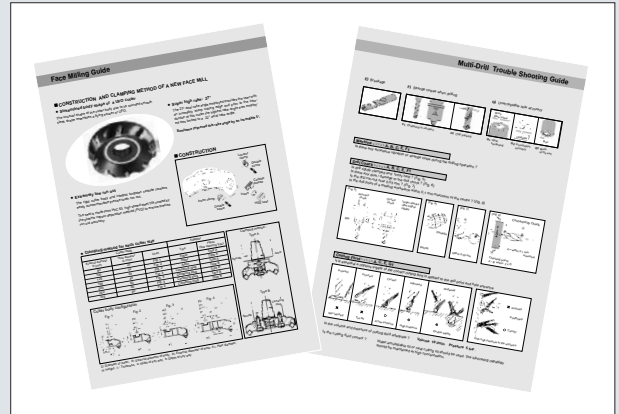


# Возможные проблемы и пути их решения / Справочные материалы

N9 ~ N16

# N



## Устранение проблем

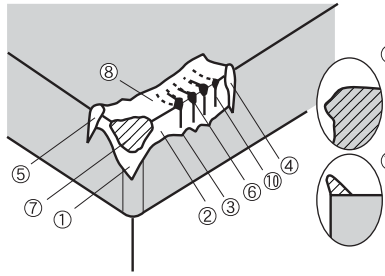
Токарная обработка .....	N10
Фрезерная обработка .....	N11
Фрезерование монолитными фрезами.....	N12
Сверление.....	N13

## Таблица обозначений сортов стали

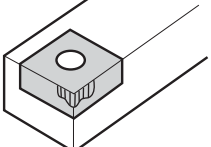
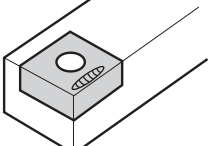
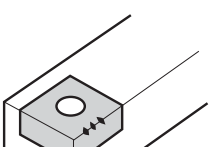
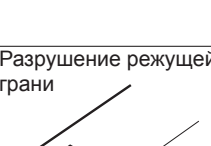
и цветных металлов .....	N14
Сравнительная таблица шкал твёрдости.....	N15
Шероховатость поверхности .....	N16

# Возможные проблемы и пути их решения

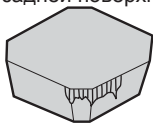
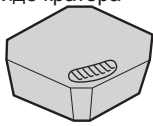
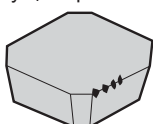
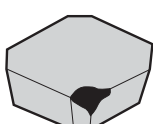
## ■ Нарушения формы инструмента

	№.	Проблема	Причина	
	1-5	Износ по задней поверхности	Физическая	Вследствие задира, вызванного твёрдыми фракциями, которые содержатся в обрабатываемом материале.
6	Выкрашивание	Мелкие трещины и разломы, вызванные резанием под высоким давлением, биением, вибрациями и т.д.		
7	Частичное разрушение	Вследствие чрезмерной ударной нагрузки на режущую грань.		
8	Износ в виде кратера	Химическая	Вследствие трения стружки о переднюю поверхность и адгезией со стружкой передней поверхности	
9	Пластическая деформация		Деформация режущей грани вследствие её разупрочнения и размягчения при воздействии высоких температур.	
10	Термические трещины		Температурная усталость вследствие цикла нагрева и охлаждения во время прерывистого резания.	
11	Нарост на грани		Осаждение и налипание частиц обрабатываемого материала на режущей грани.	

