

# CREUSABRO® 8000<sup>(P)</sup>

Высококачественная износостойкая сталь

CREUSABRO 8000 представляет собой высококачественную износостойкую сталь, срок службы которой повышен более чем на 50% по сравнению со сталью 500 HB после закалки в воде.

При производстве стали CREUSABRO 8000 используются прогрессивные методы, основанные на комбинации химического состава и термообработки (закалка в масле). В результате износостойкость стали повышается путем:

- очень тонкого распределения микрокарбидов хрома и молибдена, упрочняющих микроструктуру по тому же принципу, что и в композиционных материалах.
- очень эффективная деформационная способность при эксплуатации, основанная на эффекте, названном ТРИП-эффект.

Дополнительно к его высокой износостойкости, сталь CREUSABRO 8000 сохраняет все еще очень хорошую потенциальную способность к обработке, намного лучшую по сравнению с обработкой стали 500 HB после закалки в воде. Следовательно, сталь CREUSABRO 8000 предлагает наилучшую возможную оптимизацию исключительной износостойкости и весьма приемлемую обрабатываемость.

Области применения стали CREUSABRO 8000 следующие: рудники, карьеры, производство цемента и стали, строительство, ...

## СТАНДАРТ

### CREUSABRO 8000

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Гарантированные значения (масс.%)

C	Mn	Ni	Cr	Mo	S
≤0,28	≤1,60	~0,40	≤1,60	≤0,20	≤0,002

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Механические свойства при высокой температуре (по оценке)

Типичные значения (в состоянии поставки)

Твердость, HB	Предел текучести (0,2), МПа	Предел прочности, МПа	δ, %	KCVL-20°C, Дж/см <sup>2</sup>	Модуль упругости, ГПа
470	1250	1630	12	55	205

Гарантированные значения (в состоянии поставки)

Твердость: 430-550 HB

Ударная вязкость: KCVL -20°C ≥ 40 Дж/см<sup>2</sup>

® Зарегистрированная торговая марка USINOR INDUSTRIEL

<sup>(P)</sup> Запатентованный продукт компании USINOR INDUSTRIEL

Предел текучести, МПа			Предел прочности, МПа		
200°C	400°C	500°C	200°C	400°C	500°C
1080	880	520	1650	1250	900

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

**Плотность при +20°C:** 7,85 кг/дм<sup>3</sup>

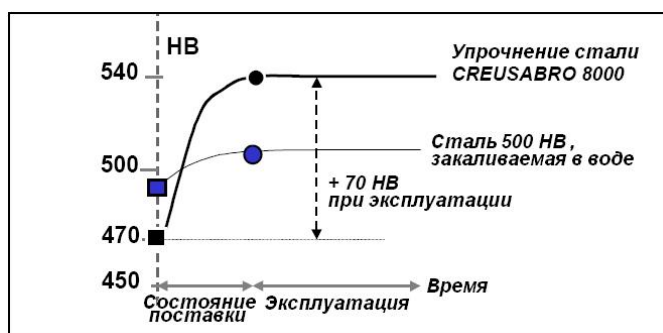
**Коэффициент теплового расширения – среднее ( $\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )**

20-100°C	20-200°C	20-300°C	20-400°C	20-500°C
11,2	12,0	12,5	13,2	13,8

## МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Сопротивление истиранию не совсем связано с твердостью стали в состоянии поставки. Ее состав и структура сильно влияют на действительные эксплуатационные характеристики. Химический состав и процессы изготовления применительно к стали CREUSABRO 8000 развивают металлургическую структуру, которая дает большой вклад в улучшение ее износостойкости путем следующих видов воздействия.

### Деформационное упрочнение при эксплуатации под действием ТРИП-эффекта



После начала эксплуатации, сталь CREUSABRO 8000 проявляет преимущество, заключающееся в приобретении поверхностью упрочнения порядка 70 НВ независимо от того, какая деформация ни была приложена (удар, давление, ...)

### ТРИП-эффект: Мартенситное превращение, вызванное пластической деформацией

Сталь CREUSABRO 8000, благодаря своей первоначальной структуре, содержащей остаточный аустенит, обладает способностью упрочняться при эксплуатации под действием локальной пластической деформации.

