаемыми элементами также называются аккумуляторами или аккумуляторными батареями.

Аккумулятор – это электрохимический накопитель энергии, допускающий неоднократные циклы заряда и разряда.

В каждом аккумуляторе есть *катод* (электрод, прикрепленный к отрицательному полюсу), *анод* (электрод, прикрепленный к положительному полюсу) и *электролит* между ними в качестве проводника. Внутри постоянно протекают химические реакции с выделением энергии, которая затем преобразуется в электрическую, необходимую для работы различных приборов и инструментов. Специфика этих источников тока в том, что химические процессы в них обратимы, поэтому их можно использовать не один раз, а многократно.

Аккумуляторные блоки различны по типу аккумулятора, его ёмкости и напряжению на выходе. По способу фиксации выделяют модели типа «слайдер», когда батарея крепится горизонтальным передвижением по направляющим, и «обойма», где вертикальный выступ блока вставляется в специальное углубление в инструменте.

Номинальное напряжение – стандартное напряжение аккумуляторного элемента (для батареи – кратная ему величина). Это напряжение, измеренное между положительным и отрицательным полюсом элемента батареи в заряженном, ненагруженном состоянии. Оно также называется напряжением

разомкнутого элемента. Чем выше напряжение аккумуляторной батареи, тем больше элементов должно быть в ней. Чем больше элементов, которые содержит аккумуляторная батарея, тем она больше и тяжелее.

Единицей измерения электрического напряжения является вольт (В).

Ёмкость определяет величину накопительной способности аккумулятора. Единицей измерения *ёмкости* аккумуляторной батареи являются ампер-часы (А·ч).

Номинальная ёмкость – это определяемая условиями производства ёмкость при определенных разрядных токах и определённом времени разряда.

Электрическая энергия – это работа, которая может быть произведена при разряде аккумуляторной батареи в нормальных условиях. Единицей измерения является ватт-час (Вт·ч).

Энергоёмкость (энергоресурс) аккумуляторов является показателем производительности/энергоресурса на одну зарядку аккумулятора. Чем выше энергоёмкость, тем больше продолжительность работы. Энергоёмкость указывается в ватт-часах (Вт·ч) и рассчитывается на основе напряжения (В) и ёмкости (А·ч) по формуле:

$$\text{Вольт-Ампер-час} = \text{Ватт-час} = \text{Вт} \cdot \text{ч}$$

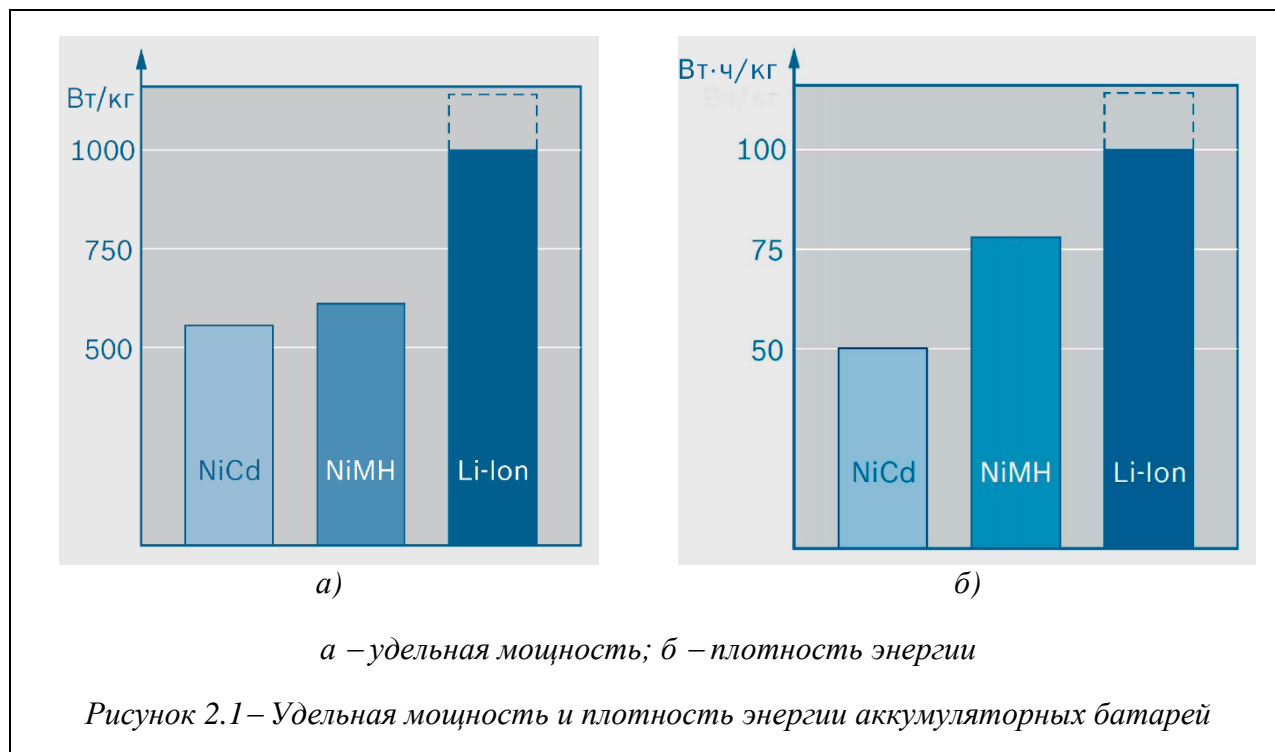
Удельная мощность – это мощность, которую элемент батареи может обеспечивать на единицу веса. В одних и тех же аккумуляторных технологиях удельная мощность зависит от конструкции элемента батареи. Например, некоторые элементы батареи могут обеспечивать 100 Ватт на килограмм веса элемента, другие могут обеспечивать 500 Ватт на килограмм веса элемента. Элемент батареи с более низкой удельной мощностью используется в качестве источника энергии для оборудования с малым потреблением тока, элемент батареи с более высокой удельной мощностью – для высокопроизводительных устройств. Единицей измерения удельной мощности аккумуляторной батареи являются ватт на килограмм (Вт/кг).

Плотность энергии – энергоёмкость аккумуляторной батареи, отнесённая к её массе или объёму (*удельная энергоёмкость*). Элемент батареи, который, например, может аккумулировать 80 Вт·ч на килограмм веса элемента батареи, имеет большую мощность, чем элемент батареи, аккумулирующий только 50 Вт·ч на каждый килограмм веса элемента батареи. Элементы батареи с более высокой плотностью энергии весят меньше, имея возможность аккумулировать одинаковую величину энергии. Единицей измерения плотности энергии аккумуляторной батареи являются ватт-часы на килограмм (Вт·ч/кг)).

Свойства аккумуляторов напрямую зависят от материалов, из которых сделаны электроды и электролит. В настоящее время в электроинструментах используются *три типа* аккумуляторных батарей:

- никель-кадмиевые (NiCd);
- никель-металлогидридные (NiMH);
- литий-ионные (Li-Ion).

Сравнение удельной мощности и плотности энергии аккумуляторных батарей NiCd, NiMH и Li-Ion приведено на рисунке 2.1.



Никель-кадмиевые (NiCd) аккумуляторные батареи. В начале развития аккумуляторных инструментов, допускающих практическое применение, была *никель-кадмиевая технология*. Это старейший тип батареи, в которой положительный электрод сделан из никеля, а отрицательный из кадмия, был изобретен в 1899 году. Но только в середине XX века удалось создать герметичный аккумулятор. Для его изготовления необходимо было решить такую проблему, как побочная реакция выделения кислорода в процессе перезарядки (при накоплении он мог бы привести к взрыву). Решили её за счет увеличения ёмкости отрицательного электрода. Он более стабилен, в то время как положительный запускает процесс саморазряда. После более чем 100 лет её развития эта технология является хорошо сконструированной и испытанной и проверенной в практическом применении.

У никель-кадмиевых аккумуляторов есть *два несомненных преимущества*:

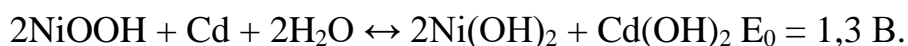
- 1) Большое количество циклов зарядки/разрядки: у современных устройств оно может достигать 1000 циклов. Срок годности, таким образом, может доходить до 20 лет.
- 2) Возможность работы в *различных температурных условиях*.

Но у этих аккумуляторов также есть несколько существенных недостатков, среди которых самые значительные – большой вес и так называемый «эффект памяти».

Эффект памяти – это временное или необратимое снижение ёмкости никель-кадмиевого аккумулятора при многократных частичных разрядах и зарядах. По существу, часть ёмкости аккумулятора становится невозможно использовать и поэтому количество доступной энергии уменьшается. Подобное уменьшение ёмкости приводит к необходимости частой подзарядки аккумулятора и к более короткой продолжительности работы. Если постоянно подзаряжать аккумулятор, то он «запоминает», что ёмкость использовалась не полностью. И во время следующего включения для работы он отдаёт энергию только до «запомненной» границы.

Аккумуляторы на никелевой основе имеют напряжение 1,2 В. Для повышения напряжения у таких аккумуляторов требуется увеличение числа их аккумуляторных элементов. Вследствие этого они становятся большими, тяжелыми и непрактичными.

Принцип действия никель-кадмиевых аккумуляторов основан на обратимом процессе:



Никелевый электрод представляет собой пасту гидроксида никеля, смешанную с проводящим материалом и нанесенную на стальную сетку, а кадмиевый электрод – стальную сетку с впрессованным в неё губчатым кадмием. Пространство между электродами заполнено желеобразным составом на основе влажной щелочи, который замерзает при температуре минус 27 °С.

При утилизации никель-кадмиевые аккумуляторы представляют угрозу для окружающей среды вследствие наличия в них кадмия. К тому же производство таких источников энергии для инструментов загрязняет окружающую среду. Поэтому в качестве альтернативного решения используется *никель-металлогидридная технология*, которая считается экологически нейтральной.

Никель-металлогидридные (NiMH) аккумуляторные батареи. В начале 70-х годов XX века для космической отрасли был разработан новый вид аккумулятора. В нём использовался металл, поглощающий водород, что позволило уменьшить размеры батареи и сделать её легче. Это был прорыв – аккумуляторы NiMH стали весить существенно меньше, чем никель-кадмиевые. Их производство не загрязняет окружающую среду.

К преимуществам NiMH-аккумуляторов следует отнести отсутствие эффекта «памяти», возможность хранения в заряженном состоянии. Саморазряд происходит, но значительно медленнее, чем в никель-кадмиевых. Поэтому один раз в 2-3 месяца выполняется подзарядка. Но недостатком стало то, что у никель-металлогидридных аккумуляторов меньше циклов зарядки/

разрядки и с ними *не рекомендуется работать при температурах ниже минус 10 °С и выше +40 °С*. На срок их службы также влияет процесс зарядки. Крайне нежелателен перегрев и перезаряд.

Напряжение никель-металлогидридного аккумуляторного элемента между отрицательным и положительным полюсом в заряженном статическом состоянии составляет 1,2 В.

Внимание! NiMH и NiCd аккумуляторы необходимо заряжать только после того, как батареи полностью разрядятся. Частые подзарядки снижают ёмкость аккумуляторов.

Никель-металлогидридная технология изготовления аккумуляторов для электроинструментов доступна в качестве экономичного перехода к *литий-ионной технологии*.

Литий-ионная технология является относительно новой и эффективной аккумуляторной технологией, которая обеспечивает более высокую плотность энергии по сравнению с аккумуляторными батареями на основе никеля (NiCd, NiMH). Литий-ионная технология дает возможность уменьшить размер и вес аккумуляторных батарей.

Литий-ионные (Li-Ion) аккумуляторные батареи. Аккумуляторы нового поколения впервые появились в 1991 году. В массовое производство их запустила компания Sony. Они очень хорошо держат значительно больший заряд, чем аккумуляторы предыдущих поколений. У них нет «эффекта памяти», следовательно, их можно заряжать в любое время, а не только когда аккумулятор полностью разрядился. Вес и габариты снижены на 40 % по сравнению с никель-металлогидридными и никель-кадмиевыми аккумуляторами, что особенно важно для профессиональных аккумуляторных инструментов, в том числе и для дрелей-шуруповёртов, которые интенсивно используются мастерами в течение всего рабочего дня.

Номинальное напряжение в литий-ионных аккумуляторах, которые применяются в электроинструментах, составляет 3,6 В на одном аккумуляторном элементе. Поэтому литиевые аккумуляторные блоки большего напряжения выгодно отличаются своим малым весом и компактными размерами. В итоге можно производить особо компактные и мощные электроинструменты. Аккумуляторные инструменты даже в компактном исполнении генерируют очень высокую мощность и тем самым дают ощутимые преимущества для пользователя. А низкий саморазряд обеспечивает быструю подготовку инструмента к работе после длительных перерывов.

Литий-ионный аккумулятор состоит из электродов (катодного материала на алюминиевой фольге и анодного материала на медной фольге), разделённых пропитанными электролитом пористыми сепараторами. Пакет электродов помещён в герметичный корпус, катоды и аноды подсоединены к клеммам-токосъёмникам. Корпус имеет предохранительный клапан, сбрасывающий внутреннее давление при аварийных ситуациях и нарушении условий эксплуатации. Литий-ионные аккумуляторы различаются по типу

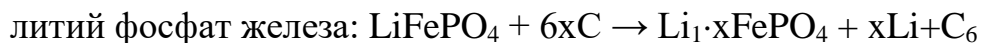
используемого катодного материала. Переносчиком заряда в литий-ионном аккумуляторе является положительно заряженный ион лития, который имеет способность внедряться (интеркалироваться) в кристаллическую решётку других материалов (например, в графит, окислы и соли металлов) с образованием химической связи, например, в графит с образованием LiC_6 , окислы (LiMO_2) и соли (LiMRO_n) металлов.

Первоначально в качестве отрицательных пластин применялся металлический литий, затем – каменноугольный кокс. В дальнейшем стал применяться графит. Применение оксидов кобальта позволяет аккумуляторам работать на значительно более низких температурах, повышает количество циклов разряда/заряда одного аккумулятора. Распространение литий-феррум-фосфатных аккумуляторов обусловлено их относительно низкой стоимостью.

В настоящее время в массовом производстве литий-ионных аккумуляторов используются три класса катодных материалов:

- 1) литий диоксид кобальта (LiCoO_2);
- 2) литий-марганцевая шпинель (LiMn_2O_4);
- 3) литий фосфат железа LiFePO_4 .

Электрохимические процессы литий-ионных аккумуляторов:



Фактически две технологии: литий диоксид кобальта и литий фосфат железа, – являются параллельными разработками. Литий диоксида кобальта (LiCoO_2) считается как более современная или безопасная технология. Его преимуществом является более высокое напряжение элемента батареи, более высокая плотность энергии и более высокая ёмкость элементов батареи. В аккумуляторах фирмы Bosch используются высококачественные элементы в соединении *литий диоксида кобальта*.

Литий-ионные аккумуляторы характеризуются тем, что литий помещается и (или) извлекается из двух основных электродов.

Принцип работы литий-ионного элемента батареи схематично изображён на рисунке 2.2.

При заряде элемента батареи ионы лития перемещаются на анод и хранятся в атомарной структуре графита. При использовании инструмента и разряде аккумуляторной батареи ионы лития переносятся с помощью электролита на катод и хранятся в атомарной структуре литий диоксида кобальта. Хранясь там, эта структура оксида кобальта будет физически растянута на 10 %, что означает, что внутри элемент батареи подвергается механическому напряжению. В конечном итоге это является одной из причин, почему ячейки подвержены старению.

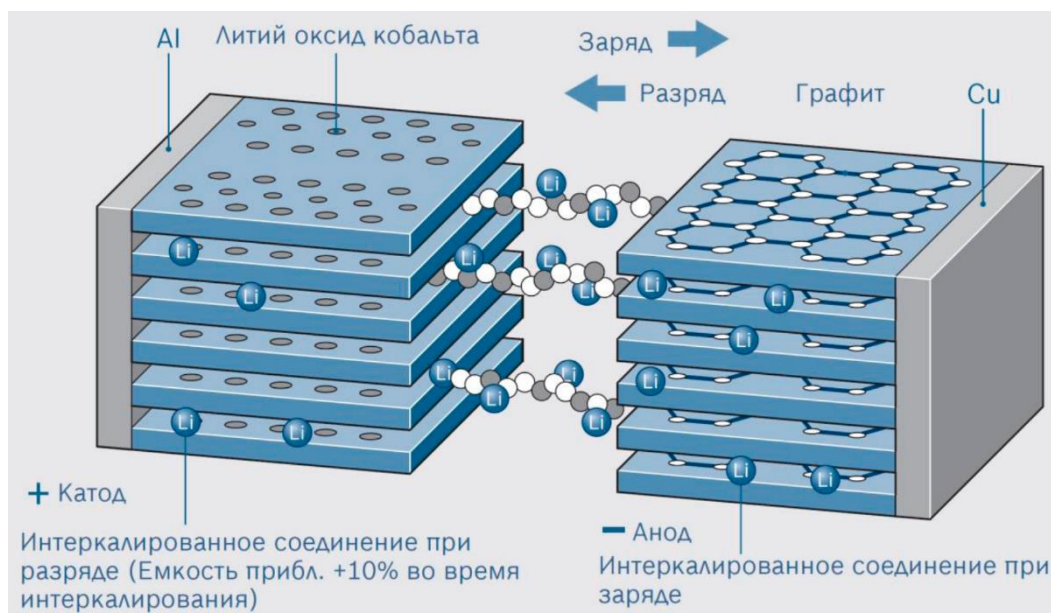


Рисунок 2.2 – Принцип работы литий-ионного элемента батареи

Саморазряд литий-ионных батарей. Саморазряд означает, что аккумулятор отдаёт свою энергию, в то время как он не используется или находится на складе. Это также называется пассивным разрядом. Это означает, что прежде, чем инструмент можно будет использовать, нужно подзаряжать аккумулятор.

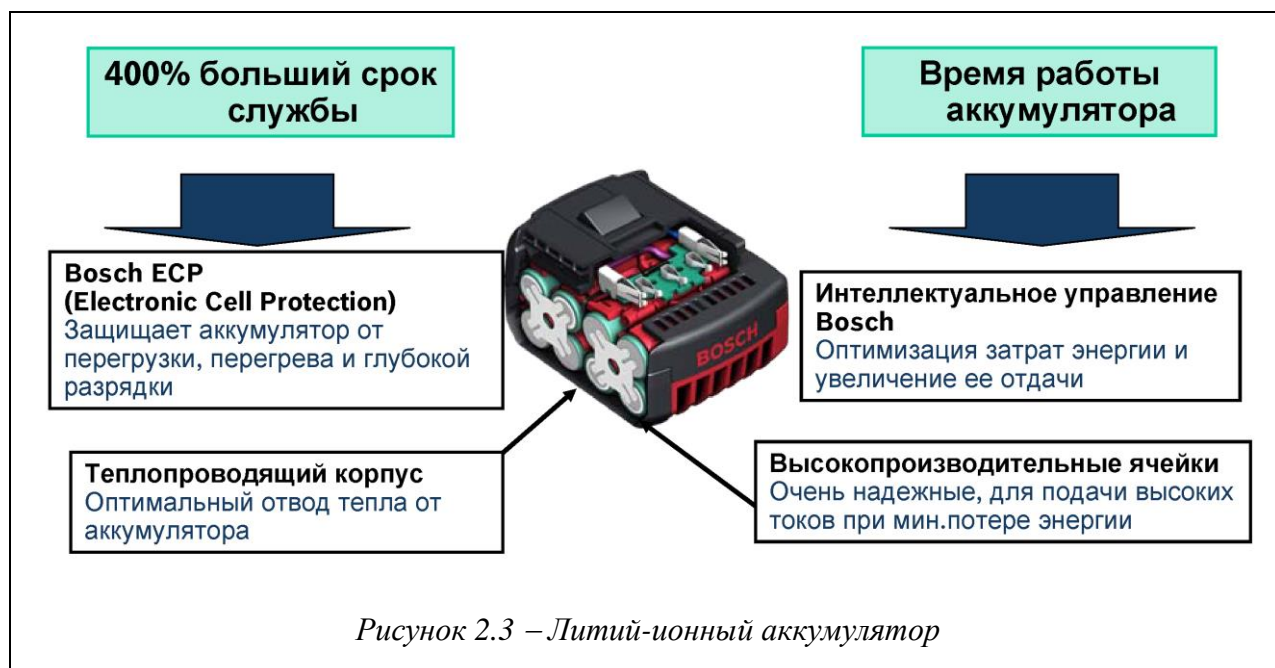
Скорость саморазряда элементов батареи на основе никеля составляет приблизительно 25 % в месяц, а у литий-ионных элементов батареи она равна всего лишь 3 % в месяц, поэтому инструменты с литий-ионными источниками питания остаются готовыми к использованию после намного более длительного периода хранения.

Глубокая разрядка в литий-ионных элементах батареи означает полную и абсолютную разрядку элемента батареи. Если литий-ионный элемент батареи будет глубоко разряжен, то ионы меди высвобождаются из анода. При последующей перезарядке элемента батареи ионы меди текут назад к аноду, где они могут не найти соответствующее им «парковочное место». После этого будет возникать хаотическая пульсация. Она может проникнуть через слой изоляции в следующий слой намотки, разрушая элемент батареи из-за внутреннего короткого замыкания. Система электронной защиты ячеек *Electronic Cell Protection (ECP)* в аккумуляторах Bosch предотвращает эту опасность.

Для химической реакции в элементе батареи необходимы различные компоненты, например, металл и электролит. Начиная с определенного напряжения, электролит начинает разлагаться, таким образом, он больше не может использоваться для процесса реакции. Эффективность элемента батареи снизится и затем он разрушится.

В настоящее время литий-ионные элементы батареи столь оптимизированы, что это разложение начинается при перезаряде всего лишь в 1 %. Поэтому это очень **важно защитить** элементы батареи от перезаряда системой ECP!

Основные конструктивные решения, обеспечивающие длительный срок службы литий-ионного аккумулятора, представлены на рисунке 2.3.

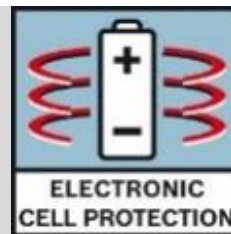


Преимущества литий-ионного аккумулятора:

- *теплопроводящий корпус (HCH) и охлаждающие рифлёные элементы* обеспечивают оптимальную теплоотдачу аккумулятора. Аккумулятор Bosch охлаждается на 45 % быстрее, чем аккумуляторы конкурентов;
- *защитные накладки на корпусе и рукоятке* защищают ячейки от внешних воздействий;
- *отсутствие потери мощности*: мощность аккумулятора остается неизменной от начала до конца работы;
- *быстрая зарядка*: литий-ионные аккумуляторы ёмкостью 4,0 А·ч полностью заряжаются уже за 45 минут;
- *высокая производительность* даже при температуре ниже 0 °С.

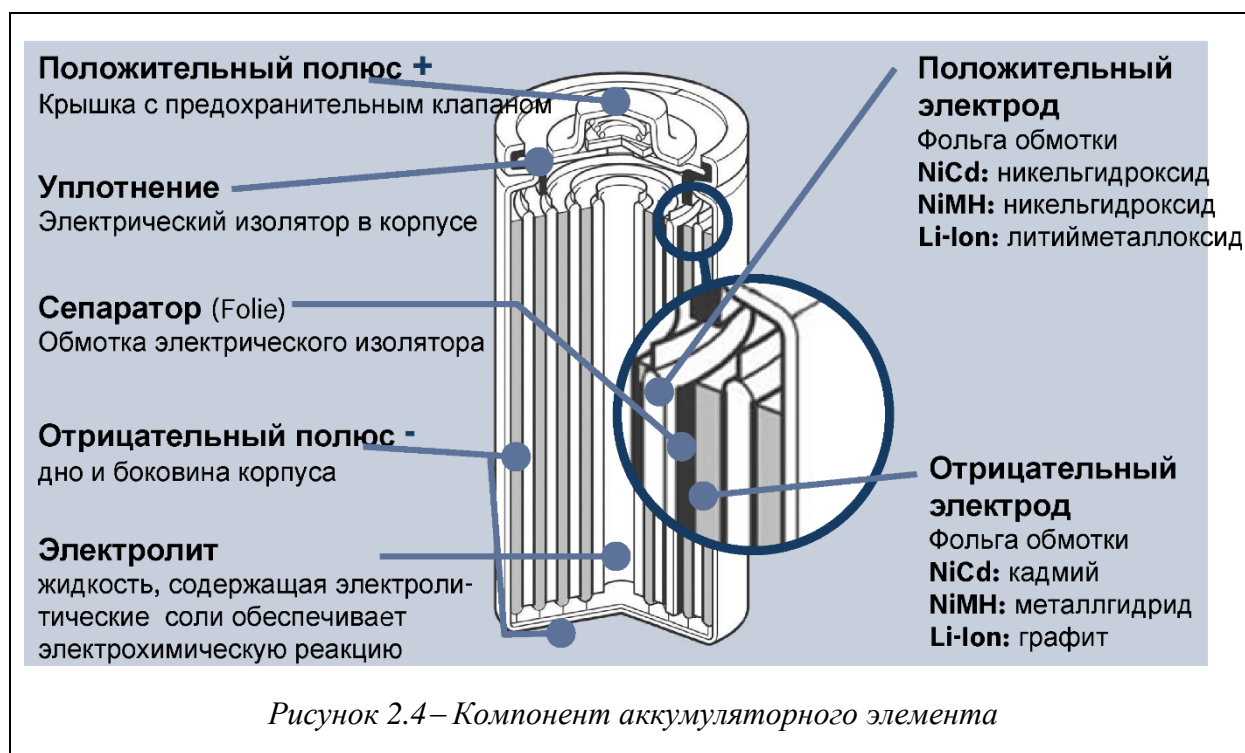
Недостатками литий-ионных батарей являются сверхчувствительность к перезарядке, глубокому разряду и сильная утечка тока при аномальных температурах. В литий-ионных аккумуляторных блоках Bosch эти недостатки устранены с помощью системы электронной защиты ячеек *Electronic Cell Protection (ECP)*. Система защиты является электронной связью между аккумуляторной батареей и электроинструментом, а также между аккумуляторной батареей и зарядным устройством.

Задача ECP состоит в том, чтобы *защитить* элементы аккумуляторной батареи от *глубокой разрядки, перезарядки* и предотвратить их *перегрев и перегрузку*. Система ECP гарантирует долгий срок службы аккумулятора. В настоящее время эта система защиты применяется только в литий-ионных аккумуляторах Bosch.



NiCd-, NiMH и Li-Ion-аккумуляторные элементы (рис. 2.4) содержат следующие компоненты:

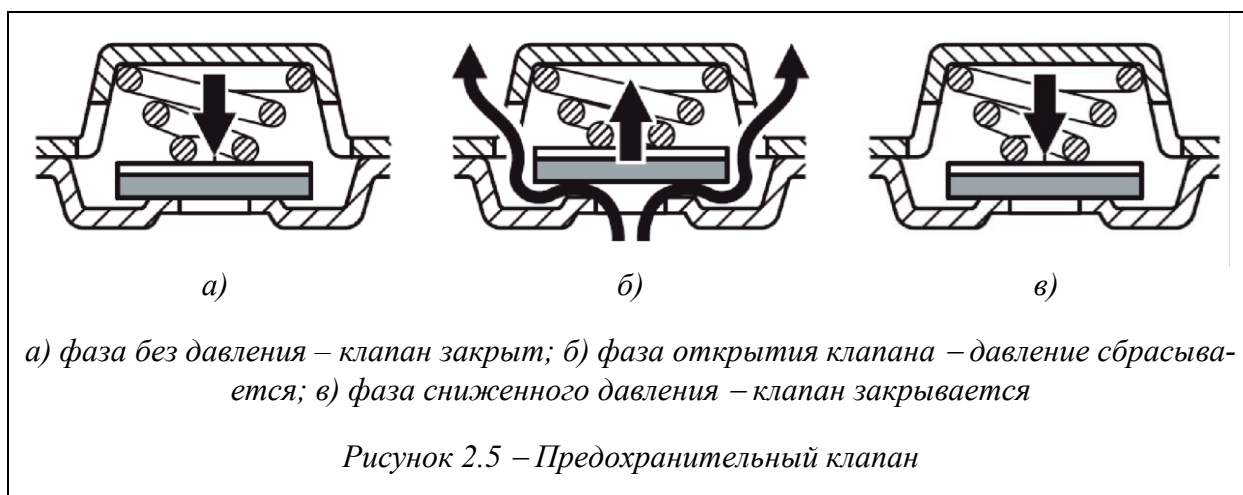
- *положительный полюс*;
- *уплотняющую прокладку*;
- *сепаратор (разделитель, изолятор)*;
- *отрицательный полюс*;
- *электролит* – жидкий или загущенный калийный щёлок (NiCd, NiMH) или различные металлические соли (Li-Ion);
- *положительный электрод*;
- *отрицательный электрод*.



Корпус NiCd- и NiMH-аккумуляторов выполнен из никелированной листовой стали и одновременно является *отрицательным полюсом*. Сам *положительный электрод* изготовлен в виде фольги из никель-кадмиевых соединений согласно технологии агломерации. Такая фольга размещается как обмотка вместе с *изолирующим слоем (сепаратором)*, через который просачивается *электролит*. Сам электролит имеет пастообразную консистенцию и состоит в основном из воды и гидроксида калия (калийного щёлока).

Отрицательный электрод может быть изготовлен различными способами, в частности: решетчатым способом, спеканием или вспениванием (образованием металлической пены). Технология оказывает значительное влияние на свойства аккумуляторного элемента и расходы, связанные с производством. Самая дорогостоящая технология (вспенивание) даёт и наиболее высокую удельную ёмкость (мощность). Водород находится в аккумуляторе не как свободный газ, а помещен в сплав электрода и при этом образует так называемый *гидрид металла*.

Если аккумуляторная батарея случайно замкнута накоротко (или двигатель остановлен рабочей нагрузкой, в то время как он по-прежнему все ещё включен), ток разряда чрезвычайно высок и может внезапно нагреть элементы аккумуляторной батареи до такой степени, что жидкие компоненты электролита начнут испаряться, и повышенное давление может разрушить элементы. Для того, чтобы *предотвратить взрыв*, элементы аккумуляторной батареи, используемые в батареях BOSCH, снабжены *предохранительным клапаном* (рис. 2.5), который позволяет сбрасывать избыточное давление.



В высококачественных элементах аккумуляторной батареи используется подпружиненный клапан сброса давления, который герметично уплотняет элемент батареи после сброса давления. В диапазоне рабочих режимов предохранительный клапан закрыт.

В дешёвых аккумуляторных батареях элементы снабжаются вместо предохранительного клапана небольшим отверстием в крышке элемента батареи. Это отверстие открыто всё время, и в конечном счёте электролит высушивается, а элемент батареи будет относительно быстро стареть.

Сравнительные характеристики NiCd, NiMH и Li-Ion аккумуляторов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнительные характеристики аккумуляторов

Параметр	Тип аккумулятора		
	NiCd	NiMH	Li-Ion
Напряжение элемента, В	1,2	1,2	3,6
Ёмкость, А·ч	1,3 / 2,4	3 (3,5)	1,3 / 1,5 / 2,0 / 2,6 / 3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0
Удельная мощность, Вт/кг	450-550	350-650	500-1000
Плотность энергии, Вт·ч/кг	40-50	60-80	90-100
Количество циклов заряд/разряд	1000	300-500	600
Разрешенная температура окружающей среды при эксплуатации и хранении, °С	от -20 до + 50	от -10 до + 40	от -20 до + 50
Оптимальная температура хранения, °С	5-15	5-15	5-15
Разрешенная температура окружающей среды при зарядке, °С	от 0 до +45	от 0 до +45	от 0 до +45
Саморазряд при комнатной температуре через 30 дней, %	10	25	3
Эффект памяти	есть	нет	нет
Функциональность при низких температурах	При -18 °С ёмкость 40 % = еще сохраняет функциональность	При -15 °С не функционирует	При -20 °С ёмкость 50 % = сохраняет функциональность
Условия хранения	Полностью разряженные	Полностью заряженные	Частично заряженные
Срок хранения без подзарядки бывшего в использовании аккумулятора, месяцев	до 6	до 6	до 24
Система защиты ESR	нет	нет	есть

Новые литий-ионные аккумуляторы Bosch с элементами последнего поколения выгодно отличаются оптимизированной работой при низких температурах. Новые литий-ионные аккумуляторы ёмкостью 4,0 А·ч превосходят никель-кадмиевые аккумуляторы и заметно мощнее никель-металлогидридных аккумуляторов.

За счет более высокой плотности энергии вес литий-ионных аккумуляторов Bosch на 60 % меньше, чем у никелевых аккумуляторов (NiCd/NiMH), при сохранении аналогичной мощности.

Технология технического обслуживания, хранения, зарядки, изменение свойств в зависимости от температуры и рекомендации по вторичной переработке разных видов аккумуляторов приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технологические характеристики аккумуляторов

Характеристики	Виды аккумуляторов		
	Никель-кадмиевые	Никель-металлогидридные	Литий-ионные
Техническое обслуживание	Не требуют технического обслуживания. Следует избегать глубокого разряда или перезарядки.		
	Аккумулятор необходимо всегда разряжать <u>полностью</u> , но не до глубокого разряда, и только после этого снова заряжать.	После разряда аккумулятора его следует немедленно зарядить снова, не нужно всегда разряжать до конца.	Не обязательно разряжать полностью, их можно заряжать далее в полуразряженном состоянии.
Хранение	Можно хранить как в заряженном, так и незаряженном состоянии	Должны храниться в заряженном состоянии.	Можно хранить в любом состоянии заряженности.
Вольт-амперная характеристика	Чем больше аккумуляторный инструмент оптимизирован к сопротивлению тока большой силы, тем стабильнее напряжение при разряде.		
Эффект памяти	Сильно выраженный	Мало выраженный	<u>Отсутствует</u>
Саморазряд	В процессе хранения разряжаются сами. Хранение при высокой температуре и плохое качество аккумуляторной батареи способствуют её саморазряду.		
Температурная характеристика	При низкой температуре дают меньший ток разряда, чем при комнатной температуре. <u>Нельзя</u> заряжать током большой силы при низкой температуре.		
Экологическая безопасность	Содержат никелевые и кадмиевые соединения. Кадмиевые соединения являются высокотоксичными, т.к. при распаде кадмий способен образовывать ядовитые соединения.	Содержат никелевые соединения и специальные минерально-металлические сплавы. Все эти материалы являются нейтральными по отношению к окружающей среде.	Содержат литиевые соединения и некоторые дорогостоящие материалы.
	<i>Никель-кадмиевые</i> аккумуляторы по окончании срока службы необходимо утилизировать. Составные части <i>никель-металлогидридных</i> и <i>литий-ионных</i> аккумуляторов являются настолько дорогостоящими, что их по окончании срока службы необходимо подвергать вторичной переработке.		

2.2 Способы зарядки аккумуляторов

2.2.1 Зарядные устройства для аккумуляторов на никелевой основе

Способы зарядки аккумуляторов на никелевой основе относительно просты: так, например, аккумуляторы NiCd и NiMH можно заряжать одними и теми же зарядными устройствами. При этом существуют обычные (стандартные) и быстрозарядные устройства.

Чтобы иметь возможность повторно заряжать аккумуляторы, необходимо зарядное устройство. Существуют различные исполнения таких зарядных устройств – для работы от сети или от прикуривателя автомобиля. Все эти устройства преобразуют рабочее напряжение в необходимое зарядное напряжение. Быстрозарядные устройства выполнены конструктивно таким образом, что могут повторно заряжать никель-кадмиевые аккумуляторы (NiCd) в течение 10-60 минут, то есть они являются «быстрозарядными». Установленная в зарядном устройстве электроника определяет зарядное напряжение, зарядный ток и различные критерии отключения, такие как температура, время, изменение напряжения, уровень заряженности.

Встроенные светодиоды могут показывать рабочее состояние и уровень заряженности аккумулятора. По окончании процесса быстрой зарядки устройство автоматически переключается на постоянную подзарядку. Она компенсирует собственную небольшую саморазрядку никель-кадмиевых аккумуляторов, и у потребителя всегда в распоряжении оптимально заряженный источник энергии.

Устройства медленной зарядки разработаны, в основном, таким образом, что процесс зарядки составляет 12-14 часов. Обычно эти устройства не имеют электронного управления и заряжают никель-кадмиевые аккумуляторы при небольшом зарядном токе (около 0,12 А) в течение 12 часов.

Для всех процессов зарядки решающее значение имеет температура окружающей среды, причем при температурах ниже 0 °С процесс быстрой зарядки не представляется возможным, а при температурах выше +45 °С может возникнуть повреждение аккумулятора. Аккумуляторные блоки фирмы «Bosch» оснащены чувствительным элементом – терморезистором NTC (*negative Temperaturkoeffizient*) с отрицательным температурным коэффициентом, который при растущей, недопустимо высокой температуре никель-кадмиевого аккумулятора автоматически прерывает процесс быстрой зарядки.

Зарядные устройства для никель-кадмиевых и никель-металлогидридных аккумуляторов, используемых для аккумуляторных инструментов, должны соответствовать следующим требованиям:

- короткое время зарядки;
- щадящая зарядка аккумулятора;

- *определение температуры аккумулятора;*
- *незначительный нагрев аккумулятора;*
- *распознавание повреждений в аккумуляторе;*
- *легкое обслуживание;*
- *удобство в обращении;*
- *экономичность.*

Эти требования частично противоречат друг другу. Поэтому, чем больше требований должно быть согласовано друг с другом, тем сложнее электроника. Наиболее востребованным является способ *зарядки с процессорным управлением.*

Помимо способа зарядки не менее важное значение имеет и правильное обращение с аккумулятором при вводе его в эксплуатацию или после многомесячного перерыва в работе. *Активная масса электродов* гальванического элемента со временем может стать *неактивной*, из-за чего происходит очевидная потеря ёмкости. Если выполнить несколько циклов разрядки/зарядки (осуществляя это по правилам), активная масса вновь будет «сформирована». А после выполнения 3-5 подобных циклов номинальная ёмкость аккумулятора восстановится.

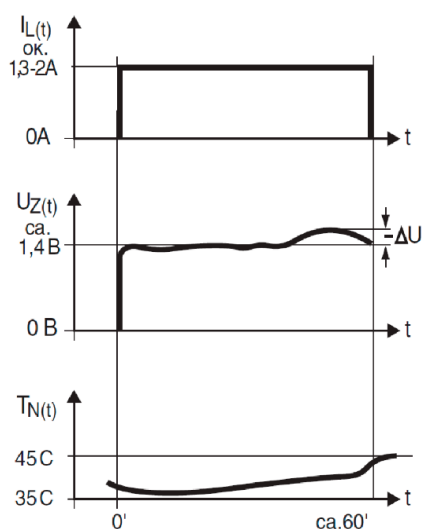
Зарядка с процессорным управлением (рис.2.6). Простые зарядные устройства для зарядки по методу контроля разности напряжений (DV – Delta Volt), которую контролирует процессор, своей базовой конструкцией похожи на зарядные устройства с часовым управлением. Отличие состоит в том, что в зарядных устройствах с процессорным управлением таймер заменен контрольным переключателем, который определяет характеристики напряжения в процессе зарядки. По такому методу работают *быстрозарядные устройства фирмы «BOSCH».*

Для определения состояния полной зарядки аккумулятора в процессе зарядки постоянно контролируется характеристика напряжения. В конце процесса зарядки для никель-кадмиевого аккумулятора сначала определяется нарастание напряжения аккумуляторного элемента ($+\Delta U$), а затем характерное снижение напряжения ($-\Delta U$). Электроника распознает это и использует для управления степенью заряженности. При наступлении ($-\Delta U$) зарядка током большой силы (процесс быстрой зарядки) переключается на «компенсационную подзарядку» слабым током (процесс постоянной подзарядки или непрерывной подзарядки («точечный заряд»)).

Такой щадящий процесс зарядки предотвращает перезарядку и обеспечивает продолжительный срок службы аккумуляторов. Зарядные устройства с DV работают в полностью автоматическом режиме, и поэтому необходимость в специальных функциях разрядки-зарядки отпадает.

Однозначным *преимуществом* этого способа зарядки является то, что он дает возможность заряжать аккумуляторы с разной степенью заряженности или разной ёмкостью, так как зарядное устройство всегда прекращает зарядку батареи именно тогда, когда аккумулятор полностью заряжен, независимо от предварительно заданного времени. В этом случае температурный

сигнал аккумулятора как бы больше не нужен, но он продолжает выполнять роль дополнительного средства защиты, так как с его помощью можно предотвратить зарядку слишком холодных (при отрицательных температурах) или слишком горячих аккумуляторов (например, в результате предварительной разрядки током большой силы или воздействия солнечных лучей).



I_L – зарядный ток; U_Z – напряжение аккумуляторного элемента (ячейки); t – время;
 T_N – температура аккумуляторного элемента (ячейки)

Рисунок 2.6 – Способ зарядки NiCd- и NiMH-аккумуляторов
 низким постоянным током, отключение по $(-\Delta U)$

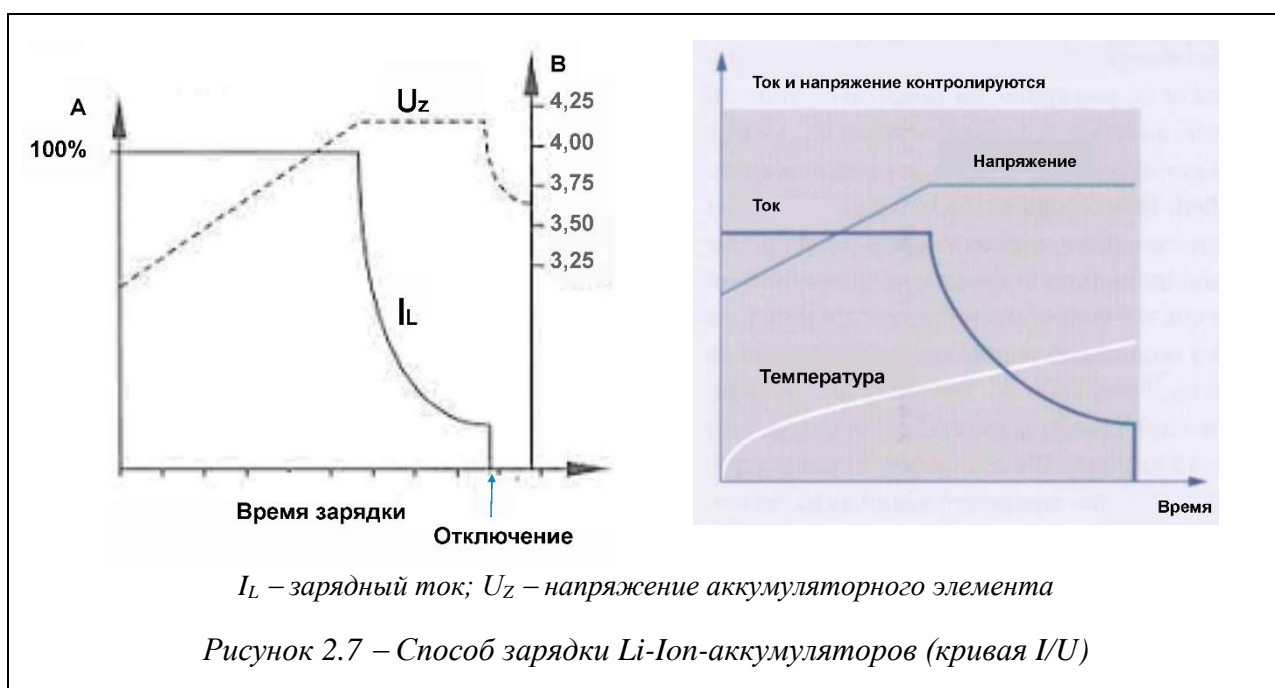
Зарядные устройства с процессорным управлением работают с так называемыми *импульсными источниками питания*. Это значит, что в них уже нет сетевого трансформатора, а используется современная полупроводниковая технология, которая позволяет снизить и выровнять сетевое напряжение. Благодаря этому такие зарядные устройства удобны для большого диапазона входного напряжения, например, 100-120 В или 200-240 В без необходимости переключения. Кроме того, стало возможным создание зарядных устройств под входное напряжение 12 В. В результате появилась возможность заряжать NiCd- и NiMH-аккумуляторы от бортовой электрической сети автомобиля.

2.2.2 Зарядные устройства для литий-ионных аккумуляторов

Литий-ионные аккумуляторы требуют специальных способов зарядки, для этого используются зарядные устройства с микропроцессорным управлением.

Аккумуляторы на литиевой основе предъявляют высокие требования к ограничению зарядного напряжения во время их зарядки. Слишком высокое напряжение способно разрушить аккумулятор. В данном отношении такие аккумуляторы можно сравнить со свинцовыми, у которых зарядное напряжение нельзя превышать из-за газообразования («кипения»). Кроме того, необходим строгий контроль температурного режима.

На практике для Li-Ion-аккумуляторов используют видоизмененный способ зарядки (рис. 2.7), при котором сначала происходит зарядка постоянным током (I), пока не будет достигнуто конечное напряжение заряда (U). Затем конечное напряжение заряда поддерживается на постоянном уровне. А в дальнейшем зарядный ток непрерывно снижается. При превышении установленных значений зарядное устройство полностью отключается, а значит, «компенсационная подзарядка» не происходит. Зарядное устройство, и, соответственно, аккумулятор должны быть снабжены точными датчиками для определения состояния зарядки и температуры аккумулятора.



Технологии заряда инструментов для домашних мастеров и профессиональных инструментов немного различается. Инструменты для домашних мастеров заряжаются на протяжении определенного периода времени постоянным линейным током заряда. Однако профессиональные инструменты заряжаются с использованием технологии Bosch **Hyper Charge**, которую фирма Bosch разработала специально для быстрой зарядки литий-ионных аккумуляторов. Такой способ зарядки защищает их элементы от перегрузки и тем самым увеличивает срок службы аккумуляторов. Литий-ионные аккумуляторы ёмкостью 4,0 А·ч полностью заряжаются всего за 45 минут.

Hyper Charge означает высокий зарядный ток вначале и низкий в конце цикла зарядки («турбо зарядка»). Преимущество этой технологии заключается в том, что после истечения 50 % времени зарядки аккумулятор уже восполняет приблизительно 80 % своей ёмкости (рис. 2.8).

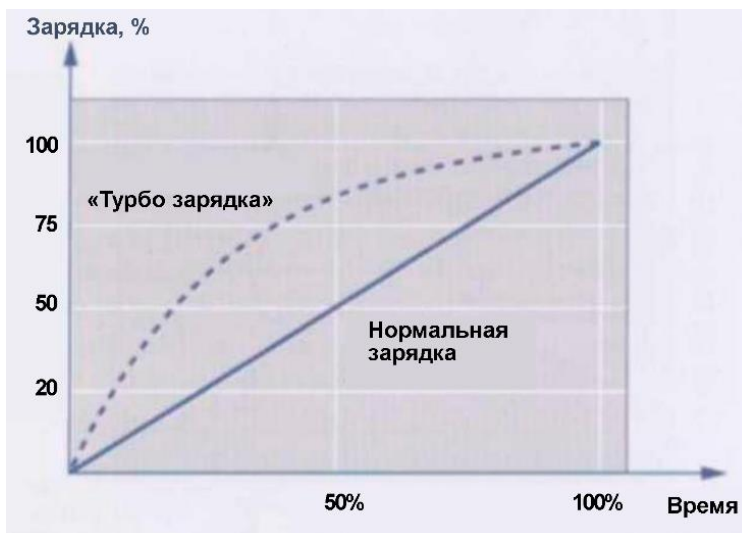


Рисунок 2.8 – Зарядка литий-ионных аккумуляторных батарей с использованием технологии *Hyper Charge*

Мощность литий-ионных аккумуляторов остается неизменной от начала до конца работы как при заворачивании шурупов, так и при сверлении отверстий – в отличие от аккумуляторов NiCd и NiMH, у которых потеря мощности происходит заметно быстрее.

Обычные (стандартные) зарядные устройства для Li-Ion аккумуляторов имеют линейный алгоритм зарядки. Необходимо полностью разрядить аккумулятор перед тем, как снова заряжать его, и полностью зарядить его при каждой зарядке.

Новое зарядное устройство с функцией быстрой зарядки работает по асимптотическому алгоритму, благодаря чему аккумулятор заряжается до высокого уровня зарядки за короткий отрезок времени (рис. 2.9). Так как у литий-ионных аккумуляторов отсутствует эффект памяти, подзарядка аккумулятора возможна при любой степени его заряженности.

Пользователь может проверить уровень зарядки и перезарядить с помощью быстрой зарядки настолько, насколько ему нужно для того, чтобы закончить работу без нанесения вреда аккумулятору благодаря отсутствию эффекта памяти. Аккумулятор заряжается на 80 % уже за 50 % времени зарядки.

Зарядные устройства распознают температуру аккумулятора и в соответствии с ней регулируют зарядный ток в целях обеспечения максимального срока службы аккумулятора. Таким образом предотвращается любая угроза перегрева или взрыва.

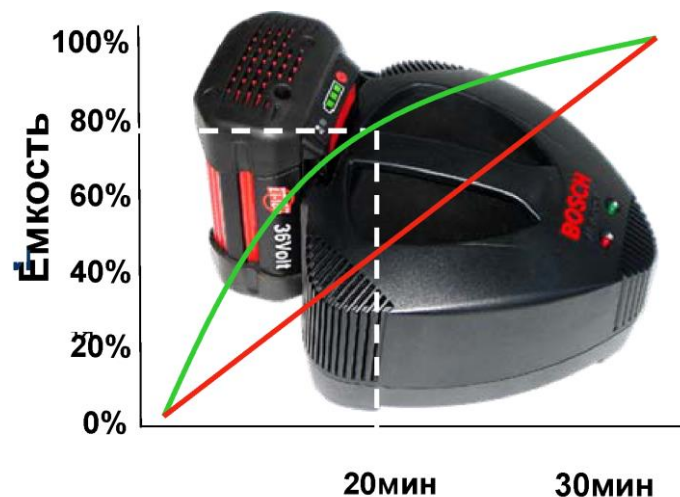


Рисунок 2.9 – Алгоритмы зарядки зарядными устройствами

Аккумуляторные батареи обычно можно использовать только в пределах определённого интервала температур. Для литий-ионных аккумуляторов диапазон рабочей температуры составляет от -10 до $+50$ °C. Это означает температуру элементов батареи, а не температуру окружающей среды. Если температура будет слишком низкой, то аккумуляторный блок замерзнет, подобно еде в морозильнике, и не сможет обеспечивать энергию. Если температура слишком высокая, аккумуляторный блок может разрушиться под нагрузкой. Система ЕСР защищает аккумуляторный блок от использования его вне пределов соответствующего интервала температур.

Индикатор уровня зарядки аккумулятора (LZA) информирует пользователя о сохранившейся в аккумуляторе энергии (рис. 2.10). При опросе уровня зарядки нажатием кнопки «On» зелёные светодиоды в течение 5 секунд отображают степень заряженности аккумулятора:

- непрерывно горят 3 зелёных светодиода: степень заряженности в диапазоне 66-100 %;
- непрерывно горят 2 зелёных светодиода: степень заряженности в диапазоне 33-66 %;
- непрерывно горит 1 зелёный светодиод: степень заряженности в диапазоне 5-33 %;
- мигает 1 зелёный светодиод: степень заряженности менее 5 %;
- не горит ни один зелёный светодиод: аккумулятор неисправен.

Внимание! По причинам безопасности опрос уровня зарядки возможен только в состоянии покоя электроинструмента.

Во время процесса зарядки мигают 3 зелёных светодиода. По завершении процесса зарядки все зелёные светодиоды горят в течение 15 минут.

Если загорается красный светодиод, аккумулятор перегрет или слишком холодный для зарядки.

Мигающий красный свет указывает на то, что температура аккумулятора не находится в оптимальном диапазоне от 0 °С до +45 °С для быстрой зарядки, вследствие чего процесс зарядки прекращается. Как только аккумулятор достигает оптимальной температуры зарядки, зарядное устройство автоматически переключается в режим быстрой зарядки.



Рисунок 2.10 – Индикатор уровня зарядки аккумулятора

Хранить литий-ионный аккумуляторный блок в зарядном устройстве нежелательно. Хотя процесс заряда автоматически останавливается, рекомендуется рассоединить зарядное устройство и литий-ионный аккумуляторный блок после зарядки и отключить зарядное устройство от сети электропитания.

Для зарядки аккумуляторов применяются следующие типы зарядных устройств:

- AL 2404, AL 2422 DC, AL 2450 DV – для NiCd- и NiMH-аккумуляторов;
- AL 1115 CV, AL 1130 CV, AL 1820 CV, AL 1860 CV, AL 3640 CV – для Li-Ion аккумуляторов.

Стандартное зарядное устройство **AL 2404** (рис. 2.11а) заряжает любые аккумуляторы (NiCd/NiMH) с контактной группой АРТ 7,2–24 В. Светодиодный индикатор даёт информацию о рабочем состоянии зарядного устройства и степени заряженности аккумулятора.

Автомобильное зарядное устройство **AL 2422 DC** (рис. 2.11б) специально предназначено для использования в легковых/грузовых автомобилях (12/24 В). Заряжает NiCd- и NiMH-аккумуляторы от источника постоянного тока (подключается к прикуривателю).

Быстрозарядное устройство **AL 2450 DV** (рис. 2.11в) подходит ко всем NiCd- и NiMH-аккумуляторам Bosch напряжением 7,2–24 В. Зарядка производится по методу контроля разности напряжений (DV – Delta Voltage), которую контролирует процессор. Завершение зарядки сопровождается звуковым сигналом.

ратуре в диапазоне от 0 до +45 °С, что необходимо для обеспечения длительного срока службы аккумулятора.



Технические характеристики зарядных устройств для Li-Ion аккумуляторов Bosch приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики зарядных устройств для Li-Ion аккумуляторов Bosch

	AL 1115 CV	AL 1130 CV	AL 1820 CV	AL 1860 CV	AL 3640 CV
Напряжение питания, В	230	230	230	230	230
Зарядное напряжение, В	3,6-10,8	10,8	14,4-18	14,4-18	36
Зарядный ток, А	1,5	3,0	2,0	6,0	4,0
Допустимый диапазон температуры при зарядке, °С	от 0 до +45	от 0 до +45	от 0 до +45	от 0 до +45	от 0 до +45
Габариты (Д x Ш x В), мм		170x123x68	150x115x82	195x130x82	
Вес, кг		0,4	0,5	0,8	
Аккумулятор	<i>Время полной зарядки при температуре +20 °С, минут</i>				
– 1,3-1,5 А·ч.	65	35	50	25	45
– 2,0 А·ч.	-	45	65	35	45
– 2,6-3,0 А·ч	-	65	95	35	60
– 4,0 А·ч	-	-	125	45	80
– 5,0 А·ч	-	-	-	65	-
– 6,0 А·ч	-	-	-	65	-

Расшифровка обозначений зарядных устройств Bosch приведена в приложении А.

3 АККУМУЛЯТОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

3.1 Технология аккумуляторных элементов

Аккумуляторные элементы в электроинструментах подвергаются специальным нагрузкам. Типичные виды нагрузок:

- *высокий ток разрядки при блокировке двигателя;*
- *высокая температурная нагрузка при зарядке и разрядке;*
- *вибрации.*

Чтобы увеличить срок эксплуатации, конструкция аккумуляторов для электроинструментов должна быть разработана с учётом перечисленных нагрузок.

Допустимый ток. Сертифицированные производители применяют в аккумуляторных инструментах «элементы, рассчитанные на большую силу тока». Благодаря конструкции электродов, они способны как отдавать, так и потреблять высокий зарядный ток.

Распределение температуры. Аккумуляторные батареи состоят из нескольких аккумуляторных элементов, расположенных в одном корпусе. Когда речь идет о высоком напряжении аккумулятора, количество аккумуляторных элементов может достигать десяти. При таком количестве элементов в аккумуляторе те ячейки, которые находятся в центре корпуса, подвергаются более сильной нагрузке, чем элементы на стенках корпуса аккумулятора. Соответственно, центральные аккумуляторные элементы подвергаются и более высоким температурным нагрузкам. Чтобы распределить температуру равномерно и разгрузить центральные ячейки, сертифицированные производители размещают в аккумуляторах элементы выравнивания температуры. В результате тепло перераспределяется на крайние аккумуляторные элементы и через них отводится.

Полученная более равномерная тепловая нагрузка всех аккумуляторных элементов положительно воздействует на зарядку и разрядку и, тем самым, существенно увеличивает срок службы аккумулятора.

Циклический срок службы аккумуляторов

Число возможных циклов зарядки и разрядки аккумуляторов зависит от области применения. Поэтому следует учитывать следующие факторы:

- *теоретическое число циклов;*
- *практическое число циклов.*

Теоретическое число циклов. Производители аккумуляторов определяют максимальное теоретически возможное количество циклов зарядки/разрядки результате проведения тестов в лабораторных условиях. Фирмы-производители аккумуляторов (а также производители зарядных устройств)

указывают на аккумуляторах, используемых в электрических инструментах, теоретическое число циклов более 1000.

На практике условия, при которых происходят циклы зарядки/разрядки, подвержены изменениям. Аккумуляторные инструменты при использовании в большинстве случаев испытывают повышенную нагрузку. Типичный пример – сверление и закручивание шурупов, при которых зачастую блокируется двигатель. Одновременно с этим образуется недопустимо высокий ток, который является причиной преждевременного износа аккумулятора. Еще одной причиной такого износа выступает нерегулярное очищение контактов аккумулятора. Возникающие в результате переходные сопротивления образуют тепло, которое неблагоприятно влияет на срок службы аккумулятора. На практике обычна ситуация с глубокой разрядкой аккумулятора, когда двигатель полностью останавливается. Это неблагоприятно воздействует на продолжительность эксплуатации аккумулятора. Таким образом, количество циклов зарядки/разрядки на практике напрямую зависит от потребителя. Чаще всего срок службы аккумуляторов равен, за некоторыми исключениями, 400-700 циклов. В очень неблагоприятных условиях он может сократиться.

Цикл заряда аккумуляторной батареи. Цикл заряда завершается, когда выполняется один полный заряд и разряд аккумуляторного блока. Значительное сокращение продолжительности работы после заряда свидетельствует о старении аккумулятора и указывает на необходимость его замены. .

В понимании Bosch цикл заряда означает полностью зарядить аккумуляторную батарею от 0 % до 100 % и снова разрядить до 0 %. Если аккумуляторная батарея будет заряжена только частично, то будет использоваться только соответствующий цикл разряда. То, как часто аккумуляторный блок может быть помещен в зарядное устройство, зависит от пользователя (например, заряд до 10 % означает 0,1 цикла заряда).

Если аккумуляторная батарея всегда *частично* заряжается таким образом, 1000 циклов будут означать, что аккумуляторная батарея помещалась в зарядное устройство 10 000 раз.

Выход аккумуляторных блоков из строя. На аккумуляторные блоки оказывают влияние два фактора старения:

1. *Расчетный срок службы.*
2. *Долговечность при циклическом нагружении.*

Расчетный срок службы означает, что аккумуляторный блок теряет мощность просто с течением времени, начиная с момента изготовления, из-за окисления материалов в элементе батареи.

Долговечность при циклическом нагружении подразумевает, что, так как количество циклов заряд-разряд увеличивается, то аккумуляторная батарея постепенно теряет ёмкость. Каждый цикл заряд-разряд вызывает механическое напряжение в элементах батареи, которое, в конечном счете, разрушает элемент батареи.

Хранение литий-ионных аккумуляторных блоков. Литий-ионные аккумуляторные батареи лучше хранить при температуре до +20 °С и при низкой влажности. Чем выше температура и влажность, тем быстрее происходит саморазряд. Кроме того, перед хранением литий-ионный аккумуляторный блок не должен быть полностью заряжен. Полностью заряженные элементы батареи имеют более высокий уровень внутренней активности, что приводит к более быстрому старению элементов батареи.

Особенности литий-ионного аккумуляторного блока. Литий-ионный аккумуляторный блок имеет длинные красные пластмассовые пазы. Когда аккумуляторный блок заряжается или разряжается, он обычно нагревается. Длинные пазы предназначены для увеличения площади поверхности и сделаны из специальной теплопроводящей пластмассы. Это помогает удерживать приемлемый интервал температур аккумуляторного блока.

3.2 Модуль 1 «Литий-ионная технология Bosch»

Учебный материал 1

3.2.1 Особенности аккумуляторов

В зависимости от цели и области применения аккумуляторные батареи должны соответствовать различным требованиям. Аккумуляторные батареи от Bosch различаются по трём ступеням качества, которые обозначаются символами **DIY**, **SD**, **HD**. Их основные различия – ёмкость, срок службы, допустимая нагрузка и цена.

Ступени качества аккумуляторов в зависимости от предполагаемой нагрузки (режима работы) на электроинструменты приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Ступени качества аккумуляторов от Bosch

Ступень качества	Назначение
DIY	Do it yourself (Для домашних мастеров) Недорогие аккумуляторные блоки низкой ёмкости для лёгких условий работы, для выполнения нерегулярных (эпизодических) работ по дому
SD	Standard Duty (Для нормального режима работы) Аккумуляторные блоки средней ёмкости для стандартных требований и лёгких работ в профессиональной области: заворачивания шурупов и сверления
HD	Heavy Duty (Для тяжёлого режима работы) Аккумуляторные блоки высокой производительности для выполнения тяжёлых, регулярных работ в профессиональной области, где востребованы производительность и ёмкость

На срок службы аккумулятора влияют объективные (таблица 3.2) и субъективные факторы (таблица 3.3).

Таблица 3.2 – Объективные факторы

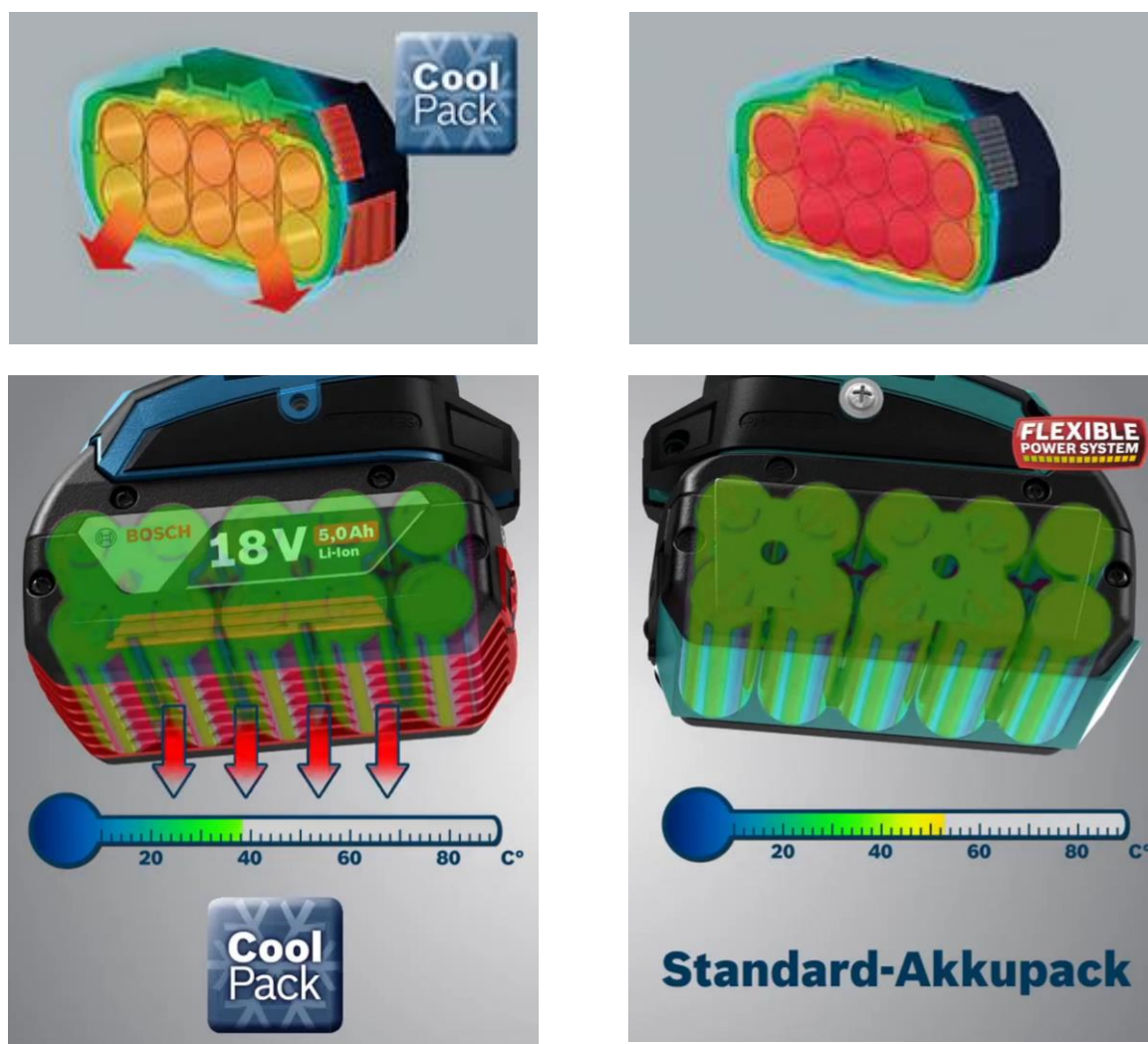
Фактор	Воздействие
Старение	Со временем любой аккумулятор стареет, независимо от того, используется он или нет. Следствием этих изменений являются потери напряжения и ёмкости.
Химический процесс	Со временем и в процессе использования все материалы подвергаются коррозии. Следствием этих изменений являются потери напряжения и ёмкости.
Высыхание электролита	Со временем и в процессе использования электролит теряет влагу. Следствием этих изменений являются потери напряжения и ёмкости.

Непрерывная перегрузка, и после этого высокие температуры аккумуляторной батареи и частичные разряды/заряды могут привести к потере напряжения и ёмкости аккумуляторной батареи.

Таблица 3.3 – Субъективные факторы

Фактор	Этап проявления	Влияние на срок службы аккумулятора
Выбор электроинструмента и аккумулятора	В зависимости от предполагаемого использования	Сильное
Выбор электроинструмента и аккумулятора	Слишком слабое	Слабое
Нагрузка аккумулятора вследствие различных условий применения (касается только аккумуляторов NiCd и NiMH)	Заворачивание шурупов, сверление отверстий небольшого диаметра	Сильное
Нагрузка аккумулятора вследствие различных условий применения (касается только аккумуляторов NiCd и NiMH)	Пиление, ударное сверление отверстий большого диаметра	Слабое
Процесс зарядки (эффект памяти) (касается аккумуляторов NiCd и NiMH)	Полностью разряжен / заряжен	Сильное
Процесс зарядки (эффект памяти) (касается аккумуляторов NiCd и NiMH)	Частично разряжен / заряжен	Слабое
Механическая нагрузка	Нормальная эксплуатация	Сильное
Механическая нагрузка	Эксплуатация в жестких условиях	Слабое

Благодаря уникальной технологии защиты от перегрева **Bosch Cool-Pack** ячейки литий-ионных аккумуляторов напряжением 14,4–36 В оптимально защищены, потому что проводящий материал (красные ребра охлаждения, радиатор) на нижней стороне эффективно отводит возникающее тепло наружу непосредственно через нижнюю часть корпуса (*рис. 3.1а*) и тем самым предотвращает возможный перегрев аккумуляторных элементов, благодаря этому в два раза увеличивается срок службы аккумуляторов. Кроме того, инновационные аккумуляторы CoolPack ёмкостью 2,0 А·ч, 4,0 А·ч, 5,0 А·ч и 6,0 А·ч обеспечивают увеличение продолжительности работы на одной зарядке до 65 %.



а)

б)

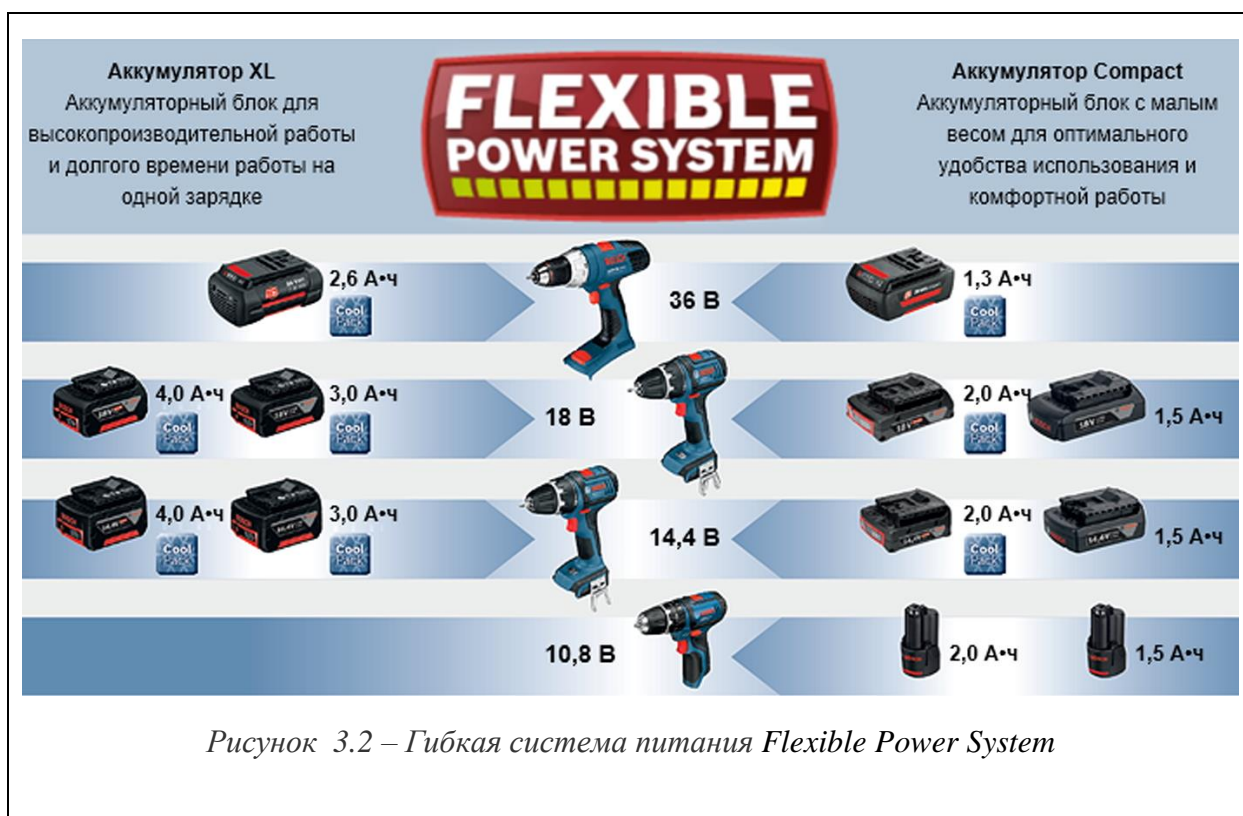
а – корпус с системой защиты от перегрева CoolPack; б – стандартный корпус

Рисунок 3.1– Технология защиты от перегрева CoolPack

У элементов литий-ионных аккумуляторов со стандартным корпусом происходит сверхвысокое тепловыделение (рис. 3.1б).

Для литий-ионных аккумуляторных инструментов Bosch разработана гибкая система питания *Flexible Power System* (рис. 3.2), позволяющая выбрать для одного класса напряжения адаптируемые по энергоёмкости аккумуляторные блоки:

- *XL (или Premium)* для высокопроизводительной работы и длительного времени работы на одной зарядке;
- *Compact* для оптимального удобства использования и комфортной работы.



Аккумуляторные блоки ёмкостью 1,3 А·ч, 1,5 А·ч или 2,0 А·ч относятся к классу «Compact», а аккумуляторные блоки ёмкостью 2,6 А·ч, 3,0 А·ч или 4,0 А·ч – к классу «Premium». Аккумуляторный блок с большей ёмкостью позволяет работать более продолжительное время, то есть на одной зарядке можно завинтить больше винтов или просверлить больше отверстий. Из-за большего числа элементов батареи аккумуляторные блоки «Premium» больше, тяжелее и дороже, чем аккумуляторные блоки «Compact». Пользователь может выбрать, какой аккумуляторный блок использовать в пределах используемого класса напряжения.

Ассортимент литий-ионных аккумуляторов с гибкой системой питания *Flexible Power System* представлен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Ассортимент Li-Ion аккумуляторов с Flexible Power System

3.2.2 АРТ-хвостовик аккумуляторного блока

Для NiCd- и NiMH-аккумуляторов Bosch разработана специальная контактная группа АРТ (*Akku Pack Top*) (рис. 3.4). Данная контактная группа всегда гарантирует правильность подключения аккумулятора к зарядному устройству или электроинструменту, встроенное кодирование исключает возможность неправильного соединения и, таким образом, несоблюдения полярности.

Важнейшими элементами контактной группы АРТ являются:

- *контакт NTC* (отрицательный температурный коэффициент). На аккумуляторном элементе, который в режиме зарядки нагревается больше всего, находится датчик температуры, который определяет температуру элемента и передает измеренное значение температуры на зарядное устройство. В зависимости от того, является ли температура в рабочей области слишком низкой или слишком высокой, зарядное устройство настраивается на наиболее благоприятный режим зарядки.

Зарядное устройство измеряет температуру в аккумуляторной батарее:

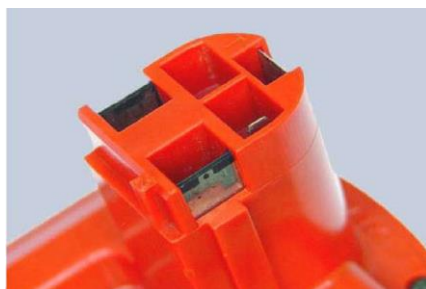
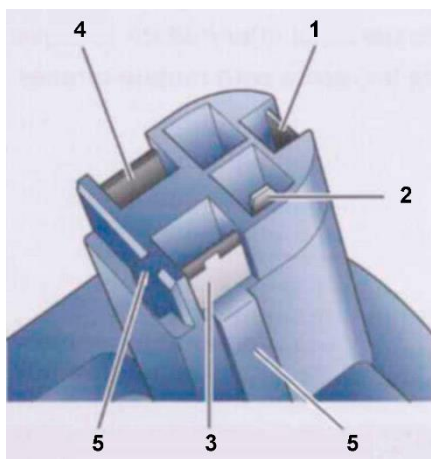
- для регулирования зарядного тока;
- для прерывания процесса зарядки.
- *кодировочный контакт* (контакт кодирования). Служит для передачи данных между аккумулятором и зарядным устройством. В зависимости

от типа и конструкции аккумулятора в зарядное устройство поступает информация о том, каким должен быть режим зарядки и зарядный ток: распознавание типа батареи и оптимальное управление процессом зарядки.

- *контакты плюс-минус.* Через эти контакты идет поток энергии от зарядного устройства к аккумулятору или от аккумулятора к электроинструменту. Замыкание контакта происходит с внутренней и внешней стороны. Таким образом, на каждый полюс приходится двойной контакт для передачи большого тока (кратковременная нагрузка до 80 А).

Минусовой контакт ножевого типа обеспечивает контакт с обеих сторон и обеспечивает:

- *передачу большого тока;*
- *длительный срок службы;*
- *пластиковую защиту от короткого замыкания.*
- *опционный контакт* (дополнительное кодирование). Служит для передачи электроинструменту данных об определенных свойствах и состояниях аккумулятора. Таким образом, он служит для обмена данными между аккумулятором и инструментом:
 - *обеспечивает правильную вставку в инструмент;*
 - *обеспечивает правильную комбинацию электроинструмента и зарядного устройства.*



1 – контакт NTC; 2 – контакт кодирования; 3 – плюсовой контакт; 4 – минусовой контакт; 5 – опционный (дополнительный) контакт

Рисунок 3.4– Система крепления аккумуляторного блока: вставная секция АРТ

3.2.3 Типы двигателей аккумуляторных инструментов

Приводные электродвигатели. В зависимости от области применения два различных приводных электродвигателя заняли лидирующее положение для использования в *аккумуляторных дрелях* для профессионалов:

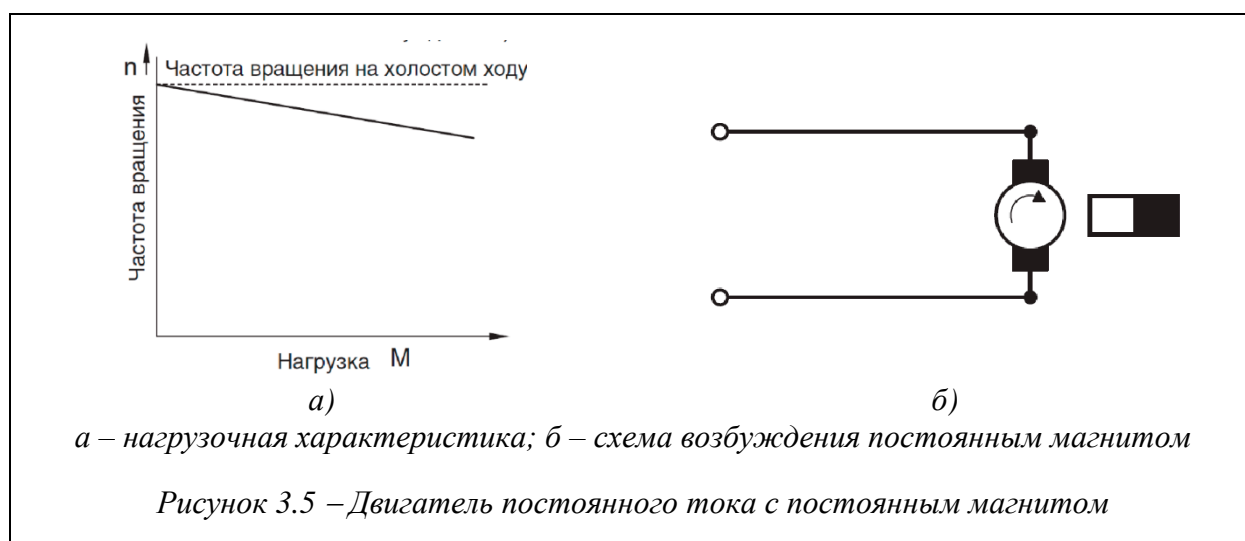
- *двигатель постоянного тока с постоянным магнитом для работы от аккумулятора;*
- *бесщёточный ЕС-двигатель.*

Двигатели постоянного тока. Двигатели *постоянного тока* с возбуждением от постоянных магнитов (рис. 3.5) почти исключительно используются в основном для *аккумуляторных дрелей*.

Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами, при заданных габаритах, имеют очень хороший коэффициент полезного действия (КПД). Постоянные магниты небольшого объёма могут быть изготовлены с большой магнитной проницаемостью, благодаря чему размеры двигателя также остаются маленькими. Характеристики крутящего момента очень благоприятные, при нагрузке *число оборотов снижается незначительно*.

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

Внимание! *Аккумуляторные инструменты нельзя перегружать, и они никогда не должны терять обороты.*



Двигатели постоянного тока с постоянным магнитом могут работать только от постоянного тока. Они выйдут из строя, если их подключить к источнику переменного напряжения.

Постоянные магниты. Постоянные магниты сохраняют магнетизм в течение длительного времени. Они намагничиваются либо при изготовлении, либо при установке посредством электрического тока. Свойства и возможность применения постоянных магнитов определяются в основном их материалом. Магниты могут быть изготовлены из разных материалов, самые распространенные:

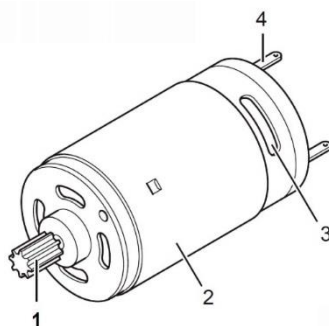
- *сталь;*
- *сплавы металлов;*
- *оксидная керамика;*
- *редкоземельные магнитные материалы.*

Типы конструкций двигателя. Двигатели постоянного тока, которые используются в аккумуляторных инструментах, различаются конструктивно. Виды конструкций двигателя:

- *закрытая;*
- *открытая.*

У каждого вида конструкций есть особые свойства, благодаря которым он подходит для определенного типа аккумуляторных инструментов.

Двигатели постоянного тока закрытого типа (рис.3.6) дают возможность создавать полностью функциональное устройство. Они имеют довольно небольшой типоразмер и заключены в корпусе двигателя. Крыльчатка вентилятора охлаждения, если предусмотрена конструкцией, располагается внутри корпуса. Этот тип двигателя используется в основном в аккумуляторных инструментах нижнего и среднего диапазона мощности. Практика показала, что жестко встроенные угольные щетки в данном случае не влияют на общий срок службы двигателя.



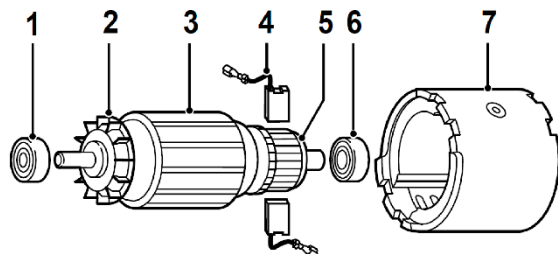
1 – ведущая шестерня; 2 – корпус двигателя; 3 – вентиляционная щель; 4 – электрические клеммы соединения

Рисунок 3.6 – Двигатель постоянного тока закрытого типа

Двигатели постоянного тока открытого типа (рис. 3.7) снабжены отдельным ротором (якорем) и статором (постоянным магнитом), каждый из которых по отдельности установлен в корпусе инструмента. Поэтому для них

требуется больше места. Крыльчатка вентилятора охлаждения может быть довольно широкой, поэтому эти двигатели могут подвергаться воздействию более высокой непрерывной нагрузки. По этой причине двигатели постоянного тока открытого типа используются в аккумуляторных инструментах верхнего диапазона мощности.

Угольные щетки в двигателе открытого типа сменные, так как в мощных двигателях с высокой нагрузкой наблюдается большой износ угольных щеток.



1 – передний подшипник электродвигателя; 2 – крыльчатка вентилятора; 3 – ротор (стальной сердечник с медной обмоткой); 4 - угольные щетки; 5 - коллектор; 6 - задний подшипник электродвигателя; 7 – полюсный наконечник (с постоянным магнитом)

Рисунок 3.7 – Двигатель постоянного тока открытого типа

Допустимые нагрузки электродвигателей. Важнейшее преимущество аккумуляторного инструмента – исключительное удобство благодаря малым конструктивным размерам. Следовательно, размер двигателя и, прежде всего, размер охлаждающего вентилятора намного меньше, чем, например, у электроинструментов, работающих от сети. Уже поэтому они не могут быть нагружены так сильно. Из-за малого размера двигателя теплоёмкость таких инструментов значительно ниже, поэтому при блокировке двигателя вследствие перегрузки «сгорание» двигателя происходит намного быстрее, чем в инструменте, работающем от сети.

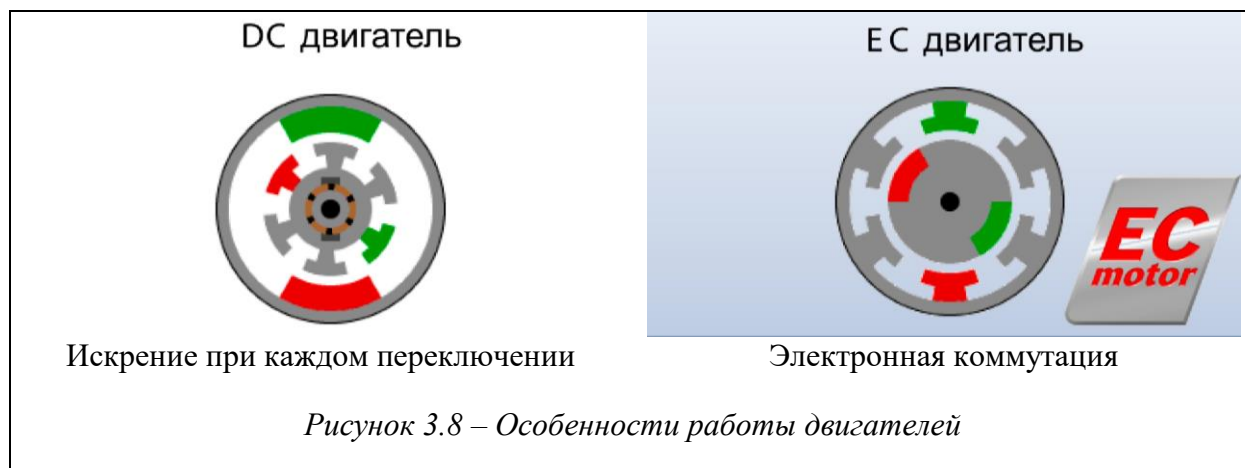
Внимание! Важнейшее правило при использовании аккумуляторных инструментов – ни при каких обстоятельствах не допускать блокирования двигателя!

Бесщёточные ЕС-двигатели

Для повышения производительности используются инновационные бесщёточные ЕС-двигатели.

Бесщёточные ЕС-двигатели Bosch по своему принципу функционирования являются электродвигателями трехфазного тока. Для их работы постоянное напряжение преобразуется посредством электронного переключения в переменное напряжение трёхфазного тока (рис. 3.8).

Двигатели ЕС работают без износа и могут выдерживать высокие нагрузки. Кроме того, посредством электронного переключения выполняется оптимальная адаптация к различным рабочим режимам.



Преимущества технологии ЕС. В отличие от традиционных электрических трёхфазных двигателей с угольными щётками, *бесщеточные ЕС-двигатели Bosch* не нуждаются в техническом обслуживании и работают с КПД, превышающим 80 % вместо обычных 60–70 % (за счёт отсутствия механического контакта щёток и коммутатора). Высокий КПД обеспечивает меньшие потери тепла. В результате инструменты меньше нагреваются и могут работать на 30 % дольше *на одной зарядке*. Помимо этого, система Electronic Motor Protection (EMP) *защищает* инструмент *от перегрузок*: она немедленно отключает двигатель в случаях, когда он блокируется. Благодаря вышеперечисленным особенностям технологии ЕС *срок службы* аккумуляторных инструментов Bosch с ЕС-двигателями *вдвое дольше*, чем инструментов со стандартными двигателями постоянного тока. Небольшие размеры дают возможность без труда работать этими инструментами *в положении над головой*, а также *в тесных и труднодоступных местах*.

Линейка аккумуляторных инструментов с бесщёточными ЕС-двигателями приведена на рисунке 3.9.

Электронное управление двигателей постоянного тока. В практике использования аккумуляторных инструментов важный фактор – управление двигателем. Применяются три вида управления:

- *управление направлением вращения;*
- *управление скоростью вращения;*
- *электрический тормоз.*



Рисунок 3.9 – Аккумуляторные инструменты с бесщёточными ЕС-двигателями

Управление направлением вращения. Проще всего управлять направлением вращения в электродвигателе постоянного тока с постоянным магнитом. Направление вращения в таком электродвигателе зависит от установленной полярности. На практике направление вращения меняется на обратное, если изменить полярность двигателя (рис. 3.10).

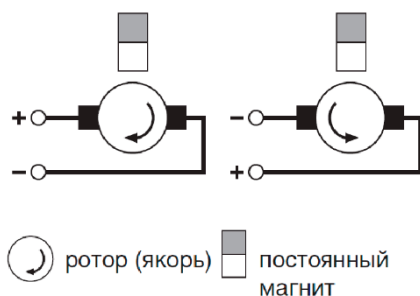


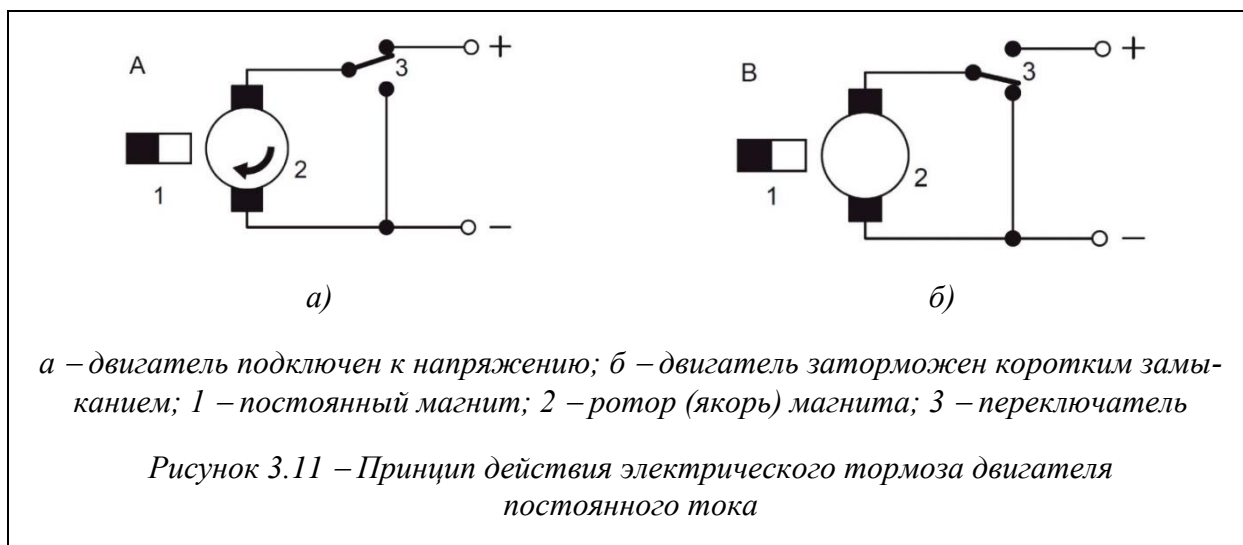
Рисунок 3.10 – Изменение направления вращения вала (реверсирование) двигателя постоянного тока с постоянным магнитом

Управление скоростью вращения. Управление скоростью в электродвигателе постоянного тока с постоянным магнитом происходит с помощью так называемой *импульсной модуляции*. Это означает, что двигатель с помощью электронного переключателя включается и выключается с высокой частотой. Изменение импульсного отношения, то есть отношения времени выключения к времени включения, изменяет среднее напряжение на двигателе, а также скорость его вращения (число оборотов). Процессы включения и выключения происходят несколько тысяч раз в секунду, что на практике дает равномерный ход двигателя.

Вывод: Чем короче время включения по сравнению с временем отключения, тем ниже число оборотов двигателя. Чем дольше время включения в сравнении с временем отключения, тем выше число оборотов.

Отрезок времени равен примерно одной десятитысячной секунды. Это означает, что в секунду происходит примерно 10 000 процессов включения/отключения. Благодаря такой высокой частоте среднее напряжение, а значит, и число оборотов двигателя в описанном примере настолько равномерны, что колебания не воспринимаются.