## ■ Токарная обработка — устранение проблем

Проблема	Основные пути решения		Примеры решений												
Повреждения режущей грани	Чрезмерный износ по задней поверхности 	Материал инструмента Условия резания Конструкция инструмента	- Выберите более износостойкий сплав  - Понижьте скорость резания.  - Выберите большой передний угол режущего инструмента.	- Рекомендованные сплавы режущей пластины <table border="1" data-bbox="917 884 1444 996"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Финишная обработка</td> <td>T2000Z (Кермет с покрытием)</td> <td>BN700 (SumiBoron)</td> </tr> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>AC820P (TC с покрытием)</td> <td>AC410K (TC с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table>				Сталь	Чугун	Финишная обработка	T2000Z (Кермет с покрытием)	BN700 (SumiBoron)	Черновая обработка	AC820P (TC с покрытием)	AC410K (TC с покрытием)
		Сталь	Чугун												
	Финишная обработка	T2000Z (Кермет с покрытием)	BN700 (SumiBoron)												
	Черновая обработка	AC820P (TC с покрытием)	AC410K (TC с покрытием)												
	Чрезмерный износ по передней поверхности 	Материал инструмента Условия резания Конструкция инструмента	- Выберите сплав более износостойкий к износу по передней поверхности.  - Понижьте скорость резания. Уменьшите глубину резания и скорость подачи.  - Выберите большой передний угол режущего инструмента. - Подберите соответствующий стружколом.	- Рекомендованные сплавы режущей пластины <table border="1" data-bbox="917 1108 1444 1220"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Финишная обработка</td> <td>T3000Z (Кермет с покрытием)</td> <td>BN700 (SumiBoron)</td> </tr> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>AC820P (TC с покрытием)</td> <td>AC410K (TC с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table>				Сталь	Чугун	Финишная обработка	T3000Z (Кермет с покрытием)	BN700 (SumiBoron)	Черновая обработка	AC820P (TC с покрытием)	AC410K (TC с покрытием)
		Сталь	Чугун												
Финишная обработка	T3000Z (Кермет с покрытием)	BN700 (SumiBoron)													
Черновая обработка	AC820P (TC с покрытием)	AC410K (TC с покрытием)													
Выкрашивание режущей грани 	Материал инструмента Условия резания Конструкция инструмента	- Выберите инструмент из более прочного сплава. P10 ⇔ P20 ⇔ P30 K01 ⇔ K10 ⇔ K20  - Если причиной является нарост на грани, то подберите инструмент, менее подверженный наросту (кермет).  - В этом случае повысьте скорость резания. (если причина заключается в наросте на грани)  - Выберите меньший передний угол режущего инструмента.	- Рекомендованные сплавы режущей пластины <table border="1" data-bbox="917 1332 1444 1444"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Финишная обработка</td> <td>T3000Z (Кермет с покрытием)</td> <td>AC410K (TC с покрытием)</td> </tr> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>AC830P (TC с покрытием)</td> <td>AC810P (TC с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table>				Сталь	Чугун	Финишная обработка	T3000Z (Кермет с покрытием)	AC410K (TC с покрытием)	Черновая обработка	AC830P (TC с покрытием)	AC810P (TC с покрытием)	
	Сталь	Чугун													
Финишная обработка	T3000Z (Кермет с покрытием)	AC410K (TC с покрытием)													
Черновая обработка	AC830P (TC с покрытием)	AC810P (TC с покрытием)													
Разрушение режущей грани 	Материал инструмента Условия резания Конструкция инструмента	- Выберите инструмент из более прочного сплава P10 ⇔ P20 ⇔ P30 K01 ⇔ K10 ⇔ K20  - Уменьшите глубину резания и скорость подачи. - Подберите стружколом с прочной кромкой - Используйте державку с большим углом в плане - Используйте большее сечение державки	- Рекомендованные сплавы режущей пластины <table border="1" data-bbox="917 1657 1444 1747"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>AC830P (TC с покрытием)</td> <td>AC820P (TC с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table> - Режущая пластина: стружколом типа MX.				Сталь	Чугун	Черновая обработка	AC830P (TC с покрытием)	AC820P (TC с покрытием)				
	Сталь	Чугун													
Черновая обработка	AC830P (TC с покрытием)	AC820P (TC с покрытием)													
Нарост на грани	Материал инструмента Условия резания	- Подберите инструмент с устойчивостью к налипанию частиц.  - Повысьте скорости резания и подачи. - Выберите более сплав с большей теплостойкостью .	- Рекомендованный сплав режущей пластины: T2000Z (кермет с покрытием).												
Пластическая деформация	Материал инструмента Условия резания	- Выберите более теплостойкий сплав  - Повысьте скорости резания и подачи. - Выберите более теплостойкий сплав	- Рекомендованный сплав режущей пластины: AC700G (TC с покрытием).												

