Surface hardening

سخت کردن سطحی

- در بسیار از کاربدها تنها لازم است سطح سخت بوده و مرکز درارى تافنس بالاترى باشد بنابراین از سخت کارى سطحى استفاده مى شود.

carburizing

- کربن دهی
- فولاد کم کربن (0.15%C) در معرض کربن در دمای بالا قرار می گیرد($925\ ^oC$)
- زمان: حدود چند ساعت؟؟

انواع کربن دهی

- 1- کربن دهی جامد(پودری)
- منابع کربن: زغال چوب- $CaCO_3$- $BaCO_3$- NaOH- Coke- Na_2CO_3

- عامل کربن دهی گاز CO است.

- مواد انرژی زا نرخ کربن دعی را زیاد می کنند

volve significant hand labor and are usually

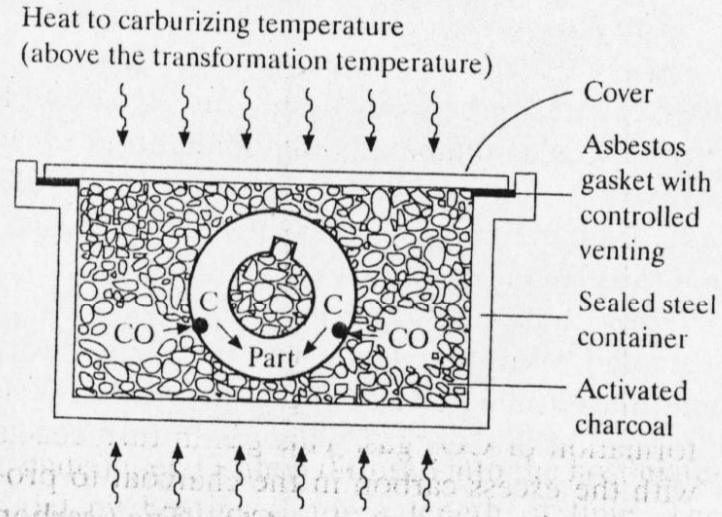


Figure 10–21
Pack carburizing

gases are flammable if not explosive, and controls are needed to keep carburizing gas at 1700°F

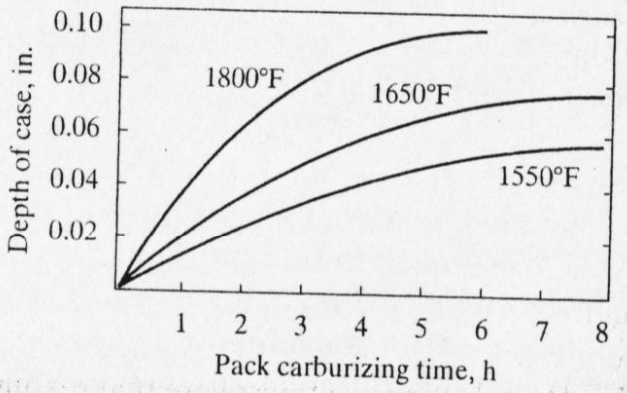


Figure 10–22
Effect of carburizing temperature on case depth

Source: G. M. Enos and W. E. Fontaine. *Elements of Heat Treatment*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1963.

- می تاون با ایجاد ماسک هایی از جنس مس یا مخلوط گل رس و آزبست(با ضخامت (0.1-0.75mm قسمت های را از کربن دهی محافظت نمودقطعات بعد از کربن دهی در روغن یا هوا سرد می شوند و اغلب از آب استفاده نمی شود

- فولادهای معمول کربنی برای این عملیات % 0.2-0.3 کربن دارند که اگر درصد کربن زیاد باشد مقاومت مکانیکی مغز بهتر است. اگر مقاومت بالاتری در مغزنیاز است بهتر است از فولادهای آلیاژی استفاده شود

- حداکثر منگنز فولاد باید 1.4% باشد زیرا منگنز فاز سمنتیت را پایدار می کند.

کربن دهی مایع

- از مخلوط مذاب نمک های سیانید پتاسیم(50%-20%)- کربنات سدیم (40%) و مقادیری از NaCl یا کلرید باریم استفاده می شود.