Электрический тормоз. Во всех электроинструментах в целях безопасности желательно наличие функции моментального отключения работающего инструмента. Поэтому почти во всех аккумуляторных инструментах есть так называемый *электрический тормоз*. Его действие заключается в том, что после отключения двигателя через контакты выключателя происходит закорачивание ротора магнита двигателя, от чего возникает магнитное поле, направленное противоположно направлению вращения (рис. 3.11). Таким образом, двигатель за секунды тормозится до полной остановки. Это обеспечивает дополнительную безопасность, в частности для аккумуляторных инструментов для сверления и закручивания.



3.2.4 Типы передач двигателей аккумуляторных инструментов

Трансмиссия (от лат. *transmissio* – передача, переход) – устройство или система для передачи вращения от двигателя к рабочим частям инструмента. В общем случае трансмиссия предназначена для передачи крутящего момента к рабочему органу, изменения тяговых усилий, скоростей и направления движения. Трансмиссия адаптирует частоту вращения и крутящий момент двигателя к требованиям технологической оснастки таким образом, чтобы двигатель и технологическая оснастка функционировали в оптимальных рабочих режимах. Как правило, высокая частота вращения двигателя должна быть уменьшена до более низкой частоты вращения, причем одновременно осуществляется повышение крутящего момента. Кроме того, областями применения трансмиссий является реверсирование направления вращения и преобразование ротационного движения в линейное.

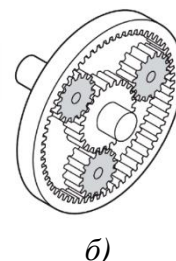
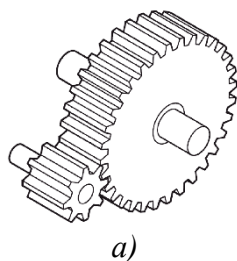
У сравнительно небольших двигателей аккумуляторных инструментов очень высокое число оборотов, благодаря чему достигается желаемая мощность. Так как число оборотов инструмента (шпинделя) значительно меньше и нужен высокий крутящий момент, нужно использовать понижающую передачу. Обычно для этого используются передачи:

- *цилиндрическая зубчатая;*
- *планетарная;*
- *ременная;*
- *кривошипно-шатунная.*

Цилиндрическая зубчатая передача (рис. 3.12а). Это простая и дешевая в изготовлении конструкция, передаёт число оборотов от ведущего хвостовика вала до стороны отбора мощности посредством блокированной передачи в синхронном (без проскальзывания) режиме. Соотношение количества зубьев шестерен друг к другу определяет соотношение числа оборотов и крутящего момента между стороной привода и стороной отбора мощности.

Зубчатая передача занимает сравнительно много места. Обычно *применяется* в крупных инструментах, таких как *пилы, перфораторы, угловые шлифмашины, ножницы.*

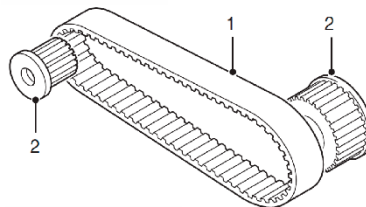
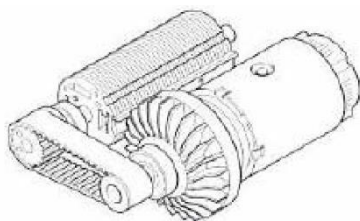
Планетарная передача (рис. 3.12б). При аналогичной мощности конструкция планетарной передачи меньше, чем у цилиндрической зубчатой передачи, и способна выдержать высокий крутящий момент. Её конструкция сложнее, поэтому она требует больших затрат. Обычно *используется в дрелях-шуруповёртах.*



а – прямозубая цилиндрическая зубчатая передача; б – планетарная зубчатая передача

Рисунок 3.12 – Типы передач

Зубчатая ременная передача (рис. 3.13). Допускает лишь небольшие передаточные отношения и обладает довольно крупными размерами. Однако главное её преимущество в том, что большое расстояние между осями легко перекрывается.



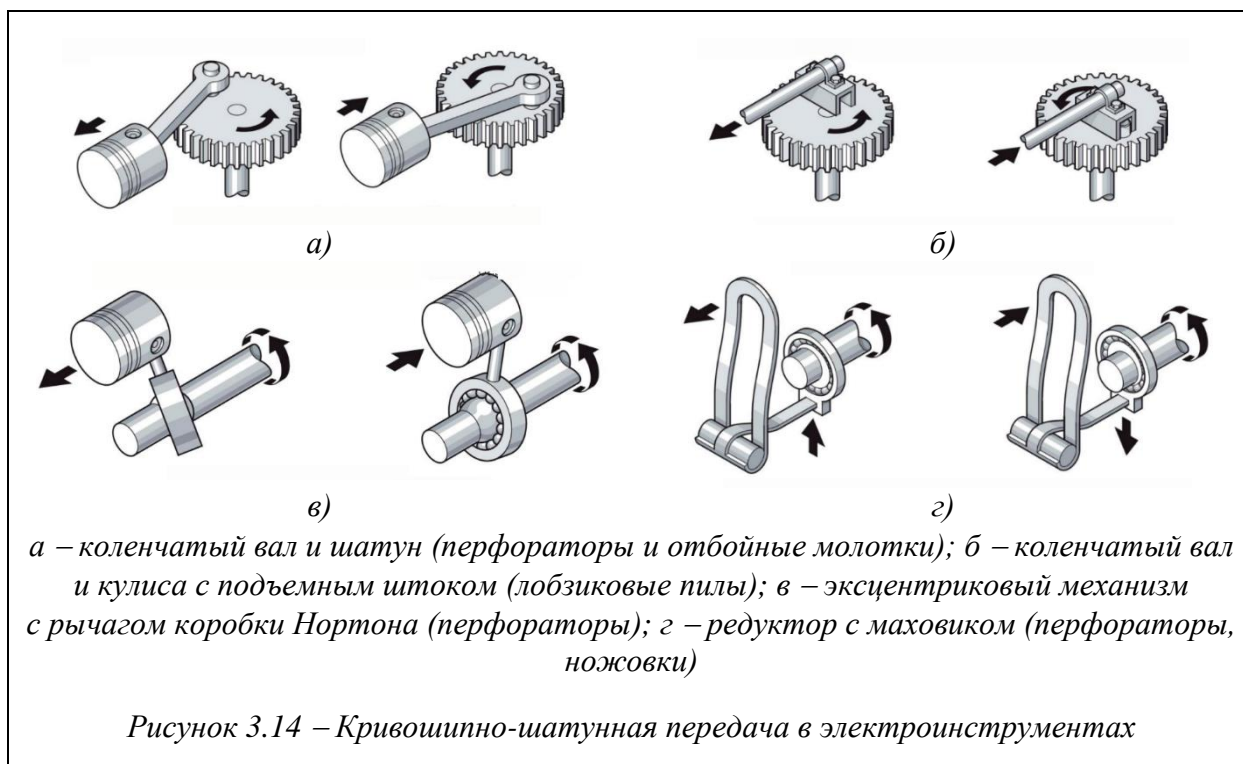
1 – зубчатый ремень; 2 – шестерни зубчатого ремня

Рисунок 3.13 – Зубчатая ременная передача

Зубчатые ремни соединяют в себе преимущества ременного привода (произвольное расстояние между осями, работа с низким уровнем шума, практическое отсутствие технического обслуживания) с преимуществами передачи усилия при помощи геометрического замыкания (отсутствие проскальзывания, малые нагрузки на подшипники, как и в случае использования шестерен). Они предназначены для передачи большой частоты вращения и поэтому часто используются в приводах электроинструментов: *рубанках, ленточных шлифмашинах*.

Кривошипно-шатунная передача (рычажный привод). Рычажные приводы преобразуют движение вращения в возвратно-поступательное. Обычно применяются в лобзиковых пилах, ножовках и в ударном приводе перфораторов.

На рис. 3.14 представлены схемы рычажного привода в электроинструментах.



Блокировка шпинделя (шпиндельный замок). Блокировка шпинделя позволяет осуществлять быструю замену сменного инструмента. Для замены зажим инструмента можно ослаблять только одним ключом, а в автономной системе – просто рукой. Понятие «шпиндельный замок» обозначает механическую блокировку шпинделя электроинструмента. Шпиндельную блокировку можно выполнить, в зависимости от особенностей модели, вручную или автоматически при остановке машины.

3.2.5 Закрепляющий материал 1

Задание 1.1

I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Перед хранением литий-ионный аккумуляторный блок рекомендуется:

- а) заряжать;
- б) не заряжать;
- в) частично заряжать.

Ответ:

2. Длинные красные пазы в литий-ионном аккумуляторном блоке изготовлены из:

- а) алюминия;
- б) специальной стали;
- в) теплопроводящей пластмассы.

Ответ:

3. При выполнении работ на высоте рекомендуется применять электроинструмент с аккумуляторным блоком класса:

- а) XL;
- б) Compact;
- в) Premium.

Ответ:

4. Двигатели постоянного тока открытого типа используются в аккумуляторных инструментах с категорией мощности:

- а) нижней;
- б) средней;
- в) высокой.

Ответ:

II. Выберите несколько правильных ответов:

1. Факторы, влияющие на срок службы аккумулятора:

- а) старение;
- б) химический процесс;
- в) высыхание электролита.

Ответ:

2. Особенности бесщёточных ЕС-двигателей:

- а) увеличенный срок службы инструмента;
- б) не нуждаются в техническом обслуживании;
- в) низкий КПД.

Ответ:

III. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Циклом заряда аккумуляторной батареи считается, когда выполняется один _____ заряд и полный _____ аккумуляторного блока.
2. В целях экологической безопасности аккумуляторные блоки нельзя принудительно _____, накоротко _____, подвергать воздействию _____.
3. В аккумуляторных инструментах используются преимущественно двигатели _____ тока с возбуждением от постоянных магнитов.

IV. Продолжите предложение:

1. Хранение литий-ионных аккумуляторных блоков при температуре выше +20 °С и высокой влажности приводит к _____.
2. Механическое повреждение аккумуляторного блока может привести к утечке _____.
3. Литий-ионный аккумуляторный блок в зарядном устройстве хранить _____.
4. Инновационные аккумуляторы с технологией защиты от перегрева _____ обеспечивают оптимальный отвод тепла и тем самым увеличивают срок службы аккумулятора на 100 %.
5. Двигатели постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов используются в основном для аккумуляторных _____.

V. Приведите в соответствие:

1. Приведите в соответствие ступени качества аккумуляторной батареи, обозначенные символами **DIY**, **SD**, **HD** и их назначением:

Ступень качества		Назначение	
1.	DIY	А.	Для тяжёлого режима работы Аккумуляторные блоки высокой производительности для выполнения тяжёлых, регулярных работ в профессиональной области, где востребованы производительность и ёмкость
2.	SD	Б.	Для домашних мастеров Недорогие аккумуляторные блоки низкой ёмкости для лёгких условий работы, для выполнения нерегулярных (эпизодических) работ по дому
3.	HD	В.	Для нормального режима работы Аккумуляторные блоки средней ёмкости для стандартных требований и лёгких работ в профессиональной области: заворачивания шурупов и сверления

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

2. Приведите в соответствие типы передач двигателей и виды аккумуляторных инструментов с соответствующими типами передач:

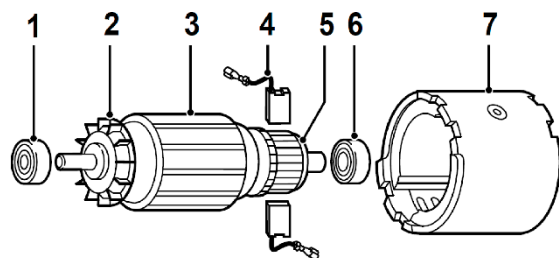
Тип передачи		Вид инструмента	
1.	Цилиндрическая зубчатая	А.	Рубанки, ленточные шлифмашины
2.	Планетарная	Б.	Пилы, перфораторы, угловые шлифмашины, ножницы
3.	Зубчатая ремённая	В.	Дрели-шуруповёрты

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

VI. Работа с рисунком:

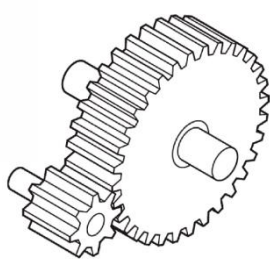
1. На рисунке изображён двигатель постоянного тока открытого типа. Определите и подпишите составные элементы двигателя, обозначенные цифрами с 1 по 7.



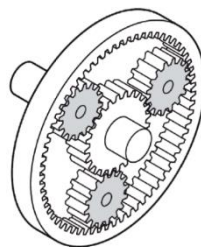
Двигатель постоянного тока открытого типа

1 –	
2 –	
3 –	
4 –	
5 –	
6 –	
7 –	

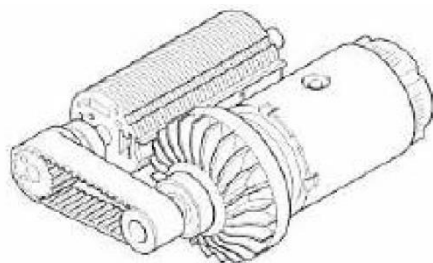
2. Определите типы передач, обозначенные на рисунке буквами а, б, в, и подпишите:



а)



б)



в)

Типы передач

<i>а</i> –	
<i>б</i> –	
<i>в</i> –	

VII. Работа с таблицей:

1. Напишите виды аккумуляторных инструментов, в которых применяются бесщёточные ЕС-двигатели.

<i>Вид двигателя</i>	<i>Аккумуляторный инструмент</i>
Бесщёточный ЕС-двигатель	1.
	2.
	3.
	4.
	5.
	6.

4 АККУМУЛЯТОРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ И МОНТАЖА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

4.1 Общие сведения об аккумуляторных инструментах

Использование электроинструментов облегчает работу и повышает производительность труда. Но даже наилучшие электроинструменты бесполезны при отсутствии поблизости электрической розетки или при отключении электроснабжения. В этом случае пользователь должен решить, вернуться ли к ручным инструментам или использовать инструменты из широкого спектра современной *аккумуляторной техники*. Помимо мобильности и, по крайней мере, в течение определенного периода времени независимости от источников электропитания, требующих подключения к сетевой розетке, аккумуляторные инструменты также предоставляют другие преимущества: нет кабеля, о который можно спотыкаться, и не нужно напрасно тратить время на разматывание и последующее сматывание удлинительных кабелей.

Аккумуляторные инструменты – это «все электроинструменты, приводимые в движение электроприводом с питанием от аккумуляторной батареи, без какого-либо подключения к стационарному электроснабжению». Хотя существует мнение, что аккумуляторные инструменты имеют низкие рабочие характеристики, современные технологии позволяют обеспечить уровни их качества, которые могут легко конкурировать с инструментами с питанием от сети. Единственное различие заключается в том, что аккумуляторную батарею необходимо перезаряжать через определенный период времени. Первые переносные электрические ручные машины были снабжены аккумуляторным питанием на основе общепринятой *никель-кадмиевой технологии*, к которой позже присоединились более эффективные, но также и более дорогие, *никель-металлогидридная и литий-ионная технологии*.

Нейтральность аккумуляторных инструментов в отношении окружающей среды очевидна: в элементах батареи нет никаких экологически разрушительных компонентов, что облегчает вторичную переработку аккумуляторных батарей. Это также важно для литий-ионных аккумуляторных батарей, принимая во внимание регенерацию сырья и сохранение природных ресурсов.

Преимущества аккумуляторных инструментов:

- *независимость от сети электропитания;*
- *небольшие размеры;*
- *простота в эксплуатации;*
- *нет необходимости в кабеле сетевого электропитания;*
- *работа в низковольтном диапазоне;*
- *безопасность использовать в сырых помещениях и вне помещений.*

Режимы питания аккумуляторных инструментов

Питание от аккумулятора. В электроинструментах с независимым режимом работы от аккумулятора элемент питания размещается непосредственно в (или на) инструменте. При практическом применении инструмент и аккумулятор составляют единое целое. Особенности этого варианта аккумуляторных инструментов следующие:

- *полная независимость от кабелей энергоснабжения;*
- *максимальное удобство в использовании;*
- *малый вес аккумулятора благодаря его небольшому размеру.*

Несмотря на ограниченную ёмкость небольшого аккумулятора, этот режим питания распространён во всем мире, его доля составляет более 95 % всех аккумуляторных инструментов.

Питание от автомобильной батареи. В данном случае носитель энергии отделён от инструмента. Для соединения обоих компонентов при эксплуатации неизбежно требуется кабель. Из-за типичных при низком напряжении больших токов соединительный кабель должен быть соответствующей толщины.

Типичные особенности данного варианта:

- *высокая аккумулирующая способность автомобильной батареи;*
- *высокая производительность инструмента;*
- *ограниченный радиус применения из-за кабеля подключения;*
- *автомобильная батарея не транспортируется или транспортируется с большими затратами.*

На практике этот вариант, из-за необходимости подключения кабеля, соответствует инструменту с питанием от сети с той разницей, что используется транспортабельный источник низкого напряжения. И хотя данный вариант позволяет добиться высокой мощности, его применение зачастую ограничивается условиями местности, в которых находится транспортное средство.

Комбинированное питание от сети/аккумулятора. В принципе существует возможность оборудовать электроинструмент с независимым режимом работы от аккумулятора дополнительным зарядным устройством, расположенным в инструменте. В результате появится возможность использовать следующие рабочие режимы:

- *работа только от аккумулятора;*
- *работа с аккумулятором с одновременной подзарядкой из сети питания (буферный режим).*

Чтобы зарядное устройство поместилось в инструменте, оно не должно быть слишком большим. Поэтому его мощности недостаточно, чтобы самостоятельно обслуживать двигатель при полной загрузке. В итоге зарядка батареи производится во время перерывов. В работе зарядное устройство лишь «поддерживает» аккумулятор. Но двигатель должен быть рассчитан на работу от аккумулятора, в результате мощность такого инструмента намного ни-

же мощности инструмента, работающего от сети. Особенности данного варианта:

- аккумулятор и зарядное устройство должны размещаться в инструменте;
- из-за недостатка места могут использоваться только небольшие аккумуляторы и слабые зарядные устройства;
- мощность двигателя значительно ниже мощности инструмента, работающего только от сети.

4.1.1 Рабочие напряжения аккумуляторных инструментов

Аккумуляторные инструменты имеют стандартные рабочие напряжения от 3,6 до 36 В. В основном используются четыре группы напряжений: 3,6 В; 10,8 В; 14,4/18 В и 36 В (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Рабочие напряжения аккумуляторных инструментов

Группа напряжений					
3,6 В	10,8 В	14,4/18 В			36 В
Компактная серия		Малый вес, базовая серия (lightseries)	Выносливость, стандартная серия (dynamicseries)	Прочность, продвинутая серия (robustseries)	Мощная серия
Максимальная мощность в карманном формате	Исключительная компактность	Исключительная лёгкость	Исключительная лёгкость	Исключительная прочность	Мощность, как у инструментов с сетевым питанием

Стандартные рабочие напряжения для аккумуляторных инструментов. Напряжение **3,6 В** применяется только в инструментах с очень низкой потребляемой мощностью и (или) очень малых размеров. Типичный представитель этой категории инструментов – прямой аккумуляторный шуруповёрт.

Напряжения **10,8-14,4 В** применяется чаще остальных. Они представляют собой лучшее соотношение удобства и производительности. Из-за воз-

растающей мощности инструментов рабочее напряжение смещается к более высокому диапазону. *Напряжение 10,8 В* является в этом диапазоне наиболее распространённым, так как при этом значении соотношение размера инструмента и его мощности оптимальны. Использование *напряжения 14,4 В* позволяет добиться несколько большей мощности, чем при 10,8 В.

Напряжения **18-36 В** применяется преимущественно в *мощных инструментах*, либо в таких, где конструктивные особенности требуют определенной базисной мощности (например, в *перфораторах*). Аккумуляторы в этом диапазоне мощности уже довольно большие и тяжёлые, поэтому напряжение 18 В является компромиссным вариантом для использования в таких видах инструментов, где важен вес.

Классифицирующие признаки рабочих напряжений. При одной и той же выходной мощности высокие рабочие напряжения означают меньший ток и соответственно меньшие потери энергии в двигателе, в аккумуляторной батарее и в контактах переключателя.

При *высоком рабочем напряжении*, с сохранением мощности, значения *тока ниже*, и, следовательно, ниже потери энергии в двигателе и на контактах батареи и переключателя.

Более *высокое напряжение батареи* означает и *большее число элементов* аккумуляторной батареи, которые делают аккумуляторные батареи для более высоких напряжений большими по размеру и более тяжёлыми.

Более *низкое напряжение батареи* требует меньшего количества элементов аккумуляторной батареи, что делает эти электроинструменты меньшими, лёгкими, удобными и более управляемыми.

Стандартные ёмкости батареи. Наиболее часто используемые ёмкости батареи для электроинструментов колеблются в пределах 1,3-4,0 А·ч в зависимости от размера элемента.

Выбор ёмкости аккумуляторной батареи. В большинстве случаев является справедливым, что наиболее часто используемые элементы различной ёмкости для аккумуляторных инструментов только немного отличаются по весу. Элементы с более высокой ёмкостью обеспечивают большее рабочее время на одной зарядке, в то время как элементы с меньшей ёмкостью более надёжны.

В таблице 4.2 приведены сравнительные характеристики шуруповёртов, дрелей-шуруповёртов и ударных дрелей-шуруповёртов с литий-ионными аккумуляторами Bosch.

Таблица 4.2 – Сравнительные характеристики шуруповёртов, дрелей-шуруповёртов (GSR) и ударных дрелей-шуруповёртов (GSB) с литий-ионными аккумуляторами Bosch

Параметр	36 В (мощная серия)	14,4/18 В (продвинутая серия)	14,4/18 В (стандартная серия)	14,4/18 В (базовая серия)	10,8 В (компактная серия)	3,6 В (компактная серия)
1	2	3	4	5	6	7
Модели	GSB 36 V-LI GSR 36 V-LI	GSB 14,4 VE-2-LI GSR 14,4 VE-2-LI GSB 18 VE-2-LI GSR 18 VE-2-LI	GSB 14,4 V-LI GSR 14,4 V-LI GSB 18 V-LI GSR 18 V-LI	GSB 14,4-2-LI GSR 14,4-2-LI GSB 18-2-LI GSR 18-2-LI	GSR 10,8-LI GSR 10,8-2-LI	GSR Mx2Drive
Мощность (макс. крутящий момент), Н·м	78-80	75-85	53-67	38-45	13-30	10
Вес (в зависимости от версии), кг	2,5-3,2	1,9-2,2	1,5-1,9	1,3-1,5	0,8-0,95	0,5
Размер / компакт- ность (длина корпу- са), мм	254 / 270 (GSR/GSB)	213 / 228 (GSR/GSB)	185 / 195 (GSR/GSB)	196 / 204 (GSR/GSB)	143 / 169	158
Сверлильный па- трон, мм	13	13 (металл)	13	10	1/4" HEX (GSR 10,8-LI)/ 10 (GSR 10,8-2-LI)	1/4" HEX
ЕСР (Электронная защита ячеек)	да	да	да	да	да	да
ЕМР (Электронная защита двигателя)	нет	да	нет	нет	нет	нет
Диаметр сверления в древесине (оптим. / макс.), мм	14-28 / 50	10-26 / 45	6-14 / 35	6-12 / 29	4-8 / 19	-
Диаметр шурупа для заворачивания в древесину (оптим. / макс.), мм	6-10 / 12	5-8 / 10-12	3-7 / 8	3-6 / 8	3-6 / 7	3-4 / 5

Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Ёмкость аккумулятора в штатной комплектации, А·ч	4,0	4,0	4,0	1,5	1,3 / 1,5 / 2,0	1,3
Система Flexible-Power (адаптируемые аккумуляторы)	1,3 / 2,6 А·ч	1,3 / 2,6 / 3,0 А·ч; (1,3 А·ч *)	1,3 / 2,6 / 3,0 А·ч	1,3 / 2,6 / 3,0 А·ч; (1,3 А·ч *)	-	-
Области применения	<ul style="list-style-type: none"> • Для выполнения работ, сопряжённых со сверлением отверстий/ заворачиванием шурупов большого диаметра, например, при строительстве сборных конструкций • Сверление отверстий полый сверлильной коронкой в кирпичной кладке (GSB) 	<ul style="list-style-type: none"> • Для выполнения работ, сопряжённых со сверлением отверстий/ заворачиванием шурупов большого диаметра, например, при строительстве сборных конструкций • Серийное заворачивание шурупов • Сверление отверстий полый сверлильной коронкой в кирпичной кладке (GSB) 	<ul style="list-style-type: none"> • Серийное заворачивание шурупов, например, при сборке деревянных террас, рамных и каркасных конструкций • Сверление отверстий в керамической плитке и керамограните • Сверление отверстий в кирпичной кладке (GSB) 	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка мебели • Установка подвесных потолков • Сверление отверстий в кирпичной кладке (GSB) для крепления проводов, изготовление кабельных каналов/шахт 	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка мебели, заворачивание мелких шурупов • Установка электрошкафов 	<ul style="list-style-type: none"> • Резьбовые соединения, работа с винтами/ шурупами малого диаметра • Небольшие монтажные и электромонтажные работы
* Не предусмотрено в стандартном исполнении						

4.2.1 Аккумуляторные безударные и ударные дрели-шуруповёрты

Дрели работают, используя только *вращательное движение*. При работе с универсальными сверлами, оснащенными твердосплавными режущими пластинами, которые снабжены специально заточенной режущей кромкой, дрели особенно хорошо подходят для сверления отверстий в мягкой кирпичной кладке, например, из *обожжённого кирпича, легковесного и пустотелого кирпича, пустотелых блоков и легкого силикатного кирпича*. Можно сверлить отверстия без задиrow в кафельной плитке разового обжига; прорези под осветительную арматуру можно сверлить в плитке при помощи твердосплавных кольцевых пил с пониженной скоростью вращения.

Первые *электродрели* стали появляться сразу после изобретения электродвигателей. Начиная с 1860-х годов эти инструменты внедряются в разных отраслях промышленности (горнодобывающая промышленность, медицина). По мере совершенствования электродвигателей, в 1880-х годах стали появляться «инструментальные» версии электродрелей.

Ударные дрели являются самым распространенным типом электрических инструментов с универсальными возможностями применения. С соответствующей рабочей насадкой *ударная дрель* может использоваться для сверления практически всех видов рабочих материалов. В определенных областях применения, например, для бытовых работ, ударные дрели полностью вытеснили стандартные перфораторы без ударной функции.

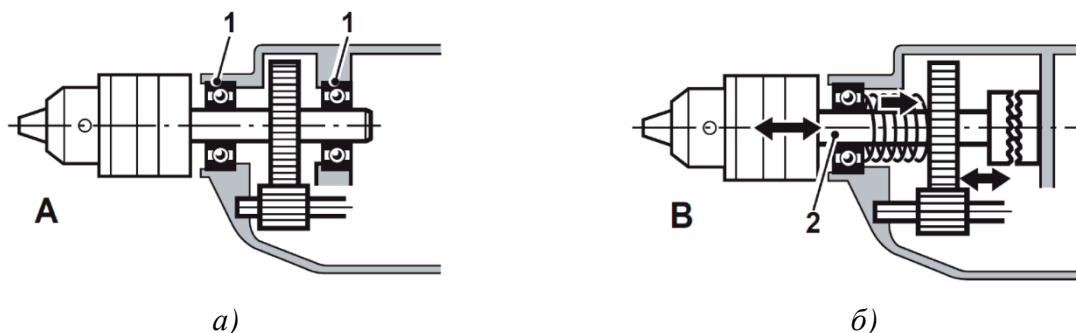
Ударные дрели работают, используя *ударное воздействие и вращение*. Сила на одно ударное воздействие у них очень низкая, но у них очень высокая частота ударов – в среднем свыше 40 000 ударов в минуту. Ударные дрели используются для сверления отверстий в *природном камне и бетоне*. В качестве оснастки используются так называемые *свёрла по камню*.

Наличие переключения (в качестве опций) из ударного сверления во вращательное (безударное) сверление делает ударные дрели универсально применимыми, и поэтому они являются основным оборудованием для профессиональных пользователей и домашних мастеров.

Основное *различие* между дрелями и подобными им ударными дрелями и дрелями-шуруповёртами состоит в принципе крепления *сверлильного шпинделя* с возможностью продольного движения для передачи ударного усилия (рис. 4.1), а также в использовании *растрового ударного механизма*. Для крепления *сверлильного шпинделя* используются *подшипники скольжения* или *плавающие подшипники* в структуре подшипников качения.

В дрелях используются чрезвычайно прочные качественные подшипники, которые фактически предотвращают осевой люфт сверлильного шпин-

деля. Относительно большое расстояние между подшипниками также способствует прочности сверлильного шпинделя. Они имеют различные характерные свойства, которые отражаются в технологии изготовления и влияют на конструкцию приводного механизма от двигателя до сверлильного патрона.



*а – дрель: 1 – сверлильный патрон закреплен в подшипнике неподвижно;
б – ударная дрель: 2 – сверлильный патрон совершает осевые движения в подшипнике*

Рисунок 4.1 – Сравнение конструктивных особенностей дрели и ударной дрели

Аккумуляторные дрели-шуруповёрты очень популярны благодаря своей мощности и универсальности. Они занимают ведущую позицию в сегменте аккумуляторных инструментов и практически стали синонимом понятия «аккумуляторные инструменты». Они являются основным ручным инструментом для профессионального и бытового использования.

Сверление и закручивание шурупов – операции, для выполнения которых требуется всего несколько секунд при относительно небольших затратах энергии. С технической точки зрения речь идет о так называемом повторно-кратковременном режиме работы, т. е. происходит постоянное чередование рабочих циклов и пауз, причем продолжительность пауз соответствует продолжительности рабочих циклов, а в большинстве случаев даже превышает её. Таким образом, при ограниченной ёмкости аккумулятора можно выполнить определенное число рабочих циклов, каждый из которых является законченным.

Такой режим работы *подходит* для аккумуляторных инструментов и является обоснованием того, что для сверления и закручивания шурупов аккумуляторные инструменты пользуются наибольшей популярностью, тем более что *мощность аккумуляторных дрелей и шуруповёртов постепенно приблизилась к мощности дрелей и шуруповёртов, работающих от сети.*

В зависимости от расположения рукоятки различают следующие формы аккумуляторных дрелей-шуруповёртов:

- *стержневая форма (рис. 4.2а);*
- *с рукояткой пистолетного типа (рис. 4.2б);*

– с рукояткой, расположенной по центру тяжести (рис. 4.2в).

Несмотря на то, что для определенных работ более удобна пистолетная рукоятка, на мировом рынке в основном представлен инструмент с центральной рукояткой. Каждая из этих форм инструментов имеет характерные свойства.

Инструменты со стержневой формой рукоятки. Маленькие шуруповёрты и угловые дрели нижнего диапазона напряжений обычно имеют стержневую форму корпуса. В результате они очень просты в обращении и рекомендуются для работы в стесненных условиях. Если корпус инструмента выполнен в форме стержня, то можно без риска совладать с относительно низкими значениями крутящего момента маленьких шуруповёртов.

Инструменты с пистолетной формой рукоятки. Форму пистолета имеют аккумуляторные инструменты, например, аккумуляторные дрели, которыми обычно работают одной рукой и которые в то же самое время должны обеспечивать значительное усилие подачи.



а)



б)



в)

а – стержневая форма; б – с рукояткой пистолетного типа; в – с рукояткой, расположенной по центру тяжести

Рисунок 4.2 – Типы аккумуляторных дрелей-шуруповёртов

Пистолетная рукоятка делает конструкцию дрели более компактной и удобной в работе. Плечо рычага рукоятки пистолетного типа дрели помогает компенсировать восстанавливающий момент в случае заклинивания оснастки. Однако для эффективной передачи давления прижима по направлению сверления пользователь должен удерживать дрель строго в предписанном положении согласно выемкам на рукоятке инструмента. Из-за риска блокировки инструмента при сверлении дрель необходимо удерживать двумя руками. Ее основные преимущества: удобство в обращении, оптимальная передача усилия по оси.

Инструменты с рукояткой, расположенной по центру тяжести. Рукоятка, расположенная по центру тяжести, успешно используется главным образом в дрелях-шуруповёртах и ударных дрелях-шуруповёртах.

Назначение дополнительной рукоятки. Дополнительная рукоятка используется на продвинутой серии («robustseries») аккумуляторных дрелей-шуруповёртов и ударных дрелей-шуруповёртов. Аккумуляторные инструменты этой серии настолько мощные, что с восстанавливающим моментом больше уже нельзя уверенно справиться только одной рукой, особенно если электроинструмент заблокирован.

Аккумуляторные дрели без функции шуруповёрта применяются преимущественно в узкопрофессиональной сфере. Дрели типичной конструкции имеют пистолетную рукоятку, которая более эргономична при сверлении, чем центральная рукоятка. Дрели в чистом виде в сегменте аккумуляторных инструментов менее популярны, чем дрели-шуруповёрты.

Аккумуляторные ударные дрели (рис. 4.3) используются преимущественно там, где нужно сверлить гнезда в твердом материале, таком как клинкер и силикатный кирпич. При этом с некоторыми ограничениями возможно также и сверление отверстий в бетонных материалах.



Рисунок 4.3 – Аккумуляторная ударная дрель-шуруповёрт GSB 18 V-LI Professional

Аккумуляторные ударные дрели (особенно на второй передаче) имеют высокую скорость вращения, которая позволяет добиться высокой ударной частоты, необходимой при ударных работах. Ударный режим можно отключать, чтобы выполнять сверление (или закручивание) без биения.

Аккумуляторные ударные дрели-шуруповёрты, помимо муфты ограничения крутящего момента, также оснащены храповым ударным механизмом. Благодаря этой комбинации инструмент может работать в трёх режимах:

- безударное сверление;
- ударное сверление;
- закручивание шурупов с ограничением крутящего момента.

Так как для сверления и ударного сверления требуется высокая частота вращения, а для закручивания шурупов – более низкая, между диапазонами частоты вращения существует относительно большая разница. Первая ступень для закручивания шурупов обычно имеет диапазон частоты вращения 380-500 об/мин, вторая ступень для сверления и ударного сверления – 1300-1800 об/мин.

Из-за комбинации муфты и ударного механизма аккумуляторные ударные дрели-шуруповёрты несколько *более тяжелые и поэтому менее удобные*, однако и *более универсальные*, чем обычные дрели или дрели-шуруповёрты.

Ударное движение в ударной дрели создается *растровым ударным механизмом*: двумя храповыми дисками, которые огибают друг друга во время вращения.

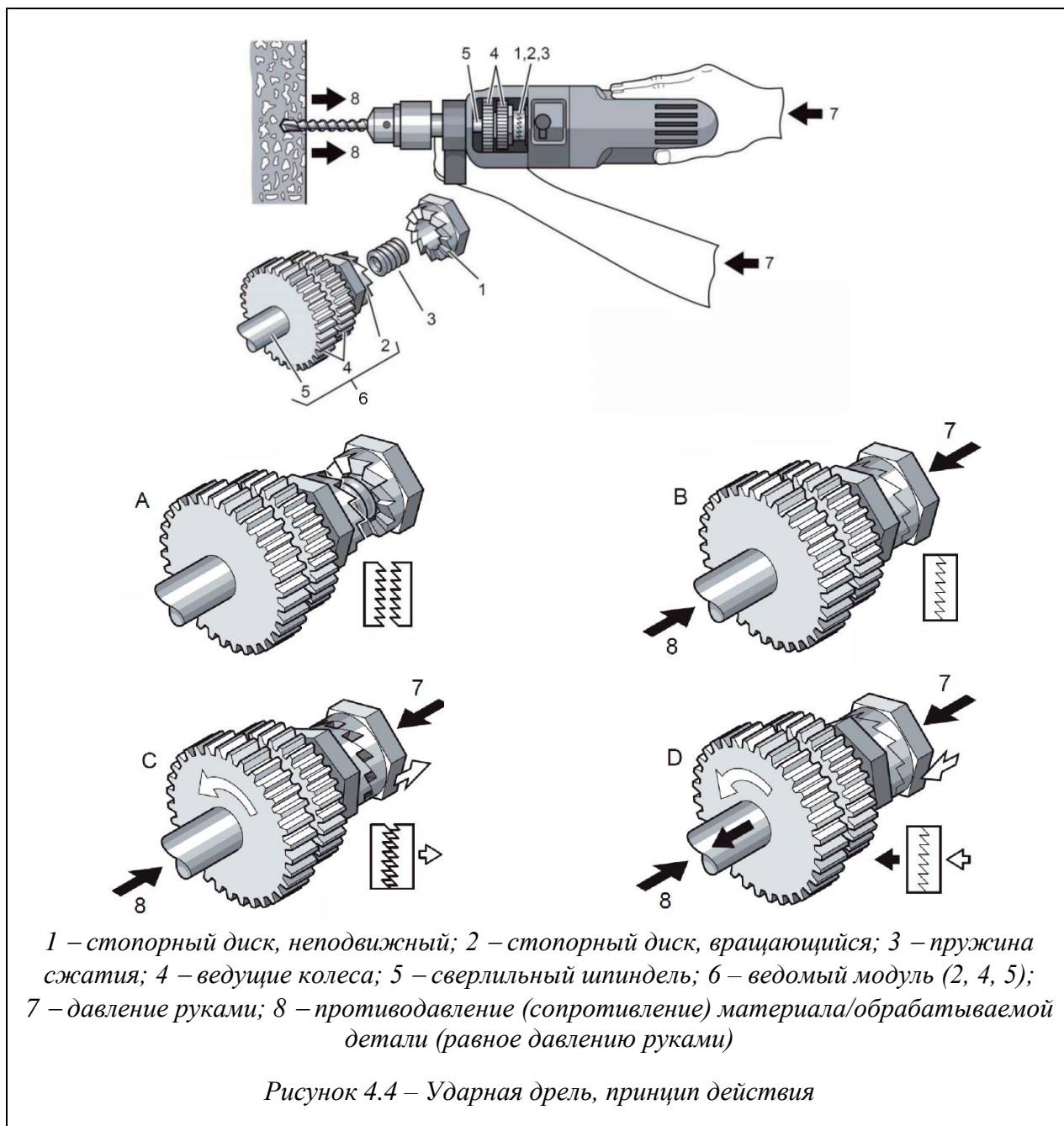
Принцип работы растрового ударного механизма. Один из храповых дисков фиксируется *внутри кожуха механизма* (прочно соединяется с корпусом устройства), другой храповой диск находится на *сверлильном шпинделе* и приводится в движение двигателем с коробкой передач. Во время ударного сверления диски проворачиваются по отношению друг к другу под воздействием давления прижима со стороны пользователя (*позиции А, В, С, D рисунка 4.4*):

- **А.** Нейтральное положение. Пружина (3) оказывает давление на ведомый модуль (6), отталкивая его от неподвижного стопорного диска (1), который установлен в корпусе инструмента и обеспечивает свободное движение вращающегося стопорного диска (2).
- **В.** Ручное давление подачи (7) и противодействие (8) сжимает зубцы стопорных дисков (1 и 2) вместе, преодолевая жесткость пружины (3).
- **С.** Вращение ведомого модуля (6) вызывает скольжение зубьев на стопорных дисках (1 и 2) друг над другом и оснастка сдвигается назад против давления подачи (7).
- **Д.** Когда ведомый модуль (6) проходит через кончики зубьев на стопорных дисках (1 и 2), оснастка резко продвигается вперед под давлением ручной подачи (7). Сильное соприкосновение стопорных дисков является «ударным движением».

Соприкосновение отдельных зубьев приводит к продольному движению сверла. Зубья стопорных дисков имеют форму зубьев пилы. Они поднимаются друг на друга и затем падают во впадины между зубьями. Энергия падения передается на сверло в виде «ударного воздействия». Количество отдельных зубьев по периметру диска определяет частоту ударов. Стандартная частота ударов в зависимости от типа устройства составляет 30 000 - 50 000 ударов в минуту. Так как *при поступательном* движении инструмент прижат к рабочей поверхности, то большая часть данного усилия *передается* через инструмент по направлению к пользователю. *При прокручивании дисков давление прижима со стороны пользователя противодействует обратному*

инерционному движению инструмента и вызывает столкновение с основанием. Обратное движение («отдача») приводит к передаче усилия на рабочую насадку (сверло) для начала рабочего процесса.

Таким образом, отличительной особенностью храпового ударного механизма является увеличение ударной энергии при повышении давления прижима.



Для эффективной работы растрового ударного механизма важно, чтобы сверлильный шпиндель двигался продольно.

Сила ударного движения и соответственно агрессивность ударной дрели зависит от давления, оказываемого пользователем. Значительный уровень шума вытекает из принципа действия ударной дрели.

Электронные компоненты в аккумуляторных ударных дрелях-шуруповёртах

Электронные устройства значительно повышают комфорт и эффективность использования электроинструмента. На практике распространение получили *три системы* электронного управления:

1. *Управляющая электроника.*
2. *Управление крутящим моментом.*
3. *Смена направления вращения (реверс).*

Каждая из данных систем имеет определенные преимущества, что обуславливает ее использование для конкретных типов электроинструментов.

Преимущества управляющей электроники. Управляющая электроника позволяет управлять числом оборотов электрического инструмента с помощью ручных настроек в определенном диапазоне значений от нуля до максимального показателя. Благодаря управляющей электронике пользователь может настроить число оборотов в зависимости от конкретных рабочих условий. Например, предварительное сверление следует проводить с низким числом оборотов для надежного закрепления сверла в отверстии. Это позволяет повысить качество обработки и значительно сокращает риск несчастных случаев.

Преимущества управления крутящим моментом. Электронные системы данного типа способны дополнительно регулировать вращающий момент ударной дрели. Основным преимуществом такой системы является возможность индивидуальной настройки предохранительной муфты при высоких нагрузках, что позволяет избежать поломки сверла или повреждения коробки передач. С некоторыми ограничениями инструменты с системой управления крутящим моментом могут использоваться в качестве шуруповёртов. В большинстве случаев система управления крутящим моментом совмещается с регулирующей электроникой для ограничения числа оборотов.

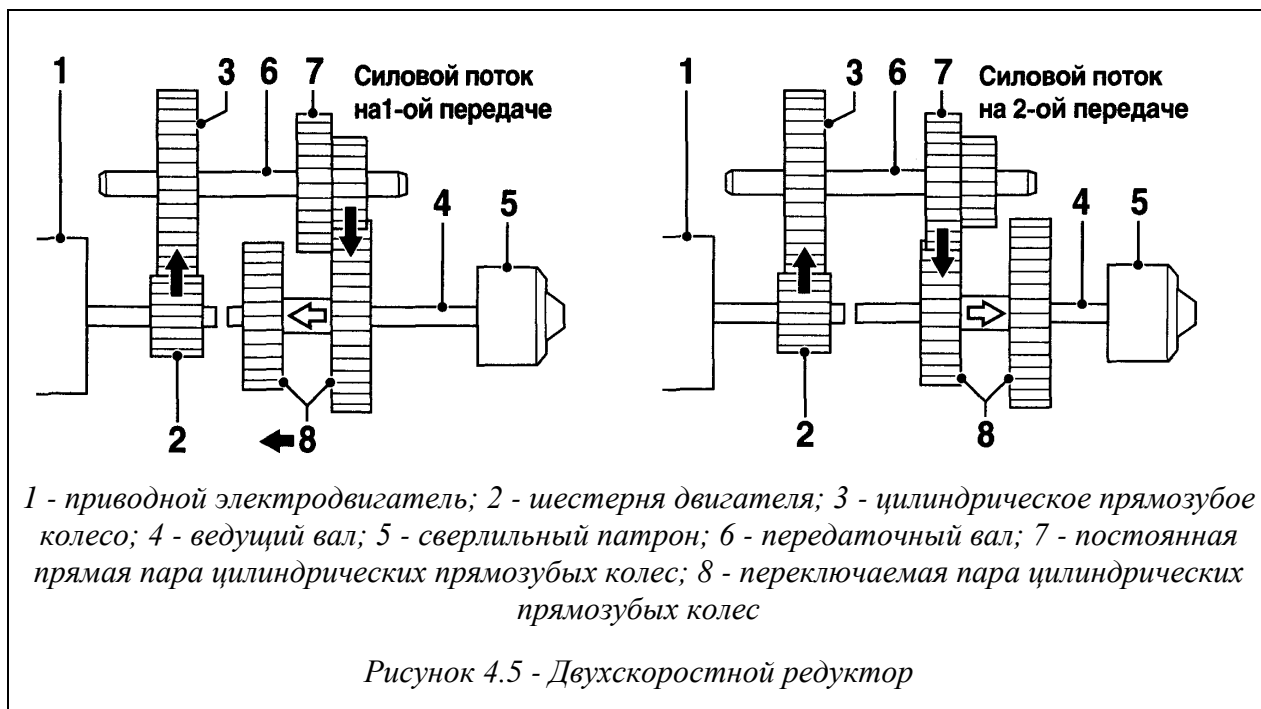
Смена направления вращения (реверс). Ударные дрели снабжены функцией смены направления вращения (реверса) для перехода от правого хода к левому и наоборот. С помощью данной функции пользователь может закручивать и выкручивать шурупы, а также освобождать сверло из отверстия. Смена направления вращения двигателя постоянного тока с постоянным магнитом основана на изменении полярности подключенного к устройству напряжения.

По типу коробки передач аккумуляторные дрели-шуруповёрты выпускаются *двухскоростными*. Аккумуляторная ударная дрель-шуруповёрт с *двумя механическими ступенями передач* отличается универсальными возможностями применения. Благодаря высокому числу оборотов она может использоваться для сверления отверстий *от малого до очень большого диаметра*. С помощью механической коробки передач данный инструмент

обеспечивает высокий крутящий момент при незначительном числе оборотов.

Двухскоростные аккумуляторные дрели-шуруповёрты применяются для сверления отверстий:

- в кирпичной кладке, диаметр до 20 мм (ударные дрели-шуруповёрты);
- в древесине, диаметр до 50 мм;
- в стали, диаметр до 16 мм.



У аккумуляторных инструментов источник энергии всегда находится в инструменте, поэтому очень важна блокировка выключателя питания. Если аккумулятор не убирать, случайный контакт с выключателем питания может включить электроинструмент, что может привести к травме или полному разряду аккумуляторной батареи (глубокому разряду). Блокировка выключателя питания эффективно предотвращает случайное включение инструмента.

В сегменте специального инструмента важную позицию занимают **аккумуляторные угловые дрели**. Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторной угловой дрели **GWB 10,8-LI Professional** приведены на рисунке 4.6.

Расшифровка пиктограмм аккумуляторных инструментов Bosch приведена в *приложении Б*.

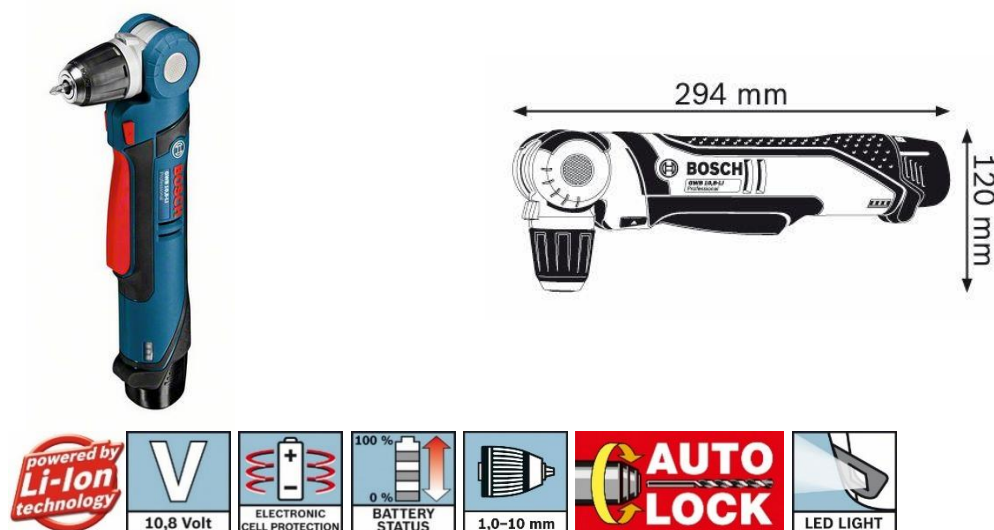


Рисунок 4.6 – Аккумуляторная угловая дрель-шуруповёрт GBW 10,8-LI Professional

Аккумуляторные угловые дрели специально предназначены для использования в стесненных рабочих условиях. Как правило, они используются в транспортном машиностроении, производстве мебели, приборостроении, при выполнении монтажных работ.

Их наиболее важной особенностью является угловая головка, которая обычно содержит внутренний сверлильный патрон, обеспечивающий малый размер сверлильной головки. В качестве принадлежностей используются короткие сверла. Скорость вращения шпинделя для максимальной производительности работы находится в диапазоне 0–1300 об/мин, что оптимально для сверления. 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. Напряжение аккумулятора 10,8 В, что делает эти инструменты очень легкими в эксплуатации. Аккумуляторные угловые дрели сконструированы как инструменты со стержневой конструкцией. Так как сверлильный шпиндель располагается под углом 90°, пользователь может уверенно контролировать крутящий момент с помощью рычага, образуемого корпусом.

Аккумуляторная угловая дрель-шуруповёрт **GBW 10,8-LI Professional** обладает **преимуществами:**

- исключительная универсальность применения благодаря 5 регулируемым положениям головки: 0°/22,5°/45°/67,5°/90°;
- очень компактный: самый короткий (всего 11 см) регулируемый корпус с быстрозажимным сверлильным патроном Auto-Lock 10 мм;
- функция тормоза двигателя для точной работы при серийном заворачивании шурупов;
- удобный индикатор заряда аккумулятора с тремя светодиодами;

- *уникальная литий-ионная технология класса Premium от Bosch для увеличения срока службы и исключительно долгой работы на одной зарядке аккумулятора;*
- *система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;*
- *отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения ячеек.*

Технические характеристики аккумуляторной угловой дрели-шуруповёрта GWB 10,8-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В	10,8
Ёмкость аккумулятора, А·ч	2,0
Максимальный крутящий момент (жесткое/мягкое заворачивание), Н·м	11 / 3
Число оборотов холостого хода, мин ⁻¹	0 - 1300
Максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	10
Максимальный диаметр отверстия в стали, мм	10
Максимальный диаметр шурупов, мм	6
Длина, мм	95,0
Высота, мм	294,0
Вес с аккумулятором, кг	1,2
Приблизительное время зарядки, мин	30
Допустимая температура окружающей среды:	
– при зарядке аккумулятора, °C	от 0 до +45
– при эксплуатации, °C	от -20 до +50
– при хранении, °C	от -20 до +60

В сегменте аккумуляторных шуруповёртов *компактной серии* представлена удобная и мощная аккумуляторная дрель-шуруповёрт **GSR 10,8-2-LI Professional**. Она предназначена для заворачивания и отвинчивания винтов/шурупов, а также для сверления отверстий в древесине, металле, керамике и синтетических материалах (пластмассе).

GSR 10,8-2-LI Professional применяется при плотницких работах, для заворачивания шурупов при изготовлении и сборке мебели, установке электрошкафов, изготовлении кухонных гарнитуров, монтаже торгового выставочного оборудования, электромонтажных работах.

Благодаря сверхкомпактному исполнению инструмент GSR 10,8-2-LI Professional очень удобен в использовании, прежде всего, при заворачивании шурупов и сверлении над головой и в труднодоступных местах.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторной дрели-шуруповёрта GSR 10,8-2-LI Professional приведены на рисунке 4.7.



1 – быстрозажимной сверлильный патрон; 2 – установочное кольцо крутящего момента; 3 – переключатель; 4 – кнопка разблокировки аккумулятора; 5 – аккумулятор; 6 – переключатель направления вращения; 7 – выключатель; 8 – индикатор заряженности аккумулятора; 9 – светодиод «Power Light»

Рисунок 4.7– Аккумуляторная дрель-шуруповёрт GSR 10,8-2-LI Professional

Преимущества аккумуляторной дрели-шуруповёрта GSR 10,8-2-LI Professional:

- удобный и мощный инструмент;
- благодаря сверхкомпактному исполнению очень удобен в использовании, прежде всего, при заворачивании шурупов и сверлении над головой и в труднодоступных местах;
- профессиональная мощность: двухскоростной редуктор обеспечивает высокий крутящий момент до 15 Н·м (заворачивание в мягкий материал) при сверлении отверстий и заворачивании шурупов);
- полноценный сверлильный патрон Auto-Lock 10 мм;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- удобный индикатор заряда аккумулятора с тремя светодиодами;
- встроенная светодиодная подсветка для освещения рабочей зоны в тёмных местах;
- функция тормоза двигателя для точной работы при серийном заворачивании шурупов;
- отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения ячеек.

Технические характеристики аккумуляторных дрелей-шуруповёртов GSR 10,8-2-LI и GSB 10,8-2-LI Professional приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Технические характеристики аккумуляторных дрелей-шуруповёртов GSR 10,8-2-LI и GSB 10,8-2-LI Professional

	GSR 10,8-2-LI	GSB 10,8-2-LI
Напряжение аккумулятора, В	10,8	10,8
Ёмкость аккумулятора, А·ч	2,0	2,0
Макс. крутящий момент (жесткое/мягкое заворачивание шурупов), Н·м	30 / 15	30 / 15
Число ступеней крутящего момента	20+1	20+1
Число оборотов холостого хода (1-я/2-я скорость), мин ⁻¹	0 – 400 / 0 -1300	0 – 380 / 0 -1300
Максимальное число ударов, уд/мин	-	19 500
Диапазон зажима сверлильного патрона, мм	1 - 10	1 - 10
Максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	19	19
Максимальный диаметр отверстия в стали, мм	10	10
Максимальный диаметр шурупов, мм	7	7
Максимальный диаметр отверстия в кирпичной кладке, мм	-	10
Длина, мм	169,0	189,0
Высота, мм	178,0	182,0
Вес с аккумулятором, кг	0,95	1,0
Приблизительное время зарядки, мин	45	45
Допустимая температура окружающей среды:		
– при зарядке аккумулятора, °С	от 0 до +45	от 0 до +45
– при эксплуатации и хранении, °С	от –20 до +50	от –20 до +50

Необходимо руководствоваться следующими правилами при выборе передач редуктора:

- переключатель передач **3** (рис. 4.7) допускается переключать только в состоянии покоя электроинструмента;
- переключателем передач **3** можно предварительно выбрать один из двух диапазонов числа оборотов;

1-ая передача – диапазон низкого числа оборотов, для завинчивания или для работ со сверлами большого диаметра;

2-ая передача – диапазон высокого числа оборотов для работы со сверлами небольшого диаметра.

Если переключатель передач **3** не поддается повороту до упора, то необходимо повернуть немного патрон со сверлом.

Указания по применению аккумуляторной дрели-шуруповёрта **GSR 10,8-2-LI Professional:**

- устанавливать электроинструмент на шуруп только в выключенном состоянии, иначе вращающиеся рабочие инструменты могут соскользнуть;

- после продолжительной работы с низким числом оборотов электроинструмент следует включить приблизительно на 3 минуты на максимальное число оборотов на холостом ходу для охлаждения;
- для выполнения отверстий в металле необходимо применять безупречные, заточенные сверла из быстрорежущей стали повышенной прочности;
- перед завертыванием больших, длинных шурупов в твёрдые материалы следует предварительно высверлить отверстие с диаметром, соответствующим внутреннему диаметру резьбы, приблизительно на 2/3 длины шурупа.

В сегменте аккумуляторных дрелей-шуруповёртов базовой серии (**lightseries**) представлена удобная и мощная аккумуляторная дрель- шуруповёрт **GSR 14,4-2-LI Professional**, с рукояткой, расположенной по центру тяжести. Она применяется при столярных и электромонтажных работах, изготовлении и сборке мебели, внутренней отделке/установке звукоизоляции, монтаже сантехники, систем отопления и кондиционирования.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторной дрели-шуруповёрта GSR 14,4-2-LI Professional приведены на рисунке 4.8.

Технические характеристики аккумуляторных дрелей-шуруповёртов GSR 14,4-2-LI и GSB 14,4-2-LI Professional приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Технические характеристики аккумуляторных дрелей-шуруповёртов GSR 14,4-2-LI и GSB 14,4-2-LI Professional

	GSR 14,4-2-LI	GSB 14,4-2-LI
1	2	3
Напряжение аккумулятора, В	14,4	14,4
Ёмкость аккумулятора, А·ч	1,5	1,5
Макс. крутящий момент (жесткое/мягкое заворачивание шурупов), Н·м	34 / 16	35 / 17
Число ступеней крутящего момента	20+1	20+1
Число оборотов холостого хода (1-я/2-я скорость), мин ⁻¹	0 – 400 / 0 -1300	0 – 400 / 0 -1300
Максимальное число ударов, уд/мин	-	19 500
Диапазон зажима сверлильного патрона, мм	1 - 10	1 - 10
Максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	30	30
Максимальный диаметр отверстия в стали, мм	10	10
Максимальный диаметр шурупов, мм	7	7
Максимальный диаметр отверстия в кирпичной кладке, мм	-	10
Длина, мм	169,0	187,0
Высота, мм	197,0	197,0
Вес с аккумулятором, кг	1,2	1,3

1	2	3
Приблизительное время зарядки, мин	50	50
Допустимая температура окружающей среды:		
– при зарядке аккумулятора, °C	от 0 до +45	от 0 до +45
– при эксплуатации и хранении, °C	от –20 до +50	от –20 до +50

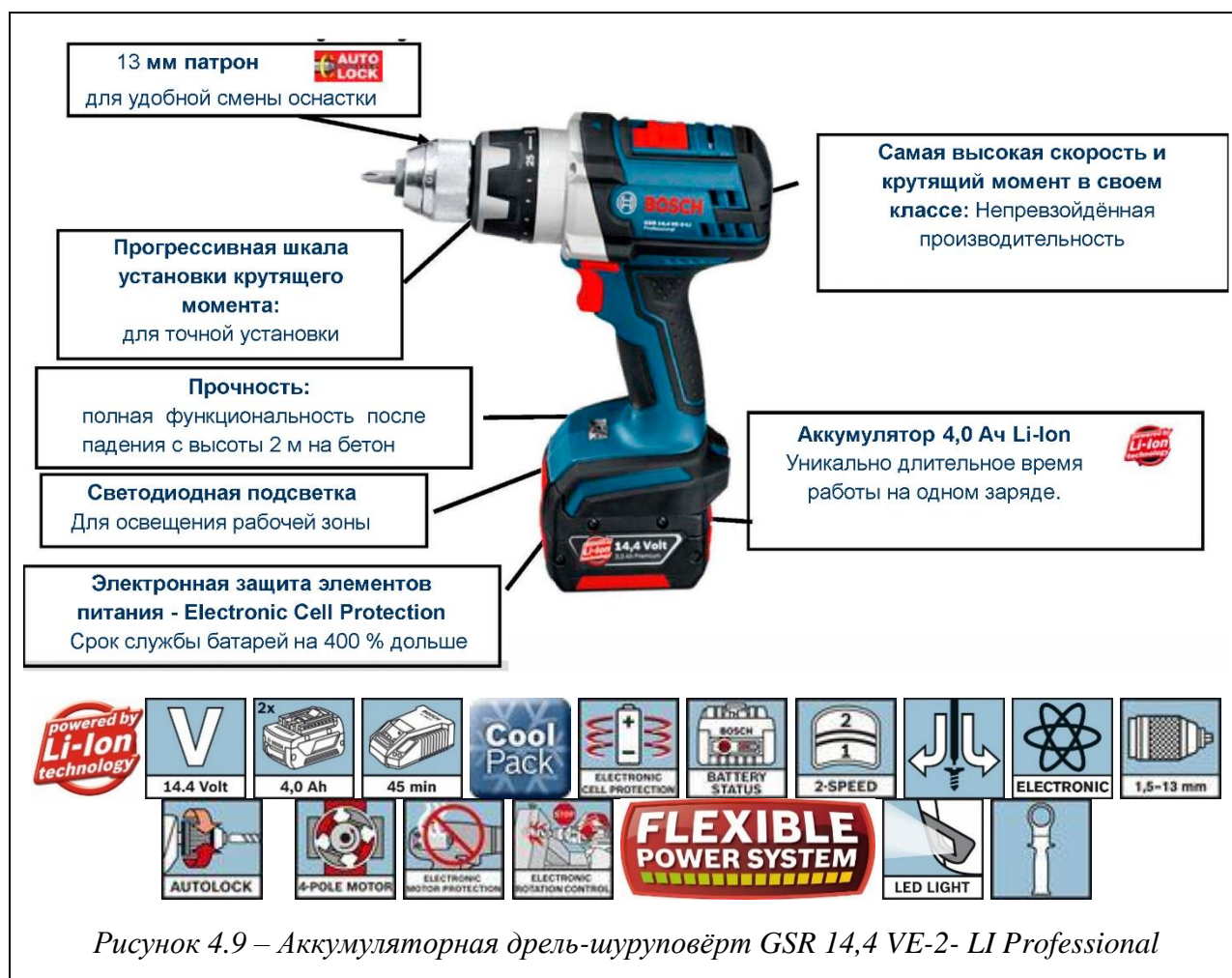


Аккумуляторные дрели-шуруповёрты **GSR/GSB 14,4/18 VE-2-LI Professional продвинутой серии (robustseries)** обладают самой высокой скоростью и высоким крутящим моментом. Для удобной смены оснастки инструменты оснащён патроном 13 мм, для освещения рабочей зоны предусмотрена светодиодная подсветка. Электронная защита элементов питания Electronic Cell Protection (ECP) позволяет увеличить срок службы батарей на 400 %. Уникально длительное время работы на одном заряде обеспечивается благодаря использованию литий-ионного аккумулятора ёмкостью 4,0 А·ч.

Аккумуляторные дрели-шуруповёрты 14,4/18 В продвинутой серии (**robustseries**) применяются при работе с металлоконструкциями, монтаже

зданий и сооружений из сборных деталей и конструкций, укладке керамической плитки, плотницких и садово-ландшафтных работах.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторной дрели-шуруповерта GSR 14,4 VE-2-LI Professional представлены на рисунке 4.9.



Преимущества аккумуляторной дрели-шуруповерта GSR 14,4 VE-2-LI Professional:

- *исключительная прочность: благодаря эластичному корпусу Dura Shield инструмент сохраняет полную работоспособность даже после падения на бетон с высоты 2 м;*
- *исключительное удобство: оптимальный контроль над инструментом благодаря инновационной системе Electronic Rotation Control (ERC) – распознает внезапную блокировку и в целях защиты немедленно выключает инструмент;*
- *инновационная дополнительная рукоятка с волнистым профилем и простым механизмом блокировки для быстрой установки/снятия и надежной фиксации;*
- *сверхкомпактность: малая длина корпуса для оптимального удобства использования;*

- система *Electronic Motor Protection (EMP)* защищает двигатель от перегрузки и обеспечивает его долгий срок службы;
- инновационные аккумуляторы *CoolPack* с увеличенным на 100 % сроком службы;
- система *Bosch Electronic Cell Protection (ECP)* защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- встроенная светодиодная подсветка для освещения рабочей зоны в темных местах.

Технические характеристики аккумуляторных дрелей-шуруповёртов GSR 14,4 VE-2-LI и GSB 14,4 VE-2-LI Professional приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Технические характеристики аккумуляторных дрелей-шуруповёртов GSR 14,4 VE-2-LI и GSB 14,4 VE-2-LI Professional

	GSR 14,4 VE-2-LI	GSB 14,4 VE-2-LI
Напряжение аккумулятора, В	14,4	14,4
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0	4,0
Макс. крутящий момент (жесткое/мягкое заворачивание шурупов), Н·м	75 / 34	80 / 36
Число ступеней крутящего момента	25+1	25+1
Число оборотов холостого хода (1-я/2-я скорость), мин ⁻¹	0 – 380 / 0 -1600	0 – 420 / 0 -1800
Максимальное число ударов, уд/мин	-	27 750
Диапазон зажима сверлильного патрона, мм	1,5 - 13	1,5 - 13
Максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	45	45
Максимальный диаметр отверстия в стали, мм	13	13
Максимальный диаметр шурупов, мм	10	7
Максимальный диаметр отверстия в кирпичной кладке, мм	-	14
Длина, мм	213,0	228,0
Высота, мм	253,0	253,0
Вес с аккумулятором, кг	2,0	2,1
Приблизительное время зарядки, мин	45	45
Допустимая температура окружающей среды:		
– при зарядке аккумулятора, °С	от 0 до +45	от 0 до +45
– при эксплуатации и хранении, °С	от –20 до +50	от –20 до +50

Системные принадлежности. Важной принадлежностью аккумуляторных дрелей-шуруповёртов является *сверлильный патрон*, формирующий связь в цепочке системы *дрель – сверло*. Сверлильный патрон соединяет сверло путем фрикционного сцепления с двигателем. При этом сверлильный патрон должен соответствовать следующим требованиям:

- надежное крепление сверла;
- передача максимального крутящего момента в ходе работ;

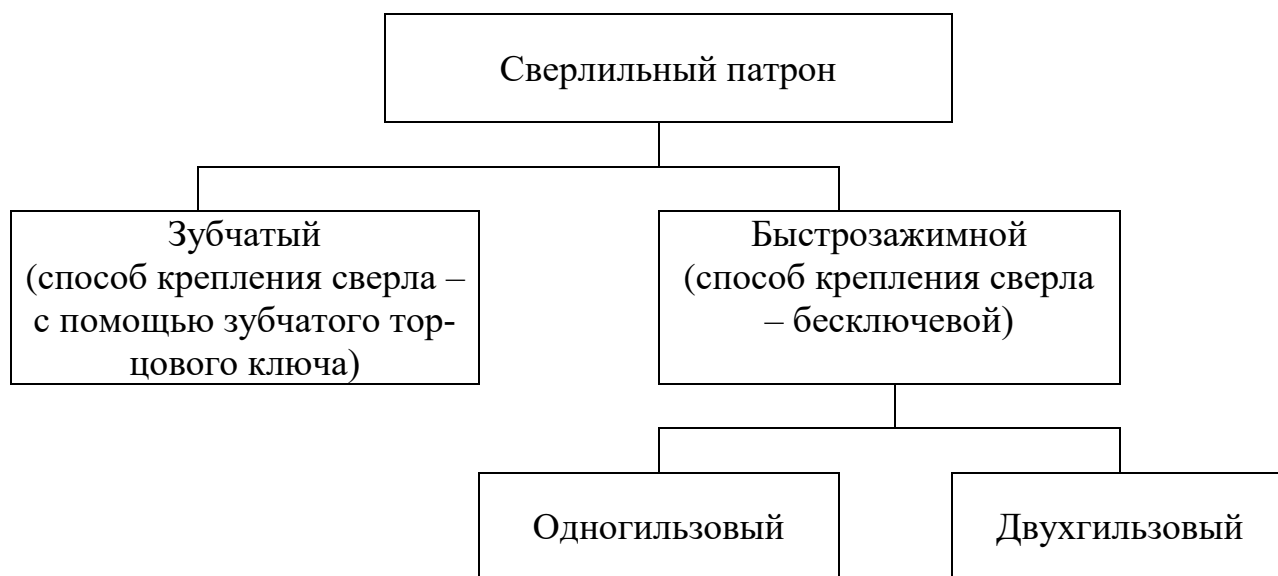
- *стойкость к вращающему и ударному воздействию;*
- *полное отсутствие проскальзывания;*
- *хвостовик сверла не должен повреждаться;*
- *затягивание и открывание патрона должны быть легкими и безопасными;*
- *отсутствие необходимости применять для смены оснастки вспомогательные инструменты.*

Стандартной формой сверлильного патрона для ударных дрелей является **кулачковый патрон**.

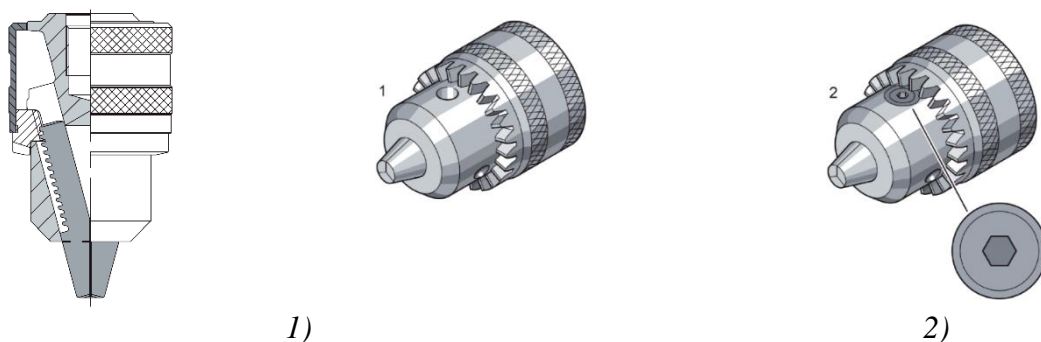
Основным преимуществом кулачкового патрона является возможность монтажа рабочих насадок различного диаметра. При этом различают:

- *зубчатый сверлильный патрон;*
- *быстрозажимный сверлильный патрон.*

Патроны двух данных типов имеют сходный монтажный принцип, но отличаются особенностями использования и конструктивными характеристиками.



Зубчатый сверлильный патрон (рис. 4.10) закрепляется на внешнем адаптере инструмента с помощью специального зубчатого ключа. При этом пользователь должен установить три зажимных кулачка в соответствующих монтажных отверстиях и затянуть зубчатым ключом для надежного закрепления сверла без проскальзывания.



1) – зубчатый сверлильный патрон без предохранительного зажима; 2) – зубчатый сверлильный патрон с предохранительным зажимом

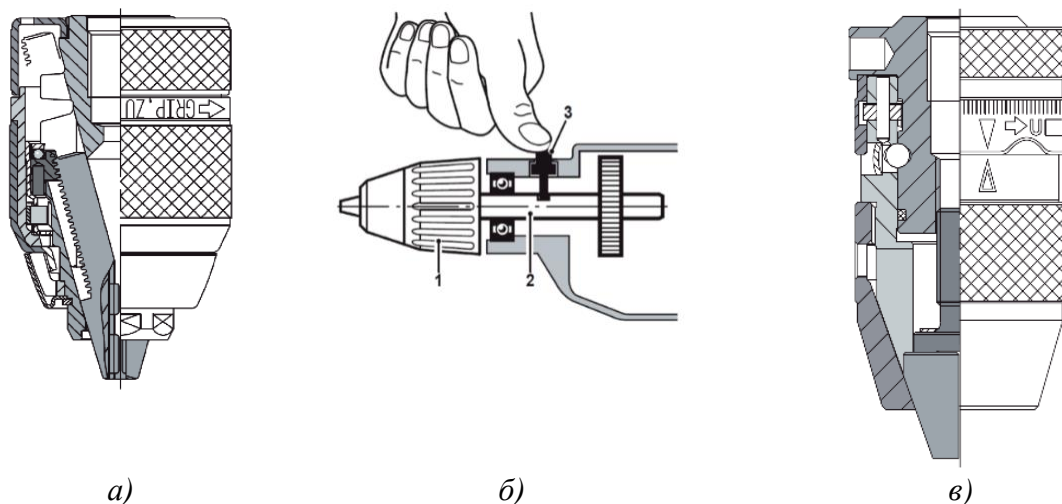
Рисунок 4.10 – Зубчатый сверлильный патрон

Для быстрозажимного сверлильного патрона **не требуется** дополнительный ключ. Данный патрон закрепляется вручную с помощью специальной внешней монтажной гильзы. Различают два основных типа быстрозажимных патронов:

- одногильзовые быстрозажимные патроны;
- двухгильзовые быстрозажимные патроны.

Быстрозажимный патрон с одной гильзой (рис. 4.11а). Для работы с одногильзовым патроном достаточно одной руки, так как в этом случае для монтажа или откручивания сверла используется только одна гильза, что значительно облегчает обслуживание инструмента. Быстрозажимный патрон данного типа отличается увеличенной областью обхвата и гарантирует более надёжное крепление, чем двухгильзовый патрон. Однако для его использования инструмент должен быть оснащен функцией блокировки шпинделя (ручной или автоматической) (рис. 4.11б).

В быстрозажимном патроне с двумя гильзами рис. 4.11в) внешняя монтажная гильза состоит из двух частей. Одна часть гильзы служит для зажима насадки, а вторая – для затягивания или откручивания соединения. При монтаже сверла пользователь должен удерживать гильзу двумя руками.



а – сверлильный патрон с одной гильзой; б – устройство для блокировки шпинделя: 1 – одногильзовый патрон, 2 – сверлильный шпиндель с фиксирующим пазом; 3 – кнопка для блокировки шпинделя; в – сверлильный патрон с двумя гильзами;

Рисунок 4.11 – Конструкция быстрозажимных патронов

Дополнительная рукоятка. Для аккумуляторных дрелей- шуруповёртов и ударных дрелей-шуруповёртов продвинутой серии применяется инновационная дополнительная рукоятка (рис. 4.12) с волнистым профилем и простым механизмом блокировки для быстрой установки/снятия и надёжной фиксации.

Дополнительная рукоятка разработана для более надёжного управления инструментом и повышения качества точности сверления. Основной задачей данного устройства является максимальное сокращение риска несчастных случаев при блокировке сверла. Благодаря специальной конструкции внезапная отдача при блокировке сверла надёжно компенсируется корпусом инструмента.

Преимуществами инновационной дополнительной рукоятки являются:

- оптимальное и удобное крепление при минимальном усилии;
- надёжная фиксация по двум осям: радиальной и осевой;
- лучший контроль инструмента даже при выполнении самых трудных работ благодаря радиальному и осевому креплению (нет скольжения);
- поворотная и регулируемая рукоятка – 23 позиции (каждые 10° сбоку и каждые 20° сверху). Не нужно снимать рукоятку для изменения её позиции!



4.2.2 Закрепляющий материал 2

Задание 2.1

I. Установите соответствие:

1. Приведите в соответствие операции хранения, зарядки и эксплуатации аккумулятора и температурный режим (допустимую температуру окружающей среды) для угловой дрели-шуруповёрта **GWB 10,8-LI Professional**:

<i>Операция</i>		<i>Температурный режим</i>	
1.	Хранение	А.	от 0 до +45 °С
2.	Зарядка	Б.	от –20 до +50 °С
3.	Эксплуатация	В.	от –20 до +60 °С

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

2. Приведите в соответствии марку аккумуляторного инструмента и область его применения.

<i>Марка инструмента</i>		<i>Область применения</i>	
1.	GWB 10,8-LI Professional	А.	Укладка керамической плитки, садово-ландшафтные работы
2.	GSR 10,8-2-LI Professional	Б.	Укладка керамической плитки, садово-ландшафтные работы, работа с металлоконструкциями
3.	GSR 18 V-LI Professional	В.	Заворачивание шурупов и сверление над головой и в труднодоступных местах
4.	GSR 14,4 VE-2 LI Professional	Г.	Использование в стесненных рабочих условиях
		Д.	Сверление изделий из железобетона и камня

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	
4	→	

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Блокировка выключателя питания _____ случайное _____ аккумуляторного инструмента.
2. У аккумуляторных дрелей-шуруповёртов **GSR 14,4/18 VE-2 LI** срок службы аккумуляторов выше на 400 % благодаря системе _____ защиты элементов питания _____.

III. Работа с рисунком:

1. Определите по рисунку «Аккумуляторные дрели-шуруповёрты» виды аккумуляторных дрелей-шуруповёртов в зависимости от формы расположения рукоятки и подпишите их рядом с буквами а, б, в.



<i>а</i> –	
<i>б</i> -	
<i>в</i> –	

2. На рисунке аккумуляторная дрель-шуруповёрт **GSR 18 V-LI Professional** с рукояткой, _____.



Аккумуляторная дрель-шуруповёрт GSR 18 V-LI Professional

IV. Продолжите предложение:

1. Угловые дрели имеют корпус в форме _____ .
2. Двухскоростной редуктор аккумуляторного шуруповёрта GSR 10,8-2-LI Professional обеспечивает _____ момент до 15 Н·м.
3. Аккумуляторные ударные дрели используются преимущественно там, где нужно сверлить гнезда в _____ материале.

V. Работа с таблицей:

3. Аккумуляторной дрелью-шуруповёртом GSR 10,8-2-LI Professional можно выполнять сверление отверстий в древесине и стали, заворачивать шурупы. Заполните колонку 2 таблицы:

Сверление и закручивание	Диаметр, мм
1	2
Максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	
Максимальный диаметр отверстия в стали, мм	
Максимальный диаметр шурупов, мм	

4.2.3 Проверка степени усвоения материала 2

Задания 1.2 - 2.2

I. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Ударные дрели используются для сверления:

- а) бетона;
- б) древесины;
- в) камня.

Ответ:

2. С помощью ударных дрелей шурупы можно:

- а) заворачивать;
- б) выворачивать;
- в) забивать.

Ответ:

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Основное различие между дрелью и ударной дрелью состоит в принципе крепления _____ .

2. Сверлильный патрон является связующим звеном между _____ и _____ ударной дрели.

III. Работа с рисунком:

1. По рисунку «Аккумуляторные ударные дрели-шуруповёрты» определите форму инструмента в зависимости от формы рукоятки и запишите:



а)



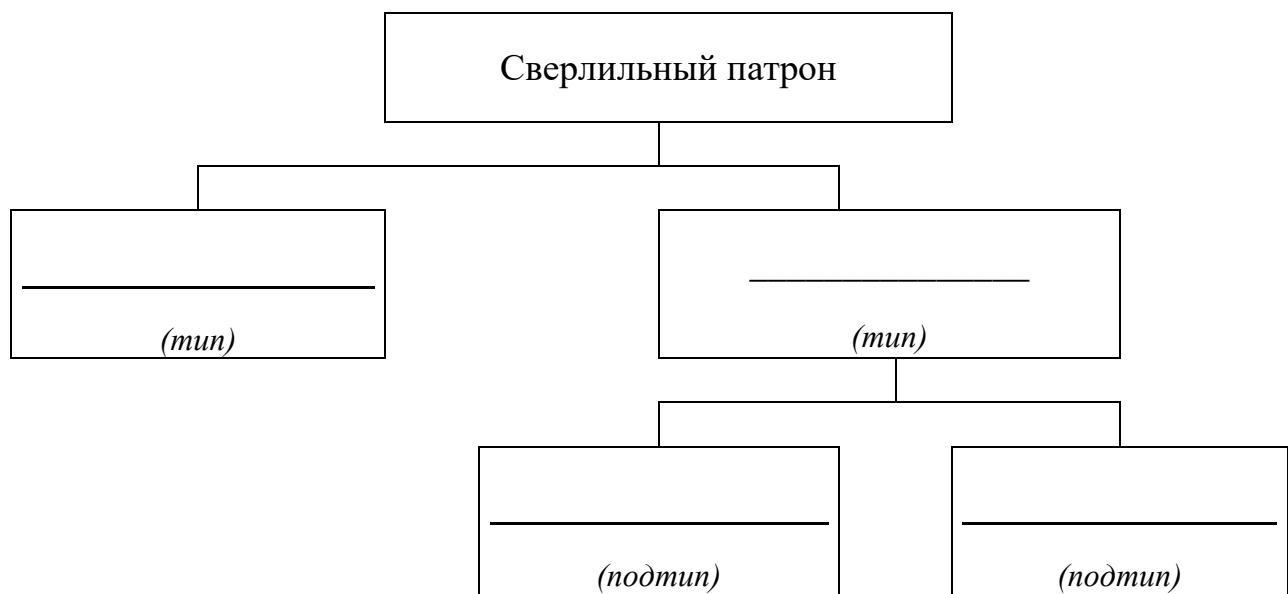
б)

Аккумуляторные ударные дрели-шуруповёрты

$a -$	
$\bar{b} -$	

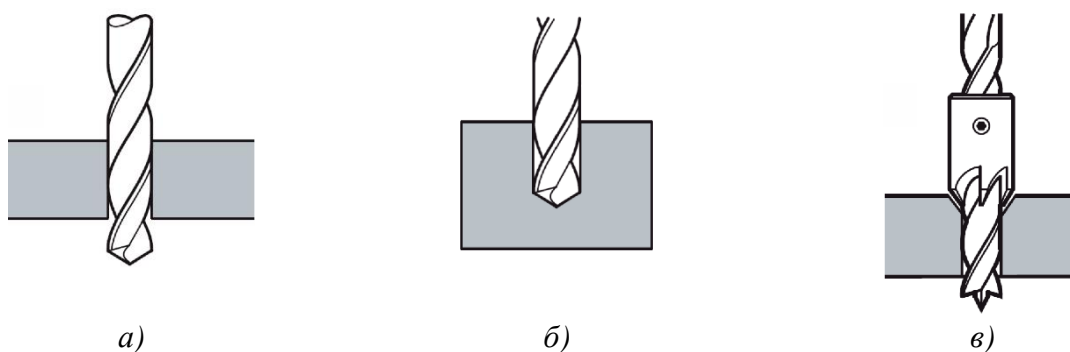
IV. Заполните схему:

1. Заполните схему видов и типов сверлильных патронов:



4.3.1 Общие сведения об оснастке для сверления

Сверление – это образование сверлом сквозного или глухого цилиндрического отверстия в обрабатываемом материале (рис. 4.13).



а – сквозное сверление; б – сверление глухого отверстия; в – раззенковка

Рисунок 4.13 – Сверление

Необходимо проводить различие между:

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

В дополнение к этой основной технологии сверления существуют дополнительные варианты сверления:

- *сверление в твердом материале;*
- *развертывание предварительно просверленных отверстий;*
- *коническое зенкование высверленных отверстий.*

Наиболее важными критериями для сверления являются:

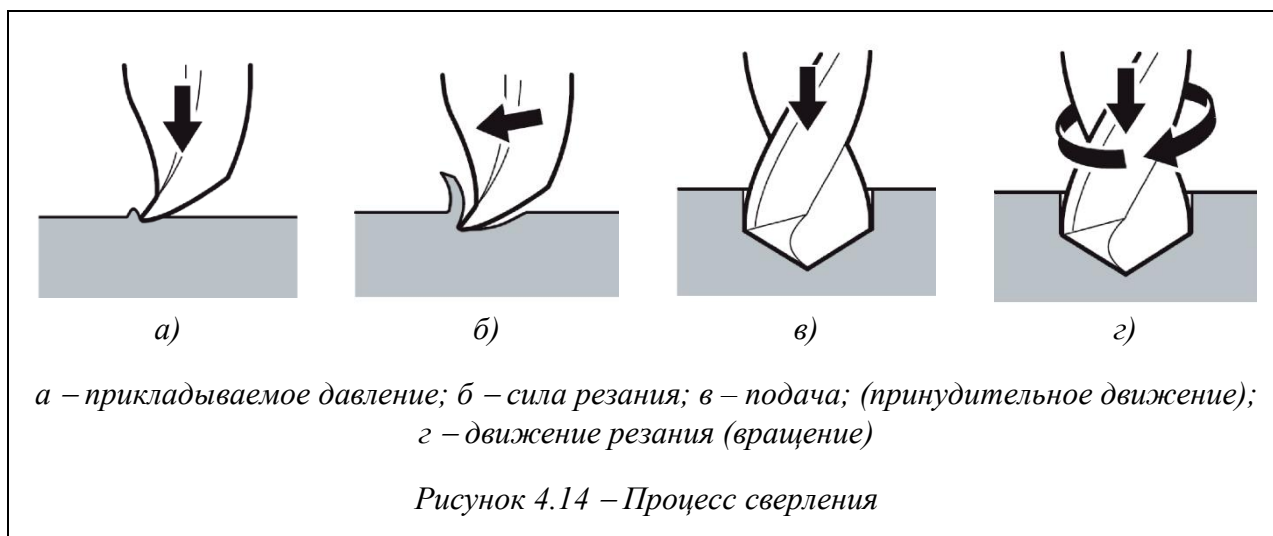
- *выбор подходящего сверла;*
- *выбор скорости резания (скорости вращения);*
- *выбор соответствующего усилия подачи.*

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.

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 (рис. 4.14). 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.

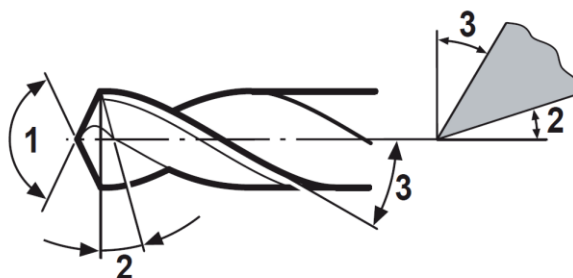


Под **геометрией сверла** обычно понимают конструкцию режущих кромок сверла (рис. 4.15). Три режущие кромки являются наиболее важными:

- 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:

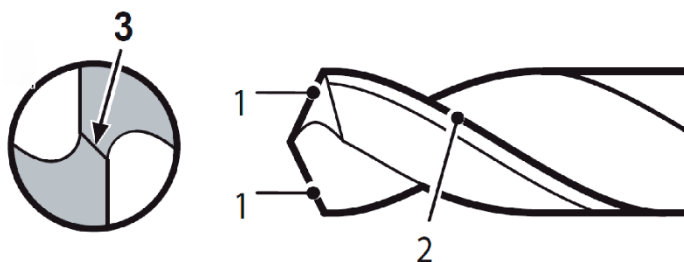
- *угол при вершине (угол заточки);*
- *задний угол;*
- *угол подъема стружечной канавки (передний угол);*
- *режущая часть.*



1 – угол при вершине; 2 – задний угол; 3 – угол подъема винтовой канавки

Рисунок 4.15 – 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. 4.16).



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

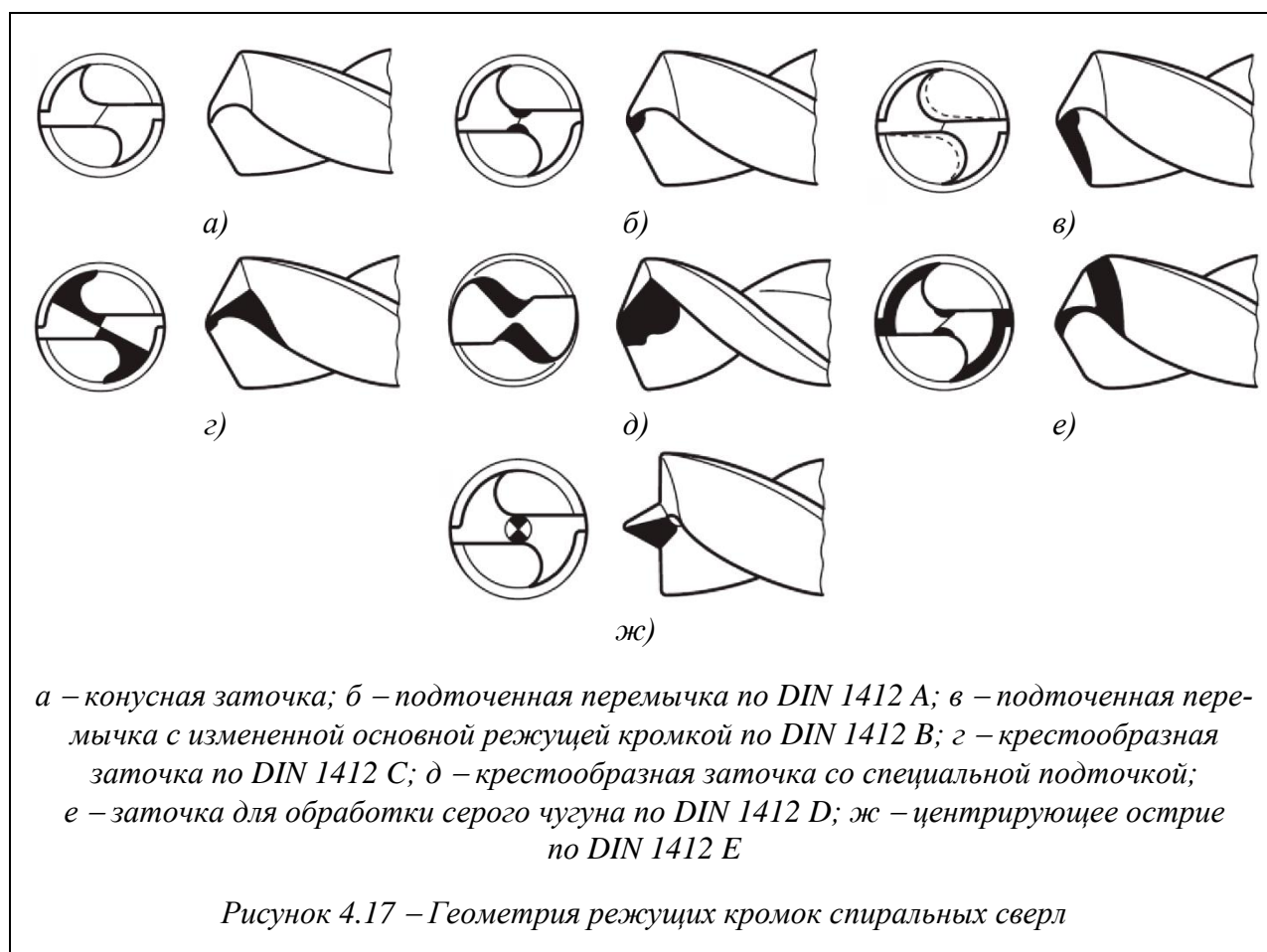
Рисунок 4.16 – Режущие кромки сверла. Главные режущие кромки

Характер заточки режущих кромок

Наиболее простой формой режущих кромок является конусная заточка. (рис. 4.17а). 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 просверленно-

го отверстия должен соответствовать ширине перемычки сверла, используемого для рассверливания.



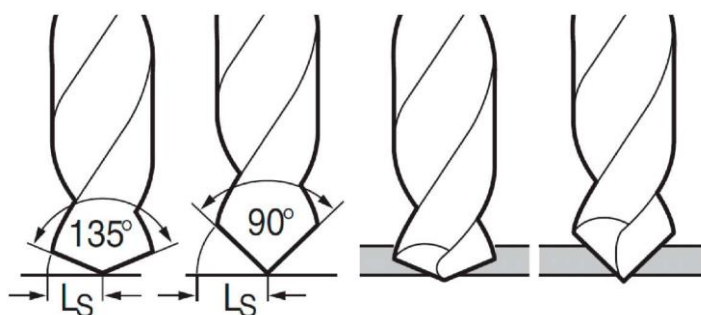
Другими возможными формами являются заточка с подточенным острием (см. рис. 4.17б, в) или крестообразная заточка (рис. 4.17г). Такие формы являются более трудоемкими в изготовлении и, как следствие, приводят к удорожанию сверла. Однако они позволяют избежать недостатков, связанных с наличием перемычки. 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 (рис. 4.18) необходим, чтобы сверло смогло центрироваться в обрабатываемой детали. Угол должен всегда быть меньше 180° .

Больший угол при вершине (W_s) 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 усложняет ориентацию сверла на начальном участке сверления. *Сквозное сверление в тонких металлических листах* часто сопровождается «заклинивания» сверла в листовом металле.