## ■ Фрезерная обработка — устранение проблем

	Проблема	Основные пути решения		Примеры решений																					
Повреждения режущей грани	<p>Чрезмерный износ по задней поверхности</p> 	<p>Материал инструмента</p> <p>Условия резания</p>	<p>- Выберите более износостойкий твердый сплав (P30 ⇔ P20) (K20 ⇔ K10)</p> <p>- Понижьте скорость резания. - Повысьте подачу</p>	<p>- Рекомендованные сплавы режущей пластины</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> <th>Non-Ferrous Alloy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Финишная обработка</td> <td>T250A (Кермет)</td> <td>ACK200 (ТС с покрытием) BN700 (SumiBoron)</td> <td>DA2200 (SumiDia)</td> </tr> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>ACP100 (ТС с покрытием)</td> <td>ACK200 (ТС с покрытием)</td> <td>DL1000 (ТС с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table>					Сталь	Чугун	Non-Ferrous Alloy	Финишная обработка	T250A (Кермет)	ACK200 (ТС с покрытием) BN700 (SumiBoron)	DA2200 (SumiDia)	Черновая обработка	ACP100 (ТС с покрытием)	ACK200 (ТС с покрытием)	DL1000 (ТС с покрытием)						
		Сталь	Чугун	Non-Ferrous Alloy																					
	Финишная обработка	T250A (Кермет)	ACK200 (ТС с покрытием) BN700 (SumiBoron)	DA2200 (SumiDia)																					
	Черновая обработка	ACP100 (ТС с покрытием)	ACK200 (ТС с покрытием)	DL1000 (ТС с покрытием)																					
<p>Чрезмерный износ в виде кратера</p> 	<p>Материал инструмента</p> <p>Условия резания</p>	<p>Выберите более износостойкий сплав к износу по передней поверхности</p> <p>- Понижьте скорость резания. - Уменьшите глубину резания и подачу</p>	<p>- Рекомендованные сплавы режущей пластины</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> <th>Non-Ferrous Alloy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Финишная обработка</td> <td>T250A (Кермет)</td> <td>ACK200 (ТС с покрытием)</td> <td>DA2200 (SumiDia)</td> </tr> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>ACP100 (ТС с покрытием)</td> <td>ACK200 (ТС с покрытием)</td> <td>DL1000 (ТС с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table>					Сталь	Чугун	Non-Ferrous Alloy	Финишная обработка	T250A (Кермет)	ACK200 (ТС с покрытием)	DA2200 (SumiDia)	Черновая обработка	ACP100 (ТС с покрытием)	ACK200 (ТС с покрытием)	DL1000 (ТС с покрытием)							
	Сталь	Чугун	Non-Ferrous Alloy																						
Финишная обработка	T250A (Кермет)	ACK200 (ТС с покрытием)	DA2200 (SumiDia)																						
Черновая обработка	ACP100 (ТС с покрытием)	ACK200 (ТС с покрытием)	DL1000 (ТС с покрытием)																						
<p>Выкрашивание режущей грани</p> 	<p>Материал инструмента</p> <p>Условия резания</p> <p>Конструкция инструмента</p>	<p>- Выберите инструмент из более прочного твердого сплава P10 ⇔ P20 ⇔ P30 K01 ⇔ K10 ⇔ K20</p> <p>- Понижьте скорость подачи.</p> <p>- Выберите негативно-позитивную фрезу с большим углом в плане - Выбрать пластину с большей подготовкой кромки (скруглением)</p>	<p>- Рекомендованные сплавы режущей пластины</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Финишная обработка</td> <td>ACP200 (ТС с покрытием)</td> <td>ACK200 (ТС с покрытием) EH20 (ТС без покрытия)</td> </tr> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>ACP300 (ТС с покрытием)</td> <td>ACK300 (ТС с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table> <p>- Рекомендованная фреза: WaveMill типа WGC - Условия резания: см. рекомендуемые условия, указанные в общем каталоге</p>					Сталь	Чугун	Финишная обработка	ACP200 (ТС с покрытием)	ACK200 (ТС с покрытием) EH20 (ТС без покрытия)	Черновая обработка	ACP300 (ТС с покрытием)	ACK300 (ТС с покрытием)										
	Сталь	Чугун																							
Финишная обработка	ACP200 (ТС с покрытием)	ACK200 (ТС с покрытием) EH20 (ТС без покрытия)																							
Черновая обработка	ACP300 (ТС с покрытием)	ACK300 (ТС с покрытием)																							