- برای قطعات کوچک و ضخامت های کم به کار می رود

- از حالت کربن دهی جامد سریع تر است

- کربن دهی گازی
- اقتصادی ترین و سریع ترین روش

- دما $900\ ^0C$
- 4-3 ساعت
- گاز $C3H8$- $CH4$

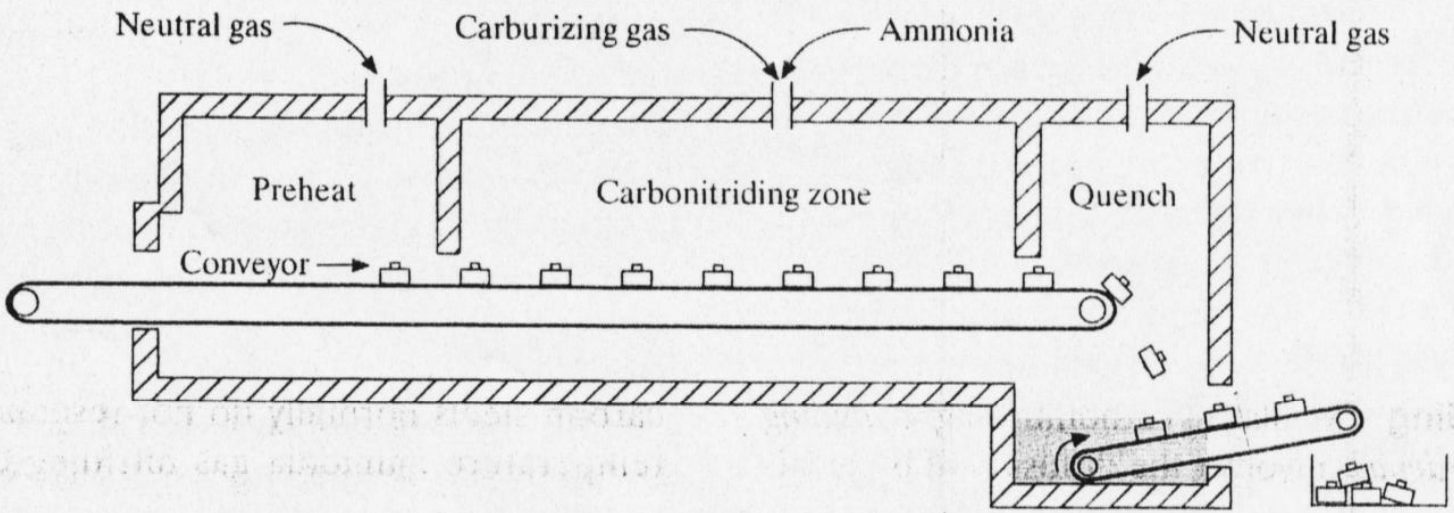


Figure 10–27
Conveyor hearth carbonitriding

Nitriding

- نیتروژن دهی
- وارد کردن نیتروژن در سطح فولاد و در نتیجه کرابیدهای نیترید های فلزی باعث افزایش سختی می شود.

- عناصر آلیاژی نیتریدساز باید وجود داشته باشد مثل: Al, Cr, Mo,V
- تا نیتریدهای سخت ایجاد شود.

- در فولادهای ساده کربنی بر حسب درصد نیتروژن فازهای مختلفی ایجاد می شود مثل
- Fe4N, Fe3N,Fe2N, Cr2N, CrN, TiN, AlN

- این عملیات در گشتره دمایی فاز فریت انجام می شود
- 640-550 ^{o}C
- نیازی به سریع سرد کردن نیست.

- در فولادهای ساده کربنی افزایش سختی زیاد نیست و نیتروژن در عمق نفذ می کند.
- ولی در فولادهای آلیاژی چون عناصر آلیاژی با نیتروژن ترکیب می شوند از نفوذ نیتروژن جلوگیری می کنند و لایه آلیازی سطحی ایجاد می شود.

- Cr نسبت به Al عمق سختی بالتری دارد و تافنس مغز بهبود می یابد.

کربن –نیتروژن دهی: carbonitriding

- نیتروژن و کربن هر دو جذب سطح فولاد می شوند.

- وجود نیتروژن نسبت به حالتی که فقط کربن در سطح وجود دارد، سختی را بیشتر افزایش می دهد

- در فاز گازی در دمای 875-880 درجه سانتی گراد انجام می شود.

+

- مخلوطی از گاز CO و آمونیاک استفاده می شود.
- با کنترل دما و زمان می توان میزان درصد کربن ونیتروژن و عمق نفوذ را کنترل کرد.

- عملیات در فاز آستونیت انجام می شود که حلالیت نیتروژن بسیار کمتر از حلالیت آن در فاز فریت است.
- اگر دما کمتر از 900 درجه سانتی گراد باشد مقدار نیتروژن حل شده در آستونیت قابل ملاحظه است
- حلالیت نیتروژن در آستونیت با افزایش دما کاهش می یابد.