$W_s = 135^\circ$: L_s = маленькая, отвод тепла меньше, ориентация лучше;
 $W_s = 90^\circ$: L_s = большая: отвод тепла больше, ориентация хуже

Рисунок 4.18 – Сверление металла и пластмассы. Геометрия режущей кромки сверла

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 дает возможность режущей кромке *проникать в обрабатываемую деталь*. Без заднего угла режущая кромка скользила бы по по-

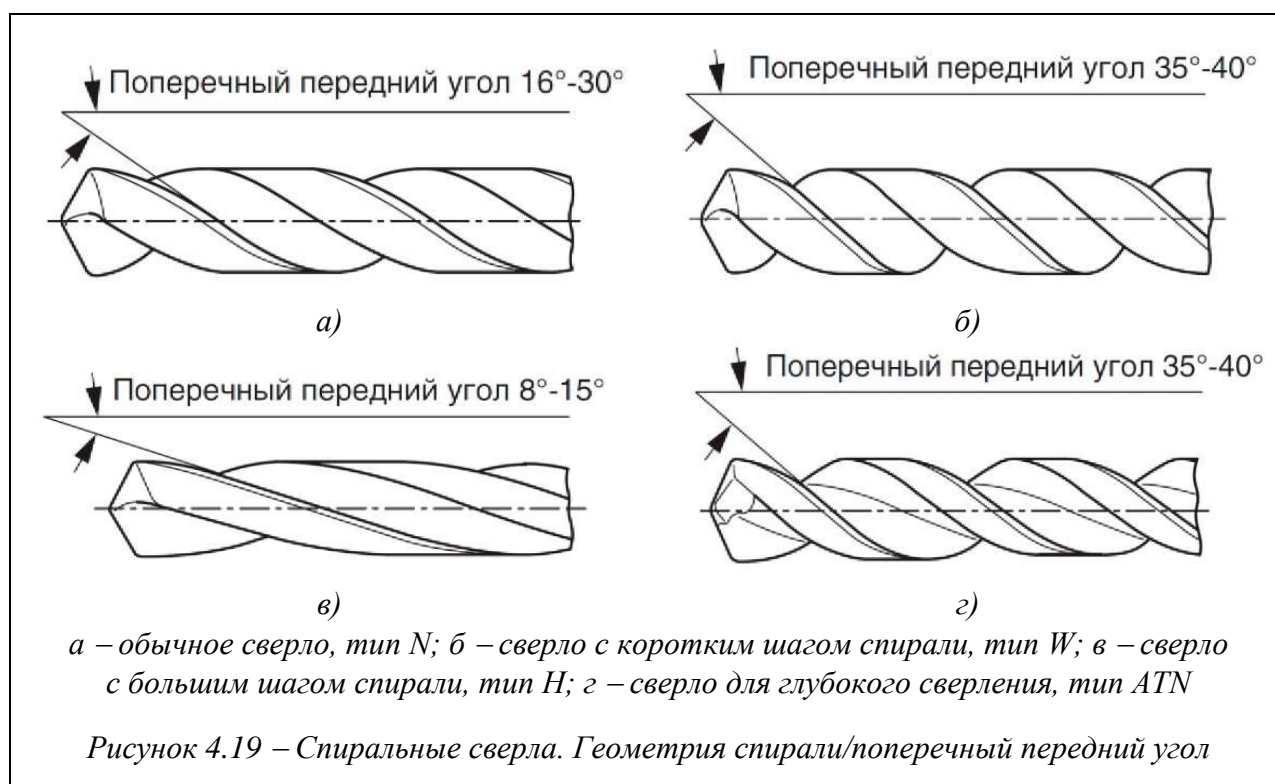
верхности обрабатываемой детали, не проникая внутрь ее. Задний угол образуется зазором режущих кромок сверла, используемые углы: 5° – 12° .

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 (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 подъема стружечной канавки выбирается в соответствии со свойствами обрабатываемого материала. Три наиболее важных типа угла обозначаются символами *N*, *H* и *W* (рис. 4.19).

Для общего применения, преимущественно для обработки различных типов конструкционной стали (твердостью 500-1300 Н/мм²), 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. 4.19а).

«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. 4.19б).



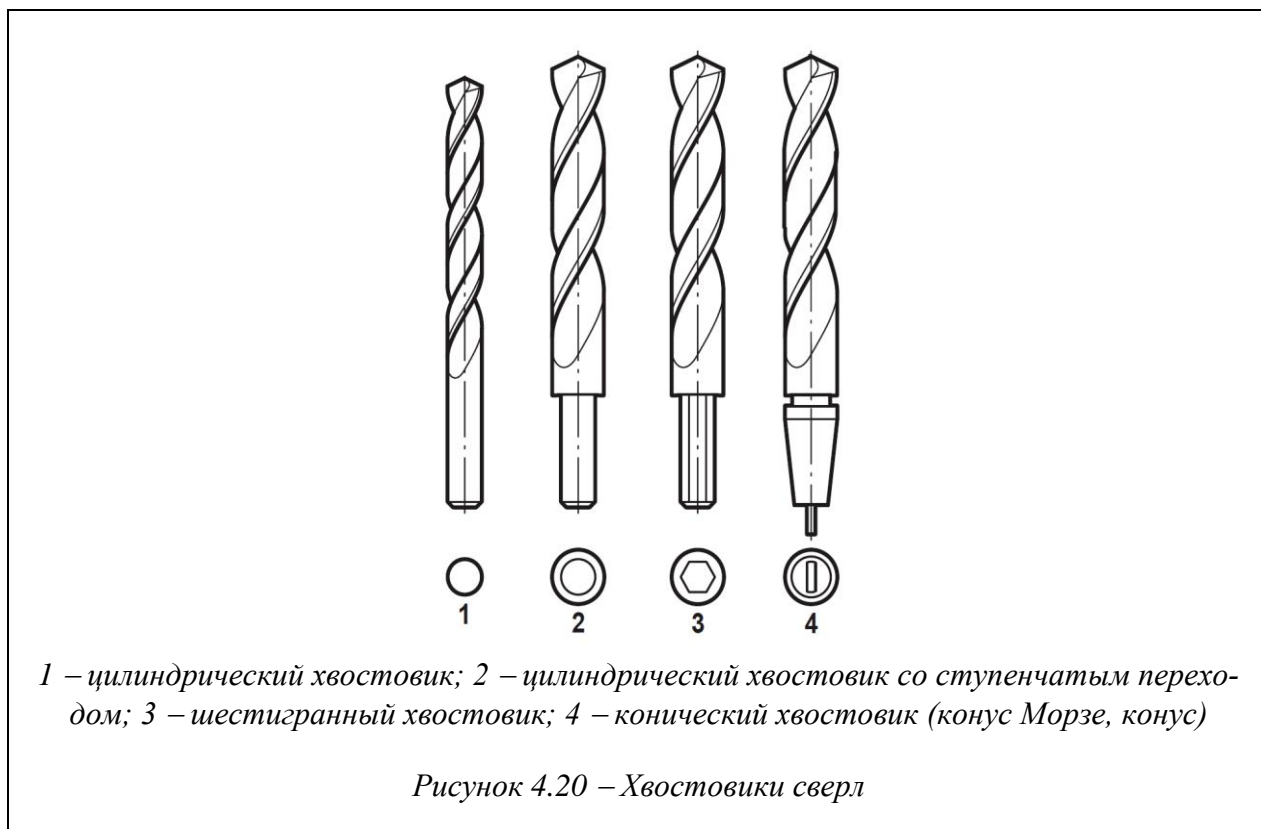
«Твердые» материалы, как, например, легированная и высоколегированная сталь (твердостью 1300 Н/мм² и выше), сорта латуни, магниевые сплавы, образующие *короткую стружку*, требуют небольшого угла захода, который составляет от **8°** до **15°**. Такие сверла относятся к *типу Н* (рис. 3.6в).

Для глубокого сверления и при затрудненных условиях обработки необходимо применять сверла с широкими стружечными канавками и скругленным задним углом. Угол захода составляет от **35°** до **40°**. Такие сверла относятся к *типу АТН* (рис. 4.19г).

Хвостовик сверла (рис. 4.20) 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 трёхкулачкового 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 (HM).**

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 раз-

меры. 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.

4.3.2 Сверла для обработки древесины и древесных материалов

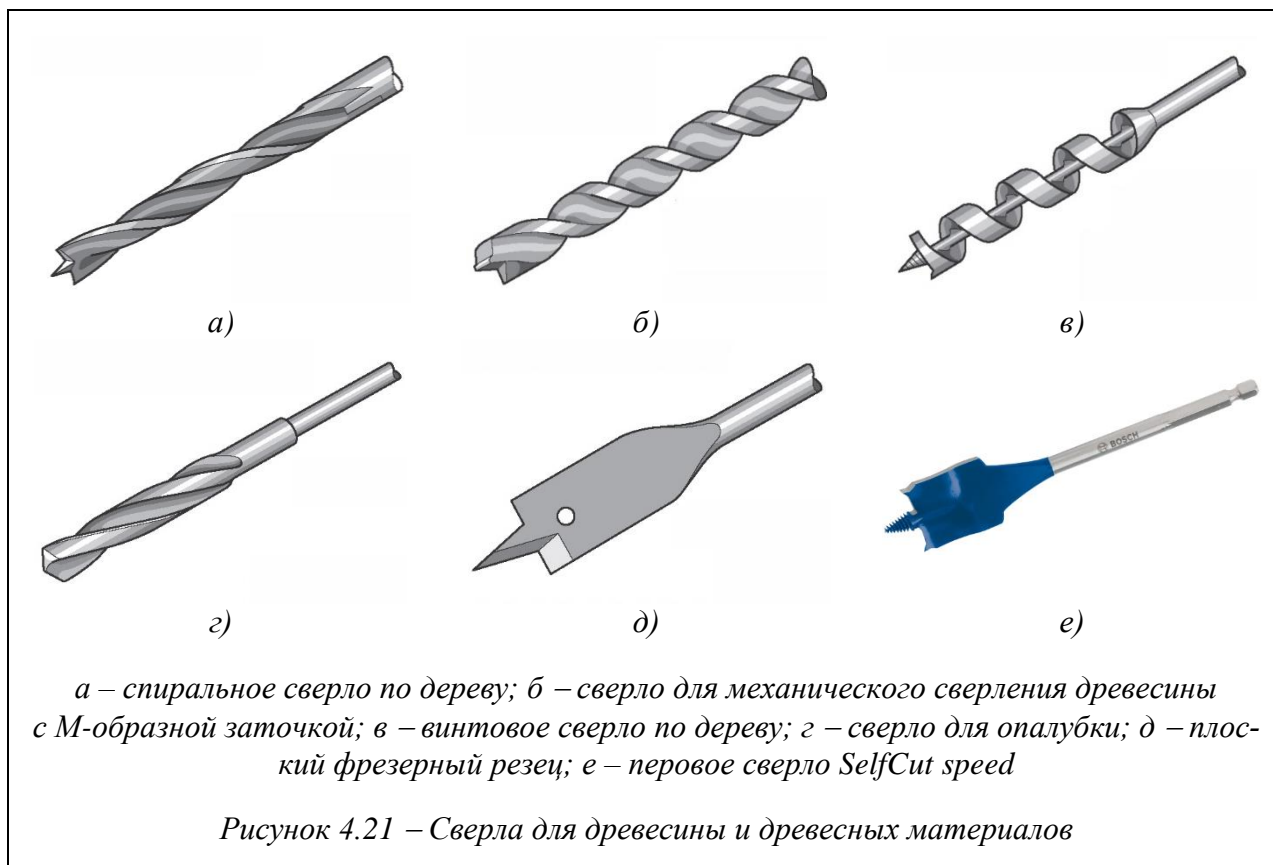
Сверла для обработки древесины и древесных материалов (рис. 4.21) значительно отличаются от сверл, используемых для сверления металла.

Хотя *спиральные сверла для металла можно использовать* также и **в древесине**, но качество высверленного отверстия никогда не будет удовлетворительным. Главная причина этого состоит в том, что *древесина является натуральным материалом с переменной текстурой и твердостью*, которая, вдобавок неоднородна и имеет волокнистую структуру. *Из-за этого вершина сверла стандартных спиральных сверл может отклоняться в начале или во время сверления отверстия*. Угол при вершине отвечает за смещение части (мягкого) обрабатываемого материала, из-за чего *происходит* хорошо известное **образование задиров** в точке, в которой сверло выходит из материала. По той же причине *отверстия около кромки могут*

раскалывать материал. Поэтому **сверла для древесины** имеют **специальную геометрию режущих кромок**.

Основными критериями являются:

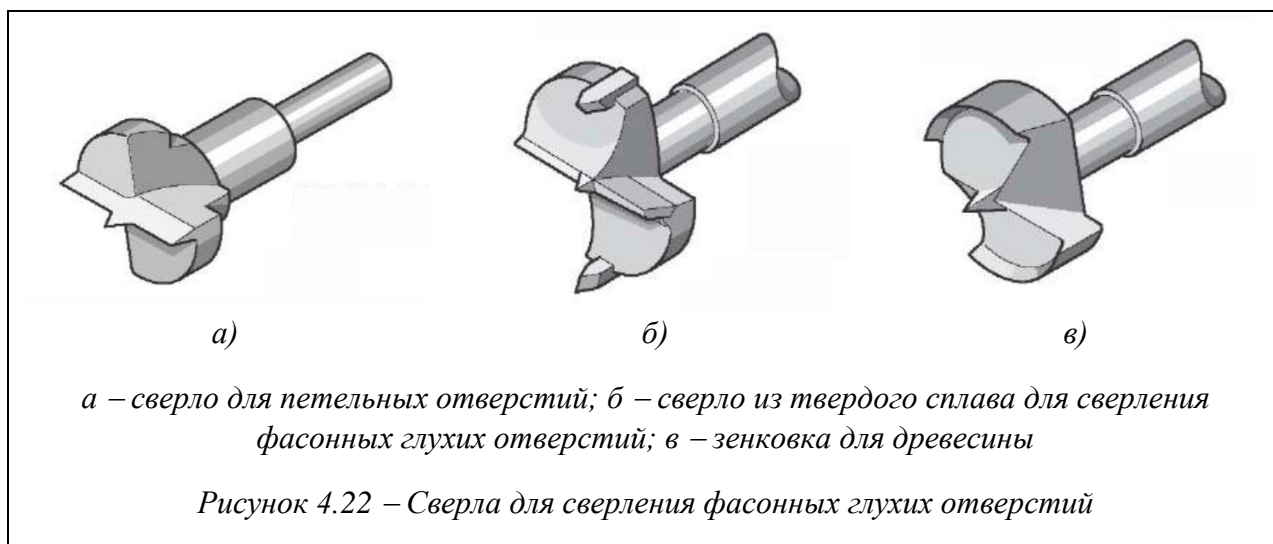
- *центрирование*;
- *граница кромки*.



Разнородность древесины требует, чтобы сверла для древесины имели сверхострое *центрирующее острие* с очень маленьким углом при вершине, которое может *проникать* в древесину, не отклоняясь, попадая на *твёрдые включения* в *текстуре* древесины. *Центрирующее острие* должно явно *выдаваться* за пределы режущей кромки, чтобы иметь возможность *направлять* сверло до того, как *режущие кромки* войдут в древесину.

Кромка высверленного отверстия должна быть четко ограничена, чтобы обеспечить создание *чистого, идеально круглого отверстия* без рваных кромок. В самом простом случае диаметр отверстия ограничивается отрицательным «углом при вершине» на режущей кромке, создающей стружку. Для того чтобы, улучшить качество сверления и в случае больших диаметров сверла, в окружности вершины сверла расположены один или два *резца*, которые *проникают* в древесину до того, как *режущие кромки* начнут удалять стружки.

Сверла для сверления *фасонных глухих отверстий* (рис. 4.22) снабжены *центрирующим острием* и *двумя режущими кромками*. В противоположность *зенковке* для древесины они снабжены *режущими ребрами на периферии*, которые действуют в качестве *резцов*. Эти *режущие ребра* сделаны из *твердого сплава*. Благодаря их малой направляющей высоте по периферии, можно также сверлить *дугообразные отверстия* в *достаточно толстых материалах*. Сверла для сверления *фасонных глухих отверстий* имеют *хвостовик малого диаметра без спирали или стружечной канавки*.



Принцип работы: *центрирующее острие фиксирует положение сверла на обрабатываемой детали до того момента, как режущие кромки врежутся в деталь. Периферийные режущие кромки определяют диаметр высверленного отверстия и обеспечивают чистый рез. Стружки, образующиеся во время сверления, остаются поверх режущей головки и не удаляются полностью из отверстия.*

Область применения: *сверление с высоким качеством неглубоких отверстий диаметром от 15 до 50 мм, например, для мебельной фурнитуры в массивной древесине, или удаления разветвленных сучков в древесине. Для абразивных материалов, клееной и твёрдой древесины, ДСП, ДВП, ламинированной древесины*

Особые свойства: *для сверла требуется высокое давление подачи со стороны пользователя, и оно имеет склонность забиваться стружками в глубоких отверстиях. Важно иметь возможность регулировки скорости вращения. При сверлении возможно перекрывание точек сверления и сверление отверстий, которые выходят за края заготовки.*

Внимание! *Для обеспечения точной работы необходимо использовать стойку сверлильного станка.*

4.3.3 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.

Спиральное сверло (стандартное сверло)

Конструкция: спиральные сверла имеют две режущие кромки на вершине сверла и двойную стружечную канавку вдоль хвостовика (рис. 4.23).

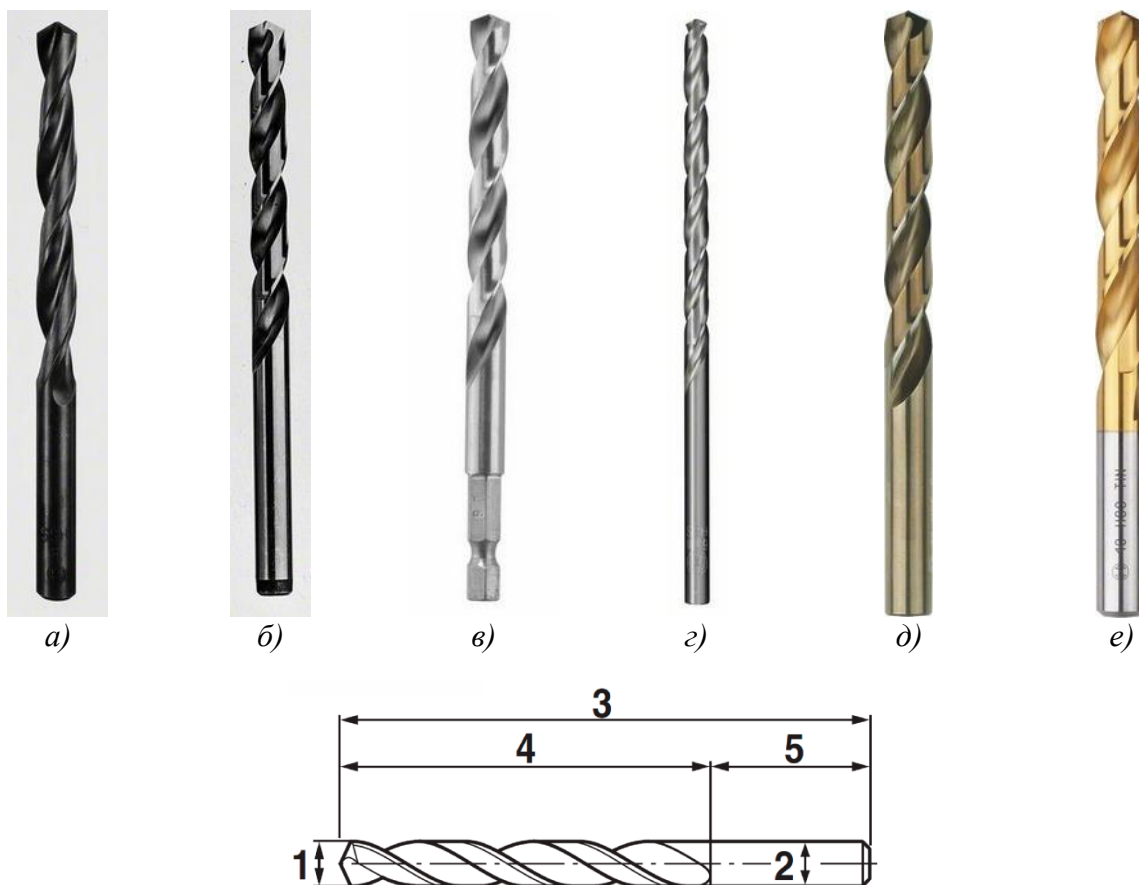
Принцип работы: давление подачи заставляет режущие кромки сверла врезаться в материал. Стружечные канавки обеспечивают правильное удаление из отверстия стружек, образующихся во время сверления.

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.

Для сверления в металле используются следующие марки сверл:

- *HSS-R по DIN 338 из высоколегированной быстрорежущей стали;*
- *HSS-G по DIN 338;*
- *HSS-G по DIN 338 с шестигранным хвостовиком 1/4" по ISO 1173 E6.3;*
- *HSS-G по DIN 340;*
- *HSS-Co по DIN 338 из сплавов с содержанием кобальта;*
- *HSS-TiN по DIN 338 из нитрида титана.*



а – сверло HSS-R по DIN 338; б – сверло HSS-G Standardline по DIN 338; в – сверло HSS-G по DIN 338 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 4.23 – Спиральные свёрла по металлу

Свёрла по металлу HSS-R, DIN 338 применяются для обработки легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 900 Н/мм², цветных металлов, серого чугуна, твёрдых пластмасс. Особенности свёрл:

- две режущие кромки, цилиндрический хвостовик, две спирали;
- праворежущие, тип N, острие сверла 118°, допуск на диаметр h8;
- завальцованная спираль со шлифованной фаской, с поверхностным упрочнением путём обработки паром;
- хвостовик соответствует диаметру сверления, цвет свёрл – чёрный;
- 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;
- диаметр свёрл – от 1 до 13 мм.

Указание: при работе со свёрлами по металлу HSS-R необходимо использовать универсальную смазку.

Свёрла по металлу HSS-G, DIN 338 применяются для обработки легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 900 Н/мм², стального литья, серого чугуна, металлокерамического сплава на основе железа, ковкого чугуна, цветного металла, твёрдых пластмасс. Особенности свёрл:

- точно заточенные свёрла по стали HSS-G позволяют сверлить со скоростью на 40 % выше и с нажимом на 50 % меньше, чем стандартные свёрла HSS с конусной заточкой;
- самоцентрирующееся острие свёрл с крестообразной подточкой делает излишним предварительное кернение или сверление отверстий диаметром до 10 мм;
- изготавливаются в двух исполнениях: *Topline* и *Standardline*. Свёрла *Topline* отвечают самым высоким требованиям, стандартные свёрла *Standardline* предназначены для профессионального применения;
- диаметр свёрл – от 1 до 16 мм.

Свёрла по металлу HSS-G, DIN 338 с шестигранным хвостовиком 1/4" применяются для обработки легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 880 Н/мм², листовой стали, нержавеющей стали, цветных металлов, серого чугуна, твёрдых пластмасс. Особенности свёрл:

- особо точно заточенные спиральные свёрла HSS по DIN 338;
- праворежущие, двухспиральные, 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 заточенные спиральные свёрла с исключительным качеством обработки поверхности в соответствии со специальным заводским стандартом;
- цвет свёрл – белый;
- диаметр свёрл: 2; 3; 4; 5; 6; 8 мм.

Свёрла HSS-G для металла, DIN 340 применяются для обработки легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 880 Н/мм², нержавеющей стали, серого чугуна. Особенности свёрл:

- две режущие кромки, цилиндрический хвостовик, две спирали;
- праворежущие, тип N, острие сверла 135° , крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- полностью заточенные спиральные свёрла с оксидным покрытием для оптимального отвода стружки;
- диаметр хвостовика соответствует диаметру сверления, цвет свёрл: в упаковке с 1 шт. – белый, в упаковке с 5 шт. – чёрный;
- диаметр свёрл – от 3 до 13 мм.

Свёрла по металлу HSS-Co применяются для обработки легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 1000 Н/мм², хромоникелевой стали, нержавеющей стали V2A/V4A, серого чугуна, стального литья, кислото- и жаростойких сталей. Особенности свёрл:

- свёрла из легированной быстрорежущей стали по DIN 338, содержание кобальта 5 %: две режущие кромки, цилиндрический хвостовик, две спирали;
- праворежущие, тип N, острие сверла 135° , крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- полностью заточенные спиральные свёрла с исключительным качеством обработки поверхности в соответствии со специальным заводским стандартом;
- диаметр хвостовика соответствует диаметру сверления, цвет свёрл – бронзовый;
- точные свёрла с исключительной термо- и износостойкостью;
- для использования в стойках сверлильного станка или вертикально-сверлильных станках;
- изготавливаются в двух исполнениях: *Topline* и *Standardline*;
- диаметр свёрл – от 1 до 13 мм.

Указание: при работе со свёрлами по металлу HSS-Co необходимо использовать универсальную смазку.

Свёрла по металлу HSS-TiN применяются для обработки легированной и нелегированной стали с пределом прочности при растяжении до 900 Н/мм², ковкого чугуна, металлокерамического сплава на основе железа, мельхиора, меди, бронзы и твёрдых пластмасс, а также плексигласа. Особенности свёрл:

- две режущие кромки, цилиндрический хвостовик, две спирали;
- праворежущие, тип N, острие сверла 135° , крестообразная подточка по DIN 1412 C, допуск на диаметр h8;
- полностью заточенные спиральные свёрла со специально улучшенной поверхностью с титан-нитридным покрытием;
- диаметр хвостовика соответствует диаметру сверления, цвет свёрл – золотой;

- 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;
- диаметр свёрл – от 1 до 13 мм.

Указание: не использовать для сверления в алюминии, при работе свёрла по металлу HSS-TiN применять только с охлаждающей жидкостью (использовать универсальную смазку). При правильном охлаждении срок службы свёрл увеличивается в шесть раз.

Символические обозначения свёрл и сверлильных патронов приведены в приложении В.

4.3.4 Сверла для обработки камня

Сверла для безударного сверления при обработке камня работают путем *скобления* или *шевингования*. Поэтому нужно использовать специальные сверла с острыми кромками и с твердосплавными режущими пластинами. Электроинструменты, используемые для этой цели, являются дрелями или ударными дрелями, применяемыми в безударном режиме.

Благодаря *вращению и давлению*, режущая кромка на сверле снимает материал, соскабливая ослабленные и хрупкие каменные обломки (рис. 4.24).



а – давление подачи заставляет режущую кромку проникать в материал; б – при помощи вращательного движения материал соскабливается и удаляется из высверленного отверстия

Рисунок 4.24 – Сверление в мягком камне

Типы сверл по камню и их назначение

Сверла по камню разрушают камень с помощью своей ударной силы и поперечной режущей кромки, вращение создает закругленную поверхность. Кроме того, вращение спирали сверла удаляет сверлильную пыль из высверленного отверстия. Свёрла по камню используются с ударными дрелями.

В соответствии с принципом действия сверла по камню подразделяются на следующие типы:

- сверла для безударного сверления;
- сверла для ударного сверления.

Сверла для безударного сверления используются для сверления отверстий в лёгкой пористой кирпичной кладке (кирпичных стенах). Они снабжены твердосплавными пластинами с острой режущей кромкой. Эти сверла также известны под названием **универсальных свёрл**. Они не должны использоваться в режиме *перфораторного сверления*, так как режущие пластины сверла могут отколоться.

Сверла для ударного сверления снабжены так называемой *поперечной режущей кромкой* для того, чтобы справиться с напряжением во время ударного сверления.

Геометрия и состав используемой твердосплавной режущей пластины, а также форма стружечной канавки являются решающими факторами, обеспечивающими результаты сверления и срок службы сверла.

Геометрия сверла. Острие имеет две основных функции:

1. *Центрирование сверла во избежание его увода.*
2. *Перемалывание бетона в сверлильную пыль для ее последующего эффективного отвода из отверстия.*

Без заточенного острия или активного центрирования сверло соскальзывало бы с обрабатываемой поверхности и, как следствие этого, диаметр отверстия не соответствовал бы допустимому.

Специальное центрирующее острие **activeteq** для эффективного за-сверливания в бетоне показано на рис. 4.25. Специальные режущие кромки и углы обеспечивают измельчение бетона до пыли.



Рисунок 4.25 – Специальное центрирующее острие *activeteq*

Сверлильная головка. На срок службы и на количество отверстий, которые можно просверлить одним сверлом с соблюдением допуска, влияют состав и качество твердого сплава, а также последний производственный




этап – технология *пайки или соединения*, по которой *твердый сплав соединяется со спиралью сверла*.

Режущие кромки. Режущие кромки специальной формы гарантируют максимальную эффективность при засверливании, более высокую скорость сверления и долгий срок службы.

Геометрия основной твердосплавной режущей кромки. Геометрия влияет не только на срок службы сверла, но и на соответствие обрабатываемому материалу. *Чем больше режущих кромок имеет сверло, тем выше его производительность при сверлении в твердых материалах и армированном бетоне.*

Существует четыре различных вида режущих кромок сверла (табл. 4.6).

Таблица 4.6 – Виды режущих кромок

Вид	Исполнение	Преимущества
1.	<p>Две режущие кромки, пайка</p>  <p>Твердый сплав + зубчатые канавки</p> 	<p><i>Обычный срок службы.</i></p> <p>Специальные V-образные канавки на основной режущей кромке обеспечивают более эффективный отвод сверлильной пыли в спираль и предотвращают забивание основания отверстия.</p> <p>Только высококачественные сверла с двумя режущими кромками имеют специальные зубчатые канавки из твердого сплава для увеличения производительности работы.</p>
2.	<p>Три или четыре режущие кромки, пайка</p>	<p>Еще меньший износ в отличие от исполнения с 2 режущими кромками: <i>увеличение срока службы, меньшая степень заклинивания в армированном бетоне.</i></p>
3.	<p>Три или четыре режущие кромки + цельная твердосплавная головка, пайка</p>	<p>Увеличение производительности в 2 раза в твердых материалах в отличие от исполнения с 2 режущими кромками. В 2 раза больше режущих кромок в отличие от исполнения с 2 режущими кромками: <i>увеличение срока службы, меньшая степень заклинивания в армированном бетоне.</i></p>
4.	<p>Цельная твердосплавная головка с пятью режущими кромками, технология диффузионного соединения</p> 	<p>Увеличение производительности в 4 раза в твердых материалах в отличие от исполнения с 2 режущими кромками: <i>оптимальный срок службы.</i></p> <p>В 2 раза больше режущих кромок в отличие от исполнения с 2 режущими кромками: <i>высокая скорость сверления.</i></p> <p>Геометрия кромки гарантирует оптимальную производительность сверления (без заклинивания) <i>в армированном бетоне</i> в отличие от исполнения с 3 или 4 режущими кромками: <i>исключительно долгий срок службы / минимальный износ.</i></p>

Технология соединения спирали с твердосплавной сверлильной головкой. В зависимости от припоя и технологии *соединение спирали с твердым сплавом* сверло не может противостоять определенным термическим нагрузкам и теряет свою прочность. Во время сверления в *натуральном камне или в арматуре* сверло может *нагреваться до температуры выше 400 °С*. Поэтому технология соединения определяет срок службы сверла (крепление сверлильной головки).

Существует **пять стандартных технологий** паяного соединения спирали с твердосплавной головкой.

Виды пайки и технологические особенности пайки спирали с твердосплавной сверлильной головкой приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Виды пайки и технология паяного соединения

Наименование пайки	Особенности технологии пайки
1. Пайка и закалка в проходных печах	Пайка и закалка в рамках одного технологического процесса. Определение оптимальной температуры для одновременного выполнения пайки и закалки – это компромисс за счет продукта.
2. Индукционная пайка	Простой процесс пайки для соединения твердого сплава и спирали.
3. Вакуумная пайка и закалка	Пайка в вакууме, специально для <i>больших диаметров</i> . На первом этапе выполняется пайка, затем в целях минимизации термических нагрузок следует закалка (для <i>повышения прочности сверла и уменьшения вибраций</i> во время сверления).
4. AWB-пайка и закалка	Оптимизированная под диаметр технология пайки и закалки для <i>повышения прочности сверла и одновременно уменьшения уровня вибраций</i> во время сверления.
5. Технология диффузионного соединения	Молекулярное соединение между цельной твердосплавной головкой и спиралью сверла. Эта технология обеспечивает исключительно надежное соединение, выдерживающее нагрузки, возникающие в ходе сверления, например, когда сверло сталкивается с расположенным <i>внутри бетона арматурным стержнем</i> .

Спираль сверла. Дизайн спирали определяется:

- а) количеством спиралей;
- б) диаметром стержня сверла;
- в) размером спирали.

Формы спиралей сверл приведены на рисунке 4.26.



а – 2-спиральная U-образная форма; б – 4-спиральный дизайн Dura; в – 2-спиральный дизайн Vario с хвостовиком Power-Grip

Рисунок 4.26 – Форма (дизайн) спиралей сверл

- **2-спиральная U-образная форма.** Оптимальный отвод сверильной пыли при сверлении в абразивных материалах.
- **4-спиральный дизайн Dura.** Усиленный диаметр стержня для повышения износостойкости и стабильности при сверлении в бетоне.
- **2-спиральный дизайн Vario.** Короткий, переменный шаг для легкого сверления и минимального трения в отличие от U-образной формы спирали при обработке стройматериалов (оптимальный отвод сверильной пыли для высокой производительности сверления).

Система хвостовиков

Компания «BOSCH» в 2012 году внедрила новую **систему Power-Grip** для сверл с цилиндрическим хвостовиком, которая гарантирует 100 % передачу приводного усилия от электроинструмента на сверло (рис. 4.26в).

Индикатор износа. Высококачественные сверла имеют индикатор износа (рис. 4.27), который помогает минимизировать издержки на изготовление отверстия. Пока индикатор износа заметен на сверле, диаметр отверстия все еще находится в пределах допуска для установки дюбеля.

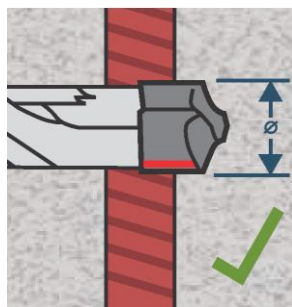


Рисунок 4.27 – Индикатор износа

В таблице 4.8 приведены основные *характеристики сверл* с цилиндрическим хвостовиком для сверления отверстий в *камне, кирпичной кладке, бетоне и плитке.*

Таблица 4.8 – Сверла с цилиндрическим хвостовиком

Изделие	CYL-1 по камню	CYL-3 по бетону	CYL-5 по бетону	CYL-9 Multi Construction	CYL-9 Ceramic
1	2	3	4	5	6
Старое название	Impact	Silver Percussion	Blue Granite	Multi Construction	Expert for Ce- ramic
					
Угол заточки					
Цвет сверла	Серебристый	Серо- серебристый	Синий, белый шлифованный	Синий, белый шлифованный	Белый
Диаметр сверла, мм	3-20	3-20	3-20	3-20	3-16
Форма (дизайн) спирали	2- спиральная U- образная форма	2- спиральная U- образная форма	2- спиральный дизайн Vario	4- спиральный дизайн Dura	
Острие			activeteq	Центрирующее острие	Центрирующее острие
Режущие кромки			С алмазной заточкой	С алмазной заточкой	Усиленная го- ловка
Исполнение	2 режущие кромки (Standard)	2 режущие кромки (Standard)	2 режущие кромки (Standard)	2 режущие кромки, AWB- пайка и закалка	2 режущие кромки

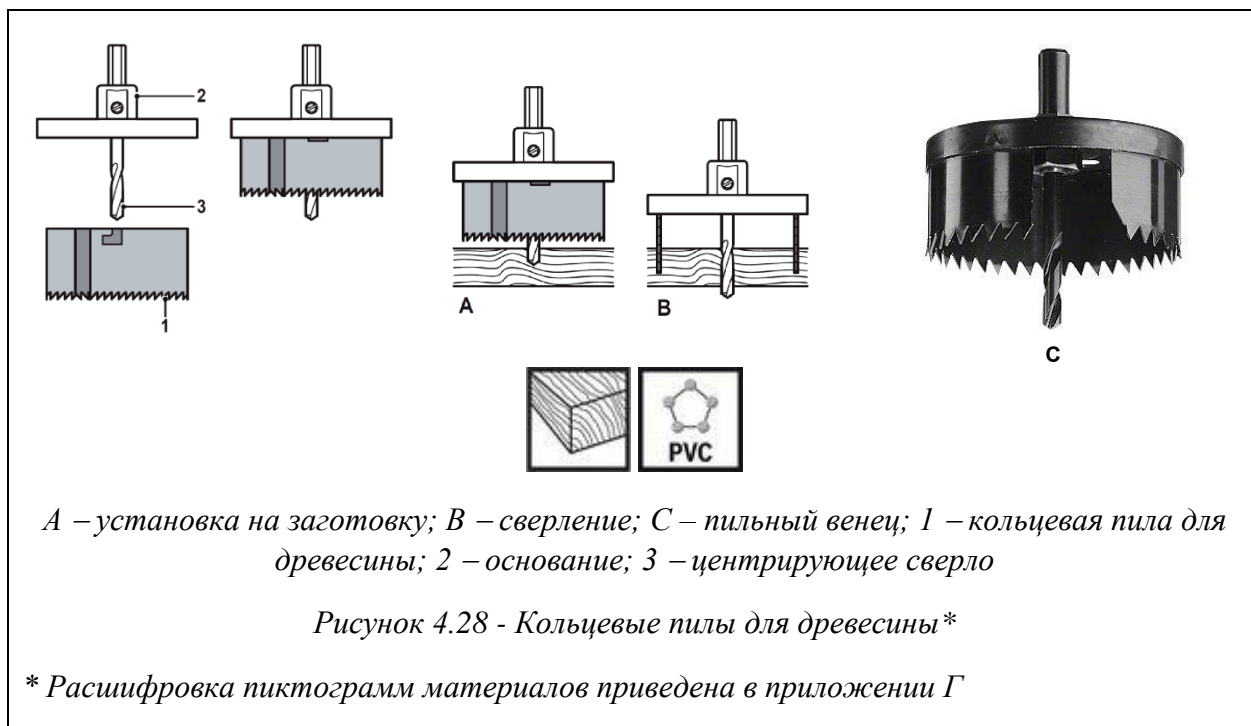
1	2	3	4	5	6
Материал	Стандартный твердый сплав	Долговечный твердый сплав	Долговечный твердый сплав с мелкой зернистостью	Долговечный твердый сплав с мелкой зернистостью	Долговечный твердый сплав
Назначение	Оптимальное сверление отверстий в кирпичной кладке	Долгий срок службы при сверлении отверстий в бетоне, кирпичной кладке, известняке, природном и искусственном камне	Быстрое сверление отверстий (увеличение скорости сверления на 20 %) в бетоне, кирпичной кладке, известняке, природном и искусственном камне	Multi Material (бетон, кирпичная кладка, эрернит, лёгкий строительный материал, керамическая плитка, древесина, пластмасса, листовый металл, алюминий)	Сверло для любой керамической плитки, фарфора, незакалённого стекла
Срок службы	•	•••	••••	•••	•••
Скорость	••	•••	•••••	•••••	•••
Отвод сверлильной пыли	•••	•••	•••••	••••	•••
•/•• = хорошо; •••/•••• = лучше; ••••• = лучше всего					

4.3.5 Кольцевые пилы и коронки

Как правило, *отверстия большого диаметра уже не сверлят* сплошными сверлами, а *вырезают в виде колец* (кольцевых зазоров) так называемыми *кольцевыми пилами* (рис. 4.28) в древесине и *коронками* (рис. 4.29) в металле.

Конструкция: Основание коронки изготовлено из алюминия, отлитого под давлением. *Основание в виде диска* соединяется с ведущим валом на задней стороне и имеет несколько концентрических углублений на передней стороне. Зубья имеют усредненный профиль резания, и в зависимости от того, какого размера требуется сделать отверстие, в основание венца надежно крепится кольцеобразное пильное полотно нужного диаметра. Венцы надежно крепятся в патроне сверла с помощью шестигранного хвостовика, который обеспечивает более плавный ход сверления. *Центровое сверло крепится*

к основанию и его вершина выступает за пределы вставленной кольцевой пилы. Глубина сверления 40 мм. Диаметр отверстий – от 25 до 100 мм



Принцип работы: центровое сверло определяет положение кольцевой пилы по отношению к обрабатываемой детали до тех пор, пока зубья пилы не врежутся в материал. Стружки, образующиеся во время сверления, частично остаются внутри кольцевой пилы.

Область применения: сверление отверстий от больших до очень больших диаметров (от 25 до 100 мм) в дереве, PVC (пластике), ДСП, ламинате, оргстекле, полимерах, фанере, столярных плитах, многослойных волокнистых материалах.

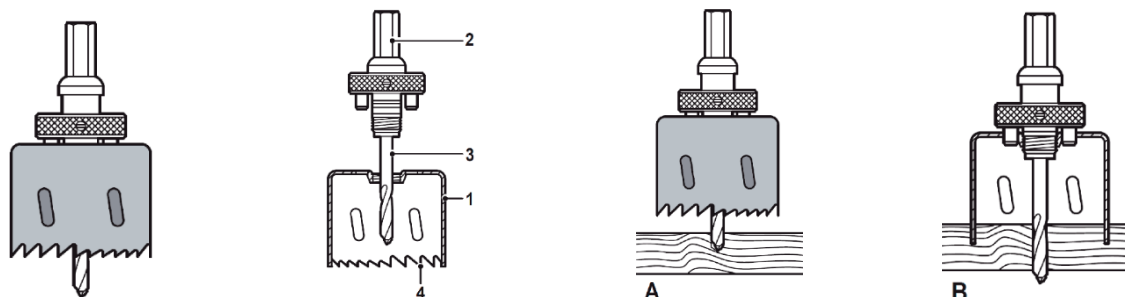
Особые свойства: кольцевые пилы для древесины обычно поставляются в виде комплекта пильных полотен различных диаметров и основания. Они просты в использовании, и дешевые и качественные пильные полотна дают высокие результаты при резании древесины.

Рекомендуемая частота вращения при диаметре венца 25 мм – 1500 об/мин., при диаметре венца 50 мм – 800 об/мин., при диаметре венца 100 мм – 200 об/мин.

Коронки

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 получаются в виде стружек и вырезанного диска.

Конструкция: открытый конец чашевидной втулки снабжен зубьями пилы (рис. 4.29). 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 4.29 – 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) (рис. 4.30), которая обеспечивает хорошую скорость выполнения работ.

Конструктивные особенности коронки HSS-Bimetall:

- 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 ручную.



Рисунок 4.30 – Коронка HSS-Bimetal

Коронка Progressor for Wood and Metal. Высококачественная коронка Progressor for Wood and Metal (рис. 4.31) предназначена для работ по стальному литью, серому чугуну, нержавеющей стали, конструкционной стали, легированному и нелегированному алюминию, бронзе, меди, PVC (пластике с деревом), по древесине, ДСП, полимерам.

Коронка изготовлена из биметаллического сплава (**HSS-Bimetal**) при помощи лазерной сварки. Зубья коронки изготовлены из высокопроизводительной быстрорежущей стали HSS с содержанием кобальта 8 %. Поэтому данная оснастка исключительно износостойкая и имеет долгий срок службы. Для усиления захвата 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.

Пильная коронка применяется совместно с ударными дрелями, а при применении переходника – и с перфораторами.



Рисунок 4.31 – Коронка Progresor for Wood and Metal

Коронка Multi Construction. Данная оснастка (рис. 4.32) предназначена для обработки твердых и мягких материалов (древесины, ДСП, PVC (пластика с деревом), полимеров, керамической плитки, кирпича и т.д.) Быстрое и непрерывное сверление обеспечивается наличием **каплеобразных пазов**, через которые происходит выброс стружки (пыли), что делает работу эффективнее. **Твердосплавные зубцы с алмазной заточкой** обеспечивают высокую производительность и долгий срок службы оснастки.

Для качественного сверления твердых и мягких материалов необходимо правильно подбирать частоту вращения и охлаждение. Коронка Multi Construction широко применяется при строительных или ремонтных работах.

Качество сверления зависит от правильного выбора частоты вращения и охлаждения.

Высота коронки – 60 мм; диаметр отверстий – от 20 до 105 мм; число режущих кромок – 3 или 4.

Пильная коронка Multi Construction применяется *совместно с дрелями*, а при использовании *переходника* может применяться и в *перфораторах*.

Принадлежности для коронок Multi Construction:

- *переходник Power Change*;
- *центрирующее сверло, твердосплавное, диаметр 120 мм*;
- *центрирующее сверло HSS-Co, диаметр 120 мм*.



Рисунок 4.32 – Коронка Multi Construction

Для исключительно быстрого сверления *твердых и мягких материалов* (древесины, ДСП, PVC, полимеров, кирпича и т.д.) применяется самая быстрая универсальная коронка **Speed for Multi Construction** (рис. 4.33).

Быстрое и непрерывное сверление обеспечивается надёжными твердосплавными зубьями и наличием больших пазов специальной формы для выброса стружки (пыли), что делает работу эффективнее. Для простого извлечения керн и быстрой замены коронки применяется переходник Power Change.

Качество сверления зависит от правильно подобранной частоты вращения.

Преимущества коронки Speed for Multi Construction:

- *исключительно быстрое сверление и высокая долговечность*;
- *высокая производительность сверления*.

Пильная коронка Multi Construction применяется *совместно с дрелями*, а при использовании *переходника* может применяться и в *перфораторах*.

Принадлежности для коронок Speed for Multi Construction:

- *переходник Power Change*;
- *твердосплавное центрирующее сверло* для коронок с диапазоном сверления менее 60 мм с шестигранным хвостовиком 1/4", острие сверла 118°. Твердосплавные режущие кромки алмазной заточки с центрированием и универсальными специальными гранями. Общая длина – 20 мм;
- *центрирующее сверло HSS-Co* для коронок с диапазоном сверления менее 60 мм с шестигранным хвостовиком 1/4", угол острия 135°, крестообразная подточка.

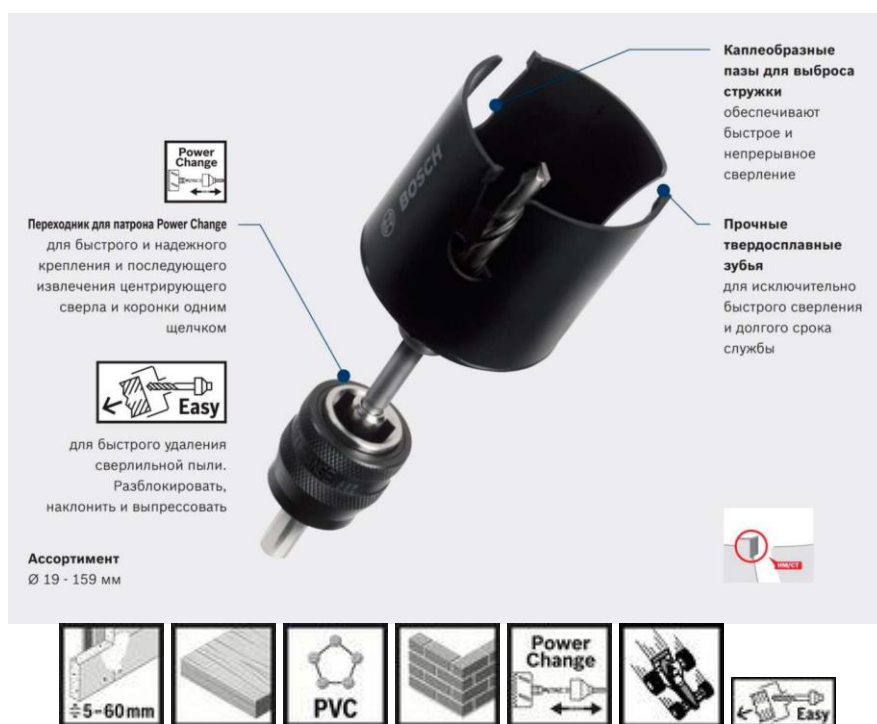


Рисунок 4.33 – Коронка Speed for Multi Construction

Коронки Special for Sheet Metal (рис. 4.34) применяются для монтажных работ в машиностроении, металлообработке и вентиляционной технике.

Особые свойства коронки Special for Sheet Metal:

- 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 износостойчивости.



Рисунок 4.34 – Коронки Special for Sheet Metal

С коронками Progressor for Wood and Metal, Multi Construction, Speed for Multi Construction, Special for Sheet Metal используется переходник для патрона **Power Change**. Инновационная система замены инструмента **Power Change** позволяет быстро и надежно крепить, а также снимать коронки и центрирующие сверла буквально одним щелчком.

Последовательность замены коронки и центрирующего сверла с переходника Power Change приведена на рисунках 4.35 и 4.36.



1. Оттянуть патрон назад



2. Коронку не держать!
Коронка вылетает!



3. Отпустить коронку
Коронку вытащить



4. Патрон остается зажатым



5. Коронку надеть
Патрон не трогать!



6. Click!
Готово!

Рисунок 4.35 – Последовательность замены коронки с адаптера Power Change



1. Коронка уже снята



2. Центрирующее сверло
снято. Патрон не трогать!



3. Центрирующее сверло
снято



4. Центрирующее сверло
вставить. Патрон не тро-
гать!



5. Click!
Готово!

Рисунок 4.36 – Последовательность замены центрирующего сверла с адаптера Power Change

Для обработки мягкой настенной и твёрдой напольной (керамический гранит) керамической плитки применяется алмазная коронка **Diamond for Hard Ceramics**.

Внешний вид и конструктивные особенности алмазной коронки Diamond for Hard Ceramics приведены на рисунке 4.37.

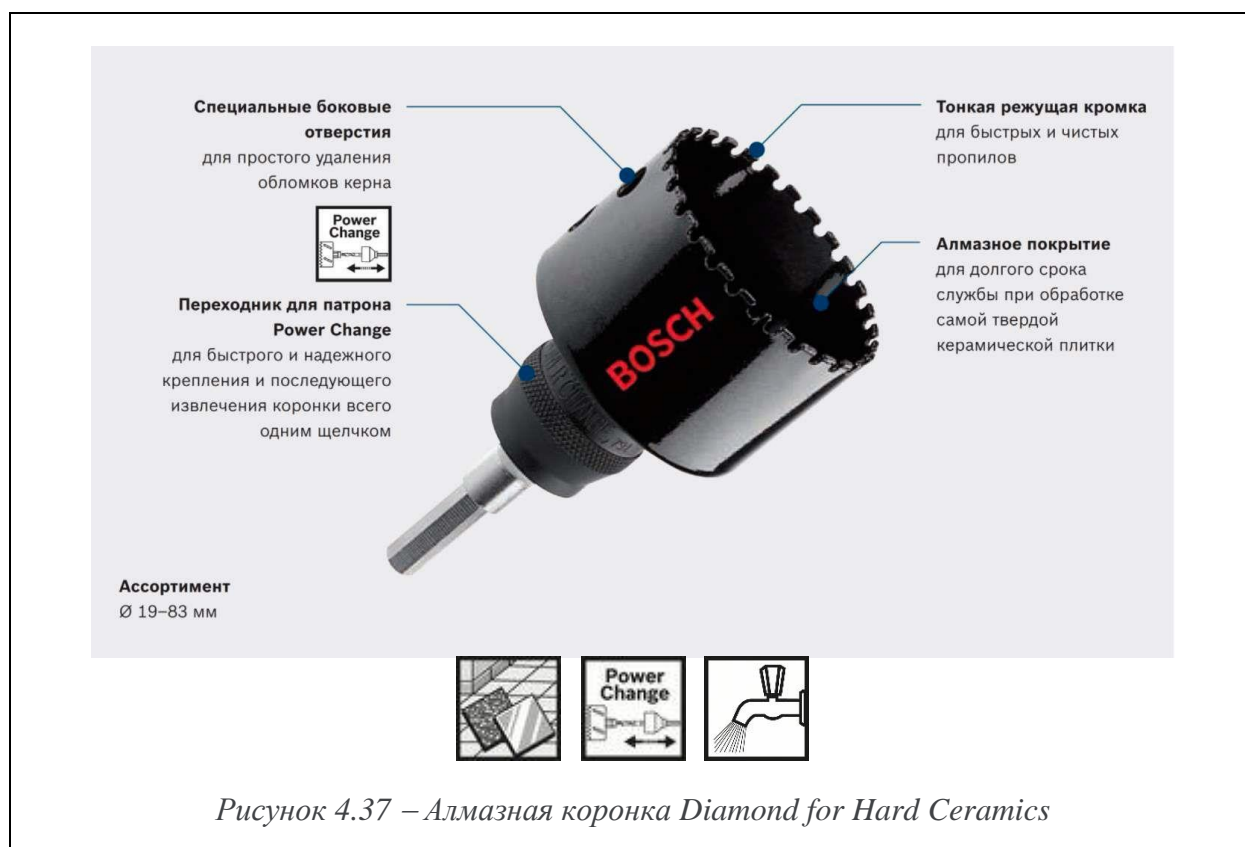


Рисунок 4.37 – Алмазная коронка Diamond for Hard Ceramics

Качество сверления сверлильной коронкой Diamond for Hard Ceramics зависит от правильного выбора частоты вращения и охлаждения (необходимо соблюдать руководство по эксплуатации инструмента).

Внимание: Использовать только с аккумуляторными дрелями в режиме безударного сверления. При сверлении всегда использовать водяное охлаждение.

4.3.6 Закрепляющий материал 3

Задание 3.1

I. Продолжите предложение:

1. Различают методы сверления: _____, _____, _____.
2. При обработке камня используют сверла с _____ пластинами.
3. При обработке камня безударным сверлением сверла работают на _____ или _____.
4. Различают сверлильные коронки для _____ и _____ сверления.
5. При глубоком сверлении сверлильной коронкой происходит _____ зазора.
6. При ударном сверлении аккумуляторной ударной дрелью-шуруповёртом необходимо использовать _____ рукоятку и направлять инструмент _____.
7. Дрели работают, используя только _____ движение.
8. В ударной дрели ударное движение создается двумя _____, огибающие друг друга во время вращения.

II. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Сухое сверление используется для сверления поверхностей:

- а) бетонных; б) каменных;
в) из природного камня.

ОТВЕТ:

2. При обычном сверлении каменных материалов охлаждающая жидкость используется:

- а) всегда; б) нет;
в) иногда.

Ответ:

III. Установите соответствие:

1. Установите соответствие (стрелками) между обрабатываемой поверхностью и рекомендуемым режимом сверления:

<i>Материал</i>		<i>Режим сверления</i>	
1.	Бетон	А.	Безударный
2.	Газобетон	Б.	Ударный
3.	Кладка из пористого кирпича		

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

2. Установите соответствие (стрелками) между обрабатываемой поверхностью и рекомендуемым типом сверла для её обработки:

<i>Обрабатываемая поверхность</i>		<i>Тип сверла</i>	
1.	Бетон	А.	CYL-1
2.	Камень	Б.	CYL-3
3.	Керамическая плитка	В.	CYL-5
4.	Кирпич	Г.	CYL-9 Multi Construction
5.	Этернит	Д.	CYL-9 Ceramic

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	
4	→	
5	→	

3. Установите соответствие (стрелками) метод сверления и характерными свойствами сверления:

<i>Режим сверления</i>		<i>Характерные свойства сверления</i>	
1.	Безударное сверление	А.	Низкая скорость вращения
2.	Ударное сверление	Б.	Высокая скорость вращения
		В.	Отсутствие ударной силы
		Г.	Очень высокая частота ударов
		Д.	Высокая скорость резания при сверлении
		Е.	Низкий уровень шума
		Ж.	Высокий уровень шума

Ответ:

1	→	
2	→	

4. Установите соответствие (стрелками) между режимом сверления и видом обрабатываемой поверхности:

Режим сверления		Вид обрабатываемой поверхности	
1.	Вращательное	А.	Бетонная
2.	Ударное	Б.	Кирпичная – из легкопористого кирпича
		В.	Облицованная глазурованной плиткой
		Г.	Кирпичная – из силикатного кирпича

Ответ:

1	→	
2	→	

IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Метод вращательного сверления применяется при сверлении:

- а) камня; б) сплошного кирпича;
в) пустотелого кирпича.

Ответ:

2. Ударное сверление под дюбель применяется при сверлении:

- а) бетона; б) клинкерного кирпича;
в) природного камня; г) силикатного кирпича.

Ответ:

V. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Сверла по камню используются для _____ дрелей.

VI. Выберите один или несколько правильных ответов и обведите:

1. Сверла при безударном сверлении камня работают на:

- а) удар;
- б) скобление;
- в) шевингование.

Ответ:

2. Для сверления железобетона применяют сверла с количеством режущих кромок:

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

Ответ:

4.4.1 Резьбовые соединения

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

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

Техника резьбового соединения занимает особое место среди остальных методов соединения. Она позволяет создавать разъемные соединения, не требующие разрушения или повреждения соединительного элемента и соединяемых деталей. 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 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:

- *шурупы*;
- *винты*.

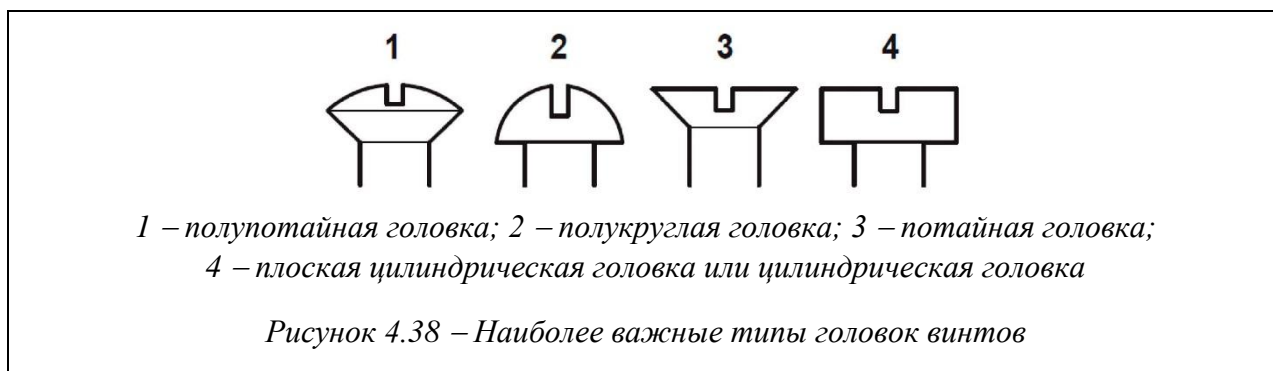
Общее понятие «*шурупы и самонарезающие винты*» охватывает винты, используемые без гаек. По этой причине они подходят только для *мягких или эластичных материалов и листового металла*. **Шурупы небольшого диаметра** обычно *врезают в дерево без предварительного сверления* отверстия. При *большем диаметре*, а также при использовании *высокопрочных сортов дерева* целесообразно *сначала просверлить отверстие*. При *ввинчивании шурупов в пластмассу* отверстия *сверлятся* (пробиваются) в любом случае.

Шурупы подразделяются по:

- *виду резьбы, шагу резьбы и по форме резьбы*;
- *форме головки*;
- *по форме шлица*.

Шурупы имеют наружную *специальную (шурупную) резьбу* с широким шагом и характерные *наконечники*. Их *хвостовики* либо *цилиндрические*, либо *конические*. Специальная *резьба* имеет *треугольный заостренный профиль* и большую ширину впадины по сравнению с шириной зуба.







Существует громадное разнообразие головок винтов и шурупов, некоторые из которых были разработаны для особых случаев применения. Наиболее важные типовые формы приведены на рисунке 4.38.



Винты с прямым шлицем не могут центрироваться автоматически, их необходимо направлять во время завинчивания. Винты с головкой под крестообразный шлиц самоцентрируются, что делает их очень полезными для полуавтоматических и автоматических процессов завинчивания. Наиболее распространенные *виды шлицевых головок винтов, шурупов, болтов* приведены в таблице 4.9.

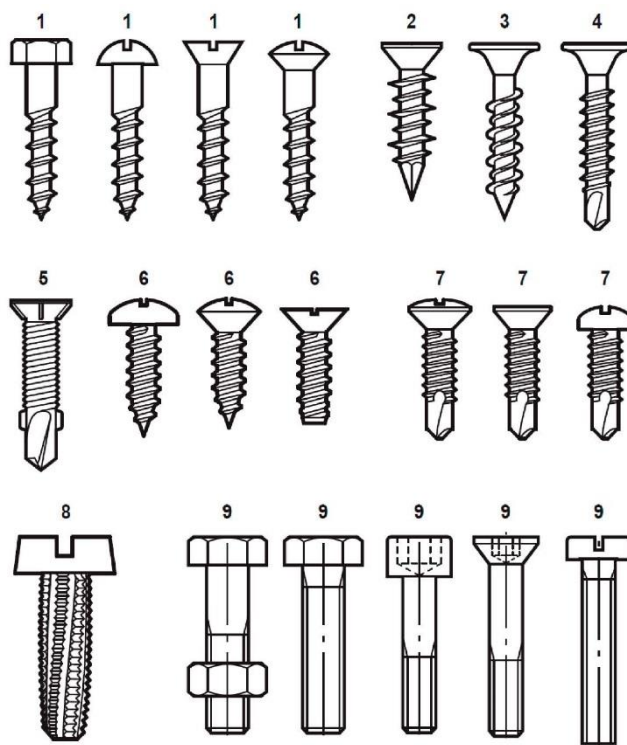
Таблица 4.9 – Виды шлицевых головок болтов, винтов, шурупов

Вид	Название шлица (головки)
1	2
	Прямой (плоский) шлиц Прямые шлицевые головки (Slotted), сокращенно SL . Прямые шлицы применяются всё реже из-за нечёткой фиксации инструмента на головках болтов, винтов, шурупов.
	Крестовый шлиц Phillips Крестовые головки Phillips, сокращенно PH . Крест имеет большую площадь контакта и передаёт больший крутящий момент. Крест обеспечивает самоцентрировку инструмента и допускает работу под небольшим углом. Зуб отвёртки 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 отвёртку точно по центру относительно друг друга.

1	2
	<p>Крестовый шлиц Pozidriv 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. Pozidriv является улучшенной версией крестообразного шлица Phillips и используется, прежде всего, в производстве шурупов и саморезов. В машиностроении и металлообработке Pozidriv применяется значительно реже. Отличительным признаком шлица являются исходящие из внутренних углов тонкие лучеобразные линии. Насадки с профилем Pozidriv не могут использоваться для винтов Phillips.</p>
	<p>Шлиц типа Torx (Т, ТХ) 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. Профиль поперечного сечения является совершенствованием профиля внутреннего шестигранника. В отличие от него передача крутящего момента осуществляется не кромками поперечного сечения, а плоскостями, вследствие чего могут передаваться более высокие крутящие моменты, чем при внутреннем шестиграннике, и при меньшей ширине раствора ключа.</p>
	<p>Шестигранный шлиц (Аллен) Головки с внутренним шестигранником передают больший крутящий момент, чем шлиц и крест и более компактны, чем головки болтов, винтов, шурупов с наружным шестигранником. Головка крепёжного изделия обычно имеет цилиндрическую форму с шестигранным углублением. Для работы со шлицами данного вида используется <i>шестигранный (инбусовый) ключ (INBUS)</i>.</p>
	<p>Шестигранная головка (HEX)</p>
	<p>Шлиц Робертсона</p>
	<p>Квадратная головка</p>

Шурупы по дереву

Шурупы по дереву (рис. 4.39-1) служат для соединения деталей из дерева и деревянных материалов, а также для закрепления обшивки. Преимуществом такого соединения по сравнению с другими методами (склеивание, гвоздевое соединение) является *разъёмность*. Шурупы по дереву при ввинчивании самостоятельно *нарезают* (в прочных сортах дерева) или *формируют* (в мягких сортах) *резьбу* в материале. Деревянные материалы чувствительны к моменту затяжки. Слишком высокий момент приводит к срыву резьбы и разрушению соединения. Поэтому при механизированном завинчивании по возможности всегда следует использовать **ограничители глубины**.



1 – шурупы по дереву; 2 – шуруп для древесностружечных плит; 3, 4 – быстрозавинчивающийся шурупы; 5 – самосверлящий винт с крылышками; 6 – самонарезающие винты (саморезы) для листового металла; 7 – самонарезающие самосверлящие винты; 8 – резьбонарезающий винт; 9 – инструментальные винты

Рисунок 4.39 – Винты

Шурупы по дереву имеют резьбовой конический конец; около головки резьба на стержне отсутствует. Диаметр предварительно просверленного отверстия должен быть равен диаметру стержня шурупа. При использовании *твёрдого дерева* сверлится отверстие с диаметром, равным внутреннему диаметру резьбы, приблизительно на $\frac{2}{3}$ длины. В качестве материалов для шурупов по дереву применяются сталь и цветные металлы с покрытием или

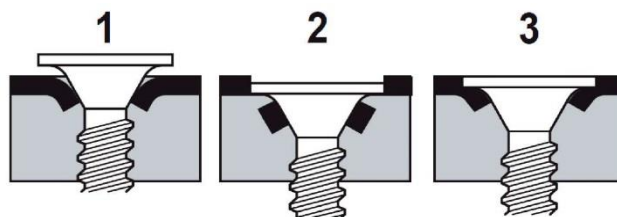
без покрытия. Шурупы из цветных металлов используются преимущественно для декоративных целей.

Шурупы для древесностружечных плит

Шурупы для стружечных плит (рис. 4.39-2), называемые также шурупами *Sрах*, как правило, изготавливаются из закаленной стали с покрытием и имеют заостренный цилиндрический стержень с одно- или двухзаходной резьбой по всей длине или ее части. У двухзаходной резьбы один заход чаще всего отведен назад; такие шурупы называются также *HiLo*. Цилиндрическая форма позволяет свести к минимуму расклинивание и уменьшить риск растрескивания в месте соединения. В соответствии со своим названием шурупы для стружечных плит используются для скрепления деревянных материалов. Они применимы также для мягких пластмасс (в этом случае они часто имеют другой профиль резьбы и специальные обозначения).

Быстрозавинчивающиеся шурупы

Быстрозавинчивающиеся шурупы (рис. 4.39-3, 4) применяются для закрепления гипсокартонных плит (рис. 4.40) на несущих конструкциях из дерева или металла. Они изготавливаются из закаленной стали, имеют очень острый и закаленный наконечник (шурупы для стали имеют на конце режущие кромки); их резьба по форме похожа на резьбу шурупов для стружечных плит. Резьба может доходить до самого наконечника.



- 1 – головка шурупа расположена слишком высоко \Rightarrow соединение не держится;
2 – головка шурупа вошла слишком глубоко \Rightarrow картон разорван, соединение не держится;
3 – правильная глубина ввинчивания шурупа \Rightarrow картон поглощает силу шурупа, винтовое соединение держится

Рисунок 4.40 – Шурупы для крепления гипсокартонных плит. Закрепление гипсокартонной плиты многослойного типа

Отличительная черта таких шурупов – форма головки. По своему типу это *потайная головка*, однако, она имеет форму воронки (*раструба*). Такая форма головки позволяет предотвратить разрыв слоя картона на поверхности гипсокартонной плиты, а при обеспечении соответствующей глубины ввинчивания шурупа слой картона будет затянут под головку шурупа (примерно на 1 мм ниже поверхности гипсокартона), формируя своего рода шайбу, защищая мягкую штукатурку. Это позволяет прошпаклевать место

соединения. При более глубоком проникновении шурупа возникает **опасность прорыва** картона. В случае прорыва шуруп не будет иметь опоры в мягком гипсе и рано или поздно вывалится. Это является решающим фактором, чтобы точно выдерживать глубину ввинчивания шурупа.

Самонарезающие винты (саморезы) для листовых материалов

Самонарезающие винты (саморезы) (рис. 4.39-6) 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 шурупы, изготавливаемые из закалённой стали, самостоятельно нарезают резьбу в готовом отверстии.

Самонарезающие винты (саморезы) для пластмассы

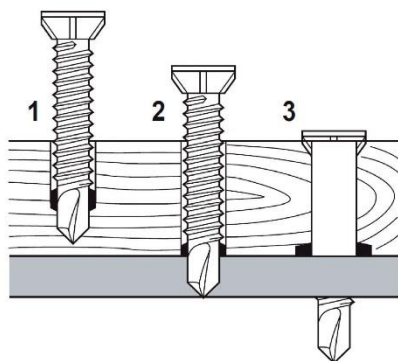
Для скрепления пластмассовых деталей применяются специальные винты, по профилю резьбы сходные с шурупами для стружечных плит и винтами для листовых материалов. Такие винты, изготавливаемые из закаленной стали, самостоятельно нарезают (формируют) резьбу в предварительно просверленных или проколотых отверстиях. Создаваемое ими удерживающее усилие зависит от вида пластмассы и длины резьбы и в некоторых случаях достигает очень высоких значений даже при небольшом диаметре винта. Благодаря этому такие винты можно использовать в качестве альтернативы для резьбовых вкладок, почти незаменимых при скреплении пластмассовых деталей.

Прочие виды винтов

В монтаже очень часто используются другие виды винтов. Зачастую они являются нестандартными и при обращении с такими винтами следует соблюдать инструкции по их применению.

Один из популярных видов — **самосверлящий винт с крылышками** (лопастями) (Wingteks). Он применяется для соединения **металлических деталей с деревянными** (рис. 4.39-5; рис. 4.41). На конце у него располагаются **режущие кромки сверла**, а над ними — так называемые **крылышки**.

При сверлении дерева крылышки увеличивают диаметр отверстия, не позволяя резьбе забиваться деревянной стружкой. При входе **в металл** крылышки **обламываются**, обеспечивая беспрепятственное проникновение винта в материал и нарезание резьбы. Проштампованные в нижней части головки выступы отфрезеровывают в дереве выемку по форме головки, т.е. выполняют функцию зенкования. Такой метод позволяет совместить **три разные операции: сверление, зенкование и нарезание резьбы**, которые обычно выполняют различными инструментами.



1 – крылышки (лопасти) увеличивают диаметр отверстия в древесине; 2 – крылышки достигают металла и обламываются; 3 – винт нарезает резьбу в металле, фрезеровочные выступы выполняют функцию зенкования

Рисунок 4.41 – Самосверлящий винт с крылышками

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 с помощью вращательного движения передается на предмет, например, винт. Единица измерения крутящего момента – Н·м (Ньютон-метр). Она состоит из компонентов F (сила) и I (плечо рычага) (рис. 4.42). 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).

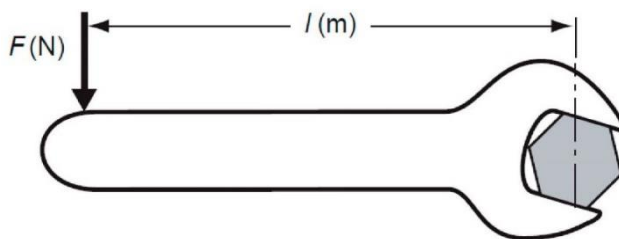
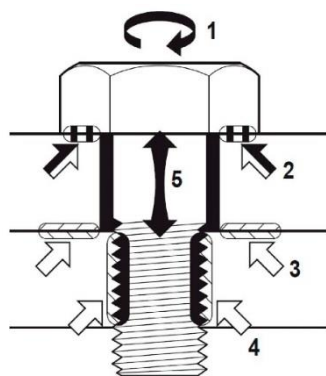


Рисунок 4.42 – Крутящий момент (на примере винта)

Крутящий момент прикладывается к винтовому соединению путём использования шуруповёрта. Он должен преодолеть результирующие трение силы и обеспечивать мощность, необходимую для упругой деформации винта и /или окружающего материала (рис. 4.43).

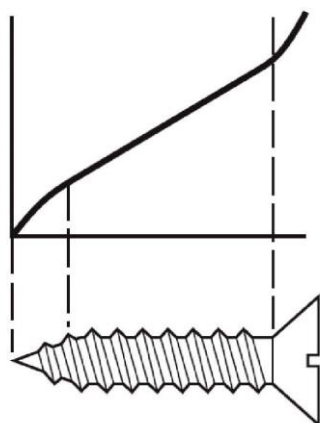


1 – крутящий момент; 2 – трение под головкой болта; 3 – установившийся режим; 4 – трение в резьбе; 5 – сила предварительной затяжки

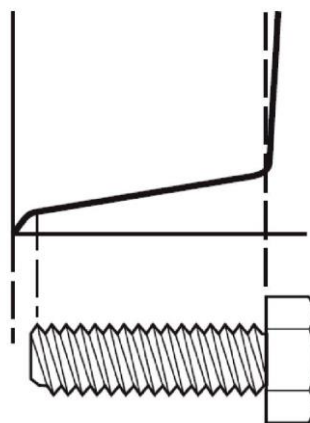
Рисунок 4.43 – Силы в винтовом соединении

В зависимости от применяемых материалов винтовые соединения делятся на два основных типа: **жесткий и мягкий**.

Характер изменения крутящего момента в случае использования *мягких и жестких режимов* завинчивания показан на рисунке 4.44.



а)

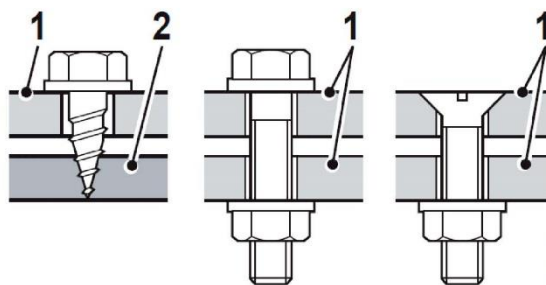


б)

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

Рисунок 4.44 – Характер изменения крутящего момента в случае использования мягких и жестких режимов завинчивания

Винтовые соединения, при которых непосредственно под головкой винта находится **жесткий материал** (обычно, металл) называются **жесткими** (рис. 4.45).

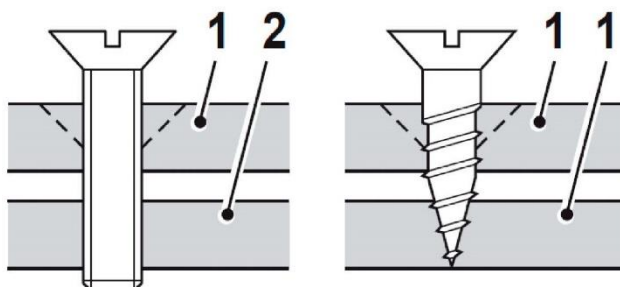


1 – жесткий материал; 2 – мягкий материал

Рисунок 4.45 – Режим жесткого завинчивания

Соединяемая деталь под головкой винта (шурупа) не сминается, в том числе, если к шурупу продолжить прикладывать крутящий момент. Если прикладываемый момент достаточно высок, то попытка продолжить завинчивание после касания головки приводит к срыву резьбы или головки винта.

Вывод: *при работе с жесткой основой необходимо ограничивать момент затяжки.*



1 – мягкий материал; 2 – жесткий материал

Рисунок 4.46 – Режим мягкого завинчивания

Винтовые соединения, при которых непосредственно под головкой винта находится эластичный (гибкий) материал (обычно древесина), или при которых винт вкручивается в эластичный материал, называются **мягкими** (рис. 4.46). При вращении шурупа (винта) после касания головки соединяемая деталь, располагающаяся непосредственно под головкой шурупа, сминается и шуруп проникает дальше.

Вывод: *при работе с мягкой основой необходимо ограничивать глубину завинчивания.*

4.4.2 Аккумуляторные инструменты для монтажа резьбовых соединений

Специальный инструмент для монтажа или демонтажа резьбовых соединений называется **шуруповёртом**. Разнообразие резьбовых соединений обуславливает широкий выбор шуруповёртов с различными функциональными характеристиками в зависимости от конкретной области применения.

С помощью шуруповёртов выполняются любые работы, связанные с закручиванием шурупов, болтов, саморезов, позволяя выполнить эти процедуры достаточно оперативно, экономя при этом время.

Шуруповёрты разработаны специально для комфортного закручивания и откручивания шурупов и болтов **небольшого диаметра**, сверления отверстий **небольших диаметров** (преимущественно в мягких материалах).

По принципу действия различают:

- **шуруповёрты с ограничением крутящего момента** (динамометрические шуруповёрты);
- **шуруповёрты с ограничением глубины закручивания;**
- **ударные дрели-шуруповёрты (аккумуляторные).**

В динамометрических шуруповёртах (рис 4.47) возможна регулировка крутящего момента. Регулировка крутящего момента позволяет выполнять более мягкое (5 Н·м), или, наоборот, более жесткое (60 Н·м) закручивание шурупов.

Аккумуляторные дрели-шуруповёрты является наиболее популярным типом в силу своей универсальности. Такие инструменты позволяют одинаково легко сверлить отверстия или закручивать шурупы/винты в материал.



Рисунок 4.47 – Аккумуляторная дрель-шуруповёрт с ограничением крутящего момента

Для того, чтобы удобно и оперативно изменять направление вращения (левое/правое) рабочего органа инструмента, в конструкции шуруповёрта предусмотрен специальный переключатель, позволяющий легко и просто выполнять эту операцию. С целью удобства транспортировки большинство моделей оснащаются специальным ремненным креплением. Кроме того, они оснащены специальной фиксирующей кнопкой, с помощью которой осуществляется включение непрерывного режима работы, а выключатель имеет функцию акселератора.

Шуруповёрты с ограничением крутящего момента

Для монтажа резьбовых соединений с ограничением крутящего момента используются шуруповёрты с ограничением крутящего момента. Типичным признаком таких устройств является возможность предварительной настройки крутящего момента. При завинчивании шурупа (или гайки) *используется незначительный крутящий момент, но после касания головки шурупа или гайки монтажной поверхности вращательное усилие резко возрастает*. После достижения предварительно заданного значения крутящего момента специальная муфта прерывает силовой поток от двигателя к шпинделю или сокращает до минимального показателя. Пользователь задает крутящий момент в зависимости от типа монтажных работ.

Самыми распространенными видами сцепления для шуруповёртов с ограничением крутящего момента являются:

- кулачковые муфты;
- ударно-вращательные муфты.

В шуруповёртах между шпинделями и рабочим инструментом помещается специальная муфта, обычно **кулачковая**. В момент окончательной затяжки резьбового соединения, когда крутящий момент на шпинделе достигает наибольшей допустимой величины, муфта расцепляет шпиндель и рабочий инструмент. Мощность некоторых шуруповёртов увеличивается механизмом ударно-импульсного действия без значительного увеличения их массы. Этот механизм создает дополнительный крутящий момент на инструменте, обеспечивая надежную затяжку резьбовой детали.

В отдельных случаях используется электронная система для ограничения крутящего усилия.

Кулачковая муфта является самым распространенным видом механизма сцепления для шуруповёртов с ограничением крутящего усилия. При этом важно ограничить усилие кулачкового механизма, так как в ходе работ оно передается через корпус устройства к пользователю. Слишком высокая отдача отрицательно сказывается на эффективности монтажных работ. По этой причине максимальный крутящий момент в шуруповёртах данного типа с кулачковой муфтой ограничен до 30 Н·м. Значение крутящего момента можно настроить на шейке шпинделя с помощью регулирующего болта.

Используя шуруповёрт с ограничением крутящего момента, можно монтировать шурупы различных видов и диаметра без повреждения защит-

ного покрытия. Типичной характеристикой профессиональных шуруповёртов с ограничением крутящего момента является возможность продольной настройки шпинделя с помощью пусковой муфты. Благодаря данной функции шпиндель остается неподвижным при включении инструмента и активируется только под давлением прижима независимо от настройки крутящего момента.

Кулачковая муфта (рис. 4.48) состоит из двух расположенных друг напротив друга дисков сцепления с небольшими углублениями в форме карманов. В этих углублениях расположены ведущие шарики или ролики, с помощью которых силовой поток проходит между дисками сцепления.

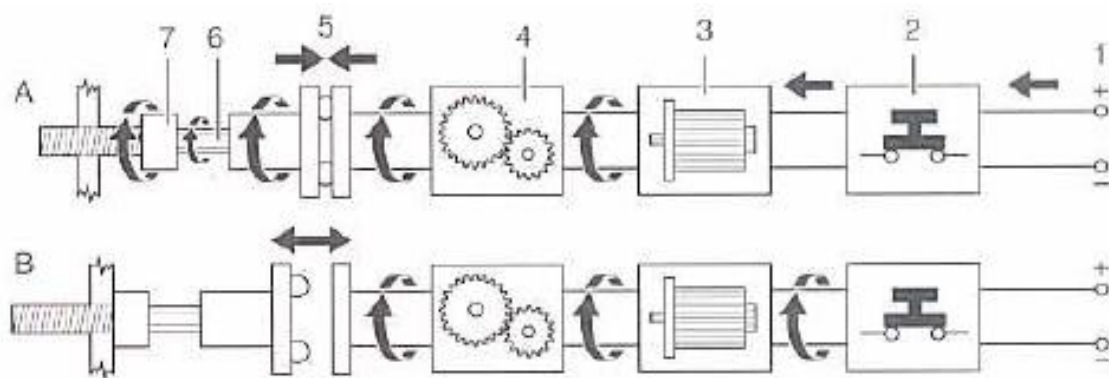


1 – ведущий вал; 2 – нажимная пружина; 3 – ролики (расположены в углублениях); 4 – выходной вал; а – роликовая муфта соединена (зацеплена); б – отсоединена (расцеплена)

Рисунок 4.48 – Кулачковая роликовая муфта

Под давлением прижимной пружины диски прижимаются друг к другу. Предварительное напряжение пружины настраивается вручную на шейке шпинделя и определяет необходимый для сцепления *крутящий момент*. По достижении заданного крутящего момента диски сцепления разъединяются, силовой поток прерывается. После этого благодаря особой форме углублений диски прокручиваются до совпадения следующего кармана. Диски снова сцепляются и передают усилие на рабочий механизм. После достижения заданного крутящего момента операция сцепления повторяется до отключения шуруповёрта или отделения шурупа от насадки (рис. 4.49).

Когда шуруповёрт включен и рабочий шпиндель прижат к монтажной поверхности, механизм сцепления обеспечивает надежную передачу пиковых показателей заданного крутящего момента, что приводит к более эффективному монтажу шурупа. При этом раздается типичный для работы шуруповёрта щелчок. Шуруповёрты с кулачковыми муфтами являются более дешевыми и достаточно эффективными инструментами с низкой степенью износа при условии высокого качества сборки.



*А – процесс завинчивания: силовой поток по замкнутому контуру до шурупа;
В – шуруп установлен: специальная муфта прерывает силовой поток, двигатель продолжает работать; 1 – источник напряжения; 2 – электрический выключатель;
3 – приводной двигатель; 4 – коробка передач; 5 – кулачковая муфта; 6 – рабочая насадка; 7 – шуруп*

*Рисунок 4.49 – Шуруповёрт с ограничением крутящего момента.
Силовой поток в процессе сверления*

Шуруповёрты с ограничением крутящего момента могут работать на низких оборотах шпинделя – $300-500 \text{ мин}^{-1}$ (1-я передача) или на высоких оборотах шпинделя – $1200-1700 \text{ мин}^{-1}$ (2-я передача).

Низкие обороты шпинделя используются для установки шурупов в готовой резьбе или для затягивания гаек. Благодаря незначительной глубине монтажа рабочий процесс отличается высокой эффективностью.

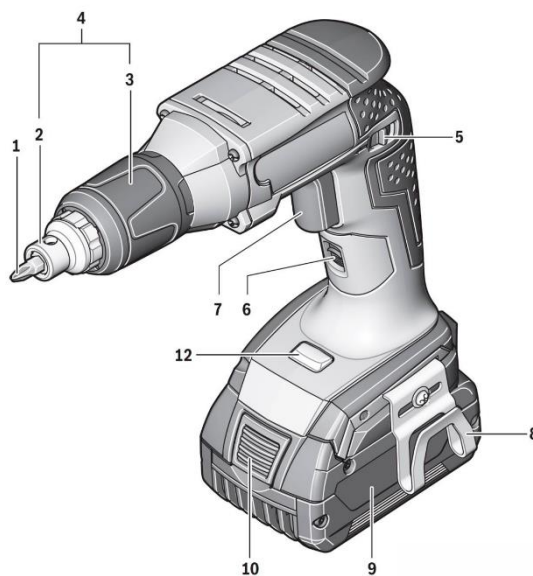
Высокие обороты шпинделя преимущественно используются для монтажа шурупов со сверлильным наконечником. Такое число оборотов обеспечивает высокую эффективность сверления.

Принадлежности для шуруповёртов с ограничением крутящего момента

Шуруповёрты с ограничением крутящего момента выпускаются с широким ассортиментом рабочих насадок и монтажных адаптеров. Монтажный адаптер является соединительным звеном между шпинделем и рабочей насадкой шуруповёрта. В зависимости от типа рабочей насадки для крепления используется стопорное кольцо или шариковый фиксатор. Для работы в ограниченном рабочем пространстве используются адаптеры с постоянным магнитом для надежного закрепления стальных шурупов в наконечнике. **Основной недостаток магнитных адаптеров** заключается в том, что из-за магнитного притяжения на адаптере оседают металлические стружки, что может привести к выскальзыванию шурупа из наконечника. Также острые стружки способны повредить антикоррозионное покрытие шурупов.

Шуруповёрты с ограничением глубины завинчивания

Для монтажа резьбовых соединений с ограничением по глубине используются шуруповёрты с ограничением глубины завинчивания. Схема устройства аккумуляторного шуруповёрта с ограничением глубины завинчивания *GSR 18V-EC TE Professional* приведена на рисунке 4.50. Типичная особенность таких шуруповёртов состоит в том, что сверлильный шпиндель **не вращается** на холостом ходу, а приводится в движение после прижима инструмента к монтажной поверхности.



1 – бит-насадка; 2 – упорная гильза; 3 – гильза настройки ограничителя глубины завинчивания; 4 – ограничитель глубины завинчивания; 5 – переключатель направления вращения; 6 – кнопка фиксирования выключателя; 7 – выключатель; 8 – пружинный зажим для пояса; 9 – аккумулятор; 10 – кнопка разблокировки аккумулятора; 12 – светодиод для освещения места сверления

Рисунок 4.50 – Аккумуляторный шуруповёрт с ограничением глубины завинчивания (*GSR 18V-EC TE Professional*)

Шуруповёрты с ограничением глубины завинчивания – это шуруповёрты, способные *точно завинчивать винты до тех пор, пока не будет достигнута предварительно заданная глубина* по отношению к поверхности обрабатываемой детали. Шуруповёрты с ограничением глубины завинчивания работают без ограничения по крутящему моменту и всегда с полной мощностью до тех пор, пока ограничитель глубины не соприкоснется с поверхностью обрабатываемой детали. Привод биты (держатель биты и шпиндель шуруповёрта) *проходит за винтом в осевом направлении на несколько миллиметров дальше; затем работа ведущего механизма прерывается путём выключения муфты сцепления, и процесс завинчивания завершается*. Если ограничитель глубины был установлен правильно, то винт будет идеально смонтирован заподлицо с поверхностью обрабатываемой детали.

Принцип работы шуруповёрта с ограничением глубины завинчивания.

В аккумуляторном шуруповёрте для ограничения глубины завинчивания используется *упреждающая регулировка*. Такое устройство прерывает передачу поступательного усилия при достижении заданной глубины сверления. Шпиндель шуруповёрта, закрепленный на пружинной рессоре, продолжает вращаться, благодаря чему шуруп продвигается в материал *на длину упреждающей настройки*. После прохождения глубины упреждающей настройки механизм сцепления отключает шпиндель от привода, привод продолжает вращение на холостом ходу, а шпиндель останавливается. При *точной настройке глубинного упора* каждый последующий шуруп устанавливается на *идентичной глубине* независимо от неоднородностей в рабочем материале. Такая особенность имеет большое значение при *монтаже шурупов в деревянных материалах* или при работе с *гипсокартонными плитами*. Если в данном случае использовать инструмент с ограничением крутящего момента, глубина монтажа будет завышенной или заниженной в зависимости от свойств монтажной поверхности (мягкая или твердая древесина).

Схематическое изображение работы шуруповёрта с ограничением глубины завинчивания приведено на рисунке 4.51.



1 – ведущая часть муфты; 2 – ведомая часть муфты; 3 – ограничитель глубины; 4 – бита для шуруповёрта; 5 – винт с потайной головкой; 6 – обрабатываемая деталь; А – муфта находится в зацеплении \Rightarrow процесс завинчивания; В – муфта выведена из зацепления \Rightarrow процесс завинчивания закончен

Рисунок 4.51 – Схематическое изображение работы шуруповёрта с ограничением глубины завинчивания

Для сцепления используются *два типа муфт*:

- кулачковые;
- разъемные.

Кулачковое сцепление: в кулачковом сцеплении кулачки муфт *оттягиваются назад* под давлением со стороны рабочего шпинделя *при прижиге инструмента* к монтажной поверхности. Кулачки соскальзывают относительно друг друга до полной фиксации. После сцепления кулачков на рабо-

чую насадку передается *вибрация без вращающего момента*. При сцеплении кулачков *раздается типичный щелчок*, сигнализирующий о завершении процесса завинчивания. Кулачковый механизм используется для инструментов в нижнем ценовом сегменте. Его *недостатки* заключаются в *повышенном шумообразовании*, а также *быстром износе кулачков и рабочей насадки*.

Разъёмное сцепление. Разъёмное сцепление *состоит из двух расположенных друг за другом кулачковых муфт, которые сцепляются при прижатии рабочего шпинделя с предварительным напряжением*.

При разъединении *диски муфт разжимаются, что исключает возможность сцепления кулачков*. После завершения рабочего процесса *раздается щелчок*, а инструмент продолжает работать на холостом ходу. Разъёмное сцепление стоит дороже, основными **преимуществами** такого механизма являются *бесшумная работа* («тихое сцепление») и полное *отсутствие износа*.

Число оборотов шпинделя ниже 1000 мин⁻¹ используются для *монтажа шурупов с уплотнением*. Как правило, речь идет о *шурупах со сверлильным наконечником для монтажа в металлическом профиле* (так называемых фасадных шурупах). Благодаря незначительной глубине монтажа не занимает много времени, однако для формирования резьбы необходим относительно высокий крутящий момент. Благодаря механизму снижения числа оборотов высокий крутящий момент достигается с использованием небольших компактных инструментов.

Число оборотов шпинделя 4200 мин⁻¹ используются для *монтажа самонарезных шурупов* при отделочных работах, включая монтаж шурупов по гипсокартону и шурупов *Spx*. Высокое число оборотов значительно ускоряет рабочий процесс. В ходе работ используется относительно маленький крутящий момент (5 Н·м), так как большинство соединений устанавливается в деревянных конструкциях с использованием шурупов небольшого диаметра.

Распределение передаточных чисел в аккумуляторных шуруповёртах обеспечивает низкую частоту вращения, однако при этом такие инструменты обладают высоким крутящим моментом. Для ограничения крутящего момента служит муфта со ступенчатой регулировкой, которая при регулировке фиксируется на нужном показателе крутящего момента.