<p>Частичное разрушение режущих граней</p> 	<p>Материал инструмента</p> <p>Условия резания</p> <p>Конструкция инструмента</p>	<p>- Если это вызвано низкой скоростью резания или низкой подачи, то выберите сплав с большей устойчивостью к адгезии с обрабатываемым материалом - Если это вызвано образованием термических трещин, то выберите более теплостойкий сплав.</p> <p>- Подберите режимы резания, соответствующие данному применению. - Выберите негативно-позитивную фрезу с большим углом в плане. - Выбрать пластину с большей подготовкой кромки (скруглением) - Увеличьте размер режущей пластины (в частности, толщину).</p>	<p>- Рекомендованные сплавы режущей пластины</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Черновая обработка</td> <td>ACP300 (ТС с покрытием)</td> <td>ACK300 (ТС с покрытием)</td> </tr> </tbody> </table> <p>- Рекомендованная фреза: WaveMill тип WGC - Толщина режущей пластины: 3,18 → 4,76 мм - Тип режущей пластины: стандартный → более прочная грань - Условия резания: см. рекомендуемые условия, указанные в общем каталоге</p>					Сталь	Чугун	Черновая обработка	ACP300 (ТС с покрытием)	ACK300 (ТС с покрытием)													
	Сталь	Чугун																							
Черновая обработка	ACP300 (ТС с покрытием)	ACK300 (ТС с покрытием)																							
Иное	<p>Неудовлетворительное качество обработки поверхности</p>	<p>Материал инструмента</p> <p>Условия резания</p> <p>Конструкция инструмента</p>	<p>Подберите инструмент обладающий лучшей стойкостью к адгезии TC ⇔ Кермет</p> <p>- Повысьте скорость резания.</p> <p>- Уменьшите осевое биение режущих граней (Используйте фрезу с меньшим биением). (Правильно установите используемые пластины) - Используйте зачистные режущие пластины.</p>	<p>- Рекомендованные сплавы режущей пластины</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Сталь</th> <th>Чугун</th> <th>Non-Ferrous Alloy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Черновая обработка</td> <td>Фреза Режущая пластина</td> <td>тип WGC* T1200A (Кермет)</td> <td>тип WGC (F)* T250A (Кермет)</td> <td>тип WGC (F)* H1 (ТС) DL1000 (ТС с покрытием)</td> </tr> <tr> <td>Финишная обработка</td> <td>Фреза Режущая пластина</td> <td>тип WGC* T1200A (Кермет)</td> <td>тип FMU BN700 (SumiBoron)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>тип RF DA2200 (SumiDia)</td> </tr> </tbody> </table> <p>* данные фрезы могут быть оснащены зачистной пластиной</p>					Сталь	Чугун	Non-Ferrous Alloy	Черновая обработка	Фреза Режущая пластина	тип WGC* T1200A (Кермет)	тип WGC (F)* T250A (Кермет)	тип WGC (F)* H1 (ТС) DL1000 (ТС с покрытием)	Финишная обработка	Фреза Режущая пластина	тип WGC* T1200A (Кермет)	тип FMU BN700 (SumiBoron)					тип RF DA2200 (SumiDia)
		Сталь	Чугун	Non-Ferrous Alloy																					
	Черновая обработка	Фреза Режущая пластина	тип WGC* T1200A (Кермет)	тип WGC (F)* T250A (Кермет)	тип WGC (F)* H1 (ТС) DL1000 (ТС с покрытием)																				
		Финишная обработка	Фреза Режущая пластина	тип WGC* T1200A (Кермет)	тип FMU BN700 (SumiBoron)																				
					тип RF DA2200 (SumiDia)																				
<p>Вибрация</p>	<p>Условия резания</p> <p>Конструкция инструмента</p> <p>Иное</p>	<p>- Уменьшите количество зубьев.</p> <p>- Подберите фрезу с большим передним углом и острыми режущими гранями. - Используйте фрезу с переменным углом между зубьями. - Усилить крепление обрабатываемой детали и крепление фрезы.</p>	<p>- Рекомендованные фрезы:</p> <p>Для стали: WaveMill тип WGC Для чугуна: торцевая фреза тип WGC(F) Для цветных сплавов: высокоскоростная фреза типа RF для алюминия</p>																						
<p>Неудовлетворительное дробление стружки</p>	<p>Конструкция инструмента</p>	<p>Выберите фрезу с лучшими стружкодроблением - Уменьшите количество зубьев. - Увеличьте карман для стружки</p>	<p>- Рекомендованная фреза: WaveMill тип WGC</p>																						
<p>Скалывание краёв на обрабатываемой детали</p>	<p>Конструкция инструмента</p> <p>Условия резания</p>	<p>- Выберите большой угол в плане. - Уменьшите подачу.</p>	<p>- Рекомендованная фреза: WaveMill тип WGC</p>																						
<p>Заусенец на обрабатываемой детали</p>	<p>Конструкция инструмента</p> <p>Условия резания</p>	<p>- Выберите фрезу с острыми режущими гранями. - Повысьте подачу.</p>	<p>- Рекомендованная фреза: WaveMill типа WGC</p>																						

