Рекомендации по резке
Quend и Quard

ВЕАР СЕРВИС™
Просто Надежно

Рекомендации по резке

1. Введение

Резку Quard и Quend можно выполнять любым из традиционных методов резки, как холодной, так и термической.
Холодная резка — это резка ножницами, пилами, методом абразивной шлифовки или абразивной водоструйной резки. Под термическими методами резки в данном руководстве подразумеваются кислородная резка, плазменная резка и резка лазером.
Резка сталей Quard и Quend не имеет существенных отличий от резки стали традиционных марок. Тем не менее при резке толстых листов необходимо принимать во внимание ряд особенностей.
Данное руководство поможет вам ознакомиться с тем, как продукты Quard и Quend ведут себя при термической обработке и как избежать ошибок при различных операциях порезки.

2. Трещины на обрезанных кромках

При термической резке толстых листов закаленной и отпущенной стали, а также сталей с достаточно высоким углеродным эквивалентом могут образовываться трещины, способные распространяться от краев реза. Эти трещины могут быть вызваны теми же причинами, что и холодные трещины при сварке, а именно:

- **содержанием водорода в стали;**
- **остаточным напряжением кромки среза;**
- **высоким углеродным эквивалентом.**

Трещины на обрезанных кромках в сортах закаленной и отпущенной стали распространяются замедленно, то есть возникшие трещины могут стать визуально заметными лишь через несколько дней или даже недель после резки. Растрескивание кромок среза можно предотвратить, если тщательно учесть следующие аспекты:

- **метод резки;**
- **требование предварительного нагрева;**
- **скорость резки;**
- **медленное охлаждение/нагревание после обработки.**

Во время термической резки обрабатываемая кромка листа проходит термический цикл от температуры плавления стали до температуры окружающей среды. Затронутая этими процессами область, которую называют зоной термического влияния (ЗТВ), очень ограничена и имеет размер всего несколько миллиметров. Ширина ЗТВ зависит от метода резки и толщины листа. Поскольку резка влияет на механические свойства ЗТВ, при выборе метода резки и используемой процедуры важно принять во внимание последствия. При применении любого из методов холодной резки зона термического влияния не образуется, и механические свойства кромки остаются неизменными

Лучший способ избежать проблем с растрескиванием кромок реза — это предварительный нагрев перед резкой. Чаще всего предварительный нагрев применяется во время кислородной резки, поскольку этот метод приводит к образованию наиболее обширной зоны термического влияния. Необходимость предварительного нагрева и его температура зависят от сорта стали и толщины листа. В табл. 1 показаны требования к предварительному нагреву для стали Quard.

Таблица 1. Рекомендации по предварительному нагреву при кислородной резке Quard

Сорт стали	Толщина листа, мм	Температура предварительного нагрева, °C
Quard 400	≥ 50	100 – 125
Quard 450	≥ 40	100 – 125
Quard 500	≥ 25	100 – 150

Примечание: При толщине листа до 50 мм продукты Quend не нуждаются в предварительном нагреве перед термической резкой. В начале процесса термической резки температура листа должна быть равной температуре окружающей среды, но не ниже 0 °C.

После резки дайте отрезанным деталям медленно остыть до комнатной температуры. Ни в коем случае не ускоряйте их охлаждение.

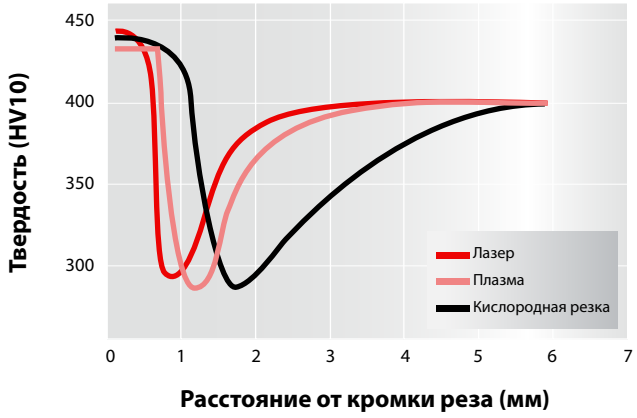
Медленное остывание снизит риск образования трещин на кромках.
Если предварительный нагрев невозможен, существует другой способ снизить риск растрескивания краев. Снижая скорость при кислородной резке, можно добиться того, чтобы тепло, образующееся в процессе резки, действовало на еще не разрезанную сталь как предварительный нагрев. Этот метод не столь надежно предотвращает растрескивание кромок, как метод предварительного нагрева, которому следует отдать предпочтение. В целях дополнительного снижения риска растрескивания кромок можно применять предварительный нагрев в сочетании с низкой скоростью резки. Снижать скорость резки следует, начиная с той же толщины листа, при которой рекомендуется применять предварительный нагрев. См. табл. 1. Ограниченная скорость равна 50 % от нормальной* скорости резки для листа соответствующей толщины.