Диапазон регулировки крутящего момента составляет 5-25 Н·м. Максимальный крутящий момент двигателя в 2-3 раза выше самой высокой ступени крутящего момента, которая фиксируется муфтой. Благодаря этому отдаваемый крутящий момент остается постоянным даже в том случае, если снижается собственный, фактический крутящий момент двигателя по причине снижения напряжения аккумулятора в результате постепенной разрядки. Таким образом, избыточный крутящий момент двигателя используется как запас мощности.

Аккумуляторный шуруповёрт GSR Mx2Drive Professional

Для любых работ по заворачиванию мелких шурупов (диаметром до 5 мм) применяется оптимальный электроинструмент – *аккумуляторный шуруповёрт GSR Mx2Drive Professional*. Это особая модель аккумуляторного шуруповёрта *компактной серии, с пистолетной рукояткой*. Необходимо отметить сверхкомпактность данного инструмента: очень короткая длина корпуса, высота и малый вес – легко помещается в любом кармане. Несмотря на очень компактный размер, выгодно отличается высокой производительностью благодаря двум сменным литий-ионным аккумуляторам класса Premium. Шуруповёрт GSR Mx2Drive Professional идеально подходит для выполнения небольших по объёму работ: сборки мебели и кухонь, электромонтажных работ.

Литий-ионная технология позволила увеличить срок службы и исключительно долгую работу на одной зарядке аккумулятора.

Система защиты Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда. Инновационный двухскоростной редуктор позволяет переключать передачи при работающем инструменте и достигать крутящего момента до 10 Н·м.

Аккумуляторный шуруповёрт GSR Mx2Drive Professional обладает дополнительными преимуществами:

- *высокая скорость и точность благодаря оптимальному передаточному числу редуктора: быстрое заворачивание на 2-й скорости (0-580 об/мин), равномерное и точное заворачивание заподлицо на 1-й скорости (150 об/мин);*
- *универсальный держатель бит 1/4" фиксирует любые стандартные свёрла и насадки для шурупов;*
- *многофункциональное зарядное устройство: подходит для зарядки в течение одного часа аккумуляторов как на 3,6 В, так и на 10,8 В;*
- *функция тормоза двигателя для точной работы при серийном заворачивании шурупов;*
- *встроенная светодиодная подсветка для освещения рабочей зоны в тёмных местах;*
- *отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения элементов.*

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторного шуруповёрта GSR Mx2Drive Professional приведены на рисунке 4.52.

Инновационный 2-х скоростной редуктор GSR Mx2Drive Professional



Короткий корпус: отлично подходит для работ в узких или труднодоступных местах

Битодержатель ¼" hex: удобно и легко зажимает все типы бит

Мягкие накладки: защищают поверхность

LED подсветка: эффективно подсвечивает рабочую зону

Выключатель с функцией акселератора: отличная регулировка скорости

Переключение скоростей: во время работы



2-скоростной редуктор: максимальный крутящий момент и скорость

Тормоз выбега: для точного серийного заворачивания

Мягкая накладка: для удобства в работе

Электронная защита ячеек аккумулятора (ЕСР): дольше срок службы

Ремешок: для удобства переноски

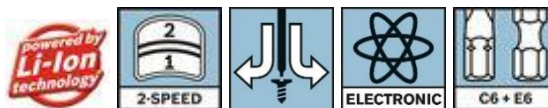


Рисунок 4.52 – Аккумуляторный шуруповёрт GSR Mx2Drive Professional

Технические характеристики шуруповёрта GSR Mx2Drive Professional

Напряжение аккумулятора, В	3,6
Ёмкость аккумулятора, А·ч	1,3
Максимальный крутящий момент (жесткое/мягкое заворачивание), Н·м	10 / 5
Число оборотов холостого хода (1-я / 2-я скорость), мин ⁻¹	150 / 0 – 580
Максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	5,0
Максимальный диаметр шурупа, мм	5,0

Патрон – внутренний шестигранник, дюймы	1/4
Длина, мм	158,0
Высота, мм	127,0
Вес с аккумулятором, кг	0,5
Приблизительное время зарядки, мин	65

Особая модель аккумуляторного шуруповёрта – ***GSR 18 V-EC TE Professional*** с ограничителем глубины, с пистолетной рукояткой и литий-ионными элементами питания. Благодаря наличию ограничителя глубины при достижении определенной глубины закручивания (например, шурупов с потайной головкой в древесину) процесс закручивания прерывается разъединительной муфтой.

Аккумуляторный шуруповёрт ***GSR 18 V-EC TE Professional*** с ограничителем глубины широко используется при монтаже гипсокартонных конструкций. Внешний вид и конструктивные особенности шуруповёрта GSR 18 V-EC TE Professional приведены на рисунках 4.50 и 4.53.



Рисунок 4.53 – Аккумуляторный шуруповёрт ***GSR 18 V-EC TE Professional*** с ограничителем глубины

Преимущества аккумуляторного шуруповёрта GSR 18 V-EC TE Professional:

- оптимальное сочетание мощности и веса;
- высокая продолжительность непрерывной работы (до 3400 шурупов за одну зарядку аккумулятора 4,0 А·ч);

- компактная конструкция и малый вес для неустойчивой работы – 1,6 кг;
- технология *Bosch EC Motor* для длительного срока службы;
- короткая длина головки для точных работ;
- ручка фиксатора для непрерывной и утомительной работы;
- встроенный светодиодный свет для освещения рабочей зоны даже в тёмных местах;
- зажим для удобного промежуточного складирования;
- инновационные аккумуляторы *CoolPack* с увеличенным на 100 % сроком службы;
- система *Bosch Electronic Cell Protection (ECP)* защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- регулируемый ограничитель глубины для точного серийного заворачивания шурупов;
- совместимость с магазинной насадкой *MA 55 Professional* для точного серийного заворачивания шурупов с максимальной скоростью.

Технические данные аккумуляторного шуруповёрта **GSR 18 V-EC TE Professional**

Номинальное напряжение, В	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0
Тип аккумулятора	Li-Ion
Число оборотов холостого хода, мин ⁻¹	0-4200
Максимальный крутящий момент (жёсткое/мягкое заворачивание), Н·м	25 / 5
Патрон – внутренний шестигранник, дюймы	1/4
Максимальный диаметр шурупов, мм	4,2
Длина, мм	251,0
Ширина, мм	78,0
Высота, мм	239,0
Вес с аккумулятором, кг	1,6

Для точного серийного заворачивания шурупов с максимальной скоростью применяется **насадка с магазином MA 55 Professional**.

Насадка с магазином для шуруповёрта (рис. 4.54) предназначена для рационального быстрого заворачивания самонарезных шурупов, шурупов для древесностружечных плит и шурупов по дереву.

Достоинства насадки MA 55 Professional для шуруповёрта:

- возможность непрерывной работы благодаря эргономичной конструкции и малому весу;
- долговечность благодаря открытой конструкции, что предотвращает скопление пыли в магазинной насадке;
- регулировка без инструмента и монтаж /демонтаж магазинной насадки;

- обеспечивает точное серийное заворачивание шурупов с максимальной скоростью;
- для использования с обычными лентами шурупов (длина шурупа 25–55 мм, максимальный диаметр хвостовика 5 мм, максимальный диаметр головки шурупа 9,5 мм);
- вес 0,4 кг.



Рисунок 4.54 – Насадка с магазином для шуруповёрта (MA 55 Professional)

Аккумуляторный угловой шуруповёрт GWI 10,8 V-LI Professional предназначен для универсального применения, прежде всего в узких и труднодоступных местах, благодаря пяти положениям регулируемой головки: 0°/22,5°/45°/67,5°/90°.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторного углового шуруповёрта GWI 10,8 V-LI Professional приведены на рисунке 4.55.

Преимущества аккумуляторного углового шуруповёрта GWI 10,8 V-LI Professional:

- самый компактный угловой шуруповёрт с литий-ионным аккумулятором;
- 7-ступенчатая электронная регулировка крутящего момента + 1 ступень сверления;
- уникальная литий-ионная технология класса Premium от Bosch для увеличения срока службы и исключительно долгой работы на одной зарядке аккумулятора;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- функция тормоза двигателя для точной работы при серийном заворачивании шурупов;
- отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения элементов;

- эффект зарядки Bosch Hyper Charge: быстрая зарядка позволяет подзаряжать аккумулятор на 75 % за половину цикла зарядки.



Технические характеристики аккумуляторного углового шуруповёрта GWI 10,8 V-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В	10,8
Ёмкость аккумулятора, А·ч	2,0
Максимальный крутящий момент (жесткое/мягкое заворачивание), Н·м	13 / 5
Число оборотов холостого хода, мин ⁻¹	0 – 585
Тип аккумулятора	Li-Ion
Число ступеней крутящего момента	7+1
Максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	10
Максимальный диаметр отверстия в стали, мм	8
Максимальный диаметр отверстия в алюминии, мм	8
Максимальный диаметр шурупов, мм	5
Позиции головки	0°; 22.5°; 45°; 67.5°; 90°
Держатель бит – шестигранник	1/4"
Блокировка шпинделя	есть
Тормоз двигателя	есть
Длина, мм	95,0
Высота, мм	295,0
Вес с аккумулятором, кг	1,1
Приблизительное время зарядки, мин	30

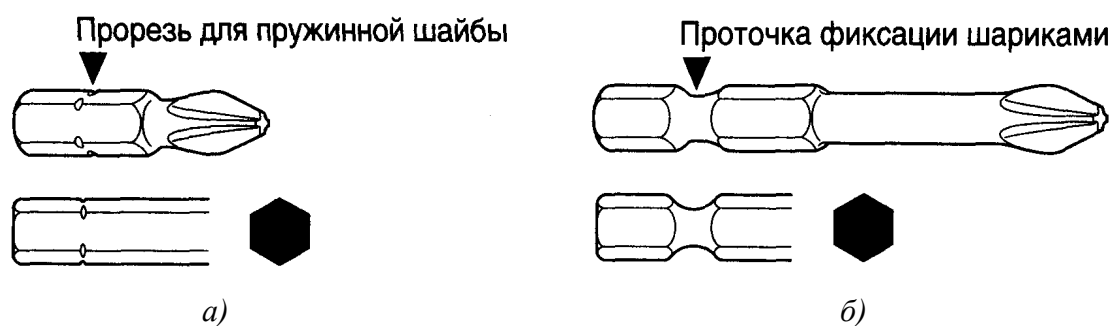
4.4.3 Принадлежности для аккумуляторных шуруповёртов

Биты. «Бита» – насадка со стандартным шестигранным хвостовиком с одной стороны и шлицем (плоским, крестообразным, в форме звезды и т.п.) с другой. Снятие и установка биты происходит очень легко и быстро – необходимо просто вставить биту до легкого щелчка. Для снятия биты нужно всего лишь вытянуть её.

Держатель (хвостовик) насадки-биты представляет собой крепежный конец для приводного шпинделя электроинструмента, служащий для непосредственной установки насадок-бит. Некоторые шуруповёрты имеют в дополнение к креплению сверлильного патрона еще и держатель размером $\frac{1}{4}$ дюйма для насадок-бит.

Широко распространены два вида держателей насадок-бит с шестигранником $\frac{1}{4}$ дюйма:

- фиксатор с пружинной шайбой для коротких насадок-бит (рис. 4.56а);
- шариковый фиксатор для длинных насадок-бит (рис. 4.56б).



а – фиксатор с пружинной шайбой; б – шариковый фиксатор

Рисунок 4.56 – Хвостовики бит-насадок для шуруповёртов

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.

Насадки Bosch выпускаются в двух вариантах исполнения:

1. *Max Grip* для сверхнадежного захвата.
2. *Extra-Hart* – сверхпрочные насадки универсального применения.

Насадки *Max Grip* (рис. 4.57) отличаются максимально долгим сроком службы, сверхнадёжной посадкой в головке шурупа за счёт высокого трения и нескользящей (микрошероховатой) поверхностью благодаря специальному титан-нитриднему покрытию. Изготовлены с применением специальных методов закалки.

Наружная поверхность Max Grip изготавливается специальным методом, с помощью которого достигается её особенная шероховатость. Шероховатая наружная поверхность биты сцепляется с защитным слоем шурупа и противодействует силам выкручивания.

Наружная поверхность покрыта нитридом титана и имеет очень высокую износостойкость. Это придает битам Max Grip особенно длительный срок службы.



Программа бит, держателей и двухсторонних насадок для аккумуляторных шуруповёртов приведена на рисунке 4.58.

Насадки для шурупов со шлицем Torx® и с внутренним шестигранником применяются для передачи крутящего момента без осевого давления.

Наряду с рабочими насадками используются следующие принадлежности для шуруповёртов:

- *монтажный адаптер;*
- *ограничитель глубины.*

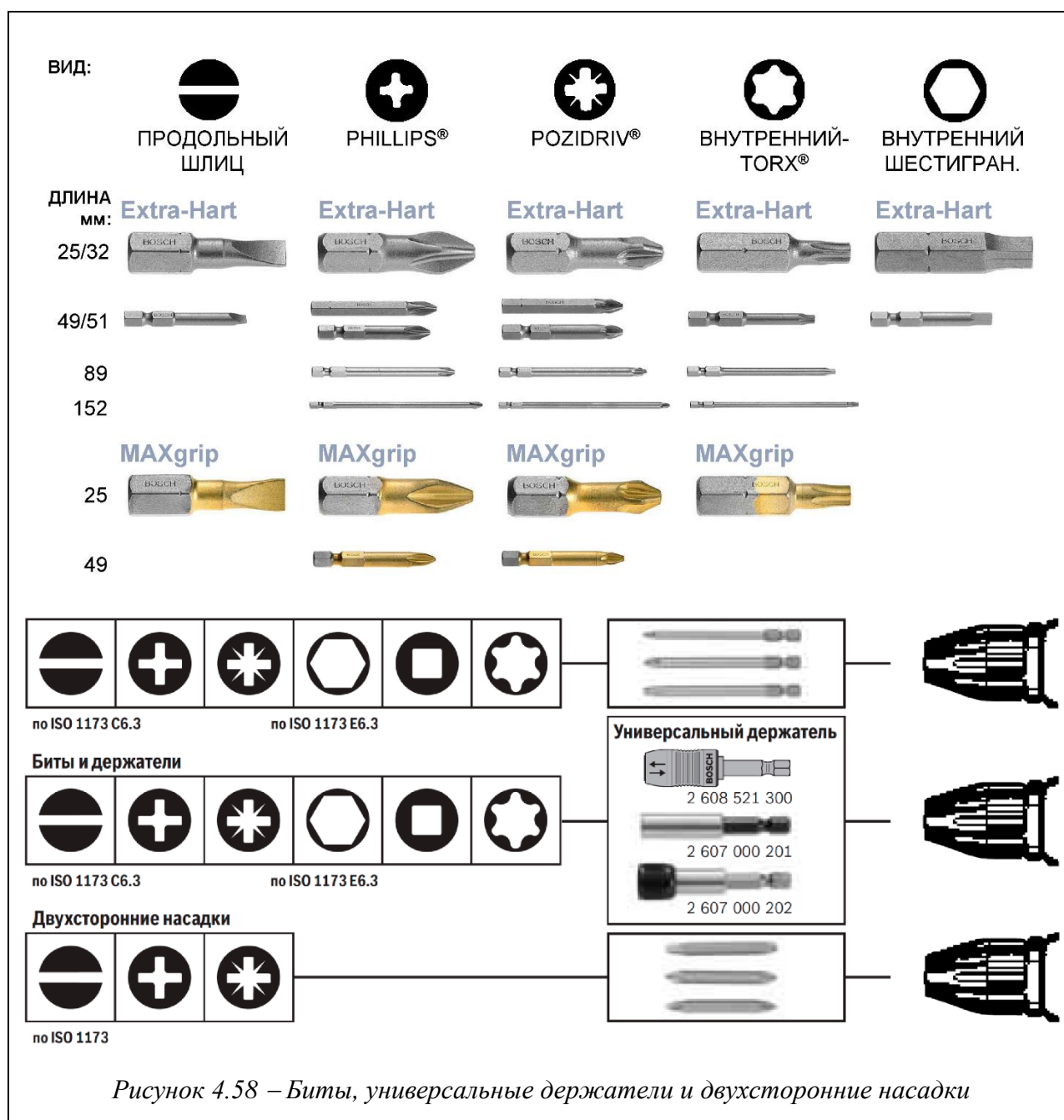


Рисунок 4.58 – Биты, универсальные держатели и двухсторонние насадки

Монтажный адаптер (рис. 4.59) является соединительным звеном между шпинделем и рабочей насадкой шуруповёрта. В зависимости от типа рабочей насадки для крепления используется **стопорное кольцо** или **шариковый фиксатор**. Для работы в ограниченном рабочем пространстве используются **адаптеры с постоянным магнитом** для надежного закрепления стальных шурупов в наконечнике. Основной недостаток магнитных адаптеров заключается в том, что из-за магнитного притяжения на адаптере оседают металлические стружки, что может привести к выскальзыванию шурупа из наконечника. Также острые стружки способны повредить антикоррозионное покрытие шурупов.



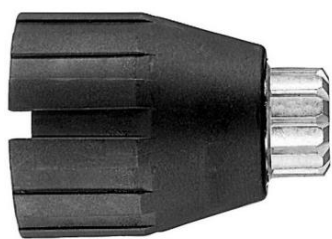
Рисунок 4.59 – Универсальный держатель (монтажный адаптер) с шестигранным хвостовиком 1/4" по ISO 1173 E6.3

Универсальный держатель (монтажный адаптер) с шестигранным хвостовиком для патрона 1/4" и SDS-plus по ISO 1173 E6.3 (рис. 4.60) применяется для различных патронов электроинструментов от Bosch и других производителей. Для повышения срока службы изготавливается из высококачественных материалов.



Рисунок 4.60 – Универсальный держатель с шестигранным хвостовиком 1/4" по ISO 1173 E6.3 (патрон Multifit)

Ограничитель глубины для дрелей-шуруповёртов Bosch (рис. 4.61) выполняется в виде металлического или пластмассового стержня, который крепится на корпусе дрели. Форма ограничителя глубины *зависит от формы используемых шурупов и монтажной позиции. Ограничитель глубины закрепляется на шейке шпинделя.* В зависимости от характеристик монтажной поверхности наконечник упора изготавливается из металла или пластика для более щадящего режима работ. При достижении определенной глубины ограничитель упирается в стену и не позволяет сверлу продвинуться дальше. Использование ограничителя глубины удобно, например, если нужно просверлить отверстие в тонкой стенке (например, при сборке мебели) и не сделать сквозную дыру, испортив обратную поверхность. *Ограничитель глубины подвержен постоянному механическому износу и должен регулярно заменяться.*



а)



б)

а – втулка ограничения глубины; б – ограничитель глубины

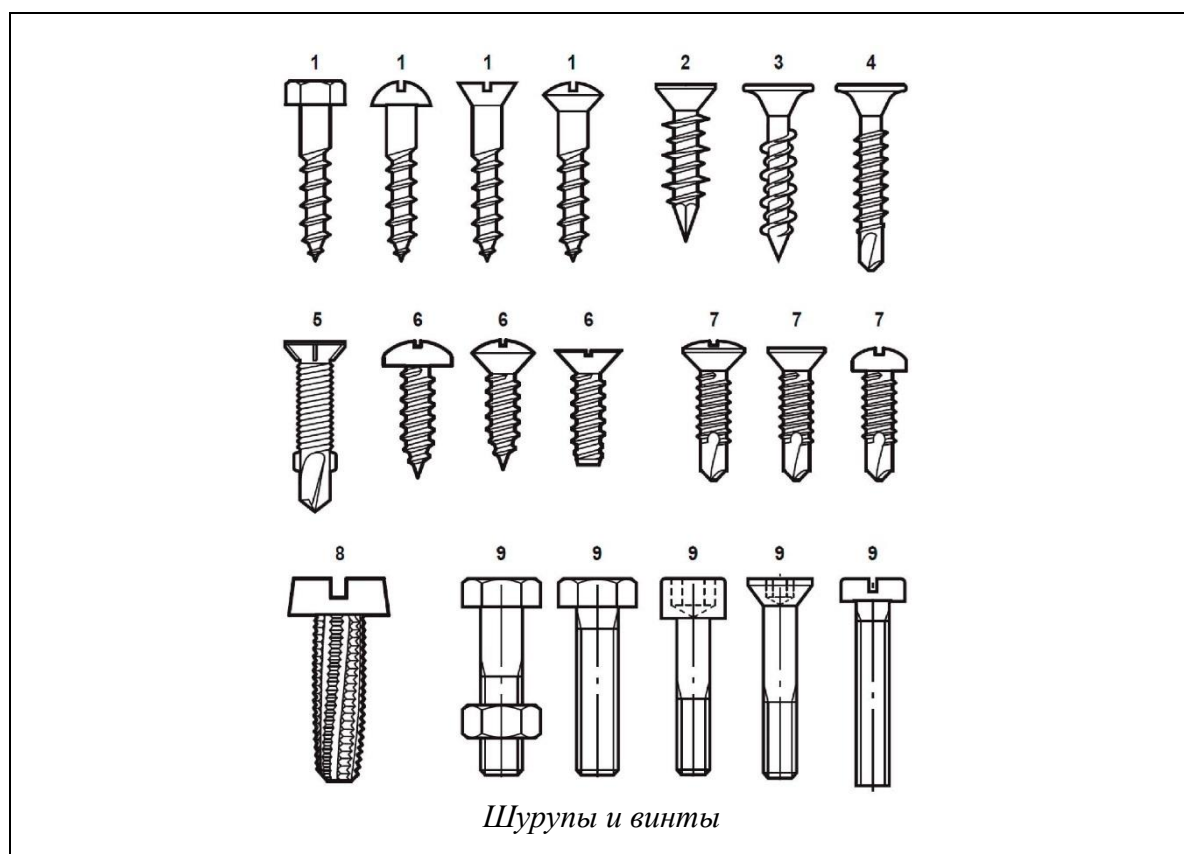
Рисунок 4.61 - Ограничитель глубины для дрелей-шуруповёртов Bosch

4.4.4 Закрепляющий материал 4

Задание 4.1

I. Работа с рисунком:

1. По рисунку «Шурупы и винты» определите и подпишите наименование и назначение шурупов и винтов.



1 –	
2 –	
3 –	
4 –	
5 –	
6 –	
7 –	
8 –	
9 –	

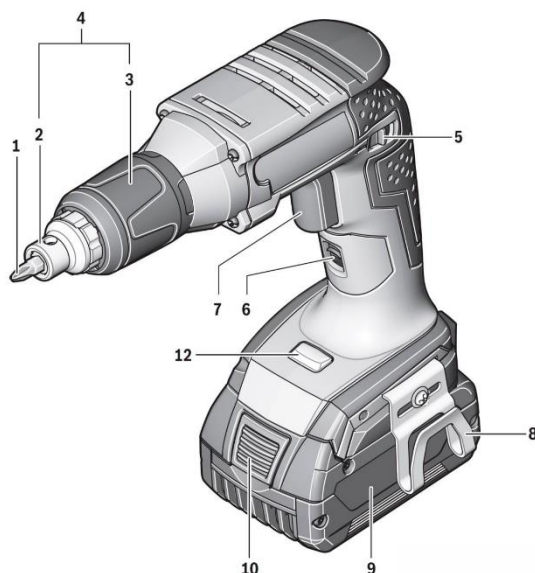
2. Определите и подпишите тип рукоятки шуруповёрта.



Шуруповёрт с рукояткой

Аккумуляторный шуруповёрт GSR 18 V-EC TE Professional

3. По рисунку определите и подпишите составные элементы аккумуляторного шуруповёрта с ограничителем глубины заворачивания GSR 18V-EC TE Professional*.



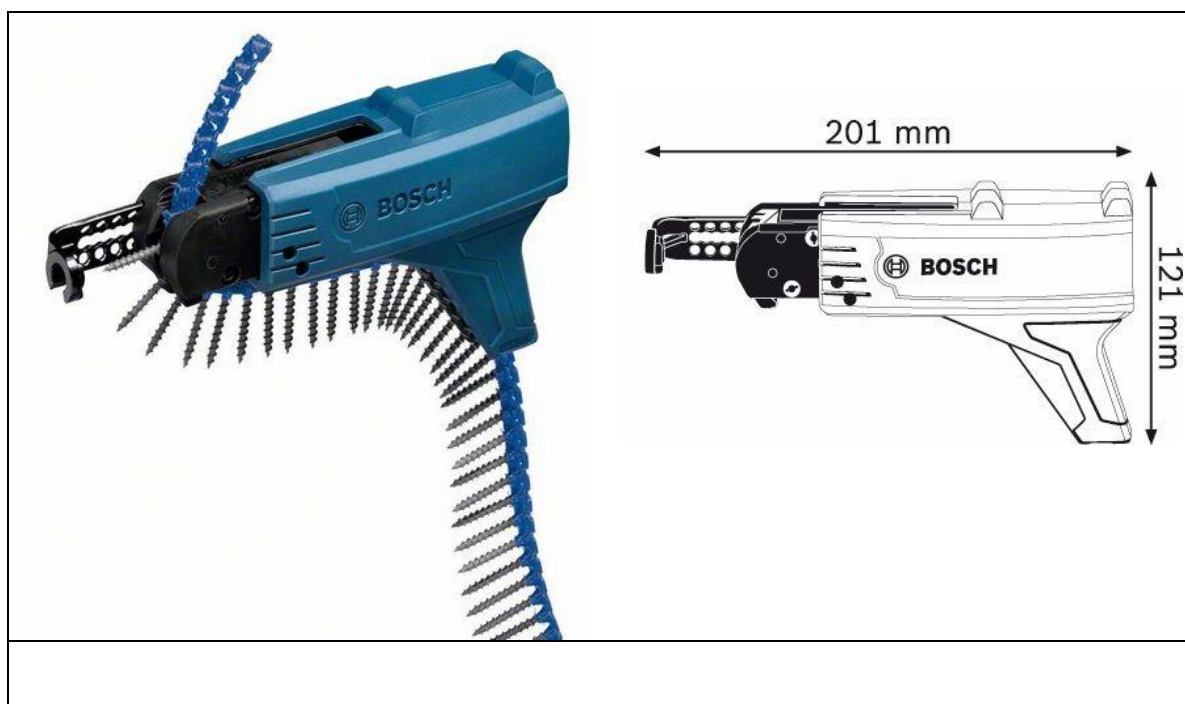
Аккумуляторный шуруповёрт GSR 18 V-EC TE Professional с ограничением глубины заворачивания

* Примечание: для выполнения задания рекомендуется использовать натуральный образец шуруповёрта.

1 –	
2 –	
3 –	
4 –	

5 –	
6 –	
7 –	
8 –	
9 –	
10–	
12–	

4. По рисунку определите наименование приспособления для шуруповёрта GSR 18 V-EC TE Professional и подпишите.



II. Продолжите предложение:

1. Специальный инструмент для монтажа или демонтажа резьбовых соединений называется _____.
2. Самосверлящий винт с крылышками (лопастями) (Wingteks) применяется для соединения _____.
3. Для монтажа резьбовых соединений с ограничением по глубине используются шуруповёрты с _____.
4. Инновационный двухскоростной редуктор обеспечивает в шуруповёрте GSR Mx2Drive Professional переключение передач при _____ двигателе и мощный _____ 10 Н·м.

III. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Шуруповёрты с ограничением крутящего момента подразделяются с _____ и _____ числом оборотов шпинделя.
2. Шуруповёрт с ограничением глубины заворачивания каждый последующий шуруп устанавливает на _____ глубине независимо от неоднородностей в рабочем материале.
3. Система защиты Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор шуруповёрта от _____, _____ и глубокого _____.
4. Для точного серийного заворачивания шурупов с максимальной скоростью в шуруповёрте GSR 18 V-EC TE Professional применяется насадка _____ Professional.
6. Универсальность аккумуляторного углового шуруповёрта GWI 10,8 V-LI Professional состоит в наличии _____, которая может фиксироваться в _____ положениях.

IV. Установите соответствие:

1. Приведите в соответствие назначение шуруповёрта с ограничением крутящего момента в зависимости от числа оборотов шпинделя

Число оборотов шпинделя, мин ⁻¹		Назначение	
1.	До 1000	А.	Монтаж шурупов со сверлильным нако- нечником, сверление
2.	Выше 1000	Б.	Установка шурупов в готовой резьбе или затягивание гаек
3.		В.	Сверление и затягивание гаек

Ответ:

1	→	
2	→	

V. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Шуруповёрты с ограничением глубины заворачивания выпускаются с числом оборотов рабочего шпинделя:

- а) низким;
- в) высоким.

б) средним;

Ответ:

2. Шуруповёрт GSR Mx2Drive Professional идеально подходит для выполнения:

- а) электромонтажных работ;
- в) сборки мебели и кухонь.

б) сборки металлоконструкций;

Ответ:

4.5.1 Общие сведения о крепёжных элементах

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. 4.62*).

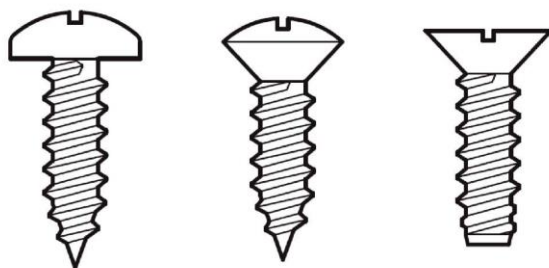


Рисунок 4.62 – Винты для листовых материалов

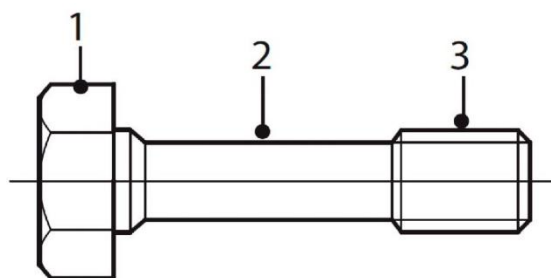
Распорные винты являются соединительными элементами с хвостовиком специальной формы (*рис. 4.63*). Они главным образом используются в машиностроении и транспортном машиностроении. Распорными винтами часто являются, например, шпильки головки цилиндра, болты соединительной тяги, винты тормозного цилиндра. 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**, по-

тому 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 4.63 – Распорный винт

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

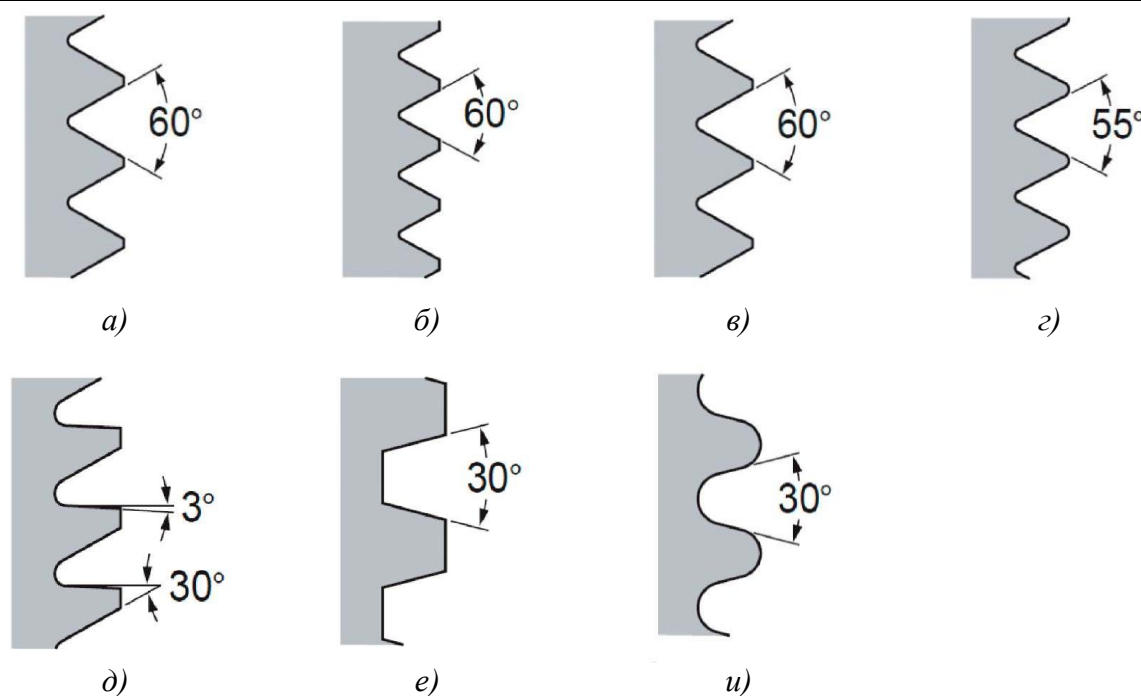
Треугольная резьба является основным видом крепежной резьбы. Угол профиля, имеющего треугольную форму, составляет 60° для *метрической резьбы* (рис. 4.64а) и 55° для *трубной резьбы Витворта* (рис. 4.64г). Треугольная резьба обозначается буквами **М** (метрическая) или **R** (трубная резьба Витворта).

Упорная резьба (рис. 4.64д) имеет трапециевидальную форму и различные углы профиля: 30° и 3° . Она способна выдерживать очень высокие нагрузки на плоскую сторону профиля, но при этом легко ослабляется. Упорная резьба обозначается буквой **S**.

Круглая резьба (рис. 4.64и) имеет угол профиля 30° 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.



а – метрическая стандартная резьба; б – метрическая мелкая резьба; в – дюймовая резьба США; г – резьба Витворта; д – упорная резьба; е – трапецидальная резьба; и – круглая резьба

Рисунок 4.64 – Профиль резьбы

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 дей-

ствием 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/мм². 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**, **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 (σ_b) в Н/мм²,
- *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/мм².

Класс прочности болтов, их механические свойства приведены в таблицах 4.10 и 4.11.

Таблица 4.10 – Класс прочности болтов

Класс прочности		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
Предел прочности при растяжении σ_B , Н/мм ²	Мин.	330	400	420	500	520	600	800
	Макс.	490	550	700	800	1000	1200	1400
Нижний предел текучести R_{el} , Н/мм ² (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 4.11 – Механические свойства болтов

№ пунк- та	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≤16 мм	d>16 мм				
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Временное сопротивление σ _в , Н/мм ²	Номин.	300	400		500		600		800	800	900	100 0	1200	
2		Мин.	330	400	420	500	520	600		800	830	900	104 0	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	
5	Твердость по Ро- квеллу, HR	мин.	HRB	52	67	71	79	82	89	-	-	-	-	-	
			HRC ₃	-	-	-	-	-	-	22	23	28	32	30	
		макс.	HRB	99,5							-	-	-	-	-
			HRC ₃	-							32	34	37	39	44
6	Твердость поверхности HV 0,3 _{макс}		-							*4					
7	Предел текучести σ _т , Н/мм ²	Номин.	180	240	320	300	400	360	48 0	-	-	-	-	-	
		Мин.	190	240	340	300	420	360	48 0	-	-	-	-	-	
8	Условный предел текучести σ _{0,2} , Н/мм ²	Номин.	-							640	640	720	900	1080	
		Мин.	-							640	660	720	940	1100	
9	Напряжение от пробной нагрузки σ _п	σ _п /σ _т или σ _{0,2}	0,94	0,94	0,91	0,9 3	0,90	0,92		0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
		Н/мм ²	180	225	310	280	380	440		580	600	650	830	970	
10	Относительное удлинение после разрыва δ 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/мм². 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 момента;*
- *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.**

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.

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:

Жёсткий режим завинчивания – 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.

Мягкий режим завинчивания – 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.

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 кру-

тящего 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. 4.65).

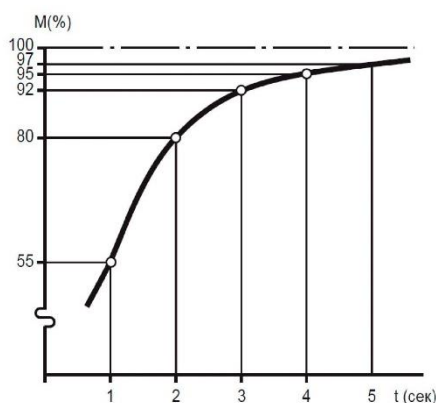


Рисунок 4.65 – Зависимость крутящего момента от длительности воздействия (пример)

4.5.2 Аккумуляторные инструменты для монтажа винтовых соединений

Гайковерт – инструмент, специально предназначенный для монтажа и демонтажа *высоконагруженных 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 надежно и экономично завинчивать или вывинчивать винты (гайки) в соответствии с конкретными режимами завинчивания, 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;
- 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.*

4.5.2.1 Гайковерты с ограничением крутящего момента

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

Проскакивающая муфта регулируется. При достижении заданного пружиной крутящего момента полумуфты, соединенные косыми зубьями (кулачками), *роликами или шариками*, разжимаются (см. рис. 4.66). 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, то есть 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 4.66 – Проскакивающая (роликовая) муфта. Схема и принцип действия

4.5.2.2 Ударные гайковерты

Ударные 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).

Принцип действия ударного гайковерта показан на рисунке 4.67.

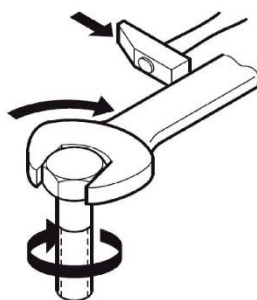


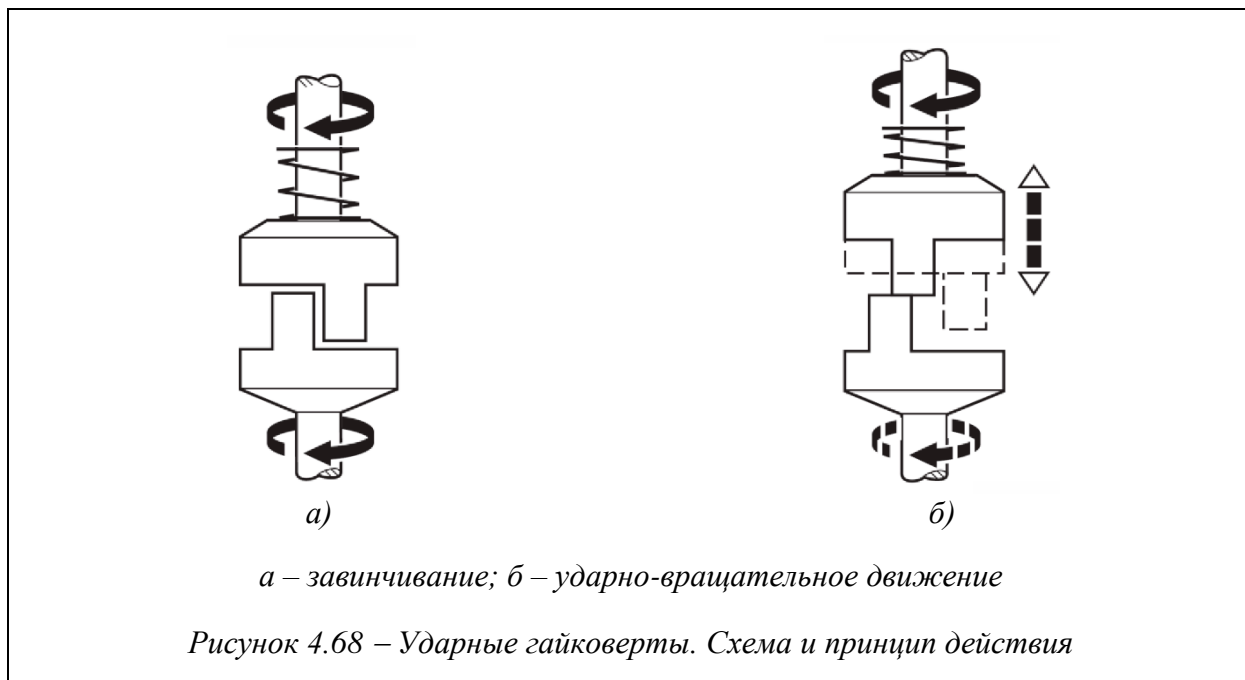
Рисунок 4.67 – Принцип действия ударного гайковерта

Ударные гайковерты высокого качества отличаются прочностью и долговечностью. На практике предельный момент затяжки определяется массой ударного механизма и размерами инструмента. Для аккумуляторных ударных гайковертов эта величина обычно составляет до 650 Н·м.

Функциональные характеристики

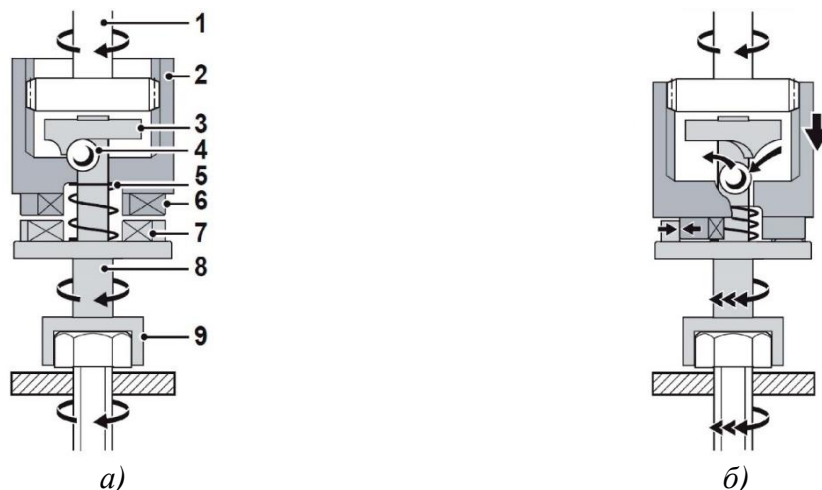
Ударный механизм ударного гайковерта отдаленно напоминает кулачковый механизм гайковерта с ограничением крутящего момента (рис. 4.68 и 4.69). Муфтовое соединение представляет собой прочную литую конструкцию, а кулачки дисков сцепления имеют ровную контактную поверхность.

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.



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 макси-

мальный 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 (невывпадающие 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 4.69 – Ударно-вращательная система, кулачковая система ударного действия (принцип действия)

Типовая классификация аккумуляторных ударных гайковертов

Аккумуляторные ударные гайковерты подразделяются на различные серии в зависимости от питающего напряжения аккумулятора. Среди самых распространенных можно выделить следующие:

- компактная серия (GDR 10,8 V-LI Professional);
- стандартная серия (GDR/GDS 14,4 V-LI Professional; GDR/GDS 18 V-LI Professional; GDS 18 V-LI HT Professional; GDX 18 V-EC Professional).

Аккумуляторный ударный гайковерт GDS 18 V-LI Professional предназначен для завинчивания и отвинчивания винтов/шурупов с метрической резьбой в диапазоне размеров М 6 - М 16, а также для затягивания и отпуска гаек в указанном диапазоне размеров. Оптимально подходит для мон-

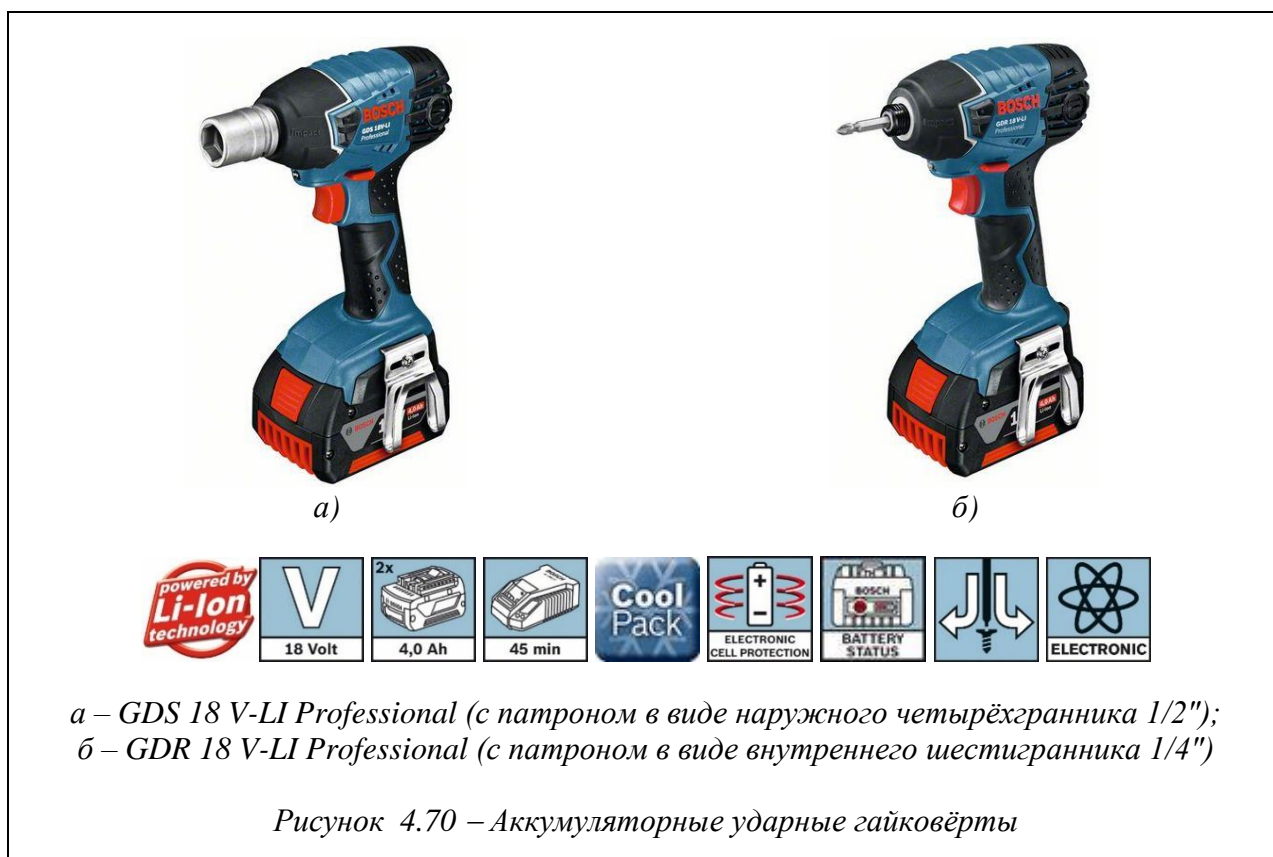
тажа колес на легковые автомобили, при строительстве строительных лесов и изготовлении стеллажей, в мастерских и предприятиях обслуживания, для выполнения резьбовых соединений в бетоне и древесине.

Аккумуляторные ударные гайковёрты изготавливаются в *трёх* модификациях:

1. *GDS 18 V-LI Professional* с патроном в виде наружного четырёхгранника 1/2" (рис. 4.70а);
2. *GDR 18 V-LI Professional* с патроном в виде внутреннего шестигранника 1/4" (рис. 4.70б);
3. *GDX 18 V-EC Professional* с комбинированным патроном (рис. 4.71).

Патрон с рабочим инструментом приводится в действие 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.



Преимущества аккумуляторного ударного гайковёрта GDS/GDR 18 V-LI Professional:

- уникальная возможность выбора между аккумуляторами различного класса – «Premium» (большее время работы на одном заряде) и «Contract» (меньший вес для более комфортной работы);
- высокий крутящий момент и высокая частота ударов (3200 уд/мин) для высокой производительности работы при заворачивании шурупов в металл и древесину;
- компактное исполнение для оптимального удобства при выполнении работ в труднодоступных местах и над головой;
- инновационные аккумуляторы CoolPack с увеличенным на 100 % сроком службы;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- удобный индикатор заряда: показывает уровень заряда аккумулятора в любое время.

Bosch в 2014 году выпустил новый инструмент – это компактный универсальный ударный гайковёрт **GDX 18V-EC Professional**. 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 литий-ионный аккумулятор напряжением 18 В и ёмкостью 4,0 А·ч. Ударный гайковёрт **GDX 18 V-EC Professional** относится к продвинутой серии инструментов, обеспечивает высокую производительность благодаря хорошим техническим характеристикам и компактному дизайну. Система Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от саморазряда на морозе, перенапряжения или перегрузки, поэтому инструмент можно использовать в самых неблагоприятных окружающих условиях. Гайковёрт Bosch GDX 18 V-EC Professional имеет реверс, что существенно расширяет его универсальность.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторного ударного гайковёрта GDX 18 V-EC Professional приведены на рисунке 4.71.



Сравнительные характеристики ударных гайковертов GDR 18 V-LI, GDS 18 V-LI и GDX 18 V-EC Professional приведены в таблице 4. 12.

Таблица 4.12 – Сравнительные характеристики ударных гайковертов GDR 18 V-LI, GDS 18 V-LI и GDX 18 V-EC Professional

	GDR 18 V-LI	GDS 18 V-LI	GDX 18 V-EC
Напряжение аккумулятора, В	18	18	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0	4,0	4,0
Максимальный крутящий момент (жесткое заворачивание шурупов), Н·м	160	180	180
Число оборотов холостого хода, мин ⁻¹	0-2800	0-2800	0-2800
Номинальное число ударов, мин ⁻¹	0-3200	0-3200	0-3200
Диаметр винтов с метрической резьбой (наружный четырёхгранник 1/2")	–	M 6 - M 16	M 6 - M 16
Диаметр винтов с метрической резьбой (внутренний шестигранник 1/4")	M 6 - M 14	–	M 6 - M 14
Патрон – внутренний шестигранник	1/4"	–	1/4"
Патрон – наружный четырехгранник	–	1/2"	1/2"
Длина, мм	145,0	152,0	158
Высот, мм	241,0	241,0	240
Вес с аккумулятором, кг	1,7	1,7	1,7
Приблизительное время зарядки, мин	45	45	45

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 максимальных моментов затяжки (крутящих моментов) для товарных винтов приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – 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
М 24	185	245	310	325	370	410	490	455	650	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 4.13:

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.

4.5.2.3 Принадлежности для ударных гайковертов

Принадлежности для импульсных гайковертов представлены на рисунке 4.72.

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

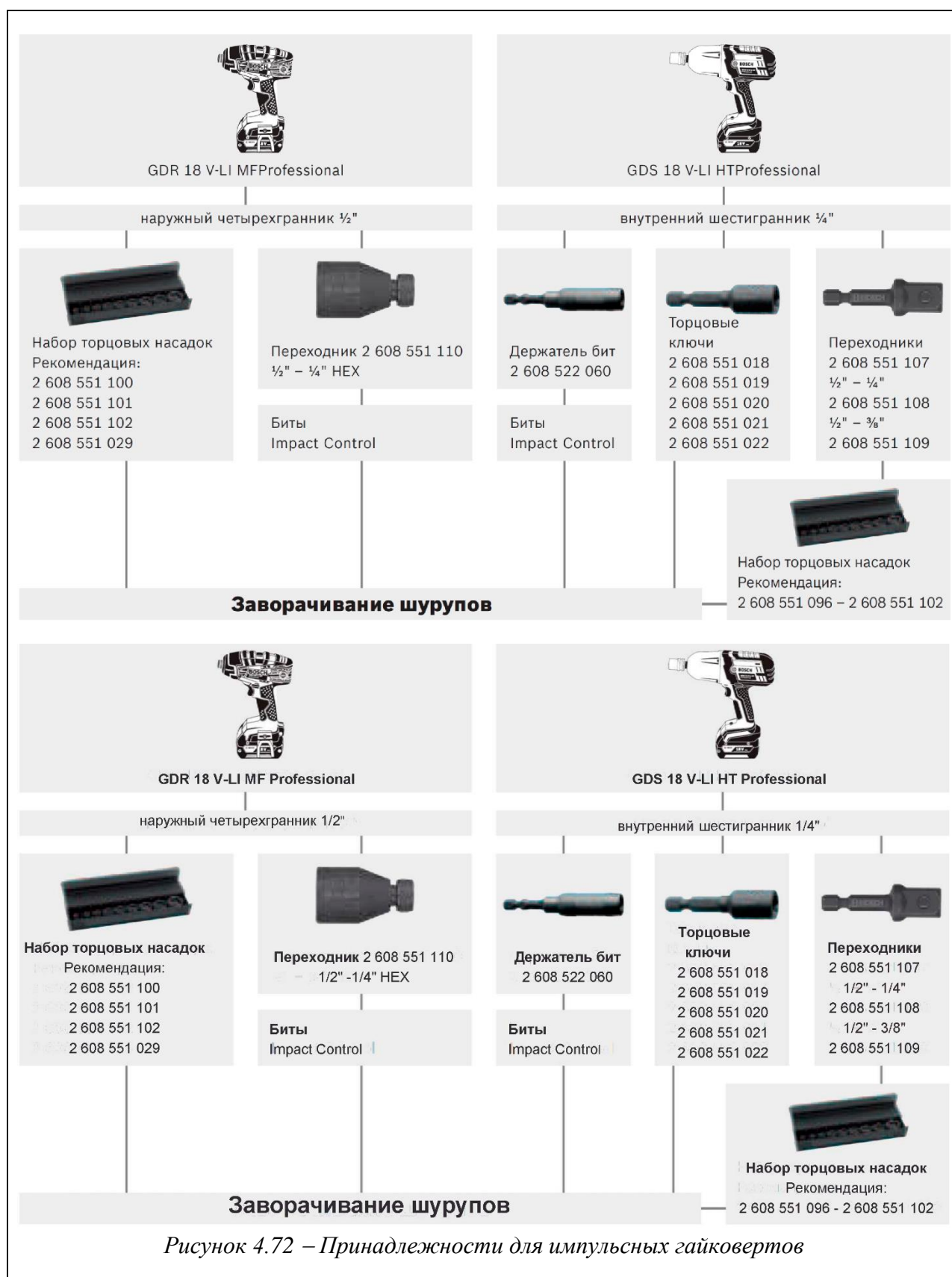
«Бита» – насадка со стандартным шестигранным хвостовиком с одной стороны и шлицем (прямым, крестообразным, в форме звезды и т.п.) с другой.

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;*
- *шариковый фиксатор для длинных насадок-бит.*

Наиболее распространенные виды шлицевых головок болтов и винтов приведены в таблице 4.9 модуля 4 «Аккумуляторные шуруповерты».



Работа с ударом приводит к быстрому износу стандартных бит. Сила удара, с которой работает ударный гайковерт, может сломать обычную битку (рис. 4.73). Это приводит к потере во времени и дополнительным затратам.

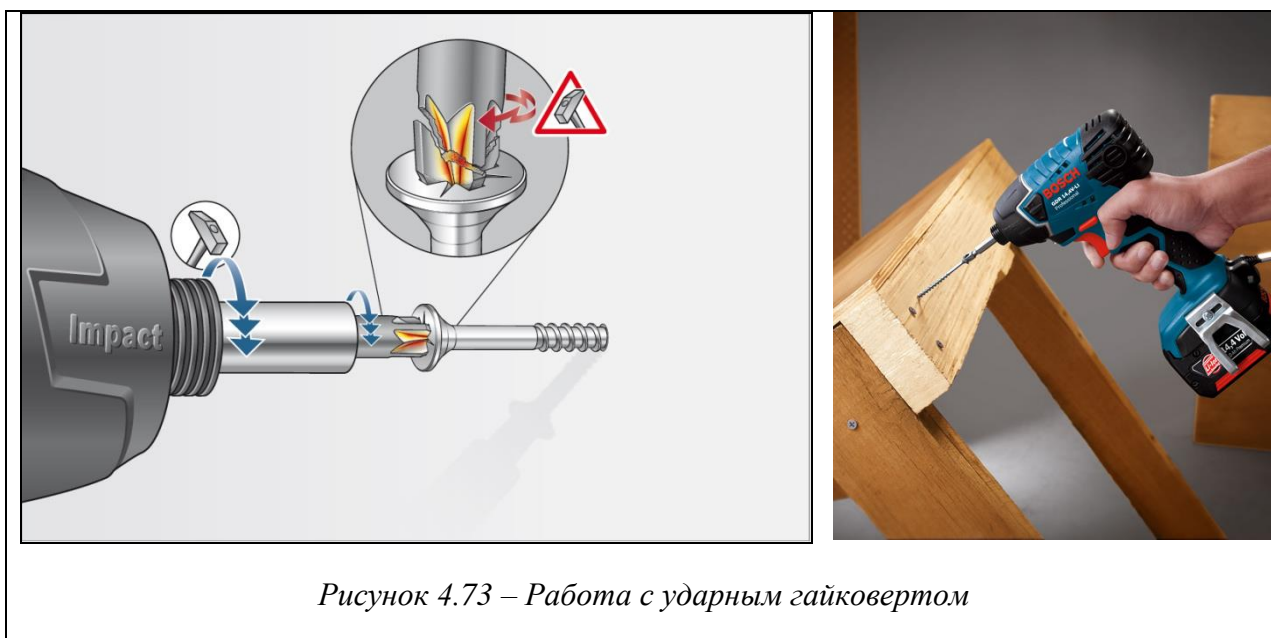


Рисунок 4.73 – Работа с ударным гайковертом

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

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 гайковертов (рис. 4.74):

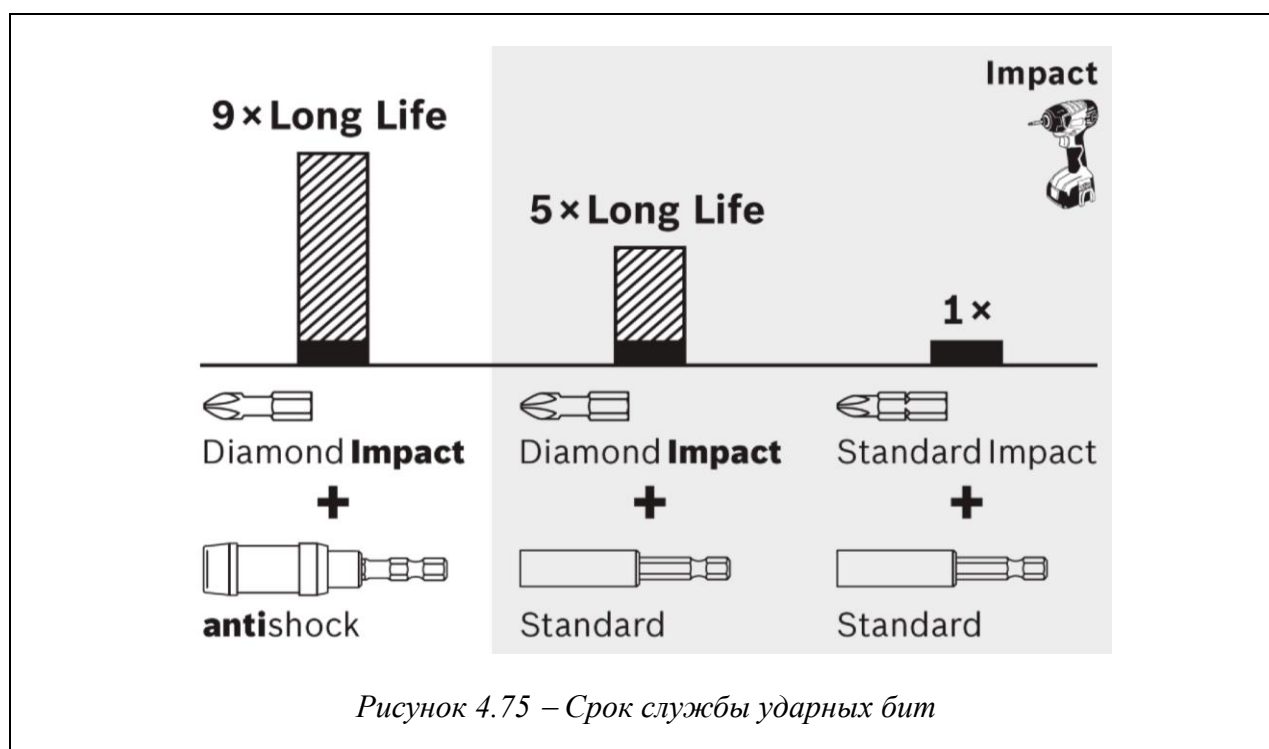
- алмазные ударные биты;
- держатель Antishock;
- головки и держатели, специально спроектированные для работы с ударными гайковертами.

Уникальная особенность:

- особо прочное основание, износостойкость;
- очень долгий срок службы;
- требуется намного меньше замены бит;
- защита головки болта (не ломает резьбу).



Алмазные ударные биты Diamond Impact и держатель Antishock обеспечивают высокую износостойчивость, 9-кратное увеличение срока службы (по сравнению со стандартными битами и без применения держателя Antishock) (рис. 4.75).



Алмазные ударные биты были специально разработаны для использования с ударными гайковёртами, 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 износоустойчивость алмазных ударных бит. При этом крутящий момент не уменьшается.

При изготовлении ударных бит Diamond Impact применяются инновационные технологии Bosch:

- Antishock;
- Torsion zone;
- Best grip;
- Max fit.



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

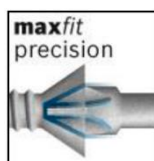
Стойкий к ударному завинчиванию магнит – стабилизирует даже самые длинные шурупы.



Технология Torsion zone – исключительно длительный срок службы при использовании в импульсных гайковёртах. 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 микрочастицы 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 ударного гайковёрта (рис. 4.76):

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

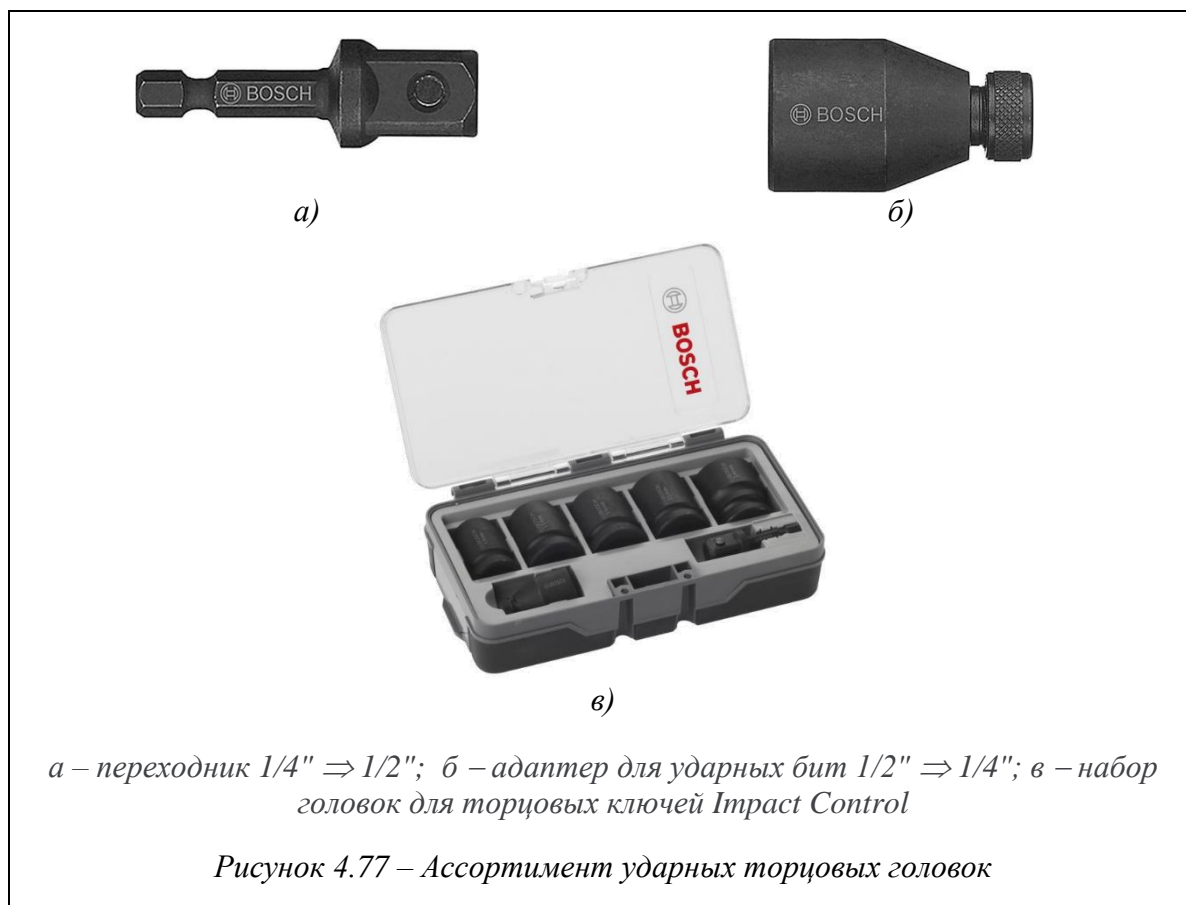


Рисунок 4.76 – Ассортимент алмазных ударных бит

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" позволяет работать с ударным гайковёртом; для фиксации имеется штифт для безопасной работы (рис. 4.77а);
- адаптер (переходник) 1/2" \Rightarrow 1/4" (внутренний четырехгранник 1/2" \Rightarrow внутренний шестигранник 1/4" DIN 3121; предназначен для работы с ударными битами (рис. 4.77б).



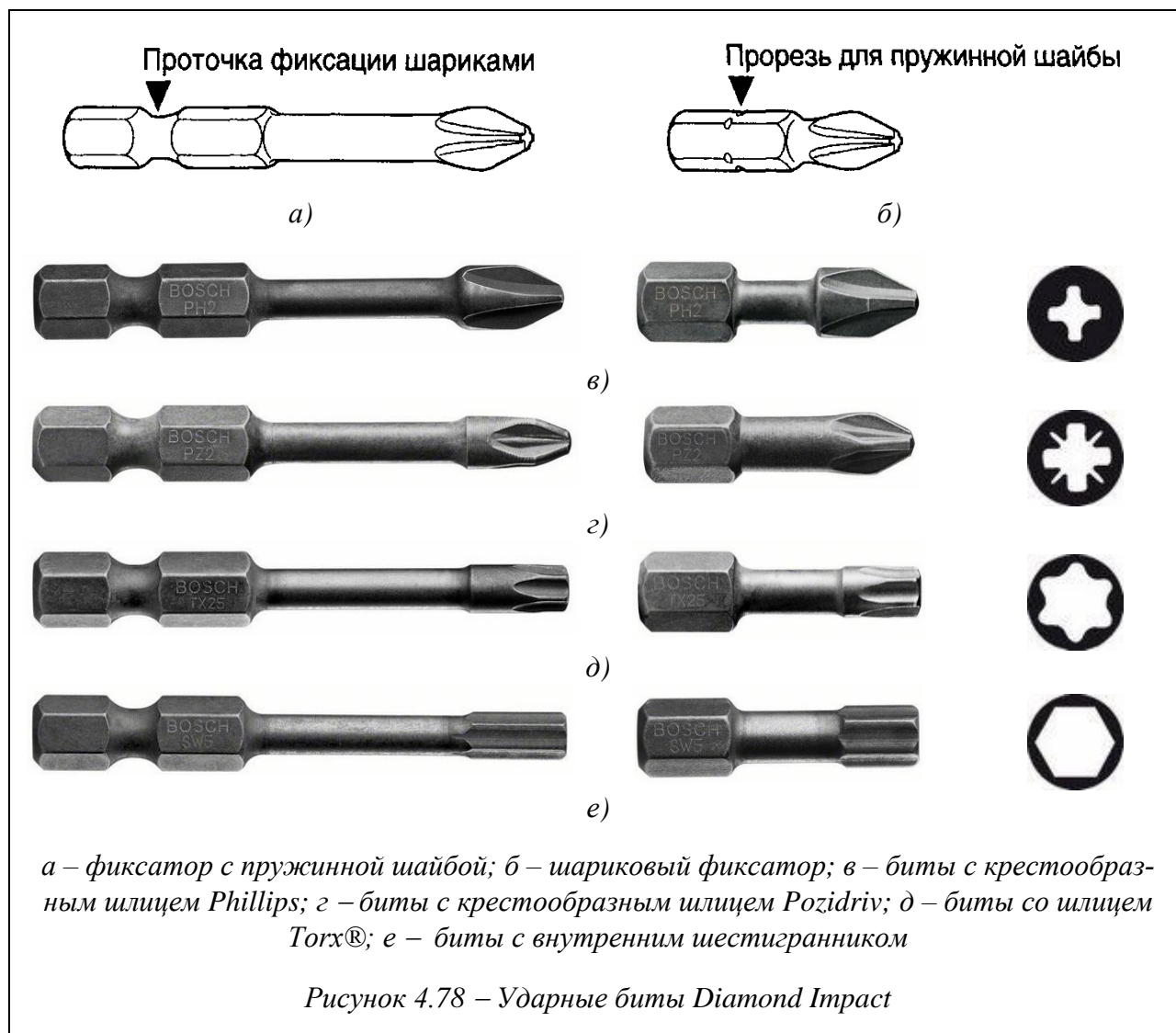
Насадки для шурупов с крестообразным шлицем Phillips (рис. 4.78в) имеют большую площадь контакта и передают большой крутящий момент. Крест обеспечивает самоцентрировку инструмента и допускает работу под небольшим углом. Крестообразный шлиц фиксирует крепёжную деталь и насадку точно по центру относительно друг друга.

Насадки для шурупов с крестообразным шлицем Pozidriv (рис. 4.78г) внешне отличаются от Phillips дополнительными четырьмя лучами. Прямоугольная форма зубьев обеспечивает передачу большего крутящего момента и уменьшает вероятность повреждения шлица. Pozidriv является улучшенной версией крестообразного шлица Phillips и используется, прежде всего, в производстве шурупов и саморезов. В машиностроении и металлообработке Pozidriv применяется значительно реже.

Внимание! Насадки с профилем Pozidriv не могут использоваться для винтов Phillips.

Насадки для шурупов со шлицем Torx® (рис. 4.78д) и с внутренним шестигранником (рис. 4.78е) применяются для передачи крутящего момента без осевого давления. При равных размерах профиль Torx (с внутренней шестиконечной звездочкой) выдерживает большие нагрузки по сравнению с внутренним шестигранником, а возможность провернуться сведена к минимуму.

Профиль поперечного сечения Torx является совершенствованием профиля внутреннего шестигранника. В отличие от него передача крутящего момента осуществляется не кромками поперечного сечения, а плоскостями, вследствие чего могут передаваться более высокие крутящие моменты, чем при внутреннем шестиграннике, и при меньшей ширине раствора ключа.



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

- держатель Antishock;
- торцовый ключ Impact Control.

Держатель Antishock (рис. 4.79) с постоянным магнитом, внешним шестигранником 1/4" по ISO 1173 E6.3 предназначен для битов **Diamond Impact**.



Рисунок 4.79 – Держатель Antishock

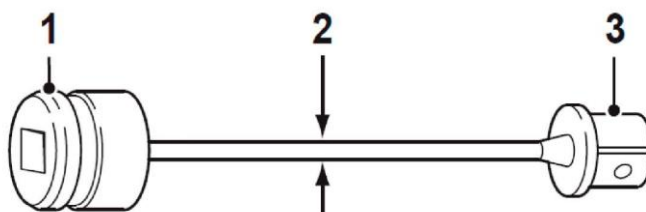
Торцовый ключ Impact Control (рис. 4.80) с постоянным магнитом, ISO 1173 E6.3.



Рисунок 4.80 – Торцовый ключ Impact Control

Торсионный вал имеет хвостовик с уменьшенным точно калиброванным диаметром (рис. 4.81). Поэтому он обладает пружинящим эффектом и амортизирует часть передаваемой ему энергии. Он вставляется между ударным 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 ударного гайковерта; 2 - калиброванный хвостовик торсиона, уменьшенный в диаметре (эффективный диаметр); 3 - конец для вставки в торцевую головку

Рисунок 4.81 - Торсионный вал

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

Головки для торцовых гаечных ключей (рис. 4.82). Для ударных 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 4.82 – 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) 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 4.14.

Таблица 4.14 – 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	M16x1,5	M20x1,5 M20x2	M24x2
	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.

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

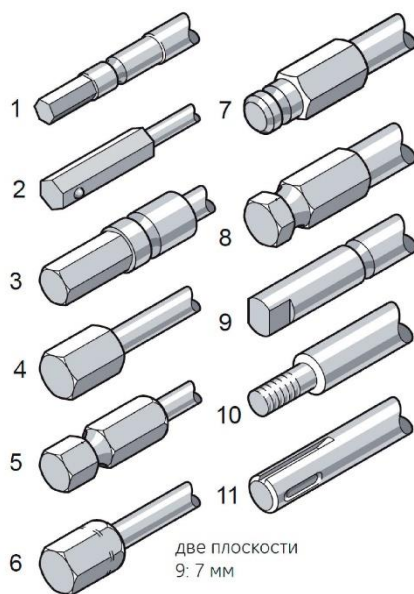
Хвостовики. Вставная секция хвостовика – это часть биты или головки для гайковерта, которая вставляется в держатель биты или приводную выходную секцию гайковерта. Наиболее часто используемые типы хвостовиков (рис. 4.83):

- 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).

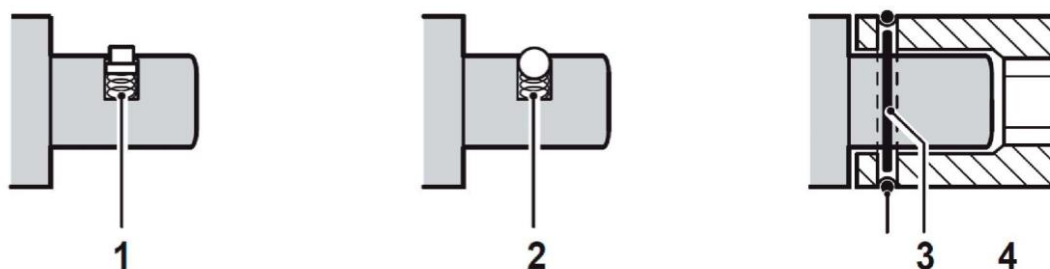


шестигранный: 1 - 3 мм; 2 - 4 мм; 3 - 5,5 мм; 4, 5 и 6 - 1/4"; 7 - 5/16"; 8 - 11 мм;
9 - две плоскости 7 мм; **резьбовой:** 10 - M4, M5, M6 10-32 UNF 3/16";
SDS: 11 - SDS-plus, SDS-top, SDS-max

Рисунок 4.83 – 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 ударных гайковертов (сменные торцовые головки) удерживается на приводном шпинделе при помощи предохранительного штифта и фиксируется при помощи резинового стопорного кольца (рис. 4.84). 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 4.84 - Фиксация сменных торцовых головок на квадратном хвостовике

4.5.3 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 показана на рисунке 4.85а. Она выполняется с использованием подходящих клеящих 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. 4.85б);*
- *упругой стопорные гайки (рис. 4.85в);*
- *контргайки (рис. 4.85г).*

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.

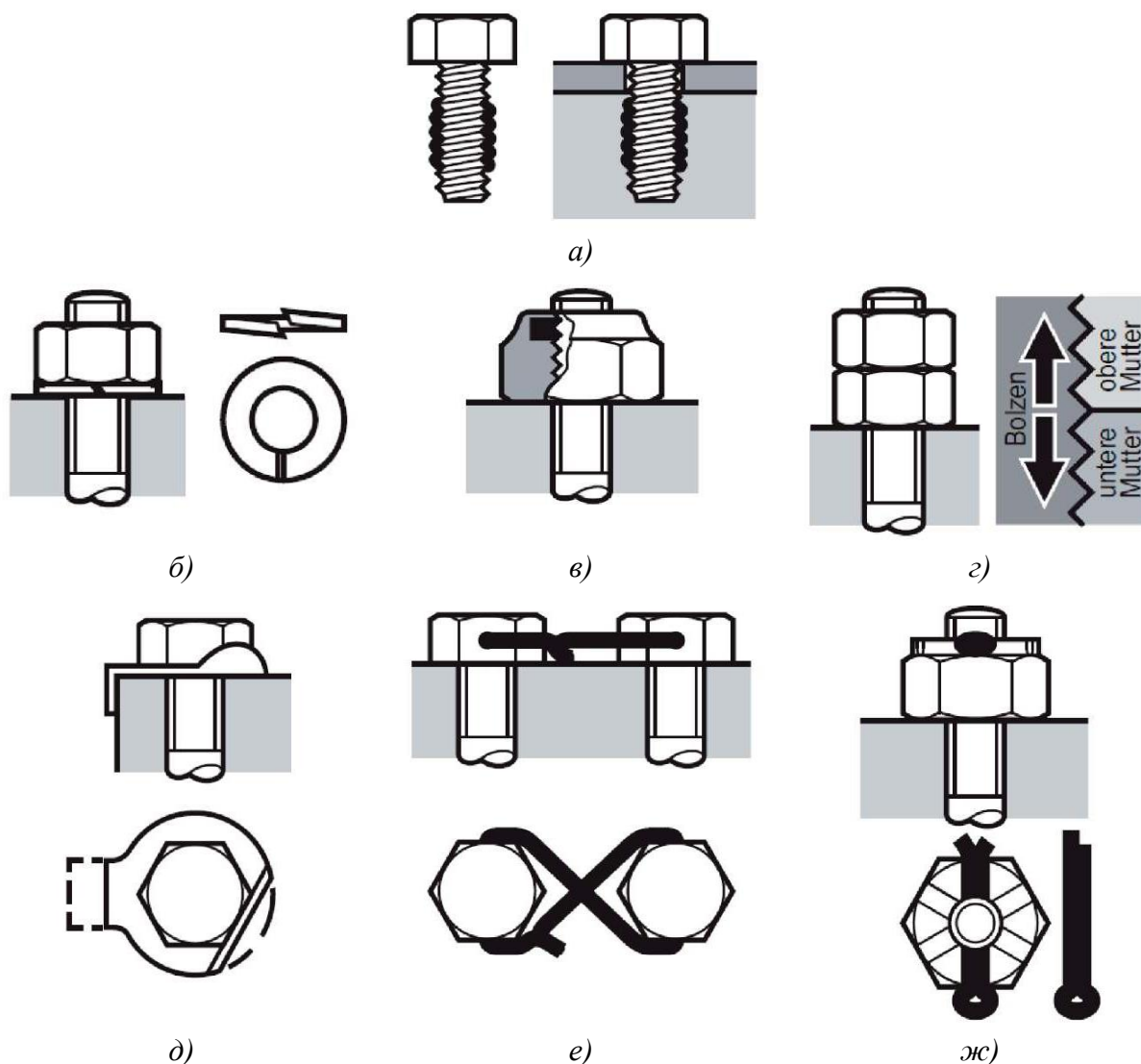
Фиксирующие элементы с взаимным сцеплением не изменяют необходимый крутящий момент затяжки. Однако в этом случае может потребоваться, чтобы винт и гайка были расположены по отношению друг к другу особым образом.

К стандартным стопорным элементам относятся:

- *стопорные шайбы (рис. 4.85д);*
- *проволочный фиксатор (рис. 4.85е);*
- *корончатые гайки со шплинтом (рис. 4.85ж).*

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).



клеевое соединение: а - микроинкапсулированный клей; **силовое замыкание:** б - пружинное кольцо; в - упругая стопорная гайка; г - контргайка; **взаимное сцепление:** д - стопорная шайба; е - проволочный фиксатор; ж - корончатая гайка со шплинтом

Рисунок 4.85 - Фиксация винтовых соединений

4.5.4 Закрепляющий материал 5

Задание 5.1

I. Установите соответствие:

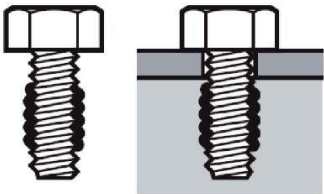
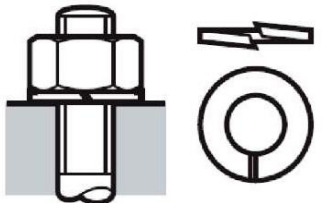
1. Установите соответствие (стрелками) между видом винта и областью его применения при монтаже металлоконструкций:

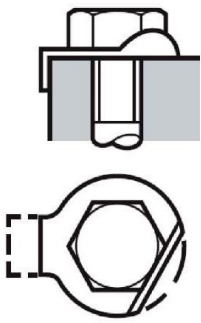
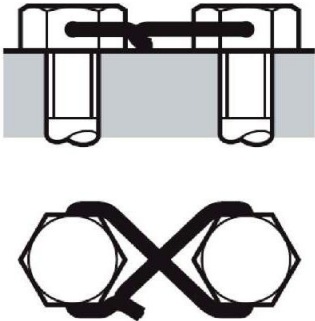
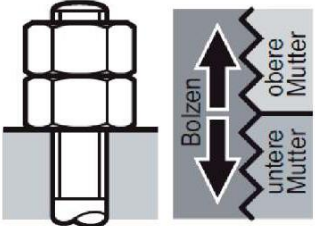
Вид винта	Область применения
1. Самонарезающий винт	А. В машиностроении и транспортном машиностроении
2. Распорный винт	Б. Для соединения тонкостенных металлических листов
3. Инструментальный винт	В. Почти во всех областях производства техники
	Г. Только при монтаже конструкций для химической промышленности

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 ударных 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 ударного гайковерта GDX 18 V-EC Professional является наличие _____ патрона.

5. У ударных гайковертов крутящий момент не _____, а действует на винтовое соединение с помощью повторяемых _____.

6. В ударном гайковерте GDX 18V-EC Professional комбинированный патрон позволяет устанавливать _____ с наружным четырехгранником 1/2" и _____ с внутренним шестигранником 1/4".

7. В ударном гайковерте GDX 18 V-EC Professional используется _____ аккумулятор.

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:

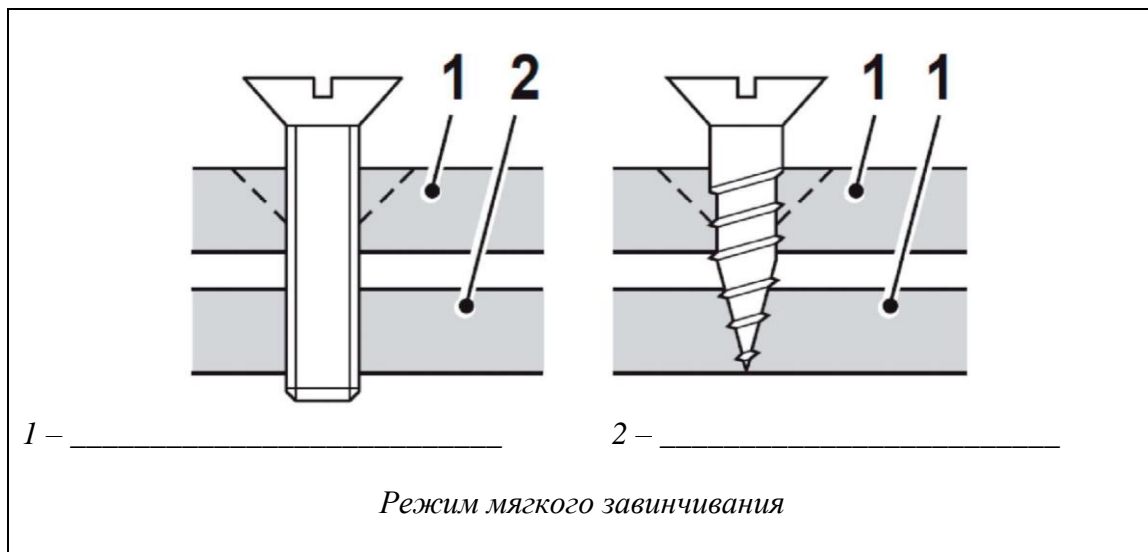
1 . Методы винтового соединения:

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

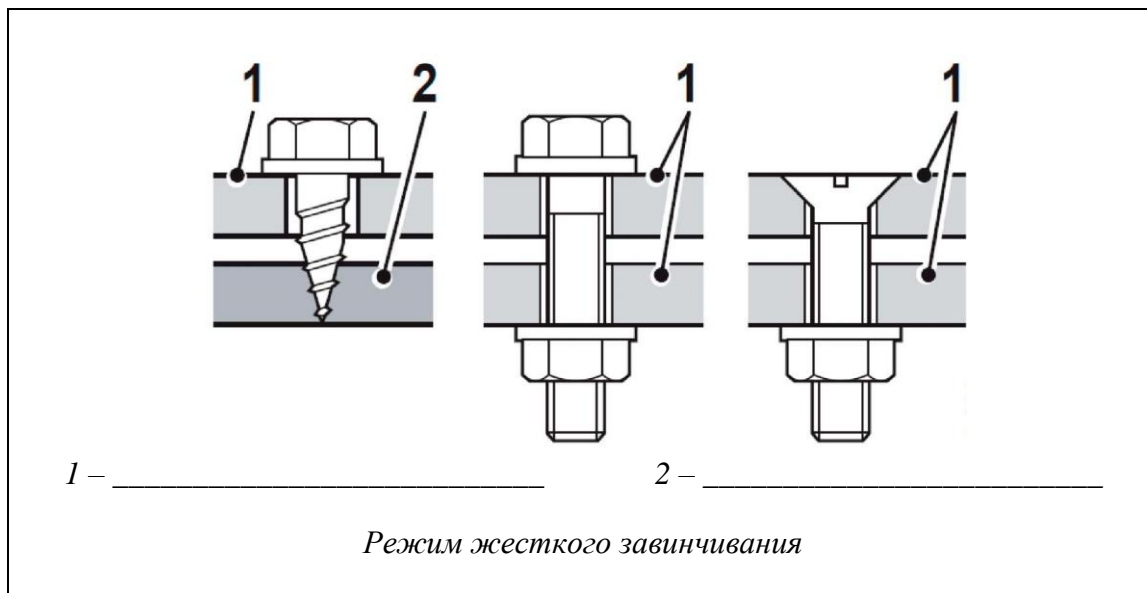


4.5.5 Проверка степени усвоения материала 5

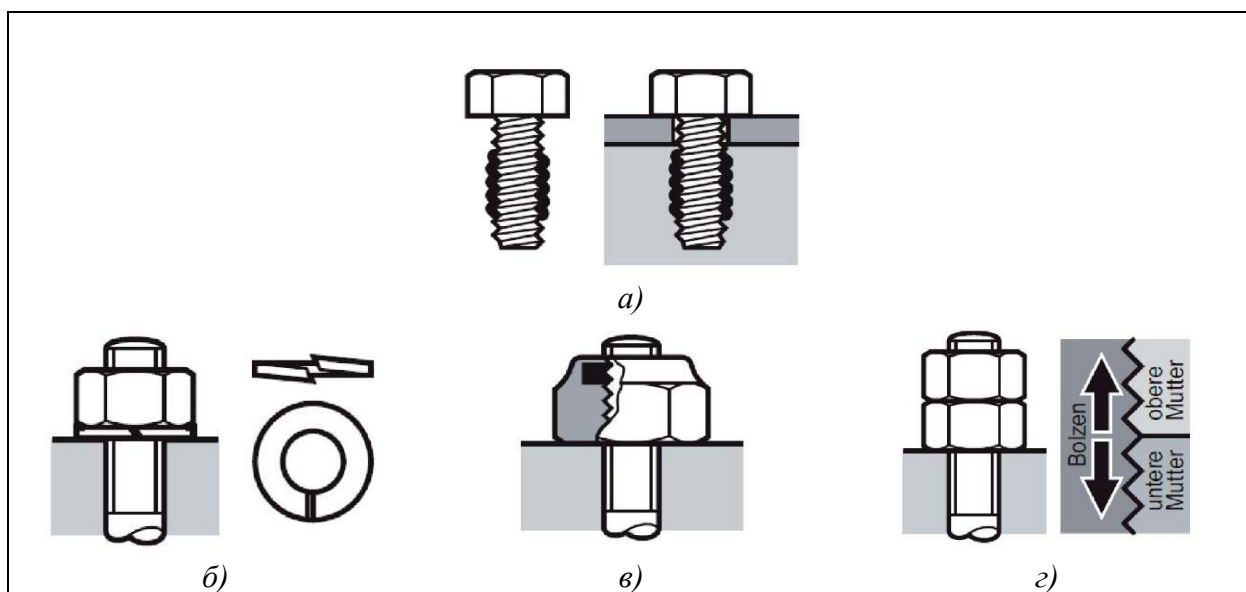
Задание 5.2

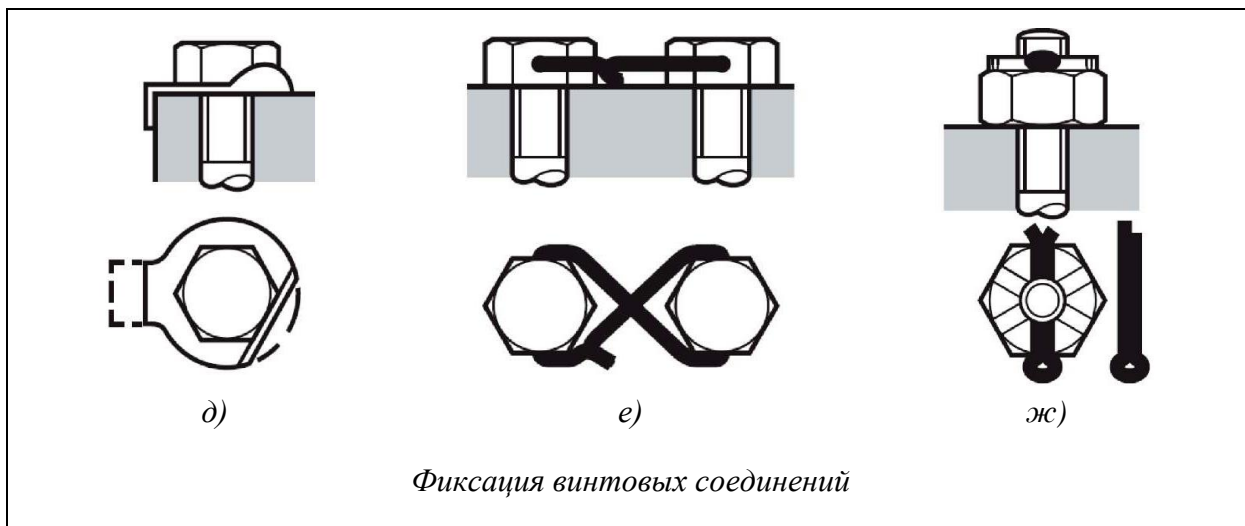
I. Работа с рисунками:

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



2. По рисункам а, б, в, г, д, е, ж «Фиксация винтовых соединений» определите методы фиксации винта и подпишите их 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 _____, _____ 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. При монтажных работах с применением ударных гайковертов **Не** используют насадки:

2.

- а) тонкостенные; б) с усиленными стенками;
в) глянцевые с хромированным покрытием.

Ответ:

4.6 Модуль 6 «Аккумуляторные перфораторы»

Учебный материал 6



4.6.1 Общие сведения о перфораторах

Перфоратор – сверлильная машина, обеспечивающая наряду с вращением рабочего инструмента его продольно-осевое движение. Первые перфораторы были разработаны в 1851 году специально для горнодобывающей промышленности. В 1932 году появился первый электрический отбойный молоток, не имеющий аналогов в мире.

За 82 года (1932 - 2014 гг.) накоплен опыт производства отбойных молотков и перфораторов Bosch для профессионального и промышленного использования.