# Возможные проблемы и пути их решения

## ■ Фрезерование монолитными фрезами — устранение проблем

Проблема		Основные пути решения		Примеры решений
Повреждения режущей грани	Чрезмерный износ на вершинах и периферийных режущих грани	Материал инструмента	Выберите более высокий класс износоустойчивости.	- Без износостойкого покрытия ⇔ с покрытием, например GS MILL.
		Условия резания	- Понижьте скорость резания, увеличьте подачу - Проверьте расход и тип смазочно-охлаждающей жидкости.	- Смазочно-охлаждающая жидкость: Водорастворимая СОЖ ⇔ Маслорастворимая СОЖ
	Выкрашивание на режущей грани	Условия резания	- Уменьшите подачу - Используйте попутное фрезерование. - Уменьшите глубину резания.	- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.
		Станок или иное	- Избавьтесь от люфта станка - Обеспечьте надёжную фиксацию обрабатываемой детали. - Увеличьте жёсткость крепления инструмента. - Уменьшите вылет инструмента	- Проверьте повреждение цанги и точность зажимного патрона.
	Поломка инструмента при обработке	Условия резания	- Повысьте скорость резания. - Снизьте подачу. - Уменьшите глубину резания. - Уменьшите вылет инструмента	- Если скорость вращения шпинделя слишком маленькая, то используйте мультиприкаторную головку.
		Конструкция инструмента	- Снизьте длину резания.	- Проверьте повреждение цанги и точность зажимного патрона.
Неудовлетворительное качество обработки поверхности	Неудовлетворительное качество обработки поверхности:  - Шероховатость поверхности - Волнистость поверхности - Геометрическая точность сторон (перпендикулярность)	Материал инструмента	- Подберите сплав с большим модулем упругости. - Подберите сплав более устойчивый к адгезии с обрабатываемым материалом	
		Условия резания	- Понижьте скорость подачи. - Уменьшите глубину резания. - Используйте попутное фрезерование.	- Используйте концевые фрезы с большим углом наклона спирали, например такие, как HSM  - 2 зуба ⇔ 4 зуба например тип SSM2000/ZX необходимо сменить на тип SSM4000/ZX или GLM4000SF  - Для фрезерования алюминия выберите тип ASM DL с DLC покрытием
		Конструкция инструмента	- Выберите большой угол наклона спирали. - Увеличьте количество зубьев - Уменьшите длину резания.	
		Иное	- Примите меры по предотвращению налипания материала на режущую грань.	
	Вибрация	Условия резания	- Понижьте скорость резания. - Используйте попутное фрезерование. - Используйте смазочно-охлаждающую жидкость.	
		Конструкция инструмента	- Усилите крепление обрабатываемой детали и крепление фрезы в патроне	- Проверьте зазоры между оправкой и цангой - Проверьте зазоры между цангой и концевой фрезой.
Иное	Пакетирование стружки	Материал инструмента	- Уменьшите подачу. - Уменьшите глубину резания.	
		Условия резания	- Уменьшите количество стружечных канавок. - Увеличьте возможности по удалению стружки.	- 4 зуба ⇔ 2 зуба - Используйте концевые фрезы с хорошими возможностями по удалению стружки (например, такие как UP MILL или GS MILL)
		Конструкция инструмента	- Увеличьте расход смазочно-охлаждающей жидкости.	

## ■ Сверление — устранение проблем

Проблема		Основные пути решения		Примеры решений
Проблемы сверления	Чрезмерный износ режущей грани	Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Используйте диапазон более высоких скоростей резания.</li> <li>- Повысьте подачу.</li> <li>- Если используете внутреннюю подачу смазочно-охлаждающей жидкости, то повысьте давление.</li> <li>- Используйте смазочно-охлаждающую жидкость с более высокой степенью смазочной способности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>V_c = 80\text{--}100</math> м/мин</li> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> <li>- менее 1,5 МПа.</li> </ul>
	Выкрашивание перемычки сверла	Конструкция инструмента Условия резания Иное	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Подберите сверло с большим размером перемычки</li> <li>- Выберите сверло с большим хонингованием на режущих кромках.</li> <li>- Понижьте скорость подачи при врезании.</li> <li>- Усильте фиксацию обрабатываемой детали.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f = 0,05\text{--}0,1</math> мм/об.</li> </ul>
	Выкрашивание на периферийных участках режущей грани	Конструкция инструмента Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость Иное	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выберите инструмент с большим хонингованием на режущей кромке</li> <li>- Уменьшите ширину ленточки сверла.</li> <li>- Понижьте скорость резания.</li> <li>- Повысьте подачу.</li> <li>- Используйте смазочно-охлаждающую жидкость с более высокой степенью смазочной способности.</li> <li>- Усильте фиксацию обрабатываемой детали.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> </ul>
	Износ ленточки сверла	Конструкция инструмента Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость Иное	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выберите инструмент с большим обратным конусом.</li> <li>- Уменьшите ширину ленточки сверла.</li> <li>- Понижьте скорость резания.</li> <li>- Повысьте подачу</li> <li>- Используйте смазочно-охлаждающую жидкость с более высокой степенью смазочной способности.</li> <li>- Усильте фиксацию обрабатываемой детали.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> </ul>
	Поломка сверла	Конструкция инструмента Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость Иное	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выберите инструмент с большим обратным конусом.</li> <li>- Уменьшите ширину ленточки сверла.</li> <li>- Понижьте скорость резания.</li> <li>- Повысьте подачу.</li> <li>- Используйте смазочно-охлаждающую жидкость с более высокой степенью смазочной способности.</li> <li>- Усильте фиксацию обрабатываемой детали.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> </ul>
Неудовлетворительное качество обработки поверхности	Отверстие с увеличенным диаметром	Конструкция инструмента Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость Иное	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Увеличьте общую жёсткость сверла. (прочная сердцевина, небольшая стружечная канавка).</li> <li>- Уменьшите угол режущей части сверла.</li> <li>- Понижьте подачу при врезании</li> <li>- Понижьте скорость резания.</li> <li>- Усильте фиксацию обрабатываемой детали.</li> <li>- Увеличьте точность крепления сверла.</li> <li>- Увеличьте жёсткость крепления сверла.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>130^\circ\text{--}120^\circ</math></li> <li>- <math>f = 0,05\text{--}0,1</math> мм/мин.</li> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> <li>- Биение сверла менее 0,02 мм.</li> </ul>
	Неудовлетворительное качество обработки поверхности	Конструкция инструмента Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выберите инструмент с большим обратным конусом.</li> <li>- Повысьте скорость резания.</li> <li>- Используйте смазочно-охлаждающую жидкость с более высокой степенью смазочной способности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> </ul>
	Увод сверла	Конструкция инструмента Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость Иное	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выберите инструмент с меньшим хонингованием режущей кромки</li> <li>- Понижьте подачу.</li> <li>- Усильте фиксацию обрабатываемой детали.</li> <li>- Увеличьте точность крепления сверла.</li> <li>- Увеличьте жёсткость крепления сверла.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> <li>- Биение сверла менее 0,02 мм..</li> </ul>
Иное	Пакетирование стружки	Конструкция инструмента Смазочно-охлаждающая жидкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Повысьте скорость резания.</li> <li>- Повысьте подачу.</li> <li>- Если используете внутреннюю подачу смазочно-охлаждающей жидкости, то понизьте давление.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> <li>- менее 1,5 МПа.</li> </ul>
	Плохое стружкодробление	Конструкция инструмента Условия резания Смазочно-охлаждающая жидкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выберите инструмент с меньшим хонингованием режущей кромки</li> <li>- Повысьте подачу.</li> <li>- Если используете внутреннюю смазочно-охлаждающую жидкость, то понизьте давление.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- См. рекомендуемые условия резания, указанные в общем каталоге.</li> <li>- менее 1,5 МПа.</li> </ul>



