

چگونه از کلید فولاد استفاده کنیم؟

آموزش گام به گام کلید فولاد

جلد اول:

فولادهای ساختمانی، سمانتاسیون، فیتزیده و خوش تراش



مؤلف: مهدی نقویان

پیشگفتار

کلید فولاد (Key to Steel) یا به زبان آلمانی Stahlschlüssel کتابی است که اطلاعات گسترده ای از مشخصات، ویژگی ها، روش های تولید، عملیات حرارتی و کاربردهای انواع فولادها را طبق استاندارد آلمانی DIN ارائه می دهد. با جمع استانداردهای اروپایی، اطلاعات این کتاب بر اساس آخرین بازنگری استانداردهای EN مورد بازنگری قرار گرفته است. علاوه بر استاندارد DIN، در کلید فولاد به نامگذاری فولادها در استانداردهای دیگر و نام تجاری آن ها در شرکت های مختلف فولادساز آلمانی و غیر آلمانی هم اشاره شده است. این کتاب یک مرجع بسیار عالی و کاربردی برای استفاده ی مهندسان و متخصصان رشته های فنی به خصوص کسانی است که با فولادها سر و کار دارند.

اگر شما علاقمند به آموزش کلید فولاد، آشنایی با انواع فولادها و دریافت پاسخ پرسش های خود در این زمینه هستید، با وب سایت عصر مواد به نشانی اینترنتی www.asremavad.com در آموزش گام به گام و نکته به نکته کلید فولاد همراه ما باشید. این مجموعه آموزشی به صورت پرسش و پاسخ تدوین شده و به معرفی کامل و کاربردی انواع فولادها، مشخصات، ویژگی ها، کاربرد و روش تولید آن ها می پردازد. در خلال این مطالب نوشتاری، سعی شده است تا از عکس، اینفوگرافیک، فایل صوتی و ویدئو برای آموزش بهتر هم کمک گرفته شود. مایه مباهات است که به عرض و اطلاع دوستان و همراهان بزرگوار این مجموعه برسانم که تاکنون ۱۸ قسمت از مجموعه آموزش متنی "چگونه از کلید فولاد استفاده کنیم؟ آموزش گام به گام کلید فولاد" در وب سایت عصر مواد منتشر شده و حدود دو برابر این تعداد نیز در دست تهیه و انتشار است.

به منظور استفاده بهتر و یکپارچه کاربران محترم از این مجموعه آموزشی عصر مواد، محتوای آن ها در قالب یکپارچه ی کتاب الکترونیکی با نام "چگونه از کلید فولاد استفاده کنیم؟ آموزش گام به گام کلید فولاد" نیز منتشر و تقدیم علاقمندان خواهد شد. به همین منظور، جلد اول این کتاب با نام "فولادهای ساختمانی، سمانتاسیون، نیتريده و خوش تراش" که حاوی مطالب ۱۴ قسمت اول از این مجموعه است، پیش روی شماست.

در پایان این نوشتار جا دارد که از بابت کم و کاستی های احتمالی در این مجموعه آموزشی، از کاربران و همراهان عزیز عذرخواهی نموده و قول تصحیح و ویرایش آن ها را به شرط اطلاع رسانی این اشکالات از سوی دوستان بدهم. به قاعده ی "مشک آن است که خود ببوید نه آنکه عطار بگوید" نمی خواهم و جسارت نمی کنم از این مجموعه نوشته های آموزشی و کتاب الکترونیکی آن تعریف نمایم ولی امیدوارم این مجموعه توانسته باشد راهنمای مفیدی برای صنعتگران و مهندسان کشور عزیزمان ایران باشد و سالیان سال مورد استفاده ایشان قرار بگیرد. در نهایت از تلاش، زحمات و راهنمایی های اساتید، متخصصین و معلمان علم و مهندسی مواد کشورمان که تالیفات، ترجمه ها، دست نوشته ها، تدریس، توصیه ها و آموزه های ارزشمند آن ها، مرجع مطالب این مجموعه نیز بوده است، کمال تشکر و قدردانی را نموده و آرزوی توفیق و طول عمر برای ایشان را دارم.

دوست دارم این مجموعه را تقدیم روح پدر عزیزم نمایم و از همه خوانندگان این مطلب هم استدعا دارم تا صلواتی به نیت سلامتی حضرت ولی عصر (عج) و ارواح مطهر معصومین (علیهم السلام) خیرات پدرم نمایند.

ارادتمند شما

مهدی نقویان

نویسنده و سردبیر وب سایت عصر مواد

آبان ۱۳۹۸ هجری شمسی

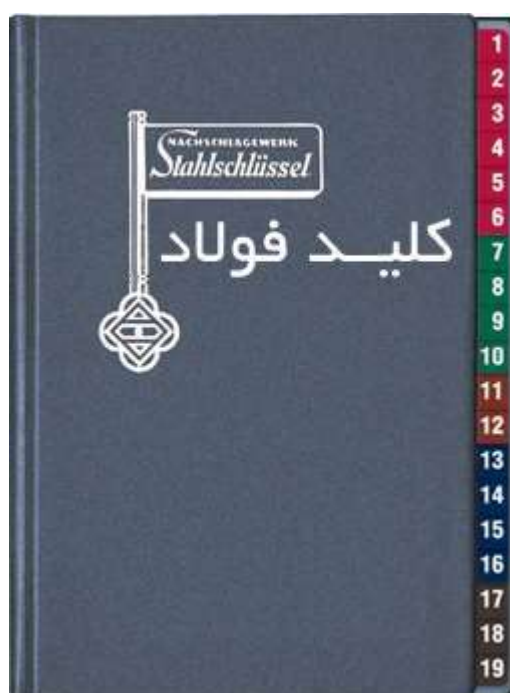
۰۹۱۴۱۲۹۰۹۵۸

فهرست موضوعی مطالب این جلد:

- تعریف، محتوا و نحوه کار با کلید فولاد
- بررسی کامل مشخصات فنی، ویژگی ها، روش نامگذاری و کاربرد فولادهای ساختمانی
- بررسی کامل مشخصات فنی، ویژگی ها، روش نامگذاری، عملیات حرارتی و کاربرد فولادهای سمانتاسیون
- بررسی روش های کربن دهی به سطح
- بررسی کامل مشخصات فنی، ویژگی ها، روش نامگذاری، عملیات حرارتی و کاربرد فولادهای نیتريده
- بررسی روش های نیتروژن دهی به سطح
- بررسی کامل مشخصات فنی، ویژگی ها، روش نامگذاری، عملیات حرارتی و کاربرد فولادهای خوش تراش
- یا اتومات
- ضمايم شامل متن برخی استانداردهای مورد استناد در کتاب

سوال ۱- کلید فولاد چیست؟

کلید فولاد (Key to Steel) یا به زبان آلمانی Stahlschlüssel کتابی است که اطلاعات گسترده ای از مشخصات، ویژگی ها، روش های تولید، عملیات حرارتی و کاربردهای انواع فولادها را طبق استاندارد آلمانی DIN ارائه می دهد. با تجمیع استانداردهای اروپایی، اطلاعات این کتاب بر اساس آخرین بازنگری استانداردهای EN مورد بازنگری قرار گرفته است. علاوه بر استاندارد DIN، در کلید فولاد به نامگذاری فولادها در استانداردهای دیگر و نام تجاری آن ها در شرکت های مختلف فولادساز آلمانی و غیر آلمانی هم اشاره شده است. این کتاب یک مرجع بسیار عالی و کاربردی برای استفاده ی مهندسان و متخصصان رشته های فنی به خصوص کسانی است که با فولادها سر و کار دارند. علاوه بر کتاب، نرم افزار کلید فولاد با قابلیت های بیشتر در دسترس کارشناسان و علاقمندان می باشد. شما می توانید کتاب کلید فولاد را به راحتی از بیشتر کتاب فروش های فنی و مهندسی تهیه کنید. نرم افزار کلید فولاد و نسخه اندرویدی آن را نیز هم از وب سایت عصر مواد با کلیک بر روی آن ها دریافت کنید.



سوال ۲ - محتوای کلید فولاد چیست؟ در کلید فولاد چه فولادهایی معرفی شده است؟

کتاب کلید فولاد در ۱۹ فصل تدوین شده است. محتوای این ۱۹ فصل از قرار زیر است:

فصل ۱: در این فصل، مشخصات چهار دسته از فولادها شامل فولادهای ساخت و ساز غیر آلیاژی (ساختمانی معمولی)، فولادهای سخت شونده سطحی (فولادهای سمانته یا سمانتاسیون)، فولادهای نیترووره شونده یا ازت کاری شونده و فولادهای خوش تراش یا اتومات معرفی شده است.



فصل ۲: در این فصل، مشخصات دو دسته از فولادها شامل فولادهای عملیات حرارتی پذیر (قابل عملیات حرارتی) و فولادهای بلبینگ معرفی شده است.



فصل ۳: در این فصل، مشخصات سه دسته از فولادها شامل فولادهای فنر، فولادهای سخت شونده سطحی و فولادهای روزن کاری (اکستروژن) سرد معرفی شده است.



فصل ۴: در این فصل، مشخصات سه دسته از فولادها شامل فولادهای چقرمه در دمای زیر صفر، فولادهای مخازن هیدروژن تحت فشار بالا، فولادهای مقاوم به حرارت برای ماشین سازی معرفی شده است.



فصل ۵: در این فصل، مشخصات سه دسته از فولادها شامل فولادهای ریزدانه ساخت و ساز، فولادهای ساخت و ساز مقاوم در برابر هوا و فولادهای ریزدانه برای شکل دهی سرد معرفی شده است.



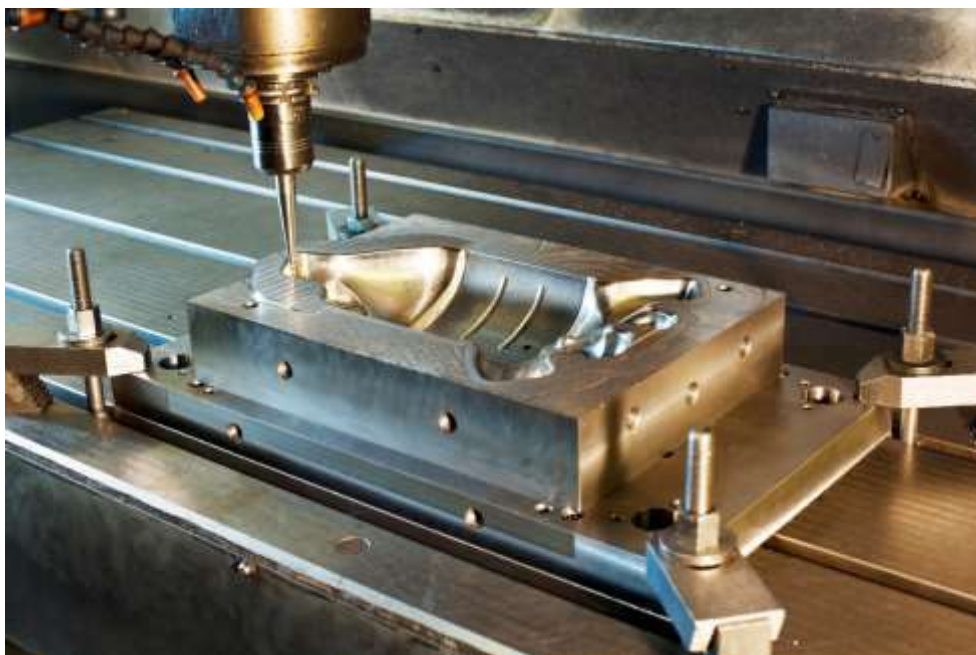
فصل ۶: در این فصل، فولادهای ساختمانی، ساخت و ساز و ماشین سازی معرفی شده در فصل های قبلی با استانداردهای غیر آلمانی از جمله استانداردهای آمریکایی (ASTM/SAE/AISI)، فرانسوی (AFNOR)، بریتانیایی (B.S.)، ژاپنی (JIS)، روسی (GOST)، سوئدی (SS)، اسپانیایی (UNE) و ایتالیایی (UNI) تطبیق داده شده است و نام این فولادها در آن استانداردها و ترکیب شیمیایی آن ها معرفی شده است.

فصل ۷: در این فصل، مشخصات دو دسته از فولادها شامل فولادهای ابزار کربنی و فولادهای تندبر معرفی شده است.

فصل ۸: در این فصل، مشخصات فولادهای ابزار سرد کار معرفی شده است.



فصل ۹: در این فصل، مشخصات فولادهای ابزار گرم کار معرفی شده است.



فصل ۱۰: در این فصل، برخی از فولادهای ابزار معرفی شده در فصل های ۷ تا ۹ با استانداردهای غیر آلمانی از جمله استانداردهای آمریکایی (ASTM/SAE/AISI)، فرانسوی (AFNOR)، بریتانیایی (B.S.)، ژاپنی (JIS)، روسی (GOST)، سوئدی (SS)، اسپانیایی (UNE) و ایتالیایی (UNI) تطبیق داده شده است و نام این فولادها در آن استانداردها و ترکیب شیمیایی آن ها معرفی شده است.

فصل ۱۱: در این فصل، مشخصات دو دسته از فولادها شامل فولادهای سوپاپ (شیرآلات و دریچه ها) و فولادها و آلیاژهای مقاوم در دمای بالا معرفی شده است.

فصل ۱۲: در این فصل، مشخصات سه دسته از فولادها شامل فولادهای غیر مغناطیسی، فولادهای نسوز، آلیاژهای رسانای حرارت معرفی شده است.



فصل ۱۳: در این فصل، مشخصات فولادهای زنگ نزن یا استنلس استیل های کار شده معرفی شده است.



فصل ۱۴: در این فصل، مشخصات دو دسته از فولادها شامل فولادهای زنگ نزن یا استنلس استیل های ریختگی و فولادهای نسوز ریختگی معرفی شده است.



فصل ۱۵: در این فصل، مشخصات مواد پر کننده جوشکاری برای برخی فولادهای زنگ نزن، نسوز، غیر مغناطیس، چقرمه در دمای زیر صفر و فولادهای ریختگی معرفی شده و معادل آن ها در نامگذاری انجمن جوشکاری آمریکا (AWS) هم مشخص شده است.

فصل ۱۶: در این فصل، برخی از فولادهای زنگ نزن و نسوز معرفی شده در فصل های ۱۳ و ۱۴ با استانداردهای غیر آلمانی از جمله استانداردهای آمریکایی (ASTM/SAE/AISI)، فرانسوی (AFNOR)، بریتانیایی (B.S.)، ژاپنی (JIS)، روسی (GOST)، سوئدی (SS)، اسپانیایی (UNE) و ایتالیایی (UNI) تطبیق داده شده است و نام این فولادها در آن استانداردها و ترکیب شیمیایی آن ها معرفی شده است.

فصل ۱۷: این فصل دو بخش دارد. در بخش اول، فولادها به ترتیب شماره مواد آن ها در DIN EN لیست و مرتب شده است و یک اطلاعات یک سطر شامل نام استاندارد آن فولاد در DIN EN، شماره استاندارد DIN EN آن، ترکیب شیمیایی و نام گروه یا فصلی از کلید فولاد که در آن مشخصات کامل این فولاد در آن آمده است، برای هر

کدام از آن ها ذکر شده است. در این فصل، لیست همه فولادهای دارای شماره مواد ذکر شده است که به مشخصات برخی از آن ها در فصل های قبلی کلید فولاد اشاره ای نشده است. در بخش دوم، نام شرکت های تولید کننده هر فولاد بر حسب شماره مواد آن ها ذکر شده است.

فصل ۱۸: در این فصل، نام و آدرس تولید کنندگان آلمانی محصولات فولادی ذکر شده است و به هر کدام از آن ها یک کد به صورت D-XXX اختصاص یافته است که XXX شامل سه رقم ۰ تا ۹ است، مثلاً شرکت بوهلر (BOHLER) با کد D-071 مشخص شده است. در ادامه شکل (مثل میلگرد، مقاطع، ورق، تسمه، سیم و لوله) و وضعیت (مثل ریختگی، نورد، آهنگری، اکستروژن، ماشینکاری و غیره) محصولات تولیدی این شرکت ها مشخص شده است. در پایان نیز نام تجاری متداول محصولات فولادی تولید کنندگان آلمانی و معادل آن در کلید فولاد ذکر شده است.

فصل ۱۹: در این فصل، نام و آدرس برخی تولید کنندگان غیر آلمانی محصولات فولادی از کشورهای مختلف ذکر شده است و به هر کدام از آن ها یک کد به صورت YY-XXX اختصاص یافته است که YY کد حروفی هر کشور است، برای مثال US کد آمریکا و CZ کد جمهوری چک است و XXX شامل سه رقم ۰ تا ۹ مثل کد شرکت های آلمانی است. در ادامه، تمام نامگذاری های تجاری و استانداردهای غیر آلمانی که در فصل های قبل کلید فولاد معرفی شده است، به ترتیب عدد و حروف مرتب شده است و در مقابل آن ها، شماره صفحه و شماره ردیف برای جستجوی راحت تر آن در کلید فولاد و کد تولید کننده ذکر شده است. اگر نام تجاری یک فولاد یا نام آن در استانداردهای غیر آلمانی در اختیار شما باشد، به این فصل از کلید فولاد مراجعه می کنید و با جستجوی نام فولاد، کشور و شرکت تولید کننده را می شناسید، سپس به شماره صفحه ای که در آن توضیحات بیشتری در خصوص این فولاد ارائه شده است مراجعه می کنید، بر اساس شماره ردیف مشخص شده در جدول، معادل آلمانی آن فولاد و ترکیب شیمیایی آن در اختیار شما خواهد بود.

سوال ۳- دسته بندی فولادها در کلید فولاد بر چه اساسی صورت گرفته است؟ مبنای دسته

بندی فولادها در کلید فولاد چیست؟

دسته بندی فولادها در کلید فولاد بیشتر بر اساس مشخصه های کاربری و کاربرد آن ها، مشابهت های فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و نحوه ی تولید آن ها صورت گرفته است. برای مثال در گروه یک فولادهای کم کربن و کربن متوسط قرار گرفته اند که عملیات سطحی در آن ها از اهمیت برخوردار است یا در رده ی فولادهای ساختمانی معمولی هستند، یا فولادهای ابزار آلیاژی بر حسب دمای کاری آن ها در دو گروه مجزای سردکار و گرم کار دسته بندی شده اند، یا ترکیب شیمیایی و دمای کاری فولادهای ساختمانی و ماشین سازی باعث دسته بندی آن ها در گروه های مختلف فولادهای ساختمانی مقاوم تا دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد (گروه ۴)، فولادهای با مقاومت خزشی بالا و مقاومت دمایی تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد (گروه ۱۱)، فولادهای نسوز با مقاومت خزشی بالا و مقاومت دمایی بالای ۹۰۰ درجه سانتیگراد (گروه ۱۲) شده است. همچنین تولید به روش ریخته گری باعث دسته بندی مجزای فولادهای زنگ نزن و نسوز از نوع کار شده ی آن ها شده است.

سوال ۴- آیا همه فولادها در کلید فولاد معرفی و گروه بندی شده اند؟

در فصل ۱۷ کلید فولاد، همه ی فولادهای دارای شماره مواد ۵ رقمی 1.XXXX طبق DIN EN لیست و معرفی شده اند ولی همه ی این فولادها در گروه بندی کلید فولاد دسته بندی نشده اند. به عبارت دیگر، فولادهایی هستند که در فصل ۱۷ به آن ها اشاره شده است ولی در هیچ یک از فصل های قبلی کلید فولاد، دسته بندی نشده و مشخصات آن ها معرفی نشده است. از جمله ی این فولادها می توان به گروه فولادهای مقاوم به سایش، برخی

فولادهای آلیاژی ویژه ی ماشین سازی، فولادهای ماراجینگ، فولادهای زنگ نزن با افزودنی های خاص برای کاربری های ویژه، برخی فولادهای آلیاژی و غیر آلیاژی کیفی برای مصارف ساختمانی و ماشین سازی اشاره کرد. این فولادها دارای شماره مواد ۵ رقمی DIN EN بوده و در لیست فصل ۱۷ کلید فولاد وجود دارند ولی در گروه بندی کلید فولاد معرفی نشده اند. علاوه بر آن، برخی فولادها در کشورهای دیگر توسعه و کاربرد یافته اند. اگر این فولادها با استانداردهای DIN EN تطبیق پیدا کنند، معادل آن ها در کلید فولاد وجود دارد و به آن هم اشاره شده است، ولی اگر معادل آن فولاد در استاندارد DIN EN وجود نداشته باشد یا هنوز در این استانداردها، مشخصاتی برای آن ها تعریف نشده باشد، نمی توان سراغی از این فولادها در کلید فولاد پیدا کرد.

سوال ۵- شماره مواد فولادها چیست؟ نحوه نامگذاری فولادها با شماره مواد چگونه است؟

در استاندارد DIN EN به هر یک از فولادها یک شماره منحصر به فرد با ساختار زیر اختصاص داده می شود:

1.XXXX

این ساختار و تعریف آن در استاندارد DIN EN 10027-2 آمده است. قبل از تجمیع استانداردهای آلمانی با استانداردهای اروپایی، این ساختار در استاندارد DIN 17007 تعریف شده بود. لازم به ذکر است که DIN 17007 منسوخ و DIN EN 10027-2 جایگزین آن شده است.

در این ساختار، کاراکتر دوم و سوم از سمت چپ بیانگر گروه آلیاژی فولاد طبق جداول زیر است. کاراکترهای چهارم و پنجم از سمت چپ هم شماره اختصاصی هر آلیاژ در هر گروه آلیاژی است. برای مثال شماره ماده 1.7225 اشاره به یک فولادی دارد که ۷۲ مشخصات گروه آلیاژی آن را مشخص می کند و ۲۵ هم شماره ردیف این فولاد در

گروه آلیاژی مربوط به ۷۲ است. شماره گروه ۷۲ مربوط به فولادهای ساخت و ساز کروم و مولیبدن دار با حداکثر ۰/۳۵ درصد مولیبدن است.

در شکل های زیر، جداول اختصاص شماره برای گروه آلیاژی در استاندارد DIN EN 10027-2 آمده است. این جداول در بخش ضمائیم این کتاب نیز در دسترس کاربران محترم قرار گرفته است.

Table 1 — Steel group number ^a, ^b

Non-alloy steels			Alloy steels									
Base steels		Quality steels	Special steels	Quality steels		Special steels						
						Tool steels	Miscellaneous steels	Stainless and heat resisting steels	Structural, pressure vessel and engineering steels			
00	90					20	30	40	50	60	70	80
Base steels			10 Steels with special physical properties			Cr		Stainless steel with $\leq 2.5\%$ Ni without Mo, Nb and Ti.	Mn, Si, Cu	Cr-Ni with $\geq 2.0\%$ Cr $\leq 3\%$ Cr	Cr	Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V
		01	11			21	31	41	51	61	71	81
		General structural steels, with $R_m < 500$ MPa	Structural, pressure vessel and engineering steels with C $\leq 0.50\%$			Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si		Stainless steel with $\leq 2.5\%$ Ni and Mo, but without Nb and Ti	Mn-Si Mn-Cr		Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V
		02	12			22	32	42	52	62	72	82
		Other structural steels not intended for heat treatment, with $R_m < 500$ MPa	Structural, pressure vessel and engineering steels with C $\geq 0.50\%$			Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	High speed steel with Co		Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	Cr-Mo with $\leq 0.35\%$ Mo Cr-Mo-B	Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
		03	13			23	33	43	53	63	73	83
		Steels with average $\leq 0.12\%$ C or $R_m < 400$ MPa	Structural, pressure vessel and engineering steels with special requirements			Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	High speed steel without Co	Stainless steel with $\geq 2.5\%$ Ni but without Mo, Nb and Ti	Mn-Ti Si-Ti	Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	Cr-Mo with $\geq 0.35\%$ Mo	
		04	14			24	34	44	54	64	74	84
		Steels with average $\geq 0.12\%$ C $\leq 0.25\%$ C or $R_m \geq 400$ MPa ≤ 500 MPa				W Cr-W	Wear-resistant steel	Stainless steel with $\geq 2.5\%$ Ni and Mo, but without Nb and Ti	Mo Nb, Ti, V W			Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti
		05	15			25	35	45	55	65	75	85
		Steels with average $\geq 0.25\%$ C $\leq 0.55\%$ C or $R_m \geq 500$ MPa ≤ 700 MPa	Tool steels			W-V Cr-W-V	Bearing steels	Stainless steels with special additions	B Mn-B $\leq 1.65\%$ Mn	Cr-Ni-Mo with $\leq 0.4\%$ Mo $\leq 2\%$ Ni	Cr-V with $\leq 2.0\%$ Cr	Nitriding steels

Non-alloy steels				Alloy steels									
Base steels		Quality steels		Special steels	Quality steels		Special steels						
							Tool steels	Miscellaneous steels	Stainless and heat resisting steels	Structural, pressure vessel and engineering steels			
		06	06	16			26	36	46	56	66	76	86
		Steels with average $\geq 0.55\% \text{ C}$ or $R_m \geq 700 \text{ MPa}$		Tool steels			W, excluding groups 24, 25 and 27	Materials with special magnetic properties, without Co	Chemically resistant and high-temperature Ni alloys	Ni	Cr-Ni-Mo with $< 0.4\% \text{ Mo} + \geq 2\% \text{ Ni}$ or $< 3.5\% \text{ Ni}$	Cr-V with $< 2.0\% \text{ Cr}$	↑ Steels not for heat treatment by user High strength weldable steels ↓
		07	07	17			27	37	47	57	67	77	
		Steels with higher P- or S content		Tool steels			With Ni	Materials with special magnetic properties with Co	Heat resistant steels with $< 2.5\% \text{ Ni}$	Cr-Ni with $< 1.0\% \text{ Cr}$	Cr-Ni-Mo with $< 0.4\% \text{ Mo} + \geq 3.5\% \text{ Ni}$ or $\geq 5\% \text{ Ni}$ or $\geq 0.4\% \text{ Mo}$	Cr-Mo-V	
				18	06	08	28	38	48	58	68	78	
				Tool steels	Steels with special physical properties		Other	Materials with special magnetic properties, without Ni	Heat resistant steels with $\geq 2.5\% \text{ Ni}$	Cr-Ni with $\geq 1.0\% \text{ Cr}$ or $< 1.5\% \text{ Cr}$	Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W		↓ Steels not for heat treatment by user High strength weldable steels ↓
				19	09	09	29	39	49	59	69	79	
					Steels for other applications			Materials with special physical properties, with Ni	Materials elevated temperature properties	Cr-Ni with $\geq 1.5\% \text{ Cr}$ or $< 2.0\% \text{ Cr}$	Cr-Ni, except groups 57 to 68	Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V Cr-Mn-Mo-Ni	

Footnotes to Table 1:
a The classification of steel groups is in accordance with the classification of steels in EN 10020.
b The following information is provided in the boxes of the table:
- steel group number, in upper left-hand side;
- principal characteristics of the steel group;
- R_m = tensile strength.
The limiting values for the chemical composition and tensile strength are for guidance only.

شکل ۱- شماره گروه آلیاژی فولادها در استاندارد DIN EN 10027-2

سوال ۶- آیا نام یا نماد آمریکایی فولادها بر اساس ASTM یا AISI در کلید فولاد معرفی شده است؟ برای پیدا کردن مشخصات فولادها بر اساس ASTM یا AISI می توان از کلید فولاد استفاده کرد؟

مبنای کلید فولاد، معرفی فولادها بر اساس استاندارد DIN EN و مشخصات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مورد تایید در آن است. با وجود تفاوت های جزئی در مشخصات شیمیایی و مکانیکی فولادها در استانداردهای آمریکایی و اروپایی، می توان بسیاری از فولادهای معرفی شده در کلید فولاد را با فولادهای معرفی شده در استانداردهای آمریکایی تطبیق داد. این تطبیق در فصل های ۶، ۱۰ و ۱۶ کلید فولاد انجام گرفته است. در این فصل ها، معادل آمریکایی

بسیاری از فولادهای کلید فولاد معرفی شده است. بر اساس این انطباق می توان از اطلاعات کلید فولاد به جای استانداردهای آمریکایی کمک گرفت. اگر یک نام خاصی از فولاد طبق نامگذاری استانداردهای آمریکایی در اختیار شما باشد و بخواهید معادل آن در کلید فولاد را پیدا کنید و از اطلاعات کلید فولاد برای آن استفاده کنید، باید به فصل ۱۹ کلید فولاد مراجعه کنید. اگر از این فولاد در کلید فولاد اسم برده شده باشد و معادلی برای آن در کلید فولاد وجود داشته باشد، حتماً اسم آمریکایی آن فولاد را در این فصل خواهید یافت. این فصل بر اساس ترتیب اعداد و حروف مرتب شده است. پس از اینکه نام مورد نظر خود را یافتید، شماره صفحه ای که در آن از این فولاد نام برده شده است، ذکر شده است. با مراجعه به این صفحه در کلید فولاد و بر اساس شماره ردیف فولاد مورد نظر در جدول آن صفحه، می توانید معادل آن را در کلید فولاد پیدا نمایید. این کار در نرم افزار کلید فولاد به راحتی قابل انجام است و شما با جستجوی نام فولاد، معادل های آن در سایر استانداردها را می توانید ببینید.

سوال ۷- با در اختیار داشتن شماره مواد یک فولاد چگونه نوع و مشخصات آن را از کلید فولاد پیدا کنم؟

با در اختیار داشتن شماره ماده یک فولاد، ابتدا به فصل ۱۷ کلید فولاد مراجعه کنید. پس از اینکه شماره ماده مورد نظر را پیدا کردید، هم شماره استاندارد که فولاد متعلق به آن است معرفی شده است و هم در انتهای سطر مربوط به آن نیز، شماره گروه آن فولاد در کلید فولاد مشخص شده است. با مراجعه به گروه مورد نظر، شماره ماده مورد نظر و مشخصات آن در دسترس خواهد بود. اگر هیچ گروهی از کلید فولاد برای آن شماره مواد معرفی نشده باشد، به این معنا است که آن فولاد در هیچ یک از گروه های دسته بندی شده ی کلید فولاد قرار نمی گیرد. برای یافتن اطلاعات بیشتر از آن فولاد، به استاندارد معرفی شده ای که فولاد متعلق به آن است مراجعه شود. این کار در نرم افزار کلید فولاد به سهولت قابل انجام است.

سوال ۸- با در اختیار داشتن ترکیب شیمیایی یا آنالیز عنصری یک فولاد چگونه نوع و مشخصات آن را از کلید فولاد پیدا کنم؟

اگر تنها ترکیب شیمیایی یا آنالیز عنصری فولاد مشخص باشد ولی شماره مواد، نوع فولاد و سایر مشخصات آن معلوم نباشد، به روش های زیر می توان آن ها را مشخص نمود:

۱- بر اساس ترکیب شیمیایی می توان نوع و گروه فولاد را حدس زد، سپس به فصل مربوطه از کلید فولاد مراجعه نمود و با یک جستجو و انطباق ترکیب شیمیایی موجود با ترکیب شیمیایی فولادهای آن گروه، شماره ماده منطبق را پیدا کرد. به این مثال توجه کنید:

فولادی با آنالیز عنصری طبق جدول زیر موجود است:

Al	Cu	Mo	Ni	Cr	S	P	Mn	Si	C
0.02	0.09	0.06	0.18	0.11	0.024	0.019	0.66	0.23	0.47

برای اینکه گروه و شماره مواد این فولاد را پیدا کنیم، بر اساس ترکیب شیمیایی، اول گروه هایی را که ممکن است این فولاد جزء آن ها باشد مشخص می کنیم. با توجه به مقدار کربن و عناصر آلیاژی، این فولاد در گروه های ۱، ۴، ۵، ۷، ۸ و ۱۰ تا ۱۴ قرار نمی گیرد و تنها احتمال آن است که در گروه ۲، ۳ و شاید ۹ قرار بگیرد. در بین فولادهای گروه های ۲، ۳ و ۹ هم، باز با توجه به مقدار کربن و عناصر آلیاژی، فولادهای بلبرینگ و اکثر فولادهای ابزار گرم کار خط می خورند. اکنون به گروه بندی DIN EN 10027-2 (شکل ۱) مراجعه می کنیم. طبق این گروه بندی، فولاد ما به دلیل داشتن ۰/۴۷ درصد کربن در ترکیب خود از نوع فولاد غیر آلیاژی کیفیت بالا با کربن متوسط ۰/۵۵-۰/۲۵ درصد با شماره گروه ۰۵ یا فولاد ساده کربنی با حداکثر ۰/۵ درصد کربن با شماره گروه ۱۱ خواهد بود. با اطلاعاتی

که در دست داریم، به سراغ فولادهای با شماره گروه ۰۵ و ۱۱ از گروه های ۲، ۳ و ۹ کلید فولاد می رویم. شماره مواد 1.05XX و 1.11XX تنها در گروه های ۲ و ۳ کلید فولاد و در بین فولادهای عملیات حرارتی پذیر، سخت شونده سطحی و روزن کاری سرد دیده می شود. محدوده ی انتخابی ما کوچک تر و به تعداد محدودی شماره مواد محدود شده است ولی هنوز شماره اختصاصی فولاد را پیدا نکرده ایم. از این تعداد فولاد نیز، برخی از آن ها حداکثر مقدار کربن کم تری از 0.47 درصد دارند، این فولادها نیز از محدوده ی مورد نظر ما خارج می شوند. اکنون تنها با چند فولاد به شماره مواد 1.0503(C45)، 1.0540(C50)، 1.1191(Ck45)، 1.1193(Cf45) و 1.1192(Cq45) روبرو هستیم.

با توجه به اینکه این فولادها از نظر آنالیز شیمیایی تفاوت زیادی با هم ندارند، مربوط دانستن فولاد مجهول ما با هر کدام از این فولادها به یک سری معلومات و تصمیمات بستگی دارد. تفاوت بارز C45 با C50 مربوط به استحکام کششی و تنش تسلیم کمی کم تر C45 است. اگر اطلاعی از استحکام این دو فولاد نداشته باشیم، احتیاط آن است که فولاد را C45 معرفی کنیم، زیرا C50 را معمولاً می توان به جای C45 استفاده کرد ولی بر عکس آن دور از احتیاط طراح است. تفاوت فولاد C45 با Ck45 مربوط به مقدار گوگرد و فسفر کمتر در Ck45 است که باعث مقاومت به ضربه بیشتر آن می شود. تفاوت فولاد C45 با Cf45 مربوط به مناسب بودن Cf45 برای سخت کاری شعله ای و القایی سطح آن است. تفاوت فولاد C45 با Cq45 هم مربوط به مناسب بودن Cq45 برای فرم دهی سرد است. اکنون با توجه به اطلاعاتی از قبیل کاربری و محل مصرف فولاد، تاریخچه قطعه یا سازه ای که این فولاد در آن استفاده شده است، کشور و منطقه ی تولید کننده و مصرف کننده فولاد، فراوانی و در دسترس بودن هر کدام از این فولادها در بازار فروش و مصرف یک منطقه می توانیم نسبت به مشخص کردن شماره مواد فولاد با احتمال بیشتر اقدام کنیم.

ارتباط موارد گفته شده فوق با شماره فولاد در این است که مثلاً در بازار فولاد ایران، دسترسی به فولاد Ck45 و استفاده از آن بیشتر از C45، Cf45 و Cq45 است، لذا قطعه یا سازه ساخته شده در ایران از فولادی با ترکیب شیمیایی جدول فوق به احتمال قوی از فولاد Ck45 یا 1.1191 است.

۲- طبق شکل ۱ (جدول ۱ در DIN EN 10027-2) با توجه به مقدار عناصر در ترکیب فولاد می توان شماره دو رقم مربوط به گروه فولاد را تشخیص داد. با مشخص شدن این شماره گروه، به فصل ۱۷ کلید فولاد مراجعه می کنیم و ترکیب شیمیایی فولاد موجود را با ترکیب شیمیایی فولادهای آن شماره گروه انطباق می دهیم. مثال بالا در این مورد نیز قابل توجه است. برای پیدا کردن شماره گروه فولاد به استاندارد-DIN EN 10027 2 (شکل ۱) مراجعه می کنیم. همان طور که گفته شد فولاد ما به دلیل داشتن ۰/۴۷ درصد کربن در ترکیب خود از نوع فولاد غیر آلیاژی کیفیت بالا با کربن متوسط ۰/۵۵-۰/۲۵ درصد با شماره گروه ۰۵ یا فولاد ساده کربنی با حداکثر ۰/۵ درصد کربن با شماره گروه ۱۱ خواهد بود. اکنون به فصل ۱۷ کلید فولاد مراجعه می کنیم. ترکیب شیمیایی فولاد مجهول خودمان را با ترکیب شیمیایی شماره موادهای 1.0501 تا 1.0599 و 1.1100 تا 1.1199 تطبیق می دهیم. به دلیل عدم انطباق با ترکیب شیمیایی به خصوص مقدار کربن، بسیاری از این شماره موادهای کنار گذاشته می شوند. شماره مواد منطبق بر ترکیب شیمیایی فولاد مجهول را با توجه به اطلاعات و پیش فرض های دیگر بررسی می کنیم تا به شماره مواد فولاد مورد نظرمون دست یابیم.

سوال ۸ - تعدادی فولاد با نام و مشخصات زیر به ما داده شده است، شماره مواد و اطلاعات آن ها را در کلید فولاد چگونه پیدا کنیم؟

X5CrNiMo17-12-2 و X37CrMoV5-1, 30NiCrMo16-6, 42CrMo4, Ck45, S275JR

مفهوم نامگذاری فولادها به این صورت چیست؟ این نامگذاری طبق کدام استاندارد است؟

برای اینکه بتوانیم اطلاعات فولادهای داده شده را در کلید فولاد پیدا کنیم باید با نحوه ی نامگذاری فولادها آشنا بشویم. همان طور که گفته شد، شماره مواد، یک نوع نامگذاری بر اساس استاندارد DIN EN 10027-2 است که کاربرد زیادی به خصوص در صنعت کشورمان دارد. فولادها بر اساس شماره مواد آن ها شناخته می شوند و مشخصات آن ها با دانستن شماره موادشان به راحتی در دسترس خواهد بود. یک نوع نامگذاری دیگر فولادها در DIN EN بر اساس ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی و فیزیکی، نحوه تولید، کاربرد، عملیات حرارتی و غیره انجام می شود. نامگذاری فولادها بر این اساس طبق استاندارد DIN EN 10027-1 انجام می گیرد. توضیح کامل این استاندارد در بررسی هر یک از گروه های مختلف کلید فولاد و در ادامه ی این آموزش ارائه خواهد شد. اگر به طور مختصر توضیح دهیم، نامگذاری فولادها بر اساس ترکیب شیمیایی در سه حالت زیر انجام می گیرد:

۱- برای فولادهای غیر آلیاژی با مقدار منگنز کمتر از ۱ درصد:

نامگذاری این فولادها به این صورت است که اول حرف C می آید که اشاره به عنصر کربن دارد، پس از C از کاراکتر دو یا سه رقمی استفاده می شود که بیانگر درصد وزنی کربن فولاد است که در عدد صد ضرب شده است، برای مثال C45 دارای ۰/۴۵ درصد وزنی کربن است. پس از این ارقام، از یک حرف بزرگ انگلیسی استفاده می شود که معنای آن در استاندارد تعریف شده است. برای مثال حرف E در C45E به مفهوم این است که مقدار گوگرد فولاد باید یک مقدار حداکثر مشخصی کمتر از مقدار گوگرد C45 باشد. در استاندارد قبلی آلمانی (DIN 17006) به جای حرف E از حرف کوچک انگلیسی پس از حرف C استفاده می شد، برای مثال Ck45 که k به معنی میزان فسفر و گوگرد پایین در ترکیب شیمیایی فولاد نسبت به C45 است.

۲- برای فولادهای غیر آلیاژی با مقدار منگنز بیشتر از ۱ درصد و فولادهای آلیاژی با مجموع عناصر

آلیاژی کمتر از ۵ درصد:

در این فولادها، ابتدا مقدار کربن با ضریب ۱۰ نوشته می شود، سپس نماد عناصر عمده آلیاژی به ترتیب از عنصری با بیشترین مقدار تا کمترین مقدار قید شده و مقدار آن در ترکیب فولاد با ضرایب مخصوص طبق جدول زیر نوشته می شود.

جدول ۱- ضرایب عناصر آلیاژی در نامگذاری فولادها طبق استاندارد DIN EN 10027-1

ضریب	عنصر آلیاژی
۴	کروم، نیکل، سیلیسیم، منگنز، کبالت و تنگستن
۱۰	مولیبدن، مس، آلومینیوم، وانادیم، تیتانیوم، نئوبیوم، زیرکونیوم، تالیوم، سرب و بریلیوم
۱۰۰	نیتروژن، گوگرد، فسفر و سزیم
۱۰۰۰	بور

برای مثال X37CrMoV5 به این مفهوم است که این فولاد میانگین ۰/۳۷ درصد وزنی کربن، ۱ درصد وزنی کروم (۴ تقسیم بر ۴) و ۰/۴ درصد وزنی مولیبدن (۴ تقسیم بر ۱۰) دارد یا ۳۰ NiCrMo16-6 به این مفهوم است که این فولاد میانگین ۰/۳ درصد وزنی کربن، حدود ۴ درصد وزنی نیکل (۱۶ تقسیم بر ۴)، حدود ۱/۵ درصد وزنی کروم (۶ تقسیم بر ۴) و حدود ۰/۶ درصد وزنی مولیبدن (۶ تقسیم بر ۱۰) دارد.

۳- برای فولادهای زنگ نزن و فولادهای آلیاژی با مجموع عناصر آلیاژی بیشتر از ۵ درصد:

در این فولادها، ابتدا حرف بزرگ X به معنی کربن و سپس مقدار کربن با ضریب ۱۰ نوشته می شود و در ادامه نماد عناصر عمده آلیاژی به ترتیب از عنصری با بیشترین مقدار تا کمترین مقدار قید شده و مقدار آن در ترکیب فولاد بدون ضرایب مخصوص نوشته می شود. برای مثال X37CrMoV5-1 به این مفهوم است که این فولاد میانگین ۰/۳۷ درصد وزنی کربن، حدود ۵ درصد وزنی کروم، حدود ۱ درصد وزنی مولیبدن و مقداری (کمتر از یک درصد) وانادیم دارد یا X5CrNiMo17-12-2 به این مفهوم است که این فولاد میانگین ۰/۵ درصد وزنی کربن، حدود ۱۷ درصد وزنی کروم، حدود ۱۲ درصد وزنی نیکل و حدود ۲ درصد وزنی مولیبدن دارد.

پس از آشنایی مقدماتی با نحوه ی نامگذاری فولادها بر اساس ترکیب شیمیایی آن ها، پیدا کردن شماره مواد، گروه و مشخصات این فولادها در کلید فولاد به صورت های زیر ممکن است:

الف) به فصل ۱۸ کلید فولاد مراجعه می کنیم و بر اساس حرف یا رقم اول نماد نامگذاری، نام فولاد را در این فصل پیدا می کنیم. در مقابل نام فولاد، شماره فصل مربوط به آن در کتاب کلید فولاد نوشته شده است. با مراجعه به فصل مورد نظر، می توانیم شماره مواد و مشخصات آن فولاد را پیدا کنیم.

ب) از روی نماد فولاد می توانیم نوع و ترکیب شیمیایی آن را مشخص کنیم و طبق راهنمایی پاسخ سوال ۷، شماره مواد فولاد را پیدا کنیم.

ج) راحت ترین کار جستجو در نرم افزار کلید فولاد است.

سوال ۹- می خواهیم مهارت کار با کلید فولاد را به دست آورم، از کجا شروع کنم؟

برای کسب مهارت استفاده از کلید فولاد، باید با آن کار کنید، یعنی مراجعه به کلید فولاد جزئی از کار روزانه ی شما باشد. اگر زمان زیادی از آخرین مراجعه ی شما به کلید فولاد گذشته است و نیاز به مرور نحوه ی کار با کلید فولاد و آشنایی با نحوه ی نامگذاری و مشخصات فولادها در آن دارید، یا اگر می خواهید راهنمای کاملی برای این موضوع در اختیار داشته باشید، همچنین اگر مبتدی هستید، یا متخصص و کارشناس در زمینه ای غیر از مهندسی متالورژی بوده و علاقمند به آشنایی کاربردی با فولادها و کلید فولاد هستید و می خواهید بدون پرداخت هزینه های زیاد، با فولادها و روش کار با کلید فولاد آشنا شوید، با ادامه ی قسمت های بعدی این مطلب همراه ما باشید. مطالب به صورت آموزش نکته به نکته و گام به گام، سعی در پرداختن به همه مباحث مرتبط با فولادها و کلید فولاد را دارد.

فصل اول کلید فولاد

در فصل اول کلید فولاد، چهار رده از فولادها قرار گرفته اند که عبارتند از: فولادهای ساخت و ساز غیر آلیاژی (ساختمانی معمولی)، فولادهای سمانتاسیون، فولادهای نیترووره شونده و فولادهای خوش تراش یا اتومات. در این بخش، پرسش و پاسخ های مربوط به این گروه از فولادها تقدیم خوانندگان محترم می شود.

فولادهای ساخت و ساز غیر آلیاژی (ساختمانی معمولی)

سوال ۱۰- فولادهای ساختمانی معمولی یا فولادهای ساخت و ساز غیر آلیاژی چه نوع فولادهایی هستند؟

این فولادها در گروه فولادهای نرم (mild steel) با کربن کمتر از ۰/۲۵ درصد (کم کربن) قرار می گیرند و دارای خواص شکل پذیری سرد، جوشکاری و برشکاری عالی هستند. این فولادها در شکل های مختلف از جمله ورق، میلگرد، تیرآهن، نبشی و انواع لوله تولید می شوند و در حالت نرماله شده یا بدون عملیات حرارتی تحویل شده و به مصرف می رسند. برای این گروه از فولادها، به جز عملیات تنش گیری و نرماله کردن، عملیات حرارتی دیگری پیش بینی نشده است. کاربرد اصلی آن ها ساخت اسکلت و سازه های فلزی، انواع قطعات و ماشین آلات، اجزای ماشین، کشتی سازی و ... می باشد. به طور معمول، این فولادها به صورت محصول نهایی و تحت فرایندهای شکل دهی، برش و جوشکاری استفاده می شوند. فولادهای St 35، St 37، St 44، St 52 و St 60 از معروف ترین گریدهای این گروه از فولادها می باشد. به این فولادها در صنعت، فولاد نرمه معمولی هم می گویند و از پر مصرف ترین آلیاژهای فلزی هستند. به دلیل خواص شکل پذیری، برشکاری و جوشکاری عالی و خواص مکانیکی و قیمت مناسب این فولادها، آن

ها بیشترین استفاده را به عنوان مصالح ساختمانی در ساخت و ساز سازه ها و اسکلت های فلزی بناها و ساختمان ها، پل ها، سازه های شهری و غیره دارند. بیشترین مصرف این فولادها نیز همین کاربری است. فولادهای ساختمانی غیر آلیاژی در رده بندی استاندارد DIN EN 10027-2 جزء فولادهای رده تجاری و پایه (Base steels) با شماره مواد 1.00XX قرار می گیرند.

سوال ۱۱- نامگذاری St 37، St 44، St 52 و یا St 60 به چه مفهوم است؟ این نامگذاری چگونه انجام گرفته است؟

این نامگذاری طبق DIN 17006 انجام گرفته است که البته اکنون منسوخ شده ولی در صنعت ایران مورد استفاده قرار می گیرد. طبق DIN 17006، عدد پس از St معرف استحکام کششی نهایی فولاد بر حسب Kg/mm^2 است که با ضرب کردن آن در $9/81$ مقدار استحکام نهایی بر حسب N/mm^2 یا MPa به دست می آید. به عنوان مثال، استحکام کششی نهایی فولاد St 37 برابر 37 Kg/mm^2 یا حدود 362 MPa است.

سوال ۱۲- در برخی موارد از اعداد ۱ تا ۳ پس از نامگذاری St 37، St 44، St 52 و یا St 60 استفاده می شود، این اعداد به چه مفهوم هستند؟ St 37-2، St 44-2 و یا St 52-2 چه فرقی با St 37-3، St 44-3 و یا St 52-3 دارد؟ درجه کیفی فولاد چیست؟

در استاندارد DIN 17006، از اعداد ۱ تا ۳ برای رده بندی کیفیت فولاد پس از عدد مربوط به استحکام استفاده می شود، به عنوان مثال St 37-2. در رده بندی کیفیت این فولادها، درجه ۱ برای کارهای معمولی (معمولاً نوشته نمی شود)، درجه ۲ برای کارهای مهم و درجه ۳ برای فولادی با درجه خلوص بالا و خواص جوشکاری خوب در کارهای مهم بخصوص استفاده می شود. در واقع، عدد بزرگ تر بیانگر شرایط بهینه فولادسازی و کاهش عناصر مضر است. فولادهای درجه ۳ الزامات سخت گیرانه ای در قبال شکست ترد دارند و باید ترکیب شیمیایی و اکسیژن زدایی آن ها به نحوی باشد که بتوانند در آزمون ضربه، انرژی ضربه مناسبی طبق استاندارد در دماهای زیر صفر (۲۰- درجه سانتیگراد) داشته باشند. در فولادهای درجه ۲ نیازی به رعایت این الزامات نیست و انرژی ضربه آن ها در دمای ۲۰+ درجه سانتیگراد اندازه گرفته می شود. به دو جدول ۲ و ۳ برای مقایسه ترکیب شیمیایی و انرژی ضربه این فولادها طبق DIN 17100 توجه کنید. مشاهده می شود که مقدار عناصر کربن، فسفر، گوگرد و نیتروژن در ترکیب شیمیایی درجه ۳ نسبت به درجه ۲ کمتر است. این موضوع خواص کاربری فولاد به خصوص خواص مقاومت به ضربه و جوشکاری آن را بهبود می بخشد. استحکام مکانیکی درجه ۳ تفاوتی نسبت به درجه ۲ و ۱ ندارد.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی فولادهای ساختمانی طبق استاندارد DIN 17100

نام فولاد	حداکثر درصد کربن	حداکثر درصد فسفر	حداکثر درصد گوگرد	حداکثر درصد نیتروژن
St 37-2	0.21	0.065	0.065	0.010
St 37-3	0.19	0.050	0.050	-
St 44-2	0.24	0.060	0.060	0.010
St 44-3	0.23	0.050	0.050	-

جدول ۳- انرژی ضربه فولادهای ساختمانی طبق استاندارد DIN 17100

نام فولاد	عملیات حرارتی	دمای تست ضربه، درجه سانتیگراد	انرژی جذب شده در تست ضربه برای ضخامت ۱۰ تا ۱۶ میلی متر، ژول
St 37-2 و St 44-2	بدون عملیات حرارتی و نرماله شده	20+	27
St 37-3 و St 44-3	بدون عملیات حرارتی	0	27
St 37-3 و St 44-3	نرماله شده	20-	27

سوال ۱۳- گاهی از پسوندها و پیشوندهایی برای نامگذاری فولاد استفاده می شود، برای

مثال RSt37-2 یا St 52-3 U. مفهوم این پسوندها و پیشوندها چیست؟ RSt37-2، QSt 44-

St 52-3 U و St 37-2 چه فرقی با St 44-3 و St 52-3 دارد؟

در استاندارد DIN 17006 برخی پیشوندها و پسوندها جهت مشخص نمودن روش تولید یا بهینه سازی فولاد استفاده شده است. در جداول ۴ و ۵ به برخی از این علائم و مفهوم آن ها اشاره شده است. طبق این جدول، پیشوند R در ابتدای St 37-2 به این مفهوم است که باید فولاد St-37 از نوع فولاد کشته (آرام یا اکسیژن زدایی) باشد. در واقع با اضافه کردن پیشوند R، الزام اکسیژن زدایی فولاد در تحویل (Delivery) آن باید رعایت شود. فولاد-RSt 37 2 نسبت به St 37-2 دارای مقادیر کربن، گوگرد و فسفر کمتر بوده و استحکام بیشتری در مقاطع بالاتر از ۶۰ میلی متر ضخامت دارد.

جدول ۴- مفهوم پیشوند فولادها در استاندارد DIN 17006

پیشوند	مفهوم	مثال
A	فولاد مقاوم به پیری	A St 4
GS	فولاد ریختگی	GS-C25
f	سخت کاری القایی و شعله ای	Cf 45
K	مناسب برای شکل دهی غلتکی سرد	KSt 37-2
k	میزان فسفر و گوگرد پایین	Ck 45
m	گوگرد حدود ۰/۴-۰/۲ درصد	Cm 45
P	مناسب برای فورج قالب بسته	PSt 37-3
q	مناسب برای فرم دهی سرد	Cq 35
Q	مناسب برای خم کردن و لبه دار کردن با کار سرد	QST 37-3
R	فولاد کشته (آرام یا اکسیژن زدایی شده)	RSt 44-2
Ro	مناسب برای لوله های درزدار	RoSt 37-3
RR	به طور خاص کشته شده	RRSt 23
T	فولاد ساخت و ساز دانه ریز برای دمای کاری پایین	TStE 355
U	فولاد کشته نشده (ناآرام، جوشان یا اکسیژن زدایی نشده)	USt 34-2
M	فولاد زیمنس مارتین	MSt34-2
W	فولاد ساخت و ساز دانه ریز مقاوم در دمای بالا	WStE 255
Z	مناسب برای کشش براق	ZSt 37-2

جدول ۵- مفهوم پسوند فولادها در استاندارد DIN 17006

پسوند	مفهوم	مثال
G	آنیل شده	C22G
K	کشش سرد شده	St52-3K
N	نرماله شده	Ck 45 N
U	عملیات نشده	St 44-3 U
V	سخت کاری و برگشت شده	TStE690V
W	فولاد ابزار	C60W

سوال ۱۴- با منسوخ شدن استاندارد DIN 17006، فولادهای ساختمانی طبق کدام استاندارد DIN و چگونه نامگذاری می شوند؟ برای مثال نام جدید فولاد St 37 در استانداردهای آلمانی چیست؟

با تجميع استانداردهای DIN در استانداردهای اروپایی EN، استاندارد DIN EN 10027-1 جایگزین استاندارد DIN 17006 و نامگذاری جدید جایگزین نامگذاری های قدیمی مثل St 37 شده است. علیرغم این تغییرات، در صنعت کشورمان همچنان بیشتر از نام های قدیمی استفاده می شود. نامگذاری جدید این فولادها طبق استاندارد DIN EN 10027-1 بدین صورت است که ابتدا حرف S و سپس استحکام تسلیم فولاد بر حسب MPa قید می شود، برای مثال S235. در ادامه در صورت نیاز، نمادهای عملیات حرارتی و یا نمادهای آزمون ضربه و سپس نمادهای اضافی جهت مشخص نمودن برخی شرایط ویژه ساخت، پوشش کاری و ... قید می شود. این نامگذاری در شکل زیر نشان داده شده است.