В таблице 4.15 отражены основные этапы внедрения перфораторов, отбойных молотков и бетоноломов Bosch.

Таблица 4.15 – Основные этапы внедрения аккумуляторных перфораторов

Год	Инструмент	Описание
1984		GBH 24 VRE Professional Первый в мире <u>аккумуляторный перфоратор</u> с патроном SDS-plus: энергия удара 1,3 Дж; потребляемая мощность 350 Вт; питание 24 В; ёмкость NiCd аккумулятора 3 А·ч; номинальное число оборотов 1000 мин ⁻¹ ; частота ударов 4400 мин ⁻¹ ; диаметр сверления в бетоне 4-20 мм; масса 3,8 кг.
2005		GBH 36 V-Li Professional Первый <u>аккумуляторный перфоратор</u> с мощностью, как у инструмента с сетевым питанием: патрон SDS-plus: энергия удара 2,8 Дж; потребляемая мощность 600 Вт; питание 36 В; ёмкость Li аккумулятора 4 А·ч; номинальное число оборотов 960 мин ⁻¹ ; частота ударов 4260 мин ⁻¹ ; диаметр сверления в бетоне 4-26 мм; масса 4,4 кг.

Мощность перфоратора определяется энергией удара (в джоулях).

Джоуль – единица измерения энергии единичного удара у перфораторов и отбойных молотков. Пример: груз массой 100 г падает с высоты 1 м. При соударении груза с землей выделяется энергия, накопленная из-за ускорения свободного падения, в размере 1 Дж (рис. 4.86).

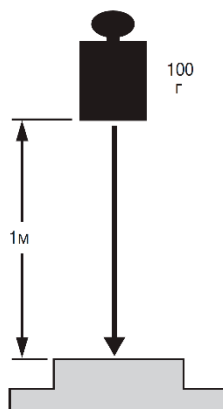


Рисунок 4.86 – Энергия единичного удара перфоратора

Функции обычного сверлильного устройства или шуруповёрта являются для перфораторов вспомогательными. *Большие перфораторы* являются устройствами целевого назначения и подходят только для ударного сверления и долбления.

Типичным применением ударного сверления перфоратором является производство *отверстий под дюбель в твёрдых строительных материалах, таких как бетон, природный камень, силикатный кирпич.*

При отключенном ударном механизме перфоратор может использоваться *как дрель*, а при отключенном вращательном механизме – как *отбойный молоток*. Частоту вращения инструмента и силу удара с помощью электронной системы управления можно изменять в зависимости от свойств обрабатываемого материала.

Для создания импульса, направленного в сторону обрабатываемого материала, используется электромагнитный или пневматический механизм (обратное движение происходит за счет упругих свойств обрабатываемого материала). По устройству и применению имеет ряд сходств с дрелью.

Перфораторы отличаются от других сверлильных инструментов ударным механизмом с очень высокой силой единичного удара при незначительной частоте ударов и специальным адаптером для монтажа рабочих насадок (для продольного передвижения).

Перфораторы Bosch позволяют легко, быстро и эффективно выполнять ударное сверление в бетоне и кирпичной кладке, искусственном и природном камне, долбление и обычное сверление или завинчивание шурупов при финишном монтаже. **Перфораторы Bosch** можно применять для снятия старой керамической плитки, пробивания кабельных каналов, устройства борозд и ниш, сверления отверстий «под розетки» с помощью твердосплавных коронок большого диаметра (стандарт для розетки 68-79 мм).

Ударный механизм перфораторов. Перфоратор имеет встроенный ударный механизм. Энергия удара не зависит от усилия нажима. Перфораторы тем эффективней, чем тверже камень, в котором сверлится отверстие.

Конструкция и метод работы перфораторного ударного механизма принципиально отличается от растровых ударных механизмов. Перфораторные ударные механизмы *имеют сложное строение* и являются более дорогими. Среди основных отличий можно выделить *относительно высокую силу при единичном ударе*. По этой причине для достижения необходимых практических результатов требуется *более низкая ударная частота*, что вместе с функциональными характеристиками перфораторного ударного механизма обуславливает *относительно низкий уровень рабочих шумов*.

Кроме этого, данный механизм отличается низкой частотой рабочих шумов, более приятной на слух, чем высокие частоты.

Ударные механизмы, применяемые в электрических инструментах, можно подразделить на:

- механические ударные механизмы;
- пневматические ударные механизмы.

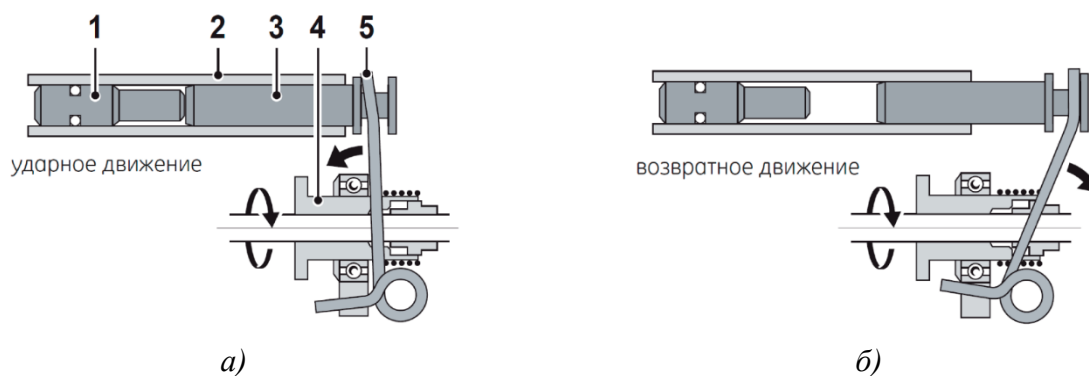
Механический ударный механизм. Механические ударные механизмы являются экономичными устройствами для образования ударного усилия, при этом создаваемая ими ударная энергия выше, чем в растровых ударных механизмах. Как правило, данные механизмы используются в устройствах для *обработки бетонных материалов* с учетом оптимального соотношения цены и качества, например, для бытовых ремонтных работ.

Принцип работы механического ударного механизма. В качестве механических ударных механизмов используются так называемые пружинные ударные механизмы (рис. 4.87). При этом элемент из пружинной стали приводится в поступательное и обратное движение с помощью эксцентрикового привода. Пружина передвигает свободную массу (ударные поршни) вперед и назад в продольном направлении. При обратном движении переданная ударными поршнями энергия накапливается в пружине и суммируется с поступательным движением вперед. Благодаря такому самоусилительному эффекту и свободному передвижению ударных поршней механический ударный механизм отличается *высокой силой одиночного удара*.

В отличие от растрового механизма *механическое расцепление ударных поршней и приводной пружины* обеспечивает *эффективное сверление при незначительном давлении прижима*, что значительно упрощает работу пользователя.

Из-за инерционной силы, воздействующей на механический ударный механизм, устройства данного типа используются в относительно компактных перфораторах. *В перфораторах с рабочим весом выше 2 кг механический ударный механизм с высоким КПД реализовать достаточно сложно.*

Для эффективной работы ударного механизма конструкция для крепления сверла должна обеспечивать продольное движение рабочей насадки.



а – ударное движение: 1 – подвижная обжимка; 2 – ударная трубка; 3 – ударный молоток; 4 – эксцентриковый привод; 5 – пружина (для маятникового движения); б – обратное (возвратное) движение

Рисунок 4.87 – Принцип работы пружинного ударного механизма

Перфораторы с пневматическим ударным механизмом. Если пневматический ударный механизм приводится в движение электрическим двигателем, его называют электропневматическим ударным механизмом. Пневматические ударные механизмы отличаются оптимальным соотношением цена/качество и высоким ударным усилием, значительно превышающим показатели механических ударных механизмов. Ударные механизмы данного типа используются для обработки бетонных материалов, сверления отверстий большого диаметра и (или) частого и длительного использования (высокая устойчивость к длительным нагрузкам). Все перфораторы в весовом классе от 2 до 11 кг в промышленных областях применения снабжены **пневматическими ударными механизмами**. Сверление осуществляется специальными свёрлами, их еще называют **бурами**. Разница между буром и обычным сверлом в напайке и хвостовике – у буров идет специальный хвостовик для крепления, он бывает с двух видов: **SDS-plus** и **SDS-max**.

Перфораторы с пневматическим принципом удара подразделяются на **одно-, двух- и трехрежимные**.

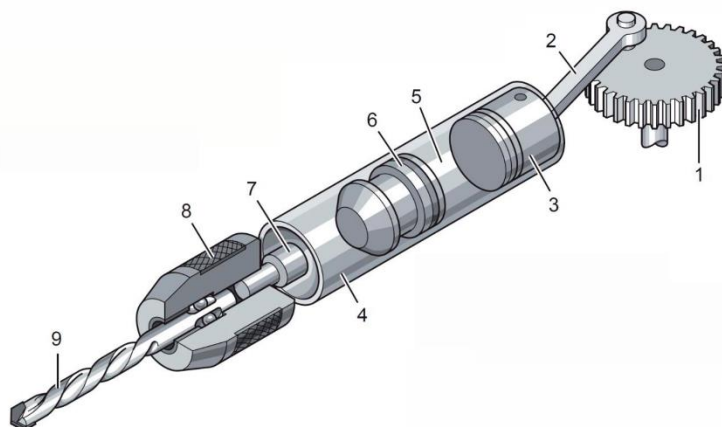
Первый режим – сверление с ударом. Это основной режим работы перфоратора, его используют при сверлении бурами бетона, кирпича и другого камня. Данный режим присутствует во всех моделях перфоратора, поскольку это основа основ.

Второй режим – сверление без удара. Это двухрежимные перфораторы. Применяют при сверлении больших диаметров в кирпиче и бетоне с помощью коронок с твердосплавными напайками.

Внимание! При сверлении с ударом все напайки отлетят. Без удара можно сверлить кафельную плитку, керамогранит, мраморную и гранитную плитку.

Третий режим – только удар, долбление без вращения. Данный режим незаменим, когда нужно разрушить кирпичную кладку, продолбить большое отверстие в стене или отдолбить плитку от стены. При работе в этом режиме идет только удар, вращение не происходит. Специально для этого режима есть насадки для перфоратора – зубило (широкое или узкое), пика, закругленное зубило (для штробеля под кабель).

Принцип работы пневматического ударного механизма. Пневматические ударные механизмы (рис. 4.88) состоят из приводного поршня и рабочего поршня свободного передвижения (ударного молотка), которые движутся в цилиндрической трубке с механическим расцеплением. Приводной поршень приводится в движение электрическим двигателем, при этом поступательное движение вперед и назад передается через модуль шатуна и коленчатого вала (или ротационного маятника).

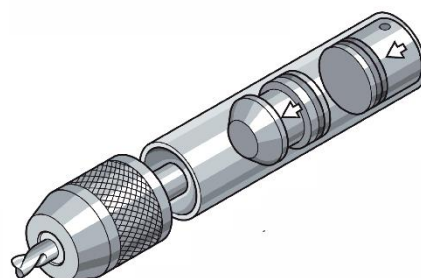


1 – коленчатый вал; 2 – шатун; 3 – приводной поршень; 4 – цилиндрическая трубка;
5 – воздушная подушка; 6 – свободный поршень (ударник); 7 – боёк (импактор);
8 – приспособление для крепления оснастки; 9 – сверло перфоратора

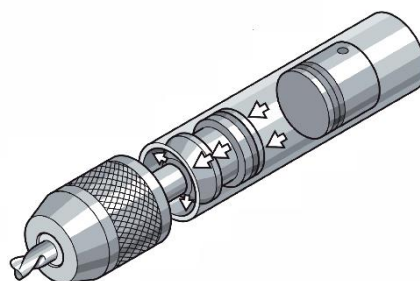
Рисунок 4.88 – Пневматический ударный механизм перфоратора

Принцип действия пневматического ударного механизма перфоратора:

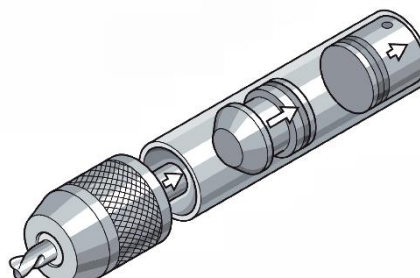
А. Приводной поршень (3*) сжимает воздушную подушку (5) и толкает свободный поршень (6) вперед.



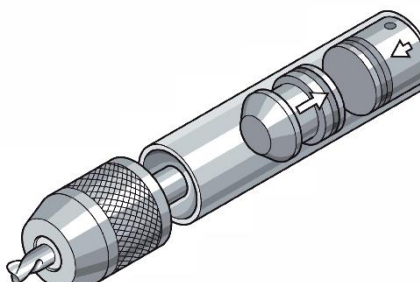
В. Свободный поршень (6) толкает боёк (7) и передает ему ударную энергию.



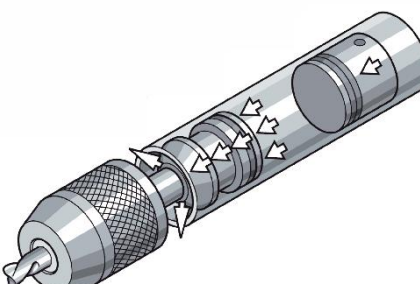
С. Приводной поршень (3) возвращается в исходное положение. Свободный поршень (6) отскакивает от бойка (7) и возвращается назад.



Д. Приводной поршень (3) передвигается вперед. Свободный поршень (6) возвращается на некоторое расстояние назад и тем самым повышает уплотнение воздушного слоя (компрессию).



Е. Приводной поршень (3) возвращается в состояние покоя. Под давлением воздушной подушки свободный поршень (6) движется в обратном направлении с высокой скоростью и ударяет по бойку (7) с повышенным усилием.



* позиционные номера приведены согласно рисунка 4.87

Рабочий поршень (ударный молоток) приводится в *поступательное движение* вперед/назад с помощью пневматической воздушной подушки. При движении *вперед* рабочий поршень *благодаря дополнительной компрессии* воздушного слоя ударяет по ударному бойку, что приводит к *повышенной энергии* при движении механизма *вперед*. Чем тяжелее обрабатываемый материал, тем выше сохраненная энергия отдачи и, следовательно, ударная сила.

При этом типичными *свойствами* пневматического ударного механизма являются:

- *высокое или очень высокое усилие* при одиночном ударе;
- *относительно низкое шумообразование*;
- *высокая устойчивость* к длительным нагрузкам.

Как и механический ударный механизм, *пневматический ударный механизм обеспечивает эффективное сверление при незначительном давлении прижима*, что значительно облегчает работу пользователя.

Для эффективной работы ударного механизма конструкция для крепления сверла должна обеспечивать *продольное движение рабочей насадки*.

Форма инструмента. Аккумуляторные перфораторы, как правило, имеют Г-образную форму (рис. 4.89). В угловых перфораторах, еще называемых Г-образными, ***двигатель расположен под прямым углом к оси сверла***. Данная форма перфораторов преобладает в весовом классе **свыше 2 кг**. Угловая форма обеспечивает эргономичный дизайн инструмента и оптимальное распределение весовой нагрузки для пользователя благодаря дополнительной рукоятке с возможностью настройки, расположенной непосредственной за шейкой шпинделя. Из-за высокого веса и мощности таких инструментов пользователь ***обязан удерживать перфоратор двумя руками***.



Рисунок 4.89 – Аккумуляторный перфоратор Г-образной формы
(GBH 18 V-EC Professional)

Предохранительная муфта. Для сверления глубоких отверстий большого диаметра перфоратор должен обеспечивать высокие мощностные характеристики. При заклинивании сверла (бура) в отверстии высокая мощность приводит к очень сильной отдаче, что представляет потенциальную опасность для пользователя. Во избежание несчастных случаев перфораторы оснащены *предохранительной муфтой*, которая снижает отдачу при заклинивании сверла до безопасного уровня. Существуют различные конструктивные подвиды предохранительных муфт, среди которых необходимо выделить *предохранительную разъединяющую муфту*, которая является самым *дорогостоящим*, но и *самым надежным и устойчивым к износу* предохранительным устройством.

Сверлильный патрон. Зажим для сверла является связующим звеном между сверлом и основной конструкцией перфоратора. Данный компонент обеспечивает соединение с силовым замыканием между сверлом и приводным двигателем. При этом сверлильный патрон должен соответствовать следующим требованиям:

- надежное крепление сверла;
- надежная передача максимального крутящего момента в ходе работ без проскальзывания;
- обеспечение продольного движения сверла;
- легкий и надежный монтаж и демонтаж сверла без необходимости использования дополнительных инструментов;
- минимальный износ зажима для сверла из-за попадания пыли.

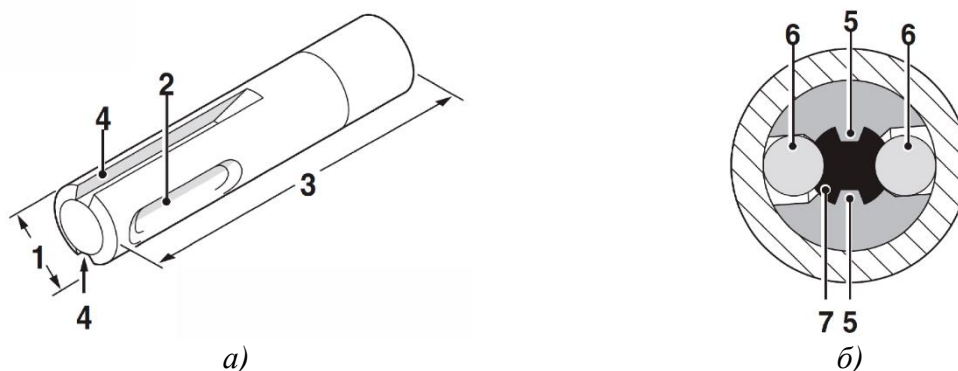
Для соблюдения всех данных технических требований были разработаны специальные зажимные системы, из которых наиболее широкое распространение на международном рынке получили системы крепления SDS. Сокращение SDS, или Spannen Durch System (Special Direct System), в переводе с немецкого языка означает «крепление в системе». Её первоначальное название для отбойных молотков: *Steck–Dreh–Sitzt* («Установка – поворот – посадка»).

В аккумуляторных перфораторах для монтажа сверла используется система **SDS-plus**.

Система SDS-plus. Система крепления сверла *SDS-plus* (рис. 4.90) была разработана фирмой Bosch в 1975 году для закрепления сверл с диаметром хвостовика **10 мм** для сменной оснастки, используемой в сверлильных и ударных инструментах. В настоящее время система **SDS-plus** во всем мире используется в перфораторах и отбойных молотках весового класса **до 4 кг** в качестве стандартного устройства для крепления сверл с рабочим диаметром сверления до 25 мм. Для передачи крутящего момента используются две ассиметричные шпоночные канавки.

Система SDS-plus отличается следующими характеристиками:

- возможность замены «сверло/долото» и рабочих насадок без использования вспомогательного (дополнительного) инструмента с помощью автоматической системы фиксации (блокирования);
- раздельная блокировка движения сверла и передачи вращающего (крутящего) момента;
- надежная система передачи вращающего (крутящего) момента с минимальным износом;
- высокое качество сверла благодаря использованию хром-никель-молибденового сплава.



а – монтажный хвостовик оснастки: 1–хвостовик диаметром 10 мм; 2–закрытые пазы для автоматической фиксации; 3–направляющая длиной 40 мм; 4–два открытых паза с площадью основания примерно 75 мм² для надежной передачи усилия;
б – зажим для оснастки перфоратора: 5–два крепежных клина с площадью основания примерно 75 мм²; 6–два стопорных шарика для надежной фиксации оснастки;
7–хвостовик оснастки (сверла/долота)

Рисунок 4.90 – Система крепления SDS-plus

Аккумуляторные перфораторы используются преимущественно вне помещений и там, где по условиям работы питание от сети затруднено или невозможно (например, при возведении лесов). Благодаря своей мощности и компактности они также все больше используются во всевозможных крепежных работах.

Аккумуляторные перфораторы являются специальным инструментом с ударным механизмом. Поэтому они пригодны для ударного сверления твердых строительных материалов, например, бетона и природного камня. Стандартный диапазон сверления соответствует аналогичному диапазону крепежных работ при диаметрах сверления 4-18 мм. Производительность сверления в основном диапазоне 6-12 мм соответствует производительности инструмента, работающего от сети, при этом аккумуляторные перфораторы по причине отсутствия сетевого кабеля являются более удобными.

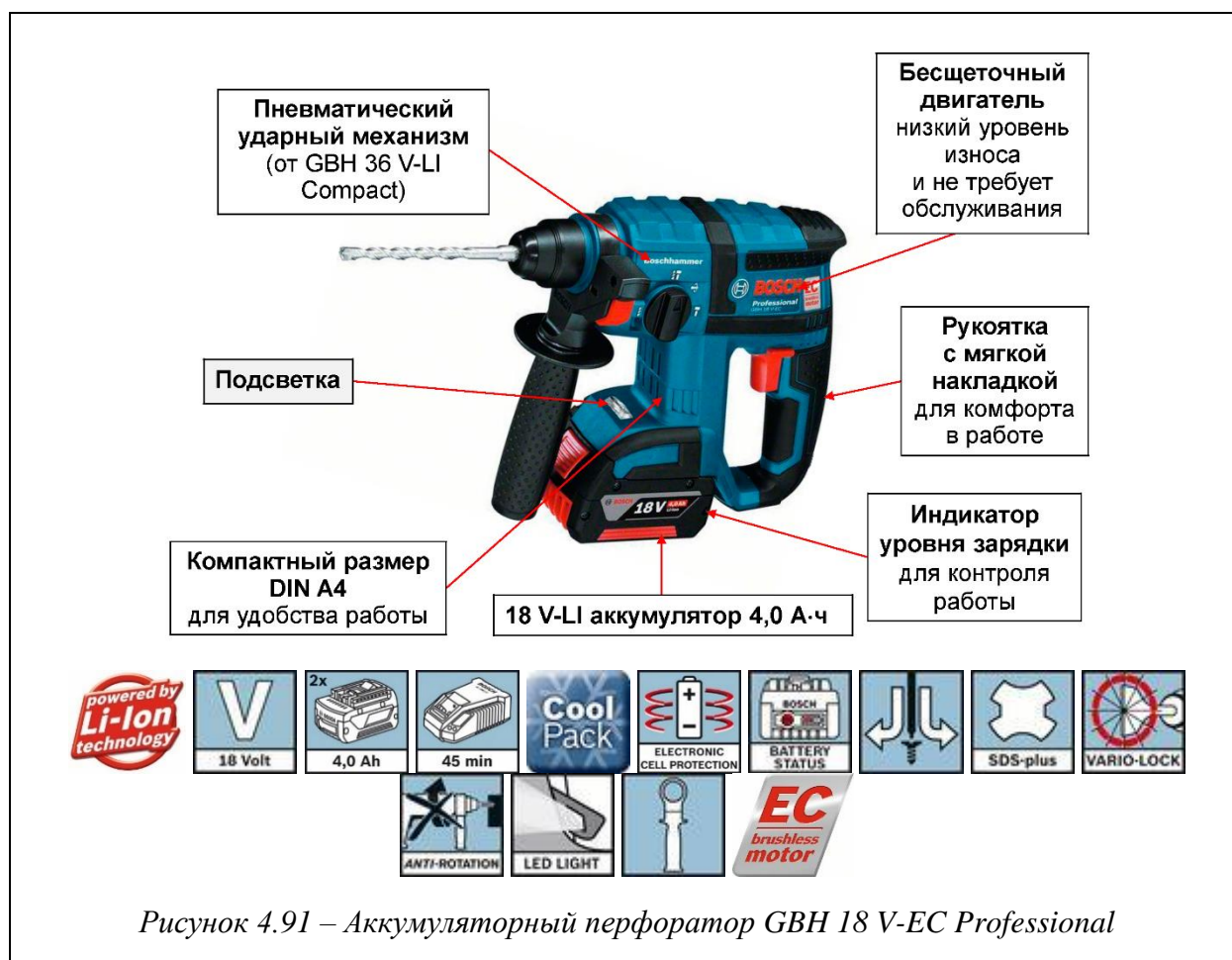
Поскольку для действия ударного механизма требуется определенная входная мощность, ударные механизмы для аккумуляторных перфораторов должны иметь особенно высокий КПД. Чисто механические ударные механизмы характеризуются очень низкими потерями, возникающими при трении. Благодаря этому, особенно при низких температурах, не тратится время на прогрев ударного механизма. В итоге экономится ценная энергия аккумулятора. Пневматические ударные механизмы имеют несколько более высокие потери, возникающие при трении, однако работают в более ровном режиме. Из-за высокой потребляемой мощности ударных механизмов производительные аккумуляторные перфораторы представлены в основном только в верхнем диапазоне рабочего напряжения (18-36 В).

Аккумуляторный перфоратор – это мощный инструмент ударного действия. В отличие от дрели, функция удара у него осуществляется с помощью электропневматического механизма, что гораздо эффективнее. При этом работать таким перфоратором можно вдали от источников тока.

Одной из новинок аккумуляторных инструментов является **аккумуляторный перфоратор GBH 18 V-EC Professional**.

Аккумуляторный перфоратор GBH 18 V-EC Professional имеет *три рабочих режима: сверление, сверление с ударом и долбление*. Инструмент предназначен для долбления бетона и кирпичной стены толщиной до 80 мм, а также сверления отверстий под анкеры в бетоне. В режиме долбления допустимо использование перфоратора в качестве легкого отбойника. Он может использоваться для сверления без удара в древесине, металле, керамике и пластмассе, а также для закручивания/выкручивания винтов.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторного перфоратора GBH 18 V-EC Professional приведены на рисунке 4.91.



Перфоратор состоит из пыленепроницаемого корпуса. Имеет удобный индикатор заряда и ограничитель глубины для сверления несквозных отверстий.

Встроенная светодиодная подсветка на электроинструменте предназначена для подсветки непосредственной рабочей зоны, она не пригодна для освещения помещения в доме.



Светодиодная подсветка

Яркая светодиодная подсветка делает возможной работу в условиях недостаточной освещенности.

Быстросменный патрон нужен для легкой и быстрой замены оснастки, реверс удобен для извлечения застрявшего в материале оснастки.



Быстрая замена оснастки

Аккумуляторный перфоратор GBH 18 V-EC Professional оснащен быстрозажимным патроном SDS-plus, что делает возможной быструю и легкую замену оснастки.

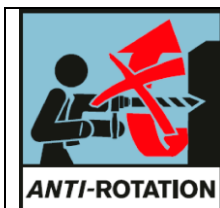
Электронная регулировка (частоты вращения) числа оборотов позволит быстро настроить инструмент на работу с разными по плотности материалами.



Удобство управления

С помощью переключателя пользователь с легкостью выберет необходимый ему режим работы - простое сверление, сверление с долблением или долбление.

Предохранительная муфта предотвращает проворот инструмента в руках.



Предохранительная муфта Antirotation

Прерывает передачу усилия, предотвращает проворот инструмента в руках.

В перфораторе установлен *ограничитель глубины*, позволяющий сверлить несколько отверстий одинаковой глубины; монтировать дюбели определённой монтажной глубины.



Контроль глубины сверления

Ограничительная линейка позволяет выбирать и контролировать необходимую глубину сверления.

В перфораторе применяется аккумулятор с *литий-ионной технологией*.



Литий-ионная технология

Инновационная литий-ионная технология гарантирует четырёхкратное увеличение срока службы аккумулятора без потери мощности.



Контроль заряда

Световой индикатор позволяет оператору контролировать состояние аккумулятора — отслеживать степень его разрядки.

Модель оснащена мощным инновационным *бесщеточным двигателем Bosch EC* с системой надежной защиты (ECP) от перегрузки, перегрева и глубокого разряда Electronic Cell Protection.

Дополнительными преимуществами перфоратора GBH 18 V-EC Professional являются:

- *высокая продолжительность работы (115 отверстий 6 x 40 мм в бетоне) на одной зарядке аккумулятора (4,0 А·ч) благодаря мощному бесколлекторному EC-двигателю Bosch;*
- *максимальная производительность выемки (12 кг/ч) в своем классе;*
- *оптимальный отвод тепла и увеличение срока службы аккумуляторов на 100 % благодаря инновационным аккумуляторам CoolPack;*
- *высочайшая прочность: система электронной защиты двигателя предохраняет его от перегрузки и обеспечивает полную работоспособность даже после падения на бетон с высоты 2 м;*
- *отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения элементов.*

Технические характеристики аккумуляторного перфоратора GBH 18 V-EC Professional

Напряжение аккумулятора, В	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0
Максимальная энергия единичного удара, Дж	1,7
Номинальное число оборотов, мин ⁻¹	0 - 1400
Частота ударов при номинальном числе оборотов, мин ⁻¹	0 - 4550
Патрон	SDS-plus
Диапазон сверления:	
— диаметр отверстия в бетоне при сверлении ударными сверлами, мм	4 - 18
— оптимальный диаметр сверления в бетоне с использованием ударных сверл, мм	4 - 10
— максимальный диаметр сверления в бетоне, мм	18
— максимальный диаметр отверстия в стали, мм	13
— максимальный диаметр отверстия в древесине, мм	20

Уровень вибрации при ударном сверлении в бетоне, м/с ²	16,0
Уровень вибрации при сверлении в металле, м/с ²	2,5
Габаритные размеры:	
– длина, мм	285
– высота, мм	218
Вес с аккумулятором, кг	2,6
Допустимая температура окружающей среды:	
– при зарядке, °С	0...+45
– при эксплуатации и хранении, °С	-20...+50
Время зарядки, мин	45

4.6.2 Принадлежности для аккумуляторных перфораторов

Перфораторы выпускаются с широким ассортиментом принадлежностей для более эффективного и надежного использования инструмента в конкретных областях применения. Среди самых важных принадлежностей можно выделить следующие:

- *дополнительная рукоятка;*
- *ограничитель глубины;*
- *угломер;*
- *устройства для вывода пыли;*
- *насадка для работы с долотом;*
- *угловые ударные коронки;*
- *адаптер для сверлильного патрона;*
- *одноударные насадки.*

Дополнительная рукоятка (рис. 4.92) разработана для более надежного управления инструментом и повышения точности сверления. Основной задачей данного устройства является максимальное сокращение риска несчастных случаев при блокировке сверла. Благодаря специальной конструкции внезапная отдача при блокировке сверла надежно компенсируется корпусом инструмента.

Внимание! Несмотря на то, что перфораторы оснащены предохранительной муфтой, **использование дополнительной рукоятки обязательно!**

Ограничитель глубины (рис. 4.92). Использование ограничителя глубины в комплекте с перфораторами *позволяет* значительно повысить эффективность работ при сверлении *нескольких отверстий одинаковой глубины*. Также использование данного приспособления *рекомендуется при монтаже дюбелей*, когда все отверстия в конструкции не должны превышать определенную монтажную глубину. Рассмотрим практический пример:

Пользователю необходимо просверлить 1000 отверстий для монтажа дюбелей на глубине 60 мм. При работе без ограничителя глубины макси-

мальная точность сверления составит 60-70 мм. В среднем каждое отверстие будет на 5 мм глубже нормы. При умножении на 1000 отверстий общая длина избыточного сверления составляет 5 000 мм, или 5 м, что приводит к дополнительному износу сверла и потере времени.



Рисунок 4.92 – Дополнительная рукоятка и ограничитель глубины (из стали, без шкалы, длина 210 мм)

Угломер является «контроллером» угла сверления (рис. 4.93). Данное устройство позволяет *контролировать* не только *глубину отверстия*, но и *угол*, под которым ось отверстия расположена по отношению к рабочей поверхности. С помощью данного устройства пользователь может *сверлить отверстия под прямым углом* к рабочей поверхности или *под любым другим предварительно заданным углом*. Данное устройство используется в комплекте с *перфораторами весового класса 2 кг*.

Вспомогательное приспособление для вертикального сверления предназначено для точного сверления под прямым углом. Используется в комбинации с универсальной рукояткой 2 608 025 120.

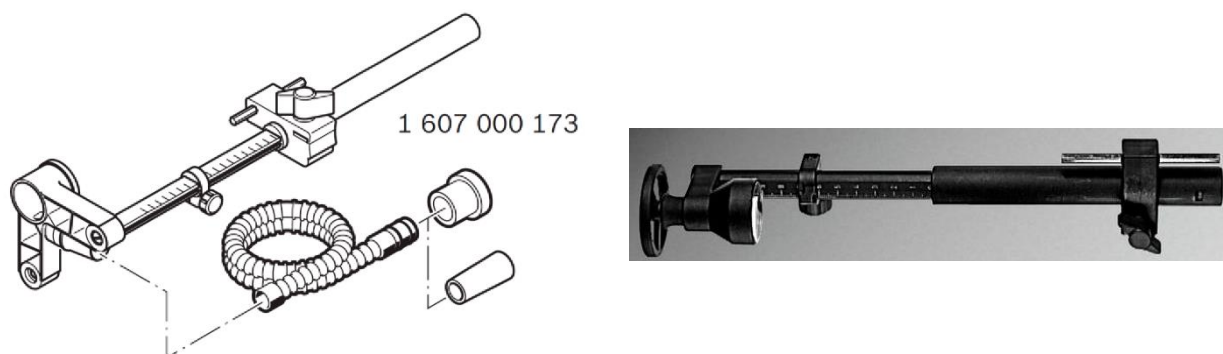


Рисунок 4.93 – Угломер (контроллер угла сверления) с устройством для вывода пыли

При *потолочных работах* с использованием аккумуляторного перфоратора важно защитить пользователя и устройство от попадания пыли

(буровой муки). При работе с перфораторами весового класса 2 кг для надежного вывода пыли можно применять адаптер для вывода пыли.

Адаптер для вывода пыли GDE 16 Plus Professional (рис. 4.94) применяется для беспылевого сверления с системой SDS-plus. Как правило, данные адаптеры поставляются в комплекте с ограничителем глубины. Для работы с адаптером данного типа необходимо наличие внешнего вытяжного устройства (пылесоса), с которым адаптер соединяется гибким шлангом. При использовании адаптера исключается дополнительная работа по очистке.



Преимущества адаптера для вывода пыли GDE 16 Plus Professional:

- *простота использования: подключение к перфоратору с патроном SDS-plus и пылесосу в один приём;*
- *высокоточная работа благодаря надежной алюминиевой телескопической штанге;*
- *максимальная гибкость: для левой и правой – при необходимости можно снять;*
- *оптимально подходит для системы Bosch Click&Clean (возможно подключение пылесоса напрямую).*

Технические характеристики адаптера для вывода пыли GDE 16 Plus Professional

Применяемость	GBH 18 V-EC; GBH 36 V-LI/VF-LI
Совместимость	Перфораторы с патроном SDS-plus
Диаметр отверстия, мм	4 – 16
– с полый сверлильной коронкой, мм	82
Максимальная глубина сверления, мм	120
Вес, г	520
Вес переходника для полый сверлильной коронки, г	115

Адаптер для сверлильного патрона. Перфораторы с системой крепления **SDS** предназначены для использования со специализированными рабочими насадками. Для крепления сверл круглого сечения необходимо использовать кулачковые патроны с хвостовиком **SDS** (рис. 4.95). Из-за продольного движения системы SDS точность вращения таких устройств значительно ниже, чем при использовании данных насадок в ударных дрелях.

Диапазон крепления сверл – от 1,5 до 13 мм.

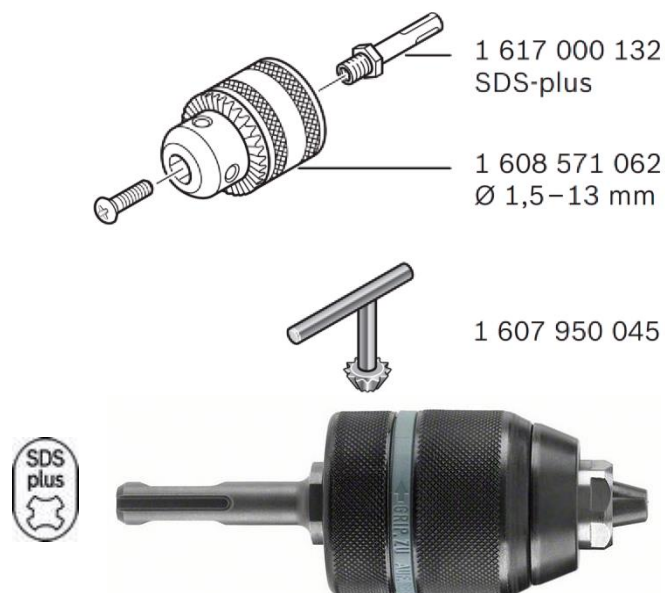


Рисунок 4.95 – Быстрозажимной сверлильный патрон SDS-plus

Универсальные держатели (рис. 4.96). При использовании аккумуляторного перфоратора в качестве шуруповёрта для крепления насадок с хвостовиком в виде наружного шестигранника 1/4" применяются универсальные держатели с быстросменным патроном и постоянным магнитом с хвостовиком SDS-plus:

Привод, дюймы 1/4"

Общая длина, мм 79,0

Диаметр (D1), мм 14,0



Рисунок 4.96 – Универсальный держатель

Одноударные насадки. Одноударные насадки используются для монтажа одноударных анкеров (анкеров для высоких нагрузок) в режиме блокировки ротационного движения перфоратора. Для установки таких насадок необходим специальный хвостовик SDS (рис. 4.97).



Рисунок 4.97 – Ударный инструмент SDS-plus для монтажа одноударных анкеров

В таблице 4.16 приведены технические характеристики ударного инструмента SDS-plus для монтажа одноударных анкеров.

Таблица 4.16 – Технические характеристики ударного инструмента SDS-plus

Привод/резьба	Хвостовик для патрона	Диаметр, мм	Длина, мм
M8	SDS-plus	6	80
M10	SDS-plus	8,4	86

4.6.3 Оснастка для ударного сверления перфораторами

Рабочие насадки для перфораторов принципиально отличаются от насадок для ударных дрелей, например, сверл по камню. Из-за высокой силы при одиночном ударе для использования таких насадок необходим монтажный хвостовик (SDS) соответствующего размера. Рабочие насадки данного типа отличаются особой геометрией режущей головки и специальным составом сверхпрочных твердосплавных наконечников. Высокая рабочая производительность приводит к повышенному образованию буровой муки, для вывода которой служат канавки специальной формы. В зависимости от конкретной области применения сверла подразделяются на следующие подвиды:

- *сплошные сверла;*
- *пробойные сверла;*
- *полые сверлильные коронки.*

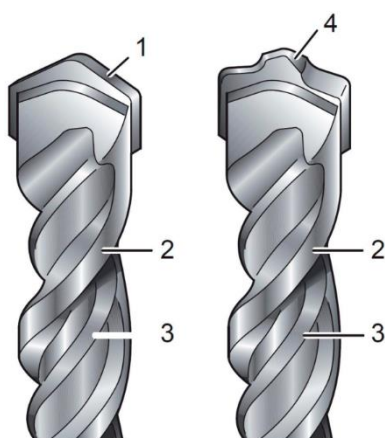
Сплошные сверла. Сплошными сверлами называют специальные насадки для максимального контакта режущей кромки с поверхностью монтажного отверстия. Они, в свою очередь, подразделяются **на:**

- *сплошные сверла с двумя режущими кромками;*
- *сплошные сверла с четырьмя режущими кромками;*
- *сверла с отсосом буровой муки.*



Сплошные сверла с двумя режущими кромками. В рыночном сегменте сплошных сверл с двумя режущими кромками примерно 90% от всего объема приходится на так называемые *«дюбельные сверла»*.

Дюбельные сверла: дюбельными называют стандартные сверла для крепежных работ диаметром 4-15 мм. В пределах этой группы примерно 80 % составляют сверла **диаметром 6, 8, 10 и 12 мм**. Наряду со стандартной спиральной формой на рынке представлены сверла улучшенной формы для более эффективного вывода буровой муки из отверстия, например, **дюбельное сверло BOSCH S4** (рис. 4.98). Сверло данного типа отличается улучшенной спиральной формой для глубинного сверления с незначительным диаметром. На такие сверла нанесен дополнительный спиральный паз, который позволяет значительно улучшить вывод буровой муки из отверстия, но при этом не создает дополнительного трения о стенки отверстия.

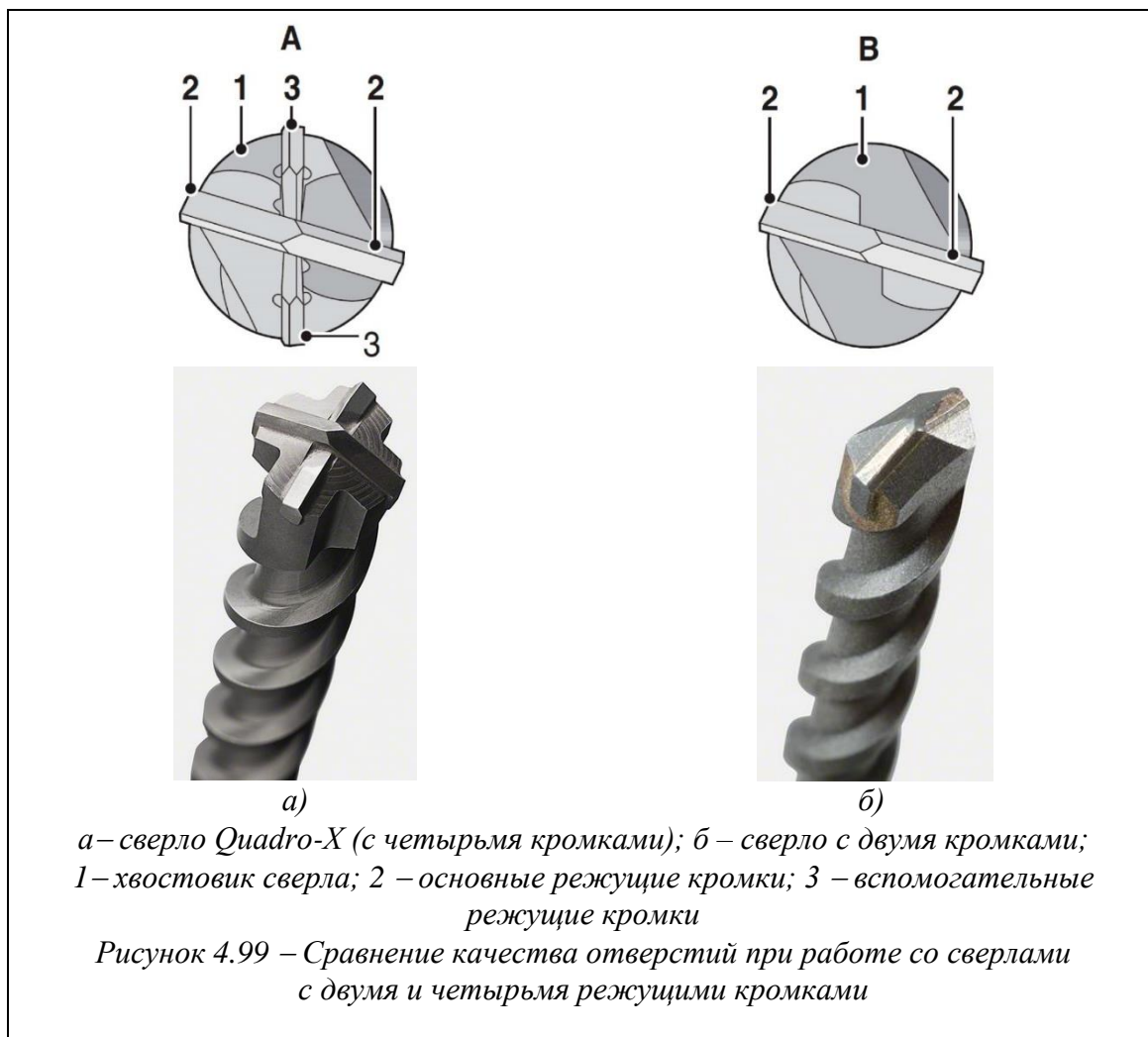


1 – режущая головка; 2 – главная (основная) спираль; 3 – дополнительная (вспомогательная) спираль; 4 – центрирующий наконечник

Рисунок 4.98 – Сверло (бур) перфоратора со стружечной канавкой S4

Спиральные сверла: спиральные сверла с широким и глубоким спиральным пазом цилиндрической формы. Для сохранения прочности сверла использование такого профиля рекомендуется для сверл диаметром **от 12 мм**. В сегменте спиральных сверл с двумя режущими кромками представлены насадки диаметром 12-52 мм и рабочей длиной 150-850 мм. Специальная спиральная форма паза обеспечивает быстрый и надежный вывод буровой муки из отверстия. Спиральные сверла с двумя режущими кромками отличаются относительно неравномерным пробегом, поэтому монтажные отверстия большого диаметра получаются неровными. Контакт с арматурными конструкциями в железобетоне приводит к блокировке сверла или повреждению твердосплавного наконечника.

Сплошные сверла с четырьмя режущими кромками. Сплошные сверла с четырьмя режущими кромками сходны по своей форме со сверлами с двумя режущими кромками (спиральными сверлами), но при этом снабжены четырьмя режущими кромками. Как правило, различают две основные режущие кромки и две вспомогательные. Конструкция свёрл с четырьмя режущими кромками и с двумя режущими кромками приведена на рисунке 4.99.



Благодаря более равномерному распределению усилия необходимо отметить следующие преимущества сверл с четырьмя кромками по сравнению со сверлами с двумя режущими кромками:

- **оптимальное** центрирование и высокая точность сверления;
- высокая мощность и быстрота рабочего процесса;
- точное ведение сверла в отверстии без заклинивания;
- повышенная точность вращения и незначительная вибрация;
- продолжительный срок службы даже при работе в армированном бетоне;
- высокая точность сверления для монтажа анкеров высокой нагрузки.

При сверлении с двумя режущими кромками в мягких или тонких материалах отверстие получается неровным, так как сверло соприкасается с поверхностью только **в двух точках**.

Использование сверла с четырьмя режущими кромками позволяет получить отверстие идеально круглой формы, так как сверло соприкасается с поверхностью **в четырех точках**.

Сверло с отсосом буровой муки. Сверло с отсосом буровой муки представляет собой *полый стержень без спирального паза*. В монтажном хвостовике расположена специальная гильза для отсоса буровой муки. Данная гильза соединяется с внутренним или внешним вытяжным вентилятором с помощью гибкого шланга, что создает в пустом хвостовике сверла низкое давление. Через отверстие в наконечнике сверла *выводится буровая мука и поступает свежий воздух для охлаждения устройства*.

Сверла с отсосом буровой муки характеризуются незначительным трением хвостовика и низким механическим износом, что является существенным преимуществом при сверлении сверхглубоких отверстий (от 400 до 800 мм.). Даже *при сверлении глубоких или сквозных отверстий* пользователь может *работать с максимальной мощностью*, что обеспечивает более высокую эффективность работ по сравнению со спиральными сверлами. *Отверстие получается настолько чистым, что при монтаже клеевых анкеров можно обойтись без специальной чистки и продувки отверстий.* Это преимущество имеет большое значение при сверлении отвесных напольных отверстий.

Такие сверла по принципу своей работы подходят только для сухих строительных материалов.

Сверла с отсосом буровой муки **не подходят** для обработки *мягких или влажных материалов*, так как это может привести к блокировке вытяжного канала.

Сверла с отсосом буровой муки **диаметром 8-24 мм** монтируются с системами **SDS-plus**.

Пробойные сверла. При сверлении сквозных отверстий *глубина отверстия (длина) в несколько раз превышает диаметр*. В этом случае использование *сплошных сверл* приводит к *повышенному трению хвостовика*, уве-

личивающемся пропорционально глубине монтажного отверстия. Необходимый для таких работ повышенный вращающий момент может привести к перегрузке перфоратора и преждевременной активации предохранительной муфты. Во избежание данных проблем используются специальные пробойные сверла с уменьшенным диаметром и длиной спирального паза. Режущая головка сверла оснащена несколькими твердосплавными зубьями, расположенными с небольшим смещением относительно друг друга. Такая геометрическая форма головки приводит к образованию крупной каменной крошки при разрушении материала, что значительно повышает эффективность рабочего процесса. Благодаря короткому спиральному пазу **буровая мука** эффективно **удаляется** из отверстия, а гладкая форма хвостовика позволяет избежать *трения*. Короткие нагнетающие движения перфоратором улучшают вывод каменной муки из отверстия. При работе с отверстиями небольшой глубины буровая мука может оставаться в отверстии до пробоя. Среди основных **преимуществ пробойного сверла по сравнению со сплошными сверлами** идентичного диаметра можно выделить следующие:

- незначительное трение хвостовика;
- снижение риска заклинивания;
- повышенная рабочая эффективность.

Пробойные сверла используются для сверления отверстий диаметром 45-80 мм и рабочей глубиной 500-850 мм.

Геометрия сверл, технология паяного соединения спирали с твердосплавной головкой сверл описаны в подразделе 4.3.4 «Свёрла для обработки камня».

Формы спиралей сверл:

- *двухспиральная U-образная форма (рис. 4.100). Оптимальный отвод сверильной пыли при сверлении в абразивных материалах.*

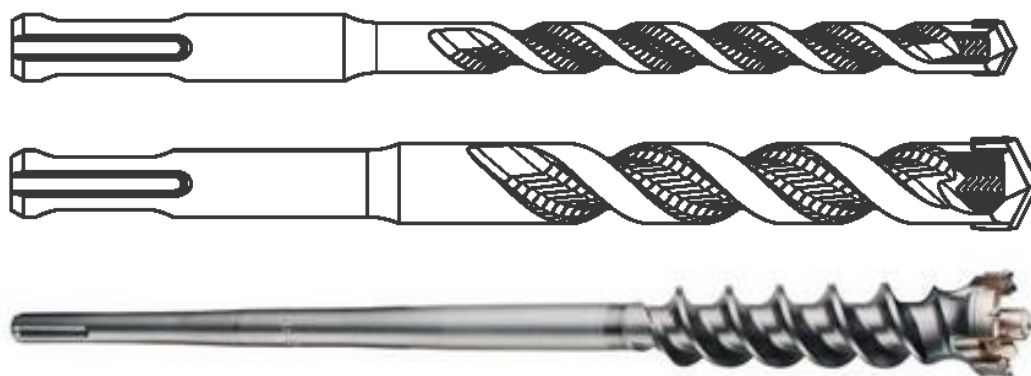


Рисунок 4.100 – Двухспиральная U-образная форма спирали

- *четырёхспиральный дизайн Turbo (рис. 4.101). Оптимизированный отвод сверильной пыли для комфортного сверления в бетоне. Увеличенный диаметр стержня повышает долговечность сверла.*



Рисунок 4.101 – 4-спиральный дизайн Turbo

- *Дизайн спиралей «2+2» (рис. 4.102). Оптимально адаптированный к вибрациям дизайн спирали для эффективной передачи приводного усилия перфоратора на цельную твердосплавную головку и максимальной скорости сверления. Шаг спирали гарантирует стабильность и позволяет отводить металлические опилки крупной фракции при сверлении арматуры.*



Рисунок 4.102 – Дизайн спиралей «2+2»

Система хвостовиков. Быстрозажимная система также является важным критерием профессионального сверла. В 1975 году компания Bosch изобрела систему SDS-plus и изменила способ, с помощью которого профессионалы могут быстро и легко зажимать сверло в перфораторах.

4.6.3.1 Сверлильные инструменты для камня и бетона

В таблице 4.17 приведены основные характеристики ударных сверл с хвостовиком SDS-plus для работы по камню (бетону).

Таблица 4.17 – Ударные сверла (буры) с хвостовиком SDS-plus

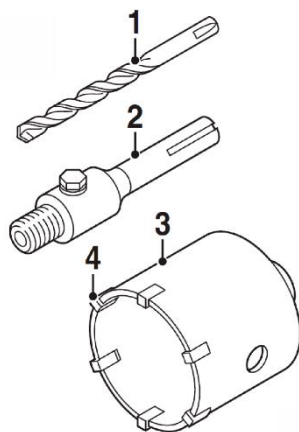
Новое название	SDS-plus-5	SDS-plus-7	SDS-plus-9 Rebar Cutter	SDS-plus-9 Core Cutter
Старое название	S4L	X5L & Speed X		
				
Диаметр сверла, мм	3,0-26,0	5,0-30,0	16,0-32,0	25; 40; 50; 68; 82; 90; 100; 112
Форма (дизайн) спирали	4- спиральный дизайн Turbo	Дизайн спиралей «2+2»	Дизайн спиралей «2+2»	
Острие	activeteq	activeteq		
	Индикатор износа	Индикатор износа	Вентиляционное отверстие	
	Твердый сплав + зубчатые канавки			
Исполнение	АВВ-пайка и закалка, 2 режущие кромки	Цельная твердосплавная головка с 5 режущими кромками, технология диффузионного соединения	Твердосплавные зубья	Асимметричные твердосплавные зубья
Материал	Долговечный твердый сплав	Долговечный твердый сплав с мелкой зернистостью	Долговечный твердый сплав	Долговечный твердый сплав с мелкой зернистостью
Назначение	Комфортное сверление без заклинивания и потери скорости в кирпичной кладке, армированном и неармированном бетоне	Увеличенный втрое срок службы и высокая точность сверления в кирпичной кладке, армированном и неармированном бетоне	Сверление арматуры в бетоне	Для монтажа выключателей в кирпичной кладке, неармированном бетоне, силикатном кирпиче
Срок службы	●●●	●●●●●	●●	●●●●
Скорость	●●●●	●●●●●	●●●	●●●●●
Отвод сверлильной пыли	●●●●	●●●●●	●●	●●
●/●● = хорошо; ●●●/●●●● = лучше; ●●●●● = лучше всего				

4.6.3.2 Полые сверлильные коронки для перфораторов

*Полые сверлильные коронки для перфораторов (рис. 4.103) используются для сверления **отверстий большого диаметра**. При этом из отверстия удаляется весь кольцевой сегмент, что значительно сокращает необходимую рабочую мощность. Коронка вынимается из отверстия по достижении максимальной глубины сверления. Если глубина отверстия превышает максимальную длину коронки, то сверлить необходимо в несколько рабочих приемов. При этом буровой керн необходимо удалять из отверстия после каждого рабочего этапа.*

*Сверление со сверлильными коронками является длительным процессом с высокой вибрационной нагрузкой на рабочую поверхность. Металлические включения, например, *арматурные соединения в железобетоне*, могут привести к повреждению сверла. По этой причине стандартные сверлильные коронки в комбинации с перфоратором практически полностью вытеснены с рынка алмазными коронками.*

*Полые сверлильные коронки используются с **диаметром 40-125 мм** и рабочей длиной от 100 мм.*



*1 – центрирующее сверло; 2 – монтажный хвостовик; 3 – полая сверлильная коронка;
4 – твердосплавные резцы*

Рисунок 4.103 – Полая сверлильная коронка

Охлаждение. Обычно при сверлении каменных материалов охлаждающие жидкости **не** используются, поскольку вместе со сверлильной мукой они образуют трудноустраняемый шлам. Исключением являются алмазные сверлильные коронки, которые необходимо **охлаждать при сверлении бетона и твердых каменных материалов**. Для этого используется **вода**, которая при выходе из отверстия улавливается соответствующим приспособлением.

4.6.4 Оснастка для долбления

Зубила. Для обработки *камня и бетона* зубило имеет заточку в форме двухступенчатого клина, в целях обеспечения достаточной жесткости угол заострения больше, чем у зубил по металлу. Обычно его величина составляет от 60° до 70°.

Зубила вскрывают структуру камня с помощью ударных воздействий и затем разрушают камень расклинивающим воздействием.

В зависимости от назначения, при обработке камня, бетона и других строительных материалов перфораторами и отбойными молотками применяются зубила разнообразных типов:

- *долбежные зубила* используются для пролома отверстий;
- *обрубные зубила* для обработки краев элементов;
- *зубила для работ по демонтажу* для разбивания каменных элементов здания.

При обработке камня и бетона, помимо зубил, также применяются *вспомогательные приспособления ударного действия*:



- *трамбовочные и вибрационные плиты (пластины)*;
- *костыльные кувалды (подбойники)*;
- *долбежные насадки*.


Оснастка для обработки *бетона и камня* подходит для всех стандартных зажимных патронов и для всех моделей перфораторов и отбойных молотков:

- *с хвостовиком SDS-plus для отбойных молотков с энергией удара менее 5 Дж*;
- *перфораторов класса 2-4 кг*.

В таблице 4.18 приведены типы оснастки и область их применения для ремонта, реконструкции, изготовления проемов, долбежных и демонтажных работ.

Таблица 4.18 – Типы оснастки для перфораторов

Тип	Применение
1	2
Пикообразные зубила 	Пикообразные зубила рекомендуются для подгоночных работ в твердых материалах, таких как бетон и кирпичная кладка. Здесь вся ударная энергия сконцентрирована в одной точке и создает самую высокую производительность съема материала с помощью расклинивающего действия. В этом случае заострение означает скалывание, разбивание или отламывание.
Плоские зубила 	Плоские зубила, прежде всего, используются для более <i>мягких типов камня</i> , таких как <i>кирпич</i> , мягкий <i>силикатный кирпич</i> и т.п. Благодаря наличию у зубил режущей кромки ударная энергия более эффективно распределяется в этих материалах. Такие

1	2
	зубила также используется для «оконтурирования», то есть маркировки каменного материала, который будут удалять.
Лопаточные зубила 	<p>Широкие плоские зубила используются для выламывания и разрыхления почвы, бесшовного пола и асфальта или для удаления штукатурки и грязевых отложений со стен или каменной кладки, удаления выступов на бетонной обшивке.</p> <p>Широкая поперечная режущая кромка длиной от 50 до 110 мм дает возможность выполнять высокоэффективное долбление и скалывание в легких строительных материалах, таких как пенобетонные блоки, пустотелые кирпичи или штукатурка. Лопаточные зубила соответствующей ширины в зависимости от твердости строительного раствора может также быть использовано для снятия плитки.</p>
Полукруглые зубила 	<p>Полукруглые зубила используются для <i>прорезания канавок (каналов) или прорезей для газопроводов, водопроводов и линий электропитания</i> в различных материалах, за исключением <i>гранита и мрамора</i>. Полукруглые зубила с прямыми лезвиями лучше использовать для более мягких строительных материалов (кирпич, мягкий силикатный кирпич). Небольшой изгиб облегчает возможность верхней части полукруглого зубила сохранять постоянной глубину прорези.</p>
Зубила для снятия керамической плитки 	<p>Эти зубила (с эргономично смещенной поперечной режущей кромкой) предназначены для <i>удаления настенной и напольной плитки</i>.</p>
Стыковые зубила с твердосплавными вставками 	<p>Эти зубила (с карбидвольфрамовыми зубьями) предназначены для <i>удаления строительного раствора из швов кирпичной кладки, выемки неповрежденных кирпичей из стен, сбивания плитки, снятия штукатурки</i>.</p>
Костыльные кувалды 	<p>Применяется для путевых ремонтных работ на железной дороге. С помощью этих приспособлений осуществляется подбивка щебня под шпалами и вбивание костылей в грунт при установке мобильных конструкций (выставочных павильонов, передвижных электроустановок, палаток медицины катастроф).</p>

4.6.5 Закрепляющий материал 6

Задание 6.1

I. Заполните схему:

1. Заполните схему видов и подвидов сверл для перфораторов:



II. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Дюбельные сверла BOSCH S4 применяются для сверления:

- а) глубинного сверления;
- б) небольшого углубления для установки розеток;
- в) больших отверстий в бетоне.

Ответ:

2. Сверла с отсосом буровой муки могут применяться для сверления отверстий диаметром:

- а) 400 – 800 мм;
- б) 900 – 1000 мм;
- в) 1100 – 1200 мм.

Ответ:

3. Сверла с отсосом буровой муки **Не** подходят для обработки материалов:

- а) твердых;
- б) мягких;
- в) пористых.

Ответ:

4. Пробойные сверла используются для сверления отверстий диаметром:

- а) 45 – 80 мм;
- б) 81 – 90 мм;
- в) 91 – 102 мм.

Ответ:

5. Пробойными сверлами возможно сверление отверстий глубиной до:

- а) 500 – 850 мм;
- б) 860 – 900 мм;
- в) 910 – 1000 мм.

Ответ:

6. Дизайн спирали «2+2» для сверления железобетонных конструкций применять:

- а) нельзя;
- б) можно;
- в) можно при диаметре арматуры 100 мм.

Ответ:

7. Ударное сверло SDS-plus-9 Rebar Cutter используется только для сверления:

- а) ударного;
- б) безударного;
- в) вращательного.

Ответ:

8. При сверлении сплошными сверлами с двумя режущими кромками отверстие получается:

- а) ровным;
- б) неровным;
- в) идеально круглой формы.

Ответ:

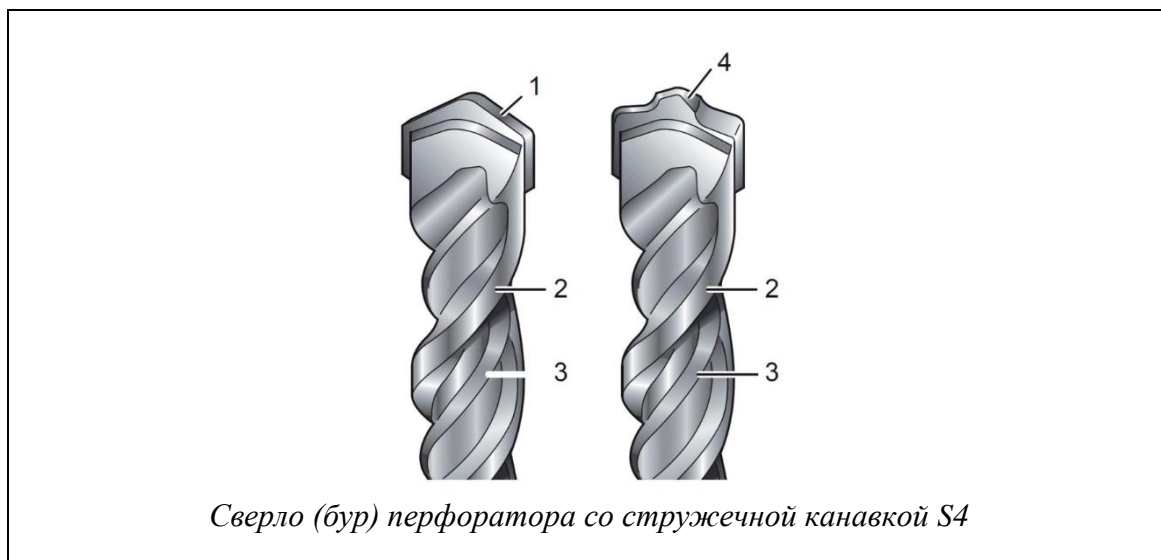
9. Аккумуляторный перфоратор GBH 18 V-EC Professional имеет рабочие режимы:

- а) два;
- б) три;
- в) четыре.

Ответ:

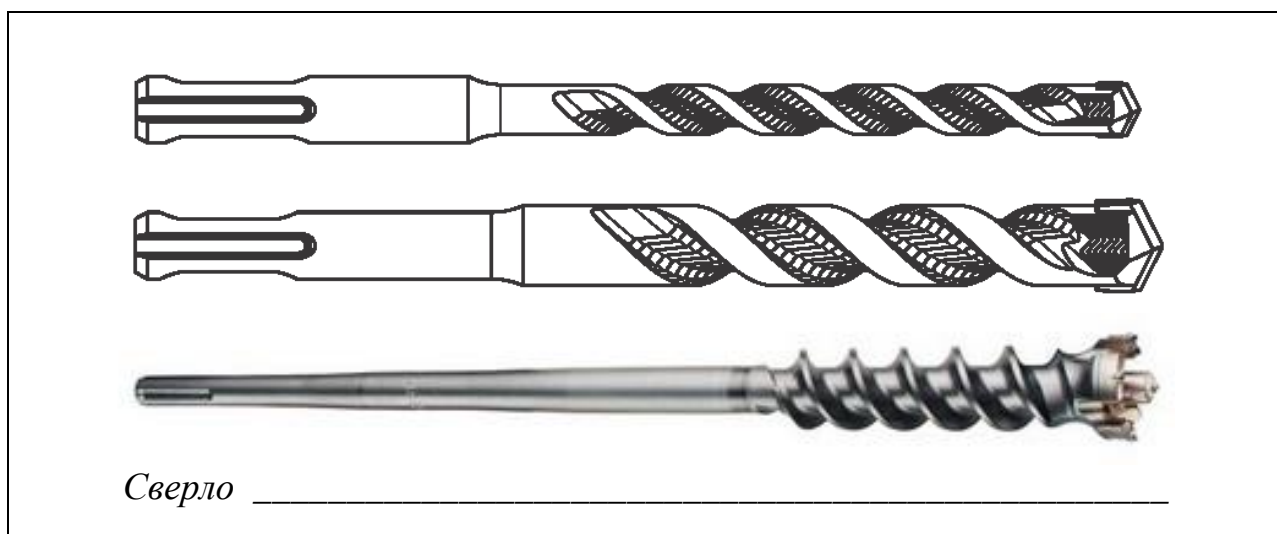
III. Работа с рисунками:

1. По рисунку «Сверло (бур) перфоратора со стружечной канавкой S4» определите основные элементы сверла и подпишите:

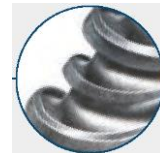


1 -	
2 -	
3 -	
4 -	

2. По рисунку определите вид сверла и подпишите:



3. По рисунку определите вид сверла и подпишите:



Сверло _____

4. Определите форму рукоятки аккумуляторного перфоратора, изображенного на рисунке, и подпишите.



Форма рукоятки перфоратора _____

IV. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Специальная спиральная форма паза сверла обеспечивает вывод _____ из отверстия.
2. Сплошные сверла с двумя режущими кромками называются _____.
3. Аккумуляторный перфоратор GBH 18 V-EC Professional оснащен мощным инновационным _____ Bosch и системой надежной защиты аккумулятора _____.

V. Установите соответствие:

1. Установите соответствие (стрелками) между типом ударного сверла с хвостовиком SDS-plus и его назначением:

<i>Тип ударного сверла</i>		<i>Назначение</i>	
1.	SDS-plus-5	А.	Монтаж выключателей
2.	SDS-plus-7	Б.	Сверление арматуры в бетоне
3.	SDS-plus-9 Rebar Cutter	В.	Сверление железобетона
4.	SDS-plus-9 Core Cutter	Г.	Сверление кирпичной кладки, армированного и неармированного бетона
		Д.	Сверление силикатного кирпича
		Е.	Сверление керамической плитки

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	
4	→	

VI. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Аккумуляторный перфоратор GBH 18 V-EC Professional может использоваться для безударного сверления:

- | | |
|---------------|----------------|
| а) древесины; | б) металла; |
| в) керамики; | г) пластмассы. |

Ответ:

III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Перфораторы с режимом работы «сверление без удара» рекомендуется применять для сверления:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| а) керамогранита; | б) кафельной плитки; |
| в) мраморной плитки; | г) глазурованной плитки. |

Ответ:

2. Аккумуляторный перфоратор GBH 18 V-EC Professional имеет рабочие режимы:

- | | |
|---------------|------------------------|
| а) сверление; | б) сверление с ударом; |
| в) удар. | |

Ответ:

IV. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Кольцевые коронки для перфораторов используются для сверления отверстий _____ диаметра.

2. Полые сверлильные коронки используются с диаметром _____ мм и рабочей длиной от _____ мм.

3. Монтажные отверстия большого диаметра получаются *неровными* при использовании спирального сверла с _____ кромками.

4. Инновационная _____ технология _____ увеличивает срок службы аккумуляторного перфоратора GBH 18 V-EC Professional без потери мощности.

V. Установите соответствие:

1. Установите соответствие между обрабатываемыми материалами и максимальным диаметром отверстия, полученными при сверлении перфоратором GBH 18 V-EC Professional.

Материал		Диаметр сверления, мм	
1.	Сталь	А.	4 - 18
2.	Бетон	Б.	13
3.	Древесина	В.	30
		Г.	20

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

5 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СТРОГАНИЯ

Процесс обработки со снятием стружки (например, древесины) с точки зрения потребляемой мощности сопоставим с пилением. Интервалы времени, в течение которых инструмент работает, примерно такие же, как при пилении. А потребляемая мощность в конкретном случае зависит от:

- *глубины строгания;*
- *скорости подачи.*

По мере увеличения глубины строгания и скорости подачи повышается не только производительность, но и потребляемая мощность. В целом использование аккумуляторного инструмента для обработки со снятием стружки ограничивается ёмкостью аккумулятора. Поэтому для оптимального использования имеющейся ёмкости аккумулятора необходимо компромиссное решение. Глубина строгания и скорость подачи должны быть намного меньше, чем при работе инструмента с сетевым питанием.

5.1 Модуль 7 «Аккумуляторные рубанки»

Учебный материал 7

5.1.1 Основные принципы строгания

Строгание – это операция резания древесины резцом (ножом), при которой траекторией резания является прямая. Направление прямой совпадает с направлением рабочего движения. При строгании поверхность резания, поверхность обработки и плоскость резания совпадают.

Строганием придают деталям правильную форму и размеры, указанные на чертеже. Кроме того, поверхность становится ровной, чистой и гладкой. Типичными областями применения являются не только сглаживание и строгание по толщине, но также и структурирование поверхностей. При строгании происходит снятие материала в форме щепок или стружек.

Во время строгания вращающийся режущий инструмент, который находится параллельно обрабатываемой детали, перемещается под прямым углом к оси его вращения вдоль обрабатываемой детали.

Электрорубанок является стандартным инструментом для строгания. С его помощью производится обработка поверхностей и обрезка кромок. Используя вспомогательные приспособления, можно осуществлять выборку пазов, фугование и рейсмусовые работы. При использовании двусторонних ножей из твердого сплава отпадает необходимость в их заточке. После пере-

ворачивания ножа или его замены дополнительные регулировки не требуются.

Можно строгать все материалы с хорошей обрабатываемостью. Однако ручные электрорубанки почти исключительно используются для **обработки древесины и древесных материалов**. Также можно обрабатывать пластмассы при небольшой ширине строгания (приблизительно 20-50 мм, в зависимости от типа пластмассы).

5.1.2 Свойства ручных электрорубанков

Электрический *рубанок* представляет собой инструмент с вращающимся *ножевым валом*, предназначенный для обработки поверхностей (главным образом древесины и полимерных материалов) со съёмом стружки. Ось ножевого вала располагается параллельно направляющей поверхности.

Электрические рубанки не могут применяться для металлообработки. Они не предназначены для этого ни конструктивно, ни с точки зрения техники безопасности.

Ручные электрорубанки состоят из расположенного горизонтально приводного электродвигателя, смонтированного поперек направления строгания, который через ременную передачу приводит во вращение строгальный вал (строгальную головку). На окружности этого вала расположены один или несколько строгальных ножей. Опорная плита рубанка состоит из двух частей. При помощи передней части можно регулировать толщину снимаемого материала. Рубанки используются для обработки поверхностей. Рабочим принципом электрорубанка является вращение. В зависимости от диаметра строгального вала число оборотов рубанка может составлять от 10 000 до 18 000 об/мин.

Электрорубанки классифицируются по ширине строгания и максимальной толщине снимаемой стружки.

Стандартная ширина строгания равна 82 мм и 100 мм, при этом **82 мм** является наиболее распространенной шириной строгания. Электрорубанки с *шириной строгания 100 мм* и более называются **широкими электрорубанками**.

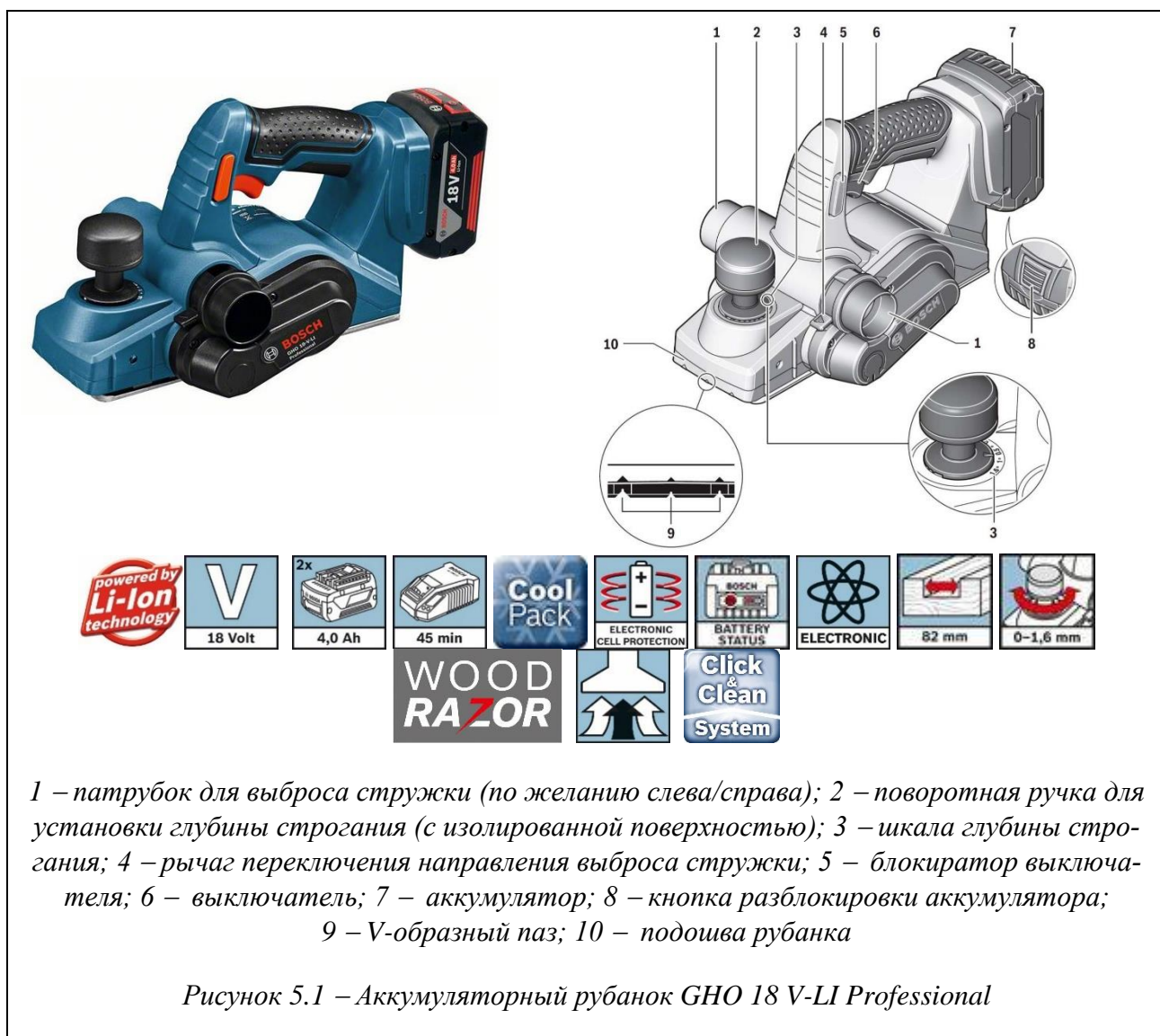
Ручной электрорубанок с *универсальным двигателем* незаменим и для обработки деревянных строительных элементов промышленного изготовления в тех случаях, когда требуется вручную выполнять работы по их пригонке или выравниванию. По конструктивной форме, принципам обращения и применения электрорубанок аналогичен применяющимся с давних времен ручным рубанкам. Высокая частота вращения вала универсального двигателя передается ножевому валу при помощи эластичной ременной передачи.

Аккумуляторные рубанки могут быть полезны при выполнении мелких слесарно-пригоночных работ. Поэтому их использование особенно целе-

сообразно при монтаже встроенной мебели, внутренней отделке, сборке торгового оборудования и выставочных стендов.

Аккумуляторные рубанки снимают стружку толщиной примерно до 1,6 мм. Обеспечиваемая ими производительность строгания приблизительно соответствует производительности работающего от сети инструмента нижнего класса мощности. Для обеспечения компактности рабочее напряжение в верхнем диапазоне составляет 18 В.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторного рубанка GHO 18 V-LI Professional приведены на рисунке 5.1.



Аккумуляторный рубанок GHO 18 V-LI Professional – это исключительно лёгкий инструмент с точной обработкой. Он обладает следующими преимуществами:

- быстрая и высокоточная работа благодаря плавной регулировке глубины строгания до 1,6 мм;

- *высокое качество обработки поверхности благодаря исключительно острому и долговечному поворотному ножу из твердого сплава;*
- *инновационные аккумуляторы CoolPack с увеличенным на 100 % сроком службы;*
- *система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;*
- *тормоз двигателя для безопасной остановки;*
- *быстрая замена ножа для непрерывной работы;*
- *выбор стороны выброса опилок.*

Технические характеристики аккумуляторного рубанка GHO 18 V-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0
Число оборотов холостого хода, мин ⁻¹	14 000
Глубина строгания, мм	0 – 1,6
Регулируемая глубина выборки паза, мм	0 – 8
Рабочая ширина строгания, макс., мм	82
Длина, мм	330,0
Высота, мм	147,0
Вес с аккумулятором, кг	2,6

Комплект поворотных твердосплавных ножей двустороннего применения особенно удобен благодаря возможности лёгкой замены.

Строгальный нож из твердого сплава (НМ) имеет два лезвия и может быть повернут. Если затупились оба лезвия, то строгальный нож должен быть заменен. ***Твердосплавный строгальный нож НМ нельзя затачивать.***

Ножи из быстрорежущей инструментальной стали допускают переточку, однако их необходимо заново регулировать после каждой замены ножей. Самозакрывающийся маятниковый защитный кожух или парковочный башмак позволяют защитить ножевой вал, вращающийся по инерции после отключения инструмента, и поверхность заготовки от повреждений. *Упор регулирования глубины* выборки ограничивает глубину строгания при выборке четверти, а *упор для ограничения ширины* паза позволяет ограничивать ширину строгания.

Ножевой вал не должен представлять опасности для здоровья оператора даже при недостаточной затяжке удерживающих ножи винтов, что обеспечивается применением фиксирующего паза на режущем ноже.

Задняя часть подошвы электрорубанка образует основание, которое постоянно присоединено к кожуху двигателя и не может быть перемещено. На нем остается электрорубанок, когда его ведут над обрабатываемой деталью.

Задняя часть подошвы электрорубанка должна быть параллельна ножевому валу, чтобы обеспечить высокое качество обработанной поверхности. Это реализуется на этапе производства высококачественных электрорубанков путем измерения собранной подошвы электрорубанка с помощью электронных приборов и повторной её обработке после её сборки, если это необходимо.

Передняя часть подошвы электрорубанка может быть отрегулирована по вертикали и отвечает за ведение ножевого вала в вертикальной плоскости параллельно поверхности обрабатываемой заготовки. Передняя часть подошвы электрорубанка, таким образом, определяет толщину стружки.

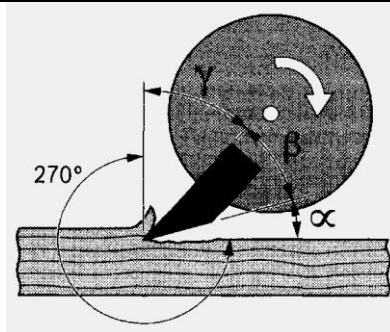
Ножевой вал, также известный под названием *ножевая головка*, или *строгальный суппорт*, имеет один нож, установленный по его окружности, который вращается и снимают материал в виде стружки с поверхности обрабатываемой заготовки.

Ножевой вал должен работать с абсолютной *концентричностью* и снабжаться *самоконтрящейся арматурой ножа*.

5.1.3 Ножи для электрорубанков

Для осуществления процесса резания резец устанавливают под углом к обрабатываемой поверхности, в результате чего образуются следующие углы (рис. 5.2):

- задний (α), между задней гранью резца и плоскостью резания;
- заострения (β), или заточки, между передней и задней гранями;
- передний (γ), между передней гранью и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания;
- резания (δ), между передней гранью и плоскостью резания.



α – задний угол; β – угол заострения; γ – передний угол; $\alpha + \beta$ = угол резания

Рисунок 5.2 – Углы на ноже электрорубанка

Между угловыми параметрами существует зависимость:

$$\alpha + \beta = \delta; \quad \delta + \gamma = 90^\circ.$$

Угол резания подбирают в зависимости от направления (вида) резания по отношению к волокнам древесины. Различают три основных вида резания: вдоль волокон, в торец, поперек волокон.

В дополнение к общим углам для электроинструментов, работающих со съёмом материала, *ножи электрорубанка* могут иметь *специальный профиль вдоль режущей кромки*, который напрямую воздействует на обрабатываемую поверхность. *Следующие критерии определяют свойства инструмента:*

- *передний угол;*
- *задний угол;*
- *угол заострения;*
- *угол резания;*
- *материал режущих кромок;*
- *профиль режущих кромок;*
- *расположение ножей;*
- *количество ножей.*

Передний угол резания. Большой передний угол резания облегчает проникновение режущей кромки в обрабатываемый материал, маленький или отрицательный передний угол – затрудняет. Чем больше передний угол резания, тем меньшее усилие подачи необходимо. Небольшие или отрицательные передние углы резания требуют приложения большего усилия подачи. Поэтому *выбор величины переднего угла* в значительной степени *зависит от обрабатываемого материала.*

Задний угол. Большой задний угол делает режущую кромку *агрессивной*, но вместе с тем и более подверженной разрушению (повышается риск поломки режущей кромки). Трение задней грани режущей кромки в материале минимальное. Небольшой задний угол увеличивает прочность режущей кромки, но при этом увеличивается и трение об материал, вследствие чего в месте обработки материала возникает большой нагрев.

Угол заострения. Слишком большой передний угол резания приводит к уменьшению угла заострения, что, вопреки предъявляемым требованиям, делает режущую кромку более чувствительной к напряжению. При этом значительно ухудшается показатель стойкости и эффективность отвода тепла. Посредством уменьшения заднего угла при большом переднем угле резания можно уменьшить и угол заострения, а, следовательно, увеличить допустимую нагрузку на режущие кромки.

Угол резания. Угол резания образуется передним углом резания и положением режущей кромки относительно поверхности материала. Маленькие углы резания облегчают проникновение режущей кромки в обрабатываемый материал, а большие углы – затрудняют.

Материал режущих кромок. В качестве материала для изготовления режущих кромок или ножей используют быстрорежущую инструментальную сталь (высоколегированную инструментальную сталь (HSS) или твёрдый сплав (карбид вольфрама (HM)).

В таблице 5.1 приведен логический способ правильного выбора ножа для электрорубанка.

Таблица 5.1 – Логический способ правильного выбора ножа для электрорубанка

Обрабатываемый материал	Качество обработанной поверхности	Ширина обрабатываемой детали	Форма ножа	Тип ножа
Мягкие типы древесины	Стандартное	Меньше, чем ширина строгания	Прямоугольная	Из карбида вольфрама
		Больше, чем ширина строгания	Закругленная	Из карбида вольфрама
	Очень хорошее		Прямоугольная	Из быстрорежущей инструментальной стали
	Грубое		Волнистая	Рустикальный нож из быстрорежущей инструментальной стали
Твердые типы древесины	Хорошее	Меньше, чем ширина строгания	Прямоугольная	Из карбида вольфрама
		Больше, чем ширина строгания	Закругленная	Из карбида вольфрама
Мягкие пластмассы, термопласты	Очень хорошее	Только узкие стороны	Прямоугольная	Из быстрорежущей инструментальной стали
Твердые пластмассы, термореактопласты, стеклопластик	Стандартное	Только узкие стороны	Прямоугольная	Из карбида вольфрама

Характерные **свойства ножей из стали HSS**. Ножи, изготовленные из стали HSS, могут иметь большие передние и задние углы, это приводит к созданию острых и агрессивных режущих кромок, которые, однако, не могут переносить слишком большое напряжение. Поэтому ножи из стали HSS нужно использовать только при высоких требованиях к качеству обработанной поверхности. В этом случае необходимо учитывать их сокращённый срок службы при обработке древесины твердых пород.

Нож для электрорубанка из быстрорежущей инструментальной стали (HSS) необходимо периодически *перетачивать*. Перетачивание выполня-

ется путем затачивания ножа в рабочем состоянии на точильном камне. Перезаточка зазубренной режущей кромки вручную невозможна, так как невозможно достичь необходимой точности.

Характерные *свойства ножей из карбида вольфрама*. Ножи из карбида вольфрама (НМ) способны выдерживать большие нагрузки, однако из-за повышенной ломкости этого металла необходимо соблюдать определенный угол заострения, что может сказаться на качестве обработки поверхности некоторых материалов. С этим приходится мириться, если придавать значение их длительному сроку службы при обработке абразивных древесных материалов, таких как древесно-стружечные плиты.

Существующие твердосплавные строгальные ножи серийного производства позволяют достигать очень хорошего качества обработки всех сортов древесины. Стойкость ножей достаточно высока, её снижения из-за наличия таких твердых включений, как сучья, не происходит.

Твердосплавные ножи не подлежат перезаточке. После износа их или разворачивают новой режущей кромкой (двусторонние ножи), или заменяют.

Профили ножей электрорубанка. Профили ножа можно разделить на три основные группы:

- *прямоугольные ножи для электрорубанка;*
- *ножи для электрорубанка с закругленными краями;*
- *«рустикальные» ножи для электрорубанка.*

Профили ножей в большинстве случаев имеют прямоугольную форму, за счет чего при строгании можно выбирать пазы с ровными прямоугольными краями. **Прямоугольные ножи для электрорубанка** (см. рис 5.3а) используются, если ширина строгаемой заготовки меньше, чем ширина строгания электрорубанка. Кроме того, они используются для выборки четверти.

Для строгания обрабатываемых деталей, которые шире, чем ширина строгания электрорубанка, а также для больших поверхностей лучше подходят **ножи с закругленными краями** (см. рис. 5.3б), так как они обеспечивают лучшие переходы между линиями строгания.

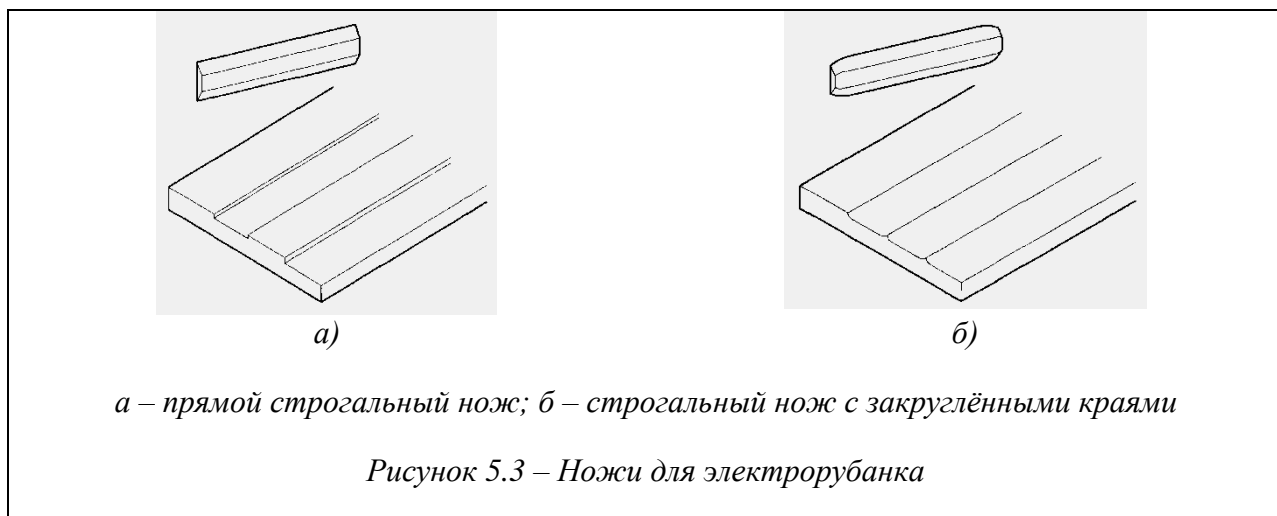
Ножи для электрорубанка с волнистым профилем (так называемые **«рустикальные ножи»**) (см. рис. 5.4) используются для получения поверхностей «под старину». *Нож рустикальный* для электрорубанка позволяет придавать особый вид обрабатываемым поверхностям.

Количество ножей. Строгальные валы для электрорубанков бывают с одним или двумя расположенными диаметрально друг к другу ножами.

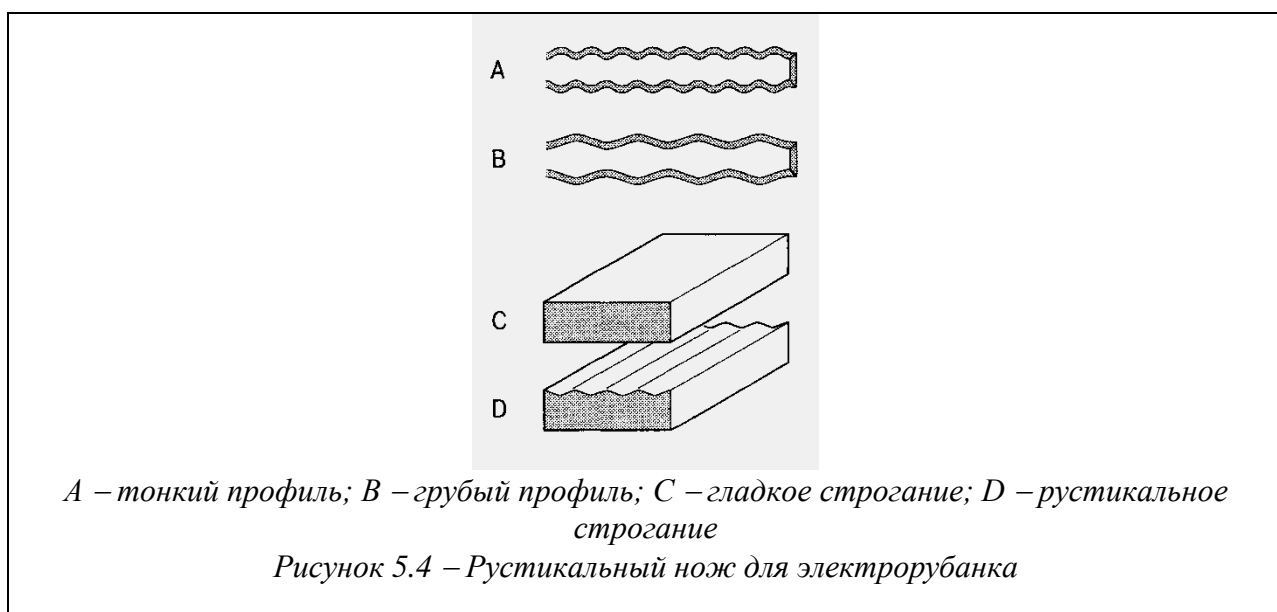
Разница в рабочей подаче при обычных диаметрах строгального вала электрорубанка минимальна. При использовании строгальных валов с одним ножом на низкой или средней скорости подачи достигается лучшее качество обработки поверхности. Только на очень высоких скоростях подачи использование строгального вала с двумя ножами является более предпочтительным. В стационарных строгальных станках, работающих со строгальными

валами больших диаметров на высоких скоростях подачи, всегда используется два или более ножа (**обязательно чётное количество**).