+

- حضور 0.2%نیتروژن و 0.8% کربن می توان در سرعت سرد کردن کم هم فاز مارتنزیت گرفت(

- اگر مقدار نیتروژن بیش از 0.4% باشد میزان فاز آستونیت باقی مانده بسیاز زیاد می شود که به علت کاهش دمای Ms است.
- اگر دمای در طیف 650-600 باشد سطح قطعه عمدتا نیتروژن داده می شود و وقداری کربن هم جدب می شود(Nitro carburizing)

نیتروژن – کربن دهی

- نفوذ همزمان نیتروژن و کربن در گستره دمایی فاز فریت
- (زیر دمای A1)
- Ferritic nitrocarburizing
- به صورت گازی یا مایع انجام می شود

- لایه نازک تکفاز از کاربونیترید و ترکیب سه تایی آهن نیتروژن و کربن که باعث افزایش سختی و مقاومت به سایش شده و مقاومت به پوسته ای شدن دارد

- بر روی فولادهای ساده کربنی با ساختار فریتی-پرلیتی یک لایه مقاوم به سایش و سخت تشکیل می دهد.

- بر روی فولادهای آلیاژی قابل استفاده است. در فولاد های آلیاژی نیتریدها و رسوب هایی تشکیل می شود که سختی را افزایش می دهد.

- ضخامت لایه سطحی کم و سختی آن بالا است.

- فولادهای خاص با عناصر بیشتر نیتریدساز توسعه یافته اند که Nitroalloy نامیده می شوند (1-1.3 Cr, 0.85-1.2% Al, 0.2-0.3 Mo)

سخت کردن سطحی به کمک عملیات حرارتی موضعی

- سطح و مغز دارای ترکیب یکسانی هستند و سخت کردن به کمک حرارت دادن موضعی انجام می شود.

- فولادهای مورد استفاده در این روش ها باید سختی پذیری مناسبی داشته باشند
- فولادهای کربنی با 0.35-0.5% کربن

- فولادهای کم الیاژ که دارای حداکثر 1 درصد کرم و 0.25% Mo و 0.5% Ni باشند قابل سخت کاری سطحی هستند.

-

- تنش فشاری روی سطح باعث بهبود خواص مکانیکی می شود.

- می توان ابتدا کل قطعه را سخت کرده و بازپخت داد و سپس فقط سطح را سخت کرد تا سختی بالایی به دست آید.

- می توان برای بهبود خصوصیات مغز عملیات حرارتی نرماله کردن یا مشابه آن را در مورد مغز انجام داد و سپس سطح را سخت نمود

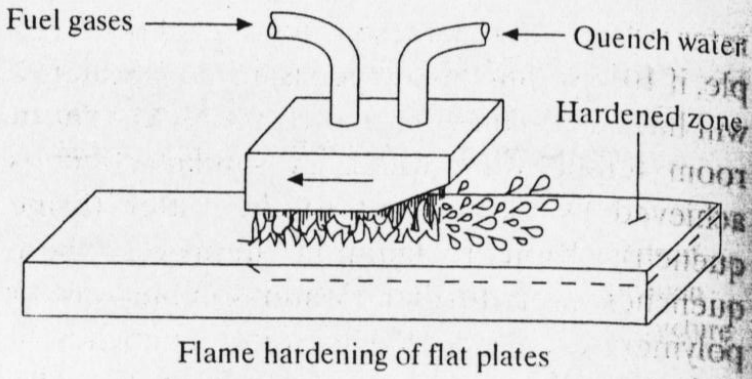
- گاهی بین سطح و مغز یک لایه بنیتی ایجاد می شود که به چسبندگی سطح سخت شده و مغز کمک می کند.

Flame hardening

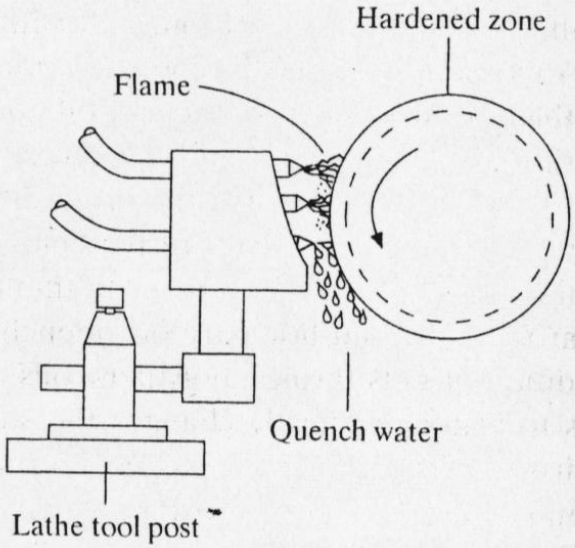
- سخت کردن شعله ای
- به کمک مشعل و گاز قابل احتراق انجام می شود مثل استیلن- متان- پروپان

- برای قطعات کوچک می توان از شعله دستی استفاده نمود

- مشعل با سرعت مناسبی بر روی سطح حرکت کرده و ناحیه ای با ضخامت خاص را به آستونیت تبدیل می کند که پس از سریع سرد شدن همان قسمت به فاز مارتنزیت تبدیل می شود.