Эта пластическая деформация создает упрочнение путем превращения остаточного аустенита в очень твердый мартенсит.

ТРИП-эффект также участвует в задержке удаления стружки со стали под действием абразивных частиц.

Следовательно, сталь становится тверже и остается очень износостойкой путем удаления стружки.

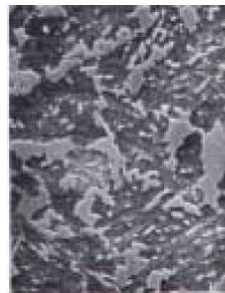
### Тонкая дисперсия микрокарбидов

Тонкая структура стали CREUSABRO 8000 достигается тонкой дисперсией микрокарбидов.

Эта структура противоположна грубой игольчато-пластинчатой структуре, типичной для стали 500 НВ после закалки в воде.

Растрескивание вдоль пластин приводит к удалению стружки под действием абразива.

Этот эффект сильно уменьшен в стали CREUSABRO 8000, которая не имеет пластинчатой структуры. Более того, эта тонкая дисперсия карбидов подобна внутреннему упрочнению стали. Она приводит к дополнительному деформационному упрочнению с эффектом задержки стружки при эксплуатации.



Микроструктура стали CR 8000



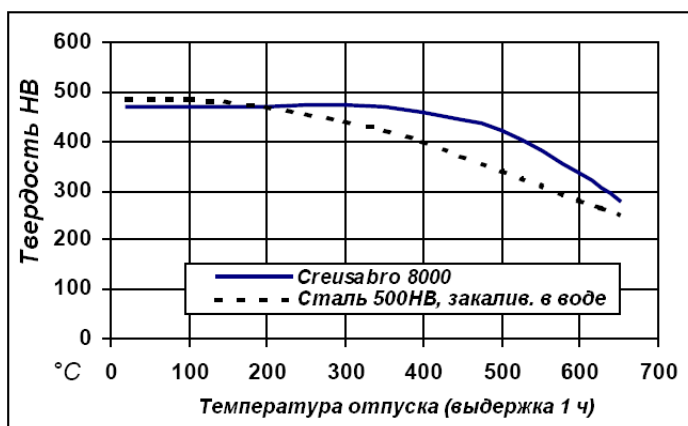
Микроструктура стали 500 HB, закаленной в воде

### Выводы

Сталь 400HB после закалки Стандартная технология Пассивный материал	CREUSABRO 8000 Новая технология Активный материал
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Низколегированная сталь</li> <li>■ Закалка в воде</li> <li style="text-align: center;">↓</li> <li>■ 100%-ная пластинчатая мартенситная структура</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Специальные добавки легирующих элементов</li> <li>■ Контролируемое охлаждение (термообработка)</li> <li style="text-align: center;">↓</li> <li>■ Структура: мартенсит + остаточный аустенит + микрокарбиды</li> <li>→ Превращение остаточного аустенита в дополнительный мартенсит под абразивным воздействием</li> <li>→ Тонкие равномерно распределенные микрокарбиды</li> </ul>
Износостойкость связана с твердостью в состоянии поставки, при этом наблюдается распространение трещин вдоль пластин	Износостойкость и эффект удаления стружки благодаря комбинированному действию твердости, ТРИП-эффекта и микрокарбидов.

### ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА

Химический состав стали CREUSABRO 8000 и особенно содержание хрома и молибдена придают ей намного более высокое сопротивление размягчению при нагреве по сравнению со сталью 500 HB, закаливаемой в воде.