Как и скорость выполнения работ, доступное качество обработанной поверхности также зависит от скорости вращения, диаметра ножевого вала и скорости подачи. При одинаковых значениях этих параметров нет никаких существенных различий, сколько ножей имеет электрорубанок.



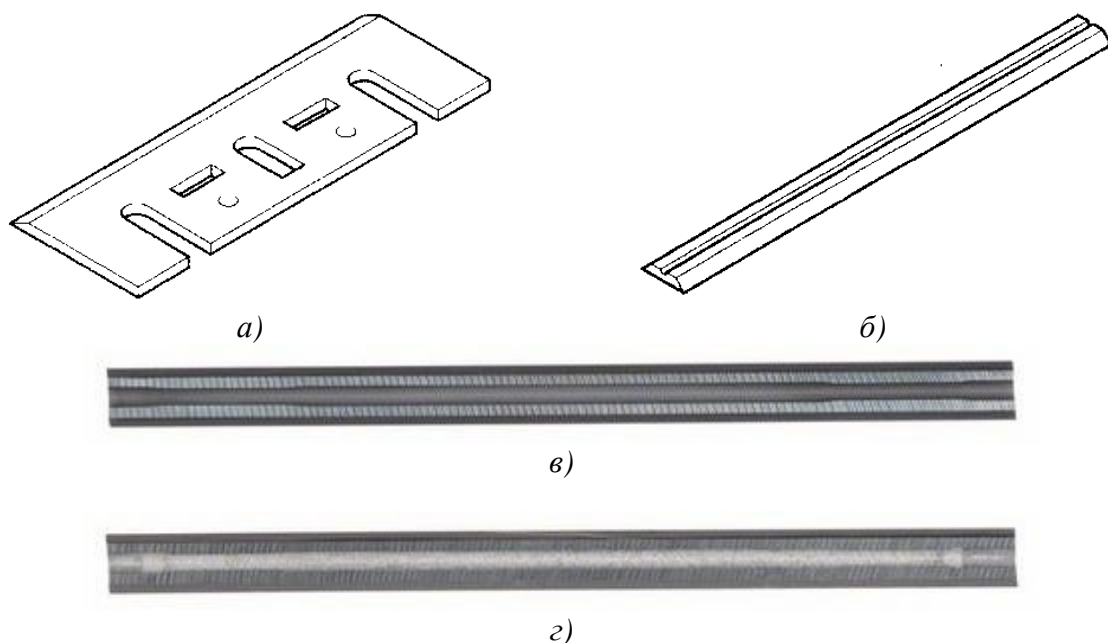
Если используется только один нож для электрорубанка, ножевой вал может иметь меньший размер, что делает весь электрорубанок более компактным и более управляемым. Если нож для электрорубанка будет поврежден посторонними включениями в обрабатываемой детали (скобы, гвозди, грязь), то будет поврежден только один нож. В целом затраты на ножи будут уменьшены наполовину, что делает эксплуатацию одноножевого электрорубанка экономически более выгодным.



Приспособление для зажима ножа должно обеспечивать надежную фиксацию ножей в ножевом валу. Оно должно иметь возможность регулировки и адаптации к конкретному ножу, как например, к поворотным ножам из карбида вольфрама или ножей из быстрорежущей инструментальной стали (поворотные ножи) или рустикальным ножам.

Во время вращения ножи для электрорубанка проникают в обрабатываемую деталь по всей своей ширине и поэтому подвергаются предельным механическим нагрузкам. Особенно эффективно должен фиксироваться нережущий край ножа. Поэтому приспособление для зажима ножа должно быть точно настроено на соответствующий профиль ножа.

Ножи для электрорубанка крепятся к ножевому валу с помощью державки ножа и элементов зажима ножа. Державка ножа позволяет удерживать нож для электрорубанка в правильном положении, в то время как элемент зажима предохраняет нож для электрорубанка от влияния центробежной силы.



*а – нож с одной режущей кромкой из быстрорежущей инструментальной стали;
б – поворотный нож из быстрорежущей инструментальной стали; в, г – поворотные ножи из карбида вольфрама: в – прямой, угол заточки 35°; г – прямой, угол заточки 40°, идеально подходит для системы Bosch-Woodrazor*

Рисунок 5.5 – Типы ножей для электрорубанка

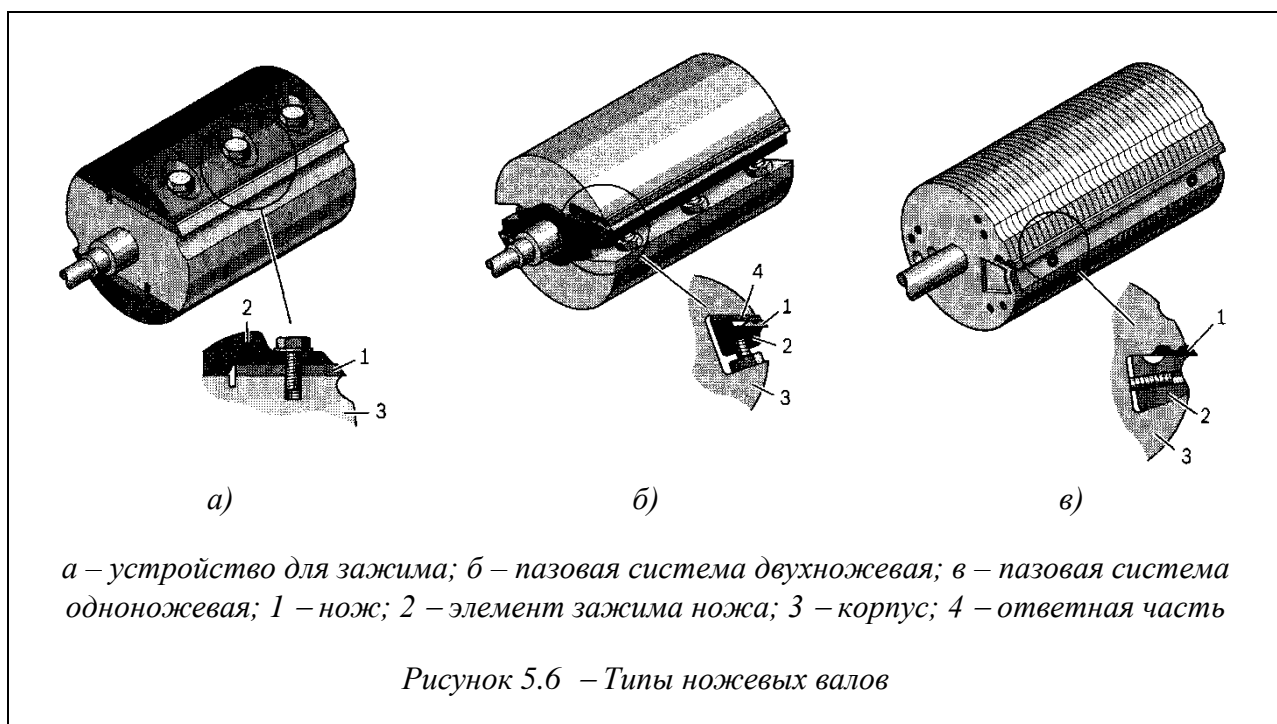
Ножи с одной режущей кромкой (рис. 5.5а) крепятся на ножевом валу только с помощью элементов зажима ножа. Во время сборки их необходимо выравнять вручную или регулировать при помощи шаблона и затем затягивать.

Ножи с одной режущей кромкой могут быть переточены и перезаправлены. Это уменьшает их при каждом перетачивании. И так как у ножевого вала не может быть фиксированного ограничительного упора или державки ножа с предварительно приданной формой, нож необходимо выравнивать снова не только после перезаточки, но по существу при каждой замене или повторной сборке.

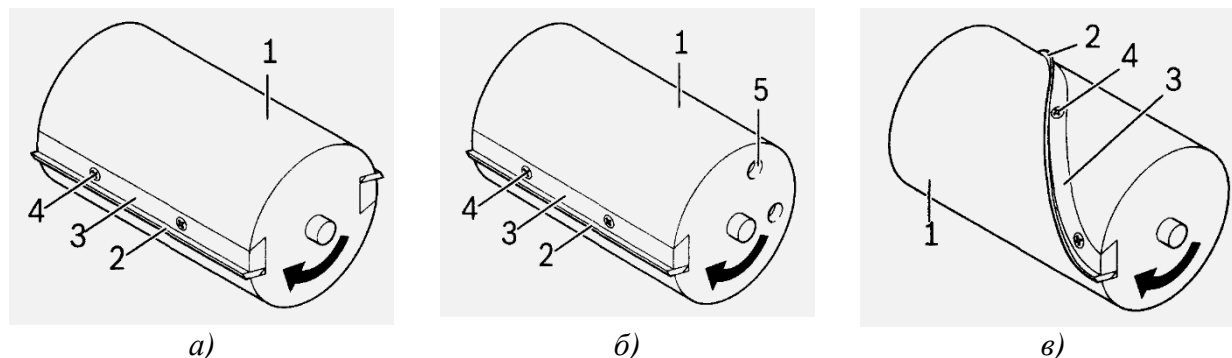
Поворотные ножи (рис. 5.5б, в, г) – это ножи для электрорубанка с двумя режущими кромками. Ножи с тупой режущей кромкой вынимают из приспособления для зажима ножа, переворачивают и затем устанавливают на прежнее место. Поворотные ножи **нельзя перетачивать** и повторно **использовать** после их износа.

Поворотные ножи устанавливаются на ножевом валу (рис. 5.6) с помощью элемента зажима ножа и державки ножа с предварительно приданной формой, соответствующей типу установленного ножа. В зависимости от типа ножевого вала державка ножа может быть либо отдельным компонентом, либо ножевой вал спрофилирован таким образом, что державка ножа является частью самого ножевого вала.

Так как основная геометрия поворотных ножей не изменяется, можно использовать для них постоянные державки ножа, которые автоматически обеспечивают правильное положение ножа.



Расположение ножей. В основном, ножи могут располагаться либо параллельно оси ножевого вала (рис. 5.7а, б), либо под углом к нему (рис. 5.7в). В случае, если ножи для электрорубанка расположены под углом, их форма должна быть изогнутой или винтовой из-за цилиндрической формы ножевого вала.



а – ножевой вал с двумя прямыми лезвиями; б – ножевой вал с одним прямым лезвием; в – ножевой вал с одним наклонным (спиральным) лезвием; 1 – ножевой вал; 2 – вставной нож электрорубанка; 3 – стопорный клин; 4 – винт крепления ножа; 5 – балансировочные отверстия

Рисунок 5.7 – Системы ножевого вала для электрорубанков

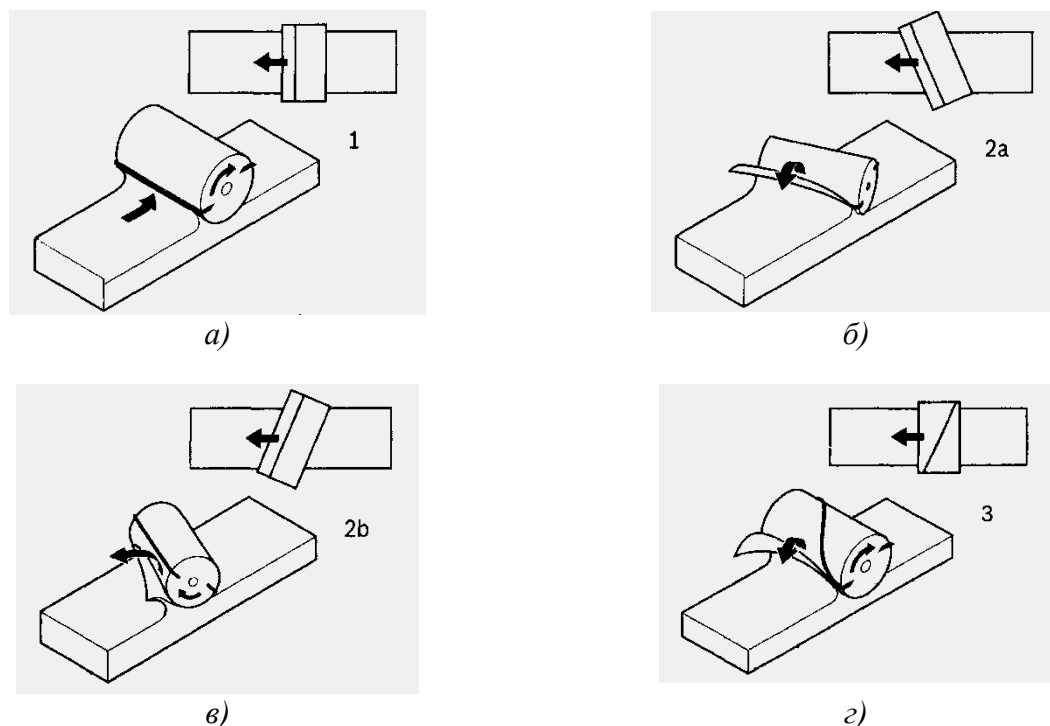
Обычно ножи расположены параллельно оси строгального вала (*рис. 5.8а*). Такая конструкция является недорогой, поскольку нож и система его крепления имеют простую геометрию. Для получения протяженного прохода рубанок необходимо вести наискосок к направлению подачи. При этом в зависимости от положения рубанка возможен протяженный проход вправо или влево (*см. рис. 5.8 б, в*).

Если нож или ножи расположены под углом к оси строгального вала, то протяженный проход получается при прямом расположении рубанка относительно направления подачи (*рис. 5.8г*). Такая конструкция, однако, работает лишь в одну сторону, поэтому при обработке торцов, с обеих сторон отделанных шпоном, могут возникать проблемы, связанные с образованием задиров. Ножи и система их крепления имеют изогнутую форму, поэтому они стоят дороже.

Характерные **свойства прямых ножей для электрорубанка**. Обычно полотна располагаются параллельно к оси ножевого вала. Это решение достаточно для большинства вариантов использования и к тому же недорогое, так как и нож и державка ножа имеют простую геометрию. Поэтому чаще всего рубанки оборудуются прямыми ножами.

Характерные **свойства изогнутых ножей для электрорубанка**. Если нож или ножи будут расположены под углом к оси ножевого вала, то электрорубанок будет выполнять *косое резание*, если удерживать его прямо по направлению подачи. Однако, изогнутые ножи и державки ножа с такой геометрией более дорогие в производстве. Поэтому изогнутые ножи для электрорубанка используются только в специальных электрорубанках. Они всегда производятся из быстрорежущей инструментальной стали. Изогнуты-

ми ножами для электрорубанка не могут быть поворотные ножи, изготовленные из карбида вольфрама.



прямое резание и резание в оттяжку: а – прямые ножи, прямой рез; косое резание в оттяжку прямыми лезвиями при ведении электрорубанка под углом к заготовке: б – прямой нож, косое резание в оттяжку влево; в – прямой нож, косое резание в оттяжку вправо; г – изогнутый нож, косое резание в оттяжку возможно только влево;

Рисунок 5.8 – Положение ножа для электрорубанка

Косое резание выполняется, если нож для электрорубанка проникает в обрабатываемую деталь не параллельно, а по диагонали к направлению подачи.

Косое резание в оттяжку всегда выгодно использовать, если существует опасность образования вырывов на краях обрабатываемой детали. При установке соответствующего шага ножей, нож для электрорубанка во время косого резания оказывает давление на обрабатываемую деталь, что значительно снижает опасность образования вырывов.

Скорость резания. Скорость резания электрорубанка определяется фиксированным числом оборотов электроинструмента и диаметром строгального вала. Изменять скорость резания нельзя. Она настроена на обработку наиболее употребительных сортов древесины и древесных материалов.

Частота вращения ножевых валов. Скорость резания электрорубанка определяется фиксированной скоростью электроинструмента и диамет-

ром ножевого вала и не может быть изменена. Она настроена на обработку наиболее распространенных типов древесины и древесных материалов. Типичные скорости вращения зависят от диаметра ножевого вала:

- диаметр 35 мм = 18 000 об/мин;*
- диаметр 47 мм = 16 500 об/мин;*
- диаметр 56 мм = 13 000 об/мин.*

Чтобы нож для электрорубанка работал без вибрации, требуется определенная минимальная скорость резания. Обычно эта скорость равняется 45 м/сек. Если скорость будет слишком низкой, то могут быть повреждены нож, электрорубанок и обрабатываемая деталь.

Функция электронной стабилизации скорости вращения. Электронная стабилизация скорости вращения сохраняет скорость резания постоянной, несмотря на увеличение или уменьшение нагрузки.

Она помогает лучше использовать мощность двигателя, уменьшает опасность перегрузки и улучшает качество работы.

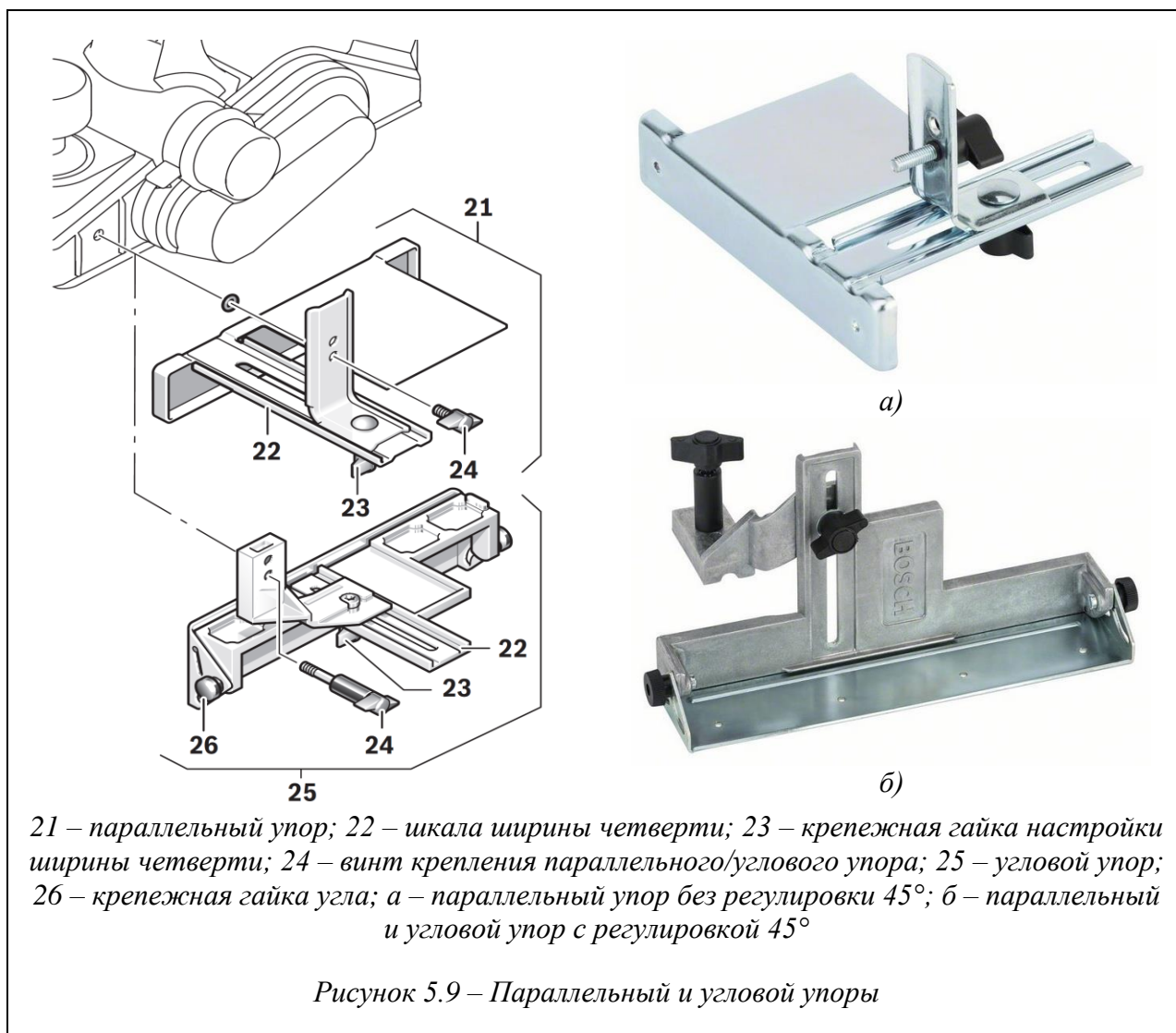
5.1.4 Принадлежности для электрорубанков

Для электрорубанков применяются следующие принадлежности:

- параллельный и угловой упоры;*
- упор для регулировки глубины паза (ограничители глубины);*
- пылесборный мешок с переходником.*

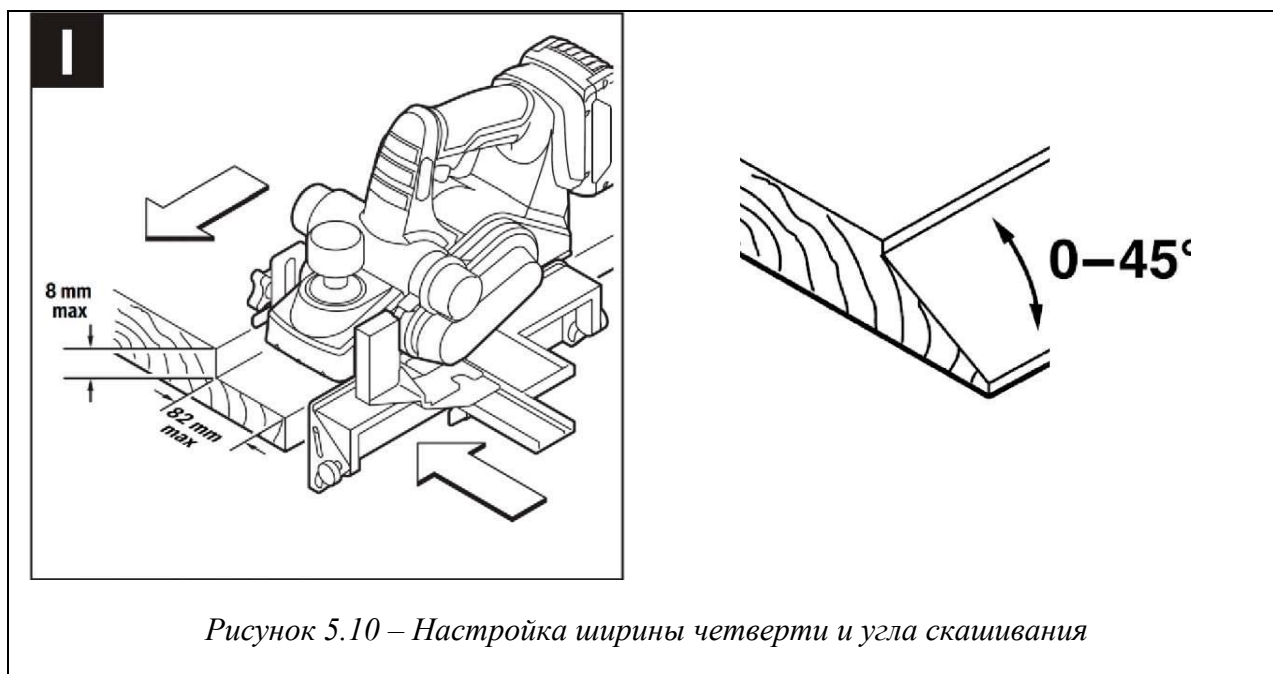
Упоры для ограничения ширины/глубины паза – это оснастка, которая в сочетании с аккумуляторным рубанком при соответствующей настройке ограничивает ширину или глубину требуемого паза.

Для строгания с параллельным/угловым упором необходимо закрепить параллельный упор (рис. 5.9а) или угловой упор (рис. 5.9б) с помощью винта крепления на электроинструменте. В зависимости от вида работы необходимо закрепить ограничитель глубины четверти винтом крепления на электроинструменте.

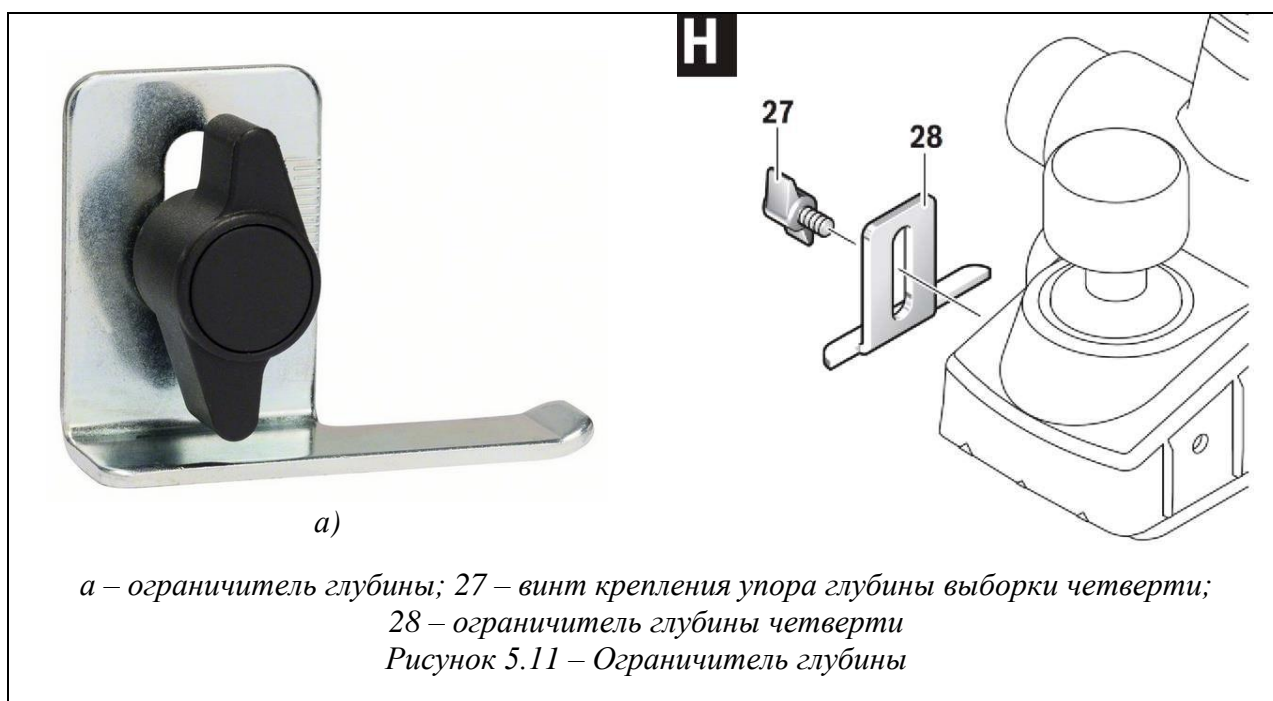


Желаемая ширина четверти устанавливается по шкале ширины четверти (рис. 5.10).

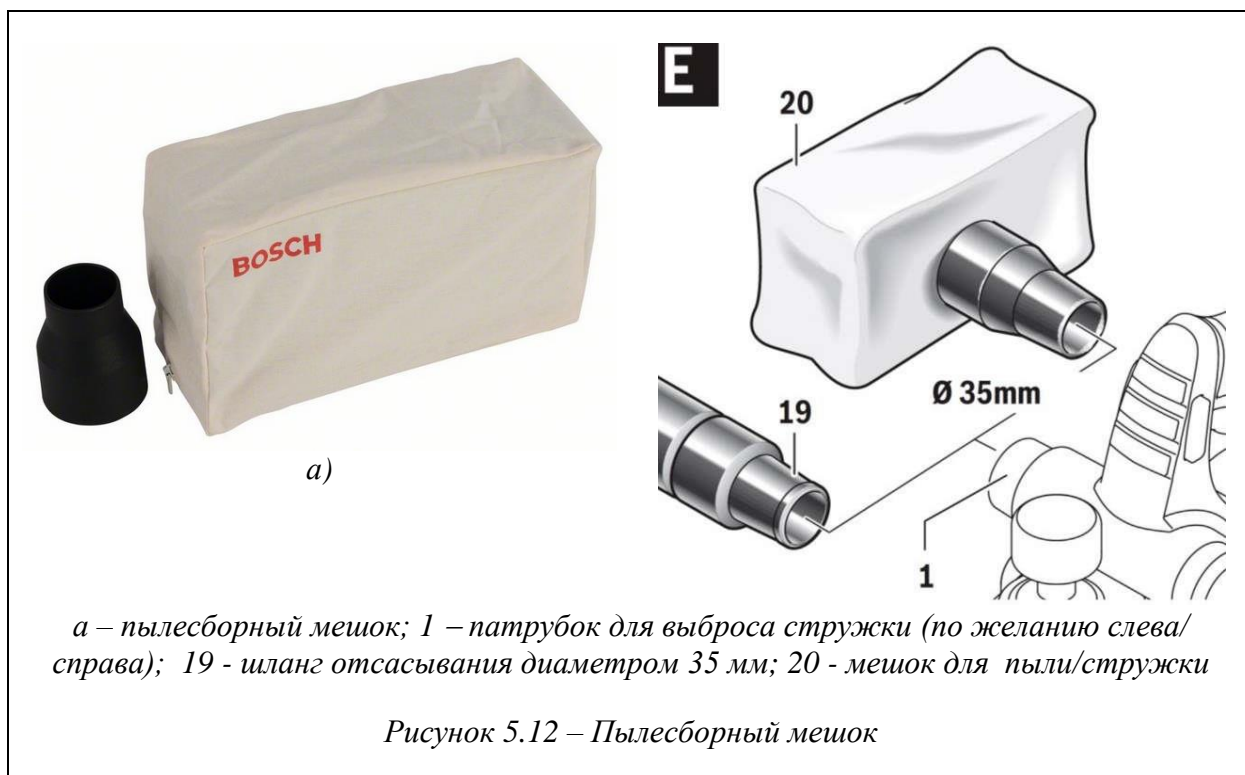
При работе с угловым упором необходимо настроить нужный угол скашивания четверти и поверхности с помощью гайки настройки угла.



Для выборки четверти нужной глубины применяется упор для регулировки глубины паза – ограничитель глубины (рис. 5.11).



Для сбора стружки и пыли применяется пылесборный мешок (рис. 5.12).



5.1.5 Закрепляющий материал 7

Задание 7.1

I. Выберите несколько правильных ответов и обведите

1. При перегрузке аккумуляторного рубанка подвергаются изнашиванию:

- а) двигатель;
- б) аккумулятор;
- в) контакты.

Ответ:

2. Качество обработанной поверхности из древесины зависит от:

- а) диаметра ножевого вала;
- б) количества ножей;
- в) скорости вращения;
- г) скорости подачи.

Ответ:

II. Продолжите предложение:

1. Аккумуляторный рубанок GHO 18 V-LI Professional снимает стружку толщиной до _____ мм.

2. Система защиты аккумулятора Bosch Electronic Cell Protection (ECP) предохраняет аккумуляторный рубанок GHO 18 V-LI Professional от _____, _____ и глубокого _____.

3. Максимальная ширина строгания аккумуляторным рубанком составляет _____ мм.

4. Мощные аккумуляторные инструменты снабжены _____ для охлаждающего _____.

5. Значительный ущерб аккумуляторному инструменту наносится при подпитке от адаптера _____ батареи.

6. При обработке древесины *твёрдых пород* ножами из стали HSS их срок службы _____.

7. Эксплуатация электрорубанка с одним ножом экономически _____.

III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. При перегрузке аккумуляторного электрорубанка в целях его охлаждения необходимо поработать с инструментом без нагрузки:

- а) одну минуту;
- б) три минуты;
- в) пять минут.

Ответ:

2. Перезатачивание затупившейся режущей кромки ножа электрорубанка выполнить вручную

- а) возможно;
- б) Невозможно.

Ответ:

3. Поворотные ножи из карбида вольфрама с двумя режущими кромками после износа перетачивать и повторно использовать

- а) можно;
- б) нельзя.

Ответ:

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Нож из *быстрорежущей инструментальной стали* (HSS) для электрорубанка нужно использовать только при _____ требованиях к качеству обработанной поверхности.

2. Изогнутыми ножами для электрорубанка не могут быть поворотные ножи, изготовленные из _____ .

3. Строгание древесины против волокон вызывает небольшое _____ волокнистой структуры под раскалывающим действием режущей кромки ножа.

4. В древесине _____ пород строгание против волокон обеспечивает лучшее качество обработанной поверхности.

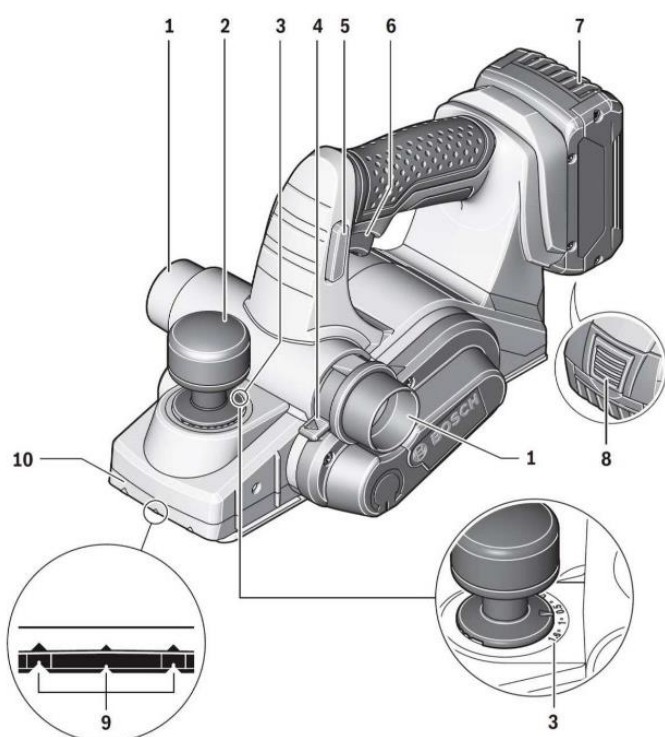
III. Установите соответствие:

1. Установите соответствие (стрелками) между диаметром ножевого вала рубанка и типичной скоростью вращения вала:

<i>Диаметр ножевого вала</i>		<i>Скорость вращения вала</i>	
1.	35 мм	А.	13 000 об/мин
2.	47 мм	Б.	16 500 об/мин
3.	56 мм	В.	18 000 об/мин

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	

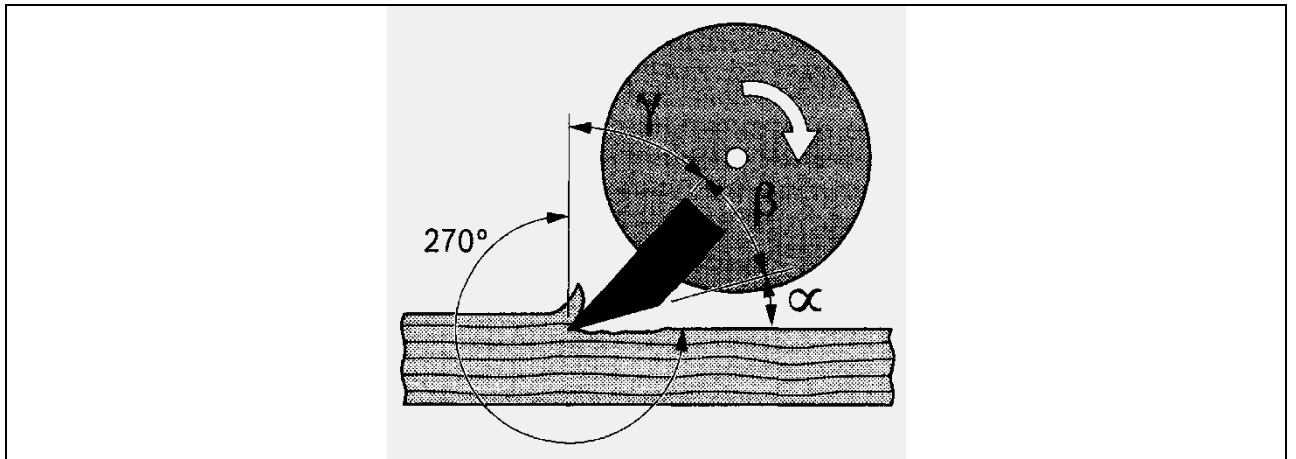


Аккумуляторный рубанок GHO 18 V-Li Professional

Ответ:

1 -	
2 -	
3 -	
4 -	
5 -	
6 -	
7 -	
8 -	
9 -	
10 -	

2. На рисунке изображен нож электрорубанка. Расшифруйте основные углы, обозначенные буквами α , β , γ , и запишите в таблицу:



Ответ:

α	
β	
γ	
$\alpha+\beta$	

6 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПИЛЕНИЯ

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.

При пилении выполняются операции, которые, в зависимости от конкретного вида работ, занимают в непрерывном режиме от нескольких секунд до нескольких минут при одновременно высоком потреблении энергии. Подобный режим менее благоприятен для аккумуляторного инструмента. Поэтому зачастую в экстремальных условиях работа не может быть выполнена из-за преждевременной разрядки аккумулятора. Таким образом, *аккумуляторные пилы* следует использовать только в том случае, когда применение инструмента, работающего *от сети*, не представляется возможным, или производительность аккумуляторной пилы является достаточной для выполнения данной задачи.

6.1 Модуль 8 «Аккумуляторные ножовки»

Учебный материал 8

6.1.1 Сабельные пилы (ножовки)

Аккумуляторная сабельная пила (ножовка) 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.

Аккумуляторная ножовка 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. Чтобы увеличить производительность пиления, можно включить маятниковое движение пильного полотна. В древесине возможна глубина резания до 250 мм.

Аккумуляторные ножовки идеально подходят для выполнения отрезных работ при монтаже. Отсутствие сетевого кабеля позволяет работать даже в *труднодоступных местах и вне помещений*. К другим сферам применения относятся *садовые работы* (обрезание веток деревьев) и *монтаж электропроводки*.

Как и аккумуляторные лобзиковые пилы, аккумуляторные ножовки не уступают по характеристикам инструментам, работающим от сети. В данном случае *кривошипно-шатунный и приводной механизмы* (двигатель, редуктор) также *оптимизированы для режима работы от аккумулятора*. Однако по сравнению с моделью, имеющей питание от сети, аккумуляторные ножовки значительно меньше (и удобнее). Для обеспечения достаточной производительности пиления мощные аккумуляторные ножовки в основном представлены только в верхнем диапазоне рабочего напряжения (36 В). В идеальном варианте аккумуляторные ножовки имеют регулируемую длину хода. Аккумуляторные ножовки с регулируемым ходом можно оптимально настраивать под конкретную задачу.

При обработке древесины требуется относительно низкое усилие хода, однако необходимы высокая скорость и большая длина хода.

При обработке металла требуется более высокое усилие хода, при этом скорость и длина хода могут быть ниже.

На рисунке 6.1 приведена **аккумуляторная ножовка GSA 18 V-LI Professional**, которая обладает максимальной производительностью пиления в своём классе.

Преимущества аккумуляторной ножовки GSA 18 V-LI Professional:

- *торцевание до 100 еловых балок (100x100 мм) на одной зарядке аккумулятора;*
- *система Electronic Motor Protection (EMP) защищает двигатель от перегрузки и обеспечивает долгий срок службы;*
- *двухступенчатая регулировка скорости для различных материалов;*
- *эргономичная рукоятка с удобной зоной обхвата (с мягкой накладкой) для надежного удержания инструмента в руках и неустойчивой работы;*

- лёгкость в обращении: простая и быстрая замена пильных полотен благодаря новому механизму Bosch SDS;
- инновационные аккумуляторы CoolPack с увеличенным на 100 % сроком службы;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда.



Рисунок 6.1 – Аккумуляторная ножовка GSA 18 V-LI Professional

Аккумуляторная ножовка GSA 36 V-LI Professional (рис. 6.2) 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.

Ножовка GSA 36 V-LI Professional такая же мощная, как и инструмент с сетевым питанием, и имеет **преимущества**:

- мощность, как у инструмента с сетевым питанием: торцевание до 195 еловых балок (100x100 мм) на всего одной зарядке аккумулятора;
- мобильная мощь: при длине хода 28 мм максимальная глубина пропила составляет 250 мм;
- практично: благодаря инновационной подвеске ножовка всегда под рукой;

- может использоваться для обработки почти всех материалов, например, древесины, металла, камня;
- двухступенчатая регулировка скорости для различных материалов;
- эффект зарядки Bosch Hyper Charge: быстрая зарядка позволяет подзаряжать аккумулятор на 75 % за половину цикла зарядки;
- отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения элементов;
- лёгкость в обращении: простая и быстрая замена пильных полотен благодаря механизму SDS;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- уникальная литий-ионная технология класса Premium от Bosch для увеличения срока службы и исключительно долгой работы на одной зарядке аккумулятора.



Технические характеристики аккумуляторных ножовок GSA 18 V-LI Professional и GSA 36 V-LI Professional приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технические характеристики аккумуляторных ножовок GSA 18 V-LI Professional и GSA 36 V-LI Professional

Характеристики	GSA 18 V-LI	GSA 36 V-LI
1	2	3
Напряжение аккумулятора, В	18	36
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0	2,6
Частота ходов на холостом ходу (1-я/2-я скорость), мин ⁻¹	2400/2700	2400/3000
Длина хода пилы, мм	28	28

Окончание таблицы 6.1

1	2	3
Максимальная глубина резания:		
– в древесине, мм	250	250
– в металлических профилях из нелегированной стали, мм	20	20
– диаметр трубы, мм	130	130
Длина, мм	450	438
Высота, мм	219	247
Вес с аккумулятором, кг	3,4	4,2
Допустимая температура внешней среды:		
– во время зарядки, °C	от 0 до +45	от 0 до +45
– при эксплуатации и хранении, °C	от -20 до +50	от -20 до +50

6.1.2 Пильные полотна для ножовок



Правильный выбор пильного полотна во многом определяет конечный результат. Большое значение имеет тип обрабатываемого материала и требования, предъявляемые к качеству пропила. Чтобы облегчить выбор, весь ассортимент пильных полотен для ножовок был рассортирован Bosch по практическим критериям: цвета и названия обозначают сферу применения, а пиктограммы содержат информацию о специфических характеристиках полотна (табл. 6.2). Пильные полотна изготавливаются из различных материалов, в зависимости от выполняемых задач.

Необходимо применять только пильные полотна с универсальным хвостовиком 1/2", пригодные для обрабатываемого материала. Длина пильного полотна не должна быть больше, чем это необходимо для предусмотренного пропила. Для пиления с малым радиусом нужно применять узкие пильные полотна.

Таблица 6.2 – Пильные полотна для ножовок

Наименование изделия	Особые характеристики	Материал полотна, геометрия зубьев
1	2	3
Серый цвет – для твёрдой и мягкой древесины		
Basic for Wood	Доботно и выгодно	HCS, фрезерованные
PROGRESSOR for Wood (S 2345 X)	Быстрые пропилы в материале любой толщины	HCS, разведенные, шлифованные
Top for Wood	Быстро и эффективно	HCS, шлифованные
Синий цвет – для металла		

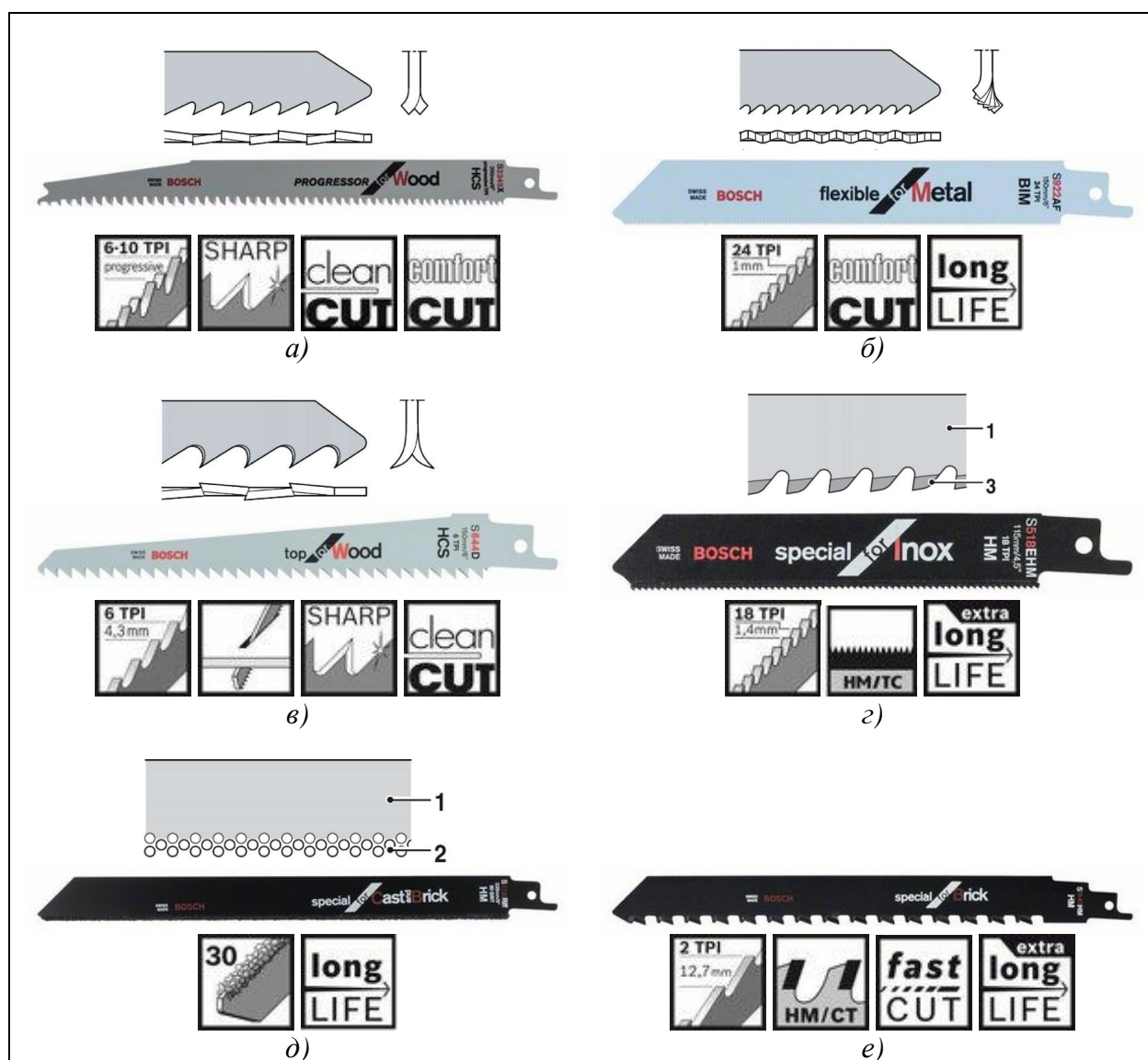
Окончание таблицы 6.2

1	2	3
Basic for Metal	Доботно и выгодно	ВМ, фрезерованные
Flexible for Metal (S 922 AF)	Прочные, с длительным сроком службы	ВМ, волнистые, фрезерованные
PROGRESSOR for Metal (S 123 XF)	Быстрые пропилы в материале любой толщины	ВМ, разведенные, фрезерованные
Heavy for Metal	Устойчивость и точность	ВМ, фрезерованные
Endurance for HeavyMetal	Максимальный срок службы при обработке металла	ВМ, геометрия Micro Edge, запатентованная геометрия зубьев «2x2»
Endurance for CastIron	Для чугунных труб	С алмазным покрытием
Endurance for Stainless Steel	Для листового материала/профилей из нержавеющей стали, стеклопластика/эпоксидных материалов	С твердосплавными вставками (по кромке), шлифованные зубья
Белый цвет – для древесины с металлом		
PROGRESSOR for Wood and Metal (S 3456 XF)	Быстрые пропилы в материале любой толщины	ВМ, разведенные, фрезерованные
Flexible for Wood and Metal	Прочные, с длительным сроком службы	ВМ, фрезерованные
Heavy for Wood and Metal	Устойчивость и точность	ВМ, фрезерованные
Progressor for Wood and Metal, Carbide Technology	Для древесины с гвоздями, древесины со стальными элементами, чугунных труб, стеклопластика/эпоксидных материалов	НМ, с твердосплавными вставками
Черный цвет – для специального использования		
Special for Inox	Для нержавеющей стали	НМ, шлифованные
Special for Pallet Repair	Специальные для ремонта поддона	ВМ, комбинированные зубья
Special for Fiber and Plaster	Для волокнистых материалов и материалов на цементной основе	НМ, шлифованные
Special for Cast and Brick	Для чугунных труб, обожженного кирпича	НМ, RIFF
Special for Ice	Для замороженного материала	Нержавеющая сталь, фрезерованные
Special for Brick	Для поротона, пористого бетона и фибробетонных плит, кровельной черепицы и строительного кирпича	С твердосплавными вставками

Геометрия зубьев

Чтобы дать пильному полотну большой «простор» (чтобы лезвия не застревали в материале), её зубья разводят. В этом случае оно пилит быстрее, но рез получается менее аккуратным, чем у полотна с прямыми зубьями. Фрезерованные зубья могут быть не только разведены, но и выстроены волной. Такие полотна пилят более ровно, чем с разводкой. Чем больше шаг зуба (расстояние между соседними вершинами), тем быстрее и грубее будет пропил.

На рисунке 6.3 приведена применяемая Bosch геометрия зубьев в пильных полотнах для аккумуляторных ножовок.



а – зубья фрезерованные, разведенные; б – зубья фрезерованные, волнистые; в – зубья шлифованные, разведенные; г – отдельные зубья из твердого сплава; 1 – основа; 2 – гранулы из твердого сплава; 3 – зуб из твердого сплава (припаян); д – покрытие Riff; е – геометрия Micro Edge, запатентованная геометрия зубьев «2x2»

Рисунок 6.3 – Геометрия зубьев в пильных полотнах для аккумуляторной ножовки

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 твёрже обрабатываемого материала*. Однако твёрдые пильные полотна с увеличением твёрдости становятся хрупкими и поэтому могут ломаться, а *гибкие пильные полотна слишком быстро тупятся*. Поэтому в особых случаях применения *хорошо* зарекомендовали себя пильные полотна с *гибким основанием и твёрдыми зубьями*. Это так называемые *биметаллические полотна* с зубьями из твёрдого сплава или с покрытием из твёрдого сплава. Высокие затраты на эти пильные полотна вполне компенсируются за счет *увеличения срока службы* даже в случае «стандартного» использования.

Для изготовления полотен для ножовок применяются следующие материалы:

- HCS (*high carbon steel*) – высокоуглеродистая сталь, твёрдость 45-48 HRC;
- HSS (*high speed steel*) – быстрорежущая сталь, твёрдость 61-65 HRC;
- BIM (*bi-metal*) – высокоэластичное, неразрывное соединение из HSS и HCS (биметалл);
- HM (*hard material*) – твёрдый сплав карбид вольфрама, твёрдость 79 HRC.

Пильные полотна из высокоуглеродистой стали (HCS) предназначены для резки мягких материалов, таких как мягкая древесина, древесноволокнистые плиты (ДВП), мягкие полимерные материалы (пластмассы).

Биметаллические пильные полотна (BIM) предназначены для профессионального применения. Используются для работ по дереву, металлу, цветному металлу, алюминию. Особо гибкие биметаллические пильные полотна применяются, например, при опасности излома.

Срок службы биметаллических пильных полотен для ножовок, выпускаемых фирмой «BOSCH», в 10 раз превышает срок службы полотен из высокоуглеродистой стали (HCS).

Такими пильными полотнами можно обрабатывать *твёрдую древесину, абразивные древесные материалы, твёрдые пластмассы, 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.

Пильные полотна из твёрдых сплавов используется для специфических работ: распиловка стеклопластика, газобетона, керамической плитки.

Зернистое твёрдосплавное напыление (RIFF). Полотно из высокоуглеродистой стали покрыто зёрнами из твёрдого сплава. Предназначается для обработки таких абразивных материалов, как настенная керамическая плитка, стеклопластик, цементно-волокнистые плиты, кирпич, черепица, литье, нержавеющую сталь.

Твердосплавное покрытие (отдельный зуб). На основу из высокоуглеродистой стали устанавливаются зубья из твердосплавного материала, поэтому она предназначена для работы с такими абразивными материалами, как стеклопластик, асбестоцемент, твердые сорта дерева и газобетон.

Твердосплавные пильные полотна отличаются исключительно высокой эффективностью.

Для аккумуляторных ножовок применяются:

- биметаллические пильные полотна **по металлу** S 123 XF «PROGRESOR for Metal»; S 922 AF «Flexible for Metal»; S 936 BEF «Endurance for heavyMetal»; S 3456 XF «PROGRESSOR for Wood and Metal»;
- пильные полотна **по дереву** из высокоуглеродистой стали S 2345 X «PROGRESSOR for Wood».

Пильное полотно S 123 XF «PROGRESOR for Metal» (рис. 6.4) применяется для *быстрых пропилов* в листовом материале различной толщины (1-8 мм), профилях различной толщины любой толщины (диаметром менее 100 мм).

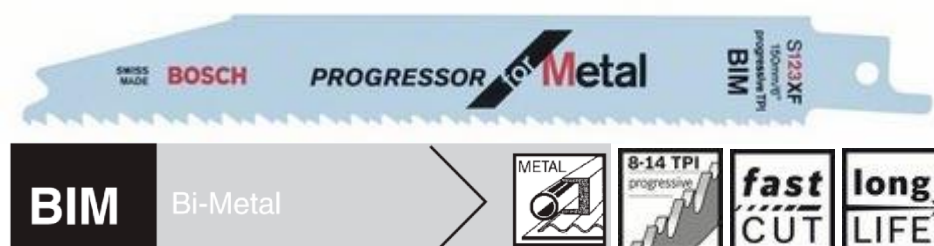


Рисунок 6.4 – Пильное полотно S 123 XF «PROGRESOR for Metal»

Пильное полотно S 922 AF «Flexible for Metal» (рис. 6.5) применяется для тонких пропилов без усилий в тонком листовом материале (0,7-3 мм), тонких трубах/профилях (диаметром менее 100 мм). Полотно прочное, с длительным сроком службы.

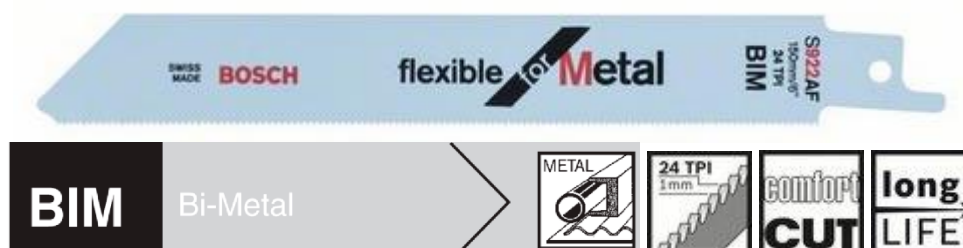
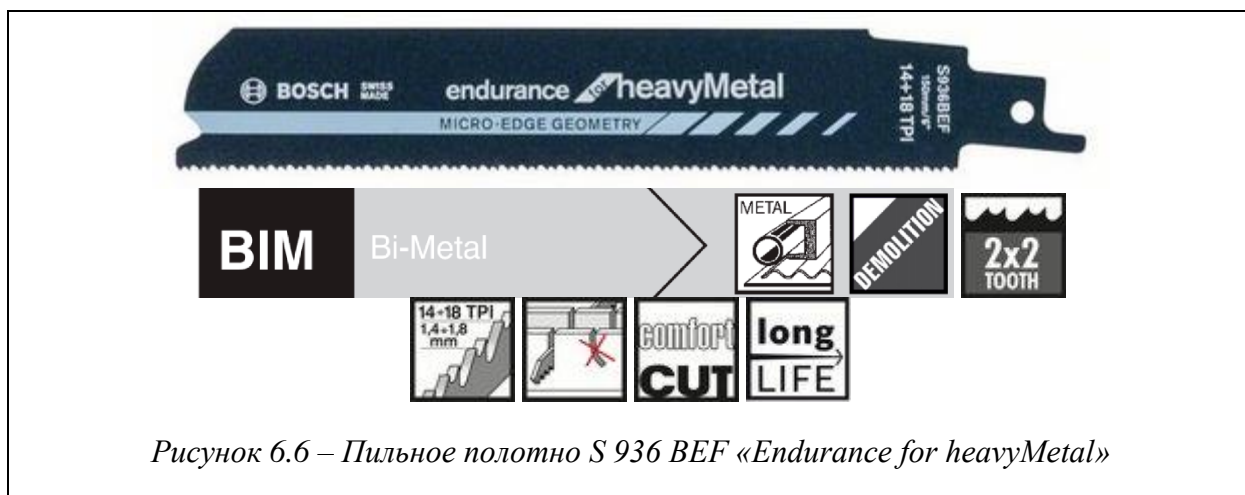
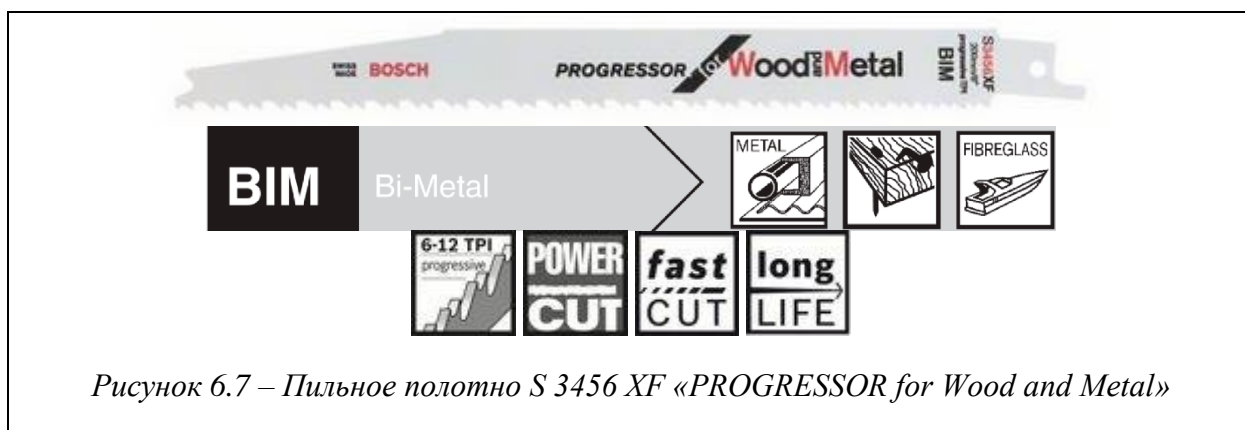


Рисунок 6.5 – Пильное полотно S 922 AF «Flexible for Metal»

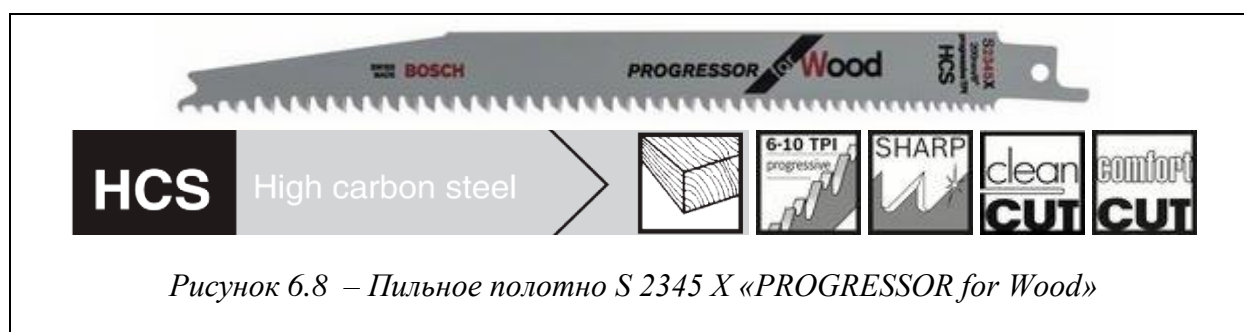
Пильное полотно S 936 BEF «Endurance for heavyMetal» (рис. 6.6) с максимальным сроком службы при обработке металла применяется для листового материала средней и большой толщины (3-8 мм), тонкостенных закрытых и открытых профилей и труб (диаметром менее 100 мм). Обеспечивает тонкие пропилы с точным соблюдением угла реза.



Пильное полотно S 3456 XF «PROGRESSOR for Wood and Metal» (рис. 6.7) применяется для быстрых пропилов в материале любой толщины: древесина с гвоздями/металл, ДСП (толщиной менее 150 мм), листовая металл, алюминиевые профили (3-18 мм), стеклопластик/эпоксидные материалы (толщиной менее 150 мм).



Пильное полотно S 2345 X «PROGRESSOR for Wood» (рис. 6.8) применяется для быстрых пропилов в материале любой толщины: строительная древесина (толщиной менее 150 мм), плиты: ДСП, МДФ (6-60 мм), фанера, пластмасса (толщиной менее 150 мм), деревянная стена (толщиной менее 150 мм). Обеспечивает лёгкие, тонкие пропилы.



Технические характеристики пильных полотен для аккумуляторной ножовки GSA 18 V-LI (GSA 36 V-LI) Professional приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Технические характеристики пильных полотен для ножовок

Тип	Материал	Исполнение зубьев	Общая длина полотна, мм	Шаг зубьев, мм / TPI *
S 123 XF Progressor for Metal	BIM (биметалл)	Разведенные, фрезерованные	150	1,8-3,2 / 8-14
S 922 AF Flexible for Metal	BIM (биметалл)	Волнистые, фрезерованные	150	1,8-3,2 / 8-14
S 936 BEF Endurance for Heavy Metal	BIM (биметалл)	Геометрия Micro Edge, запатентованная геометрия зубьев «2x2»	150	1,4+1,8 / 14+18
S 3456 XF Progressor for Wood and Metal	BIM (биметалл)	Разведенные, фрезерованные	200	2,1-4,3 / 6-12
S 2345 X Progressor for Wood	HCS (высокоуглеродистая сталь)	Разведенные, шлифованные	200	2,5-4,3 / 6-10
* TPI – количество зубьев на дюйм				

Расшифровка пиктограмм, содержащих информацию о специфических характеристиках полотна, приведена в приложении Д.

6.1.3 Закрепляющий материал 8

Задание 8.1

I. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Аккумуляторными ножовками можно обрабатывать:

- а) металл;
- б) древесину;
- в) пластмассу.

Ответ:

2. Система защиты Electronic Cell Protection (ECP) ножовки GSA 18 V-LI Professional защищает аккумулятор от:

- а) перегрузки;
- б) перегрева;
- в) глубокого разряда.

Ответ:

3. На одной зарядке аккумулятора ножовки GSA 36 V-LI Professional можно выполнить торцевание еловых балок размером 100x100 мм до (штук):

- а) 195;
- б) 250;
- в) 300;
- г) 350.

Ответ:

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Аккумуляторная ножовка оснащена _____ ступенчатой регулировкой скорости для обработки различных материалов.

2. На одной зарядке аккумулятора ножовки GSA 18 V-LI Professional можно выполнить торцевание до _____ еловых балок размером _____ мм.

6.2 Модуль 9 «Аккумуляторные лобзиковые пилы»

Учебный материал 9

С точки зрения производительности пиления, в частности по скорости и глубине пропила, аккумуляторные лобзиковые пилы вполне сопоставимы с соответствующими инструментами с сетевым питанием. Из-за относительно небольшой ёмкости аккумулятора длина реза и время работы аккумуляторными лобзиковыми пилами ограничены. Поэтому аккумуляторные лобзиковые пилы предназначены только *для мелких и средних по объёму работ*. При выполнении же больших объёмов работ они не могут служить полноценной заменой лобзиковым пилам с сетевым питанием.

Кривошипно-шатунный и приводной механизмы (двигатель, редуктор) оптимизированы для режима работы от аккумулятора. Ради удобства инструмента используются относительно низкие значения рабочего напряжения (14,4 В), чтобы аккумуляторная лобзиковая пила не была слишком тяжелой. В профессиональной сфере, где требуется более высокая мощность, применяется также инструмент с рабочим напряжением 18 В.

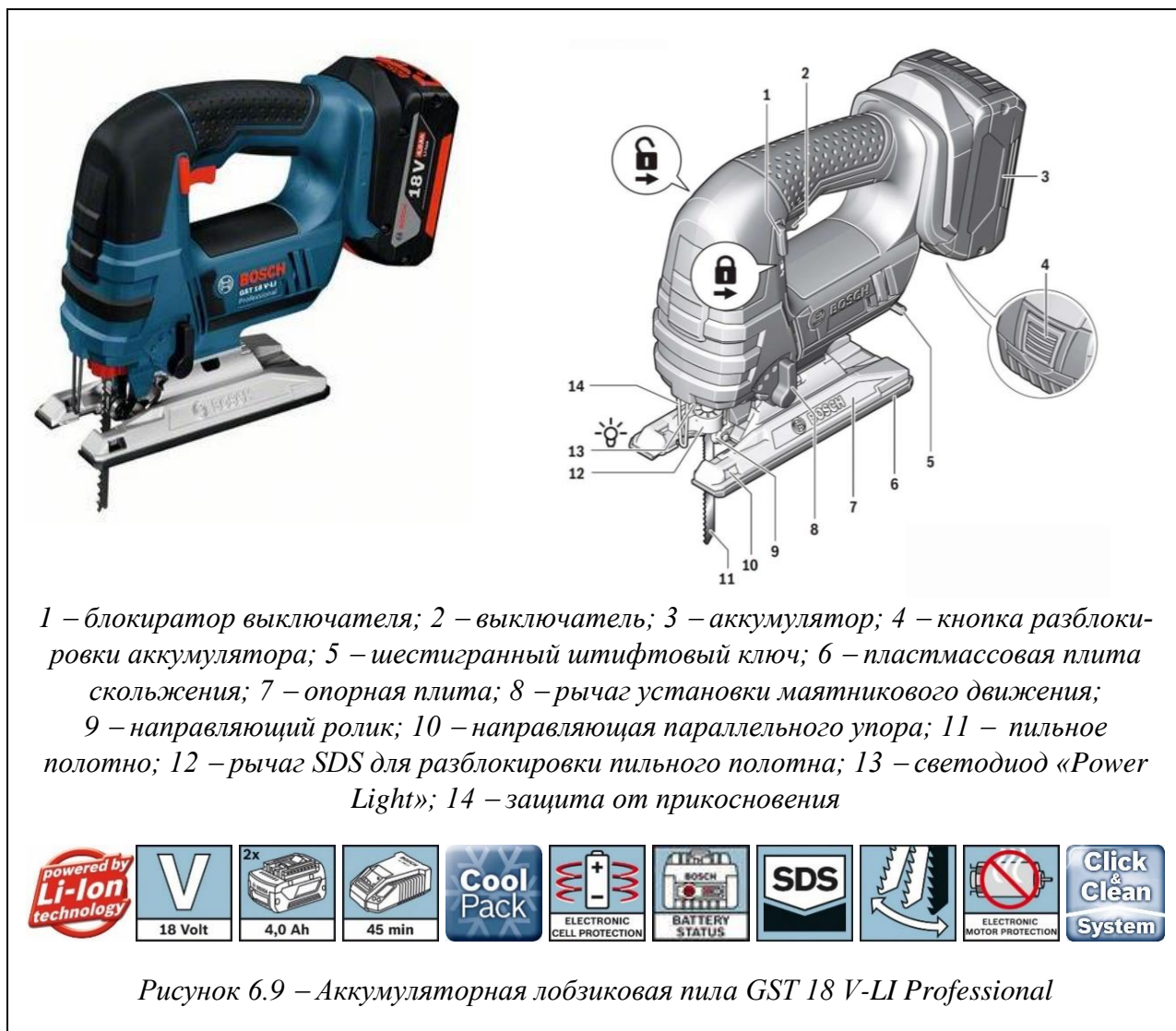
Лобзиковые пилы стандартной конструкции имеют *рукоятку-скобу*, благодаря которой аккумулятор хорошо вписывается в общий дизайн пилы.

6.2.1 Общие сведения о лобзиковых пилах

Лобзиковая пила и конструкция ее пильного полотна были изобретены в 1946 году фирмой SCINTILLA, входящей в группу компаний Bosch.

Лобзиковая пила является самым распространенным пильным инструментом. Управляемость и универсальная применимость идеально сочетаются в лобзиковой пиле. Двигатель и пильное полотно располагаются под прямым углом друг к другу. Самым известным видом пилы является *ручная ножовка*, которая позволяет получать *распил* посредством *возвратно-поступательных* движений закрепленного пильного полотна. *Аккумуляторная лобзиковые пилы* изготавливаются со *скобовидной (замкнутой) рукояткой*, 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 дифференцирован-

ными и могут переключаться в процессе работы, при этом высшая ступень предназначена для быстрой резки дерева и пластмассы. **Аккумуляторная лобзиковая пила GST 18 V-LI Professional** (аккумуляторный лобзик) с бугельной (скобовидной) рукояткой представлена на рисунке 6.9. Пила GST 18 V-LI Professional – это самая компактная профессиональная аккумуляторная лобзиковая пила в классе 18 В.



Преимущества аккумуляторной лобзиковой пилы GST 18 V-LI Professional:

- компактная аккумуляторная лобзиковая пила благодаря минимальной длине (всего 260 мм) в своем классе для удобства использования и прохождения кривых даже в узких местах;
- высокая производительность: производительность и долгое время работы на одной зарядке аккумулятора ёмкостью 4,0 А·ч (например, 24 минуты в ДСП толщиной 22 мм);

- зажимная система пильного полотна без дополнительного инструмента с выдвиганием пильного полотна и парковочной позицией для быстрой и безопасной замены рабочего инструмента;
- инновационные аккумуляторы CoolPack с увеличенным на 100 % сроком службы;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- надёжная алюминиевая опорная плита с пластмассовой подошвой для лучшего скольжения и защиты чувствительных поверхностей;
- система Electronic Motor Protection (EMP) защищает двигатель от перегрузки и обеспечивает его долгий срок службы;
- изящная рукоятка с обхватом (всего 128 мм) для комфортной работы;
- превосходный обзор линии пропила благодаря яркому светодиоду и мощной функции сдува опилок;
- плавная функция акселератора оптимально подходит для точного начала пиления и выполнения погружных пропилов;
- эргономичная рукоятка-скоба с широкими мягкими накладками для комфортной работы;
- четырёхступенчатое маятниковое движение для выполнения пропилов без сколов.

Технические характеристики аккумуляторных лобзиковых пил GST 14,4 V-LI Professional и GST 18 V-LI Professional приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Сравнительные характеристики аккумуляторных лобзиковых пил GST 14,4 V-LI Professional и GST 18 V-LI Professional

	GST 14,4 V-LI	GST 18 V-LI
Напряжение аккумулятора, В	14,4	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0	4,0
Число ходов на холостом ходу, мин ⁻¹	0-2500	0-2700
Длина хода, мм	23	23
Глубина резания, макс.		
– в древесине, мм	90	90
– в алюминии, мм	20	20
– в нелегированной стали, мм	8	8
Косые пропилы, °	0-45	0-45
Длина, мм	259	260
Высота, мм	190	190
Вес с аккумулятором, кг	2,3	2,4
Допустимая температура окружающей среды:		
– при зарядке, °С	от 0 до +45	от 0 до +45
– при эксплуатации и хранении, °С	от -20 до +50	от -20 до +50
Приблизительное время зарядки, мин	45	45

Система сдува опилок лобзиковой пилы может быть выключена в случае использования отсасывающего приспособления, а *система крепления Bosch SDS* позволяет осуществлять быструю замену пильного полотна без использования вспомогательных инструментов. *Косые пропилы*, которые могут выполняться лобзиковыми пилами, служат для соединения заготовок под определенным углом скоса.

Аккумуляторная лобзиковая пила GST 18 V-LI Professional – инструмент, используемый как в быту, так и в профессиональной сфере. Она предназначена для выполнения на твердой опоре продольных распилов и вырезов. С её помощью электроинструмента можно выполнять прямолинейные и криволинейные резы с углом наклона до 45°.

Аккумуляторный лобзик значительно удобнее в работе – по сравнению с питающимся от сети, он легче, с его помощью проще создавать сложные фигурные вырезы, косые пропилы, выемки и отверстия в древесине или древесно-стружечных плитах, металле, пластмассе, резине, керамических плитках. Аккумуляторные лобзики также применяются для резки фанеры, МДФ. Предусмотрена также возможность работы с системой направляющих FSN, а значит выполнения прямых и угловых пропилов в таких материалах, как алюминий, медь, легированная сталь, листовый металл и др.

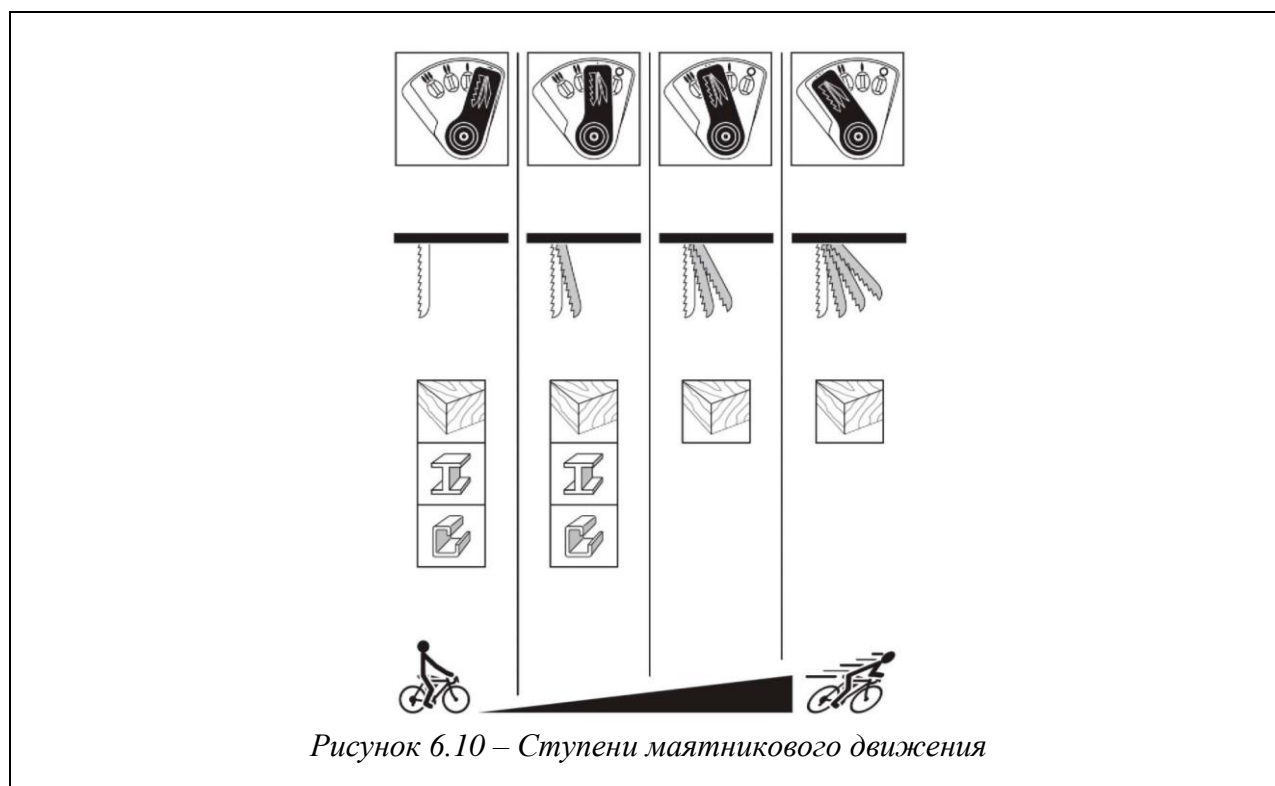
По мощности и производительности аккумуляторный лобзик не уступает традиционным моделям. Лобзиковые пилы предназначены для продолжительной работы с материалом без подзарядки, представляют собой то же устройство, что и с питанием от сети, но с возможностью автономной работы на протяжении нескольких часов. Качественный профессиональный аккумуляторный лобзик предназначается для работы в течение 7-8 часов ежедневно и распила древесины и древесных плит шириной до 65 см и выше. При этом он способен работать, когда электрический ресурс не доступен. Это делает его востребованным инструментом у строителей и деревообрабочиков. Также он используется для широкого спектра задач благодаря большому выбору специальных съемных пильных полотен, которые совершают *прямолинейные* или *маятниковые (качательные возвратно-поступательные)* движения.

Удобство в обращении и возможность *универсального использования* являются основными *свойствами* лобзиковой пилы. Чтобы *увеличить глубину* врезания пилы, может быть подключено *маятниковое движение* пильного полотна (рис.6.10). Длина хода составляет 23 мм. Возможна глубина резания в древесине до 90 мм, однако, *если глубина резания в два раза превышает длину хода, удаление стружек из пропила становится настолько затруднительным, что скорость выполнения работ значительно замедляется.*

Настройка маятникового движения. Четыре ступени маятникового движения позволяют оптимальным образом привести скорость резания, мощность пиления и рисунок шлифованной поверхности в соответствие с обрабатываемым материалом.

С помощью рычага установки маятникового движения (рис. 6.9-8) можно регулировать маятниковое движение также и во время работы.

	Без маятникового движения
	Слабое маятниковое колебание
	Среднее маятниковое колебание
	Сильное маятниковое колебание



Оптимальную ступень маятникового движения можно определить пробным пилением. При этом необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

- чем тоньше и чище должны быть кромки распила, тем более низкую степень маятникового колебания нужно выбирать, или вообще отключить маятниковые колебания;
- при обработке тонких материалов (например, жести) выключить маятниковое движение;
- обрабатывать твердые материалы (например, сталь) со слабым маятниковым колебанием;
- для мягких материалов и при пилении древесины в направлении волокон можно работать с максимальными маятниковыми колебаниями.

При работе с пилой необходимо соблюдать рекомендации по применению пильных полотен. В зависимости от примененного пильного полотна можно резать все материалы, которые поддаются пилению.

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.

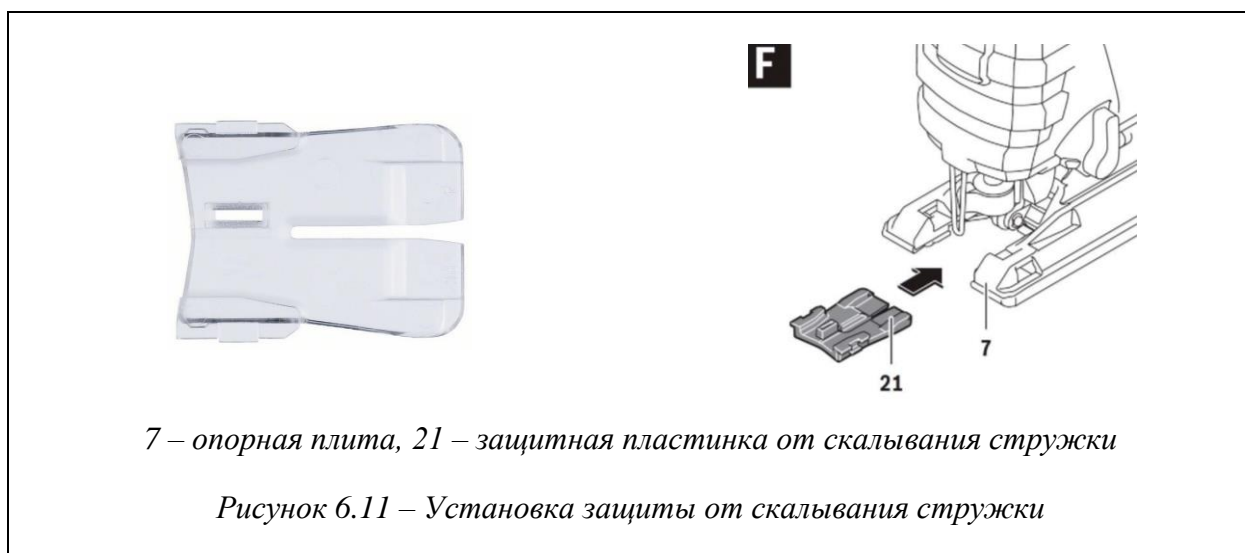
6.2.2 Принадлежности для лобзиковых пил

К принадлежностям для лобзиковых пил относятся:

- защитная пластинка от скалывания стружки;
- металлическая пластина к опорной плите;
- приспособление для круговых распилов);
- приспособление для сдува стружки;
- полотна пильные для лобзиковых пил;
- пылесос.

Защитная пластинка от скалывания стружки представляет собой прозрачную вставку для ножки лобзиковой пилы, препятствующую отрыву чувствительной или легко растрескивающейся поверхности при распиливании материала.

Защитную пластинку от скола материала можно использовать только для определенных видов пильных полотен и только под углом распила 0° . При использовании защиты от скола материала опорную плиту нельзя смещать назад для распиливания по краю. Защитная пластинка вставляется спереди в опорную плиту (рис. 6.11).

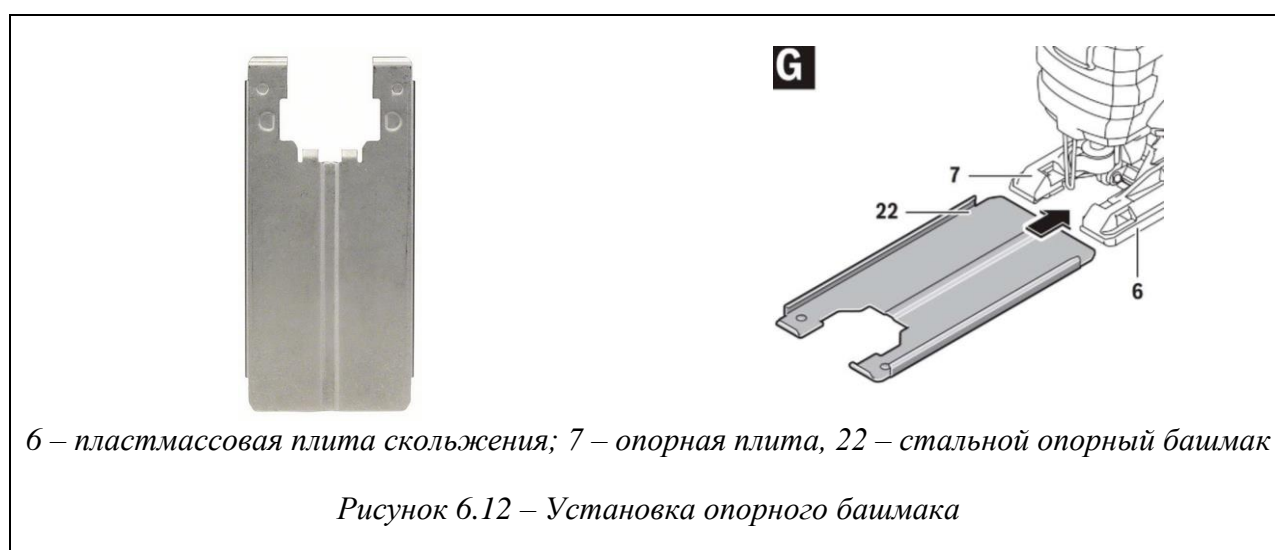


Технические характеристики защитной пластинки от скалывания стружки

Длина, мм	39,0
Ширина, мм	28,0
Размер полотна, мм	7,0
Материал	Пластик
Применяемость	GST 14,4/18 V-LI

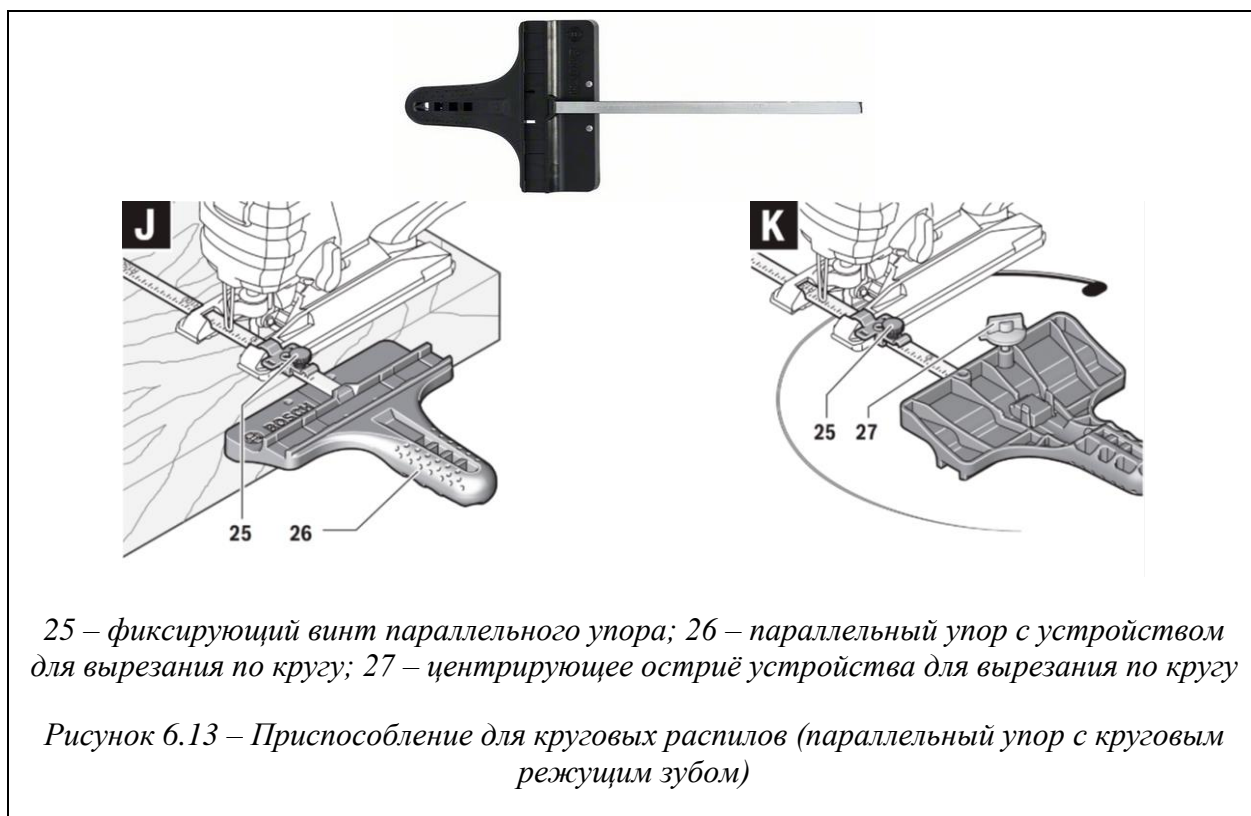
Опорная плита основания у *лобзиковых пил* может регулироваться и поворачиваться (перемещаться) на угол до 45° в обе стороны, например, для косой распиловки.

Пластмассовая плита скольжения на опорной плите предотвращает образование царапин на чувствительных поверхностях. При обработке металла необходимо использовать стальной опорный башмак. Чтобы надеть стальной опорный башмак, его необходимо надвинуть спереди на опорную плиту.



Приспособление для круговых распилов (рис. 6.13) позволяет изготавливать круглые детали. *Циркуль/переходник для направляющих шин Bosch* – оптимальное дополнение для любых лобзиковых пил. 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.

Параллельный упор представляет собой регулируемую *направляющую*, которая, в случае использования таких режущих инструментов, как *циркулярная пила, лобзиковая пила*, а также *фрезерных станков* с верхним расположением шпинделя, позволяет осуществлять нарезание параллельных кромок.

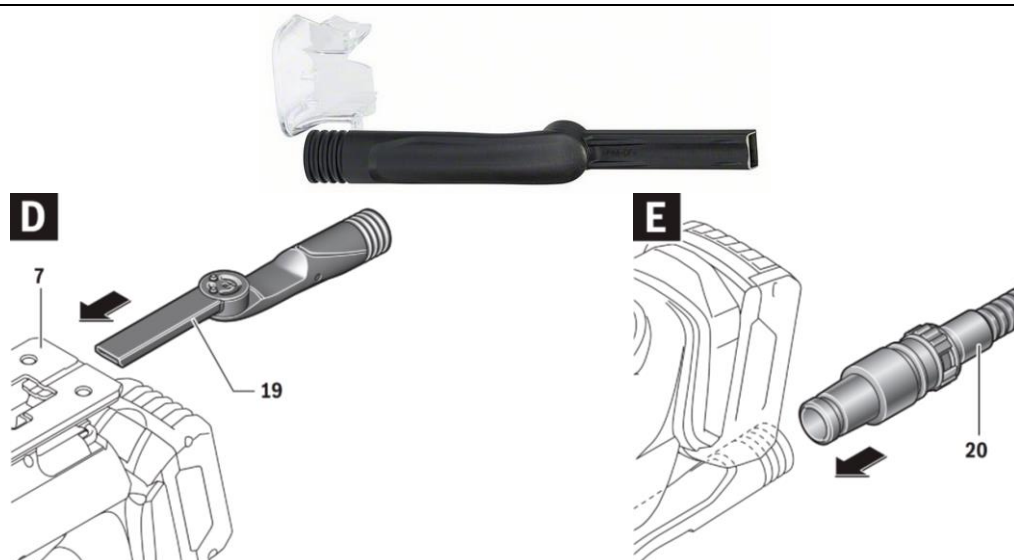


Приспособление для сдува стружки. При работе с лобзиковой пилой без отсасывания, стружки, выходящие вверх от пильного полотна, часто закрывают разметочную линию, находящуюся непосредственно перед лобзиковой пилой. В случае использования лобзиковых пил фирмы Bosch с приспособлением для сдува стружки, часть охлаждающего воздуха используется для сдува стружки. Высокопроизводительная гибкая система пылеудаления гарантирует чистую работу. Шланг и переходник (рис. 6.15) 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.

Полотна пильные для лобзиковых пил. Пильные полотна представляют собой сменную оснастку для лобзиковых пил. Их свойства в основном определяют область их применения, качества пропила и успех всей работы.

Большое значение имеет тип обрабатываемого материала и требования, предъявляемые к качеству пропила. Чтобы облегчить выбор, весь ассортимент пильных полотен для ножовок был рассортирован Bosch по практическим критериям: цвета и названия обозначают сферу применения, а пиктограммы содержат информацию о специфических характеристиках полотна.

Пильные полотна изготавливаются из различных материалов, в зависимости от выполняемых задач.



