



Рекомендации по резке  
**HARDOX и STRENX**

Газопламенная резка листовой стали **HARDOX** выполняется также просто, как и резка обычной мягкой стали. Резка толстых листов стали **HARDOX** требует особого внимания. В случае с твердыми и толстыми листами опасность появления растрескивания по кромке обреза повышается. Следуя предоставленным ниже рекомендациям и указаниям, растрескивание по кромке обреза и размягчение деталей можно предотвратить.

## Методы резки

Листовая сталь **HARDOX** легко режется с использованием методов холодной и горячей резки. Методами холодной резки являются резка высоконапорной струей абразивной воды, механическая резка, распиливание или сухая шлифовка, в то время как методами горячей резки являются газопламенная, плазменная и лазерная резка.

## Резка высоконапорной струей абразивной воды



\* В данной брошюре содержатся общие рекомендации. Настоящим компания **Вепар Сервис** отказывается от любой ответственности, связанной с пригодностью предоставленной информации в конкретных случаях. Пользователь отвечает за соответствующее применение на практике рекомендаций, содержащихся в этой брошюре, в соответствии с требованиями конкретных условий применения.

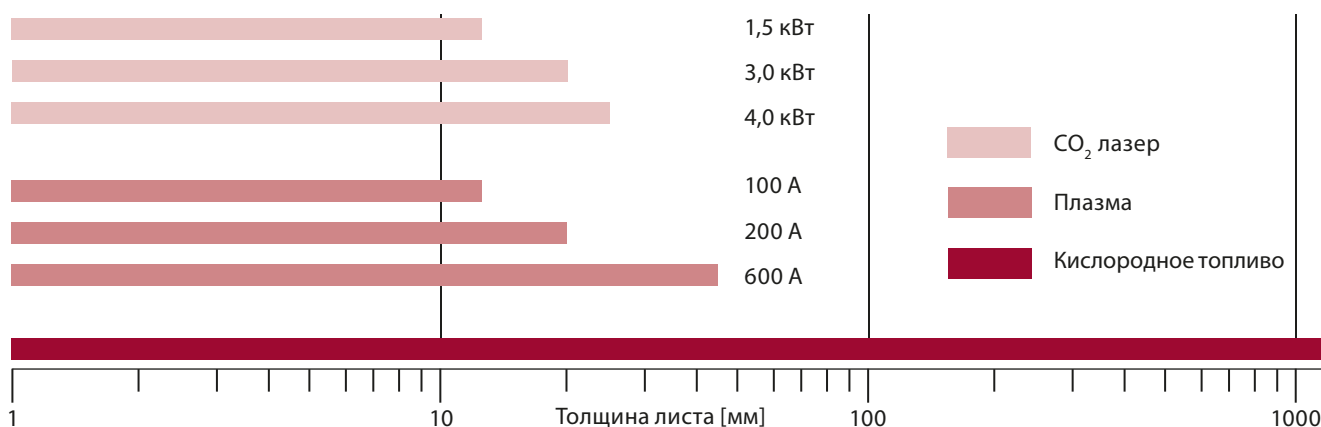
## Общие особенности различных методов резки

Таблица 1

Метод резки	Скорость резки	Надрез	Зона теплового воздействия	Допуск на размер
Резка абразивной водой	8-150 мм/мин	1-3 мм	0 мм	±0,2 мм
Лазерная резка	600-2200 мм/мин	<1 мм	0,4-3 мм	±0,2 мм
Плазменная резка	1200-6000 мм/мин	2-4 мм	2-5 мм	±1,0 мм
Газовая резка	150-700 мм/мин	2-5 мм	4-10 мм	±2,0 мм

## Диапазоны толщины для разных методов резки

Таблица 2



## Растрескивание по кромке обреза

Растрескивание по кромке обреза тесно связано с водородным растрескиванием в сварных соединениях и происходит при использовании методов горячей резки. В случае растрескивания по кромке обреза трещины становятся заметными в течение периода от 48 часов до нескольких недель после резки. Таким образом, растрескивание по кромке обреза может считаться замедленным растрескиванием. Угроза растрескивания по кромке обреза возрастает по мере увеличения твердости стали и толщины листа.