## ■ Таблица обозначений марок сталей

### ● Углеродистые стали

JIS	AISI	DIN
S10C	1010	C10
S15C	1015	C15
S20C	1020	C22
S25C	1025	C25
S30C	1030	C30
S35C	1035	C35
S40C	1040	C40
S45C	1045	C45
S50C	1049	C50
S55C	1055	C55

### ● Хромоникельмолибденовые стали

JIS	AISI	DIN
SNCM220	8620	21NiCrMo2
SNCM240	8640	—
SNCM415	—	—
SNCM420	4320	—
SNCM439	4340	40NiCrMo6
SNCM447	—	34NiCrMo6

### ● Хромовые стали

JIS	AISI	DIN
SCr415	—	15CrMo5
SCr420	—	20Cr4
SCr430	5130	34Cr4
SCr435	5135	37Cr4
SCr440	5140	42Cr4
SCr445	5147	—

### ● Хромомолибденовые стали

JIS	AISI	DIN
SCM415	—	15CrMo5
SCM420	—	20CrMo5
SCM430	4130	25CrMo4
SCM435	4135	34CrMo4
SCM440	4140	42CrMo4
SCM445	4145	—

### ● Марганцевые и хромомарганцевые стали для применения в качестве несущего элемента конструкции или конструкционного материала

JIS	AISI	DIN
SMn420	1522	—
SMn433	1536	—
SMn438	1541	—
SMn443	1541	—
SMnC420	—	—
SMnC443	—	—

### ● Хромомолибденовые стали

JIS	AISI	DIN
SK1	W1-13	—
SK2	W1-11 1/2	—
SK3	W1-10	C105W1
SK4	W1-9	—
SK5	W1-8	C80W1
SK6	W1-7	C80W1
SK7	—	C70W2

### ● Быстрорежущие стали

JIS	AISI	DIN
SKH2	T1	—
SKH3	T4	—
SKH10	T15	—
SKH51	M2	S6-5-2
SKH52	M3-1	—
SKH53	M3-2	S6-5-3
SKH54	M4	—
SKH56	M36	—

### ● Легированные инструментальные стали

JIS	AISI	DIN
SKS11	F2	—
SKS51	L6	—
SKS43	W2-9 1/2	—
SKD1	D3	X210Cr12
SKD11	D2	X155CrVMo12-1
SKD61	—	X40CrVMo5-1

### ● Серый чугун

JIS	AISI	DIN
FC100	20	GG-10
FC150	25	GG-15
FC200	30	GG-20
FC250	35	GG-25
FC300	40	GG-30
FC350	50	GG-35

### ● Высокопрочный чугун

JIS	AISI	DIN
FCD400	—	GGG-40
FCD450	60/40/8	GGG-40.3
FCD500	65/45/12	GGG-50
FCD600	80/55/06	GGG-60
FCD700	100/70/03	GGG-70

### ● Ферритные нержавеющие стали

JIS	AISI	DIN
SUS405	AISI 405	DINX6CrAl13
SUS429	AISI 429	—
SUS430	AISI 430	DINX6Cr17
SUS430F	AISI 430F	DINX12CrMoS17
SUS434	AISI 434	—

### ● Мартенситные нержавеющие стали

JIS	AISI	DIN
SUS403	AISI 403	—
SUS410	AISI 410	DINX10Cr13
SUS416	AISI 416	—
SUS420J1	AISI 420	DINX20Cr13
SUS420F	AISI 420F	—
SUS431	AISI 431	DINX20CrNi172
SUS440A	AISI 440A	—
SUS440B	AISI 440B	—
SUS440C	AISI 440C	—