7 – опорная плита; 19 – патрубок отсоса; 20 – шланг отсасывания





Рисунок 6.15 – Переходник для подключения пылесоса (модуль пылеудаления)

Пильные полотна для лобзиковых пил Bosch приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Пильные полотна для лобзиковых пил Bosch

Наименование изделия	Особые характеристики	Материал полотна, геометрия зубьев
1	3	4
Серый цвет – для древесины		
Basic for Wood	Доботно и выгодно	HCS, фрезерованные
Speed for Wood (T 144 D, T 244 D)	Для быстрых пропилов	HCS, шлифованные
Clean for Wood (T 101 B)	Аккуратные и чистые пропилы	HCS, шлифованные
Extra-clean for Wood (T 308 B)	Без сколов в древесине	HCS, шлифованные
Precision for Wood (T 144 DP)	Точный угловой пропил	HCS, шлифованные
PROGRESSOR for Wood	Быстрые пропилы в материале любой толщины	HCS, шлифованные
Speed for HardWood	Для быстрых пропилов, в т. ч. в твёрдой древесине	BIM, шлифованные
Clean for HardWood	Для быстрых пропилов, в т. ч. в твёрдой древесине	BIM, шлифованные
Extra-clean for HardWood (T 308 BF)	Пиление без сколов даже твёрдой древесины	BIM, шлифованные
Special for Laminate (T 101 BIF)	Для точных и чистых пропилов в ламинате	BIM, шлифованные

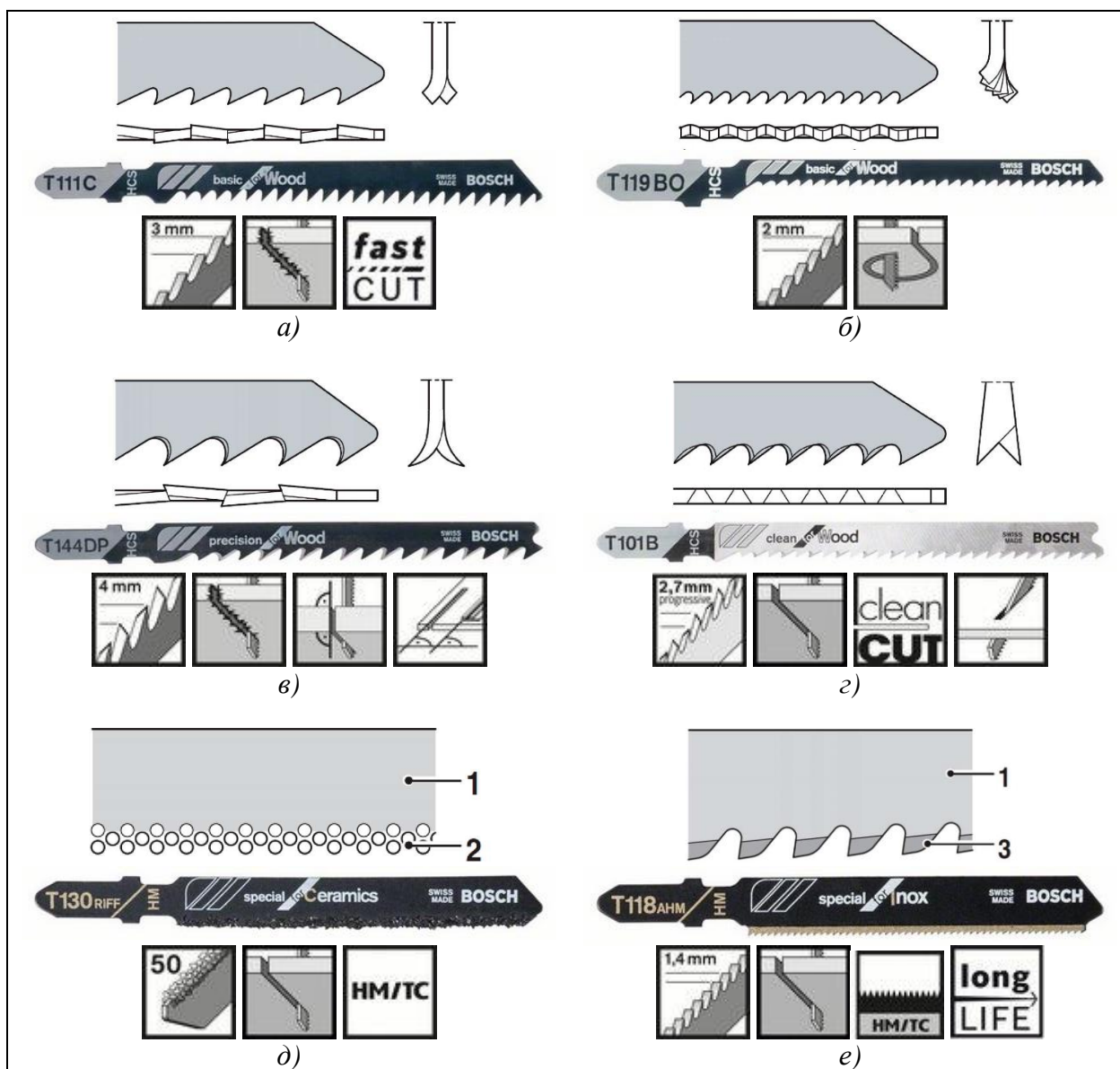
Окончание таблицы 6.5

1	2	3
Красный цвет – для полимерных материалов		
Clean for PP	Чистые пропилы в PP и PE	HCS, шлифованные
Clean for PVC	Чистые пропилы в PVC, PA, PS	HCS, шлифованные
Clean for PMMA	Чистые пропилы в PMMA	BIM, шлифованные
Clean for CarbonFiber	Чистые пропилы в стекло- и углепластике	Твердый сплав, шлифованные
Clean for SolidSurface	Чистые пропилы в полимерных материалах с покрытием SolidSurface	Твердый сплав, шлифованные
Синий цвет – для металлических материалов		
Basic for Metal (T 118 B)	Доботно и выгодно	HSS, фрезерованные
Basic for Inox	Оптимально для нержавеющей стали	BIM, фрезерованные
Flexible for Metal	Прочные, с длительным сроком службы	BIM, фрезерованные
Flexible for Metal -Sandwich	прочные, с длительным сроком службы	BIM, фрезерованные
Speed for Metal	Высокопроизводительные, прочные, долговечные	BIM, фрезерованные
PROGRESSOR for Metal (T 123 X)	Быстрые пропилы в материале любой толщины	BIM, фрезерованные
Special for Alu (T 127 D)	Идеально подходит для алюминия, мягких и цветных металлов	HSS, фрезерованные
Белый цвет – по древесине с металлом		
PROGRESSOR for Wood and Metal (T 345 XF)	Универсальные, быстрая обработка толстых и тонких материалов	BIM, фрезерованные
Черный цвет – для специального использования		
Special for Inox	Для нержавеющей стали	Твердый сплав, шлифованные
Special for Fiber and Plaster	Для волокнистых материалов и материалов на цементной основе	Твердый сплав, шлифованные
Special for Ceramic	Для керамических материалов	Твердый сплав, RIFF
Special for Soft-Material	Для мягких материалов	HCS, шлифованные

Геометрия зубьев. Каждый разрезаемый материал имеет свою плотность. В процессе пиления это подразумевает необходимость максимально

точного соблюдения геометрии резания с целью получения максимально возможного качества работы и максимально быстрого получения конечного результата работы. Поэтому необходимо оптимизировать пильные полотна для лобзиковых пил по многим аспектам: в отношении *шага зубьев*, т.е. расстояния между двумя зубьями; *формы зуба и угла резания*; возможности свободного резания (разведенные, волнообразные или со шлифованным задним углом).

Геометрия зубьев в пильных полотнах для лобзиковой пилы приведена на рисунке 6.16.



а – зубья фрезерованные, разведенные; б – зубья фрезерованные, волнистые; в – зубья шлифованные, разведенные; г – зубья, отшлифованные под свободным углом; д – покрытие RIFF; е – отдельные зубья из твердого сплава; 1 – основа; 2 – гранулы из твердого сплава; 3 – зуб из твердого сплава (припаян)

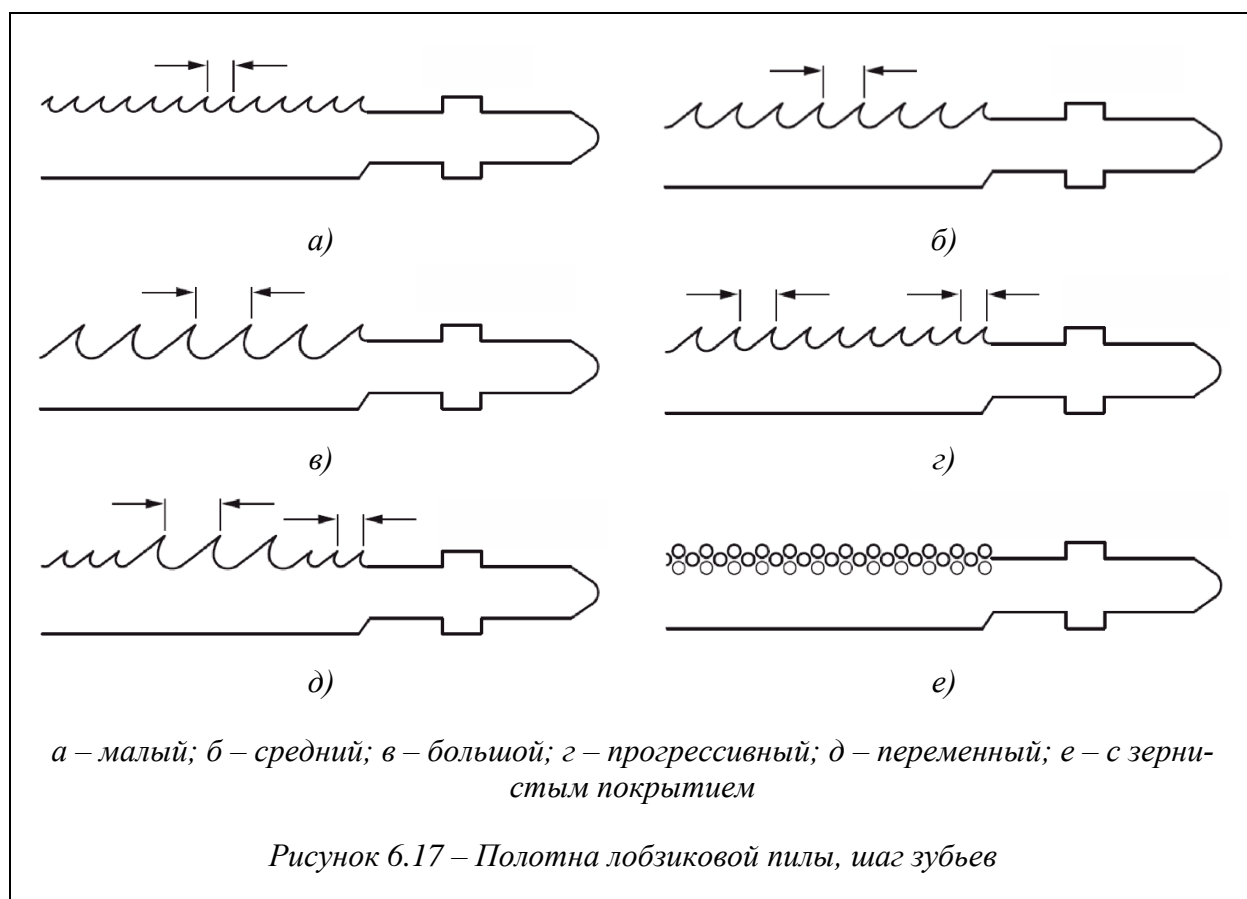
Рисунок 6.16 – Геометрия зубьев в пильных полотнах для лобзиковой пилы

Шаг зубьев. Шаг зубьев (расстояние от одного зуба до другого) определяется толщиной распиливаемого материала. Основное правило гласит: *минимум два зуба одновременно должны находиться в материале*. При нахождении *менее двух зубьев* пила работает *неровно* и создаются *вибрации*, лобзиковая пила подвергается большими механическим нагрузкам. При нахождении *более двух зубьев* процесс резания *более спокойный*, однако, при резании *толстого материала* это может привести к *уменьшению рабочей скорости*. Поэтому необходимо выбирать максимально возможный шаг зубьев для каждой конкретной детали.

Прогрессивный шаг зубьев, то есть малый шаг зубьев у хвостовика и увеличивающийся к концу полотна, в случае обычных распространённых материалов одновременно обеспечивает большую скорость резания и хорошее качество реза в тонкой и толстой древесине.

Зубья с переменным шагом, то есть последовательность больших и малых шагов зубьев по длине полотна, хорошо показали себя на пильных полотнах для ножовок *при работе по металлу* благодаря ровному ходу и высокой производительности.

Шаг зубьев в пильных полотнах для лобзиковой пилы приведён на рисунке 6.17.



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*. Более *толстые пильные* полотна следует использовать в тех случаях, когда требуется *осуществлять точное резание*. Их недостаток заключается в меньшей производительности, так как при использовании более *толстого пильного полотна приходится резать больше материала*.

Материал пильного полотна, в частности, зубьев, должен выбираться в соответствии с обрабатываемым материалом. Общее правило заключается в том, что *зубья должны быть твёрже обрабатываемого материала*. Однако твёрдые 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 твёрдого сплава или с покрытием из твёрдого сплава. Высокие затраты на эти пильные полотна вполне компенсируются за счет *увеличения срока службы* даже в случае «стандартного» использования.

Для изготовления полотен для лобзиковых пил применяются следующие материалы:

- HCS (*high carbon steel*) – высокоуглеродистая сталь, твёрдость 45-48 HRC;
- HSS (*high speed steel*) – быстрорежущая сталь, твёрдость 61-65 HRC;
- BIM (bi-metal) – высокоэластичное, неразрывное соединение из HSS и HCS (биметалл);
- HM (*hard material*) – твёрдый сплав карбид вольфрама, твёрдость 79 HRC.

Пильные полотна из HCS (высокоуглеродистой стали) предназначены для резки мягких материалов, таких как мягкая древесина, ДВП, ДСП, мягкие полимерные материалы (пластмассы).

Пильные полотна из HSS (закалённой высокоэффективной быстрорежущей стали) предназначены для обработки материалов повышенной твёр-

дости, таких как металл, алюминий и цветные металлы. По сравнению с HCS толщина металла у пилкок HSS меньше, а их твёрдость значительно выше.

Пильные полотна из BIM (биметалла) предназначены для профессионального применения. Используются для работ по *твёрдой древесине, абразивным древесным материалам, твёрдым пластмассам, стали, цветным металлам и алюминию*. 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.

Пильные полотна из биметалла соответствует самым высоким требованиям во всех тех случаях, когда существует опасность поломки и требуются особо гибкие пильные полотна. Особо гибкие биметаллические пильные полотна применяются, например, при опасности излома.

Срок службы пильных полотен для лобзиковых пил и ножовок, выпускаемых фирмой «BOSCH», в 2 раза превышает срок службы пильных полотен по металлу из быстрорежущей стали (HSS) и в 10 раз – полотен по дереву из высокоуглеродистой стали (HCS).

Пильные полотна из НМ (твёрдого сплава карбида вольфрама) используется для специфических работ: распиловка стеклопластика, газобетона, керамической плитки.

Зернистое твёрдосплавное напыление (RIFF). Полотно из высокоуглеродистой стали покрыто зёрнами из твёрдого сплава. Предназначается для обработки таких абразивных материалов, как настенная керамическая плитка, стеклопластик, цементно-волокнистые плиты, кирпич, черепица, литье, нержавеющей сталь.

Твёрдосплавное покрытие (отдельный зуб). На основу из высокоуглеродистой стали устанавливаются зубья из твердосплавного материала, поэтому она предназначается для работы с такими абразивными материалами, как стеклопластик, асбестоцемент, твердые сорта дерева и газобетон.

Твёрдосплавные пильные полотна отличаются исключительно высокой эффективностью.

Рекомендации по применению пильных полотен:

- *пильные полотна должны иметь однокулачковый хвостовик (тип T);*
- *длина пильного полотна не должна превышать длину, необходимую для предусмотренного пропила;*
- *для пиления с малым радиусом необходимо применять узкие пильные полотна.*

Символические обозначения пильных полотен для лобзиковых пил, виды пропилов и расшифровка обозначений пильных полотен и пиктограмм приведены в *приложении Д*.

Пылесос для влажного и сухого мусора GAS 35 M AFC Professional.

Универсальный пылесос для влажной/сухой уборки с автоматической системой очистки фильтра GAS 35 M AFC Professional предназначен для сбора, всасывания, перемещения и отделения древесной стружки, а также негорючей сухой пыли, негорючих жидкостей и водно-воздушной смеси. Пылесос для класса пыли М в соответствии с IEC/EN 60335-2-69 разрешается применять только для всасывания вредной для здоровья пыли с граничным значением экспозиционной дозы не менее 0,1 мг/м³.



Рисунок 6.18 – Пылесос для влажного и сухого мусора GAS 35 M AFC Professional

Преимущества пылесоса GAS 35 M AFC Professional:

- постоянная мощность всасывания для неизменно высокой производительности благодаря автоматической системе очистки фильтра (AFC);
- как сертифицированный безопасный пылесос с классом пыли «М» по стандарту ЕС подходит для уборки большинства видов пыли в целях оптимальной защиты пользователя;
- система отвода статического заряда (вкл. шланг) предохраняет от статической электризации;
- розетка для подключения электроинструментов с автоматикой включения и выключения, включая функцию выбега для дополнительного удобства;
- встроенные держатели для широкого спектра принадлежностей, а также для хранения кабеля и шланга непосредственно на пылесосе;
- надёжная тележка для удобства транспортировки с не оставляющими следов колесами;

- *контроль объёмного расхода с подачей звукового сигнала в случае выхода за нижний предел установленного диапазона – для оптимальной защиты пользователя;*
- *плавная регулировка мощности всасывания на пылесосе и инструментальной муфте;*
- *автоматическое отключение при достижении максимального уровня заполнения.*

Технические характеристики пылесоса GAS 35 M AFC Professional

Максимальная потребляемая мощность (турбина), Вт	1380
Объем контейнера, брутто, л	35,0
Объем контейнера, нетто, л	23,0
Вместимость контейнера для воды, нетто, л	19,2
Класс пыли пылесоса для влажной/сухой уборки	M
Класс пыли основного фильтра	M
Поверхность фильтра, м ²	0,615
Максимальный объемный расход (турбина), л/с	74
Максимальное разрежение (турбина), гПа	254
Длина, мм	515,0
Ширина, мм	450,0
Высота, мм	575,0
Вес, кг	12,4

6.2.3 Закрепляющий материал 9

Задание 9.1

I. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Форма рукоятки аккумуляторной лобзиковой пилы может быть:

- а) угловой;
- б) грибовидной;
- в) скобовидной.

Ответ:

2. Угол косых пропилов, выполняемая лобзиковой пилой, составляет (°):

- а) 45;
- б) 65;
- в) 85.
- г) 90

Ответ:

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Аккумуляторным лобзиком распил выполняется посредством _____ движений закрепленного пильного полотна.

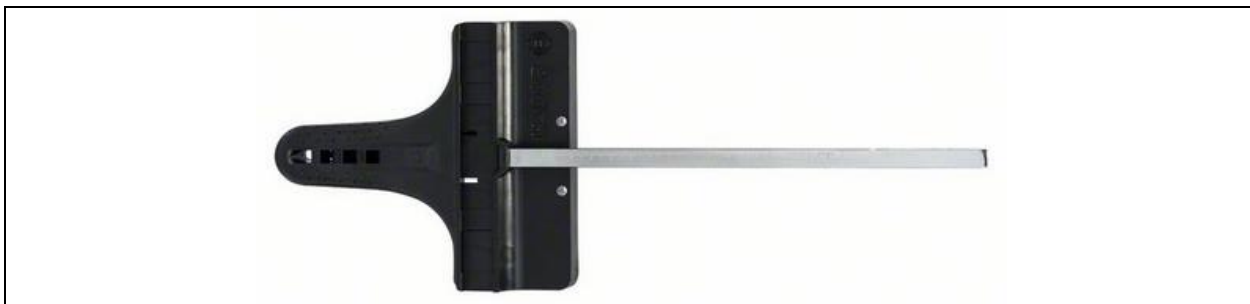
2. Система крепления пильного полотна SDS-click позволяет осуществлять _____ пильного полотна без использования _____ инструментов.

3 Для увеличения глубины врезания лобзиковой пилы, может быть подключено _____ движение пильного полотна.

4. Защитная пластинка от _____, расположенная в основании лобзиковой пилы, предотвращает образование _____ на поверхности материала.

III. Работа с рисунком:

1. Определите по рисунку наименование приспособления и дополните предложение недостающей информацией.



1. Наименование приспособления – _____ .
2. Приспособление для _____ распилов, изображённое на рисунке, применяется в аккумуляторном лобзике для получения идеально _____ отверстий.

IV. Работа с таблицей:

1. Для аккумуляторной лобзиковой пилой GST18 V-LI Professional колонку 2 таблицы:

Материал	Глубина резания, мм
1	2
Древесина	
Алюминий	
Нелегированная сталь	

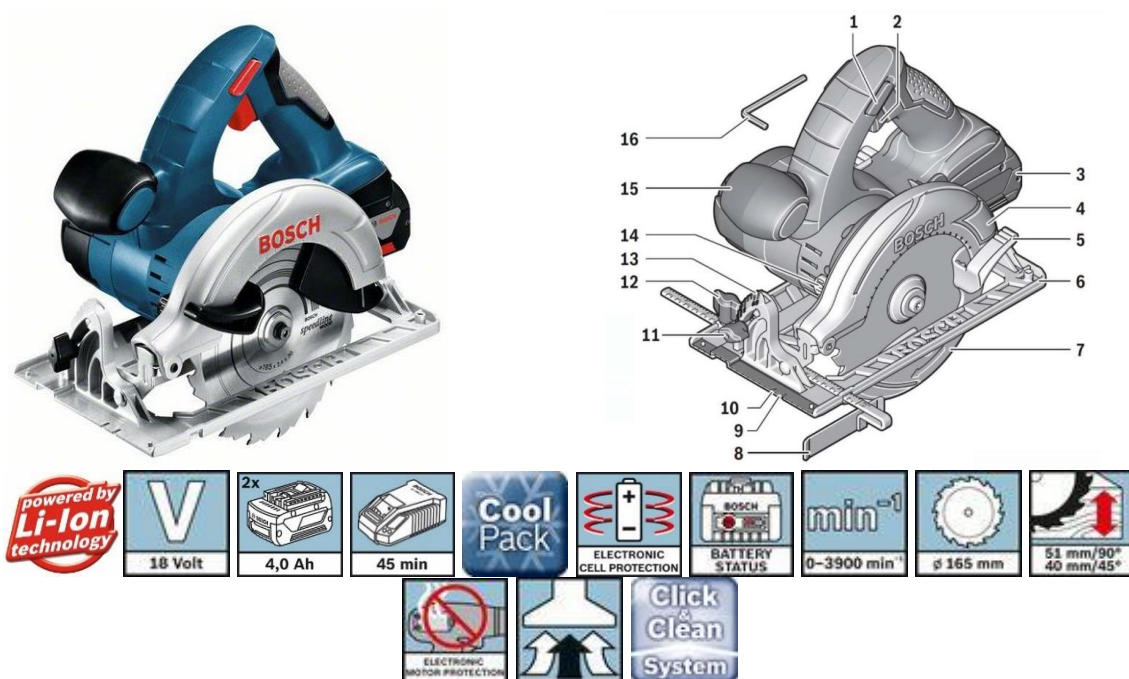
6.3.1 Ручная циркулярная пила

Ручная циркулярная пила является одними из самых распространенных электроинструментов *для деревообработки*. Название его исходит из пильного диска, по *окружности* которого *находятся* зубья. Она классифицируется по *способу регулировки* глубины резания, *самой глубине пропила* и *потребляемой мощности*. Ручная циркулярная пила устанавливается на основание таким образом, что двигатель-редуктор-пильное полотно *можно менять по высоте и углу по отношению к основанию*. Таким образом, можно регулировать глубину резания и угол скоса (до 45°). Первая ручная циркулярная пила была разработана в 1924 году в Соединенных Штатах Америки фирмой SKIL, дочерней компанией BOSCH.

Назначение аккумуляторных циркулярных пил. Циркулярные пилы главным образом используются *для быстрой и точной резки, обрезки кромки, выполнения в древесине продольных и поперечных распилов и косых срезов*. Глубина резания до 100 мм используется для *плотницких работ*, хотя работа с большими ручными циркулярными пилами может быть сложной, так как их пильные диски, если они заклиниваются в материале, могут создавать очень высокие крутящие моменты.

Свойства ручных циркулярных пил. *Вращательный принцип* действия обеспечивает *намного более высокие скорости резания, лучшее качество реза и более высокие скорости выполнения работы, чем у ручных пил ножовочного типа*. В силу принципа действия *все циркулярные пилы* могут *выполнять только прямые резы*. Направление подачи всегда выполняется в сторону, противоположную вращению, то есть в направлении, противоположном вращению пильного диска. *Глубина резания (пропила) у большинства ручных циркулярных пил составляет 51–85 мм*. Наиболее популярны глубина пропила **55 и 65 мм**. Номинальная потребляемая мощность составляет 1050–2200 Вт.

Внешний вид и схема аккумуляторных циркулярных пил **GKS 18 V-LI Professional**, **GKS 36 V-LI Professional** приведены на рисунках 6.19 и 6.20.



1 – блокиратор выключателя; 2 – выключатель; 3 – аккумулятор; 4 – защитный кожух; 5 – рычаг для настройки маятникового защитного кожуха; 6 – опорная плита; 7 – маятниковый защитный кожух; 8 – параллельный упор; 9 – метка угла пропила на 0°; 10 – метка угла пропила на 45°; 11 – барашковый винт для настройки угла наклона; 12 – барашковый винт для параллельного упора; 13 – шкала угла распила; 14 – кнопка фиксации шпинделя; 15 – дополнительная рукоятка (с изолированной поверхностью); 16 – шестигранный штифтовый ключ

Рисунок 6.19 – Аккумуляторная циркулярная пила GKS 18 V-LI Professional

Преимущества аккумуляторных циркулярных пил GKS 18/36 V-LI Professional:

- максимальная производительность пиления в своём классе;
- торцевание до 50 (95 для GKS 36 V-LI) ДСП (900x19 мм) на одной зарядке аккумулятора;
- эргономичная рукоятка с удобной зоной обхвата (с мягкой накладкой) для надежного удержания инструмента в руках и неустойчивой работы;
- уникальная литий-ионная технология класса Premium от Bosch для увеличения срока службы и исключительно долгой работы на одной зарядке аккумулятора;
- отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения элементов.
- инновационные аккумуляторы CoolPack с увеличенным на 100 % сроком службы;

- система *Bosch Electronic Cell Protection (ECP)* защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- система *Electronic Motor Protection (EMP)* защищает двигатель от перегрузки и обеспечивает долгий срок службы;
- плавная регулировка глубины резки с помощью быстрозажимного рычага.



Технические характеристики аккумуляторных циркулярных пил GKS 18 V-LI и GKS 36 V-LI Professional приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Технические характеристики аккумуляторных циркулярных пил GKS 18 V-LI Professional и GKS 36 V-LI Professional

	GKS 18 V-LI	GKS 36 V-LI
Напряжение аккумулятора, В	18	36
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0	2,6
Число оборотов холостого хода, мин ⁻¹	3900	4000
Максимальный диаметр пильного диска, мм	165	165
Минимальный диаметр пильного диска, мм	160	160
Диаметр отверстия пильного диска, мм	20	20
Максимальная глубина пропила:		
– под углом наклона (90°), мм	51	54
– под углом наклона (45°), мм	40	38
Размеры опорной плиты (Д x Ш), мм	146 x 272	146 x 290
Толщина тела пильного диска, мм	1,7	1,7
Функция блокировки шпинделя	есть	есть
Длина, мм	228,0	419,0
Высота, мм	340,0	276,0
Вес с аккумулятором, кг	4,1	4,8

Так называемый *расклинивающий нож* идет следом за пильным полотном, предотвращая отдачу из-за заклинивания пильного полотна в материале. Контакт пользователя с пильным полотном до и после пиления предотвращается благодаря нижнему защитному кожуху, который открывается автоматически в начале пиления, и имеет рычаг подъема.

Аккумуляторные циркулярные пилы обычно применяются для *несложных* распиловочных работ на *досках, тонких фанерных плитах и поперечных срезах в тонком массиве древесины*. Во время пиления в материале находится значительная часть пильного полотна циркулярной пилы, поэтому оно имеет высокую степень трения. Потребляемая мощность также сравнительно высока, из-за чего аккумуляторные циркулярные пилы, с их небольшим запасом энергии, подходят только для легких распиловочных работ на не слишком толстом материале. *Пильные диски* для аккумуляторных циркулярных пил отличаются от обычных циркулярных пил *меньшей толщиной* основного полотна и *меньшей шириной зуба*. Учитывая высокую потребляемую мощность, аккумуляторные циркулярные пилы выпускаются только с высокими показателями рабочего напряжения (18-36 В).

Регулировка глубины пропила пильного диска по отношению к толщине материала определяет потребляемую мощность циркулярной пилы. Чем больше зубьев пильного диска используется, тем выше потребляемая мощность. При работе с аккумуляторными циркулярными пилами этот фактор всегда следует учитывать.

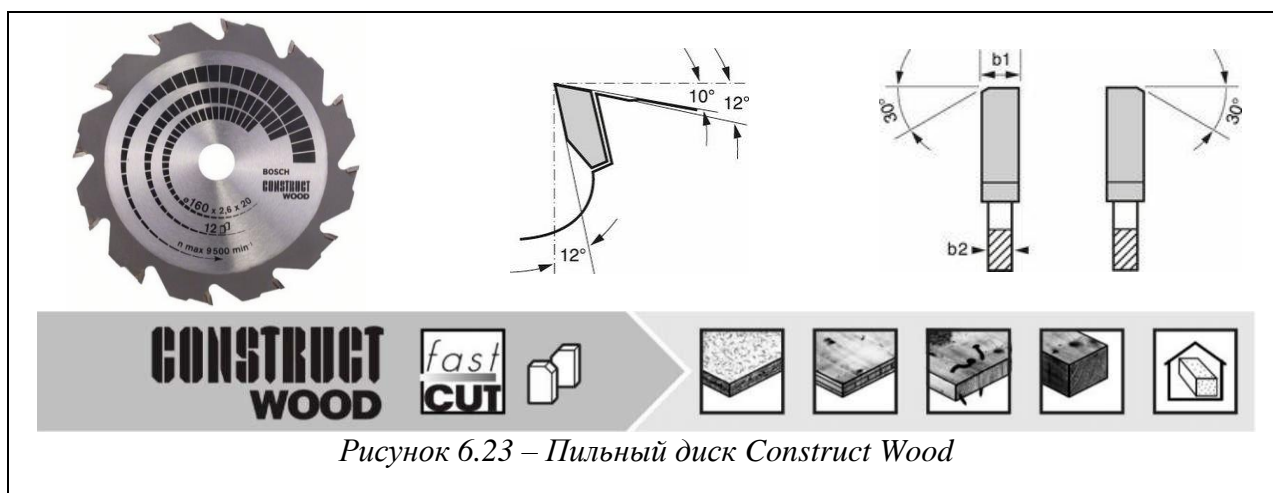
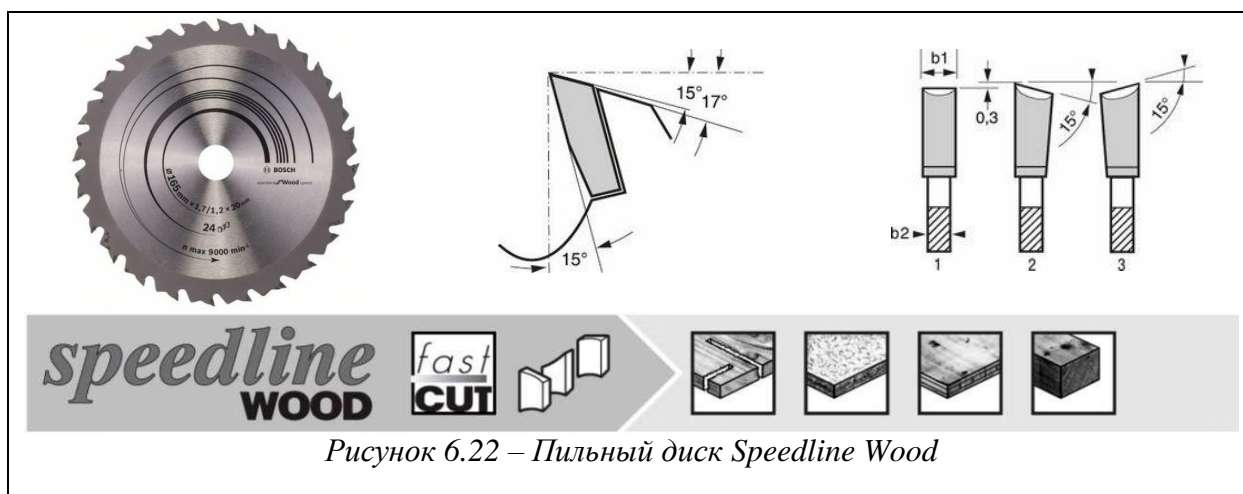
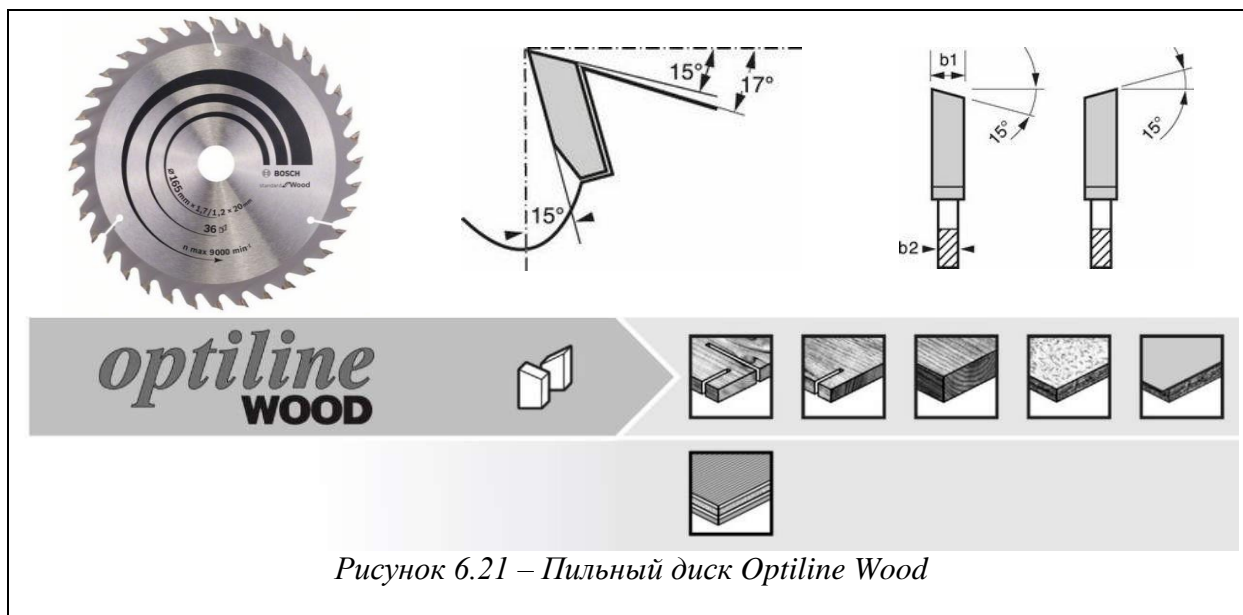
В зависимости от примененного пильного полотна можно *резать все материалы, которые поддаются пилению*.

Наиболее подходящие пильные диски для аккумуляторных циркулярных пил GKS 18/36 V-LI Professional приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Технические характеристики пильных дисков для аккумуляторных циркулярных пил

Пильный диск	Optiline Wood	Speedline Wood	Construct Wood
Внешний диаметр диска, мм	165,0	165,0	160,0
Диаметр отверстия пильного диска, мм	20	20	20
Сверление с переходным кольцом, мм	16,0	16,0	16,0
Ширина пропила (b1), мм	1,7	1,7	2,6
Толщина основного диска (b2), мм	1,2	1,2	1,6
Число зубьев	36	24	12
Тип	Standard for Wood	Standard for Wood Speed	Standard for Construct Wood
Форма зуба	ATB	FZ/WZ	FWF
Результат пиления	3,0		1,0

Внешний вид и геометрия зубьев пильных дисков приведены на рисунках 6.21, 6.22 и 6.23.



6.3.2 Закрепляющий материал 10

Задание 10.1

I. Выберите один правильный ответ и обведите:

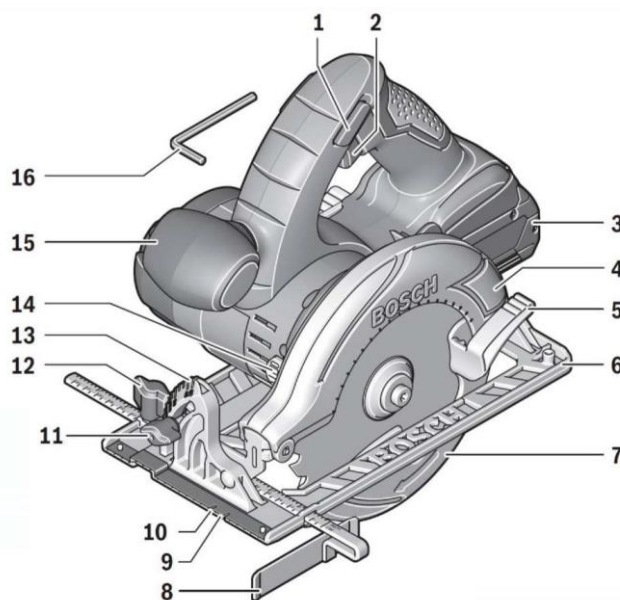
1. Угол скоса при резании аккумуляторными циркулярными пилами GKS 18 V LI / GKS 36 V-LI Professional можно регулировать до (°):

- а) 45° ; б) 65° ;
в) 85° .

ОТВЕТ:

II. Работа с рисунком:

1. Определите и подпишите составные части аккумуляторной циркулярной пилы GKS 18 V- LI Professional под цифрами 1, 2, 3, 4, 6, 8, 13, 15.



Акумуляторная циркулярная пила GKS 18 V- LI Professional

<i>Позиционный номер</i>	<i>Название</i>
1 –	
2 –	
3 –	
4 –	
6 –	
8 –	

13 –	
15 –	

Примечание: Для выполнения задания рекомендуется использование натурального образца инструмента.

III. Установите соответствие:

1. Установите соответствие между аккумуляторными циркулярными пилами GKS 18 V LI / GKS 36 V-LI Professional и выполняемой ими глубиной пропила древесины под углом 90 °.

<i>Циркулярная пила</i>		<i>Глубина пропила, мм</i>	
1.	GKS 36 V -LI Professional	A.	51
2.	GKS 18 V -LI Professional	Б.	54
		В.	57

Ответ:

1
2

 →

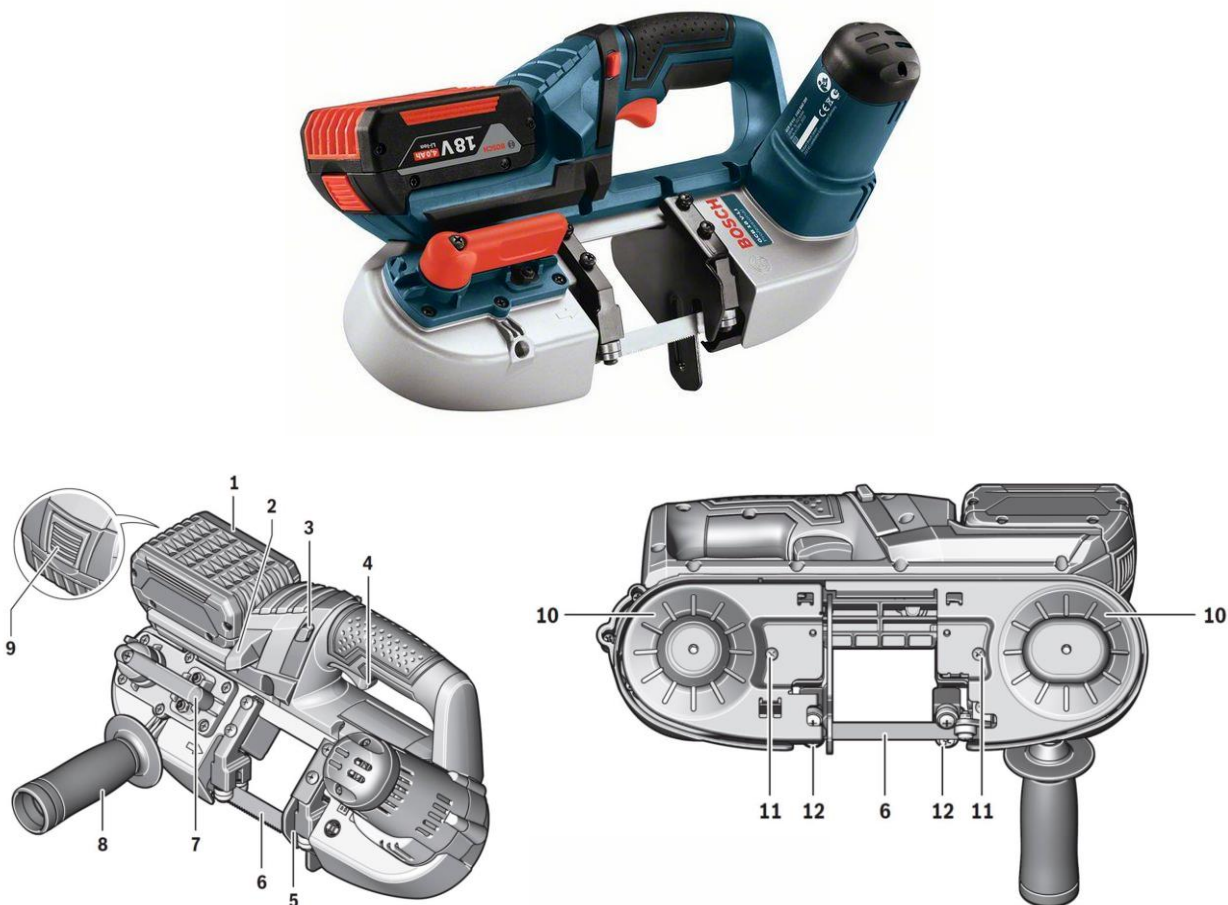
6.4.1 Аккумуляторная ленточная пила

Аккумуляторная ленточная пила GCB 18 V-LI Professional предназначена для распила *труб* из различных материалов (*сталь, пластмасса и алюминий*), резины и других материалов. Также можно проводить прямые линейные распилы под углом до 45°. Инструмент обладает небольшими размерами (компактный) и лёгким весом, что обеспечивает высокий комфорт в работе – прежде всего над головой. Благодаря мощному двигателю, который разгоняет пильную ленту до 162 м/мин, пила эффективно распиливает прочные материалы. Пластиковый корпус с металлической рабочей поверхностью обеспечивают надёжную защиту изделия.

Аккумуляторная ленточная пила GCB 18 V-LI Professional является самой компактной в своем классе и обладает преимуществами:

- *минимальный вес (всего 3,8 кг) и очень компактная конструкция (длина всего 343 мм) для удобства работы даже в труднодоступных местах;*
- *исключительная глубина пропила (до 63,5 мм) для распиловки самых пространственных материалов, например, металлических и пластмассовых труб и алюминиевого профиля;*
- *светодиодная подсветка рабочего места позволяет совершать точные пропилы и работать в местах с плохим освещением;*
- *уникальная литий-ионная технология класса Premium от Bosch для увеличения срока службы и исключительно долгой работы на одной зарядке аккумулятора;*
- *система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда.*
- *основная рукоятка имеет мягкие накладки, что предохраняет инструмент от случайного выскальзывания из рук пользователя;*
- *управляющая электроника позволяет регулировать число оборотов двигателя в зависимости от выполняемых работ;*
- *минимальная вибрация при работе.*

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторной ленточной пилы GCB 18 V-LI Professional приведены на рисунке 6.24.



1 – аккумулятор; 2 – светодиод «Power Light»; 3 – блокиратор выключателя; 4 – выключатель; 5 – дополнительная направляющая; 6 – пильное полотно; 7 – рычаг регулирования предварительного натяжения пильного полотна; 8 – дополнительная рукоятка (с изолированной поверхностью); 9 – кнопка разблокировки аккумулятора; 10 – крышка пильного полотна; 11 – винт; 12 – направляющая пильного полотна

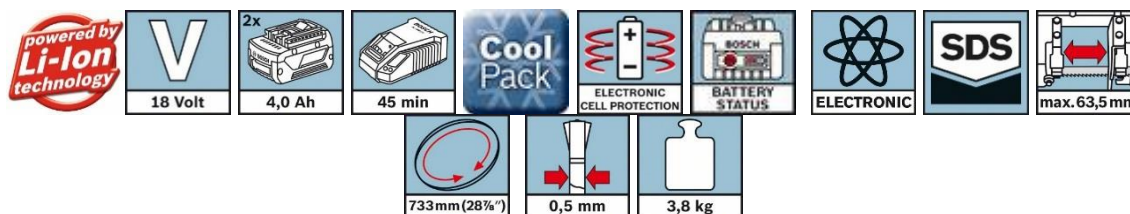


Рисунок 6.24 – Аккумуляторная ленточная пила GCB 18 V-LI Professional

Технические характеристики аккумуляторной ленточной пилы GCB 18 V-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0
Число оборотов холостого хода, м/мин	162
Пильное полотно биметаллическое	CB 2818 BIM, 18 TPI
Размеры пильного полотна, мм	733 x 12,7 x 0,5

Максимальная глубина пропила, мм	63,5
Длина, мм	343,0
Высота, мм	160,0
Вес с аккумулятором, кг	3,8

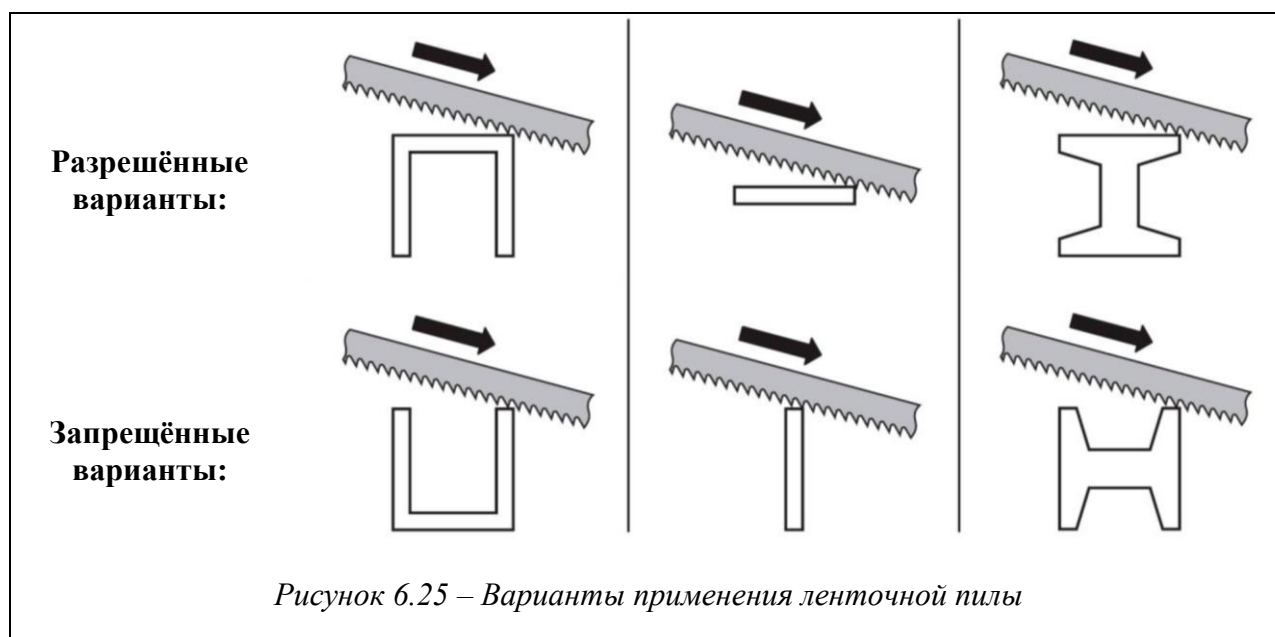
Особенности пилы GCB 18 V-LI Professional :

	<p>Высокое качество</p> <p>Li-Iонn аккумуляторы не имеют эффекта памяти, на разряжаются при простое и обладают долгим сроком службы.</p>
	<p>Мягкий ход</p> <p>Опорная рукоятка удобно крепится в руке и имеет небольшую зону обхвата, что обеспечивает плавное управление пилой.</p>
	<p>Легкость в обращении</p> <p>Кнопка «Пуск» находится на основной рукоятке, там же располагается и клавиша блокировки от случайного старта – для легкого управления одной рукой.</p>
	<p>Простота в обслуживании</p> <p>Защитная крышка двигателя снимается – для возможности самостоятельной замены щеток без сервисных центров.</p>
	<p>Практичность</p> <p>Специальный рычаг регулирует натяжку пильной ленты, что повышает надежность, быструю замену полотна и эффективность аккумуляторной ленточной пилы GCB 18 V-LI Professional.</p>

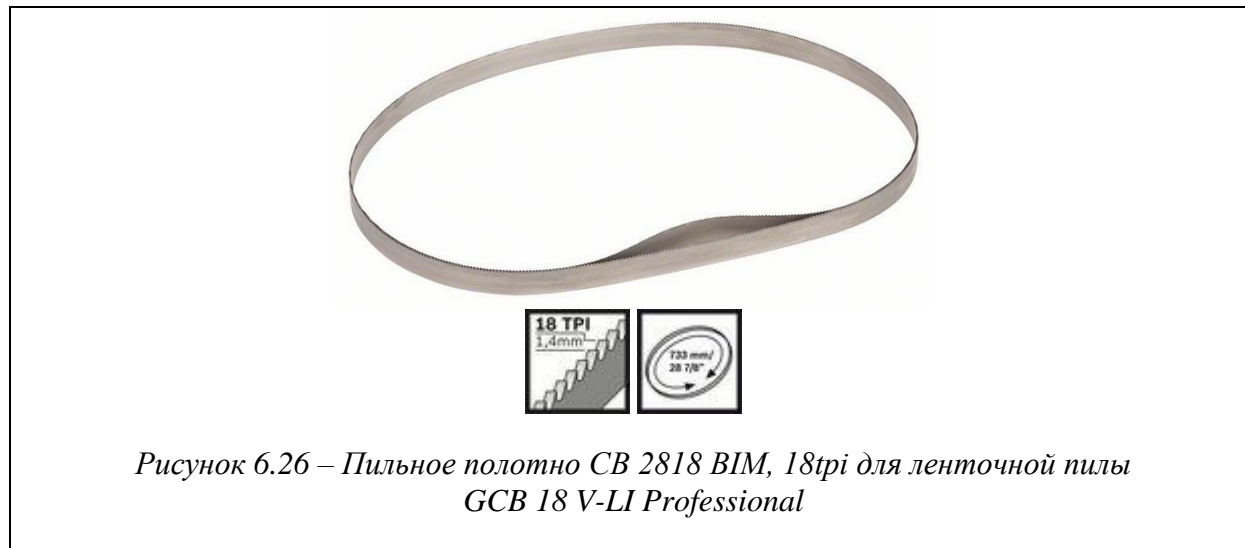
Указания по применению:

- *выбрать подходящее положение для распила заготовки, чтобы в распиловке было задействовано как можно больше зубьев пильного полотна;*
- *включить электроинструмент, приставить его дополнительной направляющей к заготовке и медленно вводить пильное полотно в распил;*
- *во время работы держать электроинструмент обеими руками, заняв предварительно устойчивое положение;*
- *работать с умеренным прижимом и равномерной подачей;*
- *незадолго до окончания распиловки кратковременно уменьшить прижим и слегка приподнять электроинструмент, чтобы он не упал на заготовку.*

На рисунке 6.25 приведены разрешённые и запрещённые варианты применения аккумуляторной ленточной пилы.



Для ленточной пилы GCB 18 V-LI Professional применяются биметаллические пильные полотна CB 2818 BIM (рис. 6.26).



Пильные полотна CB 2818 BIM наилучшим образом подходят для монтажников металлоконструкций, установщиков санитарно-технического и отопительного оборудования, укладчиков полов.

Высокопроизводительные и маловибрирующие полотна для ленточных пил от Bosch применяются для торцовки таких материалов, как черные и цветные металлы, пластик, обеспечивают тонкий и точный рез.

6.4.2 Закрепляющий материал 11

Задание 11.1

I. Продолжите предложение:

1. Глубина пропила аккумуляторной ленточной пилой GCB 18 V-LI Professional составляет до _____ мм.
2. Компактная конструкция аккумуляторной ленточной пилы GCB 18 V-LI Professional позволяет работать в _____ местах.

II. Выберите несколько правильных ответов:

1. Аккумуляторной ленточной пилой GCB 18 V-LI Professional можно распиливать:

- а) металлические трубы;
- б) пластмассовые трубы;
- в) алюминиевые профили.

Ответ:

2. Аккумуляторной ленточной пилой можно проводить прямолинейные распилы под углом:

- а) 45°;
- б) 65°;
- в) 85°

Ответ:

III. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Благодаря _____ технологии у ленточной пилы GCB 18 V-LI Professional увеличивается срок _____ и исключительно долгая работа на одной _____ аккумулятора.
2. Система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор ленточной пилы от _____, _____ и _____ разряда.

6.5 Модуль 12 «Аккумуляторные универсальные резак»

Учебный материал 12

В 1985 году фирма «Fein» запатентовала осциллирующий универсальный инструмент технологии ОМТ (*oscillating multi tool*). Изначально инструмент предназначался для снятия гипса без риска поранить пациента.

Диапазон колебаний пильного полотна влево/вправо (всего 1,4° в каждую сторону) соответствуют возможности человеческой кожи растягиваться, что практически исключает возможность получить травму от данного инструмента.

В 2006 году срок основной патентной защиты Fein истёк и с тех пор фирма «BOSCH» вывела на рынок *три* ОМТ продукта: **PMF 180 E** (2007 г.), **GOP 10,8 V-LI** (2008 г.) и **GOP 250 CE** (2011 г.)

Технология ОМТ дает следующие **преимущества**:

- *минимальные колебания позволяют делать точные и аккуратные погружные пропилы;*
- *в отличие от инструментов с вращением осциллирующий инструмент исключает отдачу, тем самым делая работу более безопасной и комфортной.*

Компания Bosch является разработчиком системы SDS – механизма быстрой смены рабочей оснастки без дополнительного инструмента. Теперь эта система применяется и в режущих столярно-плотничных инструментах. Универсальный резак **GOP 10,8 V-LI Professional** – первый на рынке электроинструмент, который *позволяет производить смену принадлежностей без дополнительных инструментов и приспособлений.*

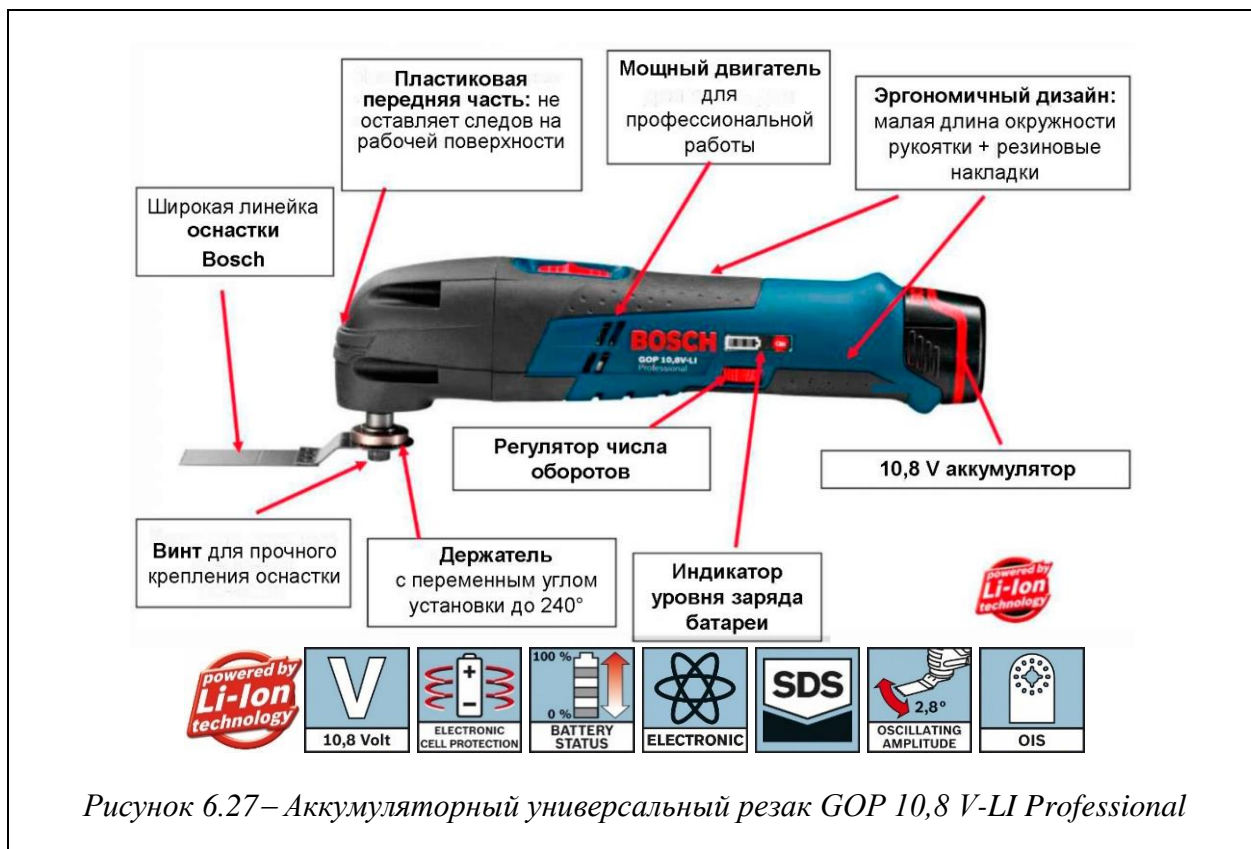
6.5.1 Универсальный резак

При ремонте или строительстве для выполнения множества разнообразных операций специалисты рекомендуют аккумуляторные многофункциональные инструменты. Универсальный резак имеет возможность работать с разной оснасткой и выполнять такие операции, как *шлифование, зачистку, полировку, резку материалов* и многие другие отделочные работы даже в тех условиях, где нет стационарной электросети.

Аккумуляторный универсальный резак GOP 10,8 V-LI Professional используется для высокоточной *резки, шлифовки, полировки, зачистки* и многих других отделочных работ. Универсальность достигается благодаря большому количеству насадок, которые поставляются в комплекте с универсальным резак. Количество колебаний шпинделя из стороны в сторону под малым углом варьируется в диапазоне от 5 000 до 20 000 в минуту, что поз-

воляет максимально точно подстроиться под конкретный тип работы и материал и работать в стеснённых условиях.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторного универсального резака GOP 10,8 V-LI Professional представлены на рисунке 6.27.



Аккумуляторный универсальный резак GOP 10,8 V-LI применяется для распиливания и разрезания древесных материалов (погружных пропилов в мягкой или твердой древесине, подрезки дверной коробки при укладке новых полов, подгонки, обрезки), пластмассы, гипса, цветных металлов и крепежных элементов (например, незакаленных гвоздей, скрепок). Он также пригоден для сухого шлифования и шабрения небольших поверхностей, шлифования в труднодоступных местах, в особенности – для работ вблизи края и заподлицо (при использовании дополнительной оснастки).

Множество принадлежностей расширяют функциональные возможности данной модели.

Аккумуляторный универсальный резак GOP 10,8 V-LI Professional исключительно подходит для выполнения монтажных и ремонтных работ.

Технические характеристики аккумуляторных универсальных резачков приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Технические характеристики аккумуляторных универсальных резачков
 GOP 10,8 V-LI, GOP 14,4 V-EC и GOP 18 V-EC Professional

Модель	GOP 10,8 V-LI	GOP 14,4 V-EC	GOP 18 V-EC
Напряжение аккумулятора, В	10,8	14,4	18,0
Ёмкость аккумулятора, А·ч	2,0	4,0	4,0
Число ходов холостого хода, мин ⁻¹	5 000 – 20 000	8 000 – 20 000	8 000 – 20 000
Диапазон колебаний, влево/вправо, °	2,8	2,8	2,8
Длина, мм	280	320	320
Ширина, мм		75	75
Высота, мм	95	80	80
Вес с аккумулятором, кг	1,0	1,9	2,0

Преимущества аккумуляторного универсального резачка GOP 10,8 V-LI Professional:

- удобство в обращении благодаря компактной конструкции и весу;



Удобство работы длительное время

Двухпозиционная клавиша включения исключает необходимость постоянно держать на ней палец;

- регулировка рабочей скорости;



Электронная регулировка скорости

С помощью установочного колесика сбоку на корпусе инструмента можно регулировать рабочую скорость от 5000 до 20 000 оборотов в минуту

- встроенный индикатор уровня заряда аккумулятора;



Индикатор уровня заряда аккумулятора

Благодаря наличию специального индикатора, оператор всегда будет в курсе остаточного уровня заряда аккумулятора

- рукоятка с мягкой накладкой для эргономичного обращения и приятной и неусттомительной работы;



Комфортная работа

Удобная рукоятка с накладками из нескользящего материала – для надежного захвата инструмента

- отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения ячеек;



Съемный аккумулятор

Для извлечения аккумулятора нужно просто нажать на фиксаторы с двух сторон и вынуть его.

- встроенная вентиляция охлаждает двигатель и предохраняет его от перегрева;



Охлаждение двигателя

- производительность, как у инструментов с сетевым питанием;
- уникальная литий-ионная технология класса Premium от Bosch для увеличения срока службы и исключительно долгой работы на одной зарядке аккумулятора;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) для защиты аккумулятора от перегрузки, перегрева и глубокого разряда.

Аналогом универсального резака с сетевым питанием, обеспечивающим высокую производительность работы, является **GOP 18 V-EC Professional**, предназначенный для распиливания и разрезания древесных материалов, пластмассы, гипса, цветных металлов и крепёжных элементов (например, незакаленных гвоздей, скрепок). Он также пригоден для обработки мягкой плитки для стен, сухого шлифования и шпательных небольших поверхностей, полировки, зачистки и многих других отделочных работ: все зависит от установленной оснастки. Он в особенной степени пригоден для работ вблизи края и заподлицо. Количество колебаний шпинделя варьируется в диапазоне от 8 000 до 20 000 в минуту, что позволяет максимально точно подстроиться под конкретный тип работ и материал.

Внешний вид составные части и конструктивные особенности аккумуляторного универсального резака GOP 18 V-EC Professional приведены на рисунке 6.28.



Преимущества GOP 18 V-EC Professional:

- производительность, как у инструмента с сетевым питанием;
- эргономичная работа благодаря минимальному уровню вибраций;
- мощный двигатель EC;
- система SDS – для быстрой замены принадлежностей без дополнительного инструмента;
- система O.I.S. – для использования с широким набором принадлежностей.

В универсальном резаке предусмотрена возможность установки принадлежностей в 12 различных положениях в соответствии со стандартом системы OIS (*Oscillating Interface System*). Двенадцатиточечная система зажима OIS (рис. 6.29) позволяет использовать любые совместимые с данной системой принадлежности, что делает инструмент еще более универсальным.



Рисунок 6.29 – Двенадцатиточечная система зажима OIS

Осциллирующий принцип работы позволяет расположить принадлежность универсального резака по отношению к заготовке самым удобным образом в одно из 12 положений (под углом с шагом 30°) и производить обработку, не повреждая материал. Кроме того, зажимная часть снабжена новым цветовым кодом, что упрощает выбор подходящего рабочего инструмента (рис. 6.30).

Уникальная система цветового кодирования облегчает выбор подходящей принадлежности как при покупке, так и во время работы.



Рисунок 6.30 – Система цветового кодирования зажима OIS

Виды работ, выполняемых с помощью аккумуляторного универсального резака:

- санация керамической плитки и ванных комнат;
- напольные работы;
- подгоночные работы;

- универсальная обработка изоляционных и уплотнительных материалов;
- автомобиле- и судостроение.

Применение универсального резака для санации керамической плитки и ванных комнат представлено на рисунке 6.31.



Вырезка пазов в пенобетоне для укладки труб и проводки



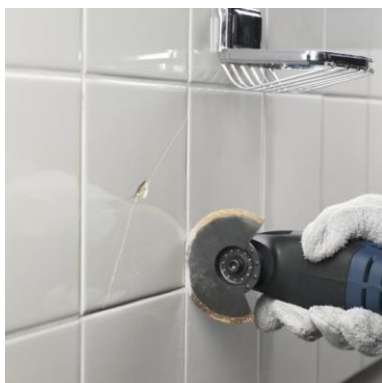
Небольшие вырезы в керамической плитке



Удаление уплотнителя



Удаление остатков раствора для замены старой плитки



Разделение швов между плитками на полу и стенах для замены поврежденной плитки



Подготовка камня к полировке, закругление кромок

Рисунок 6.31 – Обработка плитки и камня

6.5.2 Принадлежности для универсального резака

К системным принадлежностям относятся:

- пылесос *GAS 35 M AFC*;
- принадлежности *Bosch* для *Multi-Cutter*, подходящие для *Fein Supercut*;
- универсальный переходник для *Multi-Cutter*;
- шлифпластины.

Оснастка (рабочий инструмент) для аккумуляторного универсального резака приведена на рисунке 6.32, основные характеристики оснастки приведены в таблице 6.9.



Рисунок 6.32 – Оснастка для аккумуляторного универсального резака

Таблица 6.9 – Основные характеристики оснастки (рабочего инструмента) для аккумуляторного универсального резака

	Название оснастки	Вид работы
1	2	3
Погружные пильные полотна HCS по древесине: древесина, пластики, гипс и другие мягкие материалы		
	AIZ 32 EC 	<ul style="list-style-type: none"> • Врезное пиление в мягкой древесине, например, при монтаже вентиляционной решётки; • Вырезание проёмов в мебели (например, для доступа к розетке); • Подрезание деревянных деталей (например, дюбелей, цапф) заподлицо с поверхностью; • Филигранные подгоночные работы в древесине (например, для вырезания пазов для замков и фурнитуры).
	AIZ 20 EC 	
	AIZ 10 EC 	

Продолжение таблицы 6.9

1	2	3
Погружные пильные полотна BIM по твёрдой древесине: твёрдая древесина, металл, цветные металлы		
	AIZ 32 BB   	<ul style="list-style-type: none"> • Врезное пиление в плитах с покрытием или в твердой древесине (например, для установки вентиляционной решетки); • Вырезание проёмов в мебели (например, для доступа к розетке); • Подрезание деревянных деталей (например, дюбелей, цапф из твёрдой древесины) заподлицо с поверхностью.
	AIZ 65 BSB   	<ul style="list-style-type: none"> • Врезное пиление в плитах с покрытием или в твердой древесине (например, для установки вентиляционной решетки); • Вырезание проёмов в мебели (например, для доступа к розетке); • Подрезание деревянных деталей (например, дюбелей, цапф из твёрдой древесины) заподлицо с поверхностью.
Сегментированные пильные диски HCS по древесине: древесные материалы, пластик		
	ACZ 85 EC  	<ul style="list-style-type: none"> • Врезное пиление в массиве древесины (например, для установки вентиляционной решетки); • Подрезание деревянных деталей (например, цапф деревянных соединений) заподлицо с поверхностью. Резка пластмассовых труб (ПВХ).
Погружные пильные полотна BIM по металлу		<i>Металл (например, незакаленные гвозди, винты, небольшие профили), цветные металлы</i>
	AIZ 20 AB   	<ul style="list-style-type: none"> • Подрезание гвоздей заподлицо с поверхностью; • Врезное пиление в гипсокартонных плитах;
	AIZ 10 AB   	<ul style="list-style-type: none"> • Подрезание медных труб заподлицо с поверхностью; • Подрезание гвоздей заподлицо с поверхностью; • Врезное пиление в гипсокартонных плитах; • Филигранные подгоночные работы в профилях из цветных металлов.

Продолжение таблицы 6.9

1	2	3
Погружные пильные полотна ВМ по древесине и металлу: глубокое врезное пиление в древесине, абразивных древесных материалах, полимерных материалах		
	AIZ 28 EB  	<ul style="list-style-type: none"> • Резка труб и профилей небольшого диаметра из цветных металлов; • Резка гвоздей из незакалённой стали, шурупов и стальных профилей небольшого диаметра.
	AIZ 32 EPB - C-Tec Precision    	<ul style="list-style-type: none"> • Высокоточное врезное пиление в древесине и металле (например, в паркете / ламинате, усиленном алюминием); • Высокоточная резка труб и профилей небольшого диаметра из цветных металлов; • Высокоточная резка гвоздей из незакаленной стали, шурупов и стальных профилей небольшого диаметра.
	AIZ 65 BB – Wood and Nails.  	<ul style="list-style-type: none"> • Пиление древесины с гвоздями; • Подрезание косяка дверной рамы у пола (например, из мягкой/твёрдой древесины, столярных / ламинированных плит); • Врезное пиление в плитах с покрытием (например, вырезы под контейнер).
Сегментированные пильные диски ВМ по древесине и металлу: древесные материалы, пластики, цветные металлы		
	ACZ 85 EB  	<ul style="list-style-type: none"> • Подрезание косяка дверной рамы у пола (например, из мягкой/твёрдой древесины, столярных / ламинированных плит); • Выполнение пропилов в паркете / ламинате (например, для установки перегородки);
	ACZ 100 BB  	<ul style="list-style-type: none"> • Подрезание косяка дверной рамы у пола (например, из мягкой/твёрдой древесины, столярных / ламинированных плит); • Выполнение пропилов в паркете / ламинате (например, для установки перегородки); • Торцевание небольших профильных планок (например, напольных планок из алюминия).









Продолжение таблицы 6.9

1	2	3
	<p>AOI 85 EB - Круглый пильный диск BIM-TiN Multi Material, плоский.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Long Life + на 30 % больший срок службы благодаря титановому покрытию; • Пиление древесины с гвоздями; • Вырезание проёмов в эпоксидных материалах / стеклопластике; (например, в обшивке при изготовлении судна); • Торцевание небольших профильных планок (например, напольных планок из алюминия).
Принадлежности для шлифования и полирования: в зависимости от шлифовальных шкурок серии Delta 93 мм		
	<p>AVI 93G – дельта-шлифпластина</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Шлифпластина с микролипучкой; • Быстрая и простая замена шлифлистов.
	<p>Набор из 10 шлифлистов Размер листов – 93 мм; размер зерна – 60 / 80 / 100 / 120 / 180</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Для предварительной шлифовки, например, шероховатых, не обработанных рубанком брусьев и досок; • Для выравнивания поверхности и сошлифовывания небольших неровностей; • Для чистового и тонкого шлифования древесины.
	<p>Нетканый материал Размер листа – 93 мм; размер зерна – 280 (крупный), 100 (средний)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Для выделения структуры древесины (стиль «рустик») и удаления ржавчины с металла, а также для шлифования (матирования) лака; • Чистящий прочёс подходит для устранения грязи и отложений без изменения поверхности заготовки; • Работает без шлифматериала – при обработке мягких материалов может оставлять лёгкие царапины.
	<p>Полировальный войлок Размер листа – 93 мм; жёсткий</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Предназначен для предварительной полировки сильно загрязнённых или поцарапанных поверхностей с применением полироли или шлифовальной пасты.

Продолжение таблицы 6.9

1	2	3
	<p>Жёсткий шабер HCS</p> <p>ATZ 52 SC</p> 	<p><i>Ковры, покрытия</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Удаление остатков раствора или клея для плитки (например, при замене повреждённой керамической плитки); • Удаление остатков раствора и бетона; • Удаление твёрдых или хрупких остатков клея для ковровых покрытий.
	<p>Гибкий шабер HCS</p> <p>ATZ 52 SFC</p> 	<p><i>Силикон и другие эластичные материалы</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Удаление пластичных остатков клея для ковровых покрытий; • Удаление остатков краски; • Удаление излишков силиконового заполнителя из швов.
	<p>Твердосплавная рифлёная дельта-плита</p> <p>AVZ 78 RT – дельта-ташлифподошва. Материал – HM-RIFF*</p> 	<p><i>Для заполненных цементом швов, мягкой настенной плитки, стеклопластика и других абразивных материалов</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Удаление остатков раствора или клея для плитки (например, при замене повреждённой керамической плитки); • Удаление остатков клея для ковровых покрытий с минерального основания; • Грубые подгоночные работы.
	<p>AIZ 32 RT – погружное пильное полотно.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Врезное пиление в высокоабразивных материалах, например, в стеклопластике; • Функции рашпиля / напильника (например, удаление заусенцев при врезном пилении в стеклопластике); • Также оптимально подходит для удаления строительного раствора в труднодоступных местах.
	<p>AIZ 20 RT – погружное пильное полотно.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Врезное пиление в высокоабразивных материалах, например, в стеклопластике; • Функции рашпиля / напильника (например, удаление заусенцев при врезном пилении в стеклопластике); • Также оптимально подходит для удаления строительного раствора в труднодоступных местах.

Продолжение таблицы 6.9

1	2	3
	<p>ACZ 85 RT – твёрдосплавный рифлённый сегментированный пильный диск.</p> 	<p>Для заполненных цементом швов, мягкой настенной плитки, стеклопластика и других абразивных материалов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выфрезеровывание швов в настенной и напольной керамической плитке; • Изготовление небольших проёмов в настенной плитке; • Фрезерование пазов в пористом бетоне (<i>газобетоне</i>) для прокладки кабелей и труб под штукатуркой.
	<p>SACZ 85 RT – сегментированный пильный диск.</p> 	<p>Выфрезеровывание швов в настенной и напольной керамической плитке;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Изготовление небольших проёмов в настенной плитке; • Фрезерование пазов в пористом бетоне (<i>газобетоне</i>) для прокладки кабелей и труб под штукатуркой.
	<p>ACZ 85 RTT – сегментированный пильный диск для широких пропилов.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Выфрезеровывание широких швов (не более 4 мм, например, между плитами из натурального камня); • Фрезерование пазов в пористом бетоне (<i>газобетоне</i>) для прокладки кабелей и труб под штукатуркой; • Изготовление небольших проёмов в настенной плитке.
	<p>ACZ 65 RT – сегментированный пильный диск для узких пропилов.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Фрезерование очень тонких пазов (1/16") в настенной керамической плитке; • Фрезерование проёмов в эпоксидных материалах / стеклопластике (например, в приборной доске); • Фрезерование пазов в пористом бетоне (<i>газобетоне</i>) для прокладки.

Окончание таблицы 6.9

1	2	3
	<p>ACZ 85 RD – алмазный сегментированный пильный диск Diamant-RIFF *.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Фрезерование небольших проёмов в настенной плитке; • Фрезерование проёмов в эпоксидных материалах/ стеклопластике (например, в корпусе судна); • Фрезерование пазов в настенной керамической плитке.
	<p>AVZ 70 RT, 3Max – устройство для удаления раствора.</p> 	<p><i>Эта насадка с твёрдосплавным покрытием сочетает функции нескольких насадок, например, сегментированного пильного диска и дельташлифподошвы</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Выфрезеровывание швов в настенной и напольной керамической плитке.
	<p>SAVZ 70 RT, 3Max – устройство для удаления раствора.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Удаление остатков раствора или клея для плитки (например, при замене повреждённой керамической плитки); • Расшивка швов в самых труднодоступных местах, в том числе в углах, с помощью твердосплавного острия (шлифязыка) специальной каплеобразной формы.
	<p>AUZ 70 G – профильный шлифовальщик (60x70x26) с 4 шлиф-листами (2 х зерн. 80 / 2 х зерн. 120). Размеры шлифпластины: – ширина – 55,6 мм; – длина – 70,5 мм; – зернистость – средняя; – без перфорации.</p>	<p><i>Шлифование круглой древесины и окрашенных поверхностей диаметром 55 мм (например, перил или стоек винтовых лестниц).</i></p> <p>Пример использования профильного шлифовальщика приведён на рисунке 6.33.</p>
<p>* НМ – Твердый сплав. Твердосплавные диски и полотна прорезают стеклопластик и газобетон. RIFF – Зернистое твердосплавное покрытие, оно позволяет разрезать абразивные материалы, такие как, кафельная плитка или стеклопластик.</p>		



Эффективное и комфортное шлифование перил лестниц

Оптимальный вариант для обработки изделий круглой формы

Неизменно отличные результаты даже в труднодоступных местах

Рисунок 6.33 – Применение профильного шлифователя AUZ 70 G

Универсальный переходник для Multi-Cutter

Универсальный переходник для Multi-Cutter (рис. 6.34) позволяет легко и просто смонтировать, установить принадлежность. Достаточно смонтировать его на зажим любого стандартного электроинструмента Multi-Cutter и установить подходящую принадлежность Bosch.

С универсальным переходником возможно использование принадлежностей с различными стандартными Multi-Cutter.



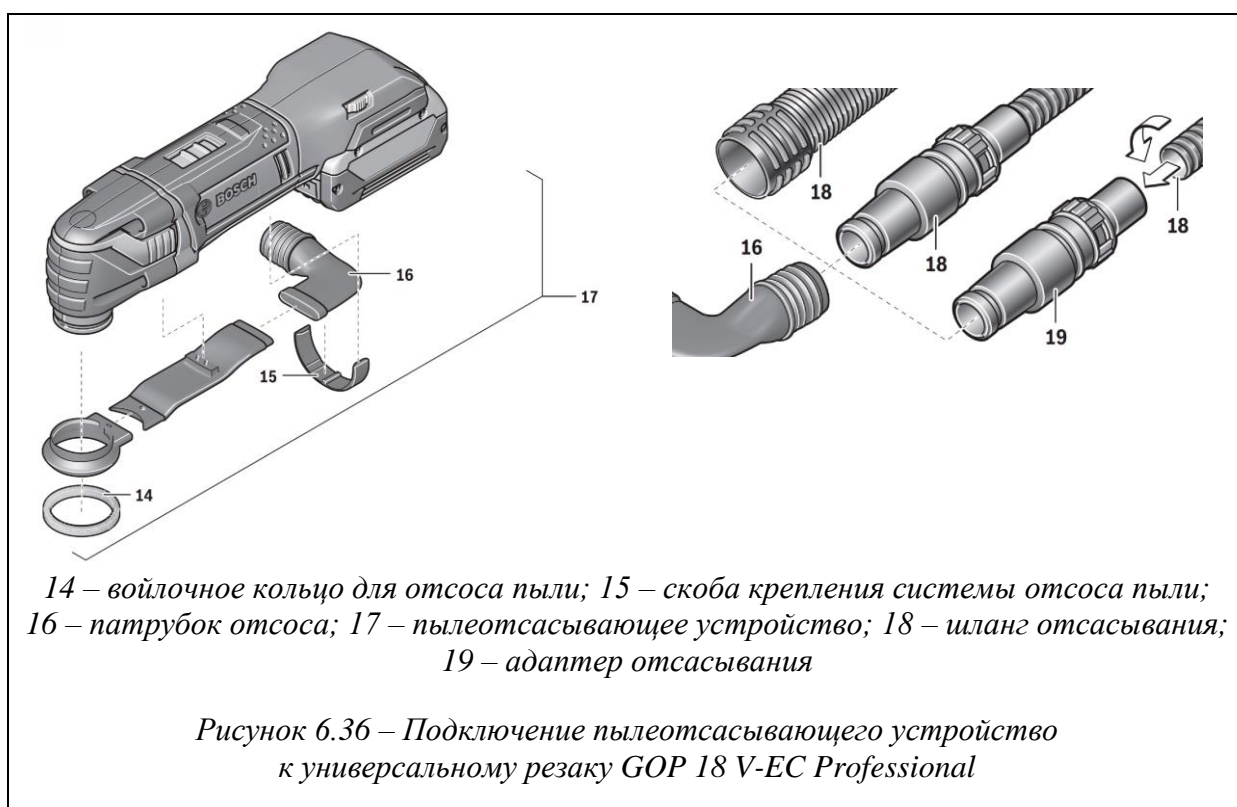
Рисунок 6.34 – Универсальный переходник для Multi-Cutter

Для сухого шлифования универсальным резакom необходимо использовать шлифовальные шкурки и систему удаления пыли.

Система удаления пыли (рис. 6.35) применяется при сухом шлифовании в комбинации со шлифпластиной AVI 93 G для подключения внешнего пылеотсасывающего устройства (пылесоса).



Подключение пылеотсасывающего устройства к аккумуляторному универсальному резаку представлено на рисунке 6.36.



В зависимости от обрабатываемого материала и нужной производительности шлифования имеются различные шлифовальные шкурки (табл. 6.10).

Таблица 6.10 – Характеристики шлифовальной шкурки

Шлифовальная шкурка	Материал	Применение	Зернистость	Размер
best Wood	– Все древесные материалы (например, твердые и мягкие древесные породы, стружечные плиты, строительные плиты)	Для предварительного шлифования, например, нестроганных балок и досок	грубая	40 60
		Для плоского шлифования и для выравнивания небольших неровностей	средняя	80 100 120
		Для окончательного и тонкого шлифования древесины	мелкая	180 240 320 400
best Paint	– краска; – лак; – наполнитель; – шпаклевка	Для сошлифовывания краски	грубая	40 60
		Для шлифования грунтовочной краски (например, удаление следов от кисти, капель краски и подтеков)	средняя	80 100 120
		Для окончательной шлифовки грунтовки перед лакированием	мелкая	180 240 320 400

6.5.3 Закрепляющий материал 12

Задание 12.1

I. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Аккумуляторным универсальным резакom GOP 10,8 V-LI Professional выполняются технологические операции:

- | | |
|--------------|----------------|
| а) резка; | б) полировка; |
| в) зачистка; | г) шлифование. |

Ответ:

2. Аккумуляторным универсальным резакom GOP 10,8 V-LI Professional можно обрабатывать материалы:

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| а) гипс; | б) пластмассы; |
| в) цветные металлы; | г) незакалённые гвозди. |

Ответ:

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Для защиты аккумулятора от _____, _____ и _____ разряда универсальный резак оснащён системой Electronic Cell Protection (ECP).





2. Универсальность аккумуляторному резаку придают наличие _____ к инструменту.

3. Для монтирования и установки принадлежностей с различными стандартами к резаку GOP 10,8 V-LI Professional применяется универсальный _____.




4. Остаточный уровень заряда аккумулятора универсального резака GOP 10,8 V-LI Professional определяется _____, расположенным на корпусе инструмента.

III. Работа с рисунком:

1. По рисункам определите и подпишите в колонке 3 наименование принадлежностей для универсального резака

	<i>Принадлежность</i>	<i>Наименование принадлежности</i>
1	2	3
1.		
2.		
3.		
4.		

2. По рисунку определите и подпишите технологические операции, выполняемые с применением универсального резака GOP 10,8 V-LI Professional при санации керамической плитки

№	Санация керамической плитки	Технологические операции
1.		
2.		
3.		
4.		

6.5.5 Проверка степени усвоения материала 12

Задания 8.2 – 12.2

I. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. В аккумуляторных ножовках кроме пильных полотен могут использоваться:

- а) рашпили;
- б) напильники;
- в) щётки.

Ответ:

2. Распилы и вырезы лобзиком пилой GST 18 V-LI Professional можно выполнять в материалах:

- а) металле;
- б) резине;
- в) пластмассе;
- г) керамических плитках.

Ответ:

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Двигатель и пильное полотно в лобзиковой пиле располагаются под _____ углом друг к другу.

2 При вырезании проёмов квадратной формы с применением лобзиковой пилы необходимо предварительно высверлить отверстие _____, как минимум, равным _____ полотна.

3. Система защиты Electronic Motor Protection (EMP) защищает двигатель ножовки GSA 18 V-LI Professional от _____ и обеспечивает _____ службы.

4. Универсальность аккумуляторному резаку придают _____ к инструменту.

III. Установите соответствие:

1. Торцевание древесностружечных плит размером 900x19 мм циркулярными пилами GKS 18 V LI и GKS 36 V-LI Professional на одной зарядке аккумулятора составляет:

<i>Циркулярная пила</i>		<i>Торцевание ДСП, штук</i>	
1.	GKS 36 V -LI Professional	А.	50
2.	GKS 18 V -LI Professional	Б.	95
		В.	125

Ответ:



1
2

 →

IV. Работа с рисунком:

1. По рисунку определите и подпишите технологические операции, выполняемые с применением универсального резака GOP 10,8 V-LI Professional при санации керамической плитки

<i>№</i>	<i>Санация керамической плитки</i>	<i>Технологические операции</i>
1.		
2.		

3.		
4.		

7 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ

Шлифование, как и пиление, зачастую долго выполняется в непрерывном режиме. В первую очередь это касается шлифования поверхности. Угловые шлифмашины обеспечивают высокую производительность, но потребляют много энергии, в особенности при шлифовании поверхности. Для подобных работ ёмкость аккумулятора в большинстве случаев является недостаточной. При резке с помощью угловой шлифмашины потребляемая мощность несколько ниже, в особенности если используются очень тонкие отрезные круги (макс. 1 мм). Для аккумуляторных шлифмашин, как и для аккумуляторных пил, всегда действительно следующее замечание, которое необходимо учитывать: с точки зрения производительности их нельзя сравнивать с инструментом, работающим от сети, который имеет неограниченный ресурс энергии.

7.1 Модуль 13 «Аккумуляторные прямые шлифмашины»

Учебный материал 13

Принцип работы *прямых шлифмашин* основан исключительно на *ротации*. Название данного типа машин обусловлено конструктивными особенностями.

Свойства прямых шлифмашин и применение. Данный инструмент отличается универсальными возможностями применения. Прямые шлифмашины работают с высоким числом оборотов, что обуславливает высокую скорость вращения оснастки. Конкретная область применения зависит от используемых шлифовальных средств.

Оснастка аккумуляторной шлифмашины бывает разной: круги, фрезы и прочее – и фиксируется в шпинделе, вращающемся вокруг оси и расположенном на одной линии с корпусом устройства. 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).

Шлифовальные устройства отлично подходят для обработки заготовок *сложной* формы, за исключением крупных заготовок с большой площадью поверхности обработки. Прямошлифовальная машина (гравер) используется для выполнения работ *по гравированию* и *фрезерованию*, а также для *удаления краски* или *ржавчины* с поверхности деталей, для *шлифовки* и *полировки* металла, *сварочных швов*.

Прямые шлифмашины **не пригодны** для обработки **абсолютно ровных поверхностей**, так как высокая степень снятия материала автоматически приведет к образованию неровностей.

Можно очень успешно использовать этот инструмент 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*.

Аккумуляторные прямые шлифмашины выпускаются напряжением 18 В. При этом диаметр стандартного шлифовального диска составляет 25 и 45 мм. Соответствующее число оборотов на холостом ходу составляет 22 000 мин⁻¹. 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*. Внешний вид и конструктивные особенности **аккумуляторной прямой шлифмашины GGS 18 V-LI Professional** приведена на рисунке 7.1



Компактность профессиональной аккумуляторной прямой шлифмашины GGS 18 V-LI Professional позволяет применять её труднодоступных местах.

Преимущества аккумуляторной прямой шлифмашины GGS 18 V-LI Professional:

- исключительно надёжный и устойчивый к нагрузкам 4-полюсный двигатель высокой мощности для долгого срока службы;
- малый вес (всего 1,8 кг) для комфортной и неусттомительной работы;

- инновационные аккумуляторы CoolPack с увеличенным на 100 % сроком службы;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- система Electronic Motor Protection (EMP) защищает двигатель от перегрузки и обеспечивает его долгий срок службы.

Технические характеристики аккумуляторной прямой шлифмашины GGG 18 V-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0
Частота вращения на холостом ходу, мин ⁻¹	22 000
Максимальный диаметр цангового патрона, мм	8
Максимальный диаметр абразивного инструмента, мм	50
Лыски под ключ на:	
– зажимной гайке, мм	19
– шлифовальном шпинделе, мм	19
Длина, мм	320,0
Высота, мм	102,0
Вес с аккумулятором, кг	1,8
Допустимая температура внешней среды:	
– во время зарядки, °C	от 0 до + 45
– при эксплуатации и хранении, °C	от -20 до +50

Аккумуляторная прямая шлифмашина GGS 18 V-LI Professional имеет мощный четырёхполосный двигатель с максимальным количеством оборотов – 22000 об/мин и встроенной управляющей электроникой. Она применяется для обработки металлических изделий на производстве и строительных площадках. Редуктор инструмента защищает прочный металлический корпус с вентиляционными отверстиями. Цанговый патрон имеет небольшой диаметр – 8 мм, что позволяет пользоваться шлифмашиной в труднодоступных местах.

Особенности шлифмашины GGS 18 V-LI Professional:

	<p>Воздушное охлаждение Вентиляционные отверстия оптимально распределяют поток воздуха, что обеспечивает долгую работу без перегрева.</p>
	<p>Удобное использование Переключатель «Пуск» фиксируется в нажатом положении – для длительной работы без утомления.</p>



Высокое качество

Аккумуляторы Li-Ion обладают большой емкостью и длительной работой на одном заряде, не имеют эффекта памяти и не разряжаются при простое.



Плавная работа

Прорезиненная поверхность облегчают управление аккумуляторной прямой шлифмашины GGS 18 V-LI Professional в любом положении.



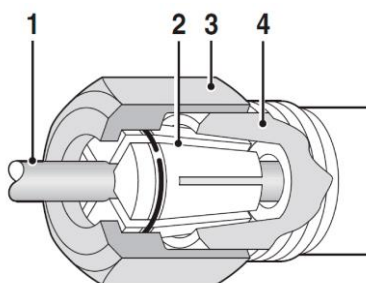
Надежность

Прочный металлический кожух надежно защищает редуктор инструмента, что обеспечивает долгий срок службы.

Функциональные принадлежности для прямых шлифмашин:

- валик для крепления шлифколец;
- шлифкольца «Best for Metal»;
- цанговый патрон без зажимной гайки;
- зажимная гайка;
- цанговый патрон с зажимной гайкой;
- корундовые шарошки.

Цанговый патрон (зажим) (рис. 7.2) предназначен для установки самой различной сменной оснастки, в соответствии с его внутренним отверстием. Зажимная гайка предназначена для завинчивания и затягивания цангового зажима на приводном валу.