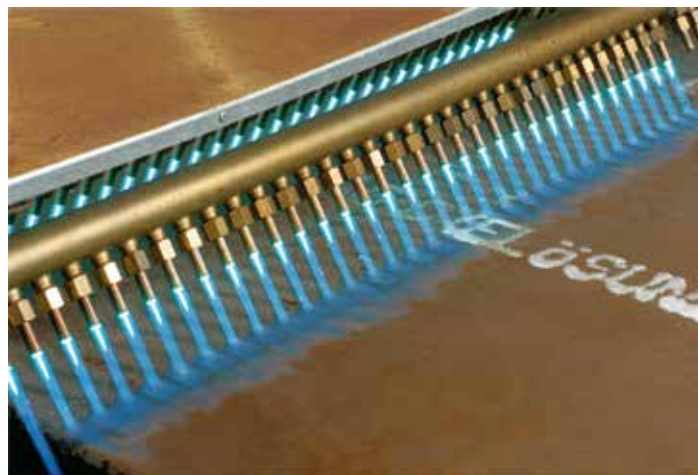
## Предварительный нагрев

Предварительный нагрев перед резкой является лучшим способом устранения опасности растрескивания по кромке обреза. Предварительный нагрев чаще всего используется перед газопламенной резкой. Как показано в таблице 2, температура предварительного нагрева зависит от марки стали и толщины листа. Предварительный нагрев можно выполнять посредством кислородных фурм, электронагревательных матов или нагрева в печи. Измерение требуемой температуры выполняется на крае листа, противоположном нагреваемому. Во избежание местного перегрева в зоне контакта с источником тепла важно поддерживать низкий температурный градиент по поперечному сечению листа.

Таблица 3

Марка	Толщина листа (мм)	Температура предварительного нагрева (°C)
HARDOX HiTuf	≥90	100
HARDOX 400	45-59,9 / 60 - 80 / >80	100 / 150 / 175
HARDOX 450	40- 49,9 / 50- 69,9 / 70 - 80	100 / 150 / 175
HARDOX 500	30-49,9 / 50 - 59,9 / 60 - 80	100 / 150 / 175
HARDOX 550	20-50	150
HARDOX 600	12-29,9 / 30-50	150 / 175

## Предварительный нагрев с использованием системы горелок Линде.



## Низкая скорость резки

Еще одним способом избежать растрескивания по кромке обреза является поддержание низкой скорости резки. Этот метод можно использовать в качестве альтернативы предварительному нагреву, если нагрев невозможен. Резка при низкой скорости является менее надежным способом предотвращения растрескивания по кромке обреза. Если предварительный нагрев не применяется, максимально возможная скорость резки зависит от марки стали и толщины листа, как показано в таблице 3. Сочетание предварительного нагрева и низкой скорости резки рекомендуется для большего снижения чувствительности к растрескиванию по кромке обреза.

Таблица 4

Толщина листа	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500	HARDOX 550	HARDOX 600
≤2	без ограничений	без ограничений	без ограничений	без ограничений	без ограничений
≤15	без ограничений	без ограничений	без ограничений	без ограничений	300мм/мин
≤20	без ограничений	без ограничений	без ограничений	без ограничений	200мм/мин
≤25	без ограничений	без ограничений	300мм/мин	270мм/мин	180мм/мин
≤30	без ограничений	без ограничений	250мм/мин	230мм/мин	150мм/мин
≤35	без ограничений	без ограничений	230мм/мин	190мм/мин	140мм/мин
≤40	без ограничений	230мм/мин	200мм/мин	160мм/мин	130мм/мин
≤45	230мм/мин	200мм/мин	170мм/мин	140мм/мин	120мм/мин
≤50	210мм/мин	180мм/мин	150мм/мин	130мм/мин	110мм/мин
≤60	200мм/мин	170мм/мин	140мм/мин	-	-
≤70	190мм/мин	160мм/мин	135мм/мин	-	-
≤80	180мм/мин	150мм/мин	130мм/мин	-	-
>80	предварительный нагрев	-	-	-	-

## Медленное охлаждение

Независимо от того, используется ли предварительный нагрев разрезаемых заготовок, режим медленного охлаждения снижает опасность растрескивания по кромке обреза. Медленного охлаждения можно достичь, если сразу же после резки сложить горячие заготовки друг на друга и накрыть их теплоизоляционным покрытием. Подождите пока заготовки медленно остынут до комнатной температуры.