Table 1 — Structural steels

Principal symbols			Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products		
G S n n n an			+an +an		a		
Principal symbols			Additional symbols				
Letter	Mechanical property	For steel				For steel product	
		Group 1 ^b		Group 2 ^{c d}			
G = steel casting (where necessary) S =structural steel	nnn = specified minimum yield strength ^e in MPa ^f for the smallest thickness range	Impact property Energy Joules (J)		Test temperature °C	C = Special cold forming D = Hot dip coating E = Enamelling F = Forgings H = Hollow section L = Low temperature M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalised rolled P = Sheet piling Q = Quenched and tempered S = Ship building T = Tubes W = Weather resistant an = Chemical symbol of specified additional elements, e.g Cu, together, where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0,1%) of that specified range of the content of that element	Tables 16, 17 and 18	
		27J	40J				60J
		JR	KR				LR
		J0	K0				L0
		J2	K2				L2
		J3	K3				L3
		J4	K4				L4
		J5	K5				L5
		J6	K6				L6
		A = Precipitation hardening M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalised rolled Q = Quenched and tempered G = Other characteristics followed, where necessary by 1 or 2 digits					
^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters. ^b Symbols A, M, N and Q in Group 1 apply to fine grain steels. ^c Symbols of Group 2, other than chemical symbols, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard. ^d If two of the symbols of this Group are needed the chemical symbol shall be the last one. ^e The term "yield strength" refers to upper or lower yield strength (<i>R_{m1}</i>) or (<i>R_{m2}</i>) or proof strength (<i>R_e</i>), or proof strength total extension (<i>R_t</i>) depending on the requirement specified in the relevant product standard. ^f 1 MPa = 1 N/mm ² .							

شکل ۲- نامگذاری فولادهای ساختمانی در استاندارد DIN EN 10027-1

برای نماد آزمون ضربه، بر اساس جدول زیر در داخل شکل بالا عمل می کنیم. ستون های این جدول، انرژی جذب شده در آزمون ضربه در مقادیر ۲۷، ۴۰ و ۶۰ ژول است. ردیف های آن نیز، دمای آزمون بر حسب درجه

سانتیگراد است. برای مثال، نماد K3 به این معنی است که آزمون ضربه این فولاد در دمای ۳۰- درجه سانتیگراد، می تواند ۴۰ ژول انرژی جذب کند.

Impact property Energy Joules (J)			Test tempe- rature
27J	40J	60J	°C
JR	KR	LR	20
J0	K0	L0	0
J2	K2	L2	-20
J3	K3	L3	-30
J4	K4	L4	-40
J5	K5	L5	-50
J6	K6	L6	-60

شکل ۳- نمادهای آزمون ضربه در نامگذاری فولادهای ساختمانی طبق استاندارد DIN EN 10027-1

به عنوان مثال، S235JR معرف فولادی با تنش تسلیم ۲۳۵ MPa است و نماد JR اشاره به این دارد که آزمون ضربه این فولاد در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، می تواند ۲۷ ژول انرژی جذب کند. نماد روتین ولی قدیمی این فولاد St 37 می باشد.

سوال ۱۵- در کلید فولاد، کدام گرید از فولادهای ساختمانی معمولی معرفی شده است؟ چه عناصری و به چه مقدار در ترکیب شیمیایی فولادهای ساختمانی معمولی موجود است؟ استحکام مکانیکی فولادهای ساختمانی معمولی چقدر است؟

در فصل اول کلید فولاد، فولادهای ساختمانی با رده ی استحکامی ۳۳ تا ۷۰ کیلوگرم بر میلی متر مربع معرفی شده است، یعنی فولادهای St 33 تا St 70. مشخصات این فولادها در استاندارد قدیمی DIN 17100 ارائه شده است. جایگزین استاندارد منسوخ شده ی DIN 17100، استاندارد DIN EN 10025-2 است. در جداول زیر، استحکام کششی، تنش تسلیم، نام جدید و ترکیب شیمیایی برخی از این فولادهای ساختمانی ارائه شده است.

جدول ۶- مشخصات برخی فولادهای مهم ساختمانی طبق استاندارد DIN EN 10025-2

شماره مواد	نماد فولاد طبق DIN EN 10027-1	استحکام کششی برای ضخامت کمتر از ۳ میلی متر، MPa	حداقل تنش تسلیم برای ضخامت کوچکتر مساوی ۱۶ میلی متر، MPa	نماد پیشین DIN 17100
1.0035	S185	310-540	185	St 33
1.0038	S235JR	360-510	235	RSt 37-2
1.0044	S275JR	430-580	275	St 44-2
1.0050	E295	490-660	295	St 50-2
1.0060	E335	590-770	335	St 60-2
1.0114	S235J0	360-510	235	St 37-3 U
1.0143	S275J0	430-580	275	St 44-3 U
1.0553	S355J0	510-680	355	St 52-3 U

جدول ۷- ترکیب شیمیایی برخی فولادهای مهم ساختمانی طبق DIN EN 10025-2:2005

شماره مواد	نماد پیشین DIN 17100	کربن (برای ضخامت قطعه کوچکتر مساوی ۱۶)	سیلیسیم	منگنز	فسفر	گوگرد	نیتروژن	مس
1.0035	St 33	-	-	-	-	-	-	-
1.0038	RSt 37-2	0.19	-	1.5	0.045	0.045	0.014	0.6
1.0044	St 44-2	0.24	-	1.6	0.045	0.045	0.014	0.6
1.0050	St 50-2	-	-	-	0.055	0.055	0.014	-
1.0060	St 60-2	-	-	-	0.055	0.055	0.014	-
1.0114	St 37-3 U	0.19	-	1.5	0.04	0.04	0.014	0.6
1.0143	St 44-3 U	0.21	-	1.6	0.04	0.04	0.014	0.6
1.0553	St 52-3 U	0.23	0.6	1.7	0.04	0.04	0.014	0.6

سوال ۱۶- در صنایع خودروسازی، لوازم خانگی و تجهیزات اداری، ورق های روغنی از جنس فولاد St 12، St 13 و یا St 14 استفاده می شود. St 12، St 13 و یا St 14 چه نوع فولادی است؟

St 12، St 13 و St 14 فولادهای ساده کربنی هستند که به شکل کلاف و ورق با فرایند نورد سرد تولید می شوند. این فولادها از عملیات نورد سرد ورق های فولادی که قبلاً تحت عملیات نورد گرم قرار گرفته و پوسته زدایی هم شده اند به دست می آیند و ماده اولیه ساخت بسیاری از محصولات صنعتی نظیر لوازم خانگی، خودرو، تجهیزات اداری و غیره هستند. ورق فولاد کربنی سرد نوردیده در ضخامت های ۰/۳ میلی متر تا معمولاً ۴ میلی متر تولید می شود. به

منظور جلوگیری از زنگ زدگی این ورق ها معمولاً سطح آن ها را روغن اندود می کنند. این روغن به راحتی با شوینده های قلیایی پاک می شود. در صنعت به ورق های سرد نوردیده، ورق های روغنی هم می گویند. ورق های روغنی پایه ی تولید ورق های رنگی گالوانیزه (ورق های رنگی) هستند. در واقع ورق رنگی از ورق های سفیدی تولید می شود که با گالوانیزه کردن ورق های روغنی به دست آمده اند. ورق های روغنی در صنعت خودرو از جمله بدنه، فیلتر و اگزوز، صنایع لوازم خانگی، رادیاتورسازی، ساخت تجهیزات اداری، ساخت بشکه و مخازن فلزی و غیره کاربرد دارند.



شرکت‌های فولاد مبارکه اصفهان، شرکت هفت الماس و شرکت فولاد غرب آسیا از تولید کنندگان مهم ورق‌های روغنی در داخل کشور هستند. ورق‌های روغنی وارداتی نیز بیشتر محصول کشورهای قزاقستان، روسیه، کره و چین می‌باشند.



ورق‌های فولادی سرد نوردیده که تحت نورد پوسته ای (Skin Pass) قرار می‌گیرند، تمایل به کرنش سختی داشته و با گذشت مدت زمانی پس از تولید، نشانه‌های سطحی ناشی از نوارهای تغییر شکل (باندهای لودر) یا شیار زدگی در حین شکل دهی محصول در سطح ورق‌ها ظاهر می‌شود. مدت زمان ظهور این نوارهای سطحی با توجه به کیفیت ورق متفاوت است ولی توصیه می‌شود زمان بین تولید محصول و مصرف آن حداقل باشد، از انبارش این نوع

فولادها به مدت طولانی خودداری شود و یا در صورت انبارداری بیش از آن زمان، عملیات صافکاری غلتکی موثری قبل از مصرف توسط مشتری انجام شود. ورق فولادی سرد نوردیده معمولاً با پرداخت مات و ظاهر کدر که برای رنگ آمیزی تزئینی مناسب است تولید می شود. البته بر حسب کاربرد و نیاز مشتری برخی ورق های سرد نوردیده با پرداخت براق و شفاف هم تولید می شود.

فولادهای سرد نوردیده معمولاً در دو نوع کیفیت تولید می شود:

۱- کیفیت معمولی :

محصول تولید شده با این کیفیت، دارای شرایط سطحی در حد یک محصول نرمال سرد نوردیده و عاری از ترک های سطحی، لایه لایه بودن و دیگر عیوب مضر برای فرایندهای بعدی مثل شکل دهی و پوشش دهی سطحی است. هر دو سطح این ورق دارای یک کیفیت است. ورق تولید شده با این کیفیت را ورق معمولی یا ورق سرد ۱ می گویند. این ورق (یا کلاف) در استاندارد DIN 1623-1 به نام ورق فولاد St 12 یا St 1203 نامگذاری شده است و کاربرد آن در مصارف عمومی است، جایی که ورق به صورت تخت یا برای خم کردن و شکل دهی ساده استفاده می شود. پرداخت نهایی سطح این ورق ها در حد rough با صافی سطح بزرگ تر از $1/6$ میکرون است. این ورق ها را برای پیشگیری از ظهور نشانه های سطحی ناشی از نوارهای تغییر شکل تا ۱۰ هفته (تا ۳ ماه در استاندارد جدید) پس از تولید به مصرف نهایی می رسانند. ورق فولادی St 12 معمولاً با نام ورق روغنی معمولی برای صنعتگران شناخته می شود. این فولاد جوش پذیر است.

۲- کیفیت کششی :

ورق های تولیدی با این کیفیت معمولاً دارای یک سطح مثل شرایط سطحی ورق با کیفیت معمولی و یک سطح بهتر و عاری از عیوبی هستند که بر ظاهر یکنواخت کیفیت سطح رنگ شده و یا دارای پوشش الکترولیتی تاثیر بگذارد. بر حسب نیاز مشتری، هر دو سطح را هم می توان با کیفیت بهتر تولید کرد. ورق های تولید شده با این کیفیت شامل ورق نیمه کشش یا ورق سرد ۲ و ورق فوق کشش (کشش عمیق) یا ورق سرد ۳ است. ورق (یا کلاف) نیمه کشش و فوق کشش در استاندارد DIN 1623-1 به ترتیب به نام ورق فولاد St 13 و St 14 نامگذاری شده است و برای کاربردهای کشش یا شکل دادن عمیق مناسب هستند. این فولادها در فرایند تولید به طور خاص با آلومینیوم اکسیژن زدایی می شوند. پرداخت نهایی سطح این ورق ها با صافی سطح بیشتری نسبت به ورق های معمولی انجام می شود. مقدار صافی سطح بر حسب کاربرد یا نیاز مشتری تعیین می شود. این ورق ها را برای پیشگیری از ظهور نشانه های سطحی ناشی از نوارهای تغییر شکل تا ۶ ماه پس از تولید به مصرف نهایی می رسانند. ورق فولادی St 13 معمولاً با نام ورق روغنی نیمه کشش و ورق فولادی St 14 معمولاً با نام ورق روغنی فوق کشش برای صنعتگران شناخته می شود. این فولادها جوش پذیر هستند.

سوال ۱۷- شماره مواد فولادهای St 12، St 13 و یا St 14 چیست؟ فولادهای St 12، St 13 و

یا St 14 در کدام گروه از کلید فولاد قرار می گیرند؟

شماره مواد فولادهای St 12، St 13 و St 14 طبق جدول زیر است:

شماره مواد	نام فولاد
1.0330	St 12
1.0347	St 13
1.0338	St 14



فولاد St 13 طبق استاندارد DIN 1623-1 در حالت اکسیژن زدایی نشده (کشته نشده یا ناآرام) هم تولید می شود. شماره مواد St 13 اکسیژن زدایی نشده هم 1.0333 است.

این فولادها در هیچ یک از گروه های کلید فولاد دسته بندی نشده است ولی در فصل ۱۷ کلید فولاد که فهرست فولادها بر حسب شماره مواد لیست شده است، به آن ها هم اشاره شده است.

سوال ۱۸- فولادهای St 12، St 13 و یا St 14 تحت چه استانداردی تولید می شوند؟ مشخصات

شیمیایی و مکانیکی فولادهای St 12، St 13 و یا St 14 چگونه است؟

نامگذاری St 12، St 13 و St 14 بر روی این فولادها طبق استاندارد قدیمی و منسوخ شده ی DIN 1623-1 است. در حال حاضر استاندارد DIN EN 10130 جایگزین DIN 1623-1 شده است. در استاندارد جدید خبری از نامگذاری St 12، St 13 و St 14 نیست و به ترتیب نام های DC01، DC03 و DC04 جایگزین آن ها شده است.

مشخصات شیمیایی و مکانیکی ورق های فولادی سرد نوردیده در DIN 1623-1 طبق جدول زیر است:

جدول ۸- مشخصات شیمیایی و مکانیکی ورق های فولادی سرد نوردیده در DIN 1623-1

فولاد	مقدار کربن %، max	مقدار نیتروژن %، max	استحکام کشش نهایی، MPa	حداکثر تنش تسلیم، MPa	حداقل درصد ازدیاد طول	سختی، راکول B
St 12	0.1	0.007	270-410	280	28	65
St 13	0.1	نیتروژن زدایی با آلومینیوم	270-370	240	34	55
St 14	0.08	نیتروژن زدایی با آلومینیوم	270-350	210	38	50

مشخصات شیمیایی و مکانیکی ورق های فولادی سرد نوردیده در DIN EN 10130 طبق جدول زیر است:

جدول ۹- مشخصات شیمیایی و مکانیکی ورق های فولادی سرد نوردیده در DIN EN 10130

فولاد	شماره مواد	حداکثر مقدار کربن %	حداکثر مقدار فسفر %	حداکثر مقدار گوگرد %	حداکثر مقدار منگنز %	استحکام کشش نهایی، MPa	حداکثر تنش تسلیم، MPa	حداقل درصد ازدیاد طول
DC01	1.0330	0.12	0.045	0.045	0.60	270-410	280	28
DC03	1.0347	0.10	0.035	0.035	0.45	270-370	240	34
DC04	1.0338	0.08	0.030	0.030	0.40	270-350	210	38

سوال ۱۹- فرایند تولید فولادهای St 12، St 13 و یا St 14 چگونه است؟ تکنولوژی نورد سرد

که در تولید فولادهای St 12، St 13 و یا St 14 استفاده می شود چیست؟

فرایند تغییر شکل پلاستیک ماده از طریق عبور آن از بین غلتک هایی که در دو جهت مخالف می چرخند به نورد (rolling) موسوم است. نورد از حیث دمای انجام عملیات شکل دهی به دو گروه نورد سرد و نورد گرم تقسیم می شود. نورد گرم در دمای بالاتر از دمای تبلور مجدد فلز انجام می شود. دمای شروع نورد گرم بر روی تختال (slab) فولاد کربنی حدود ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد و دمای محصول در قفسه نهایی نورد گرم نیز در حدود ۸۰۰-۹۰۰ درجه سانتیگراد است. این فرایند اجازه می دهد تا تختالی با ضخامت حدود ۲۵۰ میلی متر در پایان نورد گرم به یک تسمه (strip) دو میلی متری تبدیل شود.



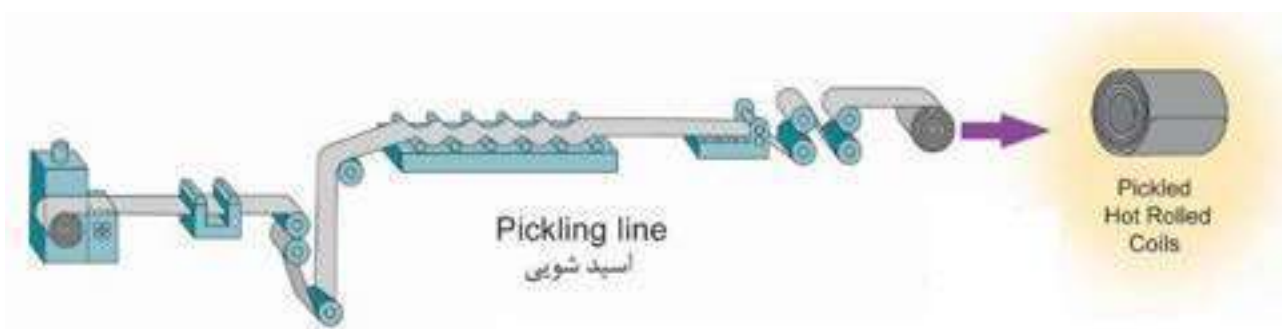
از نورد سرد معمولاً در دمای اتاق و حداکثر تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد برای تولید ورق و تسمه با پرداخت سطحی و تفرانس دقیق تر در مقایسه با تسمه نورد گرم استفاده می شود. ورودی نورد سرد ورق فولادی، کلاف نورد گرم و اسید شویی شده ی حاصل از دستگاه نورد گرم پیوسته است.



فرایند تولید ورق های نورد سرد از تسمه های نورد گرم معمولاً شامل واحدها یا مراحل زیر است:

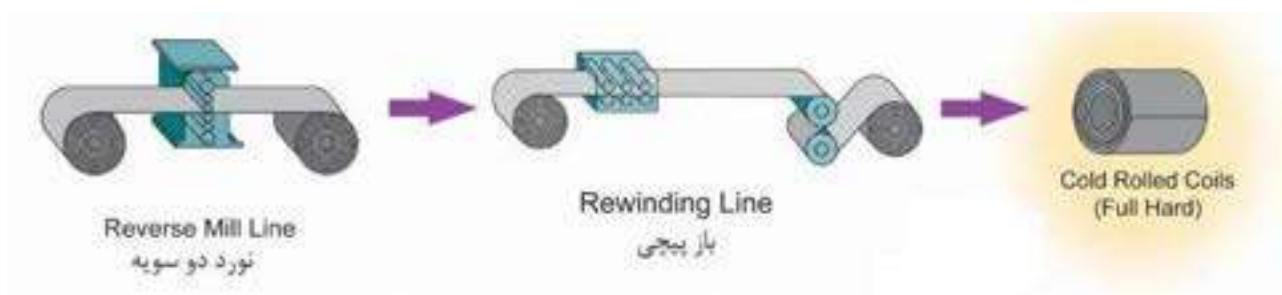
اسید شویی (Pickling)

تسمه حاصل از نورد گرم به منظور حذف پوسته های اکسیدی در مخازن اسید (معمولاً اسید کلریدریک) اسید شویی می شود، سپس با آب گرم شسته شده، با عبور از تونل هوای گرم خشک می شود و در نهایت پس از روغن کاری مجدداً به صورت کلاف پیچیده می شود.



نورد سرد (Cold Roll)

ورق اسید شویی شده معمولاً در دستگاه نورد سرد رفت و برگشتی (Reversing cold roll mill) نورد شده و کاهش ضخامت می دهد. این نوع دستگاه، دارای کلاف بازکن و کلاف جمع کن (Tension Reels) در دو سمت قفسه نورد است. ورق به دفعات به صورت رفت و برگشتی از بین غلتک ها عبور می کند تا به ضخامت مورد نظر برسد. پس از پایان نورد، ورق برای کاهش کشش ناشی از پیچش و لبه بری کویل ها و ارسال آن برای عملیات حرارتی دوباره به صورت کلاف پیچیده می شود.



شستشوی الکترولیتی :

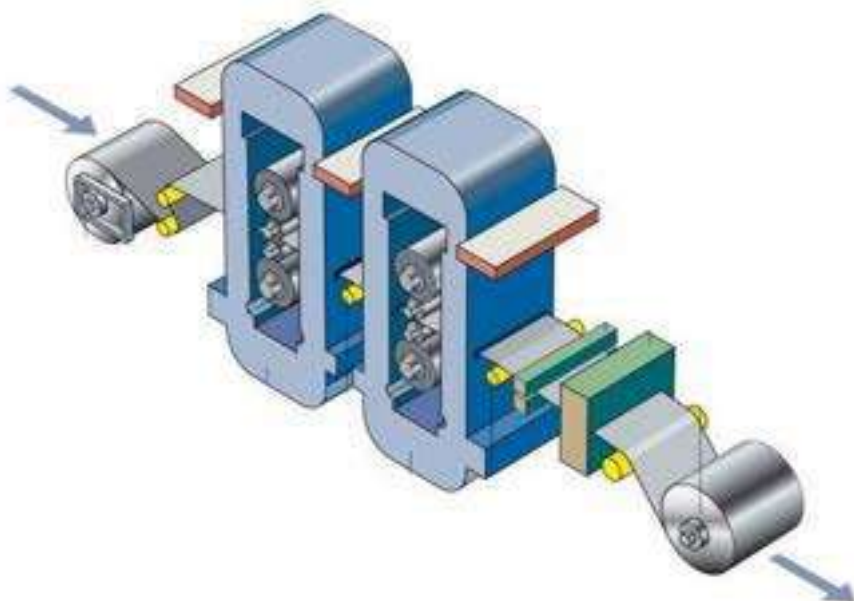
شستشوی الکترولیتی به منظور رفع آلودگی ها و چربی های سطحی، پودر آهن و ذرات غیر آهنی جامد ناشی از فرآیند نورد سرد انجام می شود. این مرحله در برخی واحدهای تولیدی ممکن است انجام نشود.

بازپخت :

به منظور بهبود و همگن سازی ساختار متالورژیکی و همچنین دستیابی به خواص مکانیکی مورد نظر، کلاف ها را بازپخت یا آنیل می کنند.

نورد پوسته ای (Skin Pass Rolling) یا تمپر رولینگ میل (Temper Rolling Mill) :

محصول آنیل شده به منظور صاف کردن ورق و کاهش موج، ایجاد سختی و زبری در سطح ورق بر اساس درخواست مشتری و بهبود خواص مکانیکی تحت عملیات نورد پوسته ای در یک یا دو قفسه چهار غلتکه قرار می گیرد. معمولاً با نورد پوسته ای اندکی کاهش در ضخامت ورق ایجاد می شود.





اصلاح نهایی (Tension Leveling) :

در این مرحله، عملیات نهایی صافکاری، حذف موج و لبه بری ورق سرد نورد شده صورت می گیرد و ورق به تختی مطلوب می رسد. در نهایت ورق به منظور جلوگیری از زنگ زدگی، روغن کاری می شود.

فولادهای سمانتاسیون

پرسش ۲۰- فولادهای سمانتاسیون چه نوع فولادهایی هستند؟

در بسیاری از کاربردهای صنعتی نیاز به قطعات فولادی است که دارای سطحی سخت بوده و در عین حال از چقرمگی یا مقاومت به ضربه خوبی نیز برخوردار باشند. برای مثال قطعاتی مانند میل لنگ، میل بادامک و چرخ دنده باید سطحی بسیار سخت و مقاوم در برابر سایش داشته باشند، ضمن آنکه دارای استحکام مکانیکی خوبی هم بوده و بسیار چقرمه و مقاوم در برابر ضربه های وارده در حین کار باشند. این خواص را در برخی قطعات فولادی می توان با عملیات حرارتی سخت کردن سطحی به وجود آورد. روش های مختلف عملیات حرارتی به منظور سخت کردن سطح قطعات عموماً به سه دسته زیر تقسیم می شود:

۱- عملیات حرارتی - شیمیایی یا نفوذی که منجر به تغییر ترکیب شیمیایی سطح فولاد و یا نفوذ یک عنصر بین نشین یا جانشین به داخل قطعه می شود مانند کربن دهی، نیتروژن دهی، کربن نیتروژن دهی، بور دهی و غیره.

۲- عملیات حرارتی موضعی بدون تغییر ترکیب شیمیایی سطح مانند سخت کردن القایی و شعله ای

۳- سایر روش های سخت کردن سطحی مانند سخت کردن لیزری، پلاسمایی و پرتو الکترونی، عملیات حرارتی سطحی به روش القا یا کاشت یون



فولادهای سمانتاسیون فولادهای ساده کربنی و یا کم آلیاژ کم کربنی هستند که می توان مقدار کربن در سطح آن ها را به روش کربن دهی به حدی افزایش داد که ساختار سطح آن ها پس از سرد شدن سریع از دمای آستنیت به زمین ی مارتنزیتی پر کربن با سختی بالا تبدیل شود. در این صورت سطحی مقاوم به سایش و خستگی از میکروساختار مارتنزیت سخت پر کربن بر روی مغزی نرم و مقاوم به ضربه با میکروساختار مارتنزیت کم کربن یا پرلیت و فریت تشکیل می شود .

فولادهای سمانتاسیون دارای کربن پایین به مقدار ۰/۰۷ تا ۰/۲۵ درصد هستند. این درصد کربن موجب می شود تا مغز قطعه کربن داده شده از چقرمگی و انعطاف پذیری خوبی برخوردار باشد. فولادهای سمانته آلیاژی دارای عناصر آلیاژی منگنز، کروم، نیکل و مولیبدن و ... هستند که استحکام و سختی پذیری آن ها را افزایش می دهد.

پرسش ۲۱- مقدار کربن سطحی و سختی فولادهای سمانته یا کربوره شده چقدر است؟

سختی سطح فولاد سمانتاسیون عمدتاً تابع درصد کربن آن است. با افزایش درصد کربن به بیش از ۰/۵ درصد، کربن اضافی اثر چندانی بر روی سختی ندارد ولی موجب افزایش سختی پذیری می شود. کربن سطح را در محدوده ۰/۸-۱ درصد و معمولاً ۰/۹ درصد نگه می دارند. در صورت افزایش درصد کربن سطحی، خطر تشکیل آستنیت باقیمانده، کاربید آزاد و ماتنزیت ترد و شکننده ناشی از کربن زیاد وجود دارد. تشکیل این فازها اثرات سوء بر روی توزیع تنش های باقیمانده در پوسته داشته و باعث افت سختی (در اثر آستنیت باقیمانده زیاد) یا تردی زیاد قطعه و مشکلات ماشینکاری و فرایندهای بعدی بر روی قطعه می شود.

سختی سطح و مغز قطعه کربن دهی شده تابعی از عوامل مختلف همچون نوع فولاد، مقدار کربن، عناصر آلیاژی و سختی پذیری آن، دمای سخت کردن، سرعت سرد کردن، روش کربن دهی، ابعاد قطعه و غیره است. در حالت کلی، سختی سطح فولاد سمانتاسیون در حدود ۶۵-۵۰ راکول C و سختی مغز آن در فاصله ۱/۶ میلی متری از سطح در حدود ۵۰ راکول C و در فاصله ۱۰ میلی متری از سطح یک میله به قطر ۵۰ میلی متر معمولاً کمتر از ۲۲ راکول C است.

پرسش ۲۲- ضخامت لایه سخت شده یا عمق سخت کاری به روش کربن دهی چقدر است؟

عمق سخت شده بستگی به عوامل مختلفی چون نوع فولاد و سختی پذیری آن، میزان کربن سطحی، ضریب نفوذ کربن در آستنیت، زمان و دمای کربن دهی، محیط کوئنچ، سرعت سرد شدن، اندازه و ابعاد قطعه و غیره دارد. تحت شرایطی که در ضمن سرد کردن سریع در لایه کربن داده شده فقط مارتنزیت تشکیل شود، ضخامت لایه سخت شده

معادل فاصله سطح تا محلی در داخل نمونه است که میزان کربن آن برابر با ۰/۴ درصد (سختی ۵۵۰ ویکرز یا حدود ۵۲ راکول C) باشد. ضخامت لایه سخت شده با مقطع زدن نمونه و سختی سنجی و یا بررسی سطح مقطع شکست نمونه با بزرگنمایی حداقل ۱۰ برابر می تواند مشخص شود. از سوی دیگر ضخامت لایه سخت شده با یک دقت نسبتاً خوبی از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$X = K.t^{1/2}$$

که در این رابطه، X ضخامت لایه سخت یا کربن داده شده بر حسب میلی متر، t زمان کربن دهی بر حسب ساعت و K تابع دمای کربن دهی است. مقدار K در دماهای ۸۷۵، ۹۰۰ و ۹۲۵ درجه سانتیگراد به ترتیب ۰/۳۴، ۰/۴۱ و ۰/۵۲ است. برای مثال عمق سخت کاری یا ضخامت لایه سخت شده وقتی که دما و زمان کربن دهی به ترتیب ۹۰۰ درجه سانتیگراد و ۱۲ ساعت است، طبق رابطه فوق برابر با ۱/۴۲ میلی متر است.

ضخامت لایه سخت شده برای کاربردهای معمول صنعتی در حدود ۱/۵ میلی متر است.

پرسش ۲۳ - کربن دهی به فولاد چگونه انجام می شود؟ چگونه می توان کربن را به داخل

فولاد نفوذ داد؟

کربن دهی فرایند اضافه کردن کربن به سطح فولاد کم کربن است که معمولاً در محدوده دمایی ۸۵۰-۹۵۰ درجه سانتیگراد انجام می شود. در این محدوده دمایی، ساختار فولاد شامل آستنیت است که حد حلالیت زیادی نسبت به کربن دارد. هنگامی که فولاد در این محدوده دمایی برای مدت زمان مشخص در تماس با مواد کربن ده قرار می گیرد،

کربن اتمی از مواد کربن ده آزاد شده، جذب سطح فولاد می شود و سپس به داخل آن نفوذ کند. به این ترتیب سطح قطعه را فولاد پر کربن و مغز آن را فولاد کم کربن تشکیل می دهد.

پرسش ۲۴- کربن دهی به چه روش هایی انجام می شود؟ از چه نوع موادی برای کربن دهی به سطح فولاد استفاده می شود؟

کربن دهی به فولاد معمولاً با روش های زیر انجام می شود:

- کربن دهی جامد یا پودری (Pack Carburizing)
- کربن دهی مایع یا کربن دهی در حمام نمک (Liquid or Salt Bath Carburizing)
- کربن دهی گازی (Gas Carburizing)
- کربن دهی در خلاء (Vacuum Carburizing)
- کربن دهی پلاسما (Plasma Carburizing)

در بین این روش ها، روش های متداول در صنعت ایران سه روش کربن دهی جامد، مایع و گازی است. این دسته بندی بر اساس محیط کربن دهی و مواد کربن ده مورد استفاده در آن است. بر این اساس از سه گروه مواد جامد، مایع و گاز برای کربن دهی استفاده می شود. در کربن دهی پودری یا جامد، قطعات فولادی را همراه با مواد کربن ده جامد در یک جعبه فولادی معمولاً از جنس فولاد نسوز موسوم به جعبه سمانتاسیون بسته بندی می کنند. پس از بسته بندی، در جعبه را به کمک مواد نسوز مانند آزبست و یا خاک رس به نحوی می بندند که هیچ گونه تبادل هوا با خارج نداشته باشد. این جعبه را تا دمای کربن دهی (اغلب بین ۹۲۵-۸۷۵ درجه سانتیگراد) حرارت می دهند و

برای مدت زمان مشخصی در این دما نگه می دارند. از واکنش های شیمیایی داخل جعبه، گاز منو اکسید کربن تشکیل می شود که این گاز در سطح فولاد تجزیه شده و تولید کربن اتمی می کند. در دمای بالا (ناحیه تک فازی آستنیت)، کربن اتمی جذب سطحی فولاد می شود و سپس به داخل آن نفوذ می کند.

در کربن دهی مایع، قطعات فولادی را در داخل حمام مذاب غنی از سیانید در دمایی بین ۸۵۰-۹۵۰ درجه سانتیگراد وارد می کنند و برای مدت زمان مشخصی نگه می دارند. در این روش نیز، در اثر واکنش های شیمیایی مختلف، نیتروژن و منو اکسید کربن در سطح فولاد آزاد می شود. با تجزیه منو اکسید کربن به کربن اتمی، کربن و نیتروژن اتمی در سطح فولاد جذب و به صورت بین نشینی نفوذ می کنند.

در کربن دهی گازی، قطعات فولادی را در حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد برای مدت زمان مشخص در محیطی شامل گاز یا مخلوطی از گازهایی که بتوانند در سطح فولاد تجزیه شده و تولید کربن اتمی کنند قرار می دهند.

پرسش ۲۵ - کربن دهی جامد در چه موادی انجام می گیرد؟ ترکیب مواد کربن ده پودری یا

جامد چیست؟ در حضور مواد کربن ده جامد، کربن اتمی چگونه تولید می شود؟

مواد کربن ده جامد از یک عامل کربن زا (اغلب زغال چوب و یا کک) و حدود ۲۰-۶ درصد مواد انرژی زا مثل کربنات باریم، کربنات سدیم (سودا)، کربنات کلسیم (پتاس)، سود خشک و یا مخلوطی از آن ها تشکیل شده است. به دلیل محبوس شدن مقداری اکسیژن به همراه مواد کربن ده در جعبه سمانتاسیون، کربن دهی بدون حضور مواد انرژی زا نیز امکان پذیر است ولی به علت محدود بودن اکسیژن، به نحو مطلوبی صورت نمی گیرد. در غیاب مواد انرژی زا، با ترکیب اکسیژن با ذغال، گاز دی اکسید کربن (CO_2) در دماهای پایین تشکیل می شود. با ادامه حرارت دادن و در دماهای بالاتر، این گاز با زغال ترکیب شده و تبدیل به گاز منو اکسید کربن (CO) می شود. با افزایش دما

گاز CO بیشتری تولید می شود. گاز CO در سطح فولاد تجزیه شده و کربن اتمی تولید می کند. این کربن اتمی در دمای کربن دهی ابتدا جذب سطحی فولاد می شود و سپس به داخل آن نفوذ می کند. در غیاب مواد انرژی زا، سرعت کربن دهی پایین بوده و حداکثر درصد کربن سطح فولاد نیز پایین (در حدود ۰/۶۵ درصد) است. در حضور مواد انرژی زا، درصد کربن سطح و سرعت کربن دهی افزایش می یابد. این مواد در ضمن گرم شدن و در دمای کربن دهی به تدریج تجزیه شده و گاز CO₂ حاصل می شود. این گاز با ذغال ترکیب شده و گاز CO فعال تولید می کند. گاز CO در سطح فولاد تجزیه شده و کربن اتمی تولید می کند.



ویدیویی از فرایند کربن دهی جامد را [اینجا](#) از عصر مواد ببینید.

پرسش ۲۶ - کربن دهی مایع در چه حمامی انجام می گیرد؟ ترکیب حمام کربن زای مایع چیست؟ در حضور مواد کربن زای مایع، کربن اتمی چگونه تولید می شود؟

کربن دهی مایع در حمام های سیانور انجام می شود. این حمام ها معمولاً متشکل از مخلوطی از مذاب نمک ها شامل ۱۰ تا ۵۰ درصد سیانور فلزات قلیایی نظیر سیانور سدیم و یا سیانور پتاسیم، تا حداکثر ۴۰ درصد کربنات سدیم و مقادیر متفاوتی از کلرید سدیم، کلرید پتاسیم و یا کلرید باریم در دمایی حدود ۸۵۰-۹۵۰ درجه سانتیگراد انجام می گیرد. در این حمام ها، نمک های سیانور عامل فعال و کربن زا هستند. سیانور سدیم کارایی بهتری نسبت به سیانور پتاسیم دارد. نمک های خنثی نظیر کربنات سدیم، کلرید سدیم، کلرید پتاسیم و یا کلرید باریم را به منظور تنظیم غلظت سیانور، کنترل دمای ذوب، سیالیت و ترکیب مناسب حمام اضافه می کنند. در این حمام های مذاب، سیانور مذاب (NaCN) ابتدا در سطح حمام و در تماس با اکسیژن هوا تبدیل به سیانات سدیم (NaCNO) می شود. سیانات تولید شده در سطح تماس با فولاد تجزیه شده و منو اکسید کربن و نیتروژن اتمی آزاد می کند. منو اکسید کربن نیز در سطح فولاد تبدیل به کربن اتمی می شود. در نهایت، کربن و نیتروژن اتمی در سطح فولاد جذب شده و سپس در داخل آن نفوذ می کند.



پرسش ۲۷ - کربن دهی گازی در حضور چه گازهایی انجام می گیرد؟ ترکیب گازهای کربن ده چیست؟ در حضور گازهای کربن ده، کربن اتمی چگونه تولید می شود؟

برای کربن دهی گازی از یک کوره با اتمسفری شامل مخلوطی از گازهای کربن زا و گاز اندوترمیک موسوم به گاز حامل استفاده می شود. گاز کربن زا گاز طبیعی (متان) است ولی می توان از سایر هیدروکربن ها مثل اتان و یا پروپان هم استفاده کرد. گاز حامل برای رقیق کردن اتمسفر و واکنش با هیدروکربن های گازی استفاده می شود و یک مخلوط گازی از نوع اندوترمیک است که در یک واحد تولید کننده مجزا تهیه شده و سپس با متان مخلوط می شود. برای تهیه اتمسفر اندوترمیک مخلوط فشرده هوا و گاز طبیعی با نسبت تقریبی سه حجم هوا و یک حجم متان را در حالی که در محدوده ۱۲۰۰-۱۰۴۰ درجه سانتیگراد گرم شده است از روی بستری از نیکل به عنوان کاتالیزور عبور

می دهند. واکنش اندوترمیک صورت گرفته بین اجزای مخلوط منجر به تولید اتمسفری شامل گازهای نیتروژن، هیدروژن و منو اکسید کربن می شود. بر اساس درصد گازهای موجود در این ترکیب، گازهای حامل به انواعی چون ۱۰۲، ۲۰۱، ۲۰۲، ۳۰۲ و ۴۰۲ تقسیم می شود. از بین این مخلوط گازها، گاز حامل نوع ۳۰۲ بیشترین کاربرد را در کوره های کربن دهی گازی دارد. ترکیب این نوع گاز حامل شامل حدود ۴۰ درصد گاز نیتروژن، حدود ۴۰ درصد گاز هیدروژن، حدود ۲۰ درصد گاز منو اکسید کربن و مقدار جزئی گاز متان است. گاز نیتروژن در این مخلوط یک گاز خنثی بوده و به عنوان عامل رقیق کننده اتمسفر کوره استفاده می شود.

با این توضیحات، اتمسفر کوره کربن دهی گازی مخلوطی از گازهای متان (و یا اتان یا پروپان)، نیتروژن، هیدروژن، منو اکسید کربن و مقدار کمی دی اکسید کربن و بخار آب است. برای جلوگیری از احتمال نفوذ هوا به داخل کوره باید فشار گاز داخل کوره در ضمن کربن دهی بیشتر از فشار اتمسفر باشد. در آغاز کار، فقط توسط گاز حامل، هوای کوره را در دمای ۹۳۰-۹۰۰ درجه سانتیگراد تخلیه می کنند. سپس اتمسفر کوره را در نقطه شبنم ۴- تا ۶- درجه سانتیگراد تنظیم می کنند. پس از اینکه قطعات فولادی را در داخل کوره گذاشتند و دما نیز به دمای کربن دهی رسید، در حدود ۱۰-۵ درصد متان به اتمسفر کوره اضافه می شود. پس از گذشت ۵۰ تا ۷۵ درصد زمان کربن دهی، جریان متان به داخل کوره قطع می شود. واکنش هایی که در داخل کوره منجر به تولید کربن اتمی و در نتیجه جذب سطحی کربن و نفوذ آن به داخل فولاد می شود از این قرار هستند:

- تجزیه گاز CO در سطح قطعه کار و تشکیل کربن اتمی
- تجزیه گاز متان در سطح قطعه کار و تشکیل کربن اتمی
- واکنش گازهای CO و H₂ در سطح قطعه کار و تشکیل کربن اتمی



ویدیویی از فرایند کربن دهی گازی را [اینجا](#) از عصر مواد ببینید.

پرسش ۲۸- پس از کربن دهی به فولادهای سمانته، سخت کاری سطحی آن ها چگونه انجام می شود؟

پس از کربن دهی به فولادهای سمانته، با فولادی سر و کار خواهیم داشت که سطح آن پر کربن و مغز آن کم کربن است. برای عملیات حرارتی فولادهای کربن داده شده به منظور دستیابی به سختی مورد نیاز سطحی از روش های زیر استفاده می شود:

۱- سخت کردن مستقیم:

در این روش، قطعه را بلافاصله پس از کربن دهی و از همان دمای کربن دهی به محیط سخت کننده یا کوئنچ که معمولاً روغن است انتقال می دهند. از این روش موقعی استفاده می شود که شکل قطعه ساده باشد و سریع سرد شدن فولاد از دامنه حرارتی کربن دهی باعث خسارت دیدن قطعه نشود. برای استفاده از سخت کاری مستقیم، باید عمق نفوذ کربن در فولاد نسبتاً کم (کمتر از ۰/۵ میلی متر) و درصد کربن پوسته خارجی حداکثر در حدود کربن یوکتوئید باشد. همچنین نباید دما و زمان کربن دهی در حدی بوده باشد که دانه های آستنیت درشت شده باشند.

۲- سخت کردن یک مرحله ای:

در این روش، قطعه را پس از کربن دهی، در هوا یا جعبه سمانتاسیون تا دمای اتاق به آرامی سرد می کنند. سپس با توجه به درصد کربن سطح، آن را در دمای مناسب آستنیت کرده و در محیط سرد کننده مناسب (ترجیحاً روغن) سرد می کنند.

۳- سخت کردن دو مرحله ای:

این روش شامل دو مرحله سخت کردن به صورت سیکل های زیر است:

سیکل ۱:

- سرد کردن سریع و مستقیم قطعه بلافاصله پس از کربن دهی و از همان دما
- پس از سرد شدن قطعه از سخت کاری مرحله قبلی، آستنیت کرده قطعه در دمایی پایین تر از دمای کربن دهی و سرد کردن سریع مجدد

سیکل ۲:

- قطعه را پس از کربن دهی، به آرامی در هوا یا جعبه سمانتاسیون تا دمای اتاق سرد می کنند.
- قطعه را در محدوده دمایی ۸۵۰-۹۰۰ درجه سانتیگراد آستنیت کرده و سپس سریع (معمولاً در روغن) سرد می کنند (مرحله اول سخت کردن)
- قطعه را در محدوده دمایی ۷۸۰-۸۲۰ درجه سانتیگراد مجدداً آستنیت کرده و سپس سریع (معمولاً در آب) سرد می کنند (مرحله دوم سخت کردن)

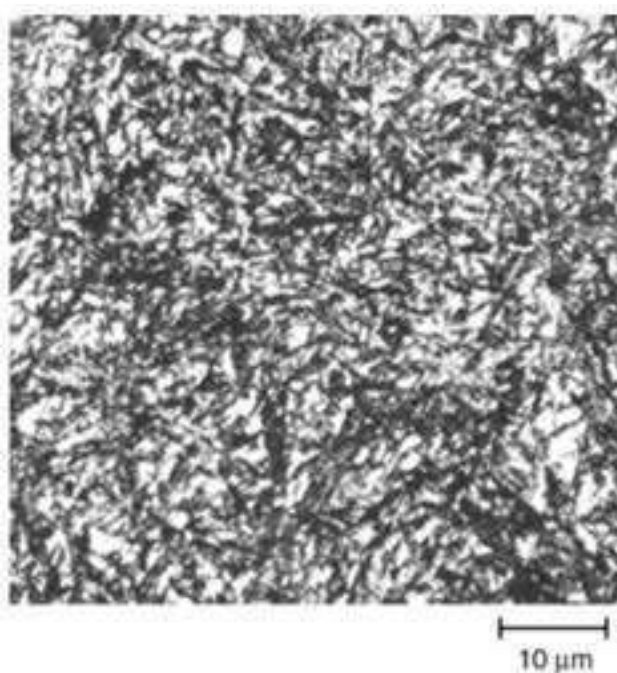
از روش سخت کردن دو مرحله ای به دلیل گران و غیر اقتصادی بودن آن معمولاً استفاده نمی شود.

پرسش ۲۹- میکروساختار فولادهای کربن دهی و سخت کاری شده شامل چه فازهایی است؟

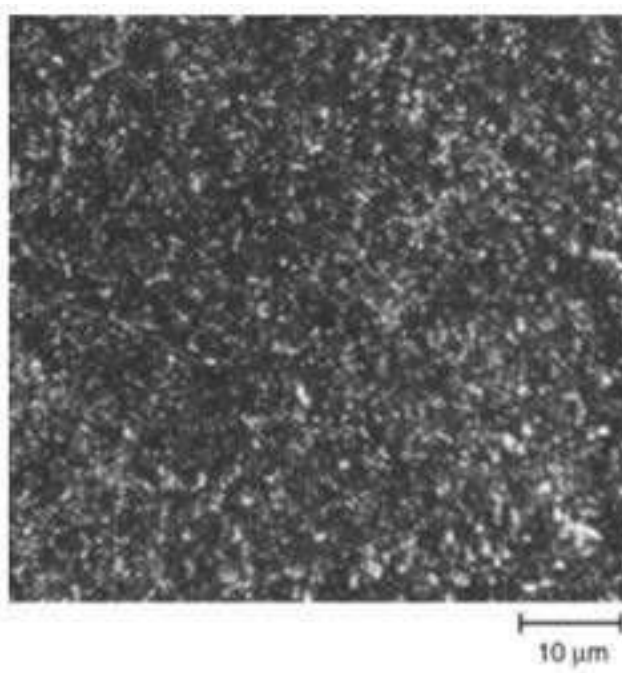
قبل از عملیات حرارتی سخت کاری، سطح قطعات کربن دهی شده بسته به نوع فولاد، زمان کربن دهی و مقدار کربن سطح معمولاً شامل میکرو ساختاری چون پرلیت خالص، پرلیت و فریت در زمینه آستنیت اولیه و یا پرلیت و سمیتیت (کاربید) در زمینه آستنیت اولیه است. پس از عملیات حرارتی سخت کاری، میکرو ساختار فولاد شامل مارتنزیت به همراه آستنیت باقیمانده است. در صورتی که آستنیت باقیمانده بیشتر از ۳۰ درصد نبوده و به صورت ریز و پراکنده در ساختار توزیع شده باشد، معمولاً مخرب به حساب نمی آید. وقتی که درصد کربن در سطح از ۰/۸۵ درصد فراتر رود، حضور کاربیدهای آزاد در میکروساختار تقریباً اجتناب ناپذیر است. در لایه های سطحی پر کربن به دلیل تشکیل تیغه های مارتنزیتی خشن (مارتنزیت بشقابی) و برخورد این تیغه ها به یکدیگر در ضمن رشد، ترک های ریزی به وجود می آید. احتمال تشکیل این ترک ها با ریز شدن دانه های فولاد، کاهش درصد کربن و در

نتیجه تغییر مورفولوژی مارتنزیت به لایه ای و همچنین با بازپخت کردن مارتنزیت به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

با حرکت از سطح به مغز قطعه، یک تغییر تدریجی در میکروساختار به سمت محصولات استحاله با درصد کم کربن به وجود می آید. در برخی فولادها، فقط یک تغییر ساختار از مارتنزیت پر کربن به مارتنزیت کم کربن دیده می شود ولی در فولادهای دیگر، تغییر ساختاری از پرلیت با سمنتیت پرویوتکتوئید به پرلیت و بعد پرلیت و فریت پرویوتکتوئید و در نهایت به طور عمده فریتی مشاهده می شود.



مارتنزیت + حدود ۳۰٪ آستنیت باقیمانده



مارتنزیت

میکروساختار فولادهای کربن دهی و سخت کاری شده

پرسش ۳۰- آیا می توان کربن دهی را به صورت موضعی انجام داد؟ کربن دهی موضعی چگونه انجام می شود؟

اگر فقط سخت کاری قسمت هایی از قطعه مدنظر باشد می توان با روش هایی از کربن دهی به سایر نواحی جلوگیری کرد تا آن نواحی همچنان نرم باقی بمانند. برای این منظور، معمولاً از روش هایی برای پوشاندن این نواحی به منظور جلوگیری از جذب سطحی و نفوذ کربن استفاده می شود. از جمله این روش ها می توان به استفاده از خمیرهای محافظ و پوشش مسی اشاره کرد. پوشش مسی با آبکاری الکتریکی و یا الکترولس به ضخامت تقریبی ۴۰-۳۰ میکرون بر روی قسمت هایی از قطعه که نیاز به سخت کاری ندارد اعمال می شود. در دمای کربن دهی به دلیل غیر محلول بودن کربن در مس، امکان نفوذ کربن در مناطقی که دارای این پوشش باشند وجود ندارد. از پوشش مسی برای جلوگیری از کربن دار شدن در کربن دهی جامد، گازی و حمام های مذاب با غلظت حداکثر ۱۰ درصد سیانور استفاده می شود. در غلظت های بیشتر سیانور، لایه مسی سریع حل می شود. البته در غلظت های کمتر نیز مس به تدریج حل می شود و با وارد شدن به حمام نمک سیانور، از توانایی کربن دهی آن می کاهد.

پرسش ۳۱- چه فولادهایی کربن دهی یا سمانته می شوند؟

همان طور که قبلاً هم اشاره شد، در بسیاری از کاربردهای صنعتی نیاز به قطعات فولادی با سطح سخت و مغز نرم است تا سطحی بسیار سخت و مقاوم در برابر سایش داشته باشند، ضمن آنکه دارای استحکام مکانیکی خوبی هم بوده و بسیار چقرمه و مقاوم در برابر ضربه های وارده در حین کار هم باشند. گروهی از فولادهای کم کربن با سطح و مغز نرم را می توان بدون آنکه از چقرمگی مغز آن ها کاسته شود، به روش کربن دهی دارای سطح سخت نمود. این

فولادها به فولادهای سمانته (سمانتاسیون یا کربوره) معروف هستند. فولادهای سمانتاسیون معمولاً دارای کربن پایین به مقدار ۰/۰۷ تا ۰/۲۵ درصد هستند. فولادهای سمانته آلیاژی علاوه بر همین مقدار کربن، دارای عناصر آلیاژی منگنز، کروم، نیکل و مولیبدن و ... هم هستند که استحکام و سختی پذیری آن ها را افزایش می دهد. مقدار پایین کربن در این فولادها باعث می شود تا نتوان با سریع سرد کردن این فولادها از ناحیه آستنیتی شاهد تشکیل ریز ساختار سخت مارتنزیت در سطح آن ها بود. در واقع این فولادها قابلیت آبدادن ندارند و سختی نمی گیرند. در نتیجه ما می خواهیم با کربن دهی به سطح این فولادها کاری کنیم تا کربن سطحی به مقداری افزایش یابد که این فولادها قابلیت آبدادن پیدا کنند، به عبارت دیگر بتوان با سریع سرد کردن فولاد از ناحیه آستنیتی شاهد تشکیل مارتنزیت سخت پر کربن در لایه سطحی آن بود.

فولادهای سمانتاسیون در فصل اول کلید فولاد معرفی شده اند و فولادهایی چون Ck 15، Ck 10، C15، C10، 1.5752، 1.5919، 1.5920، 1.6523، 1.7131، 1.7147 و غیره از آن جمله اند. در ادامه این مطلب مشخصات گروهی از این فولادها معرفی می شود.

پرسش ۳۲- آیا فولادهای سمانتاسیون به صورت کربن دهی شده فروخته می شوند؟ یا خریدار، آن ها را کربن دهی می کند؟

فولادهای سمانته بدون کربن دهی تحویل می شوند. مصرف کننده یا کاربر، این فولادها را در شکل میلگرد، ورق و ... با سختی های کمتر از ۲۵۰ برینل (با توجه به نوع فولاد سمانته، ضخامت و قطر محصول و نوع عملیات حرارتی ساخت، سختی سطحی متفاوت ولی در سخت ترین فولاد سمانته حداکثر ۲۴۵ برینل برای قطر ۱۵۰ میلی متر است)

تحويل می گیرد. سپس آن ها را به محصول نهایی تبدیل کرده و در نهایت کربن دهی و سخت کاری سطحی می کند.



فولاد سمانتاسیون ۱/۷۱۳۱

پرسش ۳۳- در کلید فولاد، کدام گرید از فولادهای سمانتاسیون معرفی شده است؟

در جدول زیر به تعدادی از فولادهای سمانتاسیون پر کاربرد کلید فولاد بر اساس شماره مواد آنها (استاندارد DIN EN 10027-2) و نامگذاری آنها طبق استاندارد DIN EN 10027-1 اشاره می شود. در این جدول، معادل این فولادها در استانداردهای آمریکایی (مطابق AISI) نیز معرفی شده است.

جدول ۱۰- نماد تعدادی از فولادهای سمانتاسیون

شماره مواد فولاد	نماد فولاد در DIN	نماد فولاد در AISI
1.1121	C10E / Ck 10	1010
1.1141	C15E / Ck 15	1015
1.5752	15NiCr13	3312-3316 -3310
1.5919	15CrNi6	3115-4320
1.5920	18CrNi8	-
1.6523	20NiCrMo2-2	8617-8620
1.7131	16MnCr5	5115-5117
1.7147	20MnCr5	4820-5120
1.6566	17NiCrMo6-4	4621H
1.6587	18NiCrMo7-6	4317

پرسش ۳۴- نامگذاری فولادهای سمانتاسیون در استاندارد DIN چگونه انجام می گیرد؟

مفهوم نامگذاری فولادهای سمانتاسیون چیست؟

فولادهای سمانتاسیون فولادهای ساده کربنی و کم آلیاژی هستند که نامگذاری آن ها در استاندارد DIN بر حسب ترکیب شیمیایی آن ها انجام می گیرد. در نامگذاری قدیمی این فولادها در استاندارد DIN 17006 مثل Ck10، حرف C اشاره به عنصر کربن دارد و عدد پس از آن مقدار کربن فولاد است که در ۱۰۰ ضرب شده است، یعنی Ck10 فولادی است که دارای یک دهم درصد کربن در ترکیب شیمیایی خود است. حرف پس از C نیز بیانگر یک مشخصه خاص فولاد است که در جداول پرسش ۱۳ در آموزش کلید فولاد به آن ها اشاره شده است. به طور مثال، k بیانگر میزان فسفر و گوگرد پایین در ترکیب شیمیایی است و f بیانگر مناسب بودن برای سخت کاری شعله ای و القایی است. البته در استاندارد جایگزین شده ی DIN EN 10027-1 به جای استاندارد منسوخ DIN 17006 این نمادها تغییر یافته اند و دیگر در استانداردها از آن ها استفاده نمی شود، هر چند که در بازار و صنعت ایران، همچنان نامگذاری های قدیمی کاربرد دارد. در نامگذاری جدید به طور مثال به جای Ck10 از C10E استفاده می شود که E همان مفهوم میزان فسفر و گوگرد پایین در ترکیب شیمیایی فولاد را دارد. برای اطلاع از نحوه نامگذاری فولادهای ساده کربنی بر حسب ترکیب شیمیایی و مفهوم پسوندها و پیشوندها در استاندارد DIN EN 10027-1، به جدول زیر مراجعه فرمایید.