### ● Аустенитные нержавеющие стали

JIS	AISI	DIN
SUS201	AISI 201	—
SUS202	AISI 202	—
SUS301	AISI 301	—
SUS302	AISI 302	—
SUS302B	AISI 302B	—
SUS303	AISI 303	DINX10CrNiS189
SUS303Se	AISI 303Se	—
SUS304	AISI 304	DINX5CrNi1810
SUS304L	AISI 304L	DINX2CrNi1911
SUS304NI	AISI 304N	—
SUS305	AISI 305	DINX5CrNi1812
SUS308	AISI 308	—
SUS309S	AISI 309S	—
SUS310S	AISI 310S	—
SUS316	AISI 316	DINX5CrNiMo17122
SUS316L	AISI 316L	DINX2CrNiMo17132
SUS316N	AISI 316N	—
SUS317	AISI 317	DINX2CrNiMo18164
SUS317L	AISI 317L	—
SUS321	AISI 321	—
SUS347	AISI 347	DINX6CrNiNb1810
SUS384	AISI 384	—

### ● Жаропрочные стали

JIS	AISI	DIN
SUH31	—	—
SUH35	—	—
SUH36	—	—
SUH37	—	—
SUH38	—	—
SUH309	AISI 309	—
SUH310	AISI 310	DINCrNi2520
SUH330	AISI 330	—

### ● Ферритные жаропрочные стали

JIS	AISI	DIN
SUH21	—	DINCrAl1205
SUH409	AISI 409	DINX6CrTi12
SUH446	AISI 446	—

### ● Мартенситные жаропрочные стали

JIS	AISI	DIN
SUH1	—	—
SUH3	—	—
SUH4	—	—
SUH11	—	—
SUH600	—	—

## ■ Сравнительная таблица шкал твердости

Твёрдость по Бринеллю (НВ) 3 000 кгс	Твёрдость по шкале Роквелла				Твёрдость по Виккерсу 50 кгс	Твёрдость по Шору	Предел прочности при разрыве (кг/мм <sup>2</sup> )
	Шкала «А» 60 кгс (алмазный индентор)	Шкала «В» 100 кгс (шар 1/10 дюйма)	Шкала «С» 150 кгс (алмазный индентор)	Шкала «D» 100 кгс (алмазный индентор)			
—	85,6	—	68,0	76,9	940	97	—
—	85,3	—	67,5	76,5	920	96	—
—	85,0	—	67,0	76,1	900	95	—
767	84,7	—	66,4	75,7	880	93	—
757	84,4	—	65,9	75,3	860	92	—
745	84,1	—	65,3	74,8	840	91	—
733	83,8	—	64,7	74,3	820	90	—
722	83,4	—	64,0	73,8	800	88	—
712	—	—	—	—	—	—	—
710	83,0	—	63,3	73,3	780	87	—
698	82,6	—	62,5	72,6	760	86	—
684	82,2	—	61,8	72,1	740	—	—
682	82,2	—	61,7	72,0	737	84	—
670	81,8	—	61,0	71,5	720	83	—
656	81,3	—	60,1	70,8	700	—	—
653	81,2	—	60,0	70,7	697	81	—
647	81,1	—	59,7	70,5	690	—	—
638	80,8	—	59,2	70,1	680	80	—
630	80,6	—	58,8	69,8	670	—	—
627	80,5	—	58,7	69,7	667	79	—
601	79,8	—	57,3	68,7	640	77	—
578	79,1	—	56,0	67,7	615	75	—
555	78,4	—	54,7	66,7	591	73	210
534	77,8	—	53,5	65,8	569	71	202
514	76,9	—	52,1	64,7	547	70	193
495	76,3	—	51,0	63,8	528	68	186
477	75,6	—	49,6	62,7	508	66	177
461	74,9	—	48,5	61,7	491	65	170
444	74,2	—	47,1	60,8	472	63	162
429	73,4	—	45,7	59,7	455	61	154
415	72,8	—	44,5	58,8	440	59	149
401	72,0	—	43,1	57,8	425	58	142
388	71,4	—	41,8	56,8	410	56	136
375	70,6	—	40,4	55,7	396	54	129
363	70,0	—	39,1	54,6	383	52	124
352	69,3	(110,0)	37,9	53,8	372	51	120
341	68,7	(109,0)	36,6	52,8	360	50	115
331	68,1	(108,5)	35,5	51,9	350	48	112

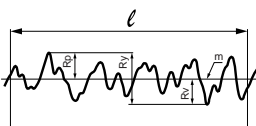
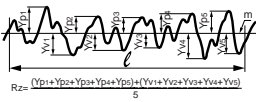