## Последующий нагрев

Нагрев заготовок сразу же после резки является еще одним методом, который можно применить. Это продлит время воздействия высокой температуры, в течение которого водород выйдет из листа и, в какой-то мере, снизит остаточное напряжение на кромке обреза. Температура выдержки должна соответствовать значению, указанному в таблице 2, а период выдержки должен составлять не менее 5 минут на мм толщины листа. Для последующего нагрева можно использовать кисло-

родные фурмы, электронагревательные маты или нагрев в печи.

## Уменьшение опасности размягчения

Сопротивляемость стали размягчению зависит от ее химического состава, микроструктуры и способа обработки. Чем меньше размер детали, разрезаемой при помощи горячей резки, тем больше опасность размягчения всей детали. Если температура стали выше 200-250 °С, твердость стали понижается, как показано на схеме.

Изменения твердости поверхности в зависимости от температуры

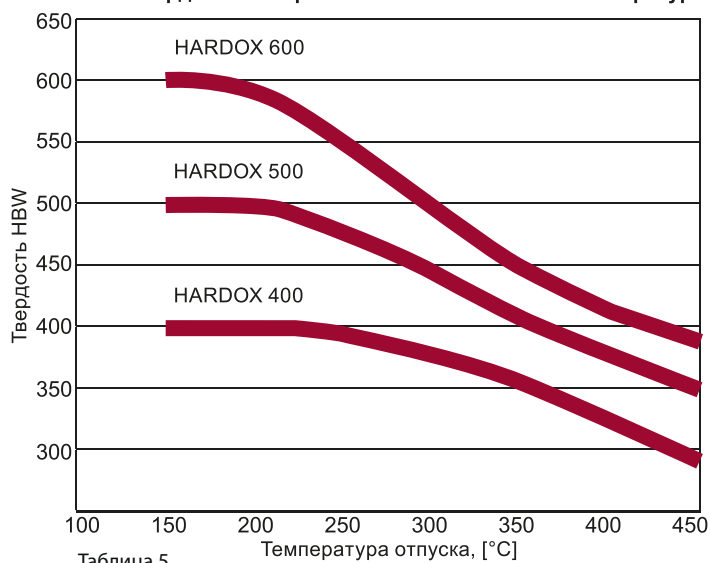


Таблица 5

## Метод резки

При резке небольших деталей тепло подается режущей горелкой и посредством прогрева накапливается в заготовке. Чем меньше размер разрезаемой детали, тем больше опасность размягчения. При использовании кислородного топлива для резки пластин толщиной 30 мм и более правило большого пальца гласит, что существует опасность потери твердости всей детали, если расстояние между надрезами составляет менее 200 мм.

Наилучшим способом устранения опасности размягчения является применение методов холодной резки, например, резки высоконапорной струей абразивной воды. В случае необходимости выполнить горячую резку, лазерная или плазменная резка предпочтительнее газопламенной. При газопламенной резке выделяется большее количество тепла, следовательно, температура заготовки повышается.

## Погружная резка

Эффективным способом ограничения или уменьшения распространения мягкой зоны является водяное охлаждение листа и поверхностей разреза во время резки. Охлаждение достигается погружением листа в воду или разбрызгиванием воды на надрез во время резки. Погружная резка может выполняться как при плазменной резке, так и при газопламенной.

Преимущества:

- Более узкая зона нагрева
- Предотвращение потери твердости всей детали
- Снижение деформации разрезаемой детали
- Детали охлаждаются непосредственно после резки
- Отсутствие испарений и пыли
- Пониженный уровень шума



## Предотвращение размягчения и растрескивания по кромке обреза при газопламенной резке небольших заготовок из толстой листовой стали HARDOX

При газопламенной резке небольших заготовок из толстой листовой стали HARDOX существует опасность размягчения и растрескивания по кромке обреза. Наилучшим способом предотвращения этих явлений является погружная резка при низкой скорости в соответствии с данными в таблице 3.