Table 12 - Non-alloy steels (except free cutting steels) with an average manganese content < 1 %

Principal symbols					Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
G	C	n	n	n	an		+an	+an
Principal symbols					Additional symbols			
Letter	Carbon content ^b	For steel			For steel products			
		Group 1 ^{c,d}		Group 2	Table 18			
G = steel casting (where necessary) C = carbon	nnn = 100 x specified average carbon percentage content Where the carbon content is not specified by a range, a suitably representative value shall be selected by the responsible body (see 4.3)	C = for cold forming, e.g. cold heading, cold extrusion D = for wire drawing E = with specified max sulphur content R = with specified sulphur content range S = for springs U = for tools W = for welding rod G = other characteristics followed where necessary by, 1 or 2 digits		an = chemical symbol of special additional element(s), e.g. Cu, together, where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0,1%) of that specified range of the content of that element				

^a n = numerical characters; a = alpha characters; an = alphanumeric characters.
^b To distinguish between two similar steel grades, the number indicating carbon content may be increased by 1.
^c Symbols of group 1, other than E and R, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard.
^d The symbols E and R of group 1 may be followed by 1 digit representing 100 x the maximum or average sulphur content rounded to the nearest 0,01 %.

شکل ۴- جدول ۱۲ استاندارد DIN EN 10027-1 برای نامگذاری فولادهای غیرآلیاژی

برای نامگذاری فولادهای کم آلیاژ سمانتاسیون طبق استاندارد DIN EN 10027-1 نیز از جدول ۱۳ این استاندارد (شکل ۵) برای نامگذاری فولادهای آلیاژی با مجموع عناصر آلیاژی کمتر از ۵ درصد وزنی، فولادهای غیر آلیاژی خوش تراش و فولادهای غیر آلیاژی با مقدار منگنز بیشتر از ۱ درصد بر حسب ترکیب شیمیایی آن ها استفاده می شود. مطابق با این جدول، نامگذاری فولادهای کم آلیاژ سمانتاسیون به این صورت است که ابتدا مقدار کربن با ضریب ۱۰ نوشته می شود، سپس نماد عناصر عمده آلیاژی قید شده و مقدار آن ها با ضرایب مخصوص طبق جدول ۱ نوشته

می شود. به طور مثال ۱۸ CrNi۸ به این مفهوم است که این فولاد میانگین ۰/۱۸٪ کربن، میانگین ۲٪ (۸ تقسیم بر ۴) کروم و نیکل دارد.

Table 13 — Non-alloy steels with an average manganese content $\geq 1\%$, non-alloy free-cutting steels and alloy steels (except high speed steels) where the content, by weight, of every average alloying element is $< 5\%$

Principal symbols					Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products								
G	n	n	n	a	n-n			+an +an							
Principal symbols					Additional symbols										
Letter	Carbon content ^b	Alloying elements	For steel		For steel products										
			Group 1	Group 2											
G = steel casting (where necessary)	nnn = 100 x specified average carbon percentage content. Where the carbon content is not specified by a range, a suitably representative value shall be selected by the responsible body (see 4.3).	a = chemical symbols indicating alloying elements ^c that characterise the steel followed by: n-n = numbers, separated by hyphens, representing respectively the average percentage content of the elements multiplied by the following factors <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr, Co, Mn, Ni, Si, W</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ce, N, P, S</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1000</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Factor	Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4	Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10	Ce, N, P, S	100	B	1000			Tables 16 and 18
Element	Factor														
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4														
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10														
Ce, N, P, S	100														
B	1000														

^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters.

^b To distinguish between two similar steel grades, the number indicating carbon content may be increased by 1.

^c The sequence of symbols shall be in decreasing order of the values of the average percentage content, where the values of contents are the same for two or more elements, the corresponding symbols shall be indicated in alphabetical order.

شکل ۵- جدول ۱۳ استاندارد DIN EN 10027-1 برای نامگذاری برخی فولادهای آلیاژی

یادآوری جدول ۱- ضرایب عناصر آلیاژی در نامگذاری فولادها طبق استاندارد DIN EN 10027-1

ضریب	عنصر آلیاژی
۴	کروم، نیکل، سیلیسیم، منگنز، کبالت و تنگستن
۱۰	مولیبدن، مس، آلومینیوم، وانادیم، تیتانیوم، نئوبیوم، زیرکونیوم، تالیوم، سرب و بریلیوم
۱۰۰	نیتروژن، گوگرد، فسفر و سزیم
۱۰۰۰	بور

پرسش ۳۵- نامگذاری فولادهای سمانتاسیون طبق نامگذاری استانداردهای آمریکایی

SAE/AISI چگونه انجام می گیرد؟

از دهه ۱۹۳۰ میلادی انجمن آهن و فولاد آمریکا یا AISI (مخفف عبارت American Iron and Steel Institute) و انجمن مهندسان خودروی آمریکا یا SAE (مخفف عبارت Society of Automotive Engineers) با همکاری هم یک سیستمی برای نامگذاری فولادها معرفی کرده اند که مبنای نامگذاری فولادها برای استانداردهای آمریکایی ASTM هم بوده است. بر اساس سیستم نامگذاری AISI/SAE، برای نامگذاری فولادهای کربنی و آلیاژی از یک سیستم ۴ یا ۵ کاراکتری (XXXX/XXXXX) استفاده می شود. دو کاراکتر اول از سمت چپ (کاراکترهای قرمز) توسط AISI/SAE تعریف شده و به هر گروه از فولادها یک عدد مطابق با جدول زیر تخصیص داده شده است. با مراجعه به این جدول می توان از نوع و رده فولاد اطلاع پیدا کرد. با توجه به اینکه فولادهای زیادی در هر گروه وجود دارد، شناسایی یک فولاد خاص بر اساس کاراکترهای بعدی انجام می گیرد. دو یا سه کاراکتر بعدی بیانگر مقدار کربن

در ترکیب شیمیایی فولاد ضرب در ۱۰۰ است. در برخی موارد اگر عنصر خاصی در ترکیب فولاد حضور داشته باشد، علامت آن عنصر در کاراکتر وسطی می آید. به طور مثال حرف B در **XXBXX** اشاره به حضور عنصر بور در ترکیب شیمیایی فولاد (به مقدار ۰/۰۰۵-۰/۰۰۳ درصد) دارد.

جدول ۱۱- سیستم نامگذاری AISI/SAE، برای نامگذاری فولادهای کربنی و آلیاژی

مقدار عناصر آلیاژی	گروه فولاد	SAE/AISI
با حداکثر ۱ درصد منگنز	فولاد کربنی	10XX
خوش تراش گوگرد دار		11XX
خوش تراش گوگرد و فسفر دار		12XX
با مقدار منگنز ۱/۶۵-۱ درصد		15XX
میانگین ۱/۷۵ درصد منگنز	فولاد کربنی منگنز دار	13XX
میانگین ۳/۵ درصد نیکل	فولاد نیکل دار	23XX
میانگین ۵ درصد نیکل		25XX
میانگین ۱/۲۵ درصد نیکل و ۰/۶۵ درصد کروم	فولاد نیکل کروم دار	31XX
میانگین ۱/۷۵ درصد نیکل و ۱/۰۷ درصد کروم		32XX
میانگین ۳/۵ درصد نیکل و ۱/۵۵ درصد کروم		33XX
میانگین ۳ درصد نیکل و ۰/۷۷ درصد کروم		34XX
دارای ۰/۲-۰/۲۵ درصد مولیبدن	فولاد مولیبدن دار	40XX
دارای ۰/۴-۰/۵۲ درصد مولیبدن		44XX
دارای ۰/۵-۰/۹۵ درصد کروم و ۰/۱۲-۰/۳ درصد مولیبدن	فولاد کروم مولیبدن دار	41XX
دارای میانگین ۱/۸۲ درصد نیکل، ۰/۵-۰/۸ درصد کروم و میانگین ۰/۲۵ درصد مولیبدن	فولاد نیکل کروم مولیبدن دار	43XX
دارای میانگین ۱/۰۵ درصد نیکل، میانگین ۰/۴۵ درصد کروم و ۰/۲-۰/۳۵ درصد مولیبدن		47XX
دارای ۰/۸۵-۱/۸۲ درصد نیکل و ۰/۲-۰/۲۵ درصد مولیبدن	فولاد نیکل مولیبدن دار	46XX
دارای میانگین ۳/۵ درصد نیکل و میانگین ۰/۲۵ درصد مولیبدن		48XX

دارای ۰/۶۵-۰/۲۷ درصد کروم	فولاد کروم دار	50XX
دارای ۰/۸-۱/۰۵ درصد کروم		51XX
دارای میانگین ۰/۵ درصد کروم و حداقل ۱ درصد کربن		50XXX
دارای میانگین ۱/۰۲ درصد کروم و حداقل ۱ درصد کربن		51XXX
دارای میانگین ۱/۴۵ درصد کروم و حداقل ۱ درصد کربن		52XXX
دارای ۰/۹۵-۰/۶ درصد کروم و ۰/۱-۰/۱۵ درصد وانادیم	فولاد کروم وانادیم دار	61XX
دارای میانگین ۰/۷۵ درصد کروم و میانگین ۱/۷۵ درصد تنگستن	فولاد کروم تنگستن دار	72XX
دارای میانگین ۰/۳ درصد نیکل، میانگین ۰/۴ درصد کروم و ۰/۱۲ درصد مولیبدن	فولاد نیکل کروم مولیبدن دار	81XX
دارای میانگین ۰/۵۵ درصد نیکل، میانگین ۰/۵ درصد کروم و ۰/۲ درصد مولیبدن		86XX
دارای میانگین ۰/۵۵ درصد نیکل، میانگین ۰/۵ درصد کروم و ۰/۲۵ درصد مولیبدن		87XX
دارای میانگین ۰/۵۵ درصد نیکل، میانگین ۰/۵ درصد کروم و ۰/۳۵ درصد مولیبدن		88XX
دارای ۲-۱/۴ درصد سیلیسیم، ۰/۸۵-۰/۶۵ درصد منگنز و میانگین ۰/۶۵ درصد کروم	فولاد سیلیسیم منگنزدار	92XX
دارای میانگین ۳/۲۵ درصد نیکل، میانگین ۱/۲ درصد کروم و ۰/۱۲ درصد مولیبدن	فولاد نیکل کروم مولیبدن دار	93XX
دارای میانگین ۰/۴۵ درصد نیکل، میانگین ۰/۴ درصد کروم و ۰/۱۲ درصد مولیبدن		94XX
دارای میانگین ۰/۵۵ درصد نیکل، میانگین ۰/۲ درصد کروم و ۰/۲ درصد مولیبدن		97XX
دارای میانگین ۱ درصد نیکل، میانگین ۰/۸ درصد کروم و ۰/۲۵ درصد مولیبدن		98XX

پرسش ۳۶- فولادهای سمانتاسیون با چه نام های تجاری توسط شرکت های فولادساز روانه

بازار می شوند؟ نام تجاری فولادهای سمانتاسیون چیست؟

فولادهای سمانتاسیون در محصولات شرکت های معتبر فولاد سازی با نام های متفاوتی نامگذاری شده اند. در جدول زیر به برخی از نام های تجاری فولادهای سمانتاسیون پر کاربرد در بازار ایران اشاره شده است.

جدول ۱۲- برخی از نام های تجاری فولادهای سمانتاسیون پر کاربرد در بازار ایران

شماره فولاد	نماد	بوهلر (BOHLER)		زارشتال (SAARSTAHL)	پلدی (POLDI)	آساب (ASSAB)
		قدیم	جدید			
1.1141	C15E / Ck 15	-	E920	-	VARN	-
1.5752	15NiCr13	-	E200	-	-	-
1.5919	15CrNi6	-	E230	-	-	2512
1.5920	18CrNi8	ECN 200	E220	RECN	CN18	7210
1.6523	20NiCrMo2-2	-	E116	-	-	-
1.7131	16MnCr5	EM80	E410	EC80	CE2	2173
1.7139	16MnCrS5	-	E411	-	-	-
1.7147	20MnCr5	-	E400	EC100	CE4	-
1.6587	18NiCrMo7-6	-	E110	-	-	-

پرسش ۳۷- ترکیب شیمیایی فولادهای سمانتاسیون متداول در صنعت ایران شامل چه عناصری است؟

در جدول ۱۳ ترکیب شیمیایی فولادهای سمانتاسیون پر مصرف طبق کلید فولاد و استاندارد DIN EN 10084 آمده است.

پرسش ۳۸- سختی و استحکام کششی فولادهای سمانتاسیون قبل و بعد از عملیات سخت کاری سطحی چگونه است؟

در جدول ۱۴ سختی فولادهای سمانتاسیون تحویلی به مشتری و استحکام کششی و سختی آن ها پس از عملیات کربن دهی و سخت کاری سطحی طبق کلید فولاد و استاندارد DIN EN 10084 آمده است:

پرسش ۳۹- فولادهای سمانتاسیون پر مصرف در چه دمایی کربن دهی می شوند و عملیات حرارتی سخت کاری سطحی آن ها چگونه انجام می گیرد؟

در جدول ۱۵ مشخصات کربن دهی و عملیات حرارتی فولادهای سمانتاسیون طبق کلید فولاد و استاندارد DIN EN 10084 آمده است.

جدول ۱۳- ترکیب شیمیایی فولادهای سمانتاسیون پر مصرف طبق استاندارد DIN EN 10084

شماره مواد	نماد فولاد در DIN	نام فولاد در AISI/SAE	نام تجاری بوهرلر	ترکیب شیمیایی، %					
				کربن	سیلیسیم	منگنز	فسفر	گوگرد	عناصر آلیاژی
1.1141	C15E / Ck 15	1015	E920	0.12-0.18	max 0.4	0.3-0.6	max 0.035	max 0.035	-
1.5752	15NiCr13	3312-3316 - 3310	E200	0.14-0.2	max 0.4	0.4-0.7	max 0.035	max 0.035	Cr: 0.6-0.9 Ni: 3-3.5
1.5919	15CrNi6	3115-4320	E230	0.14-0.19	max 0.4	0.4-0.6	max 0.035	max 0.035	Cr: 1.4-1.7 Ni: 1.4-1.7
1.5920	18CrNi8	-	E220	0.15-0.20	0.15-0.4	0.4-0.6	max 0.035	max 0.035	Cr: 1.8-2.1 Ni: 1.8-2.1
1.6523	20NiCrMo2-2	8617-8620	E116	0.17-0.23	max 0.4	0.65- 0.95	max 0.035	max 0.035	Cr: 0.35-0.70 Ni: 0.4-0.7 Mo: 0.15-0.25
1.7131	16MnCr5	5115-5117	E410	0.14-0.19	max 0.4	1-1.3	max 0.035	max 0.035	Cr: 0.8-1.1
1.7139	16MnCrS5	-	E411	0.14-0.19	max 0.4	1-1.3	max 0.035	0.02- 0.04	Cr: 0.8-1.1
1.7147	20MnCr5	4820-5120	E400	0.17-0.22	max 0.4	1.1-1.4	max 0.035	max 0.035	Cr: 1-1.3
1.6587	18NiCrMo7-6	4317	E110	0.15-0.21	max 0.4	0.5-0.9	max 0.035	max 0.035	Cr: 1.5-1.8 Ni: 1.4-1.7 Mo: 0.25-0.35

جدول ۱۴- خواص مکانیکی فولادهای سمانتاسیون پر مصرف طبق استاندارد DIN EN 10084

شماره مواد	نماد فولاد در DIN	نام فولاد در AISI/SAE	نام تجاری بوهلر	سختی تحویل (برینل) پس از عملیات حرارتی		استحکام کششی پس از سخت کاری (MPa)			سختی قطعه سخت کاری شده (HRC) در فاصله از سطح (mm)					
				آبیل نرم	برای رسیدن به ساختار فریت-پرلیت	d≤16	16<d≤40	40<d≤100	1.5	3	5	15	30	40
1.5752	15NiCr13	3312-3316 -3310	E200	max 229	166-217	1000	800	700	41-48	41-48	41-48	30-41	22-34	21-33
1.5919	15CrNi6	3115-4320	E230	max 217	152-201	-	-	-	39-47	38-47	36-46	26-39	21-34	20-33
1.6523	20NiCrMo2-2	8617-8620	E116	max 212	148-194	1100	800	600	41-49	37-48	31-45	max 30	max 24	max 23
1.7131	16MnCr5	5115-5117	E410	max 207	140-187	1000	800	600	39-47	36-46	31-44	max 33	max 29	max 27
1.7139	16MnCrS5	-	E411	max 207	140-187	1000	800	600						
1.7147	20MnCr5	4820-5120	E400	max 217	152-201	1200	900	700	41-49	39-49	36-48	25-39	max 34	max 32
1.6587	18NiCrMo7-6	4317	E110	max 229	159-207	1200	1100	800	40-48	40-48	39-48	34-46	30-42	29-41

شماره مواد	نماد فولاد در DIN	نام فولاد در AISI/SAE	نام تجاری بوهلر	دمای کربن دهی، °C	روش سخت کاری سطحی ^۱	دمای سخت کاری مغز ^۲ ، °C	دمای سخت کاری سطح ^۲ ، °C	دمای تمپر کردن، °C به مدت حداقل ۱ ساعت
1.1141	C15E / Ck 15	1015	E920	880-980	سخت کاری مستقیم سخت کاری یک مرحله ای	880-920	780-820	150-200
1.5752	15NiCr13	3312-3316 -3310	E200	880-980	سخت کاری یک مرحله ای سخت کاری دو مرحله ای	840-880	600-630	150-200
1.5919	15CrNi6	3115-4320	E230	880-980	سخت کاری یک مرحله ای سخت کاری دو مرحله ای	830-870	780-820	150-200
1.5920	18CrNi8	-	E220	880-980	سخت کاری یک مرحله ای سخت کاری دو مرحله ای	840-870	800-830	170-210
1.6523	20NiCrMo2-2	8617-8620	E116	880-980	سخت کاری مستقیم سخت کاری یک مرحله ای	860-900	780-820	150-200
1.7131	16MnCr5	5115-5117	E410	880-980	سخت کاری مستقیم	860-900	780-820	150-200
1.7139	16MnCrS5	-	E411	880-980	سخت کاری یک مرحله ای	860-900	780-820	150-200
1.7147	20MnCr5	4820-5120	E400	880-980	سخت کاری دو مرحله ای	860-900	780-820	150-200
1.6587	18NiCrMo7-6	4317	E110	880-980	سخت کاری یک مرحله ای سخت کاری دو مرحله ای	830-870	780-820	150-200

۱- روش سخت کاری سطحی پس از کربن دهی در پرسش ۲۸ قسمت هفتم از آموزش کلید فولاد در وب سایت عصر مواد توضیح داده شده است.

۲- دمای سخت کاری سطح و مغز، دمای آستنیتیزه کردن مجدد قطعه در سخت کردن یک مرحله ای و دو مرحله ای پس از سرد شدن قطعه ی کربن دهی شده است.

فولادهای نیتروژن دهی شده یا نیتریده

پرسش ۴۰- فولادهای نیتروژن دهی شده یا نیتریده چه نوع فولادهایی هستند؟

در بسیاری از کاربردهای صنعتی نیاز به قطعات فولادی است که دارای سطحی سخت بوده و در عین حال از چقرمگی یا مقاومت به ضربه خوبی نیز برخوردار باشند. برای مثال قطعاتی مانند میل لنگ، میل بادامک و چرخ دنده باید سطحی بسیار سخت و مقاوم در برابر سایش داشته باشند، ضمن آنکه دارای استحکام مکانیکی خوبی هم بوده و بسیار چقرمه و مقاوم در برابر ضربه های وارده در حین کار باشند. این خواص را در برخی قطعات فولادی می توان با عملیات حرارتی سخت کردن سطحی به وجود آورد. روش های مختلف عملیات حرارتی به منظور سخت کردن سطح قطعات عموماً به سه دسته زیر تقسیم می شود:

۱- عملیات حرارتی - شیمیایی یا نفوذی که منجر به تغییر ترکیب شیمیایی سطح فولاد و یا نفوذ یک عنصر بین نشین یا جانشین به داخل قطعه می شود مانند کربن دهی، نیتروژن دهی، کربن نیتروژن دهی، بور دهی و غیره.

۲- عملیات حرارتی موضعی بدون تغییر ترکیب شیمیایی سطح مانند سخت کردن القایی و شعله ای

۳- سایر روش های سخت کردن سطحی مانند سخت کردن لیزری، پلاسمایی و پرتو الکترونی، عملیات حرارتی سطحی به روش القا یا کاشت یون

فولادهای نیتروژن دهی شده (یا نیترا نه، یا نیتریده، یا نیتروراسیون و یا فولادهای نیتروژن دهی شده) فولادهای کم آلیاژ کربن متوسطی هستند که می توان با وارد کردن نیتروژن (ازت) اتمی در سطح آن ها، مقاومت به سایش، استحکام استاتیکی، مقاومت خستگی و مقاومت به خوردگی آن ها را بهبود بخشید. سختی فولادها با جذب نیتروژن افزایش می یابد. افزایش سختی در فولادهای غیر آلیاژی عمدتاً از طریق رسوب ذرات نیتریدی اتفاق می افتد. در فولادهای

آلیاژی، افزایش سختی ناشی از تشکیل ذرات بسیار ریز و پراکنده نیتريدهای آلیاژی خیلی سخت در ساختار لایه سطحی این فولادها است. در حالی که امکان نیتروژن دهی برای بسیاری از فولادها وجود دارد، تنها هنگامی می توان سختی زیاد در سطح به دست آورد که قطعه مورد نظر از جنس فولادهای آلیاژی حاوی عناصری مثل آلومینیوم، وانادیم، کروم، تنگستن، تیتانیوم، منگنز و مولیبدن باشد. این عناصر در سطح قطعه به محض تماس پیدا کردن با نیتروژن اتمی، با آن ترکیب شده و تشکیل نیتريدهای پایدار و سخت مثل نیتريدهای کروم، نیتريد آلومینیوم، نیتريد تیتانیوم و ... می دهند.

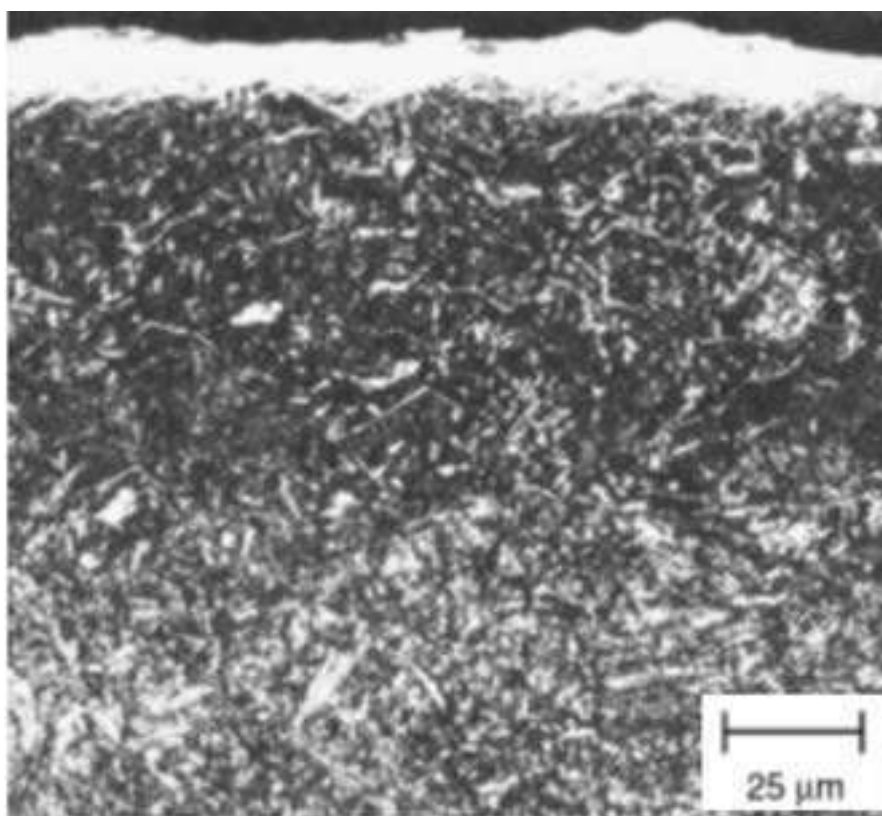


پرسش ۴۱- آیا می توان فولادهای غیر آلیاژی را نیترووره نمود؟ چرا در کلید فولاد، فولادهای ساده کربنی و غیر آلیاژی در بین فولادهای نیترووره دیده نمی شوند؟

فولادهای کربنی غیر آلیاژی مثل Ck 45 قابلیت نیترووره ی خوبی دارند، عمق نفوذ نیتروژن در آن ها زیاد است ولی در چنین فولادهایی، نیتروژن اتمی با آهن واکنش داده و فازهای مختلفی از نیتريد آهن تشکیل می دهد. این نیتريدها نه تنها سختی زیادی ندارند (معمولاً کمتر از ۶۰۰ ویکرز) بلکه گاه ترد و شکننده هم هستند و در عمق نسبتاً زیادی از قطعه پراکنده می شوند. در فولادهای غیر آلیاژی، افزایش سختی در اثر نیتروژن دهی و کوئنچ آن از دمای نیتروژن دهی، معمولاً به دلیل پير سختی ساختار فريتی اتفاق می افتد. این روند ممکن است گاه ۸ تا ۱۰ روز طول بکشد. به همین دلایل، فولادهای نیترووره در گروه اول کلید فولاد، فولادهای کربن متوسط دارای عناصر آلیاژی آلومینیوم، وانادیم، کروم و مولیبدن هستند. در حضور این عناصر آلیاژی که میل ترکیبی زیادی با نیتروژن دارند، از نفوذ نیتروژن به داخل قطعه جلوگیری شده و تنها یک لایه نسبتاً نازک (تا حداکثر ۱ میلی متر) ولی سخت و پایدار نیتريدی (یا کربونیتريدی) بر روی سطح قطعه تشکیل می شود که معمولاً ۸۰۰ تا ۹۵۰ ویکرز سختی دارد. با افزایش درصد این عناصر آلیاژی، سختی سطح نیتروژن داده شده افزایش یافته ولی ضخامت لایه سخت سطحی کاهش می یابد. مهمترین عنصر نیتريدزا آلومینیوم است، بنابراین فولادهای حاوی ۱/۵-۰/۸۵ درصد آلومینیوم بهترین عملکرد را در بین فولادهای کم آلیاژ نیتروژن دهی شده دارا هستند .

البته نباید از نظر دور داشت که حتی چدن ها و فولادهای کربنی ساختمانی را هم می توان نیتريده کرد. نیتريده کردن فولادهای ابزار و فولادهای زنگ نزن هم به وفور در کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد. با این وجود، در کلید فولاد، فولادهای نیتريده به تعداد محدودی فولاد کربن متوسط کم آلیاژ یا آلیاژ متوسط حاوی عناصر آلومینیوم، کروم، مولیبدن و گاه وانادیم و نیکل اطلاق می شود که در گروه ۱ کلید فولاد معرفی شده اند. این بدان دلیل است که این فولادها دارای بهترین شرایط و کارکرد از نظر سختی سطحی، عمق سختی و خواص فولاد نیتروژن

دهی شده هستند. توضیح بیشتر این مطلب این است که بدون حضور عناصر آلیاژی با میل ترکیبی زیاد با نیتروژن در فولادهای کربنی و کم آلیاژ، نیتروژن در سطح قطعه با آهن تشکیل فاز نیتريد گاما پيرين (γ) با فرمول شیمیایی Fe_4N می دهد که به آن لایه ی سفید می گویند. دلیل این نامگذاری این است که این لایه در تصاویر متالوگرافی به رنگ سفید دیده می شود. با افزایش درصد نیتروژن، فاز نیتريد اپسیلین (ϵ) با فرمول شیمیایی $Fe_{2-3}N$ هم همراه با فاز γ تشکیل می شود. به این لایه ی دو فازي، لایه ی ترکیبی می گویند که باز به صورت یک لایه ی سفید در تصاویر متالوگرافی دیده می شود. در زیر این لایه ی سفید، دیفیوژن یا نفوذ نیتروژن تا یک ضخامتی ادامه می یابد. به این ناحیه، ناحیه ی نفوذی می گویند که سختی کمتری هم دارد. در فولادهای کربنی نیتروژن دهی شده، تشکیل این لایه ها و پراکندگی نیتريدها در عمق نسبتاً زیادی از قطعه، باعث کاهش سختی می شود. در حالی که در فولادهای نیترووره، لایه ی سفید در حداقل ضخامت تشکیل می شود و نیتريدهای آلیاژی بسیار ریز و پراکنده در ساختار لایه ی کم عمق سطحی، عامل اصلی سختی زیاد و خواص مطلوب سخت کاری سطحی در این فولادها است.



لایه سفید سطحی در فولاد نیتروژن دهی شده ی AMS 6470

پرسش ۴۲- نیتروژن دهی به فولاد (نیتراسیون) چگونه انجام می شود؟ اصول نیتروژن دهی به داخل فولاد چیست؟

نیتروژن دهی یک عملیات ترموشیمیایی است که در آن، نیتروژن به روش های مختلف به سطح فولاد اضافه می شود. در نیتروژن دهی برخلاف کربن دهی، نیتروژن هم در آهن α و هم در آهن γ می تواند نفوذ کند، لذا برای نیتروژن دهی احتیاجی به تغییر شکل ساختاری به آستنیت نبوده و در درجه حرارت های پایین (زیر درجه حرارت یوتکتوئید یعنی حدود ۵۹۱ درجه سانتیگراد) انجام می شود. در این محدوده دمایی، ساختار فولادهای نیترووره شامل فریت است. معمولاً در صنایع، نیتروژن دهی را در درجه حرارت حدود ۵۲۵-۵۰۰ درجه سانتیگراد انجام می دهند. حد پایین دمای نیتروژن دهی نیز حدود ۴۸۰ و حد بالای آن حدود ۶۱۰ درجه سانتیگراد است. هر چه دمای نیتروژن دهی بیشتر باشد، عمق نیترووره بیشتر و سختی کمتر می شود. هنگامی که فولاد در این محدوده دمایی برای مدت زمان مشخص در تماس با مواد نیتروژن ده قرار می گیرد، نیتروژن اتمی جذب سطح فولاد می شود و سپس به داخل آن نفوذ می کند. نفوذ اتم های نیتروژن به لایه سطحی در امتداد مرزدانه ها و از آنجا به داخل دانه ها انجام می گیرد. با ادامه ی نفوذ، نیتريد های آهن و نیتريد های آلیاژی تشکیل و رشد می کنند. عمق لایه نیترووره معمولاً کمتر از یک میلی متر و در صنعت حدود ۰/۳ تا ۰/۶ میلی متر است.

پرسش ۴۳- عوامل موثر و کنترل کننده ی سختی، عمق نیترووره و فرایند نیتروژن دهی به فولاد کدام ها هستند؟

عوامل مهم موثر بر نیتروژن دهی عبارتند از:

۱- دمای نیتروژن دهی:

با افزایش دمای نیتروژن دهی، نفوذ نیتروژن به داخل فولاد بیشتر می شود، در نتیجه عمق لایه ی نیتروژن بیشتر و سختی آن کمتر می شود.

۲- زمان نیتروژن دهی:

عمق نفوذ نیتروژن با گذشت زمان بیشتر می شود تا اینکه به تدریج از سرعت افزایش عمق نفوذ کاسته می شود و پس از یک زمان مشخصی، هر چه زمان بیشتری هم صرف نیتروژن دهی شود، سرعت نفوذ آنقدر ناچیز می شود که باعث غیر اقتصادی شدن ادامه ی عملیات می شود. زمان نیتروژن دهی در دمای ۵۲۰-۵۰۰ درجه سانتیگراد برای رسیدن به عمق لایه ی نیتروژن ی ۰/۶-۰/۳ میلی متر، در حدود ۲۴ تا ۹۰ ساعت است. برای کاهش این مدت زمان می توان دما را تا ۵۶۰-۵۴۰ درجه سانتیگراد افزایش داد. در این صورت، زمان کاهش می یابد ولی سختی هم کم شده و تغییر شکل قطعه بیشتر می شود.

۳- عناصر آلیاژی:

وجود عناصر آلیاژی نظیر کروم، وانادیم، آلومینیوم، مولیبدن و تنگستن در فولاد بر روی افزایش سختی لایه ی نیتروژن به شدت موثر است ولی در عین حال، نفوذ را مشکل تر کرده و عمق سختی را کم می کند. آلومینیوم باعث درشت شدن دانه ها می شود، لذا مقدار آن را حداکثر ۱/۲ درصد در نظر می گیرند. کروم از این نظر مشکلی به وجود نمی آورد ولی فولادهای کروم دار به بازگشت از ۵۰۰ درجه سانتیگراد حساس بوده و موجب شکنندگی فولاد برگشت داده شده می شود. این مشکل را می توان با افزودن ۰/۳-۰/۲۵ مولیبدن به فولاد برطرف نمود.

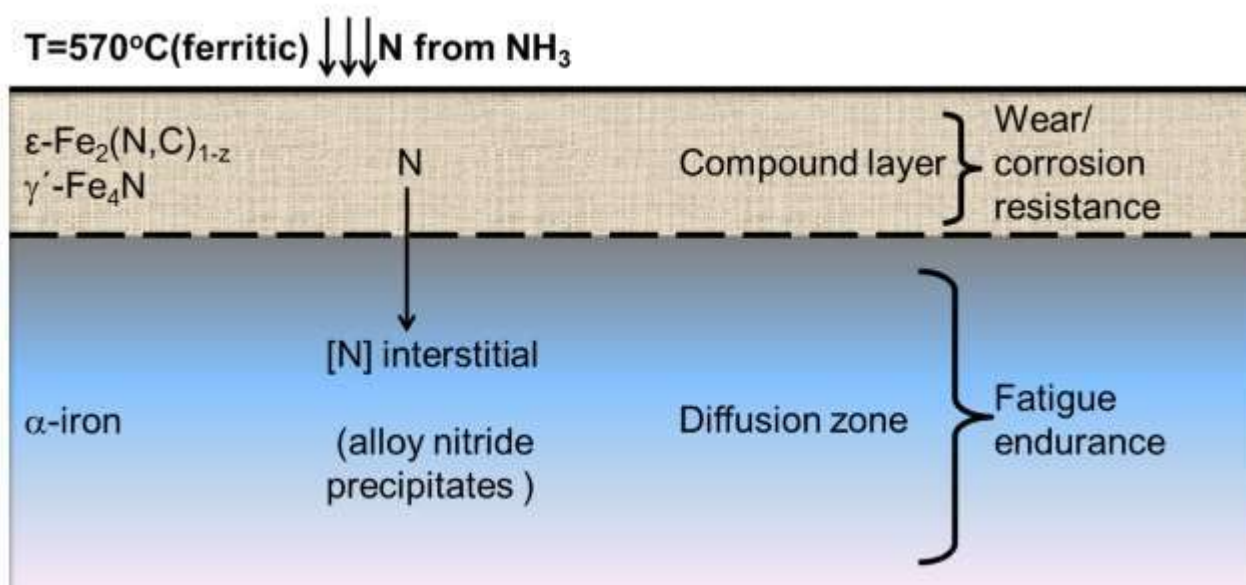
پرسش ۴۴- نیتروژن دهی (نیتراسیون) به چه روش هایی انجام می شود؟ از چه نوع موادی برای نیتروژن دهی به سطح فولاد استفاده می شود؟

در برخی فرایندهای نیتروژن دهی، در کنار نیتروژن معمولاً کربن نیز به داخل فولاد نفوذ می کند و لایه ی سطحی بر پایه ی نیتروژن و کربن بنا می شود. به همین دلیل، این فرایندهای نیتروژن دهی عملاً در گروه فرایندهای نیتروژن-کربن دهی (نیتروکربورایزینگ) قرار می گیرند. روش های مهم نیتروژن دهی به فولاد عبارتند از نیتروژن دهی و نیتروژن-کربن دهی گازی، نیتروژن دهی و نیتروژن-کربن دهی پلاسما، نیتروژن-کربن دهی در حمام نمک مذاب (نیتروژن دهی نمکی) و نیتروژن-کربن دهی جامد یا پودری.

پرسش ۴۵- نیتروژن دهی گازی چیست؟ نیتروژن-کربن دهی چیست؟ از چه نوع موادی برای نیتروژن دهی گازی به سطح فولاد استفاده می شود؟

در نیتروژن دهی گازی، مواد نیتروژن ده در حالت گازی در تماس با فولاد قرار می گیرد. این فرایند در گستره ی دمایی پایداری فريت (زیر درجه حرارت یوتکتوئید) و معمولاً بین ۴۹۵-۵۶۵ درجه سانتیگراد در داخل کوره های الکتریکی انجام می گیرد و در آن، نیتروژن اتمی حاصل از تجزیه ی آمونیاک وارد لایه سطحی فولاد می شود و با آهن و برخی عناصر آلیاژی مثل آلومینیوم، کروم، مولیبدن و یا وانادیم ترکیب شده و تشکیل نیتrideهای سخت و پایدار می دهد. همان طور که در پاسخ پرسش ۴۱ در آمده است، به لایه ی سطحی نیتrideهای آهن γ' و ϵ ، لایه ی ترکیبی یا لایه ی سفید می گویند. در زیر این لایه ترکیبی، دیفیوژن یا نفوذ نیتروژن تا یک ضخامتی ادامه می یابد (ناحیه ی نفوذی).

در فرایند نیتروژن-کربن دهی نیز که باز در گستره ی دمایی پایداری فریت انجام می گیرد، نیتروژن و کربن به صورت همزمان نفوذ کرده و یک لایه ترکیبی سطحی از کربونیتrideهای گاما پیرین (γ') با فرمول شیمیایی $\text{Fe}_4(\text{N},\text{C})$ و اپسیلین (ϵ) با فرمول شیمیایی $\text{Fe}_{2-3}(\text{N},\text{C})$ تشکیل می دهند که باز به آن لایه ی ترکیبی یا سفید می گویند. دلیل سفید نامیدن این لایه در پرسش ۴۱ پاسخ داده شده است. در فولادهای نیترووره، ضخامت لایه ی سفید در حداقل است و نیتrideهای آلیاژی در لایه ی سطحی پراکنده می شوند. این لایه دارای مقاومت به سایش و ضد پوسته شدن عالی است و هنگام تشکیل کمترین اعوجاج قطعه را به همراه دارد. در زیر این لایه ی ترکیبی سطحی، به دلیل نفوذ نیتروژن به داخل فولاد، یک ناحیه ی نفوذی هم با حضور رسوبات نیتrideی تشکیل می شود. این ناحیه هم به مقدار و عمق سختی فولاد می افزاید.



لایه های سطحی در نیتروژن دهی

برخی از روش های نیتروژن دهی گازی عبارتند از:

۱- نیتروژن دهی توسط آمونیاک

نیتروژن دهی گازی توسط آمونیاک را می توان در یک یا دو مرحله انجام داد: نیتروژن دهی گازی یک مرحله ای ساده ترین و ابتدایی ترین روش است که در دمای ۴۹۵-۵۲۵ درجه سانتیگراد به مدت معمولاً ۴۰ تا ۸۰ ساعت انجام می گیرد. در این روش، درصد تجزیه آمونیاک حدود ۳۰-۱۵ درصد است و یک لایه ی ضخیم (بیش از ۳۰ میکرون) و ترد غنی از نیتروژن در سطح فولاد (لایه سفید) تشکیل می شود. با نیتروژن دهی دو مرحله ای می توان ضخامت لایه ی نیتريدی سفید را به حداقل رسانید. نیتروژن دهی دو مرحله ای با فرایند FLOE معرفی شده است. مرحله ی اول همانند نیتروژن دهی یک مرحله ای ترجیحاً در دمای ۵۲۵-۵۰۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۱۰-۵ ساعت انجام می گیرد و حدود ۵-۲ میکرون لایه ی سفید در سطح قطعه تشکیل می شود. در مرحله ی دوم، دما تا ۵۵۰-۵۳۰ درجه سانتیگراد افزایش می یابد و درصد تجزیه ی آمونیاک حدود ۸۰-۶۵ درصد است. ضخامت لایه ترکیبی سفید در روش دو مرحله ای معمولاً تا حداکثر ۲۰ میکرون می رسد.



نیتروژن دهی گازی

- ۲- نیتروژن دهی توسط آمونیاکِ مخلوط با گاز مکمل ازت (نیتروژن) یا یک گاز خنثی
- ۳- نیتروژن دهی توسط آمونیاکِ مخلوط با گازهای مکمل اکسیژن زا (اکسی نیتريدینگ)
- ۴- نیتروژن دهی توسط آمونیاکِ مخلوط با گازهای مکمل مونوکسید کربن (CO)، یا دی اکسید کربن (CO_2) و یا گازهای غنی از کربن مثل بوتان و پروپان (نیتروکربورایزینگ)
- ۵- نیتروژن دهی توسط آمونیاکِ مخلوط با ترکیب گازی گوگرد دار (سولفونیتريدینگ)
- ۶- گازدهی چند مرحله ای با ترکیبی از روش های بالا



نیتروژن دهی گازی

پرسش ۴۶- نیتروژن دهی پلاسما چیست؟ از چه نوع موادی برای نیتروژن دهی پلاسما به سطح فولاد استفاده می شود؟

گازها در شرایط طبیعی غیر هادی هستند، یعنی تعداد حامل های بار الکتریکی آن ها به اندازه ای کم است که هیچ گونه بار الکتریکی را انتقال نمی دهند. در ولتاژهای بسیار بالا مثل صاعقه و یا در دامنه ی فشار کمتر از اتمسفر (ناحیه ی تخلیه ی شار الکتریکی) این ویژگی تغییر می کند. به این صورت که قسمتی از گاز غیر هادی یونیزه شده و هادی می شود. از نقطه نظر ولتاژ و جریان، نیتروژن دهی پلاسما در ناحیه ی تخلیه ی شار الکتریکی شبه پایدار انجام می گیرد. در این فرایند، گاز نیتروژن به همراه هیدروژن با فشار حدود ۰/۵ تا ۱۰ میلی بار وارد محفظه ی خلاء می شود. برای نیتروژن-کربن دهی پلاسمایی، علاوه بر آن ها، گاز متان نیز با درصد مشخصی وارد محفظه می شود. بدنه ی محفظه به قطب مثبت وصل و کاتد واقع می شود و قطعه کار نیز به قطب منفی وصل و آند واقع می شود. زمانی که گاز با ترکیب مناسب و فشار کافی وارد محفظه شد، ولتاژی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ ولت اعمال می شود. در اثر اختلاف پتانسیل بین قطب های مثبت و منفی، ذرات گاز یونیزه شده، به سمت قطب منفی (قطعه کار) شتاب می گیرد و سطح آن را بمباران می کند. در اثر برخورد یون ها با انرژی سینتیکی بالا به سطح قطعات، حدود ۹۰ درصد انرژی آن ها به انرژی حرارتی تبدیل می شود و دمای قطعات تا دمای نیتروژن دهی افزایش می یابد. درست پس از چند دقیقه پس از شروع فرایند، نیتروژن اتمی در سطح قطعه نفوذ کرده و لایه های مختلف نیتریده را بر روی آن پدید می آورد. مدت زمان نیتروژن دهی پلاسمایی معمولاً بین ۱۰ دقیقه تا بیش از ۶۰ ساعت در موارد خاص متغیر است و تابع پارامترهایی چون دمای عملیات، عمق نفوذ، نوع فولاد و عناصر آلیاژی آن است. در این فرایند، فقط مناطقی نیتریده می شوند که در معرض تخلیه ی شار الکتریکی قرار دارند. بنابراین می توان با پوشش جرمی یا خمیری از نیتریده نشدن مناطقی که نمی خواهیم نیتریده و سخت شوند، مطمئن شد.



نیتروژن دهی پلاسما

پرسش ۴۷- نیتروژن دهی مایع یا نیتروژن دهی در حمام نمک مذاب چیست؟ از چه نوع

موادی برای نیتروژن دهی مایع به سطح فولاد استفاده می شود؟

نیتروژن دهی مایع معمولاً در حمام نمک مذاب سیانیدی و یا سیاناتی و به چندین روش انجام می گیرد. در این فرایند، کربن هم به همراه نیتروژن نفوذ می کند، بنابراین آن را می توان از نوع فرایندهای نیتروژن-کربن دهی

(نیتروکربورایزینگ) محسوب نمود. به منظور نیتروژن دهی مایع، چند روش تجاری از جمله TENIFER یا TUFFTRIDE و روش های SURSULF، MELONITE و ARCOR توسعه پیدا کرده اند. در این روش ها معمولاً از حمام های سیانید/سیانات هوادهی شده و حمام های سیانید/سیانات با تزریق آمونیاک بدون آب با فشار ۲۰۵-۷ کیلوپاسکال و با نسبت های مختلف سیانید و سیانات استفاده می شود. روش TENIFER یا TUFFTRIDE در حمام مذاب ۵۷۰ درجه سانتیگراد با ترکیبی شامل حدود ۲۰-۱۸ درصد سیانید و ۲۵-۲۲ درصد سیانات به همراه دمش هوا و در دیگ هایی از جنس تیتانیوم انجام می گیرد. روش MELONITE در حمام مذاب ۵۸۰ درجه سانتیگراد با ترکیبی شامل حدود ۳-۰ درصد سیانید و ۳۶-۳۰ درصد سیانات به همراه دمش هوا و مواد احیا کننده و در دیگ هایی از جنس تیتانیوم انجام می گیرد. روش SURSULF از حمام های نیتروژن-کربن دهی بدون سیانید با حضور گوگرد است که در دمای ۵۷۰-۵۶۰ درجه سانتیگراد انجام می شود. این روش توسط شرکت French معرفی شده است. ترکیب حمام آن شامل سیانات و کربنات سدیم، پتاسیم و لیتیم به همراه مقدار کمی سولفید پتاسیم است. در روش ARCOR نیز از حمام های بدون سیانید نیتروژن-کربن دهی با ترکیبی شامل سیانات و کربنات مواد قلیایی استفاده می شود. این فرایند خود به چندین روش انجام می گیرد که دمای هر کدام از آن ها متفاوت است ولی همه این روش ها در محدوده دمایی ۶۳۰-۴۸۰ درجه سانتیگراد انجام می شود. مزیت مهم این روش آن است که لایه ترکیبی با ضخامت ۲۰-۱۰ میکرون در سطح فولاد در مدت زمان حدود ۲-۱ ساعت تشکیل می شود.

پرسش ۴۸- آیا قبل و بعد از نیتروژن دهی، عملیات حرارتی خاصی روی فولادهای نیترووره انجام می گیرد؟

قبل از نیتروژن دهی یا نیتروژن-کربن دهی به فولادها، آن ها را تحت عملیات های حرارتی آنیل نرم، نرماله، تبلور مجدد (در مواقعی که کار سرد بر روی قطعه انجام گرفته است)، تنش گیری (در مواقعی که عملیات تولیدی و

ماشینکاری بر روی قطعه انجام گرفته است) و کوئنچ-تمپر (سخت کاری و برگشت) قرار می دهند. این عملیات ها به همگنی ساختار قبل از نیتريدینگ، حذف تنش های داخلی و سختی و کیفیت مناسب سطح نیتروژن دهی شده کمک می کند. فولادهای نیترووره را قبل از نیتروژن دهی، معمولاً بازپخت (آنیل) یا کوئنچ-تمپر (سخت کاری و برگشت) می کنند. این عملیات ها توسط کارخانه ی سازنده ی مقاطع فولاد نیترووره انجام می گیرد. در واقع، مصرف کننده یا کاربر، فولادهای نیترووره را در یکی از این دو وضعیت تحویل می گیرد. دمای بازپخت نرم فولادهای نیترووره معمولاً در محدوده ی ۶۵۰-۷۲۰ درجه سانتیگراد است. دمای سخت کاری آن ها نیز در محدوده ی ۸۷۰-۹۷۰ درجه سانتیگراد است. محیط سرد کردن یا کوئنچ نیز روغن یا آب است. دمای تمپر یا برگشت پس از کوئنچ آن ها نیز در حدود ۵۸۰-۷۰۰ درجه سانتیگراد است. دمای هر یک از این فرایندها برای گریدهای مختلف فولاد نیترووره در پاسخ پرسش ۵۵ آمده است.

فولادهای نیترووره پس از نیتروژن دهی تحت عملیات حرارتی بعدی قرار نمی گیرند. قطعات نیتروژن-کربن دهی شده را می توان تحت یک عملیات اکسیداسیون سطحی قرار داد. لایه اکسید آهن ایجاد شده به ضخامت ۱,۵-۳ میکرون روی لایه نیتريدی می تواند خواص سایشی و مقاومت به خوردگی قطعات نیتروژن-کربن دهی شده را بهبود دهد. بهترین نتایج مقاومت به سایش زمانی به دست می آید که یک لایه ی ترکیبی با ترکیب مشخصی از فاز نیتريدی با لایه ی اکسیدی مگنتیتی به ضخامت حدود ۲ میکرون همراه شود. در صنعت عملیات اکسیداسیون پس از نیتروژن-کربن دهی را "کبود کاری" می گویند.

پرسش ۴۹- آیا می توان نیتروژن دهی را به صورت موضعی انجام داد؟ نیتروژن دهی موضعی چگونه انجام می شود؟

اگر فقط سخت کاری قسمت هایی از قطعه مدنظر باشد می توان با روش هایی از نیتروژن دهی به سایر نواحی جلوگیری کرد تا آن نواحی همچنان نرم باقی بمانند. برای این منظور، معمولاً از روش هایی برای پوشاندن این نواحی به منظور جلوگیری از جذب سطحی و نفوذ نیتروژن استفاده می شود. از جمله این روش ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- استفاده از خمیرهای محافظ:

در نیتروژن دهی گازی و پلاسما، از خمیرهای محافظ بر پایه مس، روی، نیکل یا آلومینیوم برای پوشاندن قسمت هایی از قطعه که نباید نیتروژن دهی شوند استفاده می شود. این خمیرها باید قابل شستشو باشند تا بتوان پس از عملیات نیتروژن دهی، آن ها به راحتی از سطح قطعه پاک نمود. این خمیرها نمی توانند به طور کامل مانع از جذب سطحی نیتروژن بشوند.

۲- استفاده از محافظ های جرمی:

استفاده از حفاظ های جرمی مثل پیچ و مهره، پین، توپی و روکش در روش پلاسما یک روش مطمئن برای نیتروژن دهی موضعی است. چون در سطوحی که تخلیه شار الکتریکی انجام نگیرد، نیتروژن نیز به داخل قطعه نفوذ نخواهد کرد. در روش گازی به دلیل عدم آب بندی کامل، این روش زیاد قابل اطمینان نیست. در روش مایع یا حمام نمکی نیز معمولاً از این روش استفاده نمی شود.

۳- غوطه وری موضعی قطعه در حمام نمکی

۴- استفاده از پوشش های الکترولیتی:

استفاده از پوشش های الکترولیتی ضد نیتروژن دهی مثل لایه ی محافظ نیکل و مس در فرایندهای پلاسما و گازی یک روش مطمئن در مقابل نفوذ نیتروژن است. این پوشش ها ممکن است در نیتروژن-کربن دهی حمام نمکی کوتاه مدت هم به کار رود. البته استفاده از پوشش های الکترولیتی یک روش گران قیمت است.

پرسش ۵۰- چه فولادهایی نیتروژن دهی یا نیترووره می شوند؟ در کلید فولاد، کدام گرید از فولادهای نیترووره معرفی شده است؟

همان طور که قبلاً هم اشاره شد، بسیاری از آلیاژهای آهنی مثل چدن ها، فولادهای کربنی، فولادهای کم آلیاژ و آلیاژی، فولادهای زنگ نزن و فولادهای ابزار را می توان نیتروژن دهی نمود، ولی فولادهای نیترووره گروهی از فولادهای کربن متوسط دارای عناصر آلیاژی آلومینیوم، وانادیم، کروم و مولیبدن هستند که در بسیاری از کاربردهای صنعتی، نیاز به قطعات فولادی با سطح بسیار سخت مقاوم به سایش و خوردگی و دارای استحکام خستگی مناسب به همراه مغز نرم چقرمه و مقاوم در برابر ضربه های وارده را پاسخ می دهند. در حضور عناصر آلیاژی با میل ترکیبی زیاد با نیتروژن در ترکیب فولادهای نیترووره، یک لایه نسبتاً نازک (تا حداکثر ۱ میلی متر) ولی سخت و پایدار نیتریدی (یا کربونیتریدی) بر روی سطح قطعه تشکیل می شود که معمولاً ۸۰۰ تا ۹۵۰ ویکرز سختی دارد. فولادهای نیترووره در فصل اول کلید فولاد معرفی شده اند. در جدول زیر، تعدادی از این فولادها معرفی شده اند.

جدول ۱۶- تعدادی از فولادهای نیتروre

شماره مواد فولاد DIN EN 10027-2	نماد فولاد در DIN EN 10027-1	نام تجاری بوهلر
1.8504	31CrAl6	-
1.8506	34CrAlS5	-
1.8507	34CrAlMo5-10	V810
1.8509	41CrAlMo7-10	V800
1.8515	31CrMo12	V304
1.8519	31CrMoV9	V 350
1.8521	15CrMoV5-9	-
1.8523	40CrMoV13-9	V358
1.8550	34CrAlNi7-10	V 820

پرسش ۵۱- نامگذاری فولادهای نیتريده در استاندارد DIN چگونه انجام می گیرد؟ مفهوم

نامگذاری فولادهای نیتريده چیست؟

روش نامگذاری فولادها در استانداردهای DIN EN 10027-1 و DIN EN 10027-2 در پاسخ به پرسش ۵ و پرسش

۳۴ در آموزش کلید فولاد توضیح داده شده است. در صورت نیاز به آن قسمت ها مراجعه شود.

پرسش ۵۲- آیا فولادهای نیتريده به صورت نیتروژن دهی شده فروخته می شوند؟ یا

خریدار، آن ها را نیتروژن دهی می کند؟

فولادهای نیتريده بدون نيتروژن دهی تحويل می شوند. مصرف کننده یا کاربر، این فولادها را معمولاً به صورت بازپخت (آنیل) نرم شده و کوئنچ-تمپر (سخت کاری و برگشت) شده تحويل می گیرد. سپس آن ها را به محصول نهایی تبدیل کرده و در نهایت نيتروژن دهی و سخت کاری سطحی می کند.