Flame hardening of flat plates



Flame hardening round bars in a lathe

Figure 10–16
Typical flame-hardening systems

- معایب:
- اکسایش سطح
- کاهش درصد کربن در سطح (با استفاده از شعله احیا کننده ضعیف و شعله احیا کننده مشکل را حل نمود)
- مقدار مناسب کربن برای شعله سختی : 0.4-0.5%
- فولادها با درصد بیشتر قابل انجام است ولی امکان ترک خوردگی نیز زیاد است.

- ضخامت پوسته 3-12mm

Induction hardening

- سخت کردن القایی
- حرارت دادن به کمک یک سیم پیچ با عبور جریان متناوب با فرکانس بالا انجام می شود: 2-50kHz
- سختی و ضخامت پوسته به فرکانس بستگی دارد

- فرکانس بالاتر: عمق گرم شده بیشتر و ضخامت پوسته سخت شده بیشتر

- مکانیزم: ایجاد جریانهای فوکو و اتلاف حرارتی در قطعه داخل سیم پیچ
- روشی سریع است و در عرض چند ثانیه دمای لازم در ضخامت مورد نظر ایجاد می شود.

- به کمک پاشش اب مجددا قطعه سرد می شود
- جنس کویل های از مس است تا کویل ها داغ نشود

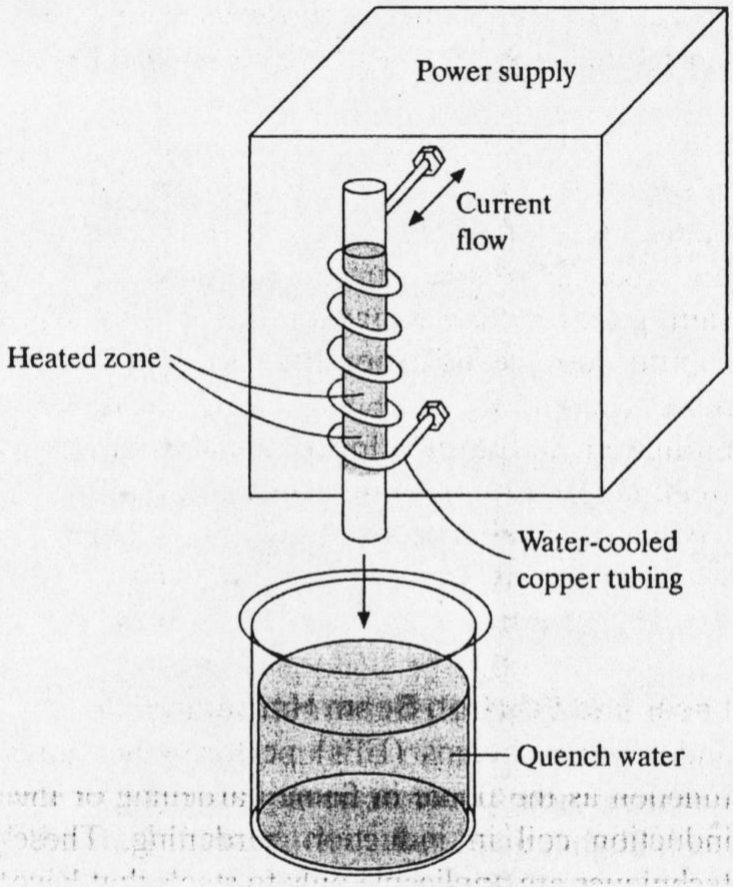


Figure 10–18
Induction hardening

- از حرکت دورانی قطعه برای همگن بودن حرارت دهی استفاده می شود.
- در برخی از فولادها می توان تا عمق 3 میلی متر را تا سختی 60HRC رساند

- به دلیل زمان کوتا اکسایش سطح و رشد دانه ناچسز است.

- مدت زمان در حدود چند ثانیه است.

Boriding

- بر دهی
- برای آلیاژهای آهنی، غیر آهنی و سرمت ها به کار می رود
- حرارت دادن در 700-1000 درجه سانتی گراد به مدت 1-12 ساعت در محیطی حاوی عنصر بر

- محیط می تواند جامد-مایع یا گاز باشد

- اتم های بور به داخل سطح نفوذ کرده و یک لایه نازک از فازهای برایدسطحی ایجاد می کنند.

- سختی فوق العاده بالا
- 1450-5000 Vickers
- مزایا: حفظ سختی تا دمای بالا
- گستره وسیعی از فولادها قابل استفاده است
- افزایش مقاومت به خوردگی در برخی از محیطها (محیطهای اسیدی رقیق و باز)

سایر روشها

- Laser hardening -1
- 2- Electron beam hardening
- 3- Ion implantation