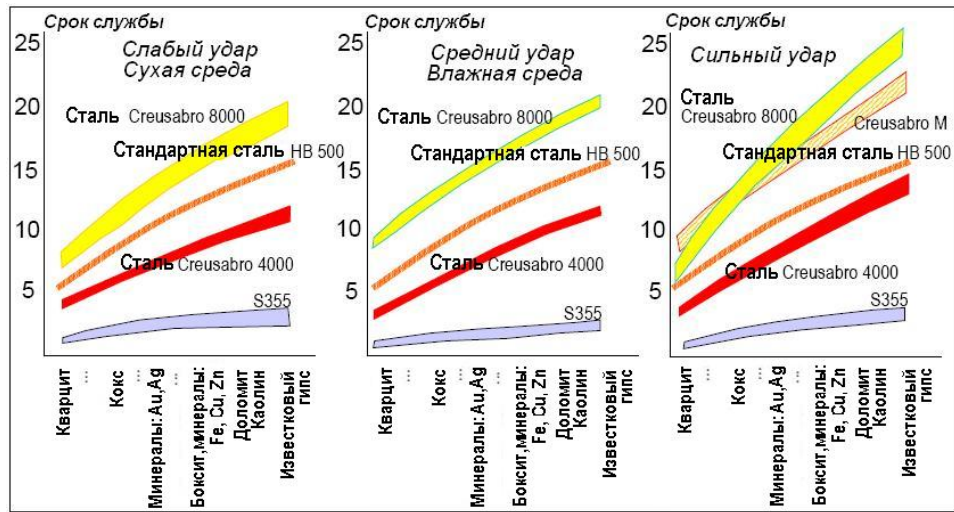


Сопротивление размягчению в зависимости от температуры отпуска

Это свойство позволяет обрабатывать сталь при повышенных температурах (450-500°C). Например, можно штамповать лист стали с последующим охлаждением на воздухе без значительного снижения твердости (максимум на 30 HB).

Жаропрочность стали CREUSABRO 8000 позволяет использовать ее в горячих средах, в которых детали нагреваются до 300 °C.

Независимо от условий эксплуатации, специальные металлургические методы, применяемые при производстве стали CREUSABRO 8000, приводят к улучшению ее характеристик по сравнению с другими марками, предлагаемыми на рынке.



Сравнение срока службы; в качестве уровня сравнения берется срок службы стали S355 в среде кварца (= 1)

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Проводились испытания в различных производственных условиях, которые подтвердили высокие технические характеристики стали CREUSABRO 8000 по сравнению со сталью 500 HB, закаленной в воде.

Среда (абразивные материалы)	Применение	Толщина образца	Срок службы (по ср. с 500HB)
Шахты (золотая руда)	Пластины для наружной облицовки загрузочных ковшей	30 мм	+100%
Литейные заводы (горячий агломерат)	Пластины для извлечения	12 мм	+36%
Производство стали (железная руда + уголь)	Пластины для вертикальной облицовки разгрузочных желобов перегрузочных кранов	15 мм	+35%
Производство удобрений	Молотки дробилок	15 мм	+58%
Производство древесины (древесная щепа)	Трубные колена для пневматической транспортировки щепы	12 мм	+38%
Стекольная пром-сть (бой стекла)	Отклоняющие пластины на конце конвейерной ленты	15 мм	+69%
Карьеры (гранит)	Пластины бортовой брони в камере щековой камнедробилки	40 мм	+50%

**Резка**

Можно применять все классические термические процессы (кислородная – плазменная – лазерная). Особо рекомендуются плазменный / лазерный процессы резки, которые обеспечивают лучшую точность, лучшие условия резки и наиболее узкую зону теплового влияния.

Независимо от того, какой (термический) процесс используется, следующие условия будут достаточными, чтобы избежать холодного растрескивания:

Температура листа	Толщина ≤ 40 мм	Толщина > 40 мм
≥ 10°C	Без подогрева	Подогрев: 150°C
< 10°C	Все толщины: нагрев до 150°C	

Можно использовать водоструйную резку.

Резка ножницами тонких листов не рекомендуется.

**Механическая обработка**

**Сверление** можно проводить быстрорежущими инструментами типа HSSCO (напр., AR.2.9.1.8 по AFNOR, M42 по AISI) с коническим хвостовиком.

Сверла с твердосплавными режущими пластинами (K10 или K20 по ISO) с покрытием (TiN) должны существенно улучшить характеристики сверления в случае длинных серий сверления.

Инструмент	Ø мм	Скорость сверления, м/мин	Частота вращения, об/мин	Подача мм/об
<b>HSSCO</b> AR.2.9.1.8 (M42)	10	4-6	125-190	0,07
	20		65-95	0,10
	30		40-65	0,12
Твердосплавный инструмент	10	18-22	575 – 700	0,07
	20		285 – 350	0,10
	30		190 – 235	0,12

**Фрезерование** следует проводить инструментами HSSCO (AR.6.5.2.5 по AFNOR, M35 по AISI или AFNOR AR.12.0.5.5 / AISI T15). Лучшая производительность достигается с твердосплавными режущими пластинами P10/P30 (черновая обработка) или K10/K20 (чистовая обработка).