پرسش ۵۳- ترکیب شیمیایی فولادهای نيتروزه شامل چه عناصری است؟

در جدول ۱۷ ترکیب شیمیایی فولادهای نيتروزه طبق کلید فولاد و استاندارد DIN EN 10085 آمده است.

پرسش ۵۴- سختی و استحکام فولادهای نيتروزه قبل و بعد از عملیات سخت کاری سطحی

چگونه است؟

در جدول ۱۸ برخی اطلاعات سختی و استحکام فولادهای نيتروزه ی تحويلی به مشتری و سختی سطحی پس از نيتروژن دهی آن ها طبق کلید فولاد و استاندارد DIN EN 10084 آمده است.

پرسش ۵۵- فولادهای نيتروزه در چه دمایی نيتروژن دهی می شوند؟

در جدول ۱۹ مشخصات نيتروژن دهی فولادهای نيتروزه و عملیات حرارتی آن ها قبل از این فرایند طبق کلید فولاد و استاندارد DIN EN 10084 آمده است.

جدول ۱۷- ترکیب شیمیایی فولادهای نیتروre طبق استاندارد DIN EN 10085

شماره مواد	نماد فولاد در DIN	درصد کربن و عناصر آلیاژی، %					
		مولیبدن	وانادیم	نیکل	مولیبدن	وانادیم	نیکل
1.8504	31CrAl6	0.30-0.37	0.80-1.10	1.20-1.50	-	-	-
1.8506	34CrAlS5	0.30-0.37	0.80-1.20	1.00-1.30	-	-	-
1.8507	34CrAlMo5-10	0.30-0.37	0.80-1.20	1.00-1.30	0.15-0.25	-	-
1.8509	41CrAlMo7-10	0.38-0.45	0.80-1.20	1.50-1.80	0.20-0.35	-	-
1.8515	31CrMo12	0.28-0.35	-	2.80-3.30	0.30-0.50	-	-
1.8519	31CrMoV9	0.27-0.34	-	2.30-2.70	0.15-0.25	0.10-0.20	-
1.8521	15CrMoV5-9	0.13-0.18	-	1.20-1.50	0.80-1.10	0.20-0.30	-
1.8523	40CrMoV13-9	0.36-0.43	-	3.00-3.50	0.80-1.10	0.15-0.25	-
1.8550	34CrAlNi7-10	0.30-0.37	0.80-1.20	1.50-1.80	0.15-0.25	-	0.85-1.15

جدول ۱۸- سختی و استحکام فولادهای نیترووره ی تحویلی و سختی سطحی پس از نیتروژن دهی آن ها طبق DIN EN 10084

شماره مواد	سختی فولاد تحویلی (برینل) پس از بازپخت نرم	خواص مکانیکی فولاد تحویلی پس از سخت کاری و برگشت (کوئنچ-تمپر) برای میلگرد به قطر کوچک تر از ۴۰ mm				سختی سطحی پس از نیترووره (ویکرز)
		حداقل مقدار تنش تسلیم (MPa)	حداقل مقدار استحکام کششی (MPa)	حداقل مقدار افزایش طول (%)	حداقل مقدار انرژی ضربه (ژول)	
1.8504	217	540	780	14	41	900
1.8506	217	440	930	12	-	900
1.8507	248	600	1000	14	40	950
1.8509	262	735	980	12	34	950
1.8515	248	835	1130	10	48	800
1.8519	248	1030	1230	9	34	800
1.8521	248	750	1100	10	35	800
		(برای قطرهای کوچک تر از ۱۰۰ mm)				
1.8523	262	1080	1420	8	27	800
1.8550	248	650	1050	12	35	950
		(برای قطرهای کوچک تر از ۱۰۰ mm)				

جدول ۱۹- مشخصات نیتروژن دهی فولادهای نیتروژه و عملیات حرارتی آن ها قبل از این فرایند طبق استاندارد DIN EN 10084

شماره مواد	دمای بازپخت نرم (درجه سانتیگراد)	دمای سخت کاری و بازگشت (درجه سانتیگراد)			دمای تنش زدایی پس از کار مکانیکی (درجه سانتیگراد)	دمای نیتروژن دهی (درجه سانتیگراد)
		دمای سخت کاری	محیط کوئنچ	دمای بازگشت (تمپر)		
1.8504	650-700	900-950	روغن یا آب	580-650	550-580	500-520
1.8506	650-700	900-950	روغن یا آب	580-660	550-580	500-520
1.8507	650-750	870-930	روغن یا آب	580-700	550-570	480-570
1.8509	650-750	870-930	روغن یا آب	580-700	550-570	480-570
1.8515	650-700	870-930	روغن یا آب	580-700	550-570	480-570
1.8519	680-720	870-930	روغن یا آب	580-700	550-580	480-570
1.8521	680-740	940-980	روغن یا آب	600-700	550-570	500-520
1.8523	680-720	870-970	روغن یا آب	580-700	550-570	480-570
1.8550	650-700	870-930	روغن یا آب	580-700	550-580	480-570

فولادهای خوش تراش یا اتومات

پرسش ۵۶- فولادهای خوش تراش یا اتومات چه نوع فولادهایی هستند؟

تولید قطعات فولادی در تیراژ انبوه با سری تراشی نیاز به فولادهایی با قابلیت ماشین کاری عالی یا خوش تراشی، کیفیت سطحی مناسب پس از ماشین کاری، سرعت تولید بالا و هزینه های پایین ماشین کاری را موجب شده است. به دلیل تاثیر سوء حضور عناصری مثل گوگرد و فسفر در ترکیب فولادها بر خواص مکانیکی، چقرمگی و همگنی ساختار فولادهای کار شده، مقدار آن ها در حداقل (معمولاً کمتر از ۰/۰۴۵ درصد در اکثر فولادها) تنظیم می شود ولی با حضور گوگرد و فسفر در مقادیر بیشتر (گوگرد تا ۰/۴ درصد و فسفر تا ۰/۱۱ درصد) و همچنین حضور عنصر سرب در مقادیر ۰/۳۵-۰/۱۵ درصد در ترکیب برخی فولادهای کم کربن و کربن متوسط، خاصیتی در آن ها ایجاد می شود که قابلیت ماشین کاری، براده برداری و کیفیت سطح این فولادها پس از ماشین کاری بهبود می یابد. به فولادهایی که دارای این خاصیت و قابلیت هستند، فولادهای خوش تراش یا اتومات (Free-cutting steels) می گویند. کاربرد اصلی این فولادها تراش اتوماتیک و سری تراشی جهت تولید انبوه قطعات خودرو و قطعات صنعتی است. برای همین در صنایع خودرو سازی، ماشین آلات و ادوات کشاورزی، اتصالات هیدرولیکی، ساخت ابزار دقیق، صنایع فلزی و قطعه سازی کاربرد زیادی دارد.

به دلیل کاهش اصطکاک روی لبه ابزار تراشکاری در اثر خرد شدن براده ها، عمر ابزار تراشکاری این فولادها افزایش و در نتیجه هزینه های تولیدی آن ها کاهش می یابد.

گوگرد، سرب، منگنز و فسفر چهار عنصر مهم در این گروه از فولادها بوده و کربن آن ها بستگی به نوع آلیاژ، از کمتر از ۰/۱۴ درصد تا حداکثر ۰/۶۵ درصد در برخی گریدهای فولاد اتومات متغیر است. برخی از فولادهای خوش تراش قابلیت سمانتاسیون یا کربن دهی سطحی داشته و برخی هم عملیات حرارتی پذیر هستند.

این فولادها به روش نورد گرم و یا کشش سرد تولید می شوند و برای عملیات آهنگری مناسب نمی باشد. به دلیل حضور مقدار بالایی از عناصر فسفر و گوگرد در ترکیب این فولادها، جوشکاری آن ها توصیه نمی شود و ترمیم سطحی آن ها با جوشکاری هم مجاز نیست.



پرسش ۵۷- دلیل خوش تراشی فولادهای خوش تراش یا اتومات چیست؟

وجود گوگرد عامل مهمی در افزایش قابلیت ماشینکاری فولادهای خوش تراش است. با حضور گوگرد و تشکیل ناخالصی های سولفیدی در مرزدانه ها، حین ماشینکاری براده ها خرد شده و طول آن ها کوتاه تر می شود. در نتیجه با افزایش سرعت براده برداری، فولاد خوش تراش می شود. همچنین به دلیل خاصیت روانکاری گوگرد، هم با کاسته شدن از شدت اصطکاک در قسمت برنده ابزارهای برشی، عمر آن ها افزایش می یابد و هم کیفیت سطحی خوبی پس از ماشینکاری قطعه به دست می آید.

عنصر فسفر نیز همچون گوگرد باعث افزایش قابلیت براده برداری و ماشینکاری فولادها می شود. این عنصر در برخی گریدهای فولاد خوش تراش تا ۰/۱۱ درصد و همراه با گوگرد به ترکیب این فولادها اضافه می شود.

در کنار گوگرد و فسفر، در برخی گریدهای فولاد خوش تراش از عنصر سرب نیز به مقدار ۰/۳۵-۰/۱۵ درصد استفاده می شود. افزودن سرب به دلیل توزیع فوق العاده ریز و یکنواخت آن در بین سایر عناصر در فولادهای خوش تراش، باعث خرد و ریز شدن براده ها در هنگام ماشین کاری می شود. بنابراین سرعت براده برداری از فولاد افزایش می یابد و فولاد خوش تراش شده و سطح ماشین کاری بسیار خوبی هم حاصل می شود.

پرسش ۵۸- تاثیر سوء گوگرد و فسفر بر خواص مکانیکی فولادهای خوش تراش چگونه جبران می شود؟

برای بهبود خواص مکانیکی فولادهای خوش تراش، مقدار بیشتری عنصر منگنز (از ۰/۵ تا ۱/۷ درصد) به ترکیب آن ها اضافه می شود. این عنصر با گوگرد ترکیب شده و با تشکیل سولفید منگنز، مانع تشکیل سولفید آهن و در نتیجه کاهش خطر سرخ شکنندگی فولادهای خوش تراش می شود.



میلگرد فولادهای خوش تراش

پرسش ۵۹- در کلید فولاد و استانداردهای اروپایی، کدام گرید از فولادهای خوش تراش معرفی شده است؟

فولادهای خوش تراش در رده بندی استاندارد DIN EN 10027-2 با شماره مواد 1.07XX مشخص می شوند. این فولادها در استانداردهای اروپایی DIN EN 10087 و DIN EN 10277-3 از نظر عملیات حرارتی به سه دسته تقسیم شده اند:

۱- فولادهای عملیات حرارتی نشونده:

این گروه از فولادهای خوش تراش دارای مقدار کربن کمتر از ۰/۱۴ درصد بوده و عملیات حرارتی نمی شوند. این فولادها شامل شماره مواد ۱/۰۷۱۵، ۱/۰۷۱۸، ۱/۰۷۳۶ و ۱/۰۷۳۷ هستند.

۲- فولادهای قابل سمانتاسیون:

این گروه از فولادهای خوش تراش دارای مقدار کربن ۰/۱۳-۰/۰۷ درصد بوده و قابل سخت کاری سطحی پس از سمانتاسیون یا کربن دهی سطحی هستند. این فولادها شامل شماره مواد ۱/۰۷۲۱، ۱/۰۷۲۲ و ۱/۰۷۲۵ هستند.

۳- فولادهای کوئنچ تمپر شونده ی مستقیم:

این گروه از فولادهای خوش تراش دارای مقدار کربن ۰/۶۵-۰/۳۲ درصد بوده و قابلیت عملیات حرارتی کوئنچ تمپر را دارا هستند. این گروه از فولادهای خوش تراش، تعداد بیشتری را شامل می شوند که از جمله ی آن ها می توان به شماره مواد ۱/۰۷۲۶، ۱/۰۷۲۷، ۱/۰۷۵۶، ۱/۰۷۵۷ و ۱/۰۷۶۲ اشاره کرد.

پرسش ۶۰- نامگذاری فولادهای خوش تراش در استاندارد DIN چگونه انجام می گیرد؟

روش نامگذاری فولادها در استانداردهای DIN EN 10027-2 و DIN EN 10027-1 در پاسخ به پرسش ۵ و پرسش ۳۴ توضیح داده شده است. در صورت نیاز به آن قسمت ها مراجعه شود. تنها به عنوان مثال، به نمونه ای از نامگذاری دو فولاد خوش تراش پرکاربرد ۱/۰۷۱۵ و ۱/۰۷۱۸ طبق DIN EN 10027-1 اشاره می شود.

نماد فولاد ۱/۰۷۱۵ عبارت است از فولاد 11SMn30، طبق اصول نامگذاری فولادها در استاندارد-DIN EN 10027

1، این فولاد دارای ۰/۱۱ درصد کربن، میانگین ۰/۳ درصد (۳۰ تقسیم بر ۱۰۰) گوگرد و همچنین منگنز است.

نماد فولاد ۱/۰۷۱۸ عبارت است از فولاد 11SMnPb30، طبق اصول نامگذاری فولادها در استاندارد-DIN EN

10027-1، این فولاد دارای ۰/۱۱ درصد کربن، میانگین ۰/۳ درصد گوگرد و همچنین سرب و منگنز است.



پرسش ۶۱- فولادهای خوش تراش در استانداردهای آمریکایی با چه نامی معرفی شده اند؟

اگر به پرسش ۳۵ مراجعه فرمایید، در جدول نامگذاری فولادها طبق SAE/AISI مشخص است که فولادهای خوش تراش گوگرددار با نماد 11XX و فولادهای خوش تراش گوگرد و فسفردار با نماد 12XX معرفی شده اند. در جدول زیر انواع گریدهای این فولادها به همراه ترکیب شیمیایی آن ها طبق SAE/AISI مشخص شده است:

فولادهای خوش تراش گوگرددار

SAE-AISI number	Cast or heat chemical ranges and limits, %			
	C	Mn	P max	S
1108	0.08-0.13	0.50-0.80	0.040	0.08-0.13
1110	0.08-0.13	0.30-0.60	0.040	0.08-0.13
1117	0.14-0.20	1.00-1.30	0.040	0.08-0.13
1118	0.14-0.20	1.30-1.60	0.040	0.08-0.13
1137	0.32-0.39	1.35-1.65	0.040	0.08-0.13
1139	0.35-0.43	1.35-1.65	0.040	0.13-0.20
1140	0.37-0.44	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13
1141	0.37-0.45	1.35-1.65	0.040	0.08-0.13
1144	0.40-0.48	1.35-1.65	0.040	0.24-0.33
1146	0.42-0.49	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13
1151	0.48-0.55	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13

فولادهای خوش تراش گوگرد و فسفردار

SAE-AISI number	Cast or heat chemical ranges and limits, %				
	C max	Mn	P	S	Pb
1211	0.13	0.60-0.90	0.07-0.12	0.10-0.15	---
1212	0.13	0.70-1.00	0.07-0.12	0.16-0.23	---
1213	0.13	0.70-1.00	0.07-0.12	0.24-0.33	---
1215	0.09	0.75-1.05	0.04-0.09	0.26-0.35	---
12L14	0.15	0.85-1.15	0.04-0.09	0.26-0.35	0.15-0.35

در سطر آخر این جدول، حرف L در نماد فولاد 12L14 به معنی حضور سرب در ترکیب فولاد است.

پرسش ۶۲- پرکاربردترین فولادهای خوش تراش در صنعت ایران کدام فولادها هستند؟

معادل این فولادها در استانداردهای اروپایی و آمریکایی و نام های تجاری چیست؟

از جمله مهم ترین و پرکاربردترین فولادهای خوش تراش در صنعت ایران عبارتند از:

۱- فولاد خوش تراش یا اتومات ۷۱۵

این فولاد با شماره مواد ۱/۰۷۱۵ و نماد 11SMn30 در تولید انبوه قطعات خودرو و ساخت ابزار دقیق استفاده می شود. در محصولات شرکت بوهرلر (BOHLER)، این فولاد با نام Z906 شناخته می شود. اگر چه این فولاد عملیات حرارتی نمی شود ولی در شرایط خاص، با سمانتاسیون آن، شرایط لازم برای سخت کاری سطحی فراهم می شود.

۲- فولاد خوش تراش یا اتومات ۷۱۸

این فولاد با شماره مواد ۱/۰۷۱۸ و نماد 11SMnPb30 در تولید انبوه قطعات خودرو و ساخت ابزار دقیق استفاده می شود. در محصولات شرکت بوهرلر (BOHLER)، این فولاد با نام Z950 شناخته می شود. فولاد اتومات ۷۱۸ از جمله فولادهای خوش تراش سرب دار است. این فولاد نیز مشابه اتومات ۷۱۵ عملیات حرارتی نمی شود ولی در شرایط خاص، با سمانتاسیون آن، شرایط لازم برای سخت کاری سطحی فراهم می شود.

۳- فولاد خوش تراش یا اتومات ۷۲۲

این فولاد با شماره مواد ۱/۰۷۲۲ و نماد 10SPb20 در تولید انبوه قطعات خودرو و ساخت قطعات مکانیکی و ابزار دقیق استفاده می شود. فولاد اتومات ۷۲۲ از جمله فولادهای خوش تراش سرب دار است. این فولاد پس از سمانتاسیون، قابل سخت کاری سطحی با عملیات کوئنچ-تمپر است.

۴- فولاد خوش تراش یا اتومات ۷۳۷

این فولاد با شماره مواد ۱/۰۷۳۷ و نماد 11SMnPb37 در تولید انبوه قطعات خودرو و ساخت قطعات مکانیکی و ابزار دقیق استفاده می شود. فولاد اتومات ۷۳۷ از جمله فولادهای خوش تراش سرب دار است. اگر چه این فولاد عملیات حرارتی نمی شود ولی در شرایط خاص، با سمانتاسیون آن، شرایط لازم برای سخت کاری سطحی فراهم می شود.

در جدول ۲۰ معادل این فولادهای خوش تراش در استانداردهای مختلف مشخص شده است:

جدول ۲۰- معادل برخی فولادهای خوش تراش در استانداردهای مختلف

نماد فولاد						شماره مواد	فولاد اتومات
UNS	JIS ژاپن	SS سوئد	AFNOR فرانسه	SAE/AISI آمریکا	DIN EN اروپا/آلمان		
G12140	SUM 22	1912	S250	1214	11SMn30	1.0715	715
G12134	SUM 22L	1914	S250Pb	12L13	11SMnPb30	1.0718	718
-	-	-	-	-	10SPb20	1.0722	722
G12130	-	1926	S300Pb	1213	11SMnPb37	1.0737	737

پرسش ۶۳- ترکیب شیمیایی فولادهای خوش تراش شامل چه عناصری است؟ فولادهای خوش تراش از چه عناصری تشکیل شده اند؟

همان طور که در پاسخ به پرسش ۵۷ نوشتیم، عناصر گوگرد، فسفر و سرب از عناصر اصلی موجود در ترکیب شیمیایی فولادهای خوش تراش یا اتومات هستند. در جدول ۲۱ ترکیب شیمیایی فولادهای خوش تراش پر کاربرد در صنعت ایران را بررسی می کنیم. برای اطلاع از ترکیب شیمیایی سایر فولادهای خوش تراش می توانید به کلید فولاد یا استانداردهای DIN EN 10087 و DIN EN 10277-3 مراجعه فرمایید.

جدول ۲۱- ترکیب شیمیایی فولادهای خوش تراش پر کاربرد در صنعت ایران

ترکیب شیمیایی بر حسب درصد وزنی عناصر						نماد فولاد DIN EN اروپا/آلمان	شماره مواد	فولاد اتومات
سرب	گوگرد	فسفر	منگنز	سیلیسیم	کربن			
-	0.27-0.33	حداکثر 0.11	0.9-1.3	حداکثر 0.05	حداکثر 0.14	11SMn30	1.0715	715
0.2-0.35	0.27-0.33	حداکثر 0.11	0.9-1.3	حداکثر 0.05	حداکثر 0.14	11SMnPb30	1.0718	718
0.2-0.35	0.15-0.25	حداکثر 0.06	0.7-1.1	حداکثر 0.4	0.07-0.13	10SPb20	1.0722	722
0.2-0.35	0.34-0.4	حداکثر 0.11	1-1.5	حداکثر 0.05	حداکثر 0.14	11SMnPb37	1.0737	737

پرسش ۶۴- فولادهای خوش تراش دارای چه مقدار سختی، استحکام و تنش تسلیمی هستند؟

خواص مکانیکی فولادهای خوش تراش قبل از عملیات حرارتی و پس از آن متفاوت است. این فولادها از نظر عملیات حرارتی به سه دسته تقسیم شده اند:

- فولادهای عملیات حرارتی نشونده
- فولادهای قابل سمانتاسیون و سخت کاری سطحی (کوئنچ تمپر)
- فولادهای کوئنچ تمپر شونده ی مستقیم

بر اساس نوع ساخت و عملیات حرارتی، استحکام کششی و سختی فولادهای خوش تراش در سه حالت طبق جدول ۲۲ ارائه می شود. در این جدول، به خواص مکانیکی تعداد محدودی از این فولادها در میلگرد با قطر ۴۰-۱۷ میلی متر اشاره شده است. در صورت نیاز به خواص مکانیکی سایر فولادها و سایر قطرها می توانید به کلید فولاد یا استانداردهای DIN EN 10087 و DIN EN 10277-3 مراجعه فرمایید.

پرسش ۶۵- کدام یک از گریدهای فولادهای خوش تراش تحت عملیات حرارتی قرار می گیرند؟ عملیات حرارتی فولادهای خوش تراش چگونه انجام می گیرد؟

همان طور که در پاسخ به پرسش ۵۹ ذکر شد فولادهای خوش تراش از نظر عملیات حرارتی به سه دسته تقسیم شده اند:

جدول ۲۲- خواص مکانیکی تعدادی از فولادهای خوش تراش در میلگرد با قطر ۴۰-۱۷ میلی متر

شماره مواد	نورد و ماشینکاری شده		کشش سرد شده			کشش سرد و کوئنچ تمپر شده		
	استحکام کششی MPa	حداکثر سختی HB	حد اقل تنش تسلیم MPa	کششی MPa	حد اقل افزایش طول %	حد اقل تنش تسلیم MPa	استحکام کششی MPa	حد اقل افزایش طول %
1.0715	۳۸۰-۵۷۰	۱۵۹	۳۷۵	۴۶۰-۷۱۰	۸	-	-	-
1.0718	۳۸۰-۵۷۰	۱۵۹	۳۷۵	۴۶۰-۷۱۰	۸	-	-	-
1.0722	۳۶۰-۵۳۰	۱۴۹	۳۵۵	۴۶۰-۷۱۰	۹	-	-	-
1.0737	۳۸۰-۵۵۰	۱۶۳	۳۹۰	۴۹۰-۷۴۰	۸	-	-	-
1.0726	۵۲۰-۶۸۰	۲۰۱	۳۶۰	۵۶۰-۸۰۰	۸	۳۸۰	۶۰۰-۷۵۰	۱۶
1.0762	۶۳۰-۸۲۰	۲۴۲	۴۶۰	۶۶۰-۹۰۰	۶	۴۲۰	۷۰۰-۸۵۰	۱۶

۱- فولادهای عملیات حرارتی نشونده که دارای مقدار کربن کمتر از ۰/۱۴ درصد بوده و عملیات حرارتی نمی شوند. فولادهای اتومات ۷۱۵، ۷۱۸ و ۷۳۷ از این گروه هستند.

۲- فولادهای قابل سمانتاسیون که دارای مقدار کربن ۰/۱۳-۰/۰۷ درصد بوده و قابل سخت کاری سطحی پس از سمانتاسیون یا کربن دهی سطحی هستند. فولاد اتومات ۷۲۲ از این گروه است .

۳- فولادهای کوئنچ تمپر شونده ی مستقیم که دارای مقدار کربن ۰/۶۵-۰/۳۲ درصد بوده و قابلیت عملیات حرارتی کوئنچ تمپر را دارا هستند. فولادهای اتومات ۷۲۶، ۷۵۶، ۷۵۷ و ۷۶۲ از این گروه هستند.

بر این اساس، عملیات حرارتی فولادهای خوش تراش طبق کلید فولاد یا استاندارد DIN EN 10087 در دو جدول

زیر برای فولادهای خوش تراش قابل سمانتاسیون و کوئنچ تمپر شونده ی مستقیم ارائه می شود:

Conditions for heat treatment of case-hardening free-cutting steels^a

Steel designation		Carburizing temperature ^b	Core-hardening temperature ^c	Case-hardening temperature ^c	Quenching agent	Tempering ^c
Name	Number	°C	°C	°C		°C
10S20	1.0721	880 to 980	880 to 920	780 to 820	Water, oil, emulsion ^d	150 to 200
10SPb20	1.0722					
15SMn13	1.0725					

^a The temperatures given for carburizing, core-hardening, case hardening and tempering are for guidance; the actual temperatures chosen should be those that will give the properties required.

^b The carburizing temperature will depend on the chemical composition of the steel, the mass of the product, and the carburizing medium. If the steels are direct hardened, in general, a temperature of 950 °C is not exceeded. For special procedures, for example under vacuum, higher temperatures (for example 1 020 to 1 050 °C) are not unusual.

^c When applying the single quench method, the steel is to be quenched from the carburizing temperature or a lower temperature. The lower hardening temperatures are in each case to be preferred, in particular when there is risk of distortion.

^d The kind of quenching agent depends on, for example, the shape of the products, the cooling conditions and the amount of furnace filling.

^e Time for tempering as a guide: 1 h minimum.

Conditions for heat treating of direct-hardening free-cutting steels^a

Steel designation		Quenching ^b		Tempering ^c
Name	Number	°C	agent	°C
35S20	1.0726	860 to 890	Water or oil	540 to 680
35SPb20	1.0756			
36SMn14	1.0764	850 to 880	Water or oil	540 to 680
36SMnPb14	1.0765			
38SMn28	1.0760	850 to 880	Water or oil	540 to 680
38SMnPb28	1.0761			
44SMn28	1.0762	840 to 870	Oil or water	540 to 680
44SMnPb28	1.0763			
46S20	1.0727	840 to 870	Oil or water	540 to 680
46SPb20	1.0757			

^a The temperatures are for guidance, but the actual temperatures chosen shall be those that will give the properties required.

^b Time for austenitizing as a guide: 0.5 h minimum.

^c Time for tempering as a guide: 1 h minimum.

شکل ۶- جداول عملیات حرارتی فولادهای خوش تراش طبق استاندارد DIN EN 10087

ضمائم

استانداردهای نامگذاری فولادها و
استانداردهای فولادهای ساختمانی، سمانتاسیون،
نیترووره و خوش تراش، شامل:

DIN 17007

DIN EN 10027-1

DIN EN 10027-2

DIN 17100

DIN EN 10025

DIN EN 10084

DIN EN 10085

DIN EN 10087

MATERIAL TYPE NUMBERS

FRAMEWORK

DIN 17007
Sheet 1

1. GENERAL

This standard contains a number system which can be machine processed for materials of all kinds, which can be used in addition to the standardised brand designations as laid down for example, for iron and steel in DIN 17006 and for non-ferrous metals in DIN 1700. The use of the standardised brand designations is not thereby impaired.

In correspondence the symbol $\overline{Mn}$ can be used in place of the word material type number.

2. FORMATION OF MATERIAL TYPE NUMBERS

The material type numbers are seven digit. They comprise

Material principle group_____X . XXX . XX
Grade number_____]
Suffix numbers_____

3. MATERIAL PRINCIPLE GROUPS

The following framework is applicable to the material groups:

- 0 and 1 iron and steel
0 pig iron and ferro-alloys
1 steel
- 2 and 3 non-ferrous metals
2 heavy metals with the exception of Fe
3 light metals
- 4 to 8 non-metallic materials
- 9 free for internal use

In the principle groups 0 and 1 belong all materials in which Fe represents the largest individual constituent.

The sub-division of the non-metallic materials within the principle groups 4 to 8 is to be carried out in a later regulation.

The principle group 9 is not allocated in the framework plan, it is available for the respective users for the purpose of forming material type numbers for internal purposes, e.g. for the numbering of materials for experimental purposes, such as experimental alloys.

4. GRADE NUMBERS

Fundamentally the grade numbers are formed in accordance with the chemical composition of the materials or in accordance with their origin.

cont'd/

5. SUFFIX NUMBERS

The suffix numbers (6th and 7th places of the material type number) are provided in order to express particular indications, such as the smelting or casting method, heat treatment, cold-forming etc. Dimensions, form, surface details of semi-finished and finished products are not covered by the suffix numbers.

6. WRITTEN AND VERBAL EXPRESSION OF THE MATERIAL TYPE NUMBERS

The full stops between the individual digits of the material type numbers are to be written in as an essential constituent,

e.g. 2.1151.72

It is recommended that the full stops are expressed in speech.

7. CONFERRING OF THE MATERIAL TYPE NUMBERS

Material type numbers for iron and steel are laid down by the Technical Standards Committee for Iron and Steel (FES), for non-ferrous metals by the Technical Standards Committee for Non-ferrous metals (FNNE) and published in the continuation sheets to DIN 17007. It is left to the Technical Standards Committees to develop the system of type numbers and the suffix numbers in accordance with the appropriate requirements.

The material type numbers for iron and steel are contained in DIN 17007, sheet 2.

The material type numbers for non-ferrous metals are contained in DIN 17007, sheet 4.

8. INTRODUCTION OF MATERIAL TYPE NUMBERS

The Technical Standards Committees for Iron and Steel and for Non-ferrous metals give the material type numbers as well as the standardised brand designations in their standards. In tables the material type numbers are listed in the column after the brand designations.

MATERIAL TYPE NUMBERS

Principle group 1: steel

DIN 17007
Sheet 2

1. GENERAL

DIN 17007, sheet 1 is applicable to the formation of material type numbers. In accordance with this we have in the

	x.	xxx.	xx
1st place, the material principle group			
2nd to 5th place, the grade numbers,	_____		
the chemical composition	_____		

6th and 7th place, the suffix numbers,
steel-making process and applied treatment

2. RANGE OF VALIDITY OF MATERIAL PRINCIPLE GROUP 1.

- 2.1. Material principle group 1 comprises all steels, including cast steel.
- 2.2. Regarded as steel ¹⁾ is a ferrous material which exhibits no iron-carbon eutectic - signifying in general a carbon content of less than 2.0% - and which in general is sufficiently ductile to be capable of being shaped at room temperature and at high temperatures
- 2.3. In accordance with DIN 17007, sheet 1 all materials containing the chemical element iron as their largest individual constituent are regarded as ferrous materials.

3. GRADE NUMBERS

- 3.1. In the grade numbers the first two places signify the grade classes which are sub-divided according to the following groups corresponding to the table:
 - 3.1.1. Mass produced and high grade steels. Within this group a further sub-division is made in accordance with proportion and chemical composition.
 - 3.1.2. Fine steels. Within this group further sub-divisions are made in accordance with the chemical composition and characteristic properties which result from production and application conditions.
- 3.2. The two additional places of the grade number are count numbers which give no inferences, e.g. with respect to carbon or alloy content.
- 3.3. The grade numbers are laid down by the Technical Standards Committee Iron and Steel in agreement with the participating bodies 2).

4. SUFFIX NUMBERS

- 4.1. Suffix numbers are only to be applied when the individual case requires it for the clear identification of the material.

/cont'd

significantly impair the processing and application of the wire rod appropriate to its grade.

4.2. The ordering firm must provide the supplier with the opportunity with satisfying himself with regard to the justification of complaints, where possible by submission of samples of the material which is the subject of the complaint.

4) Manual for the metallurgical laboratory, volume 2: investigation of metallic materials, Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH, 1941 and volume 4: Arbitration analyses Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH, 1955.

4.2. The 1st suffix number is for the identification of the s t e e l - m a k i n g
p r o c e s s (smelting and casting method). It signifies:

- 0 uncertain or without significance
- 1 unkilld Thomas steel
- 2 killed Thomas steel
- 3 unkilld steel produced by another method of smelting, e.g. air-refined special analysis steel
- 4 killed steel produced by another method of smelting, e.g. air-refined special analysis steel
- 5 unkilld Siemens-Martin steel
- 6 killed Siemens-Martin steel
- 7 unkilld oxygen injection steel
- 8 killed oxygen injection steel
- 9 electric steel

4.3. The 2nd suffix number is for the identification of the a p p l i e d t r e a t -
m e n t. It signifies:

- 0 no or any treatment (no particular heat treatment following shaping desired or guaranteed; falling into this category are products delivered in the normal hot-rolled state)
- 1 normalized
- 2 soft annealed
- 3 heat treated for good machinability
- 4 quenched and tempered for toughness
- 5 quenched and tempered
- 6 quenched and tempered for hardness
- 7 cold formed
- 8 spring hard cold formed
- 9 treated in accordance with special instructions

5. IDENTIFICATION OF ADDITIONAL CHARACTERISTICS

The definition of the means of identifying additional material characteristics or supply specifications, e.g. for surface finish, will be covered in a later supplement to this standard.

Continuation pages 2 and 3

- 1) A standard is in preparation concerning the designation and sub-division of iron and steel.
- 2) e.g. Association of German Metallurgists

Examples for the significance of a material type number

In the material type number
the following information is signified

Principle group 1 = steel

Grade class 00 = commercial and primary quality

In accordance with para 3.3. laid down for St 33 in accordance with DIN 17100

Suffix numbers for steel-making process and applied treatment are unnecessary in this case.

In the material type number
the following information is signified

Principle group 1 = steel

Grade class 01 = general reinforcement steels, unalloyed in accordance with DIN 17100

In accordance with para 3.3. laid down for St 37-2

In accordance with DIN 17100

Killed Siemens-Martin steel

Normalised

In the material type number
the following information signifies

Principle group 1 = steel

Grade class 72 = fine steel, with chromium and $< 0.35\%$ Mo alloyed constructional steel

in accordance with para 3.3. laid down for a steel with 0.25% C, 1% Cr and 0.20% Mo

Electric steel

Hardened and tempered for toughness

NOTE:

The material type numbers for all previously standardised steels are to be found in standards publication 3 in accordance with abbreviated names and material numbers of the ferro materials in DIN standards and Steel-Iron material data sheets.

DIN 17007 Material type numbers

Sheet 1 Framework

Sheet 4 Principle groups 2 and 3: non-ferrous metals

- 1 = mass produced and high grade steels 2 = general grades 3 = special grades
- 4 = unalloyed fine steels 5 = tool steels 6 = various steels 7 = fine steels
- 8 = alloyed fine steels 9 = materials resistant to chemicals 10 = constructional steels
- 11 = commercial and primary qualities 12 = steels with special physical characteristics
- 13 = molybdenum-free without special additives 14 = general constructional steels, unalloyed up to 0.30% C
- 15 = in accordance with DIN 17100 16 = containing molybdenum without special additives
- 17 = others 18 = high speed steels 19 = containing cobalt 20 = cobalt-free
- 21 = wear-resistant steels 22 = rust proof steels with $\geq 2.0\%$ Ni
- 23 = Mo (incl. Mn, Si) 24 = unalloyed high grade steels 25 = ball and roller bearing steels
- 26 = with special additives 27 = nitride steels 28 = with higher P and/or S-content
- 29 = quality 30 = containing nickel 31 = ferro-materials with special physical characteristics
- 32 = alloys with special magnetic characteristics 33 = cobalt-free apart from Ni-Al-alloys
- 34 = containing cobalt and Ni-Al-alloy 35 = heat resistant steels 36 = with
- 37 = hard alloys 38 = apart from classes 57 to 68 39 = high temperature materials
- 40 = nickel-free 41 = other alloys 42 = for special purposes 43 = alloyed high grade steel
- 44 = given in the individual boxes of the table are the material types or the principle alloy constituents in addition to the numbers of the grade classes.

MATERIAL TYPE NUMBERS

Principle group 0:

Pig iron, master alloys, cast iron

DIN 17007
Sheet 3

1. GENERAL

DIN 17007, sheet 1 is applicable for the formation of material type numbers. In accordance with this we find in the

1st place, the principle group	x	xxxx	xx
2nd to 5th place, the grade numbers, the chemical composition			
6th and 7th place, the suffix numbers, further sub-division characteristics			

2. RANGE OF VALIDITY OF PRINCIPLE GROUP 0

The principle group 0 comprises the following material groups:

- a) pig iron
- b) master alloys, i.e. deoxidation and alloyers including ferro-alloys as are preferably utilised for the metallurgical production of iron and steel.
- c) cast iron including malleable cast iron and special cast iron.

3. GRADE NUMBERS

3.1. In the grade numbers the two first places signify the grade classes which in accordance with the Table (page 2) are sub-divided as follows:

3.1.1. Pig iron

- a) general grades for steel production
- b) general grades for casting production
- c) special pig iron

3.1.2. Master alloys

Deoxidation and alloyers including ferro-alloys are sub-divided in accordance with their alloy constituents and in part in accordance with their manufacturing process, e.g. master alloys produced in a blast furnace.

3.1.3. Cast iron

- a) cast iron with lamellar graphite
- b) cast iron with globular graphite,
- c) malleable cast iron and
- d) special cast iron.

Within these groups a further sub-division in accordance with chemical composition where the sequence is in general in accordance with the alloy element having the largest individual content (in percentage/weight).

DIN EN 10027-1



ICS 77.080.20

Supersedes September 1992
edition and DIN V 17006-100,
April 1999 edition.

Designation systems for steels

Part 1: Steel names

English version of DIN EN 10027-1

Bezeichnungssysteme für Stähle – Teil 1: Kurznamen

National foreword

This standard has been prepared by Technical Committee ECISS/TC 7 'Conventional designation of steel' (Secretariat: Italy).

The responsible German body involved in its preparation was the *Normenausschuss Eisen und Stahl* (Steel and Iron Standards Committee), Technical Subcommittee 19/1 *Einteilung, Benennung und Benummerung von Stählen*.

Amendments

This standard differs from the September 1992 edition and DIN V 17006-100, April 1999 edition, as follows.

- a) The standards have been combined and editorially revised.
- b) References to steel names as in EU 27-74 have been removed.
- c) Symbol O for offshore steels has been omitted (table 1).
- d) Specifications for steels for engineering have been extended to allow for names for steel casting and for steels where impact properties are specified (table 4).
- e) Steels for or in the form of rails are not designated by their minimum tensile strength, but by their minimum hardness (table 7).
- f) High strength steel flat products for cold forming are no longer restricted to cold rolled flat products, and four more additional symbols have been included in group 1 (table 9).
- g) Specifications for tin mill products have been completely revised (table 10).
- h) Tool steels manufactured by powder metallurgy and high speed steels with the principal symbol PM have been included (tables 14 and 15).
- i) For alloy steels where the average content by weight of at least one alloying element is $\geq 5\%$, it is now possible to add the chemical symbol and average percentage content for alloying elements that characterize the steel with a content of 0,20 % to 1,0 % (table 14).
- j) The symbol + CH (for core hardenability) has been included for special requirements (table 16).
- k) In table 17, the symbol + AR (aluminium rolled) has been omitted.
- l) In table 18, the symbols + CPnnn (cold work hardened with a minimum 0,2 proof strength of nnn Mpa) and + SR (stress relieved) have been included.

Previous editions

DIN EN 10027-1: 1992-09

DIN V 17006-100: 1991-10, 1993-11, 1999-04

Document comprises 25 pages.

English version

Designation systems for steels

Part 1: Steel names

Systèmes de désignation des aciers – Bezeichnungssysteme für Stähle –
Partie 1: Désignation symbolique Teil 1: Kurznamen

This European Standard was approved by CEN on 2005-06-27.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Management Centre or to any CEN member.

The European Standards exist in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, and the United Kingdom.

CEN

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

Contents

	Page
Foreword	3
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions	4
4 Principles	4
4.1 A unique steel name	4
4.2 Formulation of steel names	4
4.3 Allocation of steel names	4
4.4 Consultation	6
5 Reference to product standards	5
6 Classification of steel names	5
7 Structure of steel names	5
7.1 Principal symbols	6
7.2 Additional symbols	6
7.3 Steels designated according to their application and mechanical or physical properties	6
7.4 Steels designated according to chemical composition	19
 Table 1 — Structural steels	 7
Table 1 (continued)	8
Table 2 — Steels for pressure purposes	9
Table 3 — Steels for line pipe	10
Table 4 — Steels for engineering	11
Table 5 — Steels for reinforcing concrete	12
Table 6 — Steels for prestressing concrete	13
Table 7 — Steels for or in the form of rails	14
Table 8 — Flat products for cold forming (except those in Table 9)	15
Table 9 — High strength steel flat products for cold forming	16
Table 10 — Tin mill products (steel products for packaging)	17
Table 11 — Electrical steels	18
Table 12 — Non-alloy steels (except free cutting steels) with an average manganese content < 1 %	19
Table 13 — Non-alloy steels with an average manganese content ≥ 1 %, non-alloy free-cutting steels and alloy steels (except high speed steels) where the content, by weight, of every average alloying element is < 5 %	20

Table 14 — Stainless steels and other alloy steels (except high speed steels) where the average content by weight of at least one alloying element is $\geq 5\%$	21
Table 15 — High speed steels.....	22
Table 16 — Symbols for steel products indicating special requirements	23
Table 17 — Symbols for steel products indicating type of coating	23
Table 18 — Symbols for steel products indicating treatment condition	24

Foreword

This European Standard (EN 10027-1:2005) has been prepared by Technical Committee ECISS/TC 7 "Conventional designation of steel", the secretariat of which is held by UNI.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by February 2006, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by February 2006.

This European Standard supersedes CR 10260:1998 and EN 10027-1:1992.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

1 Scope

1.1 This European Standard specifies rules for designating steels by means of symbolic letters and numbers to express application and principal characteristics, e.g. mechanical, physical, chemical, so as to provide an abbreviated identification of steels.

NOTE In the English language the designations covered by this European Standard are known as "steel names", in the French language as "désignation symbolique" and in the German language as "Kurznamen".

1.2 This European Standard applies to steels specified in European Standards (EN), Technical Specifications (TS), Technical Reports (TR) and CEN member's national standards.

1.3 These rules may be applied to non-standardized steels.

1.4 A system of numerical designation of steels known as steel numbers is specified in EN 10027-2.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this European Standard. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 10020:2000, *Definition and classification of grades of steel*

EN 10027-2, *Designation systems for steels – Part 2 Numerical system*

EN 10079:1992, *Definition of steel products*

3 Terms and definitions

For the purposes of this European Standard, the terms and definitions given in EN 10020:2000 and EN 10079:1992 apply.

4 Principles

4.1 A unique steel name

There shall be one unique steel name for each steel.

4.2 Formulation of steel names

Steel names allocated in accordance with this European Standard shall comprise principal symbols as specified in 7.1.

In order to avoid ambiguity, it may be necessary to supplement these principal symbols by additional symbols identifying additional characteristics of the steel or steel product, e.g. suitability for use at high or low temperatures, surface condition, treatment condition, de-oxidation. These additional symbols are given in 7.2.

Unless otherwise specified in this European Standard the symbols used in the steel name shall be written without spaces.

4.3 Allocation of steel names

4.3.1 For steels specified in European Standards (EN), Technical Specifications (TS) and Technical Reports (TR), steel names shall be allocated by the ECISS Technical Committee concerned.

4.3.2 For steels specified in CEN member's national standards and for other steels steel names shall be allocated by or under the responsibility of the national standards body concerned.

So as to avoid a variety of steel names being assigned to essentially the same steel, the European Registration Office as provided for in EN 10027-2 shall, when a steel number is applied for, cooperate with the national standards body concerned to ensure uniform steel names.

4.4 Consultation

Where there are difficulties or disputes in establishing steel names ECIS/TC7 shall be consulted and shall advise accordingly.

5 Reference to product standards

The complete designation of a steel product where quoted in orders or similar contractual documents shall include, in addition to the steel name, an indication of the technical delivery requirement in which the steel is specified. For steels specified in standards this shall be the reference number of the relevant product standard.

Details of the structures of the steel name for the steel or steel product shall be provided in the relevant product or dimensional standard.

6 Classification of steel names

For the purposes of designation, steel names are classified into two main categories:

- Category 1: steels designated according to their application and mechanical or physical properties (see 7.3),
- Category 2: steels designated according to their chemical composition (see 7.4).

7 Structure of steel names

7.1 Principal symbols

Principal symbols for steels designated according to steel application and its mechanical and physical properties shall be assigned in accordance with 7.3.

Principal symbols for steels designated according to the chemical composition of the steel shall be assigned in accordance with 7.4.

Where a steel is specified in the form of a steel casting, its name as specified in Tables 1 to 15 shall be preceded by the letter G.

Where a steel is produced by powder metallurgy, its name as specified in Tables 14 and 15 shall be preceded by the letters PM.

7.2 Additional symbols

Additional symbols may be added to the principal symbols and assigned in accordance with 7.3 and 7.4.

Additional symbols are divided into two groups, i.e. group 1 and group 2 (see 7.3 and 7.4). If the symbols for group 1 are inadequate to describe the steel fully, then additional symbols from group 2 may be added. Symbols of group 2 shall only be used in conjunction with and follow symbols of group 1.

Further additional symbols for steel products may follow the additional symbols of group 1 and group 2 and shall be selected in accordance with 7.3 and 7.4 from tables 16, 17 and 18. These symbols shall be separated from preceding symbols by the plus sign (+).

NOTE Additional symbols selected from Tables 16, 17 and 18 may be added to steel numbers allocated in accordance with EN 10027-2 and when used, separated from the steel number by the plus sign (+).

7.3 Steels designated according to their application and mechanical or physical properties

The designation of steel according to their application and mechanical or physical properties shall be made in accordance with Table 1 to Table 11.

Table 1 — Structural steels

Principal symbols			Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products		
G			S		n n n n n an +an +an a		
Principal symbols			Additional symbols				
Letter	Mechanical property	For steel				For steel product	
		Group 1 ^b		Group 2 ^{c,d}			
G = steel casting (where necessary: S = structural steel	n n n = specified minimum yield strength ^e in MPa ^f for the smallest thickness range	Impact property Energy Joules (J)		Test temperature		C = Special cold forming D = Hot dip coating E = Enamelling F = Forgings H = Hollow section L = Low temperature M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalized rolled P = Sheet piling Q = Quenched and tempered S = Ship building T = Tubes W = Weather resistant an = Chemical symbol of specified additional elements, e.g. Cu, together, where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0,1%) of that specified range of the content of that element	Tables 16, 17 and 18
		27J	40J	60J	°C		
		JR	KR	LR	20		
		J0	K0	L0	0		
		J2	K2	L2	+20		
		J3	K3	L3	+30		
		J4	K4	L4	+40		
		J5	K5	L5	+50		
		J6	K6	L6	+60		
		A = Precipitation hardening M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalized rolled Q = Quenched and tempered G = Other characteristics followed, where necessary by 1 or 2 digits					
^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters ^b Symbols A, M, N and Q in Group 1 apply to fine grain steels. ^c Symbols of Group 2, other than chemical symbols, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard. ^d If two of the symbols of this Group are needed the chemical symbol shall be the last one. ^e The term 'yield strength' refers to upper or lower yield strength (R _{eH}) or (R _{eL}) or proof strength (R _p), or proof strength total extension (R _{p0.01}) depending on the requirement specified in the relevant product standard. ^f 1 MPa = 1 N/mm ²							

Table 1 (continued)

Examples of steel names for structural steels	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10025-2	S235JR S355JR S355J0 S355J2 S355K2 S450J0
EN 10025-3	S355N S355NL
EN 10025-4	S355M S355ML
EN 10025-5	S235J0W S235J2W S355J0WP S355J2WP S355J0W S355J2W S355K2W
EN 10025-6	S460Q S460QL S460QL1
EN 10149-2	S355MC
EN 10149-3	S355NC
EN 10210-1	S355J2H
EN 10248-1	S355GP
EN 10328	S350GD S350GD+Z

Table 2 — Steels for pressure purposes

Principal symbols				Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
G	P	n	r	n	an	... ^a	an + an ... ^a
Principal symbols				Additional symbols			
Letter	Mechanical property	For steel		For steel products			
		Group 1 ^b	Group 2 ^c				
G = steel casting (where necessary)	rnn = specified minimum yield strength R_m in MPa [†] for the smallest thickness range	B = Gas bottles	H = High temperature	Tables 16, 17 and 18			
P = steels for pressure purposes		M = Thermomechanically rolled	L = Low temperature				
	N = Normalised or normalised rolled	R = Room temperature					
	Q = Quenched and tempered	X = High and low temperature					
	S = Simple pressure vessels						
	T = Tubes						
		G = Other characteristics followed where necessary by 1 or 2 digits					

^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters

^b Symbols M, N and Q in group 1 apply to fine grain steels.

^c Symbols of group 2, other than chemical symbols, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard

[†] The term 'yield strength' refers to upper or lower yield strength (R_{eH}) or (R_{eL}) or proof strength (R_p), or proof strength total extension (R_{p1}) depending on the requirement specified in the relevant product standard

^e 1 MPa = 1 N/mm²

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10028-2	P265GH
EN 10028-3	P355NH1
EN 10028-5	P355M P355ML1
EN 10028-6	P355Q P355QH P355QL1
EN 10120	P265NB
EN 10207	P205S
EN 10213-2	GP240GR GP240GH

Table 3 — Steels for line pipe

Principal symbols		Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
L		n n n		an	
L		n n n		an + an +	

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10208-1	L360GA
EN 10208-2	L360MS L360Q19 L360M13

Table 4 — Steels for engineering

Principal symbols					Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
G	E	n	n	n	an	an	an	a
Principal symbols					Additional symbols			
Letter	Mechanical property	For steel			For steel products			
		Group 1		Group 2				
G = steel casting (where necessary) E = engineering steels	nnn = specified minimum yield strength ^b in MPa ^c for the smallest thickness range	G = other characteristics followed where necessary by 1 or 2 digits or n case where impact properties are specified the rules of Table 1 Group 1 shall be applied		C = suitability for cold drawing			Table 18	

^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters.

^b The term "yield strength" refers to upper or lower yield strength (R_{eH} or R_{eL}) or proof strength (R_p), or proof strength total extension ($R_{p0.01}$) depending on the requirement specified in the relevant product standard.

^c 1 MPa = 1 N/mm²

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10025-2	E295 E295GC E355 E355K2
EN 10293	GE240
EN 10296-1	E355K2

Table 5 —Steels for reinforcing concrete

Principal symbols		Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
B	n n n	ar . . .		+an + an .	a
Principal symbols		Additional symbols			
Letter	Mechanical property	For steel		For steel products	
		Group 1	Group 2		
B = steels for reinforcing concrete	n n n = characteristic yield strength ^b in MPa ^c for the smallest dimensional range	a = ductility class followed, where necessary, by 1 or 2 digits	-	Table 18	

^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters.

^b The term "yield strength" refers to upper or lower yield strength (R_{m1} or R_{m2}) or proof strength (R_{p1}), or proof strength total extension (R_{p2}) depending on the requirement specified in the relevant product standard.

^c 1 MPa = 1 N/mm²

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
No standard available	B500A

Table 6 — Steels for prestressing concrete

Principal symbols					Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
Y	n	n	n	n	an	.	-an + an	.
Principal symbols					Additional symbols			
Letter	Mechanical property	For steel		For steel products				
		Group 1 ^b	Group 2					
Y = steels for prestressing concrete	nnnn = ^c nominal tensile strength (R_{m1}) in MPa ^d	C = Cold drawn wire H = Hot rolled bars or hot rolled and processed bars Q = Quenched and tempered wire S = Strand G = Other characteristics followed where necessary by 1 or 2 digits	-	Table 18				

^a n = numerical characters. a = alpha characters. an = alphanumeric characters.

^b Symbols of group 1 may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard.

^c Where tensile strength is specified by 3 digits the first digit shall be zero.

^d 1 MPa = 1/Nmm²

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
prEN 10138-2	Y1770C
prEN 10138-3	Y1770S7
prEN 10138-4	Y1230H

Table 7 — Steels for or in the form of rails

Principal symbols			Additional symbols for steel			Additional symbols for steel products		
R	n	n	n	B ¹	*an + an			z
Principal symbols				Additional symbols				
Letter	Mechanical property	For steel				For steel products		
		Group 1		Group 2				
R = steel for or in the form of rails	nnn = specified minimum Brinell Hardness (HBW)	Cr = Chromium alloyed Mn = High manganese content an = Chemical symbol of specified additional elements e.g. Cu, together, where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0.1%) of that specified range of the content of that element G = Other characteristics followed where necessary, by 1 or 2 digits		HT = Heat treated LIT = Low alloy, heat treated Q = Quenched and tempered		.		
^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters								

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 13674-1	R320Cr

Table 8 — Flat products for cold forming (except those in Table 9)

Principal symbols		Additional symbols for steel	Additional symbols for steel products	
D	a	n	n	an
				+an + an
Principal symbols		Additional symbols		
Letter	Mechanical property	For steel		For steel products
		Group 1 ^b	Group 2	
D = flat products for cold forming	Cnn = cold rolled followed by 2 symbols ^c Dnn = hot rolled for direct cold forming followed by 2 symbols ^c Xnn = product where rolled condition are not specified followed by 2 symbols ^c	D = for hot dip coating ED = for direct enamelling EK = for conventional enamelling H = for hollow sections T = for tubes an = chemical symbol of special additional element, e.g. Cu, together where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0.1%) of that specified range of the content of that element G = other characteristics followed, where necessary, by 1 or 2 digits	.	Tables 17 and 18

^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters

^b Symbols of group 1, other than chemical symbols, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard.

^c These symbols are assigned by the responsible body (see 4.3) in order to characterize the steel

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10111	DC14
EN 10130	DC04
EN 10152	DC03+Zn
EN 10206	DC04EK
EN 10327	DX51D+Z

Table 9 — High strength steel flat products for cold forming

Principal symbols		Additional symbols for steel	Additional symbols for steel products	
H	α	n	n	n
H	α	T	n	n
Principal symbols		Additional symbols		
Letter	Mechanical property	For steel		For steel products
		Group 1 ^b	Group 2 ^a	
H = flat products of high strength for cold forming	Cnnn = cold rolled followed by specified minimum yield strength^c in MPa^d Dnnn = hot rolled for direct cold forming followed by specified minimum yield strength^c in MPa^d Xnnn = product where the rolling condition is not specified followed by specified minimum yield strength^c in MPa^d CTnnn(n) = cold rolled followed by specified minimum tensile strength in MPa^d DTnnn(n) = hot rolled for direct cold forming followed by specified minimum tensile strength in MPa^d XTnnn(n) = product where the rolling condition is not specified followed by specified minimum tensile strength in MPa^d	B = Bake hardening C = Complex-phase I = Isotropic LA = Low alloyed M = Thermomechanically rolled P = With phosphorus T = TRIP (Transformation Induced Plasticity) X = Dual phase Y = Interstitial free G = Other characteristics followed, where necessary by 1 or 2 digits	D = for hot dip coating	Table 17

^a n = numerical characters, α = alpha characters, an = alphanumeric characters

^b symbols of group 1 and 2 may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard.