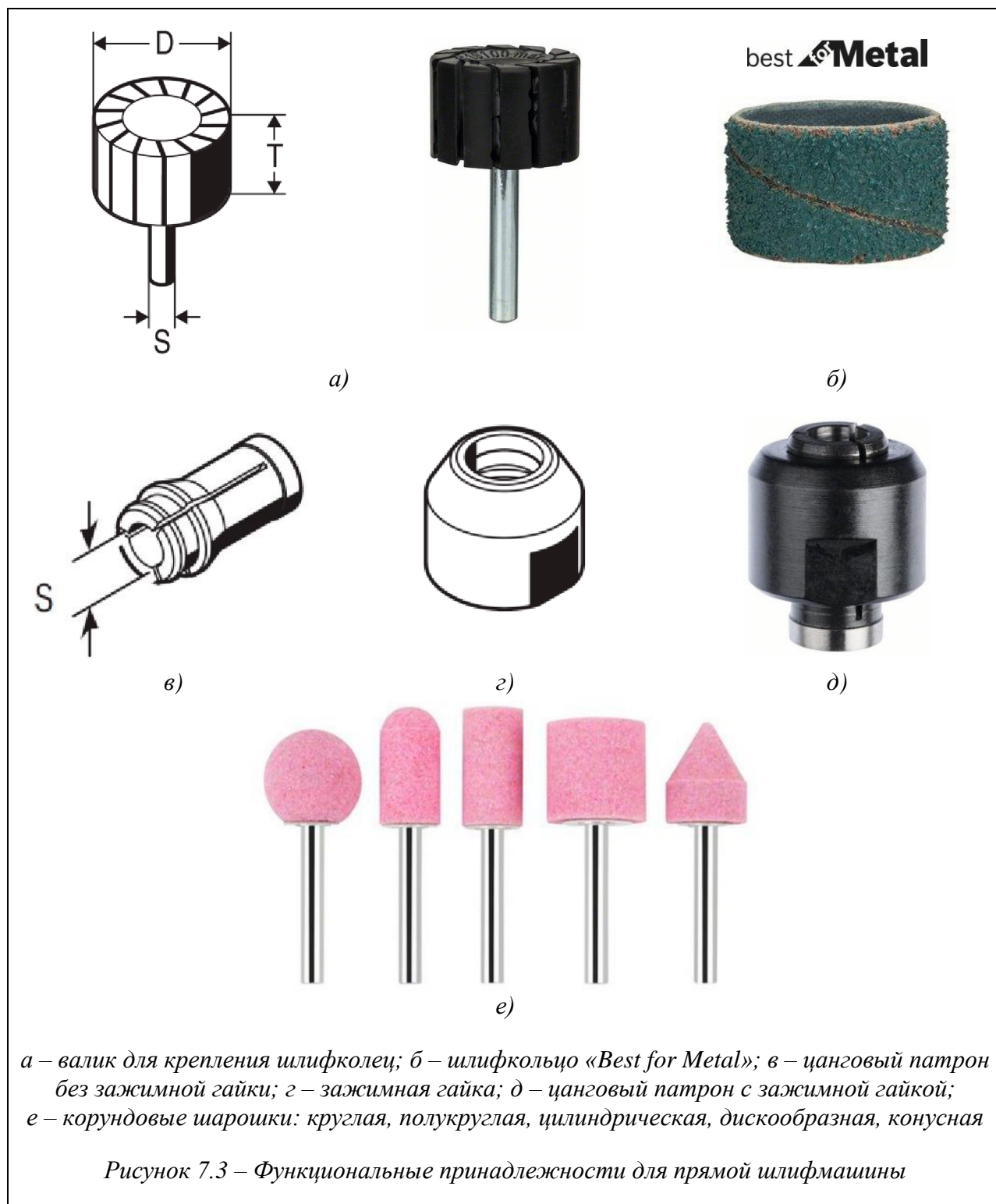


1 – сменная оснастка; 2 – цанговый патрон с наружным конусом с прорезями;
3 – зажимная гайка (затягивающая гайка); 4 – внутренний конус (в приводном шпинделе)

Рисунок 7.2 – Цанговый патрон (принцип работы)

Цанговый патрон для прямых шлифовальных машин представляет собой зажимную втулку со шлицами, предназначенную для закрепления хвостовиков сменной оснастки в приводном шпинделе при помощи зажимной гайки.

Функциональные принадлежности для прямых шлифмашин приведены на рисунке 7.3.



Шлифкольца «Best for Metal» для прямых шлифмашин применяются для шлифования высоколегированной стали, стали, чугуна, листовой стали. Шлифкольца идеально подходят для удаления заусенцев.

Особенности:

- высокотехнологичный абразивный материал на основе цирконового корунда для высокопроизводительной обработки;
- хлопчатобумажная ткань (тип XY) со сплошной связкой из синтетической смолы.

Примеры использования аккумуляторных прямых шлифмашин для удаления заусенцев и шлифования приведены на рисунке 7.4.



Рисунок 7.4 – Примеры использования шлифколец и шарошек

Шарошки, их ещё называют бор фрезы — это специальные насадки для шлифования металла и других материалов, применяются при работе дрелью, поэтому имеют шпильку для зажима в патроне дрели. Поскольку для точной обработки фигурных отверстий бывает недостаточно какой-либо одной шарошки, нужны разные размеры и форма: конусные, цилиндрические разной длины и диаметра, круглые. Такое разнообразие позволит подобрать оптимальную для работы.

Оснастка состоит из двух частей: хвостовика, который крепится в патроне инструмента, и рабочей части – она воздействует на материал и снимает его верхний слой.

Форма рабочей части может быть конусообразная, круглая, цилиндрическая – в зависимости от этого определяется и назначение насадки. Это могут быть отрезные работы, придание формы заготовке, тонкая шлифовка или шлифовка поверхностей.

Шарошки бывают металлические, абразивные (корундовые) и щёточные.

Металлические – шарошки изготавливаются из стали и обычно имеют узкую рабочую часть конусообразной формы. Насечки на ней могут быть продольными или точечными – за счет них и выполняется снятие верхнего слоя материала. Такие приспособления подходят для отрезных работ и придания заготовкам формы.

Абразивные – бор-фрезы выполняются из камня с различной степенью зернистости: в зависимости от этого определяется и назначение – черновая или чистовая обработка. Такую оснастку используют для зачистки поверхностей, шлифовки, придания формы изделиям.

Щёточные – тип насадок с рабочей частью, состоящей из множества мелких металлических прутков. Используются для зачистки поверхностей, удаления ржавчины, а также чернового шлифования.

Параметры шарошек:

– **Диаметр рабочей части.** Определяет площадь воздействия оснастки на поверхность при обработке. У цилиндрических шарошек указывается одно значение, например, 20 мм, у конических – два, диаметр узкой и широкой части, например, 25х35 мм.

– **Диаметр хвостовика.** Подбирается под диаметр посадочного отверстия в инструменте. Обычно составляет 6 мм.

Корундовые шарошки Bosch применяются для всех прямых шлифмашин с цанговыми зажимами и дрелей. Они применяются для шлифовки незакалённой и закалённой стали.

Диаметром рабочей части – от 15 до 25 мм; диаметр хвостовика – 6 мм, зернистость – К 60 (размер зерна – 60), длина – от 20 до 30 мм.

7.2 Модуль 14 «Аккумуляторные угловые шлифмашины»

Учебный материал 14

7.2.1 Угловые шлифмашины

Аккумуляторные угловые шлифмашины имеют особую форму: как видно из названия, шпиндель расположен под углом к корпусу, вот почему её удобно использовать для работы в труднодоступных местах.

Аккумуляторные угловые шлифмашины обычно имеют максимальный диаметр круга 125 мм, поскольку при увеличении размера диаметра круга из-за большого плеча рычага по окружности существенно возрастает потребляемая мощность. Для обеспечения потребляемой мощности аккумулятора

с напряжением 36 В было бы достаточно, однако шлифмашины с такими тяжелыми и большими аккумуляторами очень неудобны. Поэтому обычно используются значения рабочего напряжения 18 В.

Аккумуляторные угловые шлифовальные машины (УШМ), (разговорное название – «болгарки») – одна из разновидностей шлифовальных машин, специально предназначены для резки, обдирки, полировки, зачистки, шлифования изделий из металла, камня, дерева, кирпича, пластика и других материалов. Её главное отличие от обычной болгарки – в типе питания: она не нуждается в подключении к стационарной электросети, и это существенно расширяет возможности инструмента. Угловые шлифовальные машины используются в различных сферах производства: строительстве, ремонте, демонтижных работах.

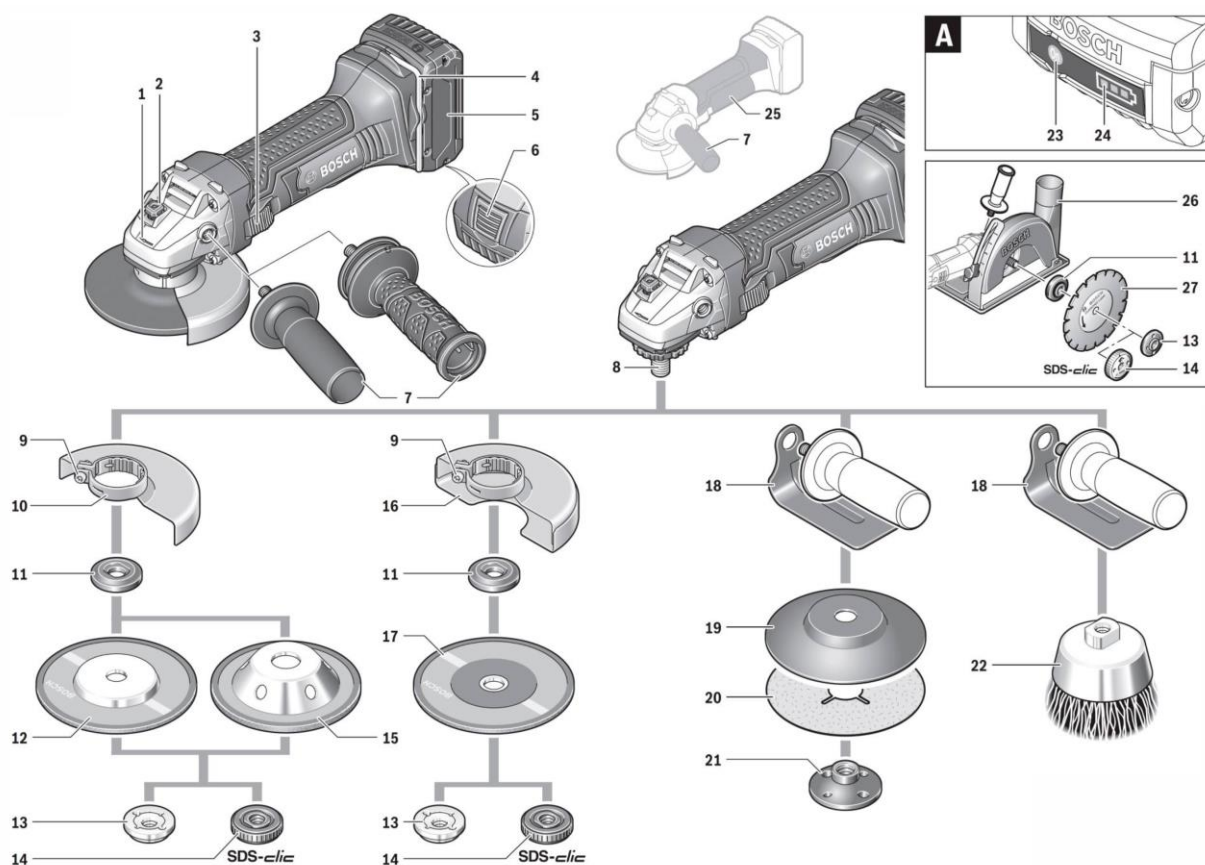
Само название «угловая» происходит от типа редуктора, который используется на данном инструменте. Угловой редуктор используется очень давно и в различных областях техники. Достаточно вспомнить самые обычные ветряные мельницы, где энергия ветра передавалась жерновом именно через редуктор такого типа,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

Принцип работы угловых шлифовальных машин основан исключительно **на ротации**. Название данного типа машин обусловлено конструктивными особенностями. 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.

Составные части и оснастка для аккумуляторных УШМ приведены на рисунке 7.5.

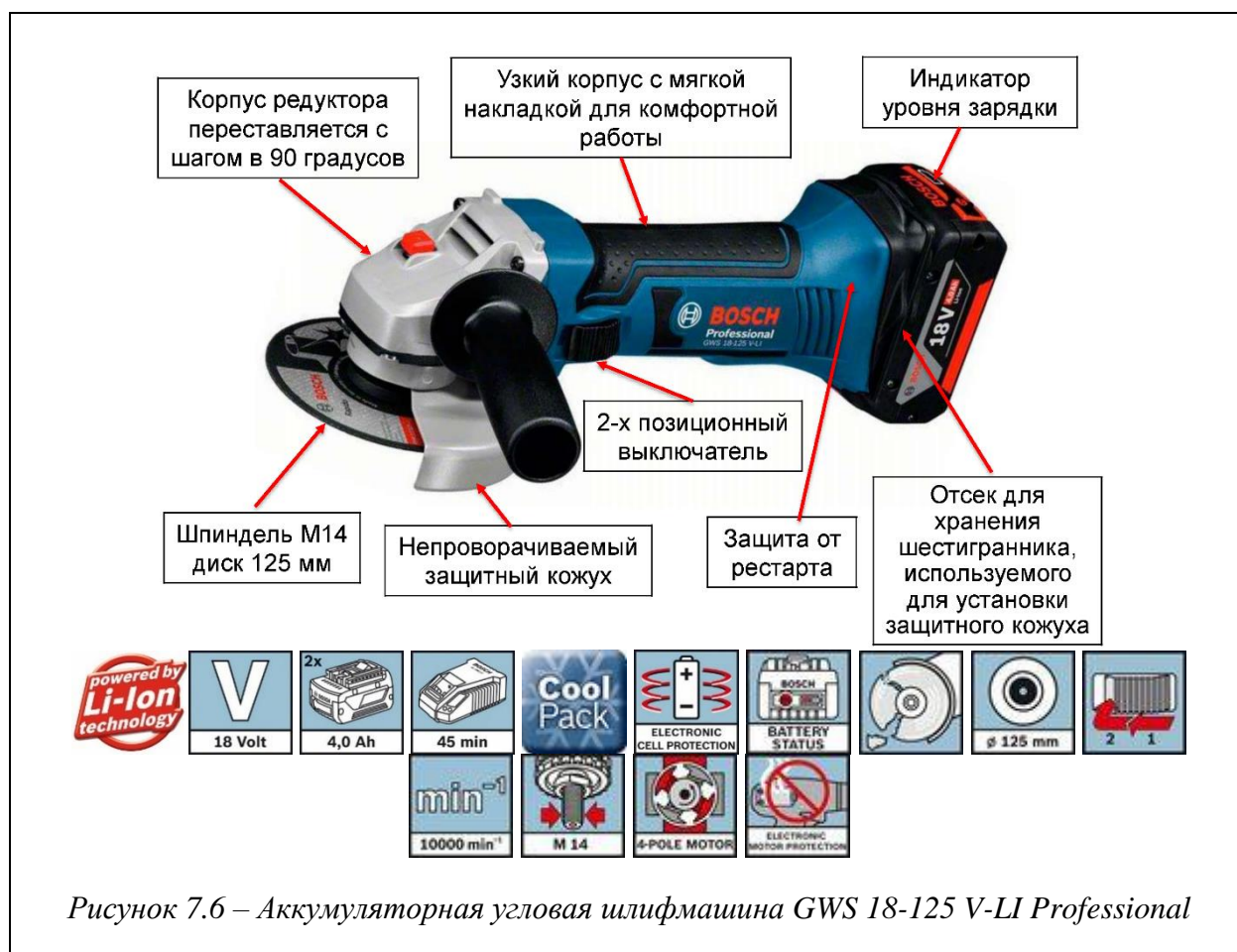


1 – стрелка направления вращения на корпусе; 2 – кнопка фиксации шпинделя; 3 – выключатель; 4 – шестигранный штифтовый ключ; 5 – аккумулятор; 6 – кнопка разблокировки аккумулятора; 7 – дополнительная рукоятка (с изолированной поверхностью); 8 – шлифовальный шпиндель; 9 – крепежный винт защитного кожуха; 10 – защитный кожух для шлифования; 11 – опорный фланец с кольцом круглого сечения; 12 – шлифовальный круг; 13 – зажимная гайка; 14 – быстрозажимная гайка SDS-clik; 15 – твердосплавный чашечный шлифовальный круг; 16 – защитный кожух для отрезания; 17 – отрезной круг; 18 – защитный щиток для руки; 19 – резиновая опорная шлифовальная тарелка; 20 – шлифовальная шкурка; 21 – круглая гайка; 22 – чашечная щетка; 23 – кнопка индикатора заряженности; 24 – индикатор заряженности аккумулятора; 25 – рукоятка (с изолированной поверхностью); 26 – защитный кожух для отрезания с направляющими салазками; 27 – алмазный отрезной круг

Рисунок 7.5 – Составные части и оснастка для аккумуляторных УШМ

Угловая шлифмашина GWS 18-125 V-LI Professional предназначена для ведения шлифовальных и отрезных работ. Данная модель является самой мощной угловой шлифмашиной из серии инструментов с напряжением 18 В и отличается самой высокой производительностью съёма и резки на одном заряде аккумулятора. Наличие надежного, устойчивого к нагрузкам четырёх-полюсного двигателя обеспечивает продолжительный срок службы при ведении самых нагруженных работ.

Внешний вид и конструктивные особенности аккумуляторной угловой шлифмашины *GWS 18-125 V-LI Professional* приведены на рисунке 7.6.







Технические характеристики аккумуляторной угловой шлифмашины GWS 18-125 V-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В	18
Ёмкость аккумулятора, А·ч	4,0
Число оборотов холостого хода, мин ⁻¹	10 000
Диаметр обдирочного/отрезного круга, мм	125
Диаметр резинового тарельчатого шлифкруга, мм	125
Резьба шлифовального шпинделя	M 14
Длина резьбы шпинделя, макс., мм	22
Длина, мм	320
Высота, мм	102
Вес с аккумулятором, кг	2,3
Допустимая температура внешней среды:	
– во время зарядки, °С	0... + 45
– при эксплуатации и хранении, °С	-20... +50

Преимущества аккумуляторной угловой шлифмашины GWS 18-125 V-LI Professional:

- *инновационные литий-ионные аккумуляторные технологии;*
- *максимальная производительность съёма и резки в своём классе на одном заряде аккумулятора;*
- *исключительно надёжный и устойчивый к нагрузкам 4-полюсный двигатель высокой мощности для долгого срока службы;*
- *компактные габаритные размеры и малый вес (всего 2,3 кг) для комфортной работы в труднодоступных местах и над головой;*
- *инновационные аккумуляторы CoolPack с увеличенным на 100 % сроком службы;*
- *система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;*
- *система Electronic Motor Protection (EMP) от Bosch защищает двигатель от перегрузки и обеспечивает его долгий срок службы;*
- *удобный индикатор заряда: показывает степень заряженности аккумулятора в любое время;*
- *регулировка положения корпуса редуктора с шагом 90°;*
- *установка рукоятки с левой или с правой стороны;*
- *устойчивый к проворачиванию защитный кожух – легко и быстро регулируемый, гарантирующий безопасность в работе;*
- *отсутствие эффекта памяти: аккумулятор можно заряжать вне зависимости от степени его заряженности без повреждения элементов.*

Особенности работы с аккумуляторной угловой шлифмашиной GWS 18-125 V-LI:

	Быстрая замена оснастки Функция блокировки шпинделя обеспечивает возможность быстрой замены оснастки.
	Безопасность Устойчивый к проворачиванию защитный кожух гарантирует безопасность рабочего процесса.
	Удобство работы длительное время Клавиша включения фиксируется в рабочем положении, что исключает необходимость постоянно держать на нем палец.
	Надёжный хват Угловая шлифмашина GWS 18-125 V-LI Professional оснащена мягкими накладками на рукоятки, что обеспечивает надёжный хват

Виды обрабатываемых материалов и область применения аккумуляторных угловых шлифмашин. Область применения зависит от используемых шлифовальных средств. Шлифовальные устройства угловых шлифмашин отлично *подходят* для обработки заготовок различной формы. Аккумуляторные угловые шлифмашины подходят для выполнения мелких работ по *отрезанию металлического профиля, комбинированных плит с металлическим покрытием*, а также *тонкого листового материала (например, при кровельных работах, сборке кухонь, выставочного оборудования, в автомобилестроении)*. Чаще всего угловые машины используются в *металлообработке* для *шлифовки металлических*, реже – для *обработки древесины* с использованием *пластиковых тарелок и гибких абразивов*.

УШМ также применяются при обработке *каменных материалов, гранитных и мраморных* поверхностей. 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*.

7.2.2 Принадлежности для угловых шлифмашин

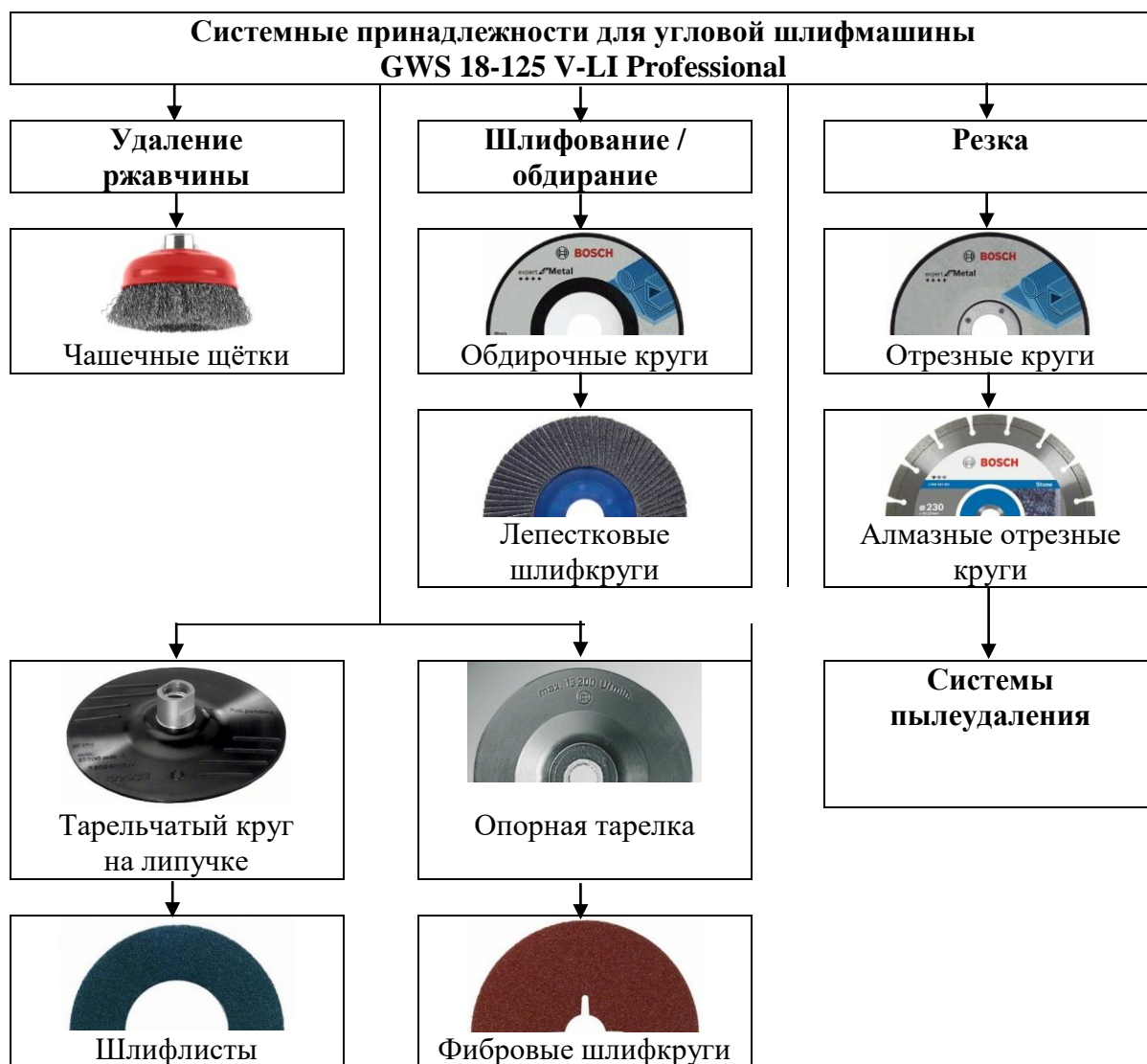
Рабочим инструментом (оснасткой) УШМ чаще всего является *абразивный диск для резки или шлифовки* определенного типа материала, а также в качестве оснастки используются *щётки*. По диаметру используемого абразивного диска аккумуляторные УШМ относятся к *малым* (115-125) мм.

Для удаления ржавчины, шлифования (обдирания) и резки используются такие принадлежности, *чашечные щётки, обдирочные, отрезные и тарельчатые круги*. При выполнении резки материалов должна применяться система *пылеудаления*.

Угловые шлифмашины применяются для *крацевания, отрезного и обдирочного шлифования*.

Крацеванием называют *обработку* поверхности деталей при помощи *вращающихся щёток*. Крацевание используется в качестве *подготовительной*

операции (как правило, очистки) перед последующей обработкой детали или для окончательной отделки поверхности.



Новый (инновационный) ассортимент щёток подходит для всех дрелей, угловых шлифмашин и позволяет обрабатывать все виды металлических поверхностей. Для выполнения конкретных видов работ при обработке металлических поверхностей используются щётки с определёнными характеристиками:

- *уровнем жесткости;*
- *формой и размерами щеток;*
- *обработкой различных материалов;*

Уровни жесткости

Витая проволока: меньше жесткости. Подходит для различных задач, например, удаление краски, ржавчины, очистки опалубки и фасадов, удаления заусенцев, окалины, придания шероховатости, матирования.

Пучки витой проволоки: больше жесткости. Подходит для очистки сильно загрязненных поверхностей, например, для удаления толстых слоев ржавчины или антикоррозионного покрытия, снятия лакокрасочного покрытия с металла, зачистки сварных швов.

Круглая щетка, нержавейка: 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.

Круглая щетка, латунированная: предназначена для выполнения легких работ и работ средней сложности на металлических поверхностях (чёрные и цветные металлы) средней и большой площади, например, для удаления покрытий и ржавчины, очистки опалубочных досок и фасадов, придания шероховатости, матирования, снятия лакокрасочных покрытий.

Подходит для угловых шлифмашин с резьбой М 10 или М 14.




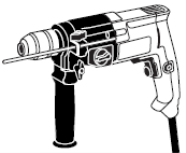



Преимущество: защита от коррозии благодаря латунированной проволоке.

Формы и размеры щёток

Щётки в основном используются при работе угловой шлифмашиной (85 %), а также дрелью (15 %) (см. таблицу 7.1).

Для удаления ржавчины и старой краски предназначены *щётки из стальной проволоки*, относящиеся к числу инструментов из сменной оснастки.

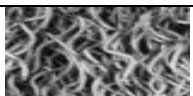



Таблица 7.1 – Виды щёток

Инструмент	Чашечные щетки	Дисковые щетки	Конусные щетки	Кистевые щетки
1	2	3	4	5
Угловая шлифмашина 				—
Дрель 			—	
	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

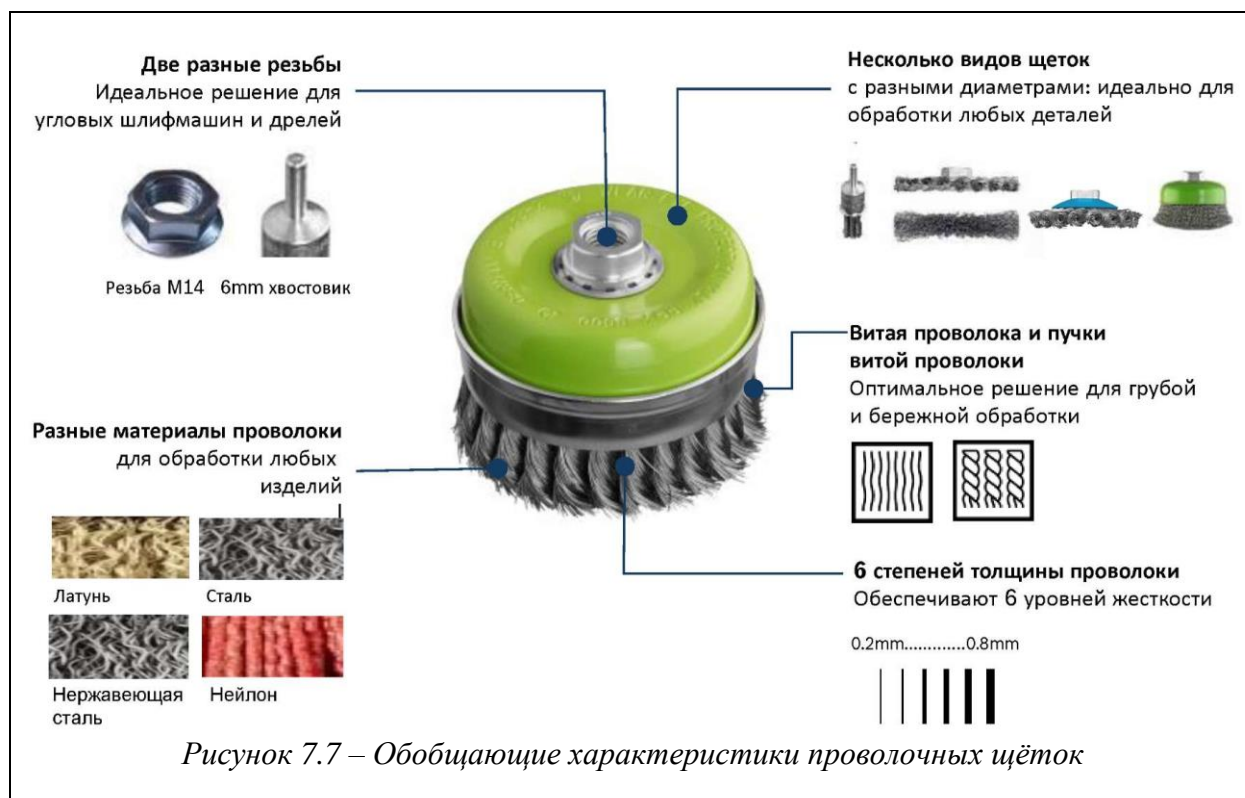
Обработка различных материалов

Благодаря разным материалам проволоки (сталь, нержавеющая сталь, латунь, нейлон), щётка подходит для всех необходимых работ (см. табл. 7.2).

Таблица 7.2 – Материалы проволочных щёток и виды выполняемых работ

Материал проволоки	Выполняемая работа	Рисунок
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	

Обобщающие характеристики проволочных щёток приведены на рисунке 7.7.



Поиск нужной щётки производится при помощи цветового кода.



Красный:
Витая стальная проволока

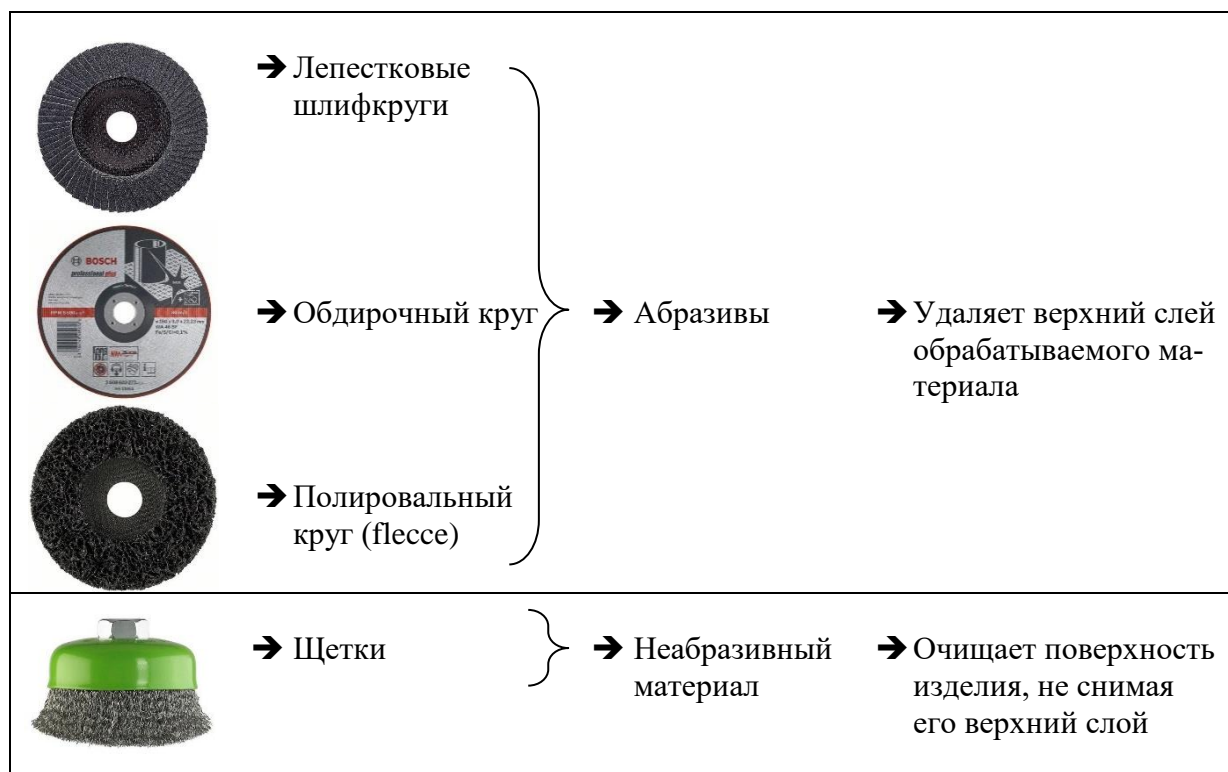


Синий:
Пучки витой проволоки



Зеленый:
Витая или пучки витой проволоки из нержавеющей стали

Принадлежности для обработки поверхностей с применением угловых машин приведены ниже.



Для отрезного и обдирочного шлифования угловыми шлифмашинами применяются отрезные и обдирочные круги.

Отрезание шлифовальным кругом 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*.

Толщина отрезных кругов – от 1 до 3 мм.

Обдирочным или черновым шлифованием называется шлифование объекта шлифования с целью выравнивания шлифуемой поверхности, в са-

мом широком смысле обдирочное шлифование можно сравнить с обработкой поверхности напильником. Рисунок шлифования получается грубым.

Толщина обдирочных кругов – от 6 до 8 мм.

Отрезные круги Rapido применяется для обработки нержавеющей стали и металла. Тонкий диск Rapido имеет множество преимуществ: с его помощью пропилены выполняются быстро, чисто и очень точно без значительных усилий; при этом мало шума и пыли, не образуются заусенцы и нет изменения цвета (цветов побежалости).

Отрезные круги Rapido Long Life обеспечивают исключительную долговечность при обработке нержавеющей стали и металла.

Отрезные круги Expert for Metal применяются 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 применяются 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).

Круг А 46 S BF «3-в-1» (рис. 7.8) 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.

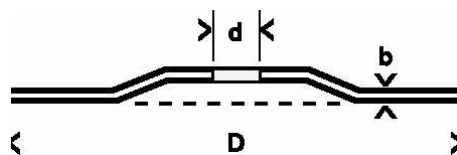
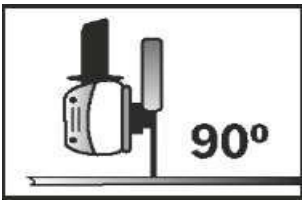
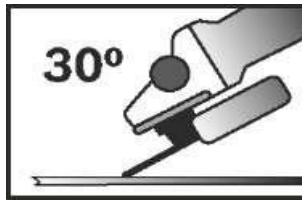
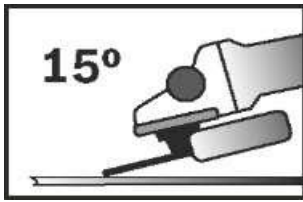


Рисунок 7.8 - Отрезной круг («3-in-1» (A 46 S BF)

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>

Во время выполнения обдирочных работ всегда возникают вибрации и шум. При использовании полугибких обдирочных кругов Vibration Control интенсивность вибрации заметно снижается. Это способствует удобству и оптимизации результатов выполняемой работы: незначительный нагрев при шлифовании, оптимизированный выброс опилок и небольшое изменение цвета обрабатываемой поверхности.

Обдирочные круги, полугибкие – Vibration Control

Полугибкие обдирочные круги 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 исполь-















зования опорной тарелки. Применяются для обработки нержавеющей стали, металла и алюминия.

Обдирочные круги «Expert for Metal»




Обдирочные круги по металлу 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).

Расшифровка обозначений и структура отрезных кругов приведена в приложении Ж (рис. Ж.1 и рис. Ж.2).

Для резки керамики, камня, бетона, мрамора, абразивных материалов и асфальта применяются алмазные отрезные круги. Цветная кодировка *алмазных отрезных кругов* ориентирована на различные профессиональные области применения:

		Ceramic Керамика			Stone Камень
		Concrete Бетон			Universal Универсальные
		Marble Мрамор			Abrasive Абразивные материалы
		Asphalt Асфальт			

Классы мощности (производительности) указываются символами с изображением алмазов. Чем больше символов с изображением алмазов на упаковке, тем выше производительность соответствующей принадлежности (рис. 7.9). При этом можно выбирать между тремя классами мощности:

Best		– принадлежности для алмазных инструментов, отвечающие самым высоким требованиям
Expert		– принадлежности для алмазных инструментов, отвечающие высоким требованиям
Standard		– принадлежности для алмазных инструментов с хорошим соотношением «цена-производительность»

Производительность резки = скорость резания + срок службы

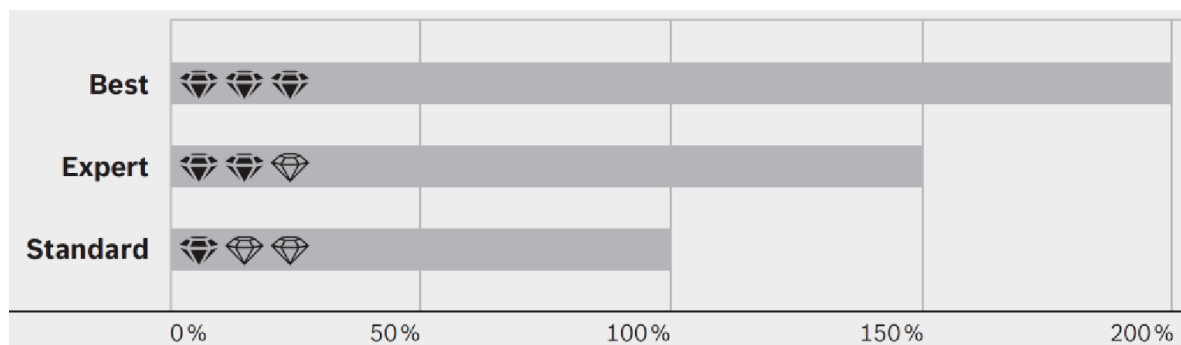


Рисунок 7.9 – Производительность резки отрезными кругами с различными классами мощности

Две инновационные технологии: *Speedteq* и *3Dteq*, – обеспечивают значительное повышение скорости резания наряду с сохранением продолжительного срока службы. Технология *3Dteq* гарантирует оптимальное распределение алмазов в режущем сегменте. Благодаря этому алмазные частицы всегда в работе, что обеспечивает превосходную производительность резания. Технология *Speedteq* – это инновационный дизайн сегментов, которым предусмотрена унификация ширины сегментов и расстояния между ними для увеличения скорости резания. Кроме того, специальный дизайн сегментов снижает трение, возникающее между режущим сегментом и стройматериалом, что также способствует достижению продолжительного срока службы.

Комбинация обеих технологий позволяет добиться очень высокой скорости резания при обработке различных материалов, в том числе и твердых.

Новый алмазный отрезной круг Best for Universal (рис. 7.10) режет значительно быстрее по сравнению с другими отрезными кругами класса Premium Best for Universal.

best for **Universal**

1. Инновации

- Новый дизайн сегмента
- 3D расположение алмазов в сегменте

2. Преимущества для пользователей

- На 30% быстрее по сравнению с премиум моделями конкурентов!
- Увеличенный ресурс

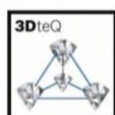


Рисунок 7.10 – Алмазный отрезной круг «Best for Universal»

Защитный кожух с крышкой для резки отрезными кругами

Защитный кожух с крышкой (рис. 7.11а) предназначен для резки отрезными кругами. Быстрая регулировка, крепление без использования инструмента.

Защитный кожух без крышки для шлифования

Защитный кожух без крышки (рис. 7.11б) предназначен для стандартных обдирочных и шлифовальных работ с устройством быстрой перестановки и закрепления без использования инструмента.



Ключ под два отверстия для угловых шлифмашин

Прямой рождовый ключ под два отверстия (рис. 7.12) предназначен для крепления любых кругов на угловой шлифмашине.



Зажимная гайка для угловых шлифмашин

Быстрозажимная гайка SDS-clic M 14 (рис. 7.13) подходит для всех угловых шлифмашин с резьбой M 14 (длина доступной резьбы, выступающей над самым толстым инструментом – более 6 мм, толщина 13 мм).

Указание: центрирование круга следует выполнять по опорному фланцу, а не по гайке.



Рисунок 7.13 – Быстрозажимная гайка SDS-clik M 14

Защита для рук в угловых шлифмашинах

Защитная скоба (рис. 7.14) предназначена для защиты рук при работе с резиновой тарелкой для всех угловых шлифмашин Bosch в комбинации с дополнительной рукояткой.



Рисунок 7.14 – Защитная скоба

Круглая гайка с фланцевой резьбой M 14

Зажимная гайка (рис. 7.15а) предназначена для всех кругов диаметром 115-230 мм.

Опорный фланец для резьбы M 14 (рис. 7.15б) предназначен для крепления всех кругов диаметром 115–150 мм.



а)



б)

а – круглая гайка с фланцевой резьбой М 14; б – опорный фланец для резьбы М 14

Рисунок 7.15 – Круглая гайка и опорный фланец

Опорная тарелка с хвостовиком для дрелей

Опорная тарелка (рис 7.16а) предназначена для крепления абразивного круга диаметром 125 мм.

Тарельчатый круг на липучке

Тарелка с липучкой (рис.7.16б) предназначена для абразивного материала диаметром 125 мм.



а)



б)

а – опорная тарелка; б – тарельчатый круг на липучке

Рисунок 7.16- Опорная тарелка и тарельчатый круг на липучке

Опорная тарелка для фибровых шлифлистов в комплекте с гайкой

Опорная тарелка (рис. 7.17а) с фланцевой резьбой М 14 и максимальной частотой вращения $12\,500\text{ мин}^{-1}$ выдерживает высокие температуры, обеспечивает отличную плавность хода, прочность.

Тарелка для шлифлистов на бумажной основе с креплением на липучке

Тарельчатый круг на липучке (рис. 7.17б).

Фланцевая резьба М 14, максимальная частота вращения $12\,500\text{ мин}^{-1}$.



а)



б)

а – опорная тарелка для фибровых шлифлистов в комплекте с гайкой; б – тарелка для шлифлистов на бумажной основе с креплением на липучке

Рисунок 7.17 – Опорная тарелка и тарелка для шлифлистов на бумажной основе

Направляющие салазки с патрубком, для отрезания (рис. 7.18а). При обработке каменных материалов алмазными отрезными кругами для удаления образовавшейся пыли применяются направляющие салазки с патрубком. Колено пылеудаления диаметром 35 мм (рис. 7.18б) служит для подключения пылесоса.



а)



б)

Рисунок 7.18 – Направляющие салазки с патрубком, для отрезания

7.2.3 Закрепляющий материал 14

Задания 13.1 – 14.1

I. Продолжите предложение:

1. Принцип работы прямых шлифмашин основан исключительно на _____.
2. Шлифование рекомендуется выполнять в непрерывном _____.
3. Крацеванием называют обработку поверхности деталей при помощи _____.

II. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Прямая шлифовальная машина **Не** подходит для шлифования поверхностей:

- | | |
|-------------------|------------------------|
| а) металлических; | б) пластиковых; |
| в) деревянных; | г) древесностружечных. |

Ответ:

2. Угловую шлифмашину предпочтительно использовать для шлифования:

- | | |
|-------------------|----------------|
| а) пиломатериала; | б) камня; |
| в) металла; | г) пластмассы. |

Ответ:

3. Отрезные круги Rapido Multi Construction можно применять для резки:

- | | |
|-------------|-------------------------|
| а) мрамора; | б) камня; |
| в) металла; | г) керамической плитки. |

Ответ:

III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. В угловых шлифмашинах электродвигатель и шлифовальный круг расположены друг к другу под углом:

- a) 45° ; б) 90° ;
в) 120° .

ОТВЕТ:

2. Обработка угловой шлифмашиной абсолютно ровных поверхностей приводит к образованию:

- а) сколов; б) трещин;
в) неровностей;

Ответ:

IV. Работа с рисунком:

1. По рисунку определите и подпишите в колонке 3 название шлифовальной машины.




№ п/п	Внешний вид инструмента	Название инструмента
1	2	2
1.		
2.		

2. По рисунку определите и подпишите наименование щёток для аккумуляторной шлифовальной машины.

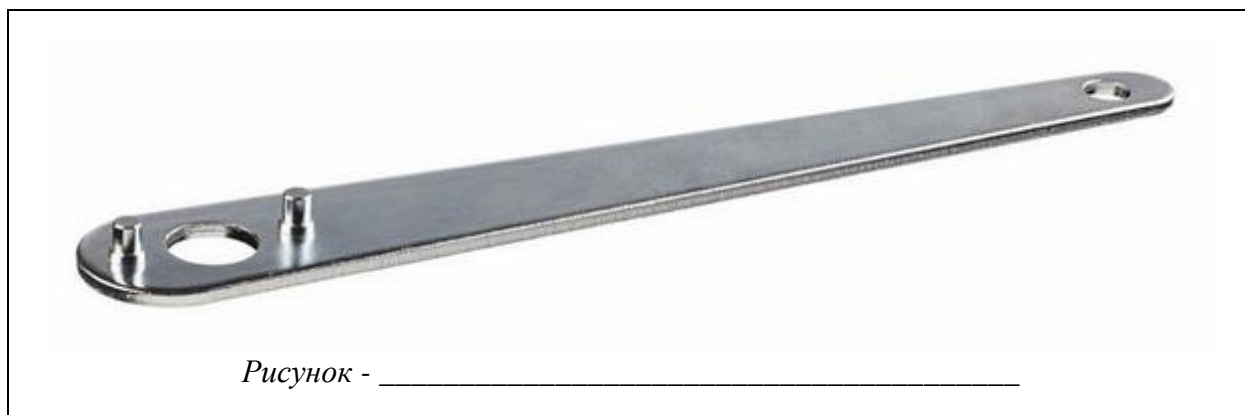


<i>a</i> –	
<i>б</i> –	
<i>в</i> –	
<i>г</i> –	
<i>д</i> –	


3. По рисунку определите и подпишите принадлежности для угловой шлиф-машины, применяемые при удалении ржавчины, шлифовании/обдирании, резке.

Системные принадлежности для угловой шлифмашины GWS 18-125 V-LI Professional		
Удаление ржавчины	Шлифование / обдирание	Резка
		
(Наименование)	(Наименование)	(Наименование)

4. Определите по рисунку приспособление, предназначенное для крепления любых кругов на угловой шлифмашине.



5. Подпишите наименование операций, выполняемые ручной угловой шлиф-машиной при обработке металла и нержавеющей стали, с применением круга «З-В-1».

Круг «3-в-1»	Наименование операций	
	1.	
	2.	
	3.	

V. Дополните предложение недостающей информацией:

1. В аккумуляторной угловой машине GWS 18-125 V-LI Professional устанавливать рукоятку возможно с _____ или с _____ стороны.
2. Компактность аккумуляторной прямой шлифмашины GGS 18 V-LI Professional позволяет её применять в _____ местах.
3. Угловая шлифмашина GWS 18-125 V-LI Professional предназначена для выполнения _____ и _____ работ.
4. Полугибкие обдирочные круги Vibration Control оптимально подходят для обработки _____ поверхностей.

VI. Установите соответствие:

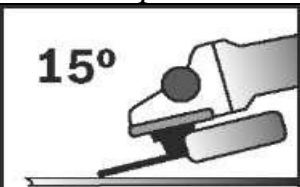
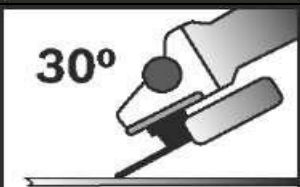
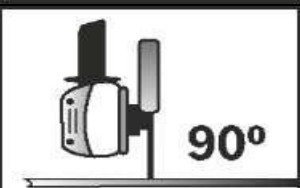
1. Установите соответствие между применяемыми обдирочными кругами в УШМ при обработке соответствующих материалов.

Обдирочный круг		Материал	
1.	Vibration Control	А.	Пластмасса
2.	Expert for Metal	Б.	Металл
		В.	Нержавеющая сталь
		Г.	Алюминий

Ответ:

1	→	
2	→	

2. Установите соответствие между углом обработки УШМ при использовании круга «3-в-1» и выполняемой операцией.

<i>Угол обработки</i>			<i>Наименование операций</i>	
1.			А.	
2.			Б.	
3.			В.	
			Г	Сверление

Ответ:

1	→	
2	→	
3.		

8 РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Потребляемая мощность режущего инструмента для металлообработки значительно меньше, чем у инструмента для пиления и шлифования. Кроме того, резка, как правило, требует меньше времени. Поэтому аккумуляторные инструменты уже давно завоевали прочные позиции в этом сегменте. Чаще всего приходится обрабатывать листовый металл толщиной 0,6-1,5 мм. При такой толщине мощность большинства аккумуляторных листовых ножниц является достаточной для обеспечения производительности резания, вполне сопоставимой с производительностью инструмента с сетевым питанием. Однако при толщине листа более 1,5 мм потребляемая мощность возрастает настолько, что применение аккумуляторного инструмента становится нецелесообразным.

8.1 Модуль 15 «Аккумуляторные ножницы»

Учебный материал 15

8.1.1 Аккумуляторные листовые ножницы

«Резание ножницами» – это резание обрабатываемого материала путём срезающего усилия, прикладываемого с помощью двух или нескольких движущихся в противоположном направлении режущих кромок инструмента.

При резке происходит разрезание листового материала или отделение его части.

Резка и высечка стальных листов. При резании металлических листов необходимо учитывать свойства материала.

Резка по жести и листам, изготовленным способом глубокой вытяжки, с твердостью от 400 до 600 Н/мм², проблем обычно не вызывает.

Наличие на обрабатываемом материале (тонкой листовой стали) окалин и вторичной окарины очень быстро приводит к затуплению режущих кромок.

Обычно максимально допустимая толщина обрабатываемого материала у листовых ножниц указывается для стальных листов твердостью 400 Н/мм². Для более твердых материалов максимально допустимая толщина, соответственно, меньше (при твердости 800 Н/мм² она уменьшается в два раза). *Стойкость режущего инструмента обратно пропорциональна толщине материала.*

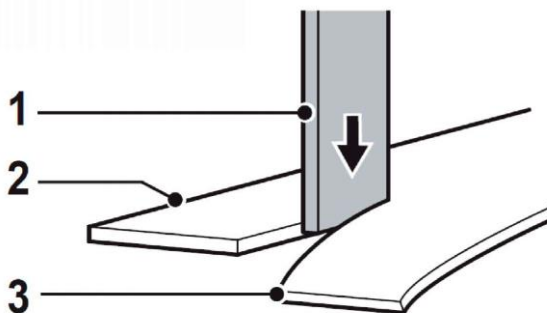
Для резания или обрезки металлических листов используются ножницы для резки листового металла – листовые ножницы. Особенности при резании:

- отличное движение по кривой;
- деформация материала;
- разрез только до 10 см от края листа;
- относительно приспособлены для вырезания;
- высокая скорость работы;
- без отходов материала;
- предназначены для листового металла.

Используя возможности *листовых* ножниц по металлу, можно выбрать наиболее оптимальный режим работы с разными материалами – от цветных металлов до стали.

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. 8.1) по своей сути не отличается от работы простыми хозяйственными ножницами: два коротких лезвия фиксируют металл и верхнее лезвие двигается сверху вниз.

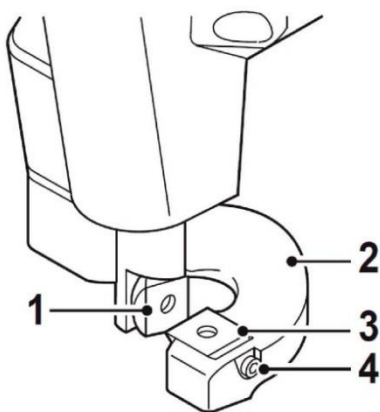


1 – гильотинный нож; 2 – полотно листового металла; 3 – отрезанный материал

Рисунок 8.1 – 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. 8.2). 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 8.2 – Ножи 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.

Преимущества при резании листовыми ножницами:

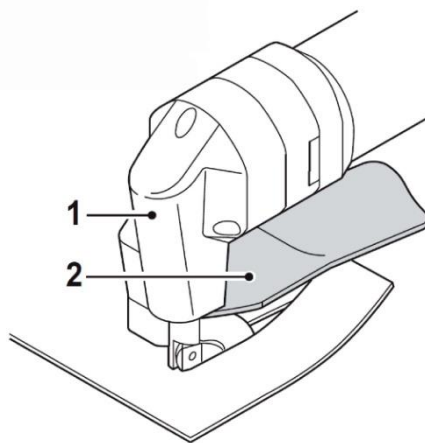
- при резке не остается отходов;
- не возникает деформаций материала, а, следовательно, нет необходимости в последующей обработке.

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 лобзиковыми 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. 8.3). Такие приспособления *особенно рекомендуется* при обработке тонких листовых металлов, поскольку они подвергаются особо сильной деформации.



1 – листовые ножницы; 2 – отводчик стружки (стальной дефлектор)

Рисунок 8.3 – 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.

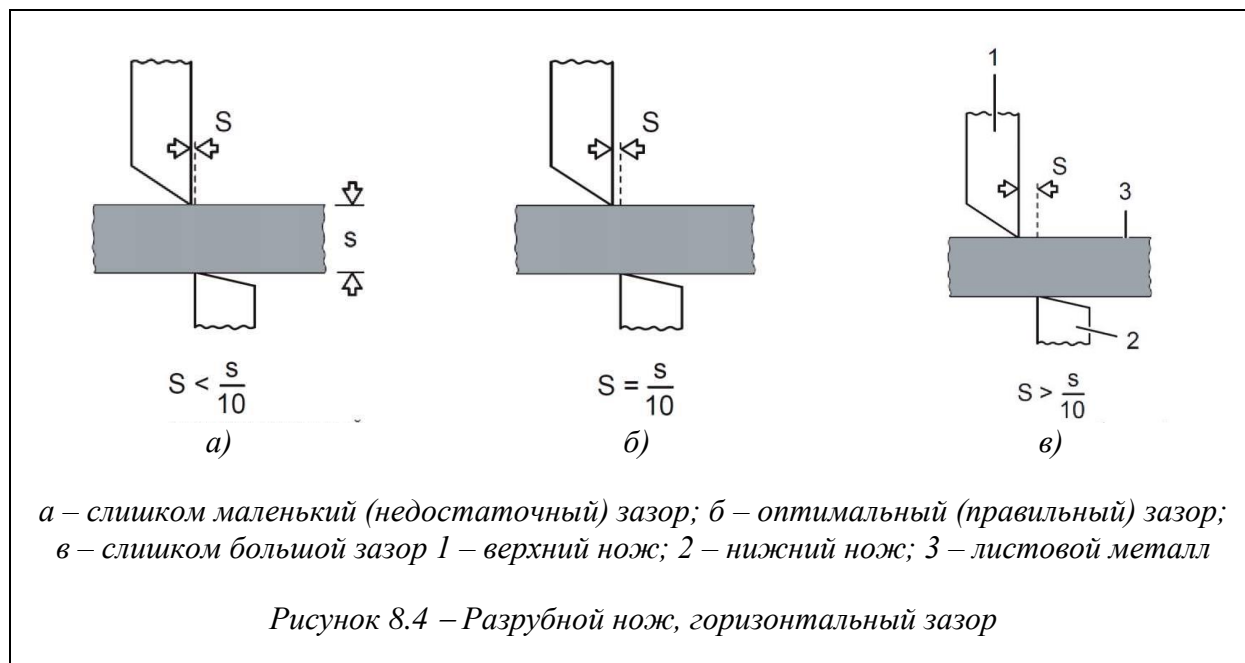
На рабочую подачу и на качество резки влияют следующие параметры:

- *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. 8.4а) существует опасность заедания ножей вследствие повышенного трения.



В качестве основного правила используется формула: *расстояние между ножами* (рис. 8.4б) 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. 8.4в) на ножи действует значительное изгибающее усилие, что может привести к их поломке. При этом также существует риск зажатия листового материала между режущими кромками.

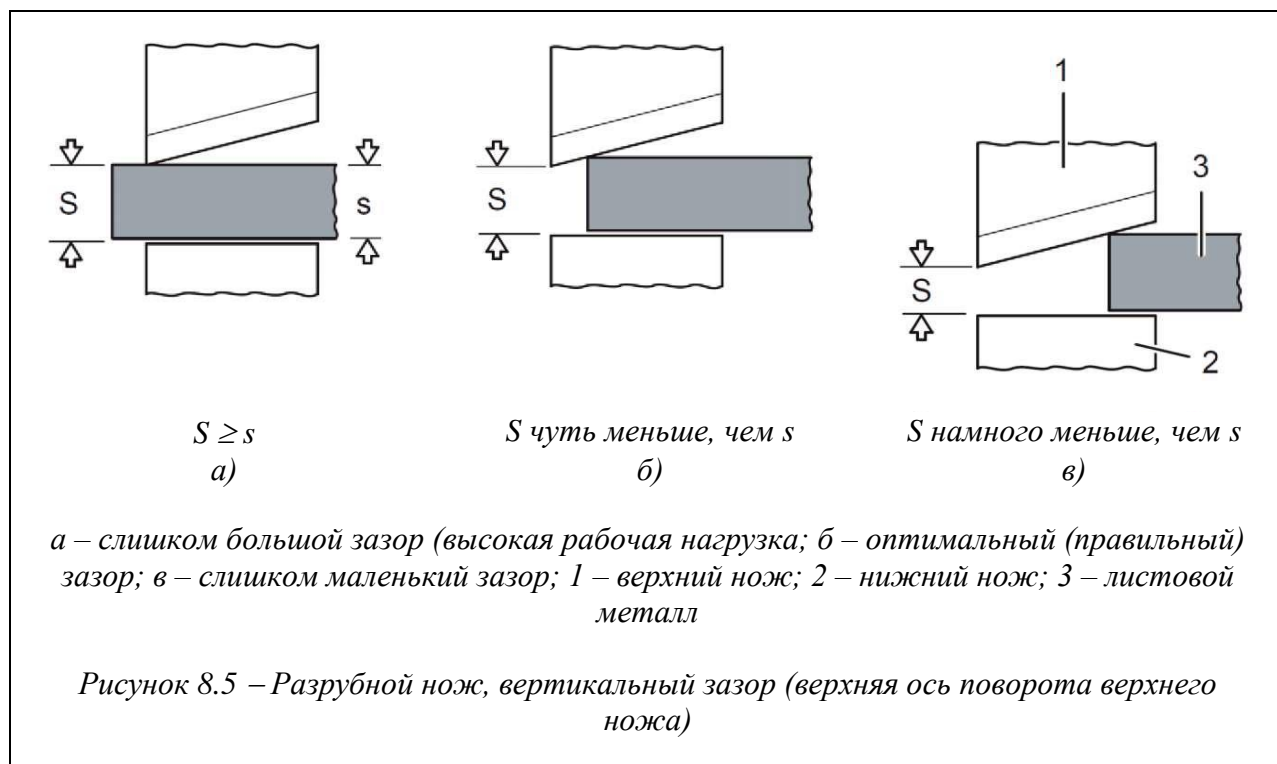
Зазор между ножами можно установить, изменяя положение *верхнего ножа*. С этой целью можно использовать так называемый **калибр** для измерения зазоров, чтобы удостовериться в том, что боковой зазор точно соответствует необходимому размеру.

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 (рис. 8.5б).

Если расстояние между ножами позволяет *материалу проходить свободно* (рис. 8.5а), 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 (рис. 8.5 в).

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. 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.**

Среди аккумуляторных инструментов Bosch достойное место занимают аккумуляторные ножницы по листовому металлу GSC 10,8 V-LI Professional (рис 8.6).



Основным преимуществом листовых ножниц ***GSC 10,8 V-LI Professional*** является то, что они *режут металл в 4 раза быстрее по сравнению с обычными ручными ножницами и без лишних усилий.*

Инструмент также обладает другими преимуществами:

- *высокая производительность: легко режут листовой металл толщиной до 1,3 мм;*
- *исключительно малый вес (всего 1,4 кг) и сверхкомпактное исполнение для комфортной и неусттомительной работы*
- *система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;*
- *высочайшая прочность: корпус Dura Shield защищает инструмент даже после падения на бетон с высоты до 1 м;*
- *уникальная литий-ионная технология класса Premium от Bosch: увеличение срока службы и исключительная продолжительность работы аккумулятора.*

Технические характеристики аккумуляторных ножниц по металлу GSC 10,8 V-LI Professional

Номинальное напряжение аккумулятора, В	10,8
Ёмкость аккумулятора, А·ч	2,0
Максимальная разрезаемая толщина стали (800 Н/мм²), мм	0,6
Максимальная разрезаемая толщина стали (600 Н/мм²), мм	0,8
Максимальная разрезаемая толщина стали (400 Н/мм²), мм	1,3
Максимальная разрезаемая толщина алюминия (250 Н/мм²), мм ..	2,0
Минимальный радиус дуги, мм	15
Частота ходов на холостом ходу (число ходов холостого хода),	

мин ⁻¹	3600
Длина, мм	256
Высота, мм	131
Вес с аккумулятором, кг	1,4
Допустимая температура внешней среды:	
– во время зарядки, °С	от 0 до +45
– при эксплуатации и хранении, °С	от –20 до +50

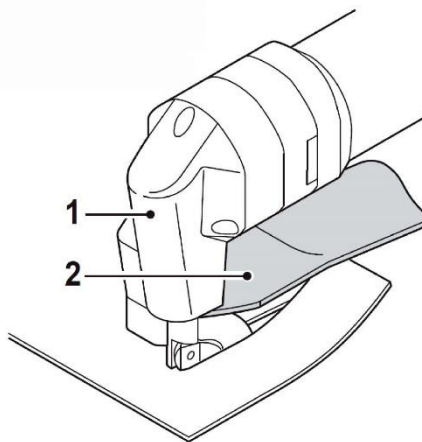
8.1.2 Принадлежности для листовых ножниц

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 (рис. 8.7), 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.



1 – ножницы для резки листового металла; 2 – стальной дефлектор (отводчик стружки)

Рисунок 8.7 – Стальной дефлектор (отводчик стружки) на ножницах для резки листового металла

Установочные калибры. Установочные калибры для листовых ножниц состоят из калибровочных пластинок различной толщины и точильного шаблона. Они предназначены для листовых ножниц с регулируемыми ножсами и служат для точной установки бокового зазора между верхним и нижним ножом. Точильный шаблон предназначен для контроля угла режущей кромки ножа при ее переточке.

Благодаря наличию независимого от сети источника питания аккумуляторные ножницы используются преимущественно в автомобилестроении, при оборудовании кухонь, установке кондиционеров и для кровельных работ.

Общей отличительной особенностью данных инструментов является исключительное удобство и отсутствие соединительного кабеля, который легко повреждается при контакте с острыми краями среза листового материала. Скорость резания такая же, как у инструмента, работающего от сети, и, как правило, используется аналогичный режущий инструмент. Скорость подачи должна быть такой, чтобы при резании частота ходов не снижалась слишком сильно. Из-за относительно низкой потребляемой мощности для ножниц достаточно рабочего напряжения 10,8 В, что является дополнительным удобством.

8.1.3 Аккумуляторные универсальные ножницы

Типичными областями применения аккумуляторных универсальных ножниц являются отрезание и обрезка кромок напольных покрытий, обработка кожи, бумаги и ткани.

Аккумуляторные универсальные ножницы (рис. 8.8) имеют многоугольный дисковый нож, который отрезает подаваемый материал вдоль неподвижного контрножа. Нож расположен поперёк оси инструмента и приводится в действие угловым редуктором. Потребляемая мощность невысока, поэтому достаточно рабочего напряжения 10,8 В. Благодаря этому аккумуляторные универсальные ножницы исключительно легкие и удобные.

В качестве системных принадлежностей используются параллельные и угловые упоры.

Параллельные упоры обеспечивают высокую точность обрезки кромок и отрезания полос.

Угловые упоры позволяют точно обрезать напольные покрытия вдоль стен и плинтуса.



Рисунок 8.8 – Аккумуляторные универсальные ножницы GUS 10,8 V-LI Professional

Преимущества аккумуляторных универсальных ножниц GUS 10,8 V-LI Professional:

- универсальность применения: резка различных гибких и мягких материалов (толщиной до 11 мм), например, ПВХ, ковровых покрытий, картона, кожи, тканей;
- быстрота работы благодаря точной настройке числа оборотов холостого хода для обработки мягких и гибких материалов;
- исключительная производительность: производительность резки до 300 м (ПВХ 4 мм) на одной зарядке аккумулятора (2,0 А·ч);
- отличная производительность резки благодаря самозатачивающемуся ножу «Autosharp»;
- система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда;
- удобный индикатор заряда: показывает степень заряженности аккумулятора в любое время.

Технические характеристики аккумуляторных универсальных ножниц GUS 10,8 V-LI Professional

Напряжение аккумулятора, В	10,8
Ёмкость аккумулятора, А·ч	2,0
Производительность резки /заряд аккумулятора (ПВХ, 4 мм), м ..	300
Число ходов холостого хода, мин ⁻¹	700
Длина, мм	320
Высота, мм	77
Вес с аккумулятором, кг	1,0

8.1.4 Закрепляющий материал 15

Задание 15.1

I. Продолжите предложение:

1. Листовые ножницы используют для _____ металлических листов или _____ кромок _____.
2. К затуплению режущих кромок листовых ножниц приводит наличие на обрабатываемой поверхности _____.
3. Нижний нож листовых ножниц имеет _____ конструкцию.
4. Листовыми ножницами у толстых металлических листов можно обрезать только _____.
5. Система Bosch Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от _____, перегрева и глубокого _____.

II. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Аккумуляторными листовыми ножницами GSC 10,8 V-LI Professional можно резать металлические листы толщиной до (мм):

- а) 1,3; б) 1,6;
в) 1,9.

Ответ:

2. Длина разрезаемых листов ПВХ (толщиной 4 мм) универсальными ножницами на одной зарядке составляет до (м):

- а) 300;
б) 500;
в) 700.

Ответ:

III. Установите съответствие:

1. Установите соответствие между разрезаемыми материалами и их максимальной толщиной разрезания аккумуляторными листовыми ножницами


3. Аккумуляторными универсальными ножницами можно резать материалы:

- а) кожу;
- б) ткани;
- в) картон;
- г) ковровые покрытия.

Ответ:

V. Работа с рисунком:

1. По рисункам определите и подпишите наименование аккумуляторных инструментов

<i>Инструмент</i>	<i>Наименование инструмента</i>
	
	

9 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

9.1 Факторы, влияющие на безопасность работы

При использовании аккумуляторных инструментов необходимо уделять должного внимания безопасности работы. Основной риск представляют сменные инструменты (например, сверла, пильные диски), как и в любом другом машинном инструменте. Поэтому при их использовании следует соблюдать соответствующие меры предосторожности. В частности, при работе с аккумуляторными инструментами в целях обеспечения безопасности необходимо обращать внимание на следующие факторы:

- *реактивные крутящие моменты;*
- *блокировка включения;*
- *замена инструмента.*

Реактивные крутящие моменты

Реактивные крутящие моменты возникают при перегрузке или блокировке, в частности дрели-шуруповёрта. Несмотря на сравнительно небольшие габариты, такие инструменты обеспечивают высокие крутящие моменты, которые становятся неудобными при управлении инструментом только одной рукой. Данный факт следует особо учитывать для инструментов с высокой мощностью. При работе в диапазонах мощности, для которых предусмотрена дополнительная рукоятка, она должна обязательно использоваться.

Блокировка включения

Блокировка включения предназначена для того, чтобы аккумуляторный инструмент не заработал внезапно, например, когда нечаянно был задет выключатель. Это может произойти, если инструмент находится в кармане или лежит без чехла в ящике для инструментов. Если в инструменте есть блокировка включения, ее следует включать на время, когда инструмент не используется. Блокировка включения также предотвращает непредвиденную разрядку аккумулятора.

Замена инструмента

Между аккумуляторными инструментами и инструментами с сетевым питанием есть одно существенное отличие. В то время как инструмент с сетевым питанием при отключении из розетки сразу же остается без энергоснабжения, ***в аккумуляторном инструменте всегда имеется запас энергии. Об этом нужно помнить всегда!*** В частности, если аккумулятор остается в инструменте, очень велика вероятность нанесения травм пилящим инструментом при замене пильного полотна. Случайное включение при замене инструмента также способно привести к травмам. Поэтому всегда необходимо соблюдать главное требование по эксплуатации: ***выполнять замену инструмента можно только при извлеченном аккумуляторе!***

9.2 Электрическая безопасность

Аккумуляторные инструменты работают с низким напряжением – до 50 В, поэтому риск поражения электричеством считается невысоким, а сами инструменты – довольно безопасными. Однако не следует забывать, что аккумулятор в полностью или частично заряженном состоянии можно рассматривать как накопитель энергии. При ненадлежащем использовании либо в случае короткого замыкания он может представлять серьезную угрозу. Поэтому при любых обстоятельствах следует избегать коротких замыканий.

Никель-кадмиевые и никель-металлгидридные батареи имеют сравнительно низкую емкость, 1,2 – 3,0 А·ч, однако токи, возникающие при коротком замыкании, могут достигать 100 А, из-за чего провода и полимерные соединения между полюсами аккумулятора (полюсные наконечники) способны расплавиться за секунды. Возникающие при этом электрические дуги могут стать причиной вторичных повреждений. Внутри элементов аккумуляторной батареи ток короткого замыкания приводит к внезапному образованию избыточного давления из-за испаряющегося электролита, что в аккумуляторных элементах без предохранительного клапана (в основном в продукции неизвестных производителей) может создать угрозу взрыва.

9.2.1 Электрическая безопасность при работе с аккумуляторным инструментом

Аккумуляторные приборы всегда работают в диапазоне низкого напряжения, ниже 42 В. Стандартное рабочее напряжение – от 10,8 до 36 В. С одной стороны, такое рабочее напряжение не представляет никакой прямой опасности при контакте с прибором. Но с другой стороны, данный фактор может привести к тому, что потребители недооценивают опасность возникновения короткого замыкания на полюсах аккумуляторной батареи, что способно стать причиной несчастных случаев. Загрязненные, поврежденные или окисленные контакты могут вызвать недопустимый нагрев прибора из-за возникающих потерь в переходном сопротивлении контактов.

Токи короткого замыкания аккумуляторов. Если из-за дефекта или ненадлежащего обращения на полюсах батареи возникает короткое замыкание, то, в зависимости от используемого типа аккумулятора, могут образовываться токи различной силы.

Символические обозначения средств индивидуальной защиты по охране труда приведены в *приложении И*.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Расшифровка обозначений инструментов Bosch

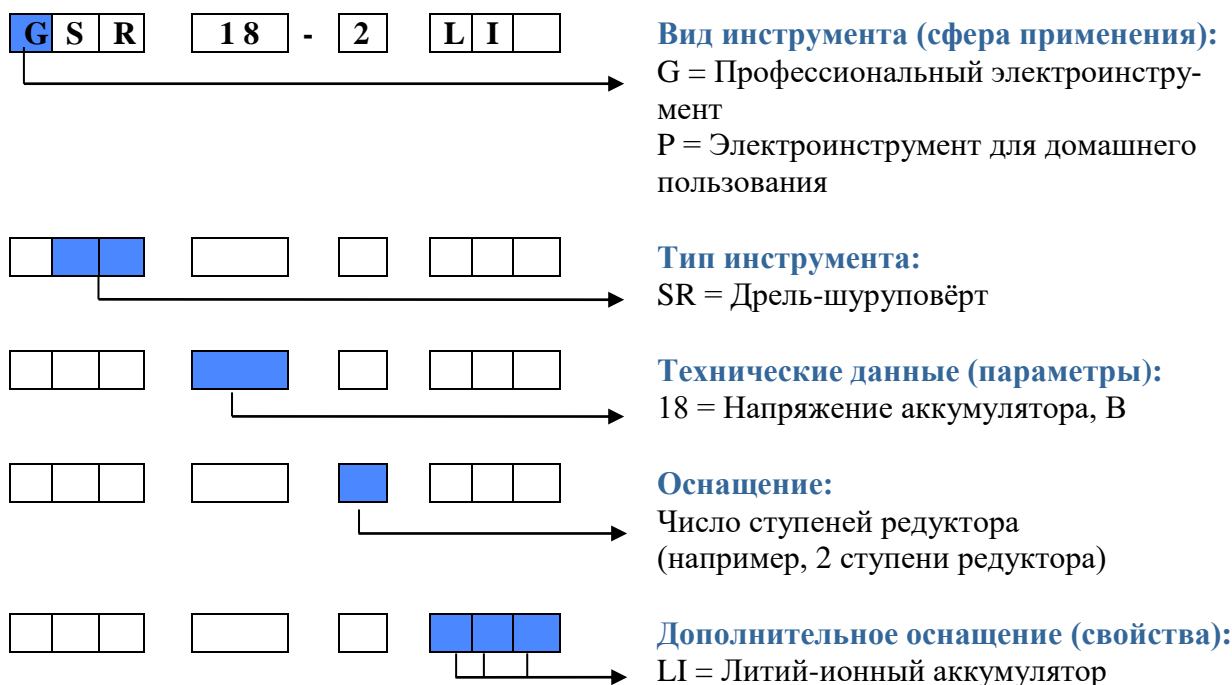
Обозначение каждого инструмента состоит из буквенно-цифровой последовательности из трех или четырех групп, в котором отражены его вид, тип, параметры производительности, оснащение и дополнительное оснащение.

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.

Инструмент для домашних мастеров (зелёного цвета) – ничем не хуже профессионального, иногда обладает такими же техническими характеристиками, но целевое использование его – это бытовые условия, работа в небольших промежутках времени, и он не рассчитан на продолжительные нагрузки.

Пример:



Тип инструмента

В названиях электроинструментов Bosch отображаются начальные буквы словосочетания названий инструментов на немецком языке.

AS	Ab Sauggerät	Универсальный пылесос (Absaugsysteme)
BH	Bohr Hammer	Перфоратор
CB		Ленточная пила
DR	D rehschlagschraube R	Ударный гайковёрт (патрон – внутренний шестигранник 1/4")
DS		Ударный гайковёрт (патрон – наружный четырёхгранник 1/2")
DX		Ударный гайковёрт (комбинированный патрон)
GS	G erad S chleifer	Прямая шлифмашина
HO	H Obel	Рубанок
KS	K reis S äge	Ручная циркулярная пила
OP	O szillierende P räzisionssäge	Универсальный резак
SA	S Abelsäge	Ножовка (сабельная)
SB	S chlag B ohrmaschine	Ударная дрель-шуруповёрт
SC	S Chere	Листовые ножницы
SR	S ch R auber	Дрель-шуруповёрт (Schlagbohrschrauber)
ST	S Tichsäge	Лобзиковая пила
US		Универсальные ножницы
WB	W inkel B ohrmaschine	Угловая дрель
WI	W Iinkel S chrauber	Угловой шуруповёрт
WS	W inkel S chleifer	Угловая шлифмашина

Технические данные (параметры производительности)

Для универсальных пылесосов: Вместимость брутто (л).

Оснащение

Для универсальных пылесосов: М – защита от пыли по классу М (L – защита от пыли по классу L);

SFC – полуавтоматическая чистка фильтра (AFC – автоматическая чистка фильтра).

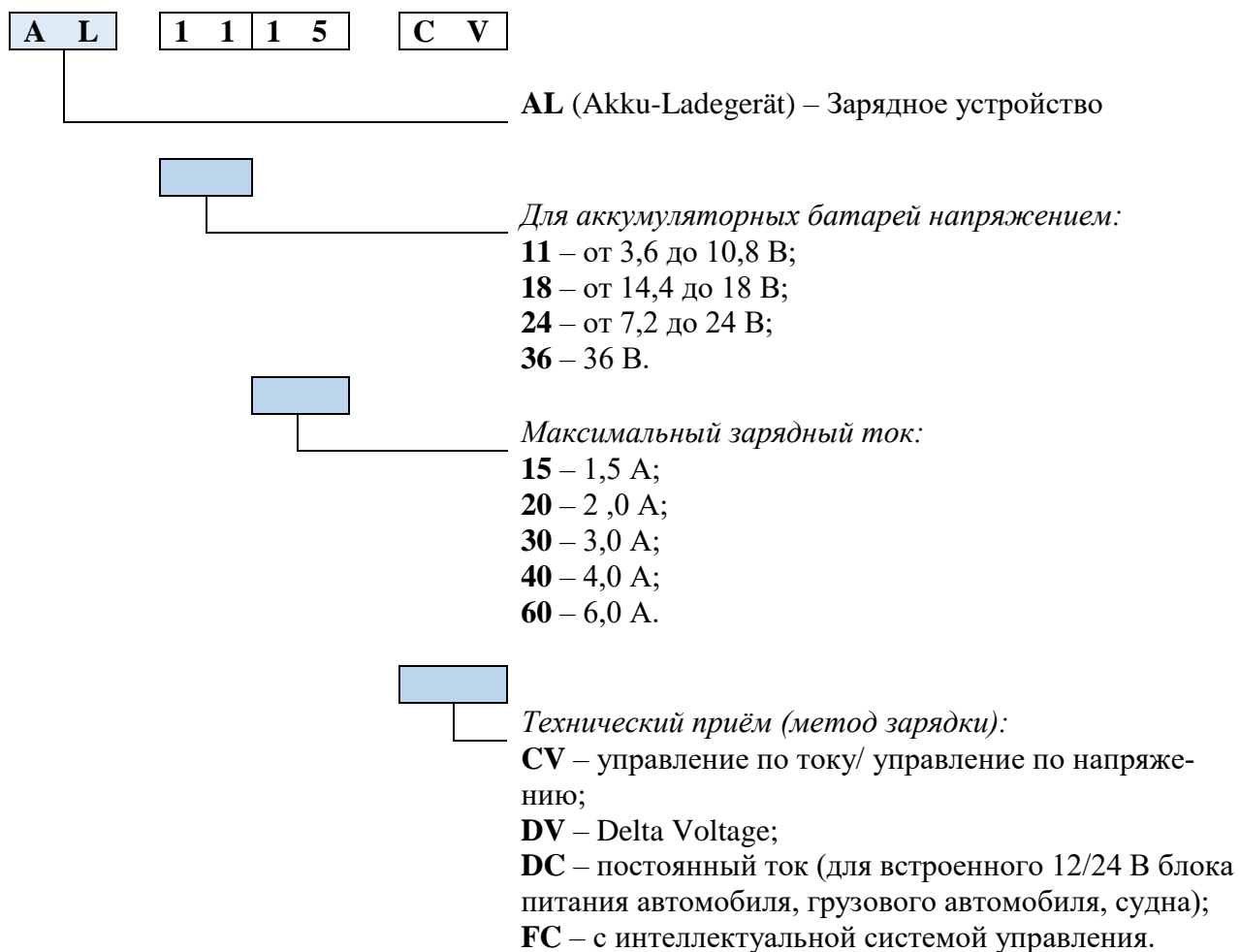
Назначение аккумуляторных инструментов Bosch

Таблица А.1 – Перечень аккумуляторных инструментов для обработки различных видов материалов

Аккумуляторный инструмент	Вид обработки	Материал
1	2	3
Дрель-шуруповёрт	Сверление	Древесина, металл, керамика, пластмасса
	Закручивание и выкручивание шурупов	Древесина, металл
Ударная дрель-шуруповёрт	Сверление без удара	Древесина, металл, керамика, пластмасса
	Ударное сверление	Кирпич, каменная кладка, камень

1	2	3
Ударная дрель-шуруповёрт	Закручивание и выкручивание шурупов	Древесина, металл
Шуруповёрт	Закручивание и выкручивание шурупов	Древесина, сухая штукатурка
Гайковёрт	Закручивание и выкручивание винтов/шурупов	Металл
	Затягивание и отпуск гаек в допустимом диапазоне размеров	Металл
Перфоратор	Перфорация	Бетон, кирпич, камень
	Легкие долбежные работы	Бетон, кирпич, камень
	Сверление без удара	Древесина, металл, керамика, пластмасса
	Закручивание и выкручивание винтов	Древесина, металл
Рубанок	Строгание	Древесина
Ножовка (сабельная пила)	Пиление	Древесина, металл, пластмасса, строительный материал
Лобзиковая пила	Пиление	Древесина, металл, пластмасса, керамическая плитка, резина
Циркулярная пила	Пиление	Древесина
Ленточная пила	Пиление	Металл, пластмасса, резина
Универсальный резак	Пиление	Древесина, пластмасса, гипс, цветной металл
	Санация керамической плитки	Керамика
	Сухое шлифование	
	Шабрение	
Прямая шлифмашина	Шлифование	Металл
	Снятие заусенцев и облоя	Металл
Угловая шлифмашина	Резка	Металл, камень
	Обдирка	Металл, камень
	Крацевание	Металл, древесина, материал покрытия
	Шлифование	Металл
Ножницы листовые	Резка	Металлические листы толщиной до 1,3 мм
Ножницы универсальные	Раскрой материала	Гибкие и мягкие материалы толщиной до 11 мм (ковры, ПВХ, картон, кожа, ткани и т.д.)












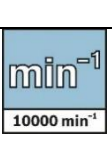

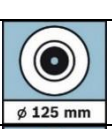




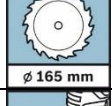
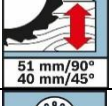

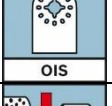
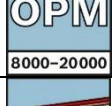
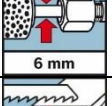
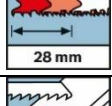
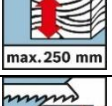
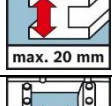
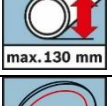
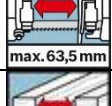
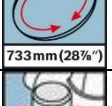
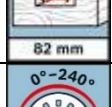



Расшифровка обозначений зарядных устройств для литий-ионных аккумуляторов Bosch:



ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Расшифровка пиктограмм аккумуляторных инструментов Bosch

	Литий-ионная технология Без саморазрядки. Без эффекта памяти		Инновационные аккумуляторы с технологией CollPack
	Вольт Напряжение аккумулятора, В		Ёмкость аккумулятора, А·ч
	Время зарядки аккумулятора, мин		Время зарядки аккумулятора индуктивным зарядным устройством
	Система Electronic Cell Protection (ECP) защищает аккумулятор от перегрузки, перегрева и глубокого разряда		Индикатор контроля уровня зарядки аккумулятора Удобный индикатор заряда аккумулятора с 3 светодиодами
	Индикатор контроля уровня зарядки аккумулятора		Система Flexible Power Гибкая система питания аккумуляторных инструментов
	2-SPEED 2-скоростной редуктор		Быстрозажимной односторонний сверлильный патрон
	Быстрозажимной двухсторонний сверлильный патрон		Универсальный держатель бит 1/4"
	Управляющая электроника Выбор числа оборотов для любого вида работ		Реверс Для заворачивания и выворачивания шурупов
	Патрон – внутренний шестигранник 1/4"		Комбинированный патрон
	Система Bosch SDS Быстрая замена рабочего инструмента без дополнительных приспособлений		Патрон SDS-plus Оптимальная передача усилия. Для перфораторов класса 2-4 кг
	Система Auto-Lock Для максимально быстрой смены рабочего инструмента одной рукой		Система Auto-Lock Для максимально быстрой смены рабочего инструмента одной рукой
	Предохранительная муфта Antirotation Прерывает передачу усилия		Система Vario-Lock 12-ступенчатая регулировка положения долота для комфортной работы
	Система Electronic Rotation Control (ERC) распознает внешнюю блокировку и немедленно выключает инструмент		Мощный двигатель ЕС Бесщеточный двигатель ЕС увеличивает срок службы инструмента

	4-Pole Motor Четырёхполюсный мотор		Система Electronic Motor Protection (EMP) защищает двигатель от перегрузки
	Сменные цветные зажимы для легкой идентификации инструмента		Держатель бит
	Рукоятка		Зажим для крепления на ремне
	Встроенная светодиодная подсветка для освещения рабочей зоны в темных местах		2-ступенчатый выключатель
	Удаление пыли Удаление пыли непосредственно на инструменте в пылесборный мешок		Система пылеудаления Удаление пыли универсальным пылесосом
	Устойчивый к проворачиванию защитный кожух Надёжная защита даже при разрушении диска		Число оборотов холостого хода (Частота хода)
	Резьба шлифовального шпинделя		Диаметр тарельчатого шлиф-круга
	Маятниковое движение пильного полотна		Вес
	Максимальная толщина разрезаемых материалов универсальными ножницами		Autosharp Самозатачивающийся нож для универсальных ножниц
	Диаметр пильного диска для ручной циркулярной пилы		Глубина пропила Ручной циркулярной пилой
	Диапазон колебаний оснастки универсального резака		Посадка OIS 12-точечная система зажима OIS
	Частота вращения на холостом ходу		Цанговый патрон для прямой шлифмашины
	Длина хода аккумуляторной ножовки		Максимальная глубина резания аккумуляторной ножовкой в древесине
	Максимальная глубина резания аккумуляторной ножовкой в нелегированной стали		Максимальный диаметр трубы, разрезаемой аккумуляторной ножовкой
	Максимальная глубина пропила ленточной пилой		Размеры пильного полотна ленточной пилы
	Ширина строгания рубанком		Глубина строгания рубанком
	Регулируемая головка углового шуруповёрта		Woodrazor Исключительно острая заточка и точная посадка лезвия

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Символические обозначения свёрл 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 - соединительная 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 материалов

	Волокнистый материал, МДФ		Деревянные балки
	Древесина мягкая		Древесина с гвоздями
	Древесина, твёрдая древесина		Древесина, твёрдая и мягкая
	Древесноволокнистая плита твердая и мягкая		Древесноволокнистая плита многослойная
	Древесностружечная плита		Древесностружечная плита с покрытием
	Ламинат		Многослойные материалы
	Опалубка		Столярная плита
	Пластмассы общего назначения		Пластик с древесиной
	Металл, мягкая сталь		Нержавеющая сталь
	Алюминий		Цветной металл
	Плитка		Керамическая плитка
	Кирпичная кладка		Природный строительный камень
	Бетон		Бетон с арматурой
	Мрамор		Гранит

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (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»		

Расшифровка обозначений пильных полотен для лобзиковых пил

Маркировка пильных полотен состоит из буквенно-цифровых символов (от 5 до 7 знаков):

T	1	2	1	A	F	
----------	----------	----------	----------	----------	----------	--

Форма хвостовика:

T – однокулачковый фирмы Bosch
 U – 3/4" Универсальный хвостовик
 F – Хвостовик фирмы Fein
 R – Хвостовик фирмы Rockwell
 MA – Хвостовик фирмы Makita
 PG – Хвостовик фирмы Peugeot

Длина полотна:

1 – Стандартная (83-100 мм)
 2 – Специальные пильные полотна для

криволинейного пиления (100-117 мм)

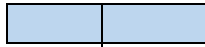
3 – Специальные длинные пильные полотна (117-152 мм)

4 –

5 –

6 –

7 – самое длинное полотно (180 мм)



Вид зубьев:

01; 08 – Шлифованные остроконечные зубья и задний угол

11; 27; 57 – Разведённые и фрезерованные

13 – Заточка лезвия

18; 19 – Фрезерованные и волнистые

21 – Волнистые и фрезерованные

23; 34; 45 – Прогрессивные зубья («PROGRESSOR»)

44 – Шлифованные и перекрещенные



Шаг зубьев:

A = 1,1 – 2,0 мм (мелкий шаг)

B = 1,9 – 2,7 мм (средний шаг)

C = 3,0 – 3,3 мм (крупный шаг)

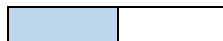
D = 4,0 – 5,2 мм

E = 1,5 – 3,3 мм

G = 0,7 – 0,8 мм

H = 4,3 мм

X = 1,1 – 2,0 мм



Дополнительные характеристики:

A – Шлифовка лезвия

D – Оптимизированная форма зуба

F – Гибкое биметаллическое полотно

L – Особенно длинное пильное полотно

O – Для криволинейного реза

P – Для параллельных пропилов

R – Полотно с реверсивным зубом

Riff – Крошка твёрдого сплава





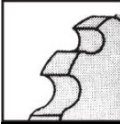

W – Волнистая заточка

X – Универсальное полотно по дереву, металлу и пластику

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(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 Ж (справочное)

Символические обозначения свойств абразивных материалов для шли- фования и обрабатываемых материалов

	Крупная зернистость от 24 до 60		Средняя зернистость от 80 до 120
	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
	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 обработ- ки поверхности
	Повышенная прочность		Очень гибкая основа

Расшифровка обозначений на отрезных кругах Bosch



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
(обязательное)

**Символические обозначения средств индивидуальной защиты
по охране труда**

Таблица И.1 – Предписывающие знаки (по ГОСТ Р 12.4.026-2001)

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 01		Работать в защитных очках	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов зрения
М 02		Работать в защитной каске (шлеме)	На рабочих местах и участках, где требуется защита головы
М 03		Работать в защитных наушниках	На рабочих местах и участках с повышенным уровнем шума
М 04		Работать в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов дыхания
М 05		Работать в защитной обуви	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 06		Работать в защитных перчатках	На рабочих местах и участках работ, где требуется защита рук от воздействия вредных или агрессивных сред, защита от возможного поражения электрическим током
М 13		Отключить штепсельную вилку	На рабочих местах и оборудовании, где требуется отключение от электросети при наладке или остановке электрооборудования и в других случаях

Список литературы

1. Куликов О.Н. Охрана труда в строительстве: учебник [Текст]/ О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. – 7-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 352 с.
2. Программный каталог 2013. Профессиональные принадлежности. – Германия, 2013. – 916 с.
3. Профессиональный электроинструмент. Каталог 2013/2014. – ООО «Роберт Бош». – Германия, 2013. – 418 с.
4. Электроинструменты и их применение: 1500 вопросов и ответов. – Германия: Технический институт профессионально-технической подготовки и повышение профессиональной квалификации, 2005. – 448 с.
5. Энциклопедия электроинструментов. – Германия: «Сейлз Консалтинг Трейнинг», 2001. – 1136 с.
6. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [Текст]. – М.: Госстрой России, 2001.
7. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство [Текст]. – М.: Госстрой России, 2002. – 32 с.
8. <http://www.bosch-pt.com/ru/ru> – Официальный сайт фирмы BOSCH. Режим доступа: свободный.
9. <http://www.powertool-portal.com/> – Учебный портал фирмы BOSCH «Электроинструменты». Режим доступа: с регистрацией на портале.