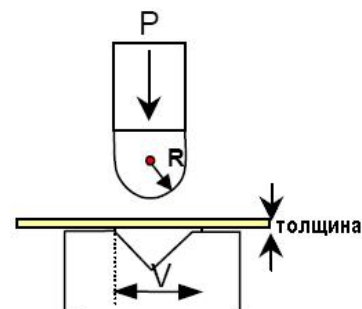
Инструменты	Глубина, мм	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/зуб
<b>HSSCO</b> AR 12.0.5.5 (T15)	1	10 - 12	0,08
	4	8 - 10	0,12
	5	5 - 8	0,12

## Штамповка

**Холодная штамповка** выполняется, если удовлетворяются следующие условия:

- при разделке кромок сошлифовываются неоднородности, образующиеся в результате резки;
- минимальный внутренний радиус изгиба (см. таблицу ниже);
- температура листа минимум 10°C.

Внутренний радиус изгиба (мин) - изгиб $\perp$ продольному направлению прокатки - изгиб $\parallel$ продольному направлению прокатки	$r_i \geq 3$ -х толщин $r_i \geq 4$ -х толщин
Углубление матрицы V (мин)	$V \geq 12$ -и толщин



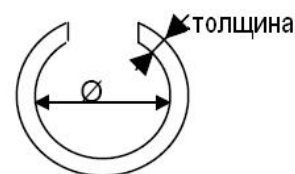
В соответствии с указанными выше параметрами, сопротивление изгибу зависит от изгибаемой длины, толщины листа, размера углубления матрицы, ...

Толщина, мм	Сопротивление изгибу на метр, т/м
10	200
20	420

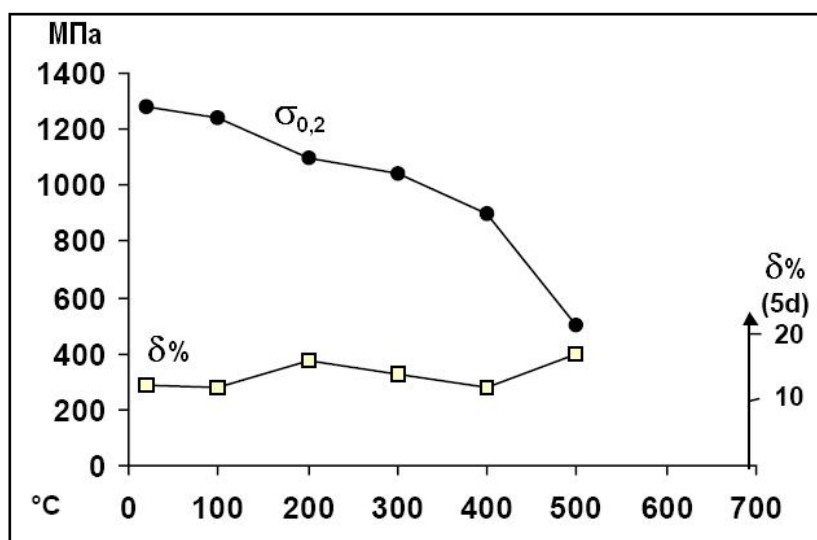


В последней таблице приведены типичные усилия, требуемые для изгиба в матрице, размер углубления которой превышает толщину листа в 14 раз.

**Прокатка** проводится при следующих условиях:  
 $\varnothing_i \geq 40$  толщин (температура листа  $\geq 10^\circ\text{C}$ )



Сталь CREUSABRO 8000 можно штамповать при температуре 450-500 °C без последующей термообработки. При этой температуре для штамповки требуется меньшее усилие, чем при комнатной температуре, пропорционально снижению ее предела текучести  $\sigma_{0,2}$ .



## Сварка

Сталь CREUSABRO® 8000<sup>(P)</sup> можно варить всеми стандартными способами сварки: ручным, полуавтоматическим в атмосфере газа, автоматическим под флюсом.