^c The term "yield strength" refers to upper or lower yield strength (R_{eL} or R_{eH}) or proof strength ($R_{p0.2}$) or proof strength total extension ($R_{p0.01}$) depending on the requirement specified in the relevant product standard

^d 1 MPa = 1 N/mm²

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
	HC400LA
prEN 10336	HXT450X

Table 10 — Tin mill products (steel products for packaging)

Principal symbols		Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
T H n n n		*an *an		a	
T S n n n					
Principal symbols		Additional symbols			
Letter	Mechanical property	For steel		For steel products	
		Group 1	Group 2		
T = In mill products (steel products for packaging)	Hnnn = nominal yield strength (Re) in MPa ^a for continuous annealed grades	-	-	Tables 17 and 18	
	Snnn = nominal yield strength (Re) in MPa ^b for batch annealed grades			NOTE. No symbol is assigned to blackplate	
^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters					
^b 1 MPa = 1 N/mm ²					

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10202	TH550 TS550

Table 11 — Electrical steels

Principal symbols		Additional symbols	
Principal symbols			Additional symbols
Letter	Property	Type of product	
M = electrical steel	$nnn(n)$ = max specified loss in $W/kg \times 100$ nn = 100 × nominal thickness in mm A hyphen shall separate the two properties	For magnetic polarization at 50Hz of 1,5 Tesla A = non-oriented D = non-alloy semi-finished (not finally annealed) E = alloy semi-finished (not finally annealed) For magnetic polarization at 50Hz of 1,7 Tesla P = high permeability grain oriented S = conventional grain oriented	.
* n = numerical characters, a = alpha characters, nn = alphanumeric characters.			

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10105	M400-50A
EN 10107	M140-30S
EN 10128	M680-60D
EN 10155	M390-50E

7.4 Steels designated according to chemical composition

The designation of steel according to their chemical composition shall be made in accordance with Table 12 to Table 15.

In order to keep the steel names of alloy steels as short as practical, some digits or symbols may be omitted as long as there is no risk of confusion with a similar grade.

Table 12 - Non-alloy steels (except free cutting steels) with an average manganese content $\leq 1\%$

Table 12 - Non-alloy steels (except free cutting steels) with an average manganese content $\leq 1,50$									
Principal symbols					Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products		
G	C	n	n	n	en ...		+an +an ...		d
Principal symbols					Additional symbols				
Letter	Carbon content ^b	For steel				For steel products			
		Group 1 ^c		Group 2					
G = steel casting (where necessary) C = carbon	nnn = 100 x specified average carbon percentage content Where the carbon content is not specified by a range, a suitably representative value shall be selected by the responsible body (see 4.31)	C = for cold forming, e.g. cold heading, cold extrusion D = for wire drawing E = with specified max sulphur content R = with specified sulphur content range S = for springs U = for tools W = for welding rod G = other characteristics followed where necessary by 1 or 2 digits	en = chemical symbol of special additional element(s), e.g. Cu, together, where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0,1%) of that specified range of the content of that element		Table 16				

^a n = numerical characters, α = alpha characters, en = alphanumeric characters

^b To distinguish between two similar steel grades, the number indicating carbon content may be increased by 1.

^c Symbols of group 1, other than E and R, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard

^d The symbols E and R of group 1 may be followed by 1 digit representing 100 x the maximum or average sulphur content rounded in the nearest 0,01 %

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10016-2	C20D
EN 10016-3	C20D1
EN 10016-4	C20D2
EN 10083-1	C35E C35R
EN 10083-2	C35
EN 10132-4	C85S
EN 10263-2	C6C

Table 13 — Non-alloy steels with an average manganese content $\geq 1\%$, non-alloy free-cutting steels and alloy steels (except high speed steels) where the content, by weight, of every average alloying element is $< 6\%$

Principal symbols				Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products	
G	n	n	n	a	n-n	+an *an	a

Principal symbols			Additional symbols												
Letter	Carbon content ^a	Alloying elements	For steel		For steel products										
			Group 1	Group 2											
G ■ steel casting (where necessary)	nn ■ 100 x specified average carbon percentage content. Where the carbon content is not specified by a range a suitably representative value shall be selected by the responsible body (see 4.3)	a ■ chemical symbols indicating alloying elements ^c that characterise the steel followed by n-n ■ numbers, separated by hyphens, representing respectively the average percentage content of the elements multiplied by the following factors <table border="1"> <tr> <th>Element</th> <th>Factor</th> </tr> <tr> <td>Cr, Co, Mn, Ni, Si, W</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Al, Ba, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ce, H, P, S</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1000</td> </tr> </table>	Element	Factor	Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4	Al, Ba, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10	Ce, H, P, S	100	B	1000	-	-	Tables 15 and 16
Element	Factor														
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4														
Al, Ba, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10														
Ce, H, P, S	100														
B	1000														

^a n ■ numerical characters; a ■ alpha characters; an ■ alphanumeric characters

^b To distinguish between two similar steel grades, the number indicating carbon content may be increased by 1

^c The sequence of symbols shall be in decreasing order of the values of the average percentage content; where the values of contents are the same for two or more elements, the corresponding symbols shall be indicated in alphabetical order

^a n ■ numerical characters, a ■ alpha characters, an ■ alphanumeric characters

^b To distinguish between two similar steel grades, the number indicating carbon content may be increased by 1

^c The sequence of symbols shall be in decreasing order of the values of the average percentage content; where the values of contents are the same for two or more elements, the corresponding symbols shall be indicated in alphabetical order

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10026-2	13CrMn4-5
EN 10026-4	13MnNi3-3
EN 10083-1	28Mn6
EN 10083-3	27MnCr45-2
EN 10087	11SMnPb20

Table 14 — Stainless steels and other alloy steels (except high speed steels) where the average content by weight of at least one alloying element is $\geq 5\%$

Principal symbols							Additional symbols for steel	Additional symbols for steel products
G	X	n	n	n	a	n-n	an.....	+an +an
PM	X	n	n	n	a	n-n		

Principal symbols			Additional symbols		
Letter	Carbon content ^b	Alloying elements	For steel ^d		For steel products
			Group 1	Group 2	
G = steel casting (where necessary) PM = powder metallurgy (where necessary for tool steel) X = the average content of at least one alloying element $\geq 5\%$	nnn = $100 \times$ specified average carbon percentage content. Where the carbon percentage content is not specified by a range a suitable representative value shall be selected by the responsible body (see 4.3)	a = chemical symbols indicating alloying elements ^c that characterize the steel followed by n-n = numbers, separated by hyphens representing respectively the average percentage of the elements rounded to the nearest integer	a = chemical symbol, separated by a hyphen, indicating an alloying element that characterizes the steel and whose content is in the range of 0,20 % up to 1,0 % followed by: n = $10 \times$ specified average content for the alloying element		Tables 16 and 18

^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters.

^b To distinguish between two similar steel grades, the number indicating carbon content may be increased by 1.

^c The sequence of symbols shall be in decreasing order of the values of the average percentage content, where the values of contents are the same for two or more elements, the corresponding symbols shall be indicated in alphabetical order.

^d An example is given for a steel having high nitrogen content (see below)

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN ISO 4957	X100CrMoV 5
	X38CrMnNb16
EN 10088-2	X10CrNi18-8
	X5CrNiNb17-1
	X5CrNiCuNb18-4
No standard available	X30NiC-N15-1-N5

Table 15 — High speed steels

Principal symbols				
Principal symbols		Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products
PM	HS	n-n .	Ⓐ (Ⓐ)	→an *an
Principal symbols		Additional symbols		
Letter	Alloy element content	For steel		For steel products
		Group 1	Group 2	
PM = powder metallurgy (where necessary); HS = high speed steel	n-n = numbers ^b , separated by hyphens, indicating percentage content of alloy elements in the following order: - tungsten (W) - molybdenum (Mo) - vanadium (V) - cobalt (Co)	Ⓐ (Ⓐ) = chemical symbol(s) of the element(s) with higher content (in case of same steel grade)	.	Table 18
^a n = numerical characters; a = alpha characters; an = alphanumerical characters				
^b Each number represents the average percentage content of the respective element rounded to the nearest integer				

Examples of steel names	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN ISO 4957	HS2-3-1-8 HS6-5-2 HS8-5-2C

Table 16 — Symbols for steel products indicating special requirements

SYMBOL ^a	MEANING
+CH	core hardenability
+H	hardenability
+Z15	through thickness property, minimum reduction of area = 15 %
+Z25	through thickness property, minimum reduction of area = 25 %
+Z35	through thickness property, minimum reduction of area = 35 %
^a Symbols are separated from preceding symbols by the plus sign (+). See 7.2. These symbols indicate special requirements which are normally characteristics of steel. However, for practical reasons they are dealt with as symbols for steel products.	

Table 17 — Symbols for steel products indicating type of coating

SYMBOL ^a	MEANING
+A	hot dip aluminium coating
+AS	aluminium silicon alloy coating
+AZ	aluminium zinc alloy (> 50 % Al) coating
+CE	electrolytic chromium/chromium oxide coating (ECCS)
+CU	copper coating
+IC	inorganic coating
+OC	organic coating
+S	hot dip tin coating
+SE	electrolytic tin coating
+T	hot dip lead tin alloy (terne) coating
+TE	electrolytic lead tin alloy (terne) coating
+Z	hot dip zinc (galvanised) coating
+ZA	hot dip zinc aluminium (> 50 % Zn) coating
+ZE	electrolytic zinc coating
+ZF	hot dip zinc iron (galvannealed) coating
+ZN	electrolytic zinc nickel alloy coating
^a Symbols are separated from preceding symbols by the plus sign (+). See 7.2.	

Table 18 — Symbols for steel products indicating treatment condition

SYMBOL ^a	MEANING
+A	soft annealed
+AC	annealed to achieve spheroidised carbides
+AR	as rolled (without any special rolling and/or heat treatment conditions)
+AT	solution annealed
+C	cold work hardened
+C _{nnn}	cold work hardened with a minimum tensile strength of nnn MPa ^b
+CP _{nnn}	cold work hardened with a minimum 0.2% proof strength of nnn MPa ^b
+CR	cold rolled
+DC	delivery condition at manufacturer's discretion
+FP	treated to ferritic-pearlite structure and hardness range
+HC	hot rolled followed by cold hardening
+I	isothermically treated
+LC	skin passed (temper rolled or cold drawn)
+M	thermomechanically formed
+N	normalised or normalised formed
+NI	normalised and tempered
+P	precipitation hardened
+Q	quenched
+QA	air quenched
+QO	oil quenched
+QT	quenched and tempered
+QW	water quenched
+RA	recrystallisation annealed
+S	treated for cold shearing
+SR	stress relieved
+T	tempered
+TH	treatment to hardness range
+U	untreated
+WW	warm worked

^a Symbols are separated from preceed symbols by the plus sign (+) See 7.2

^b 1 MPa = 1 N/mm².

Designation systems for steels
Numerical system
English version of DIN EN 10 027 Part 2

DIN
EN 10 027
 Part 2

Bezeichnungssysteme für Stähle; Nummerensystem

This standard supersedes parts of DIN 17 007 Part 1, April 1959¹ edition, and supersedes DIN 17 007 Part 2, September 1981 edition.

European Standard EN 10 027-2 : 1992 has the status of a DIN Standard.

A comma is used as the decimal marker

National foreword

This standard has been prepared by ECSS/TC 7.

The responsible German body involved in the preparation of this standard was the Normenausschuss Eisen und Stahl (Steel and Iron Standards Committee), Technical Committee 19/1 Einführung, Benennung und Benummerung von Stählen.

EN 10 027 Part 2 covers the structure of steel numbers and their allocation and registration. It is to be used in combination with EN 10 027 Part 1 (principal symbols) and the ECSS Information Circular IC 10 (additional symbols), and thus constitutes part of the harmonized European system of designating steels.

This standard supersedes DIN 17 007 Part 2, the specifications made for steel in DIN 17 007 Part 1, and the explanatory notes to subclause 2.2 in DIN-Normenheit (Standardization booklet) 3. The numerical system covered here corresponds in most respects to the system used in those DIN Standards. It should be noted that the designation system has been expanded by two digits, which will make identification more specific in the future.

The DIN Standards corresponding to the European Standards referred to in clause 2 of the EN are as follows:

European Standard	DIN Standard
EN 10 020	DIN EN 10 020
EN 10 027-1	DIN EN 10 027 Part 1
EN 10 029	DIN EN 10 029
IC 10	DIN V 17 006 Part 100

Continued overleaf
 EN comprises 9 pages

No part of this standard may be reproduced without the prior permission of DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

Standards referred to

(and not included in Normative references)

DIN V 17 006 Part 100	(Preliminary standard) Designation systems for steel; additional symbols for steel names (identical with IC 10)
DIN EN 10 020	Definition and classification of steel grades
DIN EN 10 027 Part 1	Designation systems for steels; steel names and principal symbols
DIN EN 10 079	Definition of steel products

Previous editions

DIN 17 007 Part 1: 04 69x, DIN 17 007 Part 2: 09 61

Amendments

In comparison with the April 1959x edition of DIN 17 007 Part 1 and the September 1961 edition of DIN 17 007 Part 2, the following amendments have been made.

- The appended numbers to denote the steelmaking process and the method of heat treatment have been deleted.
- Slight changes have been made to the steel group numbers in table 1.
- Different requirements are now specified for allocating and registering steel numbers through the Department of European Steel Registration.

International Patent Classification

C 22 C 37/00

C 22 C 38/00

Editor's note

This standard reproduces the official text of the English version of EN 10 027-2 as issued by CEN. In its preparation for publication as DIN EN 10 027-2 (English version), certain points have been noted which we consider to be in need of correction. These have been marked *). The suggested amendments are given below and will be forwarded to the responsible CEN Secretariat for its consideration.

In presentation, orthography, punctuation and hyphenation, the aim has been to implement the PVE Rules consistently. Obvious errors (e.g. redundancies and omissions) have been rectified without further reference.

Suggested amendments

- For ease of comprehension, subclause A.2.2 should read: "... characteristics of the material, or where such would necessitate its being assigned to one of the steel groups specified in EN 10 020 ...".
- Since the term 'requester' is an uncommon English word, it should be replaced by 'applicant' throughout.
- For the sake of clarity, the last sentence of subclause A.9 should read: 'This body has been appointed to be the European ...'.
- For ease of comprehension, the last sentence of subclause B.1 should read: 'Before completing the forms, the applicant should familiarize himself with the specifications made in this standard, particularly with those given in annex A.'
- For ease of comprehension, the phrase 'with an indication of type' should be deleted from subclause B.6 (R) (it has no equivalent in the German version).
- To avoid confusion, the word 'intended' should be inserted before the word 'application' in subclause B.8 and in specimen forms I and II.

UDC 669.14 620.2 62.777

Descriptors iron and steel products, steels, alloy steels, unalloyed steels, heat treatable steels, designation, numerical designation.

English version

**Designation systems for steels
Part 2: Numerical system**

**Systèmes de désignation des aciers. Par-
tie 2: Système numérique**

**Bezeichnungssysteme für Stähle. Teil 2:
Numeralsystem**

This European Standard was approved by CEN on 1991-12-20. CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CEN

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Europäisches Komitee für Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

Contents			
	Page		Page
0 Foreword	2	Table 1: Steel groups	4
1 Scope	3	Annex A Provisions and procedures for the allocation of steel numbers (normative)	6
2 Normative references	3	Annex B Guidance for completing forms I and II (normative)	7
3 Definitions	3		
4 Principles	3		
5 Structure of steel numbers	3		

Foreword

This European Standard has been drawn up by ECSS/TC 7 'Designation of steel' whose Secretariat is held by UNI-SDER (Ente Italiano di Unificazione Siderurgica).

It is the second Part of the European Standard "Designation systems for steels", the first Part being "Steel names".

This European Standard was approved by CEN on 1991-12-20.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

1 Scope

1.1 This European Standard sets out a numbering system, referred to as steel numbers, for the designation of steel grades. It deals with the structure of steel numbers and the organization for their registration, allocation and dissemination. Such steel numbers are complementary to steel names set out in EN 10 027-1.

Application of this European Standard is obligatory for steels specified in European Standards. Application is optional for national steels and proprietary steels.

NOTE: Although the scope of the system is limited to steel, it is structured so as to be capable of being extended to include other industrially produced materials.

1.2 Steel numbers established according to this system have a fixed number of digits (see 5). They are better suited for data processing than steel names established according to EN 10 027-1.

1.3 For steels specified in European Standards the application for allocation of steel numbers (see A.8 to A.9) is the responsibility of the ECSS Technical Committee concerned. For national steel grades, the responsibility is that of the national competent body.

NOTE: Applications from European organizations having a specific interest in the standardization of steel and steel products (e.g. AECMA, EUROFER) are submitted via the ECSS Central Secretariat (see A.9).

2 Normative references

This European Standard incorporates, by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text, and the publications are listed as follows. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

- EN 10 020 Definition and classification of grades of steel
- EN 10 027-1 Designation systems for steels. Part 1: Steel names and principal symbols
- EN 10 079 Definition of steel products

3 Definitions

For the purpose of this European Standard, the definitions given in EN 10 020 and EN 10 079 shall apply.

4 Principles

4.1 Each steel number shall refer only to one steel grade. Conversely, each steel grade shall correspond to one steel number. Accordingly, a number allocated to a steel shall not, in principle (see 4.3), be used for any other steel grade (see A.1 and A.2).

4.2 Steel numbers shall be allocated by the European Registration Office in accordance with annex A.

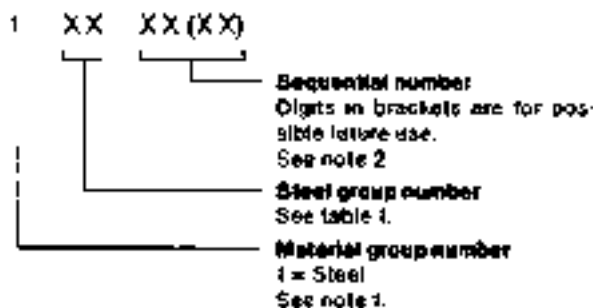
4.3 The European Registration Office (see A.9) shall revise the list of registered steels at appropriate intervals. The object of such revisions is to review, in cooperation with the bodies responsible for the application of steel numbers, those steel numbers for steels no longer in production. Such steel numbers are transferred to an annex to the list for a transitional period and eventually deleted. The revised list of registered steels is published.

Steel numbers deleted according to the above procedure may become available for re-allocation to future steel grades.

4.4 Steel numbers shall not normally be changed. If, under exceptional circumstances, a change is unavoidable, it shall be in accordance with 4.1, 4.2 and 4.3.

5 Structure of steel numbers

The structure of steel numbers is set out as follows:



NOTE 1: Numbers 2 to 9 may be allocated to other materials. See note to clause 1.

NOTE 2: At present the sequential number comprises two digits. Should an increase in the number of digits be necessary by reason of an increase in the number of steel grades to be considered, a sequential number of up to four digits is envisaged. In that case, a revision of this European Standard will be published.

Table 1: Steel groups 1, 71

[illegible]

	65	65	15			24	25	45	55	65	75	85
	Steels with average $C \geq 0.25$ < 0.55 % or $A_{\text{av}} \geq 500$ < 700 kJ/m ²		Tensile steels			WT Cr-Mn-V	Bearing steels	Steels with special properties	Mn-B with < 1.80 % Mn	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + < 2 % Ni	Cr-Mn with > 2.0 % Cr	Medium steels
	Steels with average $C \geq 0.55$ % or $A_{\text{av}} \geq 700$ kJ/m ²		Tensile steels			WT excluding specimens 24, 25 and 27	Materials with special magnetic properties, without Co	Chemically resistant and high-temperature Ni alloys	Ni with < 0.4 % Mo + ≥ 2.0 < 3.5 % Ni	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + ≥ 2.0 < 3.5 % Ni	Cr-Mn-Mo with > 2.0 % Cr	
	Steels with higher P or S content		Tensile steels			WT with Ni	Materials with special magnetic properties, with Co	Heat treatment steels with < 2.6 % Ni	Cr-Mn with < 1.80 % Cr	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + ≥ 3.5 < 5.0 % Ni or > 0.4 % Mo	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + ≥ 3.5 < 5.0 % Ni	
			Tensile steels			WT with Ni	Materials with special magnetic properties, without Ni	Heat treatment steels with ≥ 2.6 % Ni	Cr-Mn with ≥ 1.80 < 1.80 % Cr	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + ≥ 3.5 < 5.0 % Ni	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + ≥ 3.5 < 5.0 % Ni	
			Tensile steels			WT with Ni	Materials with special magnetic properties, with Ni	Heat treatment steels with ≥ 2.6 % Ni	Cr-Mn with ≥ 1.80 < 1.80 % Cr	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + ≥ 3.5 < 5.0 % Ni	Cr-Mn-Mo with < 0.4 % Mo + ≥ 3.5 < 5.0 % Ni	

Footnotes to Table 1:

- 1) The classification of steel groups is in accordance with the classification of alloys in EN 10 020
- 2) The following information is provided in the boxes of the table:
- a) steel group number, an upper left-hand side;
 - b) principal characteristics of the steel group;
 - c) R_m = tensile strength.
- The limiting values for the chemical composition and tensile strength are for guidance only.

Annex A (normative)

Provisions and procedures for the allocation of steel numbers

A.1 Steel numbers are allocated to steel grades in accordance with clause 4, according to specified characteristics which include:

- a) chemical composition;
- b) characteristics as determined by standard test methods (e.g. hardness, tensile properties, impact properties, hardenability, corrosion resistance, metallographic characteristics);
- c) suitability for processing (e.g. cold forming);
- d) suitability for specific applications (e.g. tyre cord wire).

Differences in delivery requirements which do not affect the material characteristics (e.g. type of marking, surface appearance, dimensions) shall not be reason to allocate a different steel number.

A.2 Specification of more restrictive or supplementary requirements for the characteristics of the material shall not normally be reason to allocate a new steel number.

A.2.1 Where a manufacturer internally restricts the specified requirements for the material characteristics for a steel in order to reduce the probability of deviating from the specified requirements, this shall not be considered reason to allocate a new number.

A.2.2 Where modifications or additional requirements cause a significant alteration in the characteristics of the material, or even to changing the classification of the grade to EN 10 020 *) (e.g. reduction in maximum sulfur content from 0,035 % to 0,010 %), this shall be considered reason to allocate a new steel number.

NOTE For practical reasons, an existing steel number may be supplemented by an appropriate symbol or text in order to denote certain specific requirements. Such additions do not form part of the steel number.

A.3 Steel numbers shall only be allocated to steel grades that have a commercial standing.

A.4 The justification of a new steel number shall always be verified by reference to the latest listing of allocated numbers in order to determine the availability of a usable number (see A.12).

A.5 In accordance with subclauses 4.1 and 4.3, for a new steel number to be allocated, the characteristics (see A.1) shall be significantly different from any other steel grade for which a steel number has already been allocated.

A.6 A request for the allocation of a steel number shall be submitted on the relevant steel number assignment form. See annex B.

A.7 The guidance provided in annex B should be carefully read, and the information provided as indicated.

NOTE The forms are designed to serve as a data input sheet to facilitate the processing of each request through to final print out of data by electronic data processing equipment and to minimize transcription errors.

A.8 To further assist in the allocation of a steel number, the requester *) is asked to suggest a possible steel group number. See table 1.

A.9 Each completed application form shall be sent to:
Verein Deutscher Eisenhüttenleute
Abteilung Europäische Stahlregistrierung
Sohnstraße 65
D-4000 Düsseldorf 1
Germany

which will act as the appointed European Registration Office for the allocation and administration of steel numbers **).

NOTE For applications from other European organizations (see Note to 1.3), a copy of the application may be sent directly to the European Registration Office.

A.10 The European Registration Office is responsible to ECSS to which it shall report annually.

A.11 The European Registration Office shall inform applicants of the action taken, within 3 months. Disputes concerning the allocation of a steel number may be referred to the Coordinating Commission (COCOR) of ECSS by or via the responsible body (see 1.3).

A.12 The European Registration Office shall prepare and publish at appropriate intervals a list of all the registered steels and their steel numbers.

Annex B

(normative)

Guidance for completing forms I and II

B.1 Application forms

Application forms for the allocation of steel numbers are as follows, and details are attached to this annex.

- a) Form I For the allocation of steel numbers where chemical composition is the primary specifying criterion.
- b) Form II For the allocation of steel numbers where mechanical properties are the primary specifying criteria.

Before completing the forms, the requester should be thoroughly familiar with EN 10 027-2 and in particular Annex A.1.)

B.2 Steel group number suggested by the requester

The steel group number suggested by the requester shall be in accordance with EN 10 027-2. While the requester's suggestion may or may not be the number finally allocated, it will assist the registration office.

B.3 Steel name

The steel name for the steel grade shall be in accordance with EN 10 027-1.

B.4 Product

Indicate

- a) product form, using the terms in EN 10 079 or suitable abbreviations, e.g.:
 - FL = flat products
 - B = bars or sections
 - W = wire
 - FO = forgings
 - C = castings
 - TS = seamless tube
 - TW = welded tube
- b) thickness, in mm, preferably using ranges (e.g. ≤ 16 mm, $> 16 \leq 40$, $> 40 \leq 100$, > 100);
- c) treatment condition, using the symbols in accordance with EN 10 027-1, for which the specified properties apply. See B.6

EXAMPLE:

FL/ ≤ 16 IN indicates a flat product equal to or less than 16 mm thick, in the normalized condition.

B.5 Chemical composition

Express chemical composition limits as, for example, 0.13–0.18 (not 0.3–0.8 or 0.13 to 0.18), ≤ 1.50 , ≥ 0.040 .

B.6 Mechanical properties

The symbols used are as follows.

- R_e = specified yield strength (R_{eH} or $R_{p0.2}$), in N/mm², with an indication of the type *) (e.g. $R_{eH} \geq 240$)
- R_m = specified tensile strength, in N/mm² (e.g. 400–680, ≤ 700)
- A or A_{gt} = minimum specified percentage elongation after fracture (see form II)
- KV_{min} = minimum impact energy in Joules (J) using a Charpy V-notch test piece:
- L = longitudinal test piece
 - T = transverse test piece
 - RT = room temperature
- TT_{KV} = maximum transition temperature, in °C, of the impact energy/transition temperature curve, with $KV = 27$ J as transition criterion

B.7 Specified in

The standard or specification in which the steel grade is specified shall be indicated.

B.8 Application

Indicate application *) (e.g. structural steel, engineering steel, steel for case hardening, for welding electrodes, for turbines, tool steels, for manufacturing wire ropes, etc.)

B.9 Characteristics

Indicate characteristics (e.g. suitable for cold hardening or cold extrusion, non-magnetic, etc.).

B.10 Additional information

Where the space elsewhere in the form is not sufficient for an exact description of the steel concerned, use the space headed 'Additional information'.

B.11 Warning note

Organizations and individuals who deal with the allocation and administration of steel numbers take no position with regard to the validity of any patent rights claimed in connection with any steel under consideration. Users of steel numbers are expressly advised that the determination of the validity of any such patent rights and the risk of infringement is entirely their own responsibility.

Form 1. The allocation of steel numbers where chemical composition is the primary specifying criterion

Requester Name
Organization
Address
Telephone, telex, telefax

Information regarding	Steel number	Steel name	Product 1)			C %	Si %	Mn %	P %	S %
			Form	Thickness, in mm	Condition					
Requester (R)	1.									
Assigner (A)	1									

Cr %	Mo %	Ni %		Specified in	Application	Characteristics	Date

Additional information (of R or A):

1) For product names, use the terms and definitions in EN 10 029

Form B. The allocation of steel numbers where mechanical properties are the primary specifying criteria

Requester Name

Organization

Address

Telephone, telex, teletex

Information regarding	Steel number	Steel name	Product 1)			R _o N/mm ²	R _m N/mm ²	2) A _{50 mm} %	KV _{max} at		TKV _{max}	
			Form	Thickness in mm	Condition				L	T	L	T
Requester (R)	1											
Assigner (A)	1											

C %	S %	Mn %	P %	S %	Specified in	Application	Characteristics	Date

Additional information (of R or A):

1) For product names, use the terms and definitions in EN 10 079.
2) Delete inappropriate symbol.

Allgemeine Baustähle
Gütenorm

DIN
17 100

Steels for general structural purposes; quality standard
Aciers de construction d'usage général; norme de qualité

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Norm ISO 630 sowie der von der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl herausgegebenen Euronorm 25 siehe Erläuterungen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Geltungsbereich	2	9 Prüfung	10
2 Mitgeltende Normen und Unterlagen	2	9.1 Allgemeines	10
3 Begriff	2	9.2 Vereinbarung und Prüfungen und Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen	10
4 Maße und zulässige Maßabweichungen	2	9.3 Prüfumfang	11
5 Gewichte	3	9.3.1 Durchzuführende Prüfungen	11
6 Sorteneinteilung	6	9.3.2 Prüfeinheit und Anzahl der Proben bei Stückanalysen	11
7 Bezeichnung der Stähle	6	9.3.3 Prüfeinheiten und Anzahl der Proben bei mechanischen und technologischen Prüfungen	11
8 Anforderungen	8	9.4 Probenahme	11
8.1 Herstellungsverfahren	8	9.4.1 Allgemeines	11
8.2 Lieferzustand der Erzeugnisse	8	9.4.2 Proben für die Stückanalyse	11
8.3 Chemische Zusammensetzung	8	9.4.3 Proben für die mechanischen und technologischen Prüfungen	11
8.4 Mechanische und technologische Eigenschaften	8	9.5 Anzuwendende Prüfverfahren	14
8.4.1 Eigenschaften im Zug-, Kerbschlagbiege- und Faltversuch	8	9.6 Wiederholungsprüfungen	15
8.4.2 Schweißbeignung	9	10 Kennzeichnung	15
8.4.3 Umformbarkeit	9	11 Beanstandungen	15
8.4.4 Sonstige Anforderungen	10		
8.5 Oberflächenbeschaffenheit	10		

Fortsetzung Seite 2 bis 17
Erläuterungen Seite 17 bis 19

Normenausschuß Eisen und Stahl (FES) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Frühere Ausgaben: 10.57, 09.66

Einteilung der Stahlsorten geändert. Inhalt vollständig überarbeitet. Siehe Erläuterungen.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm gilt für Formstahl (einschließlich Breitflanschträgern), Stabstahl, Walzdraht, Flachzeug (Band, Blech, Breitflachstahl), nahtlose und geschweißte quadratische und rechteckige Hohlprofile, Schmiedestücke und Halbzeug aus den in den Tabellen 1 bis 3 genannten allgemeinen Baustählen, die im warmgefertigten oder nach der Fertigung normalgeglühten Zustand geliefert werden.

1.2 Die Erzeugnisse aus Stählen nach dieser Norm sind für die Verwendung in geschweißten (siehe jedoch Abschnitt 8.4.2), genieteten und geschraubten Bauteilen bestimmt. Sie sind nicht für eine Wärmebehandlung – außer Spannungsarmglühen und Normalglühen – vorgesehen.

1.3 Diese Norm gilt nicht für folgende Erzeugnisse aus allgemeinen Baustählen:

Nahtlose und geschweißte Rohre und Präzisionsstahlrohre (siehe DIN 1626 Teil 1 bis Teil 4, DIN 1629 Teil 1 bis Teil 4, DIN 2391 Teil 2, DIN 2393 Teil 2, DIN 2394, DIN 2395 Teil 2, DIN 2395 Teil 3),

Stahlguß (siehe DIN 1681),

kaltgewalztes Flachzeug ohne Überzug (siehe DIN 1623 Teil 2, Neufassung in Vorbereitung),

Flachzeug aus Stahl mit Überzügen oder Beschichtungen (DIN-Normen in Vorbereitung),

Blankstahl (siehe DIN 1652),

Kaltprofile (siehe DIN 17 118),

kaltgefertigte Stahlhohlprofile (DIN-Normen in Vorbereitung).

Hinweise auf Normen und normenartige Veröffentlichungen für Stähle mit angrenzenden Verwendungsbereichen siehe am Schluß dieser Norm.

2 Mitgeltende Normen und Unterlagen

DIN 1599	(z. Z. noch Entwurf) Kennzeichnung von Stählen
DIN 50 049	Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
DIN 50 111	Prüfung metallischer Werkstoffe; Technologischer Biegeversuch (Faltversuch)
DIN 50 114	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch ohne Feindehnungsmessung an Blechen, Bändern oder Streifen mit einer Dicke unter 3 mm
DIN 50 115	Prüfung metallischer Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch
DIN 50 120 Teil 2	Prüfung von Stahl; Zugversuch an Schweißverbindungen, Preßgeschweißte Stumpfnähte
DIN 50 121 Teil 2	Prüfung metallischer Werkstoffe; Technologischer Biegeversuch an Schweißverbindungen und Schweißplattierungen; Schmelzschweißplattierungen

DIN 50 124	Prüfung metallischer Werkstoffe; Scherzugversuch an Widerstandspunkt-, Widerstandsbuckel- und Schmelzpunktschweißverbindungen
DIN 50 125	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugproben; Richtlinien für die Herstellung
DIN 50 145	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch
DIN 50 150	Prüfung von Stahl und Stahlguß; Umwertungstabelle für Vickershärte, Brinellhärte, Rockwellhärte und Zugfestigkeit
DIN 50 351	Prüfung metallischer Werkstoffe; Härteprüfung nach Brinell
DIN 51 210 Teil 1	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch an Drähten ohne Feindehnungsmessung
Euronorm 20	Begriffsbestimmungen und Einteilung der Stahlsorten
Stahl-Eisen-Prüfblatt 1805 ¹⁾	Probenahme und Probenvorbereitung für die Stückanalyse bei Stählen
Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium ¹⁾ , Band 2:	Die Untersuchung der metallischen Stoffe; Düsseldorf, 1966
Band 5 (Ergänzungsband):	A 4.1 – Aufstellung empfohlener Schiedsverfahren, B – Probenahmeverfahren, C – Analysenverfahren; jeweils letzte Auflage

3 Begriff

Als allgemeine Baustähle gelten unlegierte Stähle, die im wesentlichen durch ihre Zugfestigkeit und Streckgrenze bei Raumtemperatur gekennzeichnet sind und z. B. im Hochbau, Tiefbau, Brückenbau, Wasserbau, Behälterbau sowie im Fahrzeug- und Maschinenbau verwendet werden.

Hinweis: Für die Einteilung in unlegierte und legierte Stähle gilt Euronorm 20.

4 Maße und zulässige Maßabweichungen

Die Nennmaße und die zulässigen Maßabweichungen der Erzeugnisse sind möglichst unter Bezugnahme auf die dafür geltenden Maßnormen (siehe Aufstellung am Schluß dieser Norm) bei der Bestellung zu vereinbaren.

5 Gewichte

Für die Gewichtserrechnung ist bei allen Stählen nach dieser Norm eine Dichte von 7,85 kg/dm³ zugrunde zu legen.

¹⁾ Herausgeber: Verein Deutscher Eisenhüttenleute, zu beziehen durch: Verlag Stahleisen mbH, Postfach 82 29, 4000 Düsseldorf 1

Tabelle 1. Sorteneinteilung und chemische Zusammensetzung der Stähle

[illegible]

1) U unberuhigt, R beruhigt (einschließlich halbberuhigt), RR besonders beruhigt

2) Eine Überschreitung des angegebenen Höchstwertes ist zulässig, wenn je 0,001 % N ein um 0,005 % P unter dem angegebenen Höchstwert liegender Phosphorgehalt eingehalten wird. Der Stickstoffgehalt darf jedoch einen Wert von 0,012 % N in der Schmelzenanalyse und von 0,014 % N in der Stükanalyse nicht übersteigen.

3) Der Gehalt darf 0,55 % Si und 1,60 % Mn in der Schmelzenanalyse bzw. 0,60 % Si und 1,70 % Mn in der Stückanalyse nicht übersteigen.

4) Höchstens 0,22 % C bei den Stählen KSt 52.3 und RoSt 52.3 nach Tabelle 3

5) Bei den für das Blankziehen geeigneten Stählen nach Tabelle 3 kann von folgenden Richtwerten für den Kohlenstoffgehalt ausgegangen werden:

	Zusatz	Menge	Werkstoff
0,30 % C für ZSt 50-2,	0,40 % C für ZSt 60-2,	0,50 % C für ZSt 70-2	

6) Höchstens 0,24 % C bei den Stählen KSt 52-3 und RoSt 52-3 nach Tabelle 3

6 Sorteneinteilung

6.1 Diese Norm umfaßt die in den Tabellen 1 und 2 aufgeführten Stahlsorten, die in den dort angegebenen Gütegruppen (siehe Abschnitt 7) lieferbar sind. Die Stähle der Gütegruppe 3 unterscheiden sich von denen der Gütegruppe 2 besonders dadurch, daß sie höheren Anforderungen an die Sprödbbruchunempfindlichkeit (siehe Prüftemperatur für die Kerbschlagarbeit in Tabelle 2) genügen müssen. Sie sind folglich auch zum Schweißen besser geeignet (siehe Abschnitt 8.4.2). Die höheren Anforderungen an die Sprödbbruchunempfindlichkeit der Stähle der Gütegruppe 3 bedingen ihrerseits besondere Anforderungen bezüglich der Desoxidation und der chemischen Zusammensetzung dieser Stähle (siehe Tabelle 1).

6.2 In Tabelle 3 sind die Stahlsorten angegeben, die zusätzlich zu den in den Tabellen 1 und 2 genannten Eigenschaften die Eignung zum Umformen (siehe Abschnitte 8.4.3.2 bis 8.4.3.6) aufweisen und bei entsprechenden Anforderungen mit besonderen Kennbuchstaben im Kurznamen und eigener Werkstoffnummer bestellt werden können.

7 Bezeichnung der Stähle

7.1 Der vollständige Kurzname für die Stahlsorten ist aus den Tabellen 1 bis 3 zu entnehmen. Er besteht im allgemeinen aus den Kennbuchstaben St, der Kennzahl für die Sorte sowie der Kennziffer für die Gütegruppe, z. B. St 52-3.

7.1.1 Dem Kurznamen ist der entsprechende Kennbuchstabe (U oder R) voranzustellen, wenn eine bestimmte Desoxidationsart gewünscht wird und dafür eine Wahlmöglichkeit besteht (z. B. USt 37-2 oder RSt 37-2).

7.1.2 Bei Stählen mit besonderen Gebrauchseigenschaften ist der in Tabelle 3 angegebene Kennbuchstabe im Kurznamen zu verwenden, z. B. QSt 52-3 oder RPSt 37-2.

7.1.3 Für die folgenden Stähle mit Kupferzusatz entsprechend Abschnitt 8.4.4.3 sind Kurznamen und Werkstoffnummern festgelegt:

RSt 37-2 Cu3	1.0167
St 37-3 Cu3	1.0166
St 52-3 Cu3	1.0585
UQSt 37-2 Cu3	1.0164
RQSt 37-2 Cu3	1.0170
QSt 52-3 Cu3	1.0587

7.1.4 Der Lieferzustand der Erzeugnisse muß im Kurznamen nur dann vermerkt werden, wenn er von der Regel nach Abschnitt 8.2 abweicht. In diesem Fall ist dem Kurznamen anzufügen der Kennbuchstabe U, wenn das Erzeugnis im warmgefertigten, unbehandelten Zustand geliefert werden soll (z. B. USt 37-2 U), der Kennbuchstabe N, wenn das Erzeugnis im normalgeglühten Zustand geliefert werden soll (z. B. USt 37-2 N).

7.2 Der Kurzname oder die Werkstoffnummer für die Stahlsorte ist entsprechend den in den Maßnormen angeführten Beispielen in die Norm-Bezeichnung für das Erzeugnis einzufügen.

8 Anforderungen

8.1 Herstellungsverfahren

8.1.1 Das Erschmelzungsverfahren für die Stahlsorte St 33 bleibt dem Hersteller überlassen und wird nicht bekanntgegeben.

Auch für die Stahlsorten der Gütegruppen 2 und 3 bleibt das Erschmelzungsverfahren dem Hersteller überlassen, sofern es bei der Bestellung nicht vereinbart wurde; es muß jedoch dem Besteller auf Wunsch bekanntgegeben werden.

8.1.2 Die Desoxidationsart der Stähle geht aus Tabelle 1 hervor. Bei den Stählen St 33 und St 37-2 (nicht jedoch bei USt 37-2 und RSt 37-2) bleibt sie der Wahl des Herstellers überlassen und wird dem Besteller nicht bekanntgegeben.

8.1.3 Das Formgebungsverfahren bleibt dem Hersteller überlassen, sofern nichts anderes vereinbart wurde.

8.1.4 Weitere Angaben zum Herstellungsverfahren werden nur dann bekanntgegeben, wenn bei der Bestellungsannahme eine entsprechende Vereinbarung getroffen wurde.

8.2 Lieferzustand der Erzeugnisse

8.2.1 Wenn bei der Bestellung nicht anders vereinbart, werden die Erzeugnisse in folgenden Zuständen geliefert:

- Blech und Breitflachstahl in dem in Tabelle 4 angegebenen Zustand,
- Schmiedestücke im normalgeglühten Zustand (N),
- alle sonstigen Erzeugnisse im unbehandelten, d. h. im warmgeformten oder bei Halbzeug auch im stranggegossenen Zustand (beachte auch Abschnitte 7.1.4 und 8.4.1.2).

8.2.2 Normalglühen kann durch eine gleichwertige Temperaturführung beim und nach dem Warmumformen ersetzt werden.

Tabelle 4. Üblicher Lieferzustand von Blech und Breitflachstahl (siehe Abschnitte 8.2.1 und 8.2.2)

Stahl-Sorte	Lieferzustand ¹⁾ für				
	Blech bei Dicken in mm			Breitflachstahl bei Dicken in mm	
	Kurzname	≤ 4,75	> 4,75 ≤ 25	> 25	
St 33		N	U	U	U
St 37-2 USt 37-2 RSt 37-2 St 44-2		N	U	N	N
St 50-2 St 60-2 St 70-2		N	N	N	N
St 37-3 St 44-3 St 52-3		N	N	N	N
1) N normalgeglüht, U warmgewalzt, unbehandelt					

8.3 Chemische Zusammensetzung

8.3.1 Für die chemische Zusammensetzung (Schmelzen- und Stückanalyse) gelten die Werte nach Tabelle 1. Darüber hinaus gilt (außer für die Stähle St 33, St 50-2, St 60-2 und St 70-2), daß die Gehalte an den in Tabelle 1 nicht aufgeführten Elementen die in Tafel 1 der Euro-norm 20 (Ausgabe September 1974) angegebenen Höchstwerte nicht überschreiten dürfen.

8.3.2 Ein Nachweis der Werte für die Stückanalyse bei der Abnahmeprüfung muß besonders vereinbart werden. Er kommt nicht für die Stähle St 33 und St 37-2 in Betracht.

8.4 Mechanische und technologische Eigenschaften

8.4.1 Eigenschaften im Zug-, Kerbschlagbiege- und Faltversuch

8.4.1.1 Beim Zugversuch nach Abschnitt 9.5.3, beim Kerbschlagbiegeversuch nach Abschnitt 9.5.6 sowie beim Faltversuch nach Abschnitt 9.5.5 an Proben, die entsprechend den Angaben im Abschnitt 9.4 entnommen und vorbereitet wurden und in den in Abschnitt 8.4.1.2 angegebenen Behandlungszuständen vorliegen, müssen die Anforderungen nach Tabelle 2 erfüllt werden.

8.4.1.2 Die Anforderungen nach Tabelle 2 gelten bei Halbzeug für normalgeglühte, entsprechend Abschnitt 9.4.3.1.2 hergestellte Bezugsproben, bei Walzdraht für normalgeglühte Bezugsproben oder Lieferungen, bei allen anderen Erzeugnissen für den nach Abschnitt 8.2.1 üblichen Lieferzustand.

Wenn für üblicherweise normalgeglühte Erzeugnisse die Lieferung im warmgefertigten, unbehandelten Zustand bestellt wird, gelten die Anforderungen nach Tabelle 2 nicht für den Lieferzustand, sondern nur für normalgeglühte Bezugsproben.

Hinweis: Bei den geschweißten Hohlprofilen gelten die Festigkeitswerte (R_m und R_e) nach Tabelle 2 auch für die Schweißnaht.

8.4.1.3 Als Dicke im Sinne der Angaben in Tabelle 2 gilt bei einfachen gleichmäßigen Querschnitten das Nennmaß, bei Profilen die Dicke des für die Probenentnahme vorgesehenen Profiltails (siehe Bilder 2 bis 7), bei sonstigen Profilen mit ungleichmäßigem Querschnitt die Dicke des größten Flachteils.

Bei Schmiedestücken ist die Dicke sinngemäß zu ermitteln.

8.4.1.4 Wenn infolge entsprechend geringer Erzeugnisdicken die Kerbschlagarbeitswerte nur an Proben mit einer Breite von unter 10 mm, jedoch mindestens 5 mm nachgewiesen werden können, so gilt anstelle des in Tabelle 2 angegebenen Mindestwertes von 27 J der sich aus Bild 1 für die betreffende Probenbreite ergebende Mindestwert der Kerbschlagarbeit.

8.4.1.5 Wenn bei Erzeugnissen der Gütegruppe 3 eine Prüfung der Kerbschlagarbeit nicht möglich ist (z. B. bei Dicken unter 5 mm), gilt ein ausreichender Gehalt an stickstoffabbindenden Elementen als Nachweis der geforderten Spröbruchunempfindlichkeit.

8.4.1.6 Bei Erzeugnissen aus Stählen der Gütegruppe 3 in Dicken von 25 bis 50 mm sind nach entsprechender Vereinbarung bei der Bestellung zusätzlich zu den Anforderungen an die Kerbschlagarbeit zur weiteren Beurteilung der Spröbruchunempfindlichkeit bzw. Schweiß-eignung die Anforderungen an den Aufschweißbiegeversuch nach Abschnitt 9.5.7 zu erfüllen.

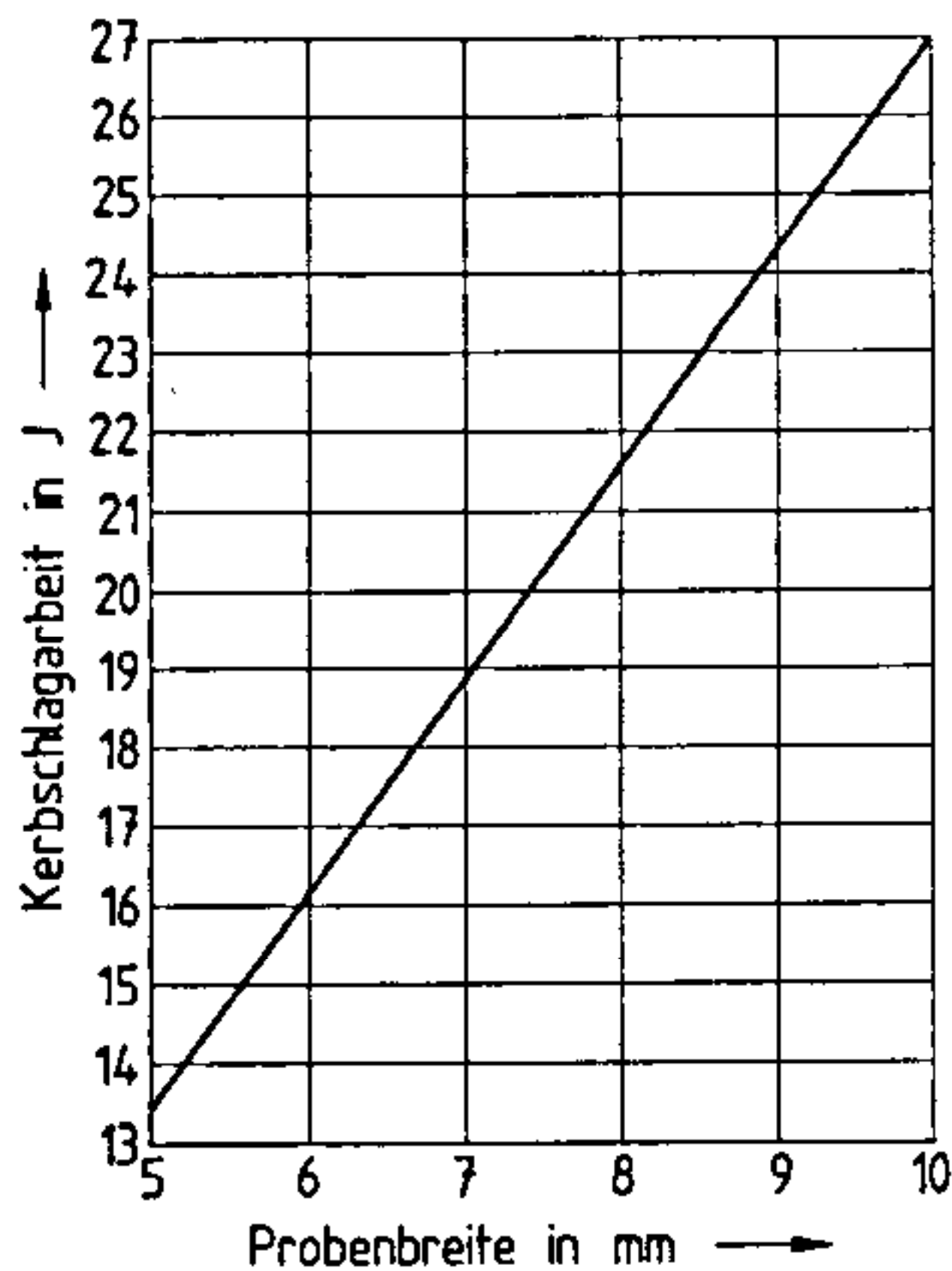


Bild 1. Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Proben mit einer Breite zwischen 5 und 10 mm.

8.4.2 Schweißseignung

8.4.2.1 Eine uneingeschränkte Eignung der Stähle für die verschiedenen Schweißverfahren kann nicht zugesagt werden, da das Verhalten eines Stahles beim und nach dem Schweißen nicht nur vom Werkstoff, sondern auch von den Abmessungen und der Form sowie den Fertigungs- und Betriebsbedingungen des Bauteils abhängt ²⁾.

8.4.2.2 Für das Lichtbogen- und Gasschmelzschweißen sind die Stähle der Gütegruppe 2 und 3 bis einschließlich des St 52-3 (d. h. die Stähle nach dieser Norm mit einem Gehalt von höchstens 0,22 % C in der Schmelzenanalyse) im allgemeinen geeignet. Dabei sind bei gleicher Mindest-Streckgrenze die Stähle der Gütegruppe 3 denen der Gütegruppe 2 vorzuziehen und innerhalb der Gütegruppe 2 die beruhigten Stähle gegenüber den unberuhigten zu bevorzugen, besonders wenn beim Schweißen Seigerungszone an geschnitten werden können.

Je nach den Schweißbedingungen und Betriebsbeanspruchungen ist auch der Stahl St 33 mit Einschränkungen zum Lichtbogen- und Gasschmelzschweißen geeignet.

Die Stähle St 50-2, St 60-2 und St 70-2 sind nicht für das Lichtbogen- und Gasschmelzschweißen vorgesehen.

8.4.2.3 Eignung zum Abbrennstumpfschweißen und Gaspreßschweißen ist im allgemeinen bei allen Stählen nach dieser Norm vorhanden, dabei ist bei Stählen mit höheren Kohlenstoffgehalten (St 50-2, St 60-2 und St 70-2) gegebenenfalls ein Nachwärmen nach dem Schweißen notwendig.

8.4.2.4 Eignung zum Preßschweißen nach anderen Verfahren ist im allgemeinen nur bei den Stählen nach Tabelle 1 mit höchstens 0,22 % C in der Schmelzenanalyse gegeben; sie wird auch noch stark vom Siliziumgehalt des Stahles beeinflusst.

In Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt ist gegebenenfalls ein Nachwärmen erforderlich.

8.4.3 Umformbarkeit

8.4.3.1 Die Stähle sind zum Warm- und Kaltumformen geeignet, d. h. sie dürfen weder kalt- noch rotbrüchig sein. Sie müssen sich beim Kaltversuch um die in Tabelle 2 angegebenen Dorn Durchmesser um 180° ohne Anrisse auf der Zugseite biegen lassen.

8.4.3.2 Mit besonderer Eignung zum Kaltbiegen, Abkanten, Kaltflanschen oder Kaltbördeln bei inneren Biegehalbmessern entsprechend Tabelle 5 wird Flachzeug bis 20 mm Dicke aus den Stählen mit dem Kennbuchstaben Q nach Tabelle 3 geliefert. Flachzeug mit eingewalzten Mustern kann nicht in Q-Sorten geliefert werden.

8.4.3.3 Band aus Stählen mit dem Kennbuchstaben K nach Tabelle 3 wird in Dicken bis 8 mm mit Eignung zur Herstellung von Kaltprofilen auf Walzprofiliermaschinen (siehe DIN 59 413) und in Dicken bis 12,5 mm mit Eignung zur Herstellung von kaltgefertigten Hohlprofilen (siehe DIN 59 411) geliefert. Die Eignung gilt für die in DIN 59 411 bzw. DIN 59 413 festgelegten Biegehalbmesser. Für Banddicken über 8 mm bzw. über 12,5 mm gelten die inneren Biegehalbmesser nach Tabelle 5.

8.4.3.4 Für Halbzeug und Flachzeug, das für die Herstellung von Rohren nach DIN 1626 Teil 1 bis Teil 4 verwendet wird, sollten bei der Bestellung im Hinblick auf die unterschiedlichen Bedingungen bei der Rohrfertigung besondere Vereinbarungen getroffen werden. Es kommen die hierfür in Tabelle 3 mit dem Buchstaben Ro gekennzeichneten Stahlsorten in Betracht.

8.4.3.5 Stähle mit dem Kennbuchstaben Z nach Tabelle 3 werden mit Eignung zum Blankziehen geliefert (siehe Abschnitt 8.5.4).

8.4.3.6 Stähle mit dem Kennbuchstaben P nach Tabelle 3 werden mit Eignung zum Gesenkschmieden geliefert (siehe Abschnitt 8.5.3).