Твёрдость по Бринеллю (НВ) 3 000 кгс	Твёрдость по шкале Роквелла				Твёрдость по Виккерсу 50 кгс	Твёрдость по Шору	Предел прочности при разрыве (кг/мм <sup>2</sup> )
	Шкала «А» 60 кгс (алмазный индентор)	Шкала «В» 100 кгс (шар 1/10 дюйма)	Шкала «С» 150 кгс (алмазный индентор)	Шкала «D» 100 кгс (алмазный индентор)			
321	67,5	(108,0)	34,3	50,1	339	47	108
311	66,9	(107,5)	33,1	50,0	328	46	105
302	66,3	(107,0)	32,1	49,3	319	45	103
293	65,7	(106,0)	30,9	48,3	309	43	99
285	65,3	(105,5)	29,9	47,6	301	—	97
277	64,6	(104,5)	28,8	46,7	292	41	94
269	64,1	(104,0)	27,6	45,9	284	40	91
262	63,6	(103,0)	26,6	45,0	276	39	89
255	63,0	(102,0)	25,4	44,2	269	38	86
248	62,5	(101,0)	24,2	43,2	261	37	84
241	61,8	100,0	22,8	42,0	253	36	82
235	61,4	99,0	21,7	41,4	247	35	80
229	60,8	98,2	20,5	40,5	241	34	78
223	—	97,3	(18,8)	—	234	—	—
217	—	96,4	(17,5)	—	228	33	74
212	—	95,5	(16,0)	—	222	—	72
207	—	94,6	(15,2)	—	218	32	70
201	—	93,8	(13,8)	—	212	31	69
197	—	92,8	(12,7)	—	207	30	67
192	—	91,9	(11,5)	—	202	29	65
187	—	90,7	(10,0)	—	196	—	63
183	—	90,0	(9,0)	—	192	28	63
179	—	89,0	(8,0)	—	188	27	61
174	—	87,8	(6,4)	—	182	—	60
170	—	86,8	(5,4)	—	178	26	58
167	—	86,0	(4,4)	—	175	—	57
163	—	85,0	(3,3)	—	171	25	56
156	—	82,9	(0,9)	—	163	—	53
149	—	80,8	—	—	156	23	51
143	—	78,7	—	—	150	22	50
137	—	76,4	—	—	143	21	47
131	—	74,0	—	—	137	—	46
126	—	72,0	—	—	132	20	44
121	—	69,8	—	—	127	19	42
116	—	67,6	—	—	122	18	41
111	—	65,7	—	—	117	15	39

1) Значения в скобках ( ) редко употребляемы





2) Шкалы А, С и D — используется алмазный индентор для измерения твёрдости по Роквеллу

## ■ Шероховатость поверхности

### ● Способы измерения шероховатости поверхности

Способ	Обозначение	Метод определения	Графическое представление
Максимальная высота	※ 1) Rz	Значение (выраженное в мкм), измеренное от нижней точки углубления до высшей точки нулевой линии $\ell$ , выделенной из проекции профиля. (Особо глубокие впадины, канавки и высокие пики в учёт не принимаются, поскольку они рассматриваются как дефект.)	
Измерение среднего значения шероховатости по десяти точкам	※ 2) Rz <sub>JIS</sub>	Из проекции профиля выделите участок, который будет нулевой линией $\ell$ .  Выберите 5 высших точек и 5 низших.. Измерьте расстояние между двумя линиями, запишите значение в мкм. (1 мкм = 0,001 мм).	
Среднерифметическая шероховатость	Ra	Этот метод используется для получения значения средней линии между высшими и низшими точками в пределах нулевой линии $\ell$ . «Сложите» проекцию профиля по средней линии и наложите высшие точки на низшие. (См. рисунок: заштрихованные участки с пунктирным контуром). Возьмите всю заштрихованную область и разделите на $\ell$ в мкм.	

Приведённые значения, справочные длины и символы (треугольники) приведены в таблице справа.

Значения для ※ 1) Rz	Значения для ※ 2) Rz <sub>JIS</sub>	Значения для Ra	Стандартные значения базовой длины $\ell$ (мм)	Символ
(0,05S) 0,1S 0,2S 0,4S	(0,05Z) 0,1Z 0,2Z 0,4Z	(0,013a) 0,025a 0,05a 0,10a	—	
0,8S	0,8Z	0,20a	0,25	
1,6S 3,2S 6,3S	1,6Z 3,2Z 6,3Z	0,40a 0,80a 1,6a	0,8	
12,5S (18S) 25S	12,5Z (18Z) 25Z	3,2a 6,3a	2,5	
(35S) 50S (70S) 100S	(35Z) 50Z (70Z) 100Z	12,5a 25a	—	
(140S) 200S (280S) 400S (560S)	(140Z) 200Z (280Z) 400Z (560Z)	(50a) (100a)	—	—

Примечание: Значения в скобках не применимы, если только не указано иное.

※ 1) Rz : в соответствии с JIS B 0601:2001 (устаревшее обозначение: Ry)

※ 2) Rz<sub>JIS</sub> : в соответствии с JIS B 0601:2001 (устаревшее обозначение: Rz)