В зависимости от применяемого метода резки количество тепла, подводимого к листу и накапливающегося в нем, варьируется. Чем больше тепла подводится к листу, тем обширнее зона термического влияния. Наиболее обширная зона термического влияния получается при кислородной резке, а самая узкая — при лазерной резке. Во всех случаях применения термического метода резки, твердость имеет пик у края реза, за которым следует, что вариация твердости приводит к определенному напряжению в ЗТВ, способному спровоцировать появление микротрещин (особенно в присутствии водорода).

*Под нормальной скоростью здесь понимается скорость, рекомендованная поставщиком режущего оборудования. Она обычно зависит от горелки.

Еще один эффект пиковой твердости кромки реза обнаруживается при фрезеровке этой кромки. Чтобы предотвратить чрезмерный износ режущего инструмента, важно, чтобы глубина фрезерной обработки была больше, чем глубина твердого слоя поверхности.

Рис. 1. Зависимость твердости по Бринеллю от расстояния от поверхности кромки при различных методах резки.



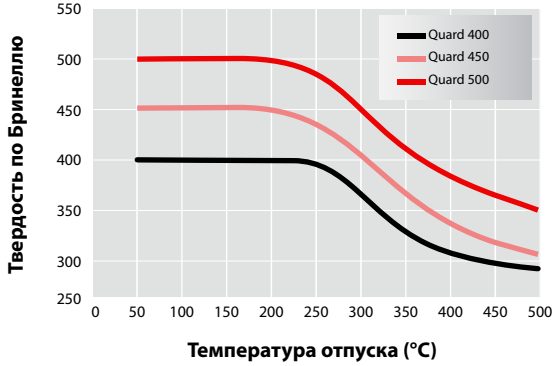
Как упоминалось выше, всегда следует применять медленное охлаждение деталей после термической резки. Для того чтобы дополнительно замедлить охлаждение, рекомендуется сложить отрезанные детали (еще теплыми) в стопку и укрыть их теплоизолирующим материалом.

При необходимости можно дополнительно нагреть отрезанные детали.
Такой нагрев следует выполнять после завершения резки.
Температура при этом должна быть в диапазоне от 100 до 200 °C, а время нагрева должно соответствовать пяти минутам на миллиметр толщины листа. Дополнительный нагрев лучше всего производить в печи для термообработки, но можно это сделать и с помощью кислородных горелок.

Применяя медленное охлаждение или дополнительный нагрев, можно снизить остаточное напряжения в срезе и в то же время дать больше времени водороду для диффузии из зоны реза. Такие действия окажут дополнительную помощь в предотвращении появления трещин на обрезанных кромках.

При резке деталей небольшого размера тепло , выделяющееся в процессе резки, накапливается в разрезаемой детали. Чем меньше деталь и/или чем больше толщина листа,тем больше вероятность чрезмерного отпуска (размягчения) детали.
Термостойкость Quard показана на рис. 2 как зависимость твердости от температуры отпуска.

Рис. 2. Термостойкость/Quard.



Для сохранения твердости, а значит и износостойкости, при резке небольших деталей важно ограничить накопление тепла в детали.

можно следующим способами:

- подбором надлежащего метода резки, такого как лазерная резка или гидроабразивная резка, при этом выделение тепла будет минимальным;
- использовании плазменной или кислородной резки с погружением в воду на специальном столе для резки под водой; в этом случае вода будет эффективно отводить тепло от листа*.

И Quard, и Quend допускают лазерную резку. Quard и Quend могут выпускаться как с грунтованным покрытием поверхности, так и без покрытия. В зависимости от типа поверхности степень эффективности лазерной резки может слегка варьироваться.

Грунтованное покрытие, используемое NLMK Clabecq, представляет собой состав с низким содержанием силиката цинка, ограничивающий негативные эффекты, характерные для лазерной резки листов с грунтованным покрытием. При лазерной резке поверхности листа с грунтованным покрытием для получения высококачественной поверхности среза может потребоваться снижение скорости резки на 5 - 10 % по сравнению с резкой листа без грунтованного покрытия.

*Резка с погружением — это процесс, отличный от описанного в разделе о медленном охлаждении. При резке под водой зона термического влияния будет более узкой, чем при резке на воздухе. Так можно ограничить вредный эффект ЗТВ. При выполнении резки с погружением скорость резки уменьшается на 30–50 % по сравнению с обычной резкой на воздухе. Это соответствует рекомендации о применении низких скоростей резки для недопущения растрескивания кромок.

ООО"ВЕАР СЕРВИС" является официальным Партнером компании ОАО "НЛМК" в области представления услуг по обработке износостойких и высокопрочных сталей марок QUEND и QUARD на территории ЦФО РФ.