²⁾ Siehe auch DIN 8528 Teil 1 sowie DIN 8528 Teil 2, ferner auch die DAST-Richtlinie 009 (Herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau; April 1973) und den „Katalog zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten“ (Herausgegeben vom Technischen Ausschuss des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik, 1964). (Siehe Erläuterungen)

Tabelle 5. Mindestwerte für die inneren Biegehalbmesser beim Kaltbiegen, Abkanten, Kaltflanschen oder Kaltbördeln von Flacherzeugnissen sowie bei der Herstellung von Kaltprofilen und von kaltgefertigten Hohlprofilen (siehe Abschnitte 8.4.3.2 und 8.4.3.3)

Stahl- sorte	Biege- kante quer oder längs zur Walz- richtung	Kleinster zulässiger innerer Biegehalbmesser für Dicken in mm														
		1	> 1 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2,5	> 2,5 ≤ 3	> 3 ≤ 4	> 4 ≤ 5	> 5 ≤ 6	> 6 ≤ 7	> 7 ≤ 8	> 8 ≤ 10	> 10 ≤ 12	> 12 ≤ 14	> 14 ≤ 16	> 16 ≤ 18	> 18 ≤ 20
UQSt 37-2	quer	1	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12	16	20	25	28	36	40
RQSt 37-2	längs	1	1,6	2,5	3	6	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
QSt 37-3																
QSt 44-2	quer	1,2	2	3	4	5	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
QSt 44-3	längs	1,2	2	3	4	6	10	12	16	20	25	32	36	40	45	50
QSt 52-3	quer	1,6	2,5	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	36	45	50
	längs	1,6	2,5	4	5	8	10	12	16	20	25	32	36	40	50	63

8.4.4 Sonstige Anforderungen

8.4.4.1 Ist Längstrennen von Profilen, z. B. von Breitflanschträgern im Steg vorgesehen, ist darauf bei der Bestellung besonders hinzuweisen.

8.4.4.2 Für Stähle mit Beanspruchung in Dickenrichtung sind die Stahl-Eisen-Lieferbedingungen 096 1) Blech, Band und Breitflachstahl mit verbesserten Eigenschaften für Beanspruchung senkrecht zur Erzeugnisoberfläche zu beachten.

8.4.4.3 Bei den im Abschnitt 7.1.3 genannten Stahlsorten muß der Kupfergehalt in der Schmelzenanalyse zwischen 0,25 und 0,35 % liegen. Ansonsten gelten für diese Stahlsorten dieselben Anforderungen wie für die entsprechenden Sorten ohne Kupferzusatz.

8.4.4.4 Die Eignung zum Aufbringen von Oberflächenüberzügen und -beschichtungen (Feuerverzinken, Emaillieren und vergleichbare Verfahren) ist bei der Bestellung zu vereinbaren.

8.5 Oberflächenbeschaffenheit

8.5.1 Walzerzeugnisse sollen eine dem angewendeten Formgebungsverfahren entsprechende glatte Oberfläche haben.

Anmerkung: Siehe auch Stahl-Eisen-Lieferbedingung 071 1) Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalztem Grob- und Mittelblech sowie Breitflachstahl.

8.5.2 Oberflächenfehler, die über das für Unvollkommenheiten zulässige Ausmaß (siehe Abschnitt 8.5.1) hinausgehen, sind mit geeigneten Mitteln zu beseitigen. Die hierdurch gebildeten Vertiefungen müssen ausgeebnet werden. Sofern bei der Bestellung nichts anderes vereinbart wurde, müssen dabei die in den Maßnormen festgelegten zulässigen Dickenabweichungen sowie etwa vorgesehene Bearbeitungszugaben eingehalten werden. Oberflächenfehler dürfen durch Schweißen nur mit Genehmigung des Bestellers ausgebessert werden.

8.5.3 Stahl, der zu Gesenkschmiedestücken oder auf Schmiedemaschinen verarbeitet werden soll, muß besonderen Ansprüchen an die Oberflächenbeschaffenheit genügen (siehe Abschnitt 8.4.3.6).

8.5.4 Eignung zum Blankziehen setzt ebenfalls eine besondere Oberfläche voraus (siehe Abschnitt 8.4.3.5).

8.5.5 Bei Erzeugnissen aus Stählen mit Kupferzusatz kann gegebenenfalls das Aussehen der Oberfläche beeinträchtigt sein.

9 Prüfung

9.1 Allgemeines

Der Hersteller hat seine Fertigung nach eigenem Ermessen und in eigener Verantwortung mit ihm geeignet erscheinenden Maßnahmen im Hinblick auf die nach Abschnitt 8 geltenden Anforderungen zu überwachen.

9.2 Vereinbarung von Prüfungen und Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen

9.2.1 Der Besteller kann mit den Einschränkungen nach den Abschnitten 9.2.2 und 9.2.4 für alle Stahlsorten die Ausstellung einer der Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen nach DIN 50 049 vereinbaren.

9.2.2 Für den Stahl St 33 kommt nur die Ausstellung einer Werksbescheinigung in Betracht.

9.2.3 Falls die Ausstellung eines Werkszeugnisses vereinbart wurde, so sind in ihm bei allen Stählen mit Ausnahme des St 33 Ergebnisse von Zugversuchen, bei Flachzeug aus Stählen der Gütegruppe 3 zusätzlich Ergebnisse von Kerbschlagversuchen anzugeben.

9.2.4 Bei Lieferung nach Schmelzen, die für den Stahl St 33 nicht in Betracht kommt, kann die Ausstellung eines Werkszeugnisses vereinbart werden, in dem die chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse angegeben wird.

Für den Stahl St 37-2 (ohne festgelegte Desoxidationsart) werden jedoch in einer Prüfbescheinigung nur die Werte für die Gehalte an Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel und Stickstoff genannt.

9.2.5 Falls die Ausstellung einer Bescheinigung vereinbart wurde, die nach DIN 50 049 an der Lieferung selbst durchzuführende Prüfungen erfordert, gelten die Festlegungen in den Abschnitt 9.3 bis 9.6.

1) Siehe Seite 2

9.3 Prüfumfang

9.3.1 Durchzuführende Prüfungen

9.3.1.1 Wenn eine Bescheinigung über an der Lieferung selbst vorzunehmende Prüfungen bestellt wurde, sind in jedem Fall durchzuführen:

- a) bei allen Stählen mit Ausnahme des St 33 der Zugversuch,
- b) bei Flachzeug aus Stählen der Gütegruppe 3 zusätzlich der Kerbschlagbiegeversuch (siehe Abschnitt 8.4.1.5).

9.3.1.2 Bei der Bestellung können zusätzlich zu den Prüfungen nach Abschnitt 9.3.1.1 weitere Abnahmeprüfungen vereinbart werden, und zwar:

- a) bei allen Stählen mit Ausnahme von St 33, St 50-2, St 60-2 und St 70-2 der faltversuch (der jedoch nicht zusätzlich zum Kerbschlagbiegeversuch gefordert werden sollte),
- b) bei Erzeugnissen aus Stählen der Gütegruppe 2 (außer St 50-2, St 60-2 und St 70-2) sowie bei Erzeugnissen aus Stählen der Gütegruppe 3 (soweit nicht schon unter Abschnitt 9.3.1.1 b erfaßt) der Kerbschlagbiegeversuch (siehe Abschnitt 8.4.1.5),
- c) bei allen Stählen mit Ausnahme von St 33 und St 37-2 die Stückanalyse, sofern die Erzeugnisse nach Schmelzen getrennt zu liefern sind (siehe Abschnitt 9.3.3.1)
- d) bei den im Abschnitt 8.4.1.6 genannten Erzeugnissen der Aufschweißbiegeversuch.

9.3.2 Prüfeinheit und Anzahl der Proben bei Stückanalysen

9.3.2.1 Als Prüfeinheit gilt die Schmelze.

9.3.2.2 Falls bei der Bestellung nichts anderes vereinbart wurde, ist eine Probe je Schmelze zu entnehmen (siehe Abschnitt 9.4.2).

9.3.3 Prüfeinheiten und Anzahl der Proben bei mechanischen und technologischen Prüfungen

9.3.3.1 Die Anzahl der Proben richtet sich danach, ob nach Schmelzen oder nach Losen geliefert wird. Die Lieferung erfolgt

bei der Gütegruppe 2 nach Losen oder Schmelzen,
bei der Gütegruppe 3 nach Schmelzen.

Bei Erzeugnissen aus Stählen der Gütegruppe 2 ist bei der Bestellung zu vereinbaren, ob nach Schmelzen oder nach Losen geliefert werden soll.

Auch bei Bestellung nach Losen ist dem Lieferwerk die Prüfung nach Schmelzen gestattet, sofern nach Schmelzen zur Prüfung vorgelegt wird.

9.3.3.2 Die Prüfeinheiten betragen

40 t bei Prüfung nach Schmelzen,
20 t bei Prüfung nach Losen,
oder jeweils eine kleinere, zur Prüfung vorgelegte Menge.
Bei Band mit Rollengewichten über 20 t genügt die Prüfung jeder zweiten Rolle.

9.3.3.3 Je Prüfeinheit und Dickenbereich (siehe die Dickenstaffelung für die Streckgrenze in Tabelle 2) sind für den Nachweis der Werte

eine Probe für den Zugversuch,
eine Probe für den faltversuch (sofern vereinbart, siehe Abschnitt 9.3.1.2 a) und

bei vereinbartem Kerbschlagbiegeversuch ein Probenabschnitt, der zur Herstellung von sechs Proben ausreichen muß, zu entnehmen.

9.3.3.3.1 Für alle Versuche darf in einer Prüfeinheit die größte Erzeugnisdicke höchstens das Doppelte der klein-

sten Erzeugnisdicke betragen. Wenn bei der Bestellung nichts anderes vereinbart wird, sind die Proben aus einem Erzeugnis mittlerer Dicke zu entnehmen.

9.3.3.3.2 Bei Flachzeug aus Stählen der Gütegruppe 3 kann eine Prüfung der Kerbschlagarbeit an jeder Walztafel bzw. an jeder Rolle vereinbart werden.

9.3.3.4 Für die Kerbschlagbiegeversuche sind dem Probenabschnitt nach Abschnitt 9.3.3.3 drei Proben zu entnehmen. Die Prüfung beschränkt sich auf diese drei Proben, wenn deren Ergebnisse den Werten nach Tabelle 2 entsprechen.

9.3.3.5 Bei vereinbartem Aufschweißbiegeversuch ist für die Prüfung je Schmelze eine Probe zu entnehmen.

9.4 Probenahme

9.4.1 Allgemeines

Die Entnahmestellen der Proben sollen so im Werkstück liegen, daß man eine möglichst eindeutige Kenntnis der Eigenschaften über den Querschnitt und über die Länge erhält.

9.4.2 Proben für die Stückanalyse

Für die Prüfung der chemischen Zusammensetzung am Stück sind die Proben nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1805 ¹⁾ zu entnehmen.

9.4.3 Proben für die mechanischen und technologischen Prüfungen

9.4.3.1 Probenlage

9.4.3.1.1 Für den Zugversuch und den faltversuch sind die Proben den Fertigerzeugnissen längs (parallel zur Walzrichtung) zu entnehmen außer bei Flachzeug ≥ 600 mm Breite, aus dem Querproben zu entnehmen sind.

Für den Kerbschlagbiegeversuch sind dem Erzeugnis grundsätzlich Längsproben zu entnehmen.

Im einzelnen gelten die Angaben im Abschnitt 9.4.3.2.

9.4.3.1.2 Bei Halbzeug sind Bezugsproben von höchstens 20 mm Vierkant aus dem Erzeugnis nach Möglichkeit durch Warmumformung über den ganzen Querschnitt herzustellen und anschließend normalzuglügen.

Bei Halbzeug für Schmiedezwecke können auch größere Probenquerschnitte vereinbart werden.

9.4.3.1.3 Bei Halbzeug, das warm weiterverarbeitet wird, kann auf mechanische Prüfungen verzichtet werden; die bedingungsgemäße Lieferung ist dann nach der chemischen Zusammensetzung der Schmelzen zu beurteilen. Erst wenn sich aus ihr Zweifel ergeben oder wenn der Nachweis der Eigenschaften bei der Bestellung ausdrücklich vereinbart worden ist, sind Proben nach Abschnitt 9.4.3.1.2 zu prüfen. Die Zugfestigkeit kann dabei auch aus der Härteprüfung abgeschätzt werden (siehe Abschnitt 9.5.4).

9.4.3.2 Entnahmestellen

9.4.3.2.1 Proben für den Zugversuch

9.4.3.2.1.1 Bei Profilen sollen die Proben nach den Bildern 2 bis 7 entnommen werden, und zwar bevorzugt aus dem Flansch, wobei die Längsachse der Probestücke in etwa einem Drittel Abstand der einen Kante von der Profilachse liegen soll. Bei der Entnahme von Probestäben aus U-Profilen ist eine Verlegung der Proben aus dem Bereich der Abrundung in den Flansch hinein statthaft.

¹⁾ Siehe Seite 2

9.4.3.2.1.2 Bei Stabstahl und Walzdraht bis 25 mm Dicke bzw. Durchmesser soll der Probenabschnitt so entnommen werden, daß er mit möglichst geringer Bearbeitung als Probe verwendet werden kann. Bei Dicken bzw. Durchmessern über 25 bis 40 mm können die Proben beliebig aus dem Querschnitt entnommen werden. Bei Stabstahl über 40 mm Dicke sollen die Probestäbe grundsätzlich in einem Drittel des Abstandes zwischen Oberfläche bzw. Kante und Längsachse – von der Oberfläche bzw. Kante aus gerechnet – oder so nahe wie möglich an dieser Stelle liegen (siehe Bilder 9 bis 11).

Bei Walzdraht ist die Probe in hinreichender Entfernung vom Ringende zu entnehmen. In Schiedsfällen ist der Mindestabstand der Probe vom Ringende nach Tabelle 6 zu beachten.

Tabelle 6. Probenlage bei der Prüfung von Draht

Durchmesser des Walzdrahts (oder Durchmesser des flächengleichen Kreises) mm	Abstand von den Enden des Ringes m min.
$\geq 5 \leq 6,5$	5
$> 6,5 \leq 12,5$	4
$> 12,5 \leq 17,5$	3
$> 17,5 \leq 22$	2
$> 22 \leq 27$	1,5
$> 27 \leq 30$	1

9.4.3.2.1.3 Bei Flachzeug ≥ 600 mm Breite sollen die Probenabschnitte im allgemeinen so entnommen wer-

den, daß die Proben im halben Abstand zwischen Längskanten und Mittellinie liegen (siehe Bild 12).

9.4.3.2.1.4 Bei Band ist der Probenabschnitt aus dem äußeren Umgang in hinreichender Entfernung vom Bandende zu entnehmen. Bei Warmband unter 600 mm Breite sollen die Probenabschnitte in einem Abstand von etwa 1000 mm vom Ende des Bandes und von einem Drittel der Bandbreite vom Rand entnommen werden.

9.4.3.2.1.5 Bei Stahlhohlprofilen sind die Proben nach Bild 13 außerhalb des Bereichs der Schweißnaht zu entnehmen.

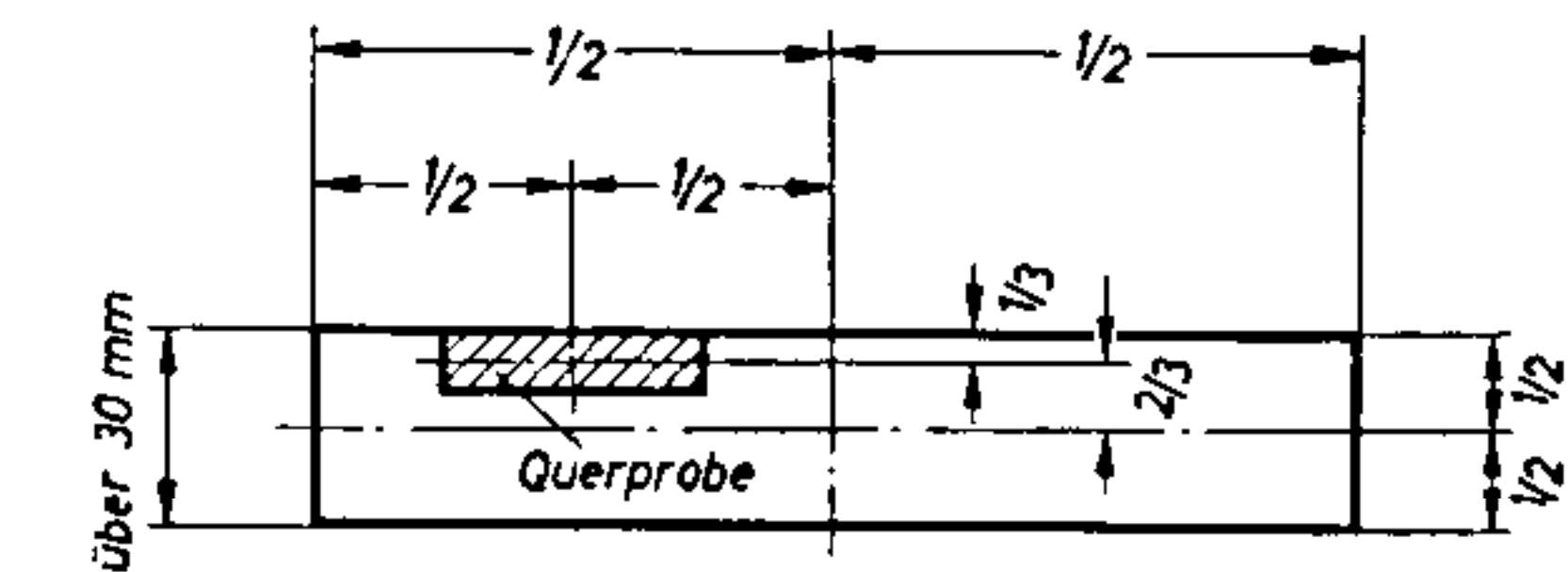
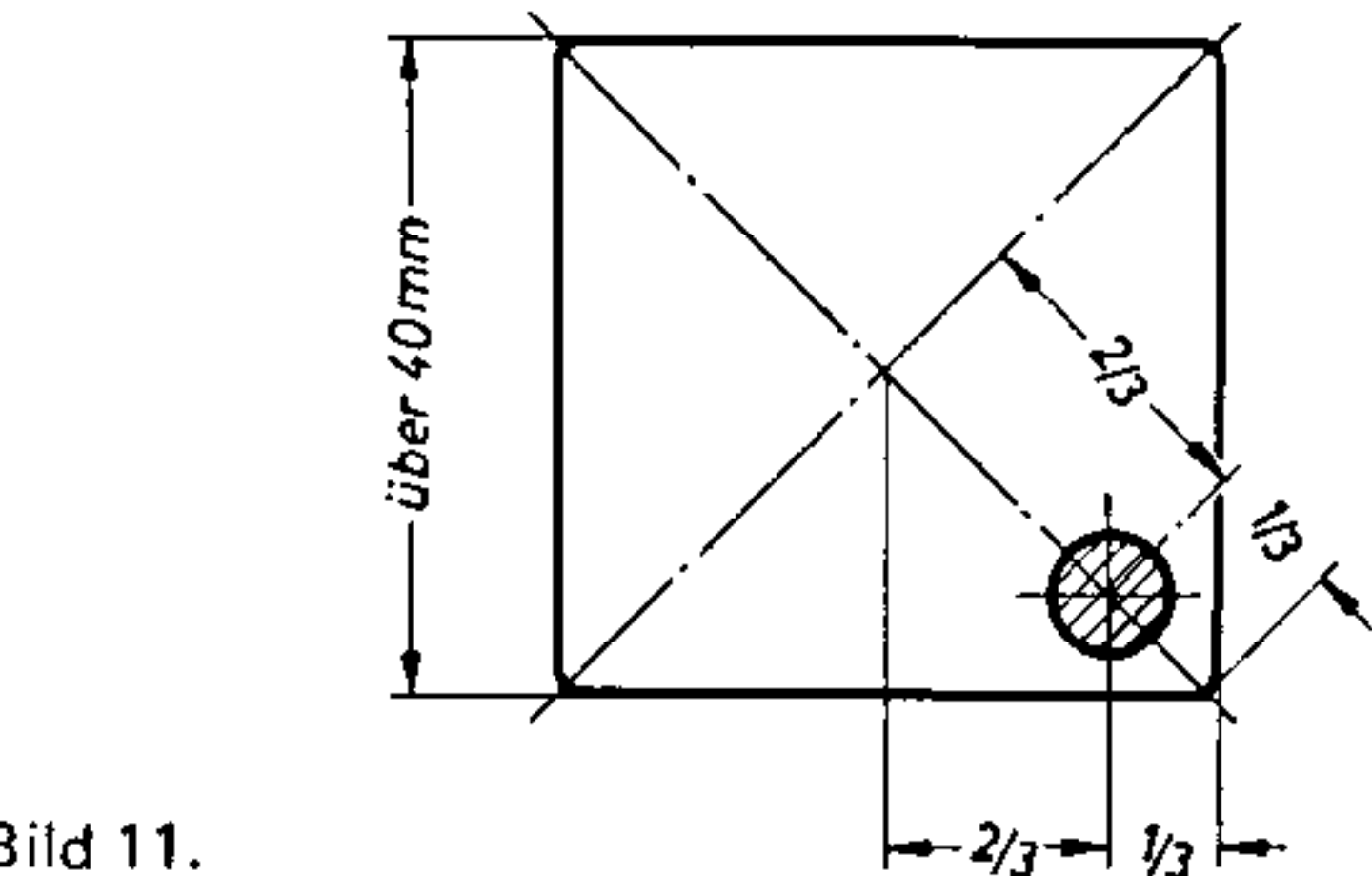
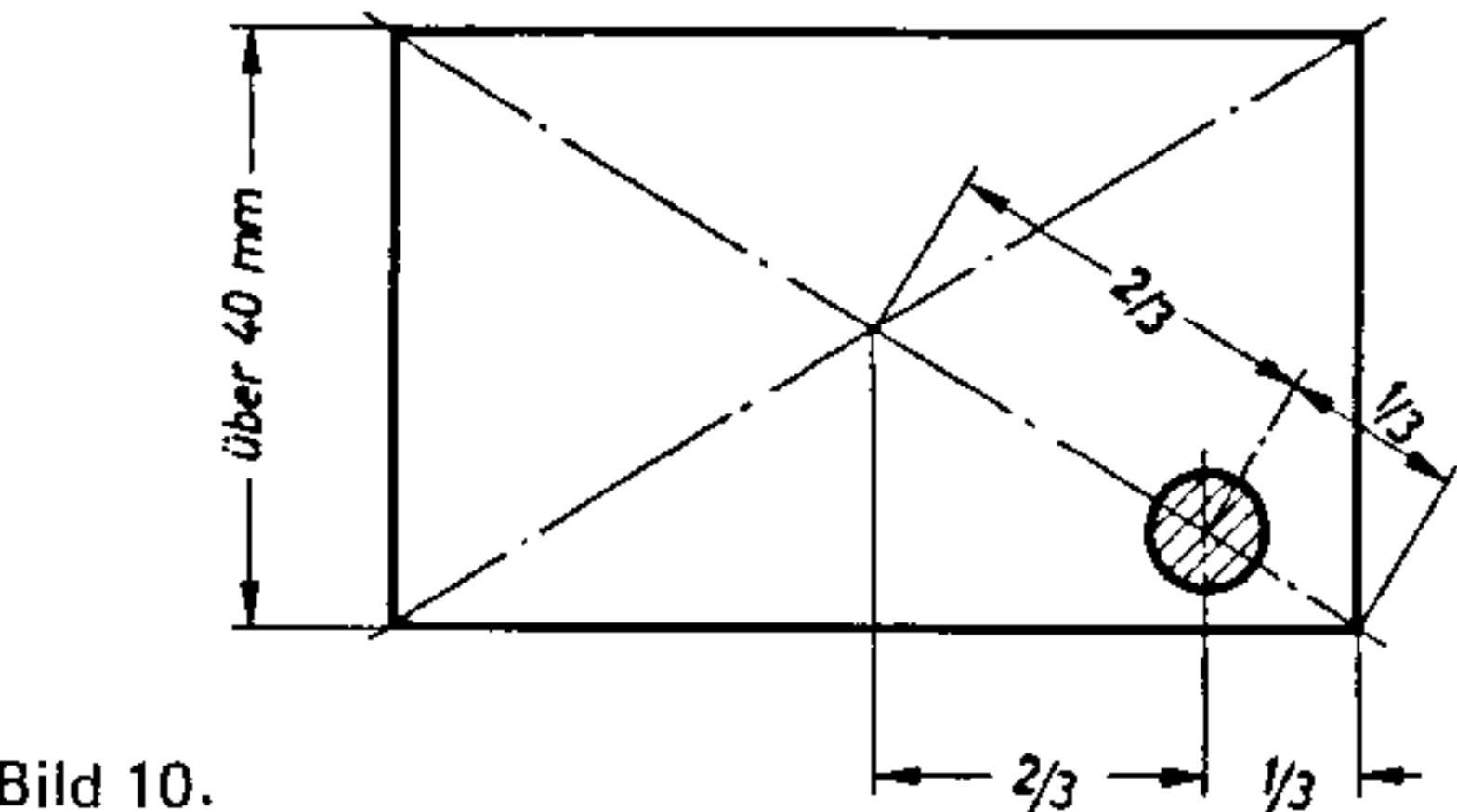
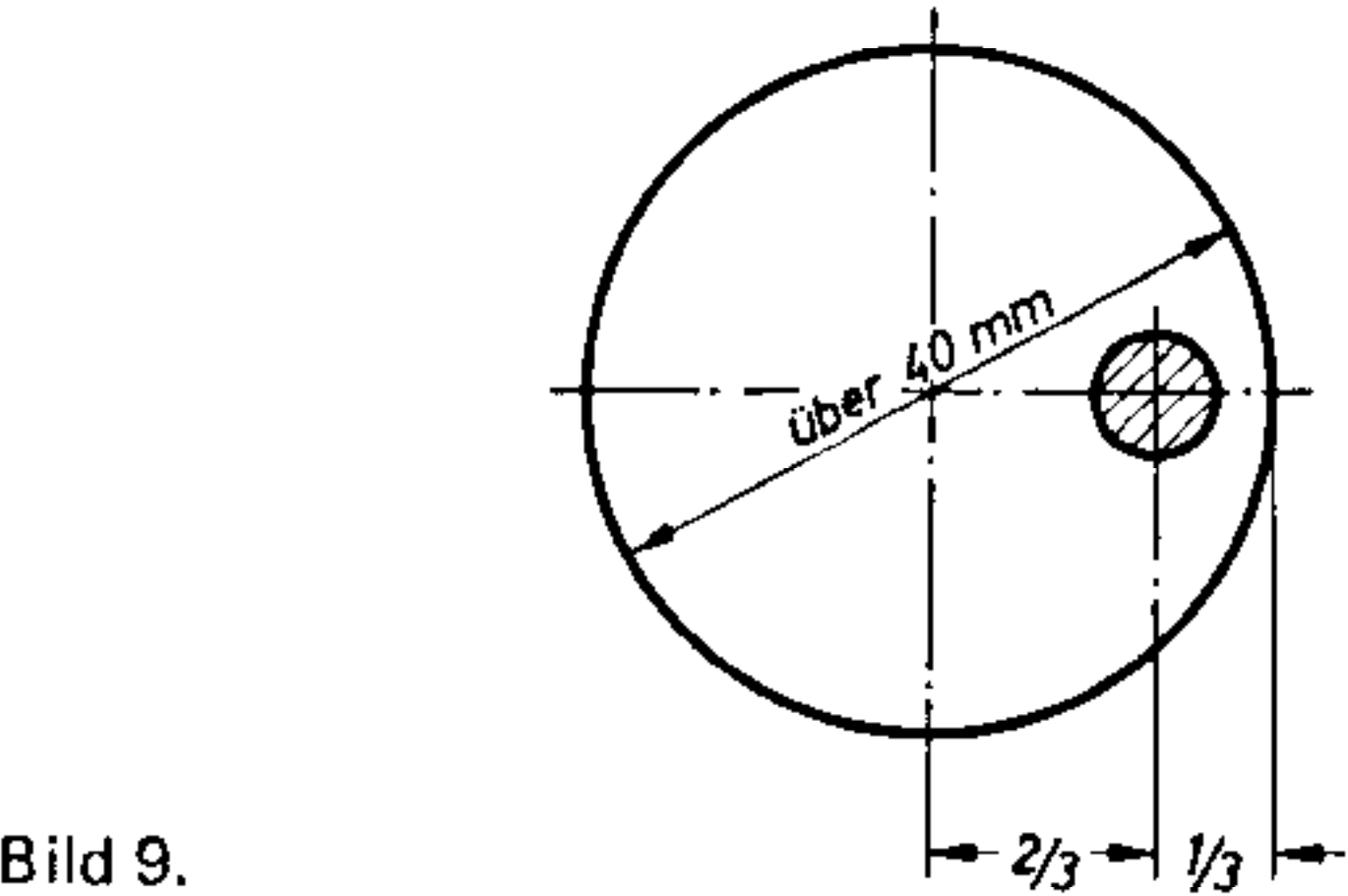
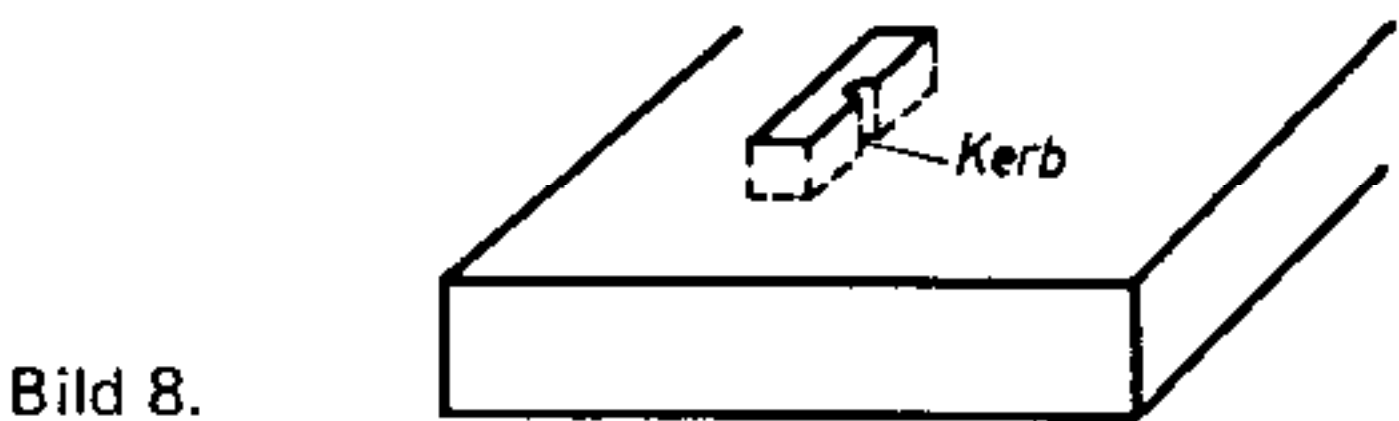
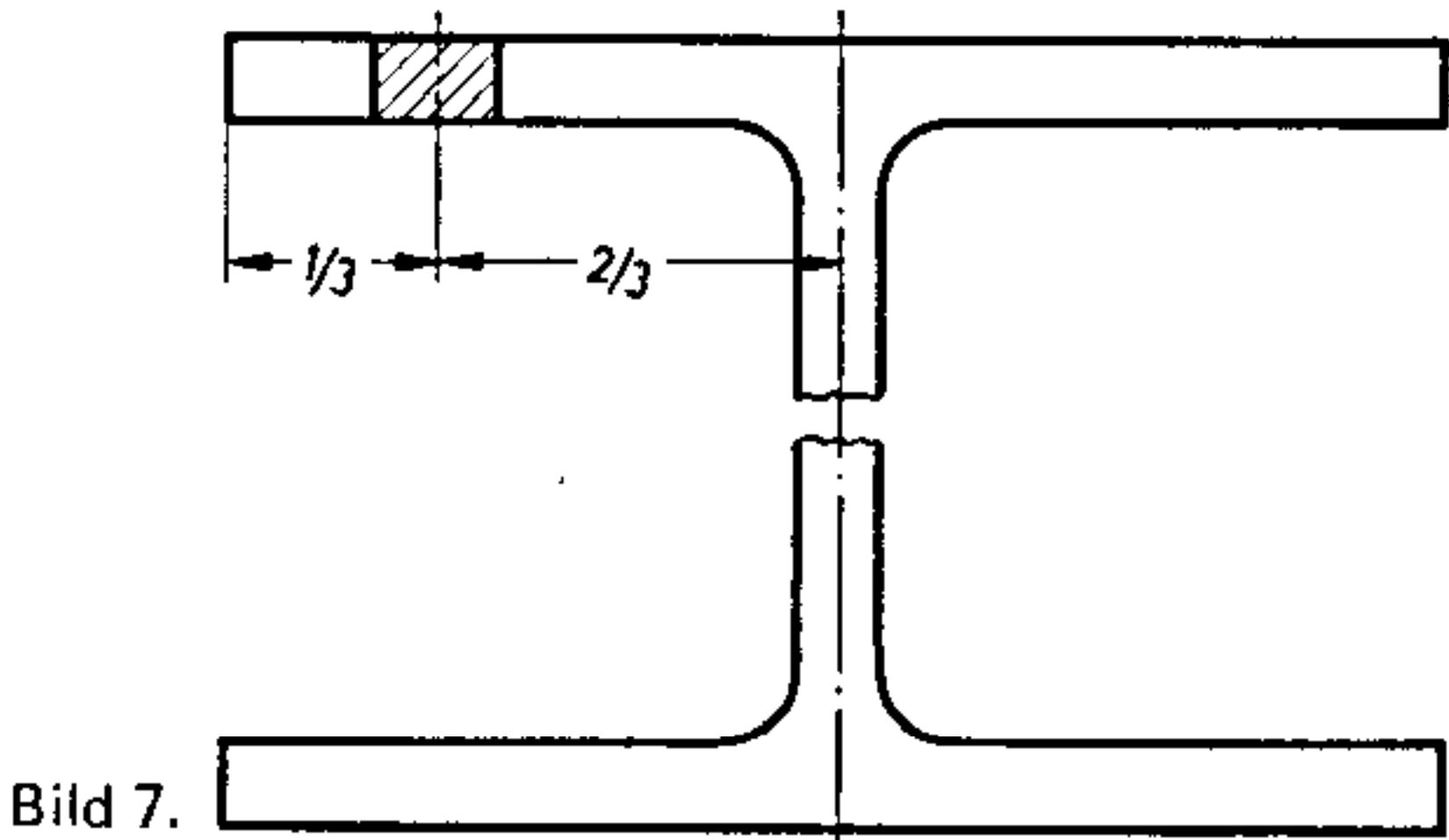
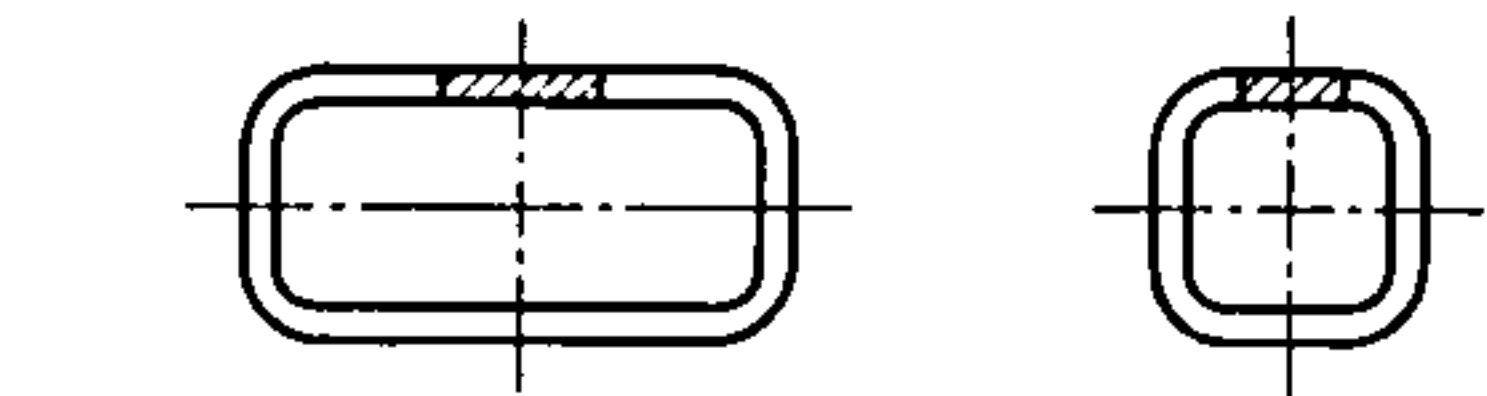
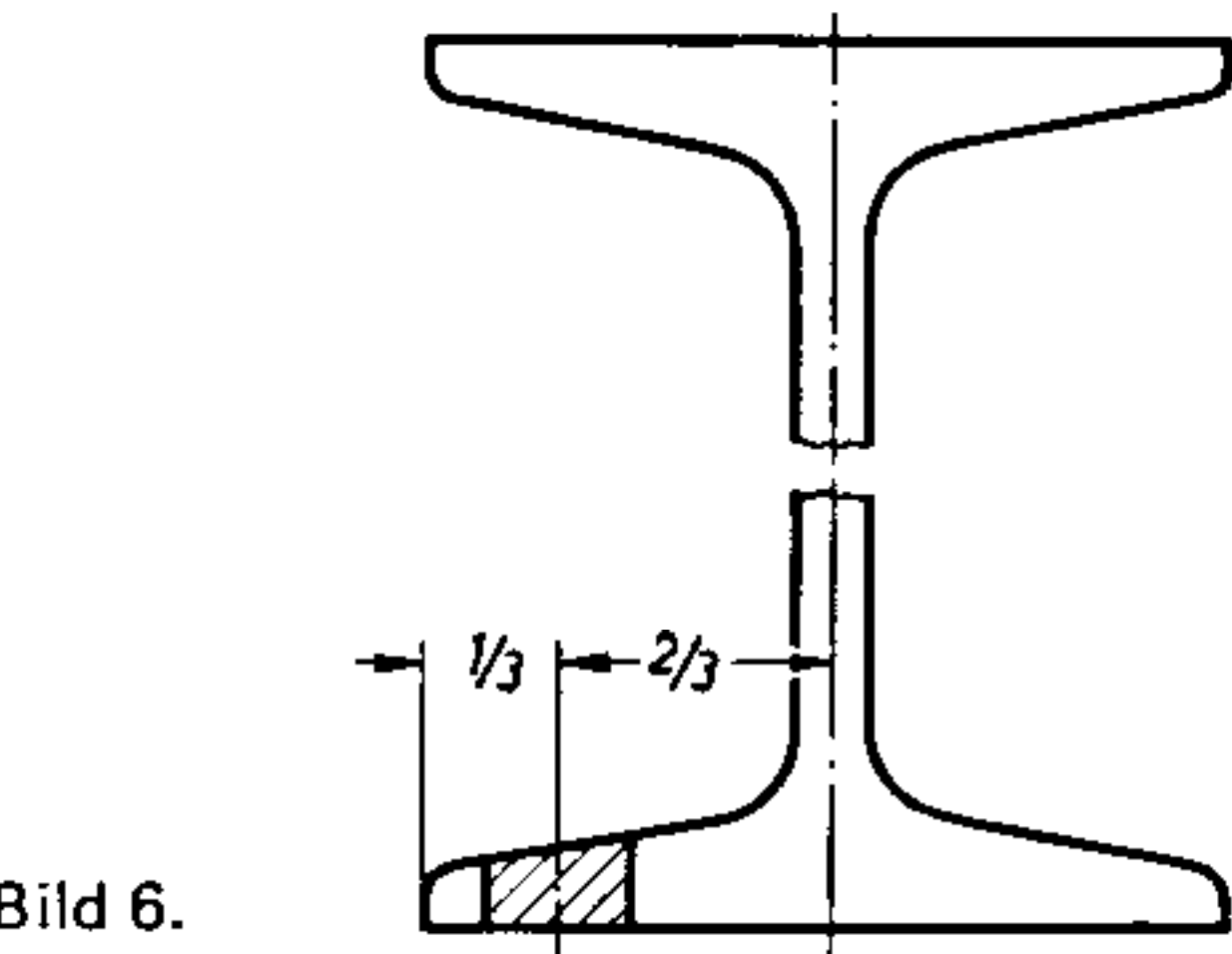
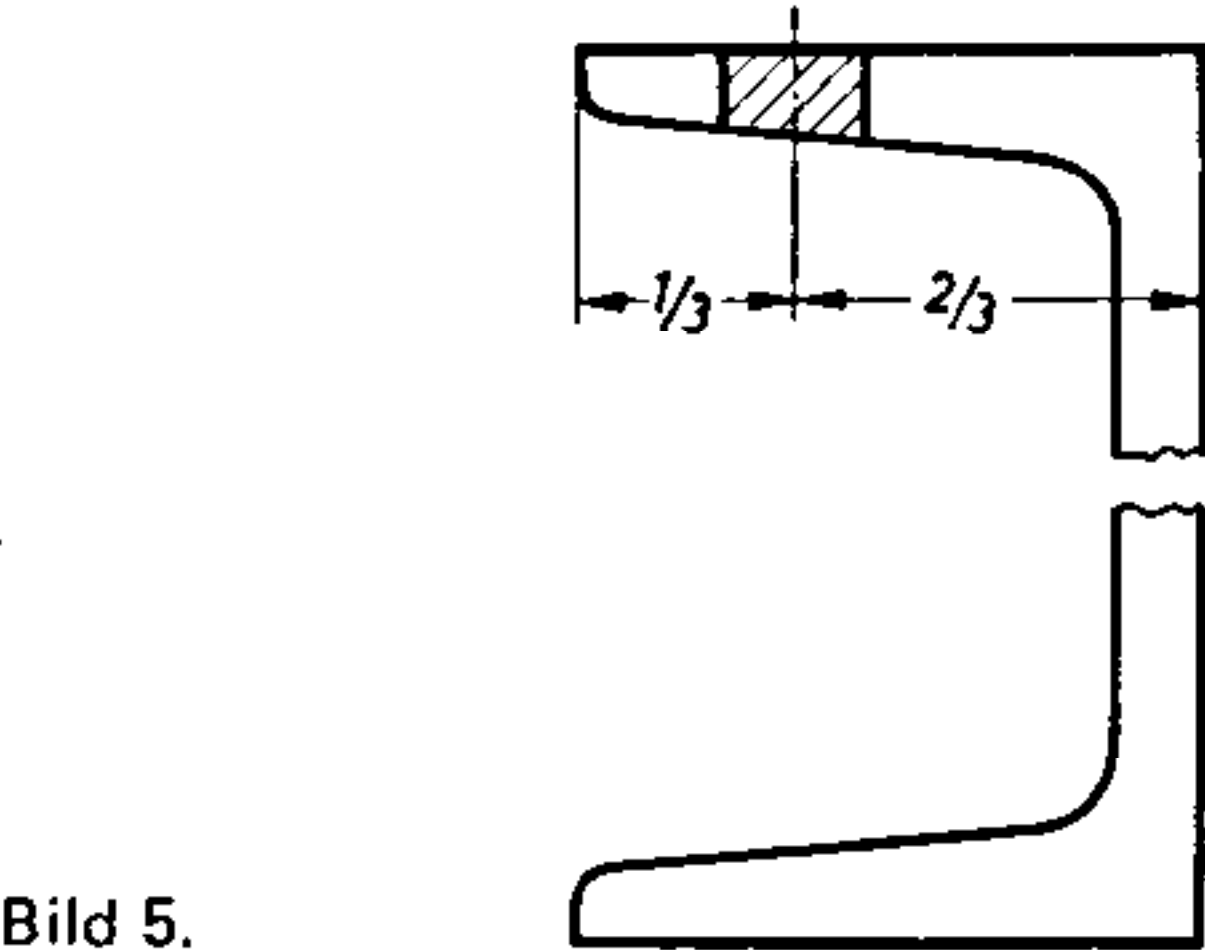
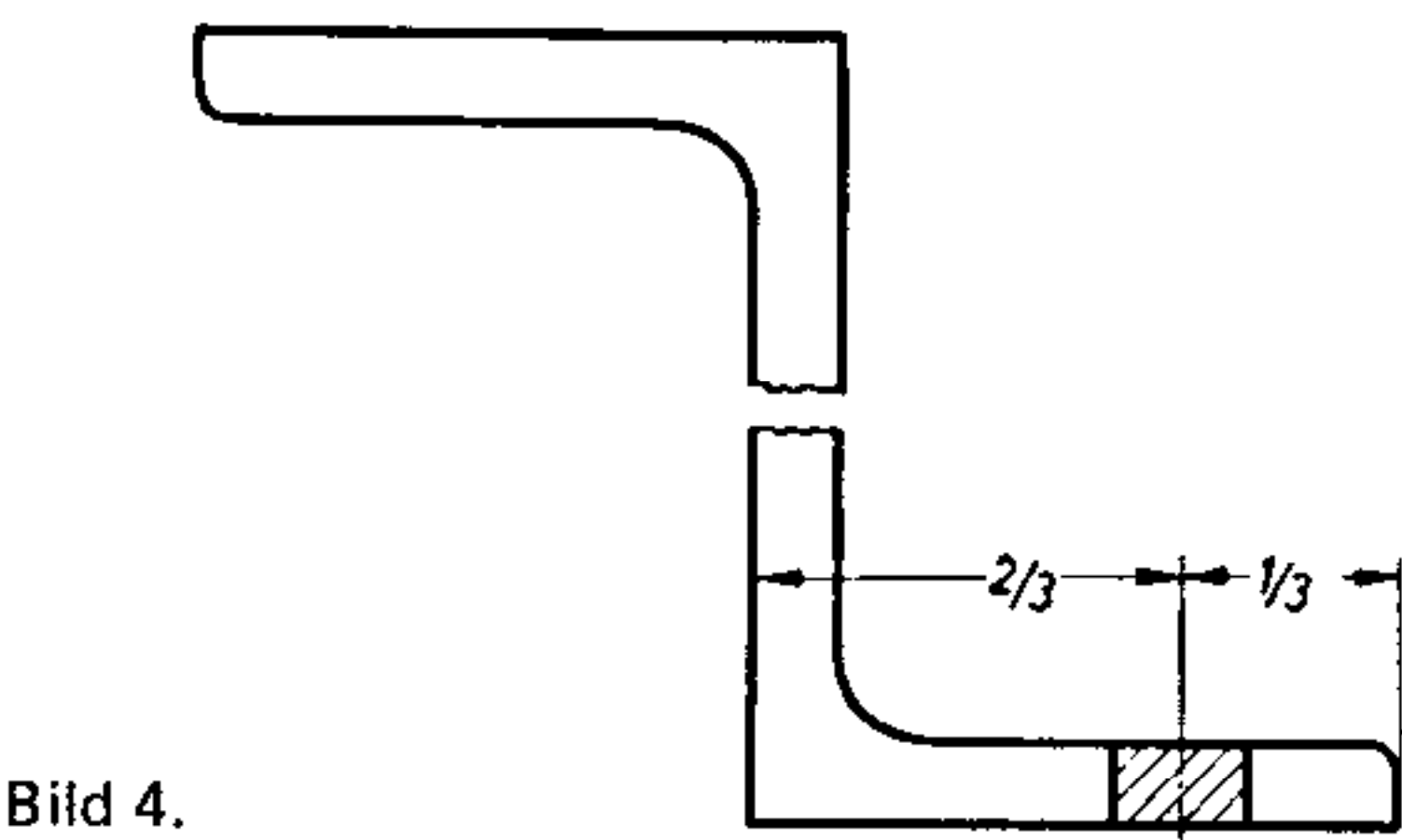
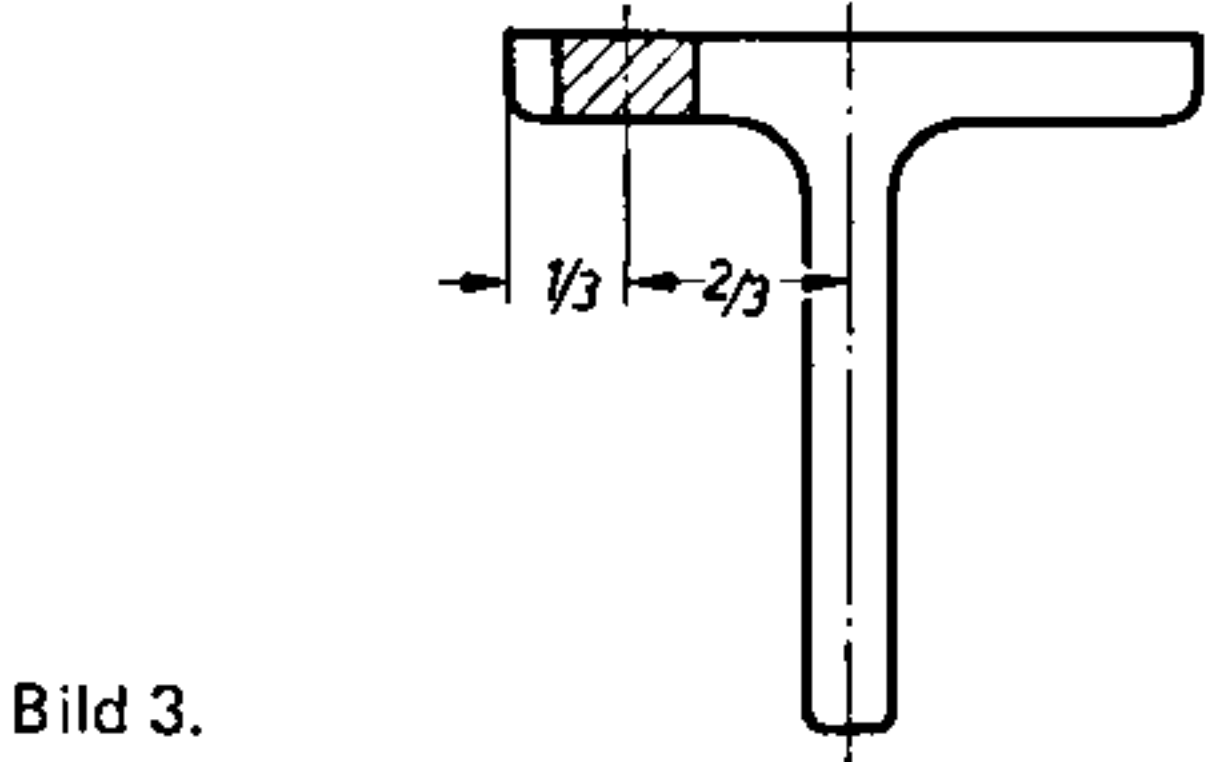
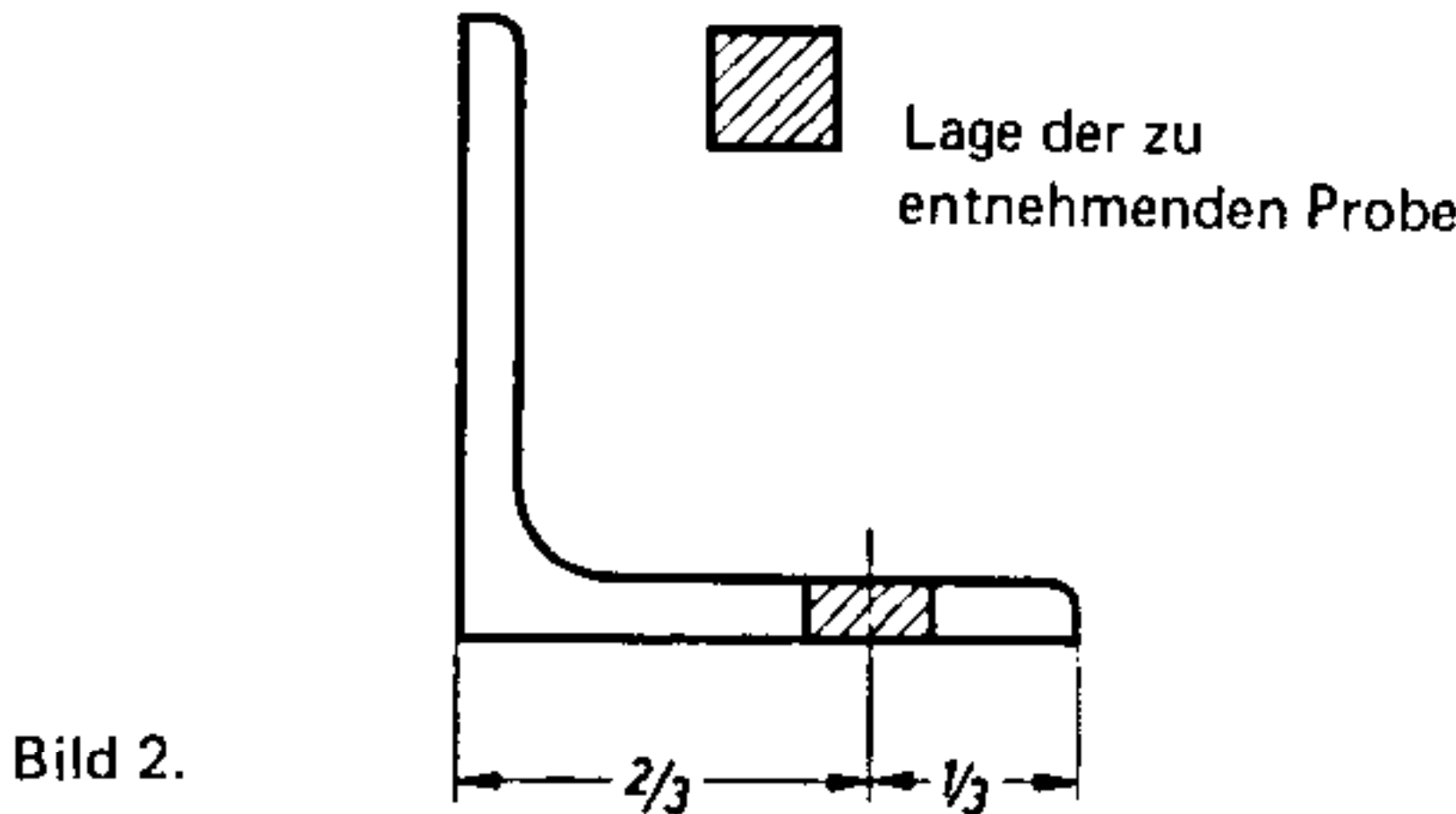
9.4.3.2.1.6 Werden für den Zugversuch Flachproben entnommen, so sind bis 30 mm Erzeugnisdicke im allgemeinen beide Walzoberflächen an der Probe zu belassen. An rechteckigen Proben aus Erzeugnissen über 30 mm Dicke muß mindestens eine Walzoberfläche erhalten bleiben. Rundproben sind zulässig, sollten aber nur bei Dicken über 30 mm vorgesehen werden; die Proben sollen dann so entnommen werden, daß ihre Achse in einem Drittel des Abstandes zwischen Oberfläche und Mitte – von der Oberfläche aus gerechnet – oder so nahe wie möglich an dieser Stelle liegt.