Для швов, не подвергаемых износу, используются следующие электроды.

Процессы	AFNOR	DIN	AWS
Ручной процесс Покрытый электрод	A81309 E51 4/3 B	DIN 1913 Класс E5143/B10	AWS 5-1 Класс E7016 или 7018
Полуавтоматический В газовой атмосфере	A81311 GS2	DIN 8559 SG2	AWS A5-18 Класс ER70S4 или ER 70S6
	A81350 TGS 51BH TGS 47BH	DIN 8559 SGB1 CY 4255	AWS-5-20 Класс ER 71T5

В случае если сварные швы подвергаются износу, следует проконсультироваться по выбору расходных сварочных материалов.

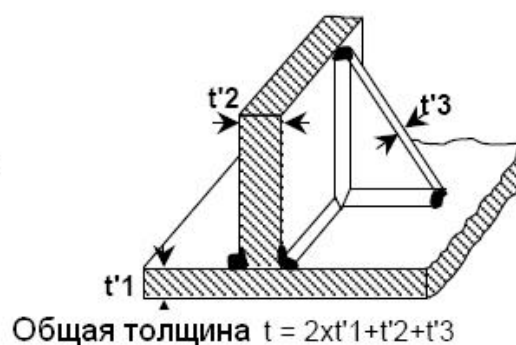
Зоны сварки не должны содержать следы смазки, воду, оксиды ...

Электроды и флюс следует сушить по рекомендации поставщика. Необходимо соблюдать следующие условия подогрева (для сварных конструкций без чрезмерных напряжений).

Сварочный процесс	Подвод тепла, кДж/см	Условия нагрева до и после сварки								
		Общая толщина, мм								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
1. Ручная сварка, стержневой электрод	15/20									
2. Полуавтоматический в атмосфере газа	15									
	30									
3. Дуговая сварка под флюсом	20									
	30									

Без подогрева
  Нагрев до и после сварки до 100°C
  Нагрев до и после сварки до 150°C

### Расчет общей толщины



## ПРИМЕНЕНИЕ

### ■ *Карьеры. Строительство*

Ножи экскаваторов, облицовка ковшей, внутренние облицовочные пластины, грохоты, материал кузовов самосвалов, ...

### ■ *Рудники*

Металлорежущее оборудование, облицовочные пластины, скребковые конвейеры, ограждение и днище смесительных установок, ...

### ■ *Цементные заводы*

Сушильные сортировочные барабаны, черпаки, бункера, охладители, дробилки, грохоты, измельчители, ...

### ■ *Сталеплавильные заводы*

Разгрузочные ковши, скиповые тележки, направляющие плиты, бункера...

## АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ

мм толщина	1500 x 3000	2000 x 6000	2500 x 8000	Другие размеры
4	xx			необходима консультация
5 – 50	x	xx	xx	
> 50	необходима консультация			

xx - оптимальные размеры

x - допустимые размеры

Типичный ассортимент продукции –

Другие размеры производятся по запросу с указанием ширины листа до 4 100 мм

### ПРИМЕЧАНИЕ

1. Приведенные выше данные и информация отражают самые последние сведения на момент печати данного информационного листка. Однако в результате постоянно проводимой исследовательской программы по износостойким сталям возможно получение сталей с улучшенными свойствами.

Поэтому более свежую информацию можно получить при запросе или заказе.

Более того, для каждой области применения реальные условия являются конкретными. Данные, представленные здесь, носят описательный характер и могут рассматриваться как гарантия только в том случае, если наша компания даст письменное формальное подтверждение.

Более подробную информацию можно получить по адресу и телефонам, приведенным внизу страницы.

2. Сталь CREUSABRO 8000 : диапазон применения

Сталь CREUSABRO 8000 была специально разработана с повышенной износостойкостью. Использование Заказчиком стали CREUSABRO 8000 для других целей, не связанных непосредственно с ее износостойкостью, является его исключительным правом, но это никоим образом не касается ответственности компании INDUSTEEL.

Дополнительно к рекомендациям, приведенном в данном документе, Заказчик должен будет соблюдать требования промышленного стандарта качества для любой операции обработки, выполняемой с этим материалом.