9.4.3.2.2 Proben für den Faltversuch

Für die Entnahmestellen der Proben für den Faltversuch gelten die Angaben im Abschnitt 9.4.3.2.1. Es sind jedoch Proben möglichst der vollen Erzeugnisdicke zu verwenden. Bei Erzeugnisdicken über 30 mm können die Proben einseitig abgearbeitet werden (beachte Abschnitt 9.5.5).

9.4.3.2.3 Proben für den Kerbschlagbiegeversuch

Für die Entnahmestellen der Proben für den Kerbschlagbiegeversuch gelten die Angaben im Abschnitt 9.4.3.2.1. Eine Seite der Probe ist möglichst nahe an die Walzoberfläche zu legen. Der Kerb ist senkrecht zur Walzoberfläche anzuordnen (siehe Bild 8).



9.4.3.3 Bearbeitung der Probenabschnitte und Proben

9.4.3.3.1 Beim Abtrennen der Proben sind Verformungen so weit wie möglich zu vermeiden; beim Benutzen von Scheren oder Schneidbrennern muß eine ausreichende Bearbeitungszugabe vorgesehen werden, die spanabhebend abzuarbeiten ist. Falls die Aufhärtung durch den Brennschnitt eine Bearbeitung nicht zuläßt, ist ein Erwärmen auf höchstens 550 °C zulässig. Durch Verbiegen oder Verwinden verformte Probeabschnitte aus Walzstahl sollen grundsätzlich kalt gerichtet werden. Wenn die Verformung für Kaltrichten zu stark ist, kann bei Werkstoff, der im normalgeglühten Zustand zur Auslieferung kommt, das Richten warm geschehen, wobei die Temperatur 520 °C nicht übersteigen soll.

9.4.3.3.2 Beim Zurichten der Probe sind Kaltverformungen und Erwärmungen, die die Eigenschaften gegenüber den abzuliefernden Erzeugnissen ändern, zu vermeiden.

9.5 Anzuwendende Prüfverfahren

9.5.1 Die chemische Zusammensetzung ist nach den vom Chemikerausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute angegebenen Verfahren zu prüfen (siehe Abschnitt 2).

9.5.2 Die mechanischen und technologischen Prüfungen sind bei Raumtemperatur (etwa 20 °C) durchzuführen, soweit nicht für Kerbschlagversuche eine niedrigere Temperatur vorgeschrieben ist.

9.5.3 Der Zugversuch ist nach DIN 50 145 durchzuführen.

9.5.3.1 Im Regelfall ist der Zugversuch mit kurzen Proportionalstäben von der Meßlänge $L_0 = 5 d_0$ (bei rechteckigen Proben ist $L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{\text{Querschnitt}}$) nach DIN 50 125, für Walzdraht ≤ 6 mm Durchmesser nach DIN 51 210 Teil 1 durchzuführen. In Zweifelsfällen und bei Schiedsversuchen müssen diese Proben – mit Ausnahme des Flachzeugs nach Abschnitt 9.5.3.2 – angewendet werden.

9.5.3.2 An Flachzeug mit Dicken unter 3 mm ist der Zugversuch mit einer Probe von der Meßlänge $L_0 = 80$ mm und der Breite $b_0 = 20$ mm nach DIN 50 114 durchzuführen.

9.5.3.3 Neben den Proben nach Abschnitt 9.5.3.1 können bei der laufenden Prüfung von Flachzeug wegen der einfacheren Anfertigung Flachproben mit einer Meßlänge von $L_0 = 100$ mm bei Erzeugnissen von 3 bis 5 mm Dicke einschließlich und von $L_0 = 200$ mm bei Erzeugnissen über 5 mm Dicke verwendet werden; es darf dann betragen

die größte Breite der Probe	bei Dicken
bis 60 mm	über 3 bis 10 mm,
bis 50 mm	über 10 bis 25 mm,
bis 35 mm	über 25 bis 50 mm,
bis 20 mm	über 50 mm.

In solchen Fällen müssen diejenigen Mindest-Bruchdehnungen erreicht werden, die sich aus den Werten der Tabelle 2 nach Multiplikation mit den Umrechnungszahlen der Tabelle 7 ergeben. Im Zweifelsfalle und bei Schiedsversuchen ist nur das Ergebnis an einem Stab mit $L_0 = 5 d_0$ maßgebend.

Tabelle 7. Umrechnungszahlen für die Bruchdehnung

Meßlänge mm	Umrechnungszahl für Zugprobenquerschnitte in mm ²								
	bis 25	26 bis 100	101 bis 225	226 bis 400	401 bis 625	626 bis 900	901 bis 1600	1601 bis 2500	2501 bis 3600
100	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	—	—	—
200	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2

Anmerkung: Ein Beispiel für die Anwendung der Umrechnungszahlen sei hier angeführt. Nach Tabelle 2 muß ein Blech aus Stahl RSt 37-2 mit 4 mm Dicke eine Bruchdehnung für $L_0 = 5 d_0$ von mindestens 24 % aufweisen. Wird eine Probe mit einem Querschnitt von 4 mm X 30 mm = 120 mm² angewendet, so muß die Bruchdehnung für eine Meßlänge von $L_0 = 100$ mm mindestens $24 \times 0,9 = 21,6$ % erreichen.

9.5.4 Annäherungsweise kann die Zugfestigkeit aus der Brinellhärte, die nach DIN 50 351 zu ermitteln ist, aus der Vergleichstabelle in DIN 50 150 entnommen werden. Maßgebend für die Abnahme bleibt aber der Zugversuch.

9.5.5 Der Kaltversuch ist nach DIN 50 111 durchzuführen. Beim Versuch ist die Seite mit der Walzhaut in die Zugzone zu legen.

9.5.6 Der Kerbschlagbiegeversuch an ISO-Spitzkerbproben ist nach DIN 50 115 durchzuführen (beachte Abschnitt 8.4.1.5).

9.5.7 Für den Aufschweißbiegeversuch wird eine Probe (siehe Bild 14) von der Dicke des Erzeugnisses in der Mitte mit einer 6 s langen, halbkreisförmigen Längsnut mit einem Halbmesser von 4 mm versehen. Bei Erzeugnissen mit Stegansatz, mit Nasen und dergleichen müssen die aus der Probenebene hervortretenden Teile vor dem Schweißen abgearbeitet werden; in diesem Falle wird die Längsnut auf die nicht bearbeitete Seite gelegt. Die Nut wird bei etwa 20 °C mit einem geeigneten Schweißzusatzwerkstoff (mit 5 mm Durchmesser) in einer Lage zugeschweißt; die Raupe wird nicht abgearbeitet. Nach dem Schweißen darf an den Proben keine weitere Veränderung vorgenommen werden. Beim Biegen wird die Probe so in die Biegevorrichtung gelegt, daß die Schweißraupe in der Zugzone liegt (siehe Bild 15).

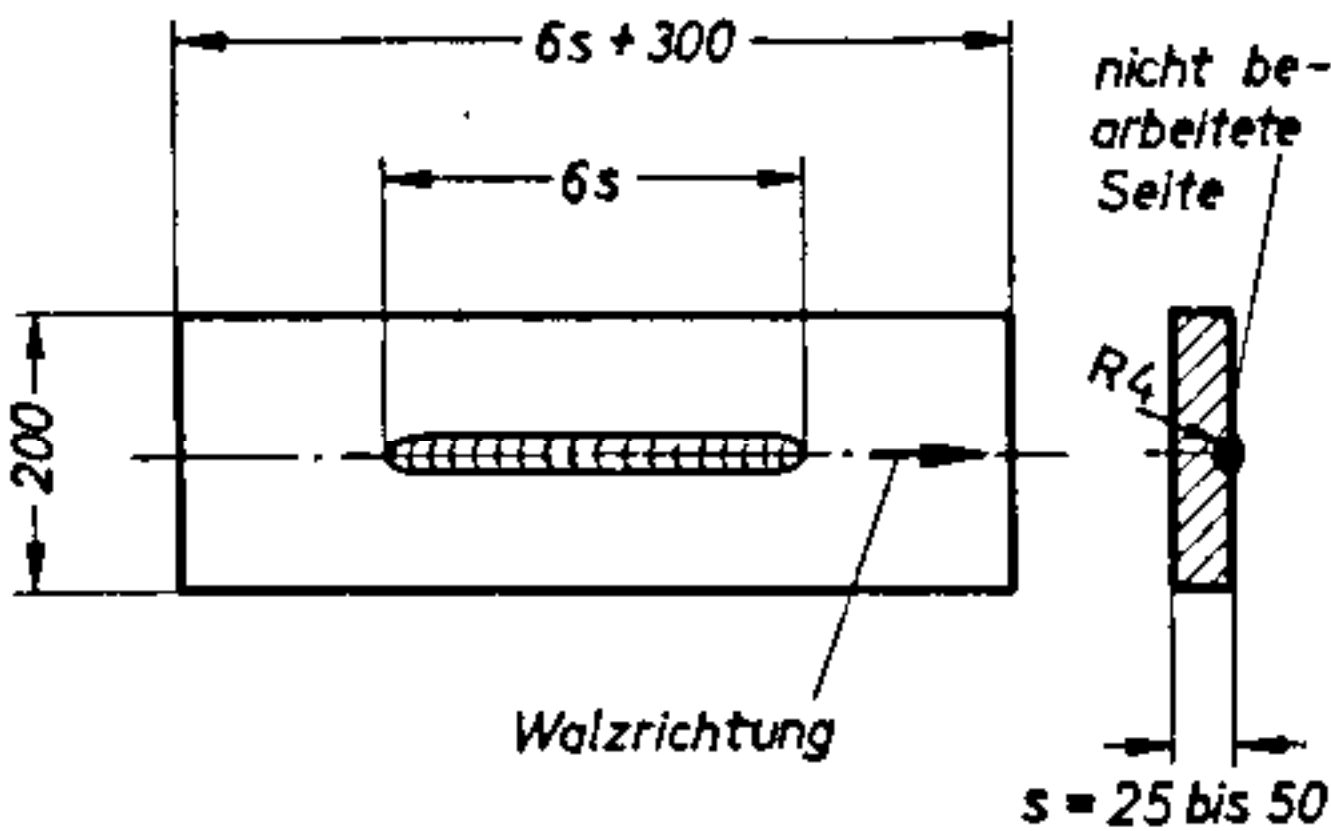


Bild 14. Probe für den Aufschweißbiegeversuch

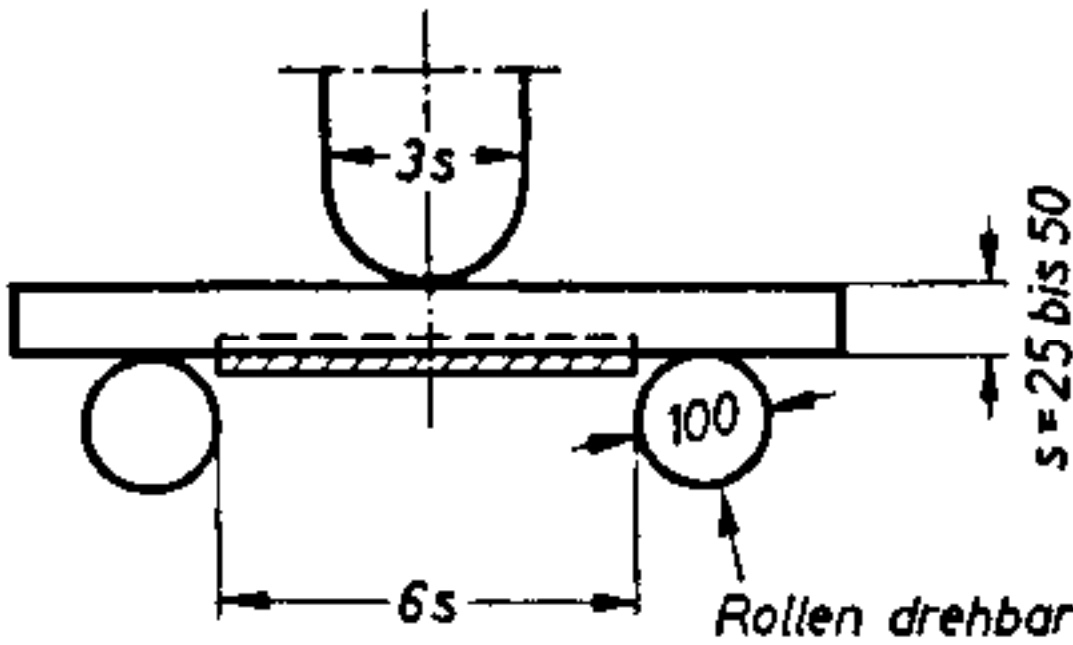


Bild 15. Aufschweißbiegeversuch

Die Walzerzeugnisse müssen beim Aufschweißbiegeversuch einen zähen Verformungsbruch zeigen (keinen Sprödbbruch). Der beim ersten Anriß in der Schweißnaht erreichte Biegewinkel ist in den Prüfvermerk aufzunehmen. Der Versuch ist bis zum Bruch, mindestens aber bis zu einem Biegewinkel von 90° fortzusetzen. Ein verformungsloser (Spröd-)Bruch liegt vor, wenn Risse, die im Schweißgut auftreten, nicht vom Probenwerkstoff aufgefangen werden. Beim Feststellen des ersten Anrisses scheiden solche Risse aus, die sich von der Schweißnaht aus nicht weiter als 20 mm in den Werkstoff erstrecken. Offensichtliche Schweißfehler sind nicht als Versager zu werten.

9.5.8 Für die Prüfung der Preßschweißbarkeit kommen in Sonderfällen bei Stumpfnähten die Versuche nach DIN 50 120 Teil 2 und DIN 50 121 Teil 2, bei widerstandspunktgeschweißten Verbindungen die Versuche nach DIN 50 124 in Betracht.

9.5.9 Die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit ist durch Sichtkontrolle, also ohne besondere optische Hilfsmittel vorzunehmen.

9.6 Wiederholungsprüfungen

9.6.1 Prüfergebnisse, die auf eine nicht ordnungsgemäße Entnahme und Vorbereitung der Probe, auf eine nicht ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung oder auf eine zufällige engbegrenzte Fehlstelle in einer Probe zurückzuführen sind, sind ungültig.

9.6.2 Ist das ungenügende Ergebnis einer Prüfung auf eine nicht ordnungsgemäße Wärmebehandlung der Erzeugnisse zurückzuführen, so kann erneut wärmebehandelt werden, worauf die gesamte Prüfung zu wiederholen ist.

9.6.3 Entsprechen ordnungsgemäße Proben nicht den vorgeschriebenen Anforderungen, so ist wie folgt zu verfahren.

9.6.3.1 Bei nicht genügender Zugprobe, Faltprobe oder Aufschweißbiegeprobe ist — außer bei Band und Walzdraht — das Stück, aus dem die Probe entnommen wurde, zurückzuweisen. Der Versuch ist an je einer Probe aus zwei anderen Stücken derselben Prüfeinheit zu wiederholen, die beide den Anforderungen genügen müssen.

9.6.3.2 Falls die Ergebnisse der drei geprüften Kerbschlagproben den Anforderungen nicht entsprechen, werden dem Probenabschnitt nach Abschnitt 9.3.3.3 drei weitere Proben entnommen und geprüft. Der Mittelwert aus den sechs Einzelversuchen muß dann den Anforderungen entsprechen. Von den sechs Einzelwerten dürfen nur zwei unter dem geforderten Mindestwert liegen, davon jedoch höchstens ein Einzelwert um mehr als 30 %.

Wenn auch diese Wiederholungsprüfung unbefriedigend ausfällt, wird — außer bei Band und bei Walzdraht — das geprüfte Stück zurückgewiesen und es werden zwei weitere Stücke derselben Prüfeinheit von gleicher oder unmittelbar nachfolgender geringerer Dicke geprüft. Wenn eines dieser Stücke erneut den Anforderungen nicht entspricht, ist entweder die Prüfeinheit zurückzuweisen oder es kann nach besonderer Vereinbarung der Rest der Prüfeinheit stückweise überprüft werden.

9.6.3.3 Bei Band und Walzdraht sind die Wiederholungsproben von den beanstandeten Rollen oder Ringen nach Abtrennen eines weiteren Längenabschnitts zu entnehmen.

9.6.3.4 Der Hersteller behält das Recht, zurückgewiesene Stücke oder Prüfeinheiten einer Wärmebehandlung zu unterziehen und sie erneut zur Prüfung vorzulegen.

10 Kennzeichnung

10.1 Auf besondere Vereinbarung bei der Bestellung kann eine Kennzeichnung der Erzeugnisse vorgenommen werden, bei der die Festlegungen in DIN 1599 (Vornorm) zu beachten sind. Im Falle einer Abnahmeprüfung gilt die in Abschnitt 10.2 angegebene Kennzeichnung als vereinbart.

10.2 Die Kennzeichnung besteht im allgemeinen bei St 33 aus dem Kurznamen für die Stahlsorte und dem Zeichen des Lieferwerks, bei den Stählen der Gütegruppen 2 und 3 zusätzlich aus der Schmelzennummer (falls nach Schmelzen geliefert wird) und gegebenenfalls der Probennummer sowie bei der Ausstellung von Abnahmeprüfzeugnissen oder -prüfprotokollen dem Zeichen des Prüfers.

11 Beanstandungen ³⁾

11.1 Äußere und innere Fehler dürfen nur dann beanstandet werden, wenn sie eine der Stahlsorte und der Erzeugnisform angemessene Verarbeitung und Verwendung mehr als unerheblich beeinträchtigen.

11.2 Der Besteller muß dem Lieferwerk Gelegenheit geben, sich von der Berechtigung von Beanstandungen zu überzeugen, soweit möglich durch Vorlage des beanstandeten und von Belegstücken des abgelieferten Werkstoffes.

Hinweis: Nach der Verabschiedung von DIN 17 010 Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse (z. Z. noch Entwurf) gelten in jedem Fall die dort getroffenen Festlegungen über Beanstandungen, auch wenn sie vom Inhalt des obigen Abschnitts 11 abweichen sollten (siehe Erläuterungen).

Für die Erzeugnisse aus allgemeinen Baustählen in Betracht kommende Maßnormen

Warmgewalzte Erzeugnisse

DIN 1013 Teil 1	Stabstahl; Warmgewalzter Rundstahl für allgemeine Verwendung; Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
DIN 1013 Teil 2	Stabstahl; Warmgewalzter Rundstahl für besondere Verwendung; Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
DIN 1014 Teil 1	Stabstahl; Warmgewalzter Vierkantstahl für allgemeine Verwendung; Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
DIN 1014 Teil 2	Stabstahl; Warmgewalzter Vierkantstahl für besondere Verwendung; Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
DIN 1015	Stabstahl; Warmgewalzter Sechskantstahl; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen
DIN 1016	Flachzeug aus Stahl; Warmgewalztes Band, warmgewalztes Blech unter 3 mm Dicke; Maße, zulässige Maß-, Form- und Gewichtsabweichungen

³⁾ Erläuterungen zu dieser Beanstandungsklausel in Gütenormen für Eisen und Stahl siehe DIN-Mitteilungen Bd. 40 (1961), Heft 2, Seite 111/112.

DIN 1017 Teil 1	(Folgeausgabe z. Z. noch Entwurf) Stabstahl; Warmgewalzter Flachstahl für allgemeine Verwendung; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen	DIN 59 051	Stabstahl; Warmgewalzter scharfkantiger T-Stahl mit parallelen Flansch- und Stegseiten (TPS-Stahl); Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen
DIN 1017 Teil 2	Stabstahl; Warmgewalzter Flachstahl für besondere Verwendung (in Stabziehereien, Schraubenwerken usw.); Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen	DIN 59 110	Walzdraht aus Stahl; Maße, zulässige Abweichungen, Gewichte
DIN 1018	Stabstahl; Warmgewalzter Halbrundstahl und Flachhalbrundstahl; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen	DIN 59 130	Stabstahl; Warmgewalzter Rundstahl für Schrauben und Niete; Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
DIN 1022	Stabstahl; Warmgewalzter gleichschenkliger scharfkantiger Winkelstahl (LS-Stahl); Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen	DIN 59 200	Flachzeug aus Stahl; Warmgewalzter Breitflachstahl; Maße, zulässige Maß-, Form- und Gewichtsabweichungen
DIN 1024	Stabstahl; Warmgewalzter rundkantiger T-Stahl; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 59 410	Hohlprofile für den Stahlbau; Warmgefertigte quadratische und rechteckige Stahlrohre; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte
DIN 1025 Teil 1	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger, schmale I-Träger, I-Reihe; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	Schmiedestücke	
DIN 1025 Teil 2	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger, Breite I-Träger, IPB- und IB-Reihe; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 2519	Stahlflansche; Technische Lieferbedingungen
DIN 1025 Teil 3	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger, Breite I-Träger, leichte Ausführung; IPBI-Reihe; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 7526	Schmiedestücke aus Stahl; Toleranzen und zulässige Abweichungen für Gesenkschmiedestücke
DIN 1025 Teil 4	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger, Breite I-Träger, verstärkte Ausführung, IPBv-Reihe; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 7526	Beiblatt Schmiedestücke aus Stahl; Toleranzen und zulässige Abweichungen für Gesenkschmiedestücke; Beispiele für die Anwendung
DIN 1025 Teil 5	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger, Mittelbreite I-Träger, IPE-Reihe; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 7527 Teil 1	Schmiedestücke aus Stahl; Bearbeitungszugaben und zulässige Abweichungen für freiformgeschmiedete Scheiben
DIN 1026	Stabstahl; Formstahl; Warmgewalzter rundkantiger U-Stahl; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 7527 Teil 2	Schmiedestücke aus Stahl; Bearbeitungszugaben und zulässige Abweichungen für freiformgeschmiedete Lochscheiben
DIN 1027	Stabstahl; Warmgewalzter rundkantiger Z-Stahl; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 7527 Teil 3	Schmiedestücke aus Stahl; Bearbeitungszugaben und zulässige Abweichungen für nahtlos freiformgeschmiedete Ringe
DIN 1028	Stabstahl; Warmgewalzter gleichschenkliger rundkantiger Winkelstahl; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 7527 Teil 4	Schmiedestücke aus Stahl; Bearbeitungszugaben und zulässige Abweichungen für nahtlos freiformgeschmiedete Buchsen
DIN 1029	Stabstahl; Warmgewalzter ungleichschenkliger rundkantiger Winkelstahl; Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte	DIN 7527 Teil 6	Schmiedestücke aus Stahl; Bearbeitungszugaben und zulässige Abweichungen für freiformgeschmiedete Stäbe
DIN 1542	Stahlblech von 3 bis 4,75 mm (Mittelblech); Dicken, Größen, Maß- und Gewichtsabweichungen	Hinweise auf Normen und normenartige Veröffentlichungen für Stähle mit angrenzenden Verwendungsbereichen	
DIN 1543	(Folgeausgabe z. Z. noch Entwurf) Flachzeug aus Stahl; Warmgewalztes Blech von 3 bis 150 mm Dicke; Zulässige Maß-, Gewichts- und Formabweichungen	DIN 488 Teil 1	Betonstahl; Begriffe, Eigenschaften, Werkkennzeichen
DIN 1581	Stabstahl; Gelenkband-Profile; Maße, Gewichte	DIN 5512 Teil 1	Werkstoffe für Schienenfahrzeuge; Allgemeine Baustähle
		DIN 17 111	Kohlenstoffarme unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete; Gütevorschriften
		DIN 17 115	Stähle für geschweißte Rundstahlketten; Gütevorschriften
		DIN 17 135	Alterungsbeständige Stähle; Gütevorschriften

DIN 17 140	Walzdraht aus Massenstählen und unlegierten Qualitätsstählen; Gütevorschriften
DIN 17 155 Teil 1	Kesselbleche; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 155 Teil 2	Kesselbleche; Gütevorschriften für die verwendeten Stähle
DIN 17 200	Vergütungsstähle; Gütevorschriften
DIN 17 210	Einsatzstähle; Gütevorschriften

DIN 21 544	Stähle für Streckenausbau; Gütevorschriften
Stahl-Eisen-Werkstoffblätter ¹⁾	
087	Wetterfeste Baustähle
089	Schweißbare Feinkornbaustähle; Gütevorschriften
092	Warmgewalzte Feinkornstähle zum Kaltumformen; Gütevorschriften

¹⁾ Siehe Seite 2

Erläuterungen

Die Entwicklungen in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Herstellungsverfahren von Stahl und Stahlerzeugnissen sowie die Neufassung der regionalen und internationalen Normen für allgemeine Baustähle machten eine Überarbeitung der Ausgabe September 1966 der DIN 17 100 erforderlich. Die Verhandlungen über die vorliegende Folgeausgabe wurden in einem aus Vertretern der Stahlhersteller, der Stahlverarbeiter und -verbraucher sowie sonstiger interessierter Stellen paritätisch zusammengesetzten Arbeitsausschuß geführt und erstreckten sich über fast drei Jahre. Die dabei besonders eingehend erörterten Fragen, die wesentlichsten Änderungen gegenüber der Ausgabe September 1966 der DIN-Norm und die Unterschiede zu den regionalen und internationalen Normen sind im folgenden zusammengestellt. Bei den zuletzt genannten Lieferbedingungen handelt es sich um die Euronorm 25 Allgemeine Baustähle; Gütevorschriften (herausgegeben von der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl; derzeit Ausgabe November 1972)

sowie die in ISO/TC 17 – Stahl – erarbeiteten internationalen Normen

ISO 630	Allgemeine Baustähle (zur Zeit Entwurf Februar 1978) und
ISO 1052	Allgemeine Maschinenbaustähle (zur Zeit 3. Vorschlag September 1977; Dokument ISO – 17/3 N 307).

1 Geltungsbereich und Gliederung der Norm

Die neue Ausgabe von DIN 17 100 gilt wie die früheren Fassungen der Norm für alle im Abschnitt 1.1 genannten Erzeugnisse, die im warmgefertigten oder nach der Fertigung normalgeglühten Zustand geliefert werden. Der Geltungsbereich wurde noch auf nahtlose und geschweißte quadratische und rechteckige Hohlprofile ausgedehnt.

Bei der nächsten Überarbeitung ist erneut der diesmal zurückgestellte Antrag zu prüfen, ob die Norm in mehrere, nur für einzelne Erzeugnisgruppen geltende Teile untergliedert werden soll, um damit eine bessere Übersicht über die Festlegungen zu erreichen.

2 Bezeichnung der Stähle

- Der mit dem Entwurf Oktober 1977 für die Folgeausgabe von DIN 17 100 zur Erörterung gestellte Vorschlag, die Kurznamen der Stähle zu ändern, d. h. die Kennzahl auf den Mindestwert der Zugfestigkeit in N/mm² (statt in kg/mm²) umzustellen, fand bei den abschließenden Verhandlungen keine Mehrheit. Dementsprechend wurden die Kurznamen im Grundsatz unverändert aus der Fassung September 1966 der Norm übernommen. Entscheidend für diesen vor allem von der Verbraucherseite unterstützten Beschluß war, daß noch keine endgültige Entscheidung über das zukünftig anzuwendende weltweit einheitliche System der Bezeichnung von Stählen in dem dafür zuständigen ISO-Ausschuß (TC 17/SC 2) gefallen ist, so daß gegebenenfalls eine spätere erneute Änderung der Kurznamen in DIN 17 100 notwendig geworden wäre bzw. in Euronorm 25 sowie in den ISO-Normen 630 und 1052 (siehe Tabelle 8) erforderlich werden kann.
- Bei einer Reihe von Stählen wurden die Werkstoffnummern gegenüber der Ausgabe September 1966 von DIN 17 100 geändert. Diese Änderungen erfolgten auf der Grundlage der bei der Überarbeitung von Euronorm 20 vorgenommenen neuen Einteilung der Sorten in Grund-, Qualitäts- und Edelstähle und waren vorher bereits im DIN-Normenheft 3 (6. Auflage, 1976) sowie in der Stahl-Eisen-Liste angezeigt worden.

3 Einteilung der Stahlsorten

Die Anzahl der Stahlsorten (Grundsorten) wurde von 24 auf 11 vermindert.

Da Thomasstahl in Deutschland nicht mehr erzeugt wird, wurden alle Stähle der Gütegruppe 1 gestrichen. Im Rahmen der Angaben in den Tabellen blieben dementsprechend nur die Gütegruppen 2 und 3 bestehen, die sich in den Werten für die chemische Zusammensetzung und die Kertschlagarbeit sowie in der Desoxidationsart ähnlich wie bisher unterscheiden.

Die Festigkeitsklasse St 34, die kaum als allgemeiner Baustahl mit dem für die anderen Sorten in Betracht kommenden Anwendungsbereich anzusehen ist, wurde — wie in den internationalen Normen — auch in DIN 17 100 nicht mehr berücksichtigt.

Den internationalen Vereinbarungen entspricht ferner die Einführung der neuen Festigkeitsklasse St 44. Sie ersetzt die bisherigen Sorten St 42, der sie aufgrund der niedrigeren Höchstwerte für den Kohlenstoffgehalt überlegen ist, sowie St 46, die in der Vergangenheit keine praktische Bedeutung erlangt hatte.

Neben den Stählen USt 37-2 und RSt 37-2 wurde die in der Ausgabe Oktober 1957 von DIN 17 100 bereits erfaßte Sorte St 37-2 ohne festgelegte Desoxidationsart wieder aufgenommen. Sie kann und sollte bestellt werden, wenn der Verbraucher auf die Lieferung eines Werkstoffs dieser Festigkeitsklasse mit bestimmter Desoxidationsart keinen Wert legt.

In der folgenden Tabelle 8 sind die in der vorliegenden Neuausgabe von DIN 17 100 enthaltenen Stahlsorten den vergleichbaren Sorten nach Euronorm 25 sowie nach den praktisch als verabschiedet geltenden Neufassungen der ISO-Normen 630 und 1052 gegenübergestellt.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Stahlsorten mit besonderen Gebrauchseigenschaften (siehe auch Abschnitt 8.4.3).

Gegenüber der Ausgabe September 1966 der DIN-Norm wurden zusätzlich die Sorten mit Eignung zum Walzprofilieren sowie zur Herstellung kaltgefertigter Hohlprofile mit einem Kennbuchstaben (K) und eigener Werkstoffnummer aufgenommen.

Tabelle 8. Vergleich der Stahlsorten nach DIN 17 100 mit den in der Euronorm und in den ISO-Normen erfaßten allgemeinen Baustählen

Stahlsorte nach DIN 17 100	Vergleichbare Stahlsorte nach		
	Euronorm 25 1)	ISO 630 2)	ISO 1052 3)
St 33	Fe 310-0	Fe 310-0	—
(St 37-1 4)	Fe 360-A	Fe 360-A	—
St 37-2	—	Fe 360-B 5)	—
USt 37-2	Fe 360-BFU	Fe 360-B	—
RSt 37-2	Fe 360-BFN	Fe 360-B 5)	—
St 37-3 U	Fe 360-C	Fe 360-C	—
St 37-3 N	Fe 360-D	Fe 360-D	—
—	Fe 430-A	Fe 430-A	—
St 44-2	Fe 430-B	Fe 430-B	—
St 44-3 U	Fe 430-C	Fe 430-C	—
St 44-3 N	Fe 430-D	Fe 430-D	—
—	Fe 510-B	Fe 510-B	—
St 52-3 U	Fe 510-C	Fe 510-C	—
St 52-3 N	Fe 510-D	Fe 510-D	—
(St 50-1) 4)	Fe 490-1	—	—
St 50-2	Fe 490-2	—	Fe 490-2
(St 60-1) 4)	Fe 590-1	—	—
St 60-2	Fe 590-2	—	Fe 590-2
St 70-2	Fe 690-2	—	Fe 690-2

1) Ausgabe November 1972

2) Derzeit ISO-Entwurf (ISO/DIS) Februar 1978

3) Neufassung von ISO/R 1052 — 1969, derzeit Dokument 17/3 N 307 vom September 1977

4) In der vorliegenden Ausgabe von DIN 17 100 nicht mehr erfaßt

5) Die Desoxidationsart kann bei der Bestellung vereinbart werden

4 Eigenschaften der Stähle

a) Chemische Zusammensetzung

Ausgehend von den Vorschlägen der Stahlhersteller war im Entwurf Oktober 1977 für die Neufassung von DIN 17 100 eine weitgehende Angleichung der Festlegungen über die chemische Zusammensetzung (siehe Tabelle 1) an die entsprechenden Werte der Euronorm 25 vorgenommen worden. Einige der damit verbundenen Änderungen waren bei den abschließenden Verhandlungen umstritten. Die Verbraucher beanstandeten vor allem die für den Stahl RSt 37-2 geplante Anhebung des Höchstwertes für den Kohlenstoffgehalt auf 0,20 % (Schmelzenanalyse) bei Erzeugnisdicken über 30 mm, die nach ihrer Ansicht eine Einschränkung der Schweißseignung bedeuteten. Die Hersteller betonten, daß bei dem heute in der Stahlherstellung überwiegend zum Einsatz kommenden Sauerstoffblas-Verfahren wegen der niedrigen Gehalte an Begleitstoffen höhere Kohlenstoffgehalte vorgesehen werden oder — die Erzeugungskosten steigernde — Zusätze an Mangan erfolgen müßten, um die geforderten mechanischen Eigenschaften zu erreichen. Man einigte sich schließlich auf die Grenzdicke 40 mm, oberhalb derer ein Höchstwert von 0,20 % C zulässig ist; in der Euronorm 25 beträgt diese Grenzdicke 16 mm.

An sonstigen Änderungen ist die Senkung der Höchstwerte für den Phosphor- und den Schwefelgehalt auf je 0,040 % bei den Stählen der Gütegruppe 3 sowie die Anhebung des Stickstoffgehaltes auf 0,009 % bei den beruhigten Stählen der Gütegruppe 2 zu vermerken. Die Unterschiede zwischen den zulässigen Höchstwerten bei der Schmelzen- und der Stückanalyse, die in der Ausgabe September 1966 der Norm noch nach den Erfahrungen mit Blockgewichten bis 6 t festgelegt waren, mußten aufgrund der heute üblichen größeren Blockgewichte zum Teil vergrößert werden.

Längere Erörterungen ergaben sich zu dem von einigen Vertretern der Verbraucher und der Prüfinstitute gestellten Antrag, die Zusätze an stickstoffabbindenden Elementen bei den Stählen der Gütegruppe 3 der Art nach genauer zu definieren bzw. in ihrer Höhe zu begrenzen, um sicherzustellen, daß die Schweißseignung — etwa bei der Lieferung abgewerteter Feinkornbaustähle mit höherer Streckgrenze — nicht beeinträchtigt ist. In diesem Zusammenhang wurde vereinbart, die allgemeinen Baustähle nach DIN 17 100 als unlegierte Stähle im Sinne der Euronorm 20 zu definieren (siehe Abschnitte 3 und 8.3.1). Die Vertreter der Stahlerzeuger erklärten, daß weitergehende Festlegungen einerseits aus herstellungstechnischen und wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, andererseits aber auch nicht notwendig seien, da bei dem durch die Euronorm 20 vorgegebenen Rahmen der chemischen Zusammensetzung eine Beeinträchtigung der Schweißseignung als ausgeschlossen gelten könne.

b) Mechanische und technologische Eigenschaften

Die Werte für die mechanischen und technologischen Eigenschaften in Tabelle 2 wurden auf das Internationale Einheitensystem, d. h. auf N/mm² (statt kg/mm²) für die Zugfestigkeit und die Streckgrenze sowie auf J (statt kgm/cm²) für die Kerbschlagarbeit umgestellt. Entsprechend den in ISO/TC 17 vereinbarten weltweit einheitlichen Regeln erfolgte die Umrechnung von kg auf N durch Multiplikation mit dem Faktor 9,81 und Runden der Werte auf die nächste Endziffer 0 bei der Zugfestigkeit sowie auf die nächsten Endziffern 0 oder 5 bei der Streckgrenze. Die Angaben für die Kerbschlagarbeit bei DVM- oder gealterten DVMF-Proben wurden gestrichen, die Werte in Tabelle 2

beziehen sich jetzt nur noch auf die international allein gebräuchliche ISO-Spitzkerbprobe mit der Sonderregelung nach Abschnitt 8.4.1.4 für Proben aus Erzeugnissen mit einer Dicke unter 10 mm.

Als wesentlichste Änderung gegenüber den früheren Festlegungen ist die aus der Euronorm 25 übernommene weitergehende Stufung der Mindestwerte für die Streckgrenze mit der Erzeugnisdicke anzusehen. Sie führt im Vergleich zur Ausgabe 1966 der Norm zu einer Senkung der Werte bei den Sorten St 37, USt 37-2, St 50-2, St 60-2 und St 70-2 in Dicken über 63 mm. Die Verbraucher sahen darin eine wesentliche Einschränkung des Verwendungsbereichs der Stähle und beantragten, konstante Werte für den Dickenbereich über 40 bis 100 mm wie bisher anzugeben. Die Stahlhersteller betonten, die Dickenabhängigkeit der Streckgrenze bei Stählen mit gleichbleibender chemischer Zusammensetzung sei technisch bedingt und die neue Staffelung der Werte sachlich richtiger als die frühere Regelung. Die von den Verbrauchern geforderten Werte könnten nur bei Zusätzen von Legierungselementen, z. B. Mangan, erreicht werden. Diese Maßnahmen führten aber im Grunde zu einer Änderung der Stahlsorten und zu einer Erhöhung der Herstellkosten.

In die vorliegende Neuausgabe wurden schließlich die Festlegungen aus der Euronorm 25 übernommen, außer bei Erzeugnissen aus den Stählen RSt 37-2 und St 37-3, für die es bei der bisherigen Staffelung der Streckgrenzenwerte in Abhängigkeit von der Dicke blieb.

c) Schweißbeignung

Die Angaben zur Schweißbeignung der Stähle (siehe Abschnitt 8.4.2) wurden nach langen Erörterungen im Grundsatz den Festlegungen in der Ausgabe September 1966 der Norm (dort Abschnitt 7.4.3) angeglichen. Anträge auf eine Erweiterung der Festlegungen um Hinweise auf den möglichen Einfluß vorhandener Legierungselemente und dadurch gegebenenfalls notwendig werdende besondere Maßnahmen beim Schweißen blieben zunächst unberücksichtigt, weil solche Angaben in der bei Gütenormen erforderlichen Kürze den Sachverhalt nicht eindeutig beschreiben und eher zur Verunsicherung der Anwender führen

können. In diesem Zusammenhang wurde jedoch vereinbart, den gesamten Fragenbereich bei der durch die Neufassung von DIN 17 100 in jedem Fall notwendigen Überarbeitung von DIN 8528 Teil 2 erneut aufzugreifen. Die Verhandlungen sollen in einem Gemeinschaftsausschuß des Normenausschusses Eisen und Stahl und des Normenausschusses Schweißtechnik geführt werden. Dabei ist auch zu entscheiden, ob DIN 8528 Teil 2 in ein Beiblatt zu DIN 17 100 umgewandelt werden soll.

5 Sonstiger Inhalt der Norm

- a) Der sonstige Inhalt der vorliegenden Neufassung von DIN 17 100 wurde im wesentlichen auf die Festlegungen der früheren Ausgabe September 1966 ausgerichtet. Änderungen oder Ergänzungen in der Gliederung erfolgten auf der Grundlage der durch DIN 820 vorgegebenen Richtlinien. Außerdem wurde versucht, durch eine erweiterte Fassung der Tabellen 1 und 2 einen besseren Überblick über die geltenden Eigenschaften zu vermitteln.
- b) Die Festlegungen im Abschnitt 11 über die Zulässigkeit und Abwicklung von Beanstandungen blieben zunächst unverändert. Zu diesem Fragenbereich finden jedoch zur Zeit Gespräche im Rahmen der Verhandlungen über die Erstausgabe von DIN 17 010 Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse (z. Z. Entwurf 08.1978) statt, deren Ergebnisse einheitlich in allen vom FES betreuten DIN-Normen berücksichtigt werden sollen. Nach Verabschiedung von DIN 17 010 gelten deshalb die dort getroffenen Festlegungen in jedem Fall auch für DIN 17 100.
- c) Es sei noch darauf hingewiesen, daß in der Norm nicht mehr von „gewährleisteten“ Eigenschaften gesprochen wird. Nach den Empfehlungen des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. soll der Begriff „Gewährleistung“ wegen der sich möglicherweise ergebenden Haftungsfolgen aus der Zusicherung von Eigenschaften aus juristischen Gründen in allen DIN-Normen vermieden werden. Die Stahlhersteller betonten, daß sich dadurch aus ihrer Sicht nichts an dem technischen Aussagewert der DIN-Normen ändern werde.

DIN EN 10025-1



ICS 77.140.10; 77.140.50

This standard, together with DIN EN 10025-2, February 2005 edition, supersedes DIN EN 10025, March 1994 edition, and, together with DIN EN 10025-5, February 2005 edition, supersedes DIN EN 10113-1, April 1993 edition, DIN EN 10137-1, November 1995 edition, and DIN EN 10155, August 1993 edition.

Hot rolled products of structural steels

Part 1: General technical delivery conditions

English version of DIN EN 10025-1

Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen

A comma is used as the decimal marker.

National foreword

This standard has been prepared by ECISS/TC 10.

The responsible German body involved in its preparation was the *Normenausschuss Eisen und Stahl* (Steel and Iron Standards Committee), Technical Committee *Stähle für den Stahlbau*.

DIN V 17006-100 is the standard corresponding to Technical Report CR 10260 referred to in clause 2 of the EN.

Amendments

This standard differs from DIN EN 10025, March 1994 edition, DIN EN 10113-1, April 1993 edition, DIN EN 10137-1, November 1995 edition, and DIN EN 10155, August 1993 edition, in that it has been completely revised.

Previous editions

DIN 1611: 1924-09, 1928-01, 1929-04, 1930-08, 1935-12; DIN 1612: 1932-01, 1943x-03;
DIN 1620: 1924-09, 1958-03; DIN 1621: 1924-09; DIN 1622: 1933-12; DIN 17100: 1957-10, 1966-09, 1980-01;
DIN 17102: 1983-10; DIN EN 10025: 1991-01, 1994-03; DIN EN 10113-1: 1993-04;
DIN EN 10137-1: 1995-11; DIN EN 10155: 1993-08.

National Annex NA

Standard referred to

(and not included in **Normative references** and **Bibliography**)

DIN 17006-100 Designation systems for steel – Additional symbols for steel names

Document comprises 31 pages.

ICS 77.140.10; 77.140.50

Supersedes EN 10025 : 1990, EN 10113-1 : 1993,
EN 10113-2 : 1993, EN 10113-3 : 1993,
EN 10137-1 : 1995 and EN 10137-2 : 1995.

English version

Hot rolled products of structural steels

Part 1: General technical delivery conditions

Produits laminés à chaud en aciers
de construction – Partie 1: Conditions
générales techniques de livraison

Warmgewalzte Erzeugnisse aus Bau-
stählen – Teil 1: Allgemeine techni-
sche Lieferbedingungen

This European Standard was approved by CEN on 2004-09-30.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Management Centre or to any CEN member.

The European Standards exist in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, and the United Kingdom.

CEN

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Management Centre: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

Contents

	Page
Foreword.....	4
1 Scope	5
2 Normative references	5
2.1 General standards	5
2.2 Standards on dimensions and tolerances (see 7.7.1).....	6
2.3 Standards on testing	7
3 Terms and definitions	7
4 Classification and designation	8
4.1 Classification.....	8
4.1.1 Main quality classes	8
4.1.2 Grades and qualities	8
4.2 Designation	8
5 Information to be supplied by the purchaser	8
5.1 Mandatory information	8
5.2 Options	8
6 Manufacturing process	9
6.1 Steel making process	9
6.2 Deoxidation or grain size	9
6.3 Delivery conditions	9
7 Requirements	9
7.1 General.....	9
7.2 Chemical composition	9
7.3 Mechanical properties	9
7.3.1 General.....	9
7.3.2 Impact properties	10
7.3.3 Improved deformation properties perpendicular to the surface	10
7.4 Technological properties	10
7.4.1 Weldability	10
7.4.2 Formability.....	10
7.4.3 Suitability for hot-dip zinc-coating	11
7.4.4 Machinability	11
7.5 Surface properties	11
7.6 Internal soundness	11
7.7 Dimensions, tolerances on dimensions and shape.....	11
8 Inspection	11
8.1 General.....	11
8.2 Type of inspection and inspection document	11
8.3 Frequency of testing	12
8.3.1 Sampling.....	12
8.3.2 Test units	12
8.3.3 Verification of chemical composition	12
8.4 Tests to be carried out for specific inspection.....	12
9 Preparation of samples and test pieces	12
9.1 Selection and preparation of samples for chemical analysis	12
9.2 Location and orientation of samples and test pieces for mechanical tests.....	12

9.2.1	General	12
9.2.2	Preparation of samples	12
9.2.3	Preparation of test pieces	13
9.3	Identification of samples and test pieces	13
10	Test methods	14
10.1	Chemical analysis	14
10.2	Mechanical tests	14
10.2.1	Tensile tests	14
10.2.2	Impact tests	14
10.3	Ultrasonic testing	14
10.4	Retests	15
11	Marking, labelling, packaging	15
12	Complaints	15
13	Options (see 5.2)	15
14	Evaluation of conformity	16
Annex A (normative) Location of samples and test pieces		17
Annex B (normative) Evaluation of conformity		20
B.1	General	20
B.2	Initial type testing by the manufacturer	20
B.2.1	General	20
B.2.2	Intensive routine testing	21
B.2.3	Supplementary testing	21
B.2.4	Documentation	22
B.3	Testing of samples taken at the factory by the manufacturer	22
B.4	Factory production control (FPC)	23
B.4.1	General	23
B.4.2	Equipment	23
B.4.3	Raw materials	23
B.4.4	Product testing and evaluation	23
B.4.5	Non-conforming products	23
Annex C (informative) List of national standards which correspond with Euronorms referenced		24
Annex ZA (informative) Clauses of this European Standard addressing the provisions of the EU Construction Products Directive		25
ZA.1	Scope and relevant characteristics	25
ZA.2	Procedure(s) for the attestation of conformity of hot rolled structural steel products	26
ZA.2.1	Systems of attestation of conformity	26
ZA.2.2	EC certificate and declaration of conformity	27
ZA.3	CE marking and labelling	28
Bibliography		30

Foreword

This document (EN 10025-1:2004) has been prepared by Technical Committee ECISS/TC 10 "Structural steels - Grades and qualities", the secretariat of which is held by NEN.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by May 2005, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by August 2006.

This document with the Parts 2 to 6 supersedes the following documents:

EN 10025:1990 + A1:1993, *Hot rolled products of non-alloy structural steels - Technical delivery conditions*.

EN 10113-1:1993, *Hot rolled products in weldable fine grain structural steels - Part 1: General delivery conditions*.

EN 10113-2:1993, *Hot rolled products in weldable fine grain structural steels - Part 2: Delivery conditions for normalized/normalized rolled steels*.

EN 10113-3:1993, *Hot rolled products in weldable fine grain structural steels - Part 3: Delivery conditions for thermomechanical rolled steels*.

EN 10137-1:1995, *Plates and wide flats made of high yield strength structural steels in the quenched and tempered or precipitation hardened condition - Part 1: General delivery conditions*.

EN 10137-2:1995, *Plates and wide flats made of high yield strength structural steels in the quenched and tempered or precipitation hardened condition - Part 2: Delivery conditions for quenched and tempered steels*.

EN 10155:1993, *Structural steels with improved atmospheric corrosion resistance - Technical delivery conditions*.

With resolution Nr. 2/1999 ECISS/TC 10 decided to withdraw EN 10137-3:1995 "Plates and wide flats made of high yield strength structural steels in the quenched and tempered or precipitation hardened condition - Part 3: Delivery conditions for precipitation hardened steels"

The specific requirements for structural steels are given in the following Parts:

Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels

Part 5: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance

Part 6: Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition

This document has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association, and supports essential requirements of the EU Construction Products Directive (89/106/EEC).

For relationship with EU Construction Products Directive (89/106/EEC), see informative Annex ZA, which is an integral part of this document.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

1 Scope

1.1 This document specifies requirements for flat and long products (see Clause 3) of hot rolled structural steels excluding structural hollow sections and tubes. Part 1 of this document specifies the general delivery conditions.

The specific requirements for structural steels are given in the following Parts:

Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels

Part 5: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance

Part 6: Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition

The steels specified in this document are intended for use in welded, bolted and riveted structures.

1.2 This document does not apply to coated products or to steel products for general structural applications in accordance with the standards and draft standards listed in the Bibliography.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

2.1 General standards

EN 10020:2000, *Definition and classification of grades of steel*.

EN 10021:1993, *General technical delivery requirements for steel and iron products*

EN 10025-2:2004, *Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels*.

EN 10025-3:2004, *Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels*

EN 10025-4:2004, *Hot rolled products of structural steels - Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels*.

EN 10025-5:2004, *Hot rolled products of structural steels - Part 5: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance*.

EN 10025-6:2004, *Hot rolled products of structural steels - Part 6: Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition*.

EN 10027-1, *Designation systems for steels - Part 1: Steel names, principal symbols*

EN 10027-2, *Designation systems for steels - Part 2: Numerical system*

EN 10052:1993, *Vocabulary of heat treatment terms for ferrous products.*

EN 10079:1992, *Definitions of steel products.*

EN 10164, *Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product - Technical delivery conditions.*

EN 10168 *Steel products - Inspection documents – List of information and description.*

EN 10204, *Metallic products - Types of inspection documents.*

CR 10260, *Designation systems for steel - Additional symbols*

EN ISO 9001, *Quality management systems – Requirements (ISO 9001:2000).*

2.2 Standards on dimensions and tolerances (see 7.7.1)

EN 10017, *Steel rod for drawing and/or cold rolling - Dimensions and tolerances.*

EN 10024, *Hot rolled taper flange I sections - Tolerances on shape and dimensions*

EN 10029, *Hot rolled steel plates 3 mm thick or above - Tolerances on dimensions, shape and mass.*

EN 10034, *Structural steel I and H sections - Tolerances on shape and dimensions.*

EN 10048, *Hot rolled narrow steel strip - Tolerances on dimensions and shape.*

EN 10051, *Continuously hot-rolled uncoated plate, sheet and strip of non-alloy and alloy steels - Tolerances on dimensions and shape.*

EN 10055, *Hot-rolled steel equal flange tees with redised root and toes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions*

EN 10056-1, *Structural steel equal and unequal leg angles - Part 1: Dimensions.*

EN 10056-2, *Structural steel equal and unequal leg angles - Part 2: Tolerances on shape and dimensions*

EN 10058, *Hot rolled flat steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions*

EN 10059, *Hot rolled square steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions.*

EN 10060, *Hot rolled round steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions.*

EN 10061, *Hot rolled hexagon steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions.*

EN 10067, *Hot rolled bulb flats - Dimensions and tolerances on shape, dimensions and mass.*

EN 10162, *Cold rolled steel sections - Technical delivery conditions - Dimensional and cross-sectional tolerances*

EN 10279, *Hot rolled steel channels - Tolerances on shape, dimensions and mass.*

2.3 Standards on testing

EN 10002-1:2001, *Metallic materials - tensile testing - Part 1: Method of test at ambient temperature.*

EN 10045-1, *Metallic materials - Charpy impact test - Part 1: Test method.*

EN 10130, *Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal to or greater than 6 mm (reflection method).*

EN 10306, *Iron and steel - Ultrasonic testing of H beams with parallel flanges and IPE beams.*

EN 10308, *Non destructive testing - Ultrasonic testing of steel bars*

EN 10261, *ECSS Information Circular 11 - Iron and steel - Review of available methods of chemical analysis.*

EN ISO 377, *Steel and steel products - Location and preparation of samples and test pieces for mechanical testing (ISO 377:1997)*

EN ISO 643, *Steels - Micrographic determination of the apparent grain size (ISO 643:2003)*

EN ISO 2566-1, *Steel - Conversion of elongation values - Part 1: Carbon and low alloy steels (ISO 2566-1:1984).*

EN ISO 14264, *Steel and iron - Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition (ISO 14264:1996).*

EN ISO 17642-1, *Destructive tests on welds in metallic materials - Cold cracking tests for weldments - Arc welding processes - Part 1: General (ISO 17642-1:2004).*

EN ISO 17642-2, *Destructive tests on welds in metallic materials - Cold cracking tests for weldments - Arc welding processes - Part 2: Self-restraint tests (ISO 17642-2:2004).*

EN ISO 17642-3, *Destructive tests on welds in metallic materials - Cold cracking tests for weldments - Arc welding processes - Part 3: Externally loaded tests (ISO 17642-3:2004).*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in:

- EN 10020:2000 for classification of grades of steel;
- EN 10021:1993 for general technical delivery requirements;
- EN 10052:1993 for heat treatment terms;
- EN 10079:1992 for products forms

and EN 10025-2:2004 to EN 10025-8:2004 for other definitions apply.

4 Classification and designation

4.1 Classification

4.1.1 Main quality classes

The classification of main quality classes of steel grades in accordance with EN 10020:2000 is given in EN 10025-2 to EN 10025-6.

4.1.2 Grades and qualities

The steels for flat and long products specified in EN 10025-2 to EN 10025-6 are subdivided in grades on the basis of the minimum specified yield strength at ambient temperature.

The steel grades may be supplied in qualities which are specified in EN 10025-2 to EN 10025-6.

4.2 Designation

For the steel grades covered by this document the steel names shall be allocated in accordance with EN 10027-1 and CEN 10260, the steel numbers shall be allocated in accordance with EN 10027-2.

5 Information to be supplied by the purchaser

5.1 Mandatory information

The following information shall be obtained by the manufacturer at the time of the order:

- a) quantity to be delivered;
- b) product form;
- c) number of the relevant part of this document;
- d) steel name or the steel number (see EN 10025-2 to EN 10025-6);
- e) nominal dimensions and tolerances on dimensions and shape (see 7.7.1);
- f) all required options (see 5.2);
- g) additional requirements of inspection and testing and inspection documents as specified in EN 10025-2 to EN 10025-6.

NOTE The regulated characteristics would be declared in accordance with Annex ZA.

5.2 Options

A number of options are specified in Clause 13. In EN 10025-2 to EN 10025-6 options are specified which are specific for those parts. In the event that the purchaser does not indicate his wish to implement any of these options, the supplier shall supply in accordance with the basic specification.

6 Manufacturing process

6.1 Steel making process

The steel making process is at the discretion of the manufacturer with the exclusion of the open hearth (Siemens-Martin) process. If specified at the time of the order the steel making process of the relevant steel grade shall be reported to the purchaser.

See option 1

6.2 Deoxidation or grain size

The method of deoxidation or the required grain size shall be as given in EN 10025-2 to EN 10025-6

6.3 Delivery conditions

The delivery conditions shall be as given in EN 10025-2 to EN 10025-6.

7 Requirements

7.1 General

The following requirements apply when sampling, preparation of test pieces and testing specified in Clauses 8, 9 and 10 are carried out.

7.2 Chemical composition

7.2.1 The chemical composition determined by ladle analysis shall comply with the values in the relevant Table of EN 10025-2 to EN 10025-6.

7.2.2 The limits applicable for the product analysis are given in the relevant Table of EN 10025-2 to EN 10025-6.

The product analysis shall be carried out when specified at the time of the order.

See option 2

7.2.3 For determining the carbon equivalent value the following IIW (International Institute for Welding) formula shall be used:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

The content of the elements in the carbon equivalent value formula shall be reported in the inspection document.

7.3 Mechanical properties

7.3.1 General

7.3.1.1 Under the inspection and testing conditions as specified in Clauses 8, 9 and 10 and in the delivery condition as specified in 6.3 the mechanical properties (tensile strength, yield strength, impact strength and elongation) shall comply with the relevant requirements of EN 10025-2 to EN 10025-6.

NOTE Stress relieving at more than 580 °C or for over 1 h may lead to a deterioration of the mechanical properties of the steel grades as defined in EN 10025-2 to EN 10025-6. For normalized or normalized rolled steel grades with minimum $R_{m} \geq 460 \text{ MPa}^1$ the maximum stress relief temperature should be 560 °C.

If the purchaser intends to stress relief the products at higher temperatures or for longer times than mentioned above the minimum values of the mechanical properties after such a treatment should be agreed at the time of the enquiry and order.

For the quenched and tempered steel grades of EN 10025-6:2004 the maximum stress-relief temperature should be at least 30 °C below the tempering temperature. As this temperature is normally not known in advance it is recommended that the purchaser if he intends to perform a post weld heat treatment to contact the steel producer.

7.3.1.2 For products ordered and supplied in the normalized or normalized rolled condition the mechanical properties shall comply with the relevant tables for mechanical properties of EN 10025-2 to EN 10025-6 in the normalized or normalized rolled condition as well as after normalizing by heat treatment after delivery.

NOTE Products can be susceptible to a deterioration in mechanical strength if they are subjected to incorrect heat treatment processes at higher temperature such as flame straightening, re-rolling, etc. Products in the +M delivery condition are less sensitive than other delivery conditions, but it is recommended that guidance is sought from the manufacturer if any higher temperature processing is required.

7.3.1.3 The applicable product thickness is specified in EN 10025-2 to EN 10025-6.

7.3.2 Impact properties

7.3.2.1 Using test pieces of width less than 10 mm the minimum values given in EN 10025-2 to EN 10025-6 shall be reduced in direct proportion to the cross-sectional area of the test piece.

Impact tests shall not be required for nominal thickness $< 6 \text{ mm}$.

7.3.2.2 The impact properties of products of certain qualities specified in EN 10025-2 to EN 10025-6 shall be verified by test only at the lowest temperature unless otherwise agreed at the time of the order.

See option 3.

7.3.3 Improved deformation properties perpendicular to the surface

If agreed at the time of the order products of the grades and qualities specified EN 10025-2 to EN 10025-6 shall comply with one of the improved deformation properties perpendicular to the surface of the product as specified in EN 10164.

See option 4.

7.4 Technological properties

7.4.1 Weldability

General requirements for welding shall be as given in EN 10025-2 to EN 10025-6.

NOTE Due to their favourable chemical composition, in comparison to a normalized steel at the same yield strength level thermomechanically treated steels according to EN 10025-4:2004 exhibit enhanced weldability.

7.4.2 Formability

General requirements for formability shall be as given in EN 10025-2 to EN 10025-6.

¹ 1 MPa = 1 N/mm².

7.4.3 Suitability for hot-dip zinc-coating

Durability is dependent on the chemical composition of the steel and can be improved if required by the application of external coatings. At the time of the enquiry and under hot-dip zinc-coating requirements, if required, shall be specified in accordance with EN 10025-2 to EN 10025-4 and EN 10025-6.

See option 5

7.4.4 Machinability

General requirements for machinability shall be as given in EN 10025-2.

7.5 Surface properties

The surface properties shall be in accordance with EN 10025-2 to EN 10025-6.

7.6 Internal soundness

The products shall be free from internal defects which would exclude them from being used for their intended purpose.

Ultrasonic testing may be agreed at the time of the order and shall comply with 10.3.

See option 6 (for flat products).

See option 7 (for H beams with parallel flanges and IPE beams).

See option 8 (for bars).

7.7 Dimensions, tolerances on dimensions and shape, mass

7.7.1 Dimensions, tolerances on dimensions and shape shall be in accordance with the requirements given in the order by reference to the relevant documents according to 2.2.

Dimensions, tolerances on dimensions and shape of profiles not covered by a document shall be in accordance with a national standard valid in the intended place of use of the product or as agreed at the time of the enquiry and order.

7.7.2 The nominal mass shall be determined from the nominal dimensions using a volumetric mass of $7\,850\text{ kg/m}^3$.

8 Inspection

8.1 General

The products shall be delivered either with specific or non-specific inspection and testing as specified in EN 10025-2 to EN 10025-6 to confirm compliance with the order and this document.

8.2 Type of inspection and inspection document

8.2.1 The manufacturer shall obtain from the purchaser which of the inspection documents specified in EN 10204 is required. In these inspection documents the information groups A, B, D and Z and the code numbers C01-C03, C10-C13, C40-C43 and C71-C92 according to EN 10168 shall be included where applicable.

In the case of specific inspection, testing shall be carried out according to the requirements of 8.3, 8.4, Clauses 9 and 10.

8.2.2 Inspection of surface condition and dimensions shall be carried out by the manufacturer and may be witnessed by the purchaser if agreed at the time of the order.

See option 9.

8.3 Frequency of testing

8.3.1 Sampling

The verification of the mechanical properties shall be as specified in EN 10025-2 to EN 10025-6.

8.3.2 Test units

The test unit shall be as specified in EN 10025-2 to EN 10025-6.

8.3.3 Verification of chemical composition

8.3.3.1 The manufacturer shall report values according to the ladle analysis for each cast.

8.3.3.2 Product analysis shall be carried out if specified at the time of the order. The purchaser shall specify the number of samples and the elements to be determined.

See option 2

8.4 Tests to be carried out for specific inspection

The tests to be carried out for specific inspection shall be as specified in EN 10025-2 to EN 10025-6

See option 2.

See option 3.

9 Preparation of samples and test pieces

9.1 Selection and preparation of samples for chemical analysis

The preparation of samples for product analysis shall be in accordance with EN ISO 14284

9.2 Location and orientation of samples and test pieces for mechanical tests

9.2.1 General

Requirements for the location and orientation of samples and test pieces for mechanical tests applicable for EN 10025-2 to EN 10025-6 are given in the following.

9.2.2 Preparation of samples

9.2.2.1 The following samples shall be taken from one sample product of each test unit:

- one sample for tensile testing (see 8.4.1 of EN 10025-2:2004 to EN 10025-6:2004);

- one sample sufficient for one set of six impact test pieces if the impact test is required for the quality specified in EN 10025-2 to EN 10025-6 (see 8.4.1 and 8.4.2 of EN 10025-2:2004 to EN 10025-6:2004).

9.2.2.2 The samples shall be taken as specified in EN 10025-2 to EN 10025-6.

The location of samples shall be as Annex A.

Additionally for plates, sheet, wide strip and wide flats the samples shall be taken so that the axes of the test pieces are approximately midway between the edge and center line of the products.

For wide strip and rod the sample shall be taken at an adequate distance from the end of the product

For narrow strip (< 600 mm wide) the sample shall be taken at an adequate distance from the end of the roll and at one third of the width.

9.2.3 Preparation of test pieces

9.2.3.1 General

The requirements of EN ISO 377 shall apply.

9.2.3.2 Tensile test pieces

The requirements of EN 10002-1 as appropriate shall apply

Test pieces may be non-proportional but in cases of dispute proportional test pieces having a gauge length $L_g = 5,65 \sqrt{S_0}$ shall be used (see 10.2.1)

For flat products with a nominal thickness < 3 mm the test pieces shall always have a gauge length $L_g = 80$ mm and a width of 20 mm (test piece number 2 EN 10002-1:2001, Annex B).

NOTE For bars round test pieces are commonly used but other forms are not prohibited (see EN 10002-1).

9.2.3.3 Impact test pieces

The test pieces shall be machined and prepared in accordance with EN 10045-1. In addition the following requirements apply:

- a) for nominal thicknesses > 12 mm, standard 10 mm × 10 mm test pieces shall be machined in such a way that one side is not further away than 2 mm from a rolled surface, unless otherwise specified in EN 10025-2 to EN 10025-6;
- b) for nominal thicknesses ≤ 12 mm when test pieces with reduced widths are used, the minimum width shall be 5 mm.

9.3 Identification of samples and test pieces

Samples and test pieces shall be marked so that the original products and their location and orientation in the product is known

10 Test methods

10.1 Chemical analysis

The chemical analysis shall be carried out using appropriate documents. The choice of a suitable physical or chemical analytical method shall be at the discretion of the manufacturer. The manufacturer shall declare the test method used if required.

NOTE The list of the available documents on chemical analysis is given in CR 10261

10.2 Mechanical tests

10.2.1 Tensile tests

The tensile test shall be carried out in accordance with EN 10002-1.

For the specified yield strength in the table on mechanical properties of EN 10025-2:2004 to EN 10025-6:2004 the upper yield strength (R_{m1}) shall be determined.

If a yield phenomenon is not present, the 0,2 % proof strength ($R_{p0,2}$) shall be determined. In case of dispute, the 0,2 % proof strength shall be used.

If a non-proportional test piece is used for products with a thickness ≥ 3 mm the percentage elongation value obtained shall be converted to the value for a gauge length $L_0 = 5,65 \sqrt{S_k}$ using the conversion tables given in EN ISO 2556-1

In the case of plates used for the manufacture of floorplate the elongation values only apply to the base plate and not to the final floorplate

10.2.2 Impact tests

The impact test shall be carried out in accordance with EN 10045-1.

The average value of the three test results shall meet the specified requirement. One individual value may be below the minimum average value specified, provided that it is not less than 70 % of that value.

Three additional test pieces shall be taken from the same sample in accordance with 9.2.2.1 and tested in any one of the following cases:

- if the average of three impact values is lower than the minimum average value specified;
- if the average value meets the specified requirement, but two individual values are lower than the minimum average value specified;
- if any one value is lower than 70 % of the minimum average value specified

The average value of the six tests shall be not less than the minimum average value specified. Not more than two of the individual values may be lower than the minimum average value specified and not more than one may be lower than 70 % of this value.

10.3 Ultrasonic testing

If specified at the time of the order (see 7.6), ultrasonic testing shall be carried out:

- for flat products in thicknesses ≥ 6 mm in accordance with EN 10160;

- for H beams with parallel flanges and IPE beams in accordance with EN 10308;
- for bars in accordance with EN 10308.

10.4 Retests

EN 10021 shall apply in respect of all retests and resubmission for testing.

In the case of strip and rod, retests on a rejected coil shall be carried out after the cutting of an additional longitudinal section of sufficient length to remove the coil end effect with a maximum of 20 m.

11 Marking, labelling, packaging

11.1 The products shall be legibly marked using methods such as painting, stamping, laser marking, bar coding, durable adhesive labels or attached tags with the following:

the grade, the quality and if applicable the delivery condition (see EN 10025-2 and EN 10025-5) indicated by its abridged designation. The type of marking can be specified at the time of the order;

See option 10.

- a number by which the cast and if applicable the sample can be identified (if inspection is by cast);
- the manufacturer's name or trademark;
- the mark of the external inspection representative (where applicable)

NOTE This depends on the type of inspection document (see 8.2).

11.2 Marking shall be at a position close to one end of each product or on the end cut face at the manufacturer's discretion, but shall be so positioned as to avoid confusion with regulatory marking. Where regulatory marking also meets the requirements for this clause, this Clause will be deemed to have been satisfied without repetition of the information provided with the regulatory marking.

11.3 It is permissible to supply products in securely tied bundles. In this case the marking shall be on a label attached to the bundle or on the top product of the bundle.

12 Complaints

With regard to any claims and action arising, EN 10021 shall apply

13 Options (see 5.2)

For products according to EN 10025-2:2004 to EN 10025-6:2004 the following options apply, if required:

- 1) The steel making process of the relevant quality shall be reported to the purchaser (see 6.1).
- 2) Product analysis shall be carried out: the number of samples and the elements to be determined shall be as agreed (see 7.2.2, 8.3.3 and 8.4.2 of EN 10025-2:2004 to EN 10025-6:2004).
- 3) The impact properties of a quality shall be verified at an agreed temperature (see 7.3.2.2 and 8.4.2 of EN 10025-2:2004 to EN 10025-6:2004).

- 4) Products of the relevant quality shall comply with one of the improved properties perpendicular to the surface of the product as specified in EN 10164 (see 7.3.3).
- 5) The product shall be suitable for hot-dip zinc-coating (see 7.4.3).
- 6) For flat products in thickness ≥ 6 mm the freedom from internal defects shall be verified in accordance with EN 10160 (see 7.8 and 10.3).
- 7) For H beams with parallel flanges and IPE beams the freedom from internal defects shall be verified in accordance with EN 10306 (see 7.6 and 10.3).
- 8) For bars the freedom from internal defects shall be verified in accordance with EN 10308 (see 7.6 and 10.3).
- 9) Inspection of surface condition and dimensions shall be witnessed by the purchaser at the manufacturer's works (see 8.2.2).
- 10) The type of marking required (see 11.1).

14 Evaluation of conformity

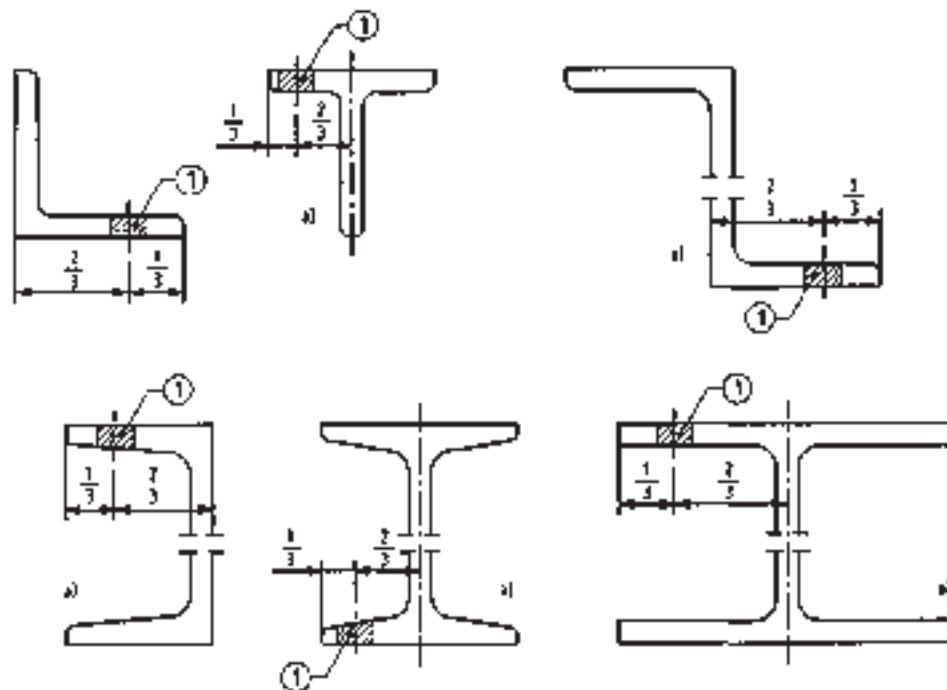
Where evaluation of conformity is required for regulatory purposes Annex B shall apply

Annex A (normative)

Location of samples and test pieces

The following three categories of products are covered:

- beams, channels, angles, T sections and Z sections (Figure A.1);
- bars and rods (Figure A.2);
- flat products (Figure A.3).

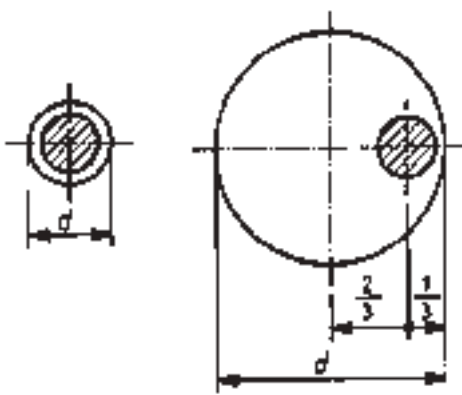
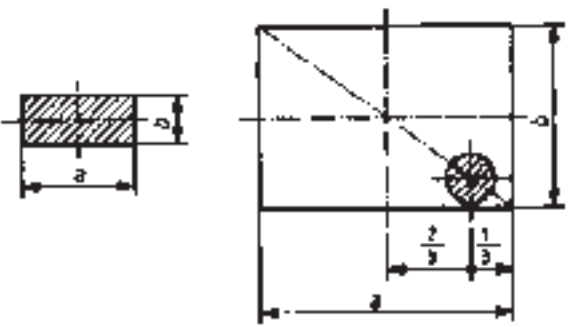
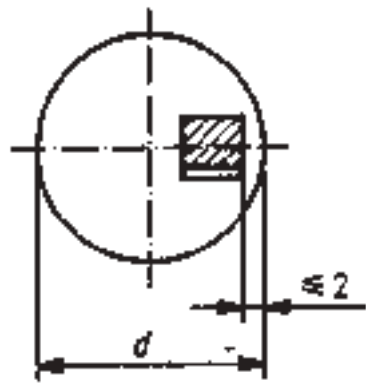
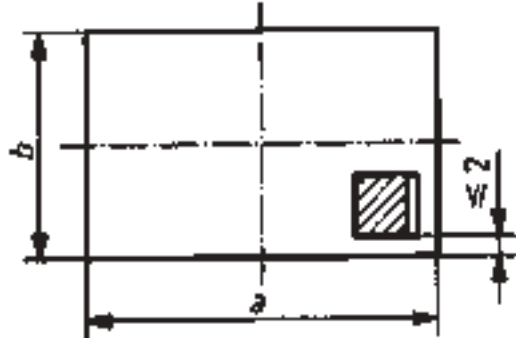


1) Location of samples^{bi}

- a) By agreement, the sample may be taken from the web, at a quarter of the total height.
- b) Test pieces shall be taken from the sample as indicated in Figure A.3.
For sections with inclined flanges, machining of the inclined surface shall be permitted in order to make it parallel to the other surface.

Figure A.1 — Beams, channels, angles, T sections and Z sections

Dimensions in millimetres

Type of test	Products with round cross-section	Products with rectangular cross-section
Tensile ^a	$d \leq 25^a$ $d > 25^b$ 	$b \leq 25^a$ $b > 25^b$ 
Impact ^c	$d \geq 16$ 	$b \geq 12$ 

^a For products with small dimensions (d or $b \leq 25$ mm) the test piece, if practical, shall consist of an unmachined full section of the product.

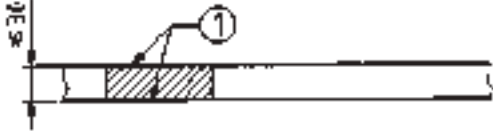
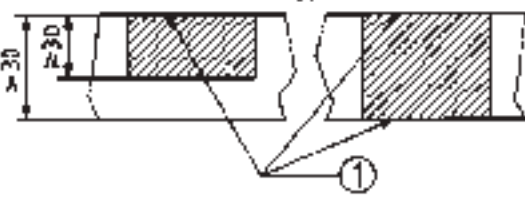
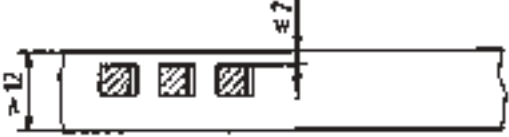
^b For products of diameter or thickness ≤ 40 mm the manufacturer may either apply:

- the rules specified for products of diameter or thickness ≤ 25 mm, or
- take the test piece at a location nearer the center than indicated in the figure

^c For products of round cross-section, the axis of the notch is approximately a diameter; for products with rectangular cross-section, the axis of the notch is perpendicular to the greatest rolled surface.

Figure A.2 — Bars and rod

Dimensions in millimetres

Type of test	Thickness of product	Orientation of the test pieces for product widths of		Distance of the test piece from the rolled surface
		< 600	≥ 600	
Tensile ^a	≤ 30	longitudinal	transverse	 1) rolled surface
	> 30			or  1) rolled surface
Impact ^{b, c}	> 12 ^c	longitudinal	longitudinal	

^a In case of doubt or dispute, for products of thickness greater than or equal to 3 mm use proportional test pieces of gauge length $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$.
For normal testing, for reasons of economy, test pieces of a constant measuring length may be used provided the result obtained for elongation after fracture is converted by a recognized formula (see EN ISO 2566-1).
For products of thickness greater than 30 mm a round test piece may be used with the longitudinal axis at 1/4 thickness.

^b The axis of the notch shall be perpendicular to the surface of the product.

^c For product thicknesses ≤ 12 mm see 7.3.2.1.

^d For products ordered according to EN 10025-3, EN 10025-4 and EN 10025-6 and for thickness ≥ 40 mm impact test pieces shall be taken from 1/4 position.

Figure A.3 — Flat products

Annex B **(normative)**

Evaluation of conformity

B.1 General

The compliance of a steel product with the requirements of this document and with the stated values (including classes) shall be demonstrated by:

- initial type testing,
- factory production control by the manufacturer, including product assessment.

NOTE The assignment of tasks is given in Table 2A.3.

B.2 Initial type testing by the manufacturer

B.2.1 General

The initial type testing program comprises:

- intensive routine testing in accordance with B.2.2,
- supplementary testing in accordance with B.2.3.

An initial type testing program shall be carried out in accordance with B.2.2 and B.2.3 under the sole responsibility of the manufacturer of the products before they are first placed on the market. Such a program shall be carried out in each case for the steel grades with the highest requirements for tensile and impact properties which a manufacturer places on the market in accordance with EN 10025-2 to EN 10025-6.

For all products the intensive routine testing as specified in B.2.2 is required. The supplementary testing as specified in B.2.3 is additionally required for steel products delivered:

- a) in the thermomechanically rolled condition with a specified minimum yield strength $\geq 460 \text{ MPa}^1$ for the smallest thickness range;
- b) in the quenched and tempered condition with a specified minimum yield strength $\geq 460 \text{ MPa}^1$ for the smallest thickness range;
- c) in the normalized condition with a specified minimum yield strength $\geq 420 \text{ MPa}^1$ for the smallest thickness range.

Initial type testing shall be performed on first application of this document. Tests previously performed in accordance with the provisions of this document (same product, same characteristic(s), test method, sampling procedure, system of attestation of conformity, etc.) may be taken into account. In addition, initial type testing shall be performed at the beginning of a new method of production (where this may affect the stated properties).

¹⁾ $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$.

The assessment of the following characteristics is required:

- tolerances on dimensions and shape;
- elongation;
- tensile strength;
- yield strength;
- impact strength;
- weldability (chemical composition);
- durability (chemical composition).

B.2.2 Intensive routine testing

Intensive routine testing shall be specific inspection and testing in accordance with 8.4 of EN 10025-1:2004 carried out on the first five casts produced.

However, for tensile and impact testing, at least 6 products from each of the five casts shall be tested and where this is not possible test pieces shall be taken from opposite ends of the products being tested.

B.2.3 Supplementary testing

B.2.3.1 General

A supplementary testing of the product shall be carried out on the thickest range and highest grade and quality being placed on the market by the manufacturer as specified in 4.1.2 of EN 10025-1:2004 and taken from any one of the 5 casts used in the intensive routine testing (see B.2.2).

B.2.3.2 Chemical composition

A chemical content analysis shall be carried out on the product in accordance with 10.1 of EN 10025-1:2004.

The content of the following elements shall be determined and recorded: carbon, silicon, manganese, phosphorus, sulphur, copper, chromium, molybdenum, nickel, aluminium, niobium, titanium, vanadium, nitrogen and any other element intentionally added.

B.2.3.3 Tensile tests

Tensile tests shall be carried out in accordance with 10.2.1 of EN 10025-1:2004; the test method for which is the normative reference to EN 10002-1.

B.2.3.4 Impact tests

Impact tests shall be carried out in accordance with 10.2.2 of EN 10025-1:2004; the test method for which is the normative reference to EN 10045-1.

The results shall be recorded and presented in the form of transition curves showing the impact energy in Joules of one set of 3 test pieces at test temperatures of + 20 °C, 0 °C, - 20 °C, - 40 °C and at two additional test temperatures to show the ductile to brittle transition behaviour.

Where longitudinal and transverse impact tests are specified in EN 10025-2 to EN 10025-6, two transition curves shall be established, one for each orientation.

Where impact energy values are specified at more than one test temperatures, the transition curve(s) shall include all the temperatures specified in EN 10025-2 to EN 10025-6.

Individual values shall be plotted on a graph. Individual and average values shall be recorded. Impact energy values measured at test temperatures other than those specified in EN 10025-2 to EN 10025-6 shall be for information only.

Requirements on brittle fracture will be given in EN 1993.

B.2.3.5 Weldability

Where appropriate and as an indication of weldability the carbon equivalent value (CEV) shall be calculated in accordance with 7.2.3 of EN 10025-1:2004 and recorded.

The controlled thermal severity (CTS) tests, the Tekken tests or implant tests shall be carried out in accordance with EN ISO 17642 Parts 1 to 3 in order to determine the susceptibility of the steel product to hydrogen cracking in the heat affected zone of the weld. The results of the test shall be a crack/no crack criterion.

B.2.4 Documentation

The results of the initial type testing program shall be recorded and such records shall be maintained and be made available for inspection for a period of at least 10 years after the date when the last product to which the test program refers to was delivered.

B.3 Testing of samples taken at the factory by the manufacturer

The testing of samples taken at the factory by the manufacturer in accordance with a prescribed plan as specified in EN 10025-1:2004 and in accordance with the requirements of Clauses 8, 9 and 10 of EN 10025-1:2004 shall be the means of evaluation of conformity of the steel product delivered in accordance with EN 10025-2 to EN 10025-6. The reporting of such testing as carried out by the manufacturer shall be in an inspection document in accordance with EN 10204 and of a type of document as set out in Table B.1.

Table B.1 — Type of inspection document

Requirement	Inspection document
Specified minimum yield strength for the thinnest thickness range ≤ 355 MPa ^a and a specified impact energy tested at a temperature of 0 °C or 20 °C	2.2
Specified minimum yield strength for the thinnest thickness range ≤ 355 MPa ^a and a specified impact energy tested at a temperature less than 0 °C	3.1 ^b or 3.2 ^c
Specified minimum yield strength for the thinnest thickness range > 355 MPa ^a	3.1 ^b or 3.2 ^c
^a 1 MPa = 1 N/mm ² . ^b Inspection document type 3.1 replaces in EN 10204:2004 type 3.1.B of EN 10204:199 ⁺ . ^c Inspection document type 3.2 replaces in EN 10204:2004 type 3.1.C of EN 10204:199 ⁺ .	

B.4 Factory production control (FPC)

B.4.1 General

The manufacturer shall establish, document and maintain an FPC system to ensure that the products placed on the market conform with the stated performance characteristics. The FPC system shall consist of procedures, regular inspections and tests and/or assessments and the use of the results to control raw and other incoming materials or components, equipment, the production process and the product.

An FPC system conforming with the requirements of EN ISO 9001, and made specific to the requirements of this document, shall be considered to satisfy the above requirements.

The results of inspections, tests or assessments requiring action shall be recorded, as shall any action taken. The action to be taken when control values or criteria are not met shall be recorded and retained for the period specified in the manufacturer's FPC procedures.

B.4.2 Equipment

Testing - All weighing, measuring and testing equipment shall be calibrated and regularly inspected according to documented procedures, frequencies and criteria.

Manufacturing - All equipment used in the manufacturing process shall be regularly inspected and maintained to ensure use, wear or failure does not cause inconsistency in the manufacturing process. Inspections and maintenance shall be carried out and recorded in accordance with the manufacturer's written procedures and the records retained for the period defined in the manufacturer's FPC procedures.

B.4.3 Raw materials

The specifications of all incoming raw materials shall be documented, as shall the inspection scheme for ensuring their conformity.

B.4.4 Product testing and evaluation

The manufacturer shall establish procedures to ensure that the stated values of all of the characteristics are maintained. The characteristics, and the means of control, are:

- a) tensile test in accordance with EN 10002-1;
- b) impact test in accordance with EN 10045-1;
- c) chemical analysis in accordance with the standards listed in CR 10261.

B.4.5 Non-conforming products

The manufacturer shall have written procedures which specify how non-conforming products shall be dealt with. Any such events shall be recorded as they occur and these records shall be kept for the period defined in the manufacturer's written procedures.

Annex C (informative)

Information only

List of national standards which correspond with Euronorms referenced

Until the following Euronorms are transformed into European Standards, they may be either implemented or reference made to the corresponding national standards as listed in Table C.1.

NOTE Standards listed in Table C.1 are not supposed to be strictly similar although they deal with the same subjects.

Table C.1 — Euronorms with corresponding national standards

EURONORM	Corresponding national standard in									
	Germany	France	United Kingdom	Spain	Italy	Belgium	Portugal	Sweden	Austria	Norway
19 ^a	DIN 1025 T5	NF A 45 205	BS 4	UNE 36-526	UNI 5398	NBN 533	NP-2116	SS 21 27 40	M 3262	-
53 ^a	DIN 1025 T2 DIN 1025 T3 DIN 1025 T4	NF A 45 201	BS 4	UNE 36-527 UNE 36-528 UNE 36-529	UNI 5397	NBN 633	NP-2117	SS 21 27 50 SS 21 27 51 SS 21 27 52	-	NS 1907 NS 1908
54 ^a	DIN 1026-1	NF A 45 007	BS 4	UNE 36-525	UNI-EN 54	NBN A 24-204	NP-33B	-	M 3260	-
ECSC IC 2	SEW 688	NF A 36 000	BS 5135	-	-	-	-	SS 06 40 25	-	-
^a This Euronorm is formally withdrawn, but there are no corresponding ENs										

Annex ZA (informative)

Clauses of this European Standard addressing the provisions of the EU Construction Products Directive

ZA.1 Scope and relevant characteristics

This European Standard has been prepared under mandate M/120 "Structural Metallic products and ancillaries" given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association.

The clauses of this European Standard, shown in this annex, meet requirements of the mandate given under the EU Construction Products Directive (89/106/EEC).

Compliance with these clauses confers a presumption of fitness of the construction products covered by this annex for their intended uses indicated herein; reference shall be made to the information accompanying the CE marking.

WARNING Other requirements and other EU Directives may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard

NOTE 1 In addition to any specific clauses relating to dangerous substances contained in this standard, there may be other requirements applicable to the products falling within its scope (e.g. transposed European legislation and national laws, regulations and administrative provisions). In order to meet the provisions of the EU Construction Products Directive, these requirements need also to be complied with, when and where they apply.

NOTE 2 An informative database of European and national provisions on dangerous substances is available at the Construction web site on EUROPA (accessed through

<http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/dangsub/dangmain.htm>).

This annex has the same scope as Clause 1 of this European Standard with regard to the products covered. It establishes the conditions for the CE marking of hot rolled structural steel products intended for the use indicated below and shows the relevant clauses applicable (see Table ZA.1).

Construction Product: Hot rolled structural steel products

Intended uses: Metal structures or in composite metal and concrete structures.

The requirement on a certain characteristic is not applicable in those Member States where there are no regulatory requirements on that characteristic for the intended end use of the product. In this case, manufacturers placing their products on the market of these Member States are not obliged to determine nor declare the performance of their products with regard to this characteristic and the option "No performance determined" (NPD) in the information accompanying the CE marking (see ZA.3) may be used. The NPD option may not be used, however, where the characteristic is subject to a threshold level.

Table ZA.1 — Relevant clauses

Essential characteristics	Requirement clauses ^a in this (or another) European Standard	Levels and/or classes	Notes
Tolerances on dimensions and shape	7.7.1		pass/fail
Elongation	7.3.1		threshold values
Tensile strength	7.3.1		threshold values
Yield strength	7.3.1		threshold values
Impact strength	7.3.1 + 7.3.2		threshold values
Weldability (Chemical composition)	7.2 + 7.4.1		threshold values
Durability (Chemical composition)	7.2 + 7.4.3		threshold values

^a In EN 10025-2 to EN 10025-6 the clause numbers are the same.

ZA.2 Procedure(s) for the attestation of conformity of hot rolled structural steel products

ZA.2.1 Systems of attestation of conformity

The system(s) of attestation of conformity of hot rolled structural steel products indicated in Table ZA.1 in accordance with the Decision of the Commission 98/214/EC of 1998-03-18 as given in Annex III of the mandate for Structural metallic products and ancillaries, is shown in Table ZA.2 for the indicated intended use(s) and relevant level(s) or class(es).

Table ZA.2 — Attestation of conformity systems

Product(s)	Intended use(s)	Level(s) or class(es)	Attestation of conformity system(s)
STRUCTURAL METALLIC SECTIONS/PROFILES hot rolled sections/profiles with various shapes (T, L, H, U, Z, I, channels, angle), flat products (plate, sheet, strip), bars.	to be used in metal structures or in composite metal and concrete structures		2+
System 2+: See Directive 99/108/EEC (CPD) Annex III 2 (ii), First possibility, including certification of the factory production control by an approved body on the basis of its initial inspection of factory and of factory production control as well as of continuous surveillance, assessment and approval of factory production control.			

The attestation of conformity of hot rolled structural steel products in Table ZA.1 shall be based on the evaluation of conformity procedures indicated in Table ZA.3 resulting from application of the clauses of Annex B of this or other European Standard

Table ZA.3 — Assignment of evaluation of conformity tasks for hot rolled structural steel products under system 2*

Tasks		Content of the task	Evaluation of conformity clauses to apply
Tasks under the responsibility of the manufacturer	Factory production control (FPC)	Parameters related to all relevant characteristics of Table ZA.1	See Annex B
	Initial type testing by the manufacturer	Tolerances on dimension and shape; elongation; tensile strength; yield strength; impact strength; weldability (possibly)	See Annex B
	Testing of samples taken at the factory	All relevant characteristics of Table ZA.1	See Annex B
Tasks under the responsibility of the FPC certification body	Certification of FPC on the basis of	Initial inspection of factory and of FPC	See Annex B
		Continuous surveillance, assessment and approval of FPC	See Annex B

ZA.2.2 EC certificate and declaration of conformity

When compliance with the conditions of this annex is achieved, and once the notified body has drawn up the certificate mentioned below, the manufacturer or his agent established in the European Economic Area (EEA) shall prepare and retain a declaration of conformity, which entitles the manufacturer to affix the CE marking. This declaration shall include:

- name and address of the manufacturer, or his authorised representative established in the EEA, and the place of production;
- description of the product (type, identification, use ...), and a copy of the information accompanying the CE marking;
- provisions to which the product conforms (e.g. Annex ZA of this European Standard);
- particular conditions applicable to the use of the product (e.g. provisions for use under certain conditions);
- number of the accompanying factory production control certificate;
- name of, and position held by, the person empowered to sign the declaration on behalf of the manufacturer or his authorized representative.

The declaration shall be accompanied by a factory production control certificate, drawn up by the notified body, which shall contain in addition to the information above, the following

- name and address of the notified body
- number of the factory production control certificate;
- conditions and period of validity of the certificate, where applicable;
- name of, and position held by, the person empowered to sign the certificate.

The above mentioned declaration and certificate shall be presented in the official language or languages of the Member State in which the product is to be used.

ZA.3 CE marking and labelling

The manufacturer or his authorised representative established within the EEA is responsible for the affixing of the CE marking. The CE marking symbol to affix shall be in accordance with Directive 93/68/EC and shall be shown on the [construction product] (or when not possible it may be on the accompanying label, the packaging or on the accompanying commercial documents (inspection document) (see Table B.1). The following information shall accompany the CE marking symbol:

- identification number of the certification body;
- name or identifying mark and registered address of the producer;
- last two digits of the year in which the marking is affixed;
- number of the EC certificate of conformity or factory production control certificate (if relevant);
- reference to this European Standard;
- description of the product: generic name, material, dimensions, ... and intended use;
- information on those relevant essential characteristics listed in Table ZA.1.1 to ZA.1.n which are to be declared presented as:
- product designation in accordance with the relevant dimensional tolerance standard according to EN 10025-1:2004, Clause 2;
- product designation (see 4.2 of the EN 10025-2:2004 to EN 10025-6:2004).

The "No performance determined" (NPD) option may not be used where the characteristic is subject to a threshold level. Otherwise, the NPD option may be used when and where the characteristic, for a given intended use, is not subject to regulatory requirements in the Member State of destination.

Figure ZA.1 gives an example of the information to be given on the product, label, packaging and/or commercial documents.

 01234	<i>CE conformity marking, consisting of the "CE"-symbol given in Directive 93/68/EEC.</i> <i>Identification number of the certification body (where relevant)</i>										
Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 03 01234-CPD-00234	<i>Name or identifying mark and registered address of the producer</i> <i>Last two digits of the year in which the marking was affixed</i>										
EN 10025-1 Hot rolled structural steel products. Intended uses: Building constructions or civil engineering. Tolerances on dimensions and shape: Plate EN 10029 Class A <table border="1"> <tr> <td>Elongation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tensile strength</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Yield strength</td> <td>: Steel S355J0 – EN 10025-2</td> </tr> <tr> <td>Impact strength</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Weldability</td> <td></td> </tr> </table> Durability: No performance determined Regulated substance: No performance determined	Elongation		Tensile strength		Yield strength	: Steel S355J0 – EN 10025-2	Impact strength		Weldability		<i>Certificate number (where relevant)</i> <i>No. of European Standard</i> <i>Description of product and</i> <i>information on regulated characteristics</i>
Elongation											
Tensile strength											
Yield strength	: Steel S355J0 – EN 10025-2										
Impact strength											
Weldability											

Figure ZA.1 — Example CE marking information

In addition to any specific information relating to dangerous substances shown above, the product should also be accompanied, when and where required and in the appropriate form, by documentation listing any other legislation on dangerous substances for which compliance is claimed, together with any information required by that legislation.

NOTE European legislation without national derogations need not be mentioned

Bibliography

- [1] EN 1011-2, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 2: Arc welding of ferritic steels*
- [2] EN 1993, *Eurocode 3: Design of steel structures.*
- [3] EN 10163-1, *Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates, wide flats and sections – Part 1: General requirements.*
- [4] EN 10163-2, *Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates, wide flats and sections – Part 2: Plates and wide flats*
- [5] EN 10163-3, *Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates, wide flats and sections – Part 3: Sections.*
- [6] EN 10149-1, *Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming – Part 1: General delivery conditions.*
- [7] EN 10149-2, *Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming – Part 2: Delivery conditions for thermomechanically rolled steels.*
- [8] EN 10149-3, *Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming – Part 3: Delivery conditions for normalized or normalized rolled steels*
- [9] EN 10210-1, *Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels – Part 1: Technical delivery requirements.*
- [10] EN 10219-1, *Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels – Part 1: Technical delivery requirements*
- [11] EN 10221, *Surface quality classes for hot-rolled bars and rods – Technical delivery conditions.*
- [12] EN 10225, *Weldable structural steels for fixed offshore structures – Technical delivery conditions.*
- [13] EN 10248-1, *Hot rolled sheet piling of non alloy steels – Part 1: Technical delivery conditions.*
- [14] EN 10248-1, *Cold formed sheet piling of non alloy steels – Part 1: Technical delivery conditions*
- [15] EN 10250-2, *Open die steel forgings for general engineering purposes – Part 2: Non-alloy quality and special steels.*
- [16] EN 10268, *Cold rolled flat products made of high yield strength micro-alloyed steels for cold forming – General delivery conditions.*
- [17] EN 10277-2, *Bright steel products – Technical delivery conditions – Part 2: Steels for general engineering purposes.*
- [18] prEN 10293, *Steel castings for general engineering uses.*
- [19] EN 10297-1, *Seamless circular steel tubes for mechanical and general engineering purposes – Technical delivery conditions – Part 1: Non-alloy and alloy steel tubes*
- [20] ECSC IC 2 (1983)²⁾, *Weldable fine-grained structural steels – Recommendations for processing in particular for welding*

²⁾ Until ECSC IC 2 is transformed into a CEN Technical Report, it can either be implemented or reference made to the corresponding national standards, the list of which is given in annex C to this European Standard.

DIN EN 10084

ICS 77.140.10

Supersedes
DIN EN 10084:1998-06**Case hardening steels –
Technical delivery conditions
English version of DIN EN 10084:2008-06**

Einsatzstähle –
Technische Lieferbedingungen
Englische Fassung DIN EN 10084:2008-06

Document comprises 39 pages



National foreword

This standard has been prepared by Technical Committee ECISS/TC 23 “Steels for heat treatment, alloy steels and free-cutting steels – Qualities and dimensions” (Secretariat: DIN, Germany).

The responsible German body involved in its preparation was the *Normenausschuss Eisen und Stahl* (Iron and Steel Standards Committee), Subcommittee 05/1 *Unlegierte und legierte Maschinenbaustähle*.

Amendments

This standard differs from DIN EN 10084:1998-06 as follows:

- a) Seamless rolled rings have been included in Clause 1 “Scope” under semi-finished products.
- b) Case-hardening steels according to this standard may now also be delivered in the normalized or normalizing formed condition.
- c) The phosphorus content of all alloy special steels has been reduced to 0,025 % max.; for steel grade 14NiCrMo13-4 the Mo content has been increased to 0,20 % to 0,30 %, and steel grade 20NiCrMo13-4 has been added.
- d) The manufacturer has now the option to verify the hardenability by calculation, if a calculation formula is available for the respective steel grade.
- e) Where the verification of the fine grain structure is required, the manufacturer can provide this by stating the minimum content of aluminium in the steel, provided the purchaser does not require verification according to EN ISO 643.
- f) The microscopic non-metallic inclusions content is now determined in accordance with EN 10247.
- g) Acceptance limits for macroscopic inclusions can now be agreed at the time of enquiry and order.
- h) The standard has been editorially revised.

Previous editions

DIN 1661: 1924-09, 1929-06
DIN 1662: 1928-07, 1930-06
DIN 1662 Supplement 3: 1932-05
DIN 1663: 1936-05, 1939x-12
DIN 1663 Supplement 3: 1937-02, 1940-08
DIN 1663 Supplement 4: 1937-02, 1940-08
DIN 1664: 1941-05
DIN 1666: 1943-11
DIN 17210: 1951-12, 1959-01, 1969-12, 1986-09
DIN EN 10084: 1998-06

English Version

Case hardening steels - Technical delivery conditions

Aciers pour cémentation - Conditions techniques de
livraison

Einsatzstähle - Technische Lieferbedingungen

This European Standard was approved by CEN on 29 February 2008.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

Contents

Page

Foreword.....	3
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions	5
4 Classification and designation.....	5
4.1 Classification.....	5
4.2 Designation	6
5 Information to be supplied by the purchaser	6
5.1 Mandatory information.....	6
5.2 Options	6
6 Manufacturing process	7
6.1 Melting process.....	7
6.2 Deoxidation	7
6.3 Manufacture of the product	7
6.4 Heat-treatment condition and surface finish at the time of delivery	7
6.5 Cast separation	8
7 Requirements	8
7.1 Chemical composition, hardness and hardenability	8
7.2 Technological properties	8
7.3 Structure	8
7.4 Internal soundness.....	9
7.5 Surface condition.....	9
7.6 Dimensions, tolerances on dimensions and shape	9
8 Inspection and testing.....	9
8.1 Types and contents of inspection documents	9
8.2 Specific inspection and testing.....	10
9 Marking	10
Annex A (normative) Options	31
Annex B (informative) Dimensional standards applicable to products complying with this European Standard.....	33
Annex C (normative) Determining the microscopic non-metallic inclusions content	34
Annex D (informative) Comparison of steel grades specified in this European Standard and ISO 683-11:1987 and other steel grades previously standardized nationally.....	35
Annex E (informative) Classification of steel grades according to minimum tensile strength as a function of diameter after hardening and tempering at 200 °C.....	36
Bibliography	37

Foreword

This document (EN 10084:2008) has been prepared by Technical Committee ECISS/TC 23 “Steels for heat treatment, alloy steels and free-cutting steels - Qualities and dimensions”, the secretariat of which is held by DIN.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by October 2008, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by October 2008.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document supersedes EN 10084:1998.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

1 Scope

1.1 This European Standard gives the technical delivery requirements for:

- semi-finished products, hot formed, for example blooms, billets, slabs (see NOTE 2 and NOTE 3),
- bars (see NOTE 2),
- rod,
- wide flats, quarto plates,
- hot-rolled sheet/plate and strip,
- hammer and drop forgings (see NOTE 2),

manufactured from the case hardening non alloyed or alloyed steels (see NOTE 4) listed in Table 3 and supplied in one of the heat treatment conditions given for the different types of products in Table 1, lines 2 to 7 and in one of the surface conditions given in Table 2.

The steels are in general intended for the fabrication of case-hardened (see Clause 3) machine parts.

NOTE 1 European Standards relating to steels complying with the requirements for the chemical composition in Table 3 but which are supplied in other product forms or treatment conditions than given above or are intended for special applications, and European Standards for similar steel grades are listed in the Bibliography.

NOTE 2 Hammer-forged semi-finished products (blooms, billets, slabs, etc.), seamless rolled rings and hammer-forged bars are included under semi-finished products or bars and not under the term "hammer and drop forgings".

NOTE 3 Special agreements shall be made when ordering non-deformed continuously cast semi-finished products.

NOTE 4 In accordance with EN 10020, the steels covered by this European Standard are special steels.

1.2 In special cases variations in these technical delivery requirements or additions to them may form the subject of an agreement at the time of enquiry and order (see Annex A).

1.3 In addition to the specifications of this European Standard, the general technical delivery requirements of EN 10021 are applicable, unless otherwise specified.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 10020, *Definition and classification of grades of steel*

EN 10021, *General technical delivery conditions for steel products*

EN 10027-1, *Designation systems for steels - Part 1: Steel names*

EN 10027-2, *Designation systems for steel - Part 2: Numerical system*

EN 10052, *Vocabulary of heat treatment terms for ferrous products*

EN 10079, *Definition of steel products*

EN 10160, *Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal to or greater than 6 mm (reflection method)*

EN 10163-2, *Delivery requirements for surface condition of hot-rolled steel plates, wide flats and sections - Part 2: Plates and wide flats*

EN 10204, *Metallic products - Types of inspection documents*

EN 10221, *Surface quality classes for hot-rolled bars and rods - Technical delivery conditions*

EN 10247:2007, *Micrographic examination of the non-metallic inclusion content of steels using standard pictures*

prCEN/TR 10261, *Iron and steel - Review of available methods of chemical analysis*

EN 10308, *Non destructive testing – Ultrasonic testing of steel bars*

EN ISO 377, *Steel and steel products - Location and preparation of samples and test pieces for mechanical testing (ISO 377:1997)*

EN ISO 642, *Steel - Hardenability test by end quenching (Jominy test) (ISO 642:1999)*

EN ISO 643, *Steels – Micrographic determination of the apparent grain size (ISO 643:2003)*

EN ISO 6506-1, *Metallic materials - Brinell hardness test - Part 1: Test method (ISO 6506-1:2005)*

EN ISO 6508-1, *Metallic materials - Rockwell hardness test - Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (ISO 6508-1:2005)*

EN ISO 14284, *Steel and iron - Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition (ISO 14284:1996)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this European Standard the terms and definitions given in EN 10020, EN 10021, EN 10052, EN 10079, EN ISO 377 and EN ISO 14284 and the following apply.

3.1

case-hardening steels

steels with a relatively low carbon content which are intended for carburising or carbonitriding and subsequent hardening

NOTE Such steels, after treatment, are characterised by a high hardness surface layer and a tough core.

4 Classification and designation

4.1 Classification

All steels covered by this European Standard are classified according to EN 10020. Steel grades C10E, C10R, C15E, C15R, C16E and C16R are non alloy special steels. All other steels covered by this European Standard are alloy special steels.

4.2 Designation

4.2.1 Steel names

For the steel grades covered by this European Standard, the steel names as given in Table 3, Table 5 and Table 6 are allocated in accordance with EN 10027-1.

4.2.2 Steel numbers

For the steel grades covered by this European Standard, the steel numbers as given in Table 3, Table 5 and Table 6 are allocated in accordance with EN 10027-2.

5 Information to be supplied by the purchaser

5.1 Mandatory information

The following information shall be supplied by the purchaser at the time of enquiry and order:

- a) quantity to be delivered;
- b) designation of the product form (e.g. round bar or square bar);
- c) number of the dimensional standard (see 7.6 and Annex B);
- d) dimensions and tolerances on dimensions and shape and, if applicable, letters denoting relevant special tolerances;
- e) number of this European Standard (EN 10084);
- f) steel name or steel number (see 4.2);
- g) standard designation for a test report 2.2 or, if required, any other type of inspection document in accordance with EN 10204 (see 8.1).

5.2 Options

A number of options are specified in this European Standard and listed below. If the purchaser does not indicate his wish to implement one of these options, the supplier shall supply in accordance with the basis specification of this European Standard (see 5.1) any:

- a) particular heat-treatment condition at delivery (see 6.4.2 and Table 1);
- b) particular surface condition at delivery (see 6.4.3 and Table 2);
- c) requirement concerning minimum reduction ratio or minimum thickness deformation ratio of rolled and forged products (see 6.3 and A.5);
- d) verification of fine grain size (see 7.3.1, 8.2.3 and A.4);
- e) requirement for the verification of non-metallic inclusion content (see 7.3.2, A.1 and Annex C);
- f) requirement for restricted hardenability scatter bands for alloy steels (+HH, +HL-grades, see 7.1.2 and Table 6);
- g) verification of hardenability and if agreed the information about calculation of the hardenability (see 8.2.2);

- h) requirement for internal soundness (see 7.4 and A.2);
- i) requirement relating to surface quality (see 7.5.3);
- j) requirement concerning suitability of bars and rod for bright drawing (see 7.5.4);
- k) requirement relating to removal of surface defects (see 7.5.5);
- l) requirement concerning special marking of the products (see clause 9 and A.6);
- m) verification of the product analysis (see A.3).

EXAMPLE

20 round bars with nominal diameter 40 mm and the nominal length of 8 000 mm according to EN 10060 made of steel grade 20MnCr5 (1.7147) according to EN 10084 in the heat treatment condition +A with surface condition +BC, test report 2.2 as specified in EN 10204

20 round bars EN 10060 - 40x8000
EN 10084 - 20MnCr5+A+BC
EN 10204 -2.2

or

20 round bars EN 10060 - 40x8000
EN 10084 - 1.7147+A+BC
EN 10204 - 2.2

6 Manufacturing process

6.1 Melting process

The type of melting process shall be left to the discretion of the manufacturer.

6.2 Deoxidation

All steels shall be killed.

6.3 Manufacture of the product

The manufacturing process route of the product shall be at the manufacturer's discretion.

For minimum reduction ratio or minimum thickness deformation ratio of rolled and forged products see A.5.

6.4 Heat-treatment condition and surface finish at the time of delivery

6.4.1 Normal condition at delivery

Unless otherwise agreed at the time of enquiry and order, the products shall be delivered in the untreated, i.e. hot formed, condition.

6.4.2 Particular heat-treatment condition

If so agreed at the time of enquiry and order, the products shall be delivered in one of the heat-treatment conditions given in Table 1, line 3 to line 8.

6.4.3 Particular surface condition

If so agreed at the time of enquiry and order, the products shall be supplied in one of the special surface conditions given in Table 2, line 3 to line 7.

6.5 Cast separation

The products shall be delivered as separated by cast.

7 Requirements

7.1 Chemical composition, hardness and hardenability

7.1.1 Table 1 gives a survey on combinations of usual heat-treatment conditions at delivery, product forms and requirements according to Table 3 to Table 7 (chemical composition, hardenability, maximum hardness, hardness range).

7.1.2 Unless otherwise agreed for alloy steels the hardenability requirements given in Table 5 apply. If agreed at the time of enquiry and order alloy steels with restricted hardenability scatter bands given in Table 6 shall be supplied.

7.2 Technological properties

7.2.1 Machinability

All steels are machinable in the conditions "soft annealed", "treated to hardness range", "treated to ferrite/pearlite structure and hardness range" and "normalized".

Where improved machinability is required, the grades with a specified sulphur range should be ordered. (See also Table 3, footnote c).

7.2.2 Shearability of semi-finished products and bars

7.2.2.1 Under suitable shearing conditions (preheating, application of blades with a profile adapted to that of the product, etc.) all steels are shearable in the condition "soft annealed".

7.2.2.2 The steel types 28Cr4, 28CrS4, 20MnCr5, 20MnCrS5, 22CrMoS3-5, 20MoCr3, 20MoCrS3, 20MoCr4, 20MoCrS4, 16NiCr4, 16NiCrS4, 18NiCr5-4, 17CrNi6-6, 15NiCr13, 17NiCrMo6-4, 17NiCrMoS6-4, 20NiCrMoS6-4, 18CrNiMo7-6, 14NiCrMo13-4 and 20NiCrMo13-4 and the corresponding grades with requirements on hardenability (see Table 5 and Table 6), are, under suitable conditions, also shearable when supplied in the "treated to improve shearability" condition with the hardness requirements given in Table 7.

7.2.2.3 The non alloyed steels and the steels 17Cr3, 17CrS3, 16MnCr5, 16MnCrS5, 16MnCrB5, 18CrMo4, 18CrMoS4, 10NiCr5-4, 20NiCrMo2-2, 20NiCrMoS2-2 and the corresponding grades with requirements on hardenability (see Table 5 and Table 6) are shearable in the untreated condition under suitable conditions.

7.3 Structure

7.3.1 Grain size

Unless otherwise agreed the steel shall show a fine grain structure with an austenitic grain size of 5 or finer (see 8.2.3 and A.4).

7.3.2 Non-metallic inclusions

7.3.2.1 Microscopic inclusions

The steels shall have a degree of cleanliness corresponding to the special steel quality (see A.1.1 and Annex C).

7.3.2.2 Macroscopic inclusions

As freedom from macroscopic inclusions cannot be ensured in any steel, requirements to verify the level present may be agreed at the time of enquiry and order (see Annex A.1.2).

7.4 Internal soundness

Where appropriate, requirements relating to the internal soundness of products shall be agreed at the time of enquiry and order, if possible with reference to European standards. EN 10160 specifies requirements of ultrasonic testing of flat products of thickness equal to or greater than 6 mm and EN 10308 specifies requirements of ultrasonic testing of steel bars (see A.2).

7.5 Surface condition

7.5.1 All products shall have a surface finish appropriate to the manufacturing processes applied.

7.5.2 Minor surface imperfections which can occur also under normal manufacturing conditions, such as scores originating from rolled-in scale in the case of hot-rolled products, shall not be regarded as defects.

7.5.3 Where appropriate, requirements relating to the surface quality of the products shall be agreed on at the time of enquiry and order, in the case of hot-rolled bars and rods with reference to EN 10221, in the case of plate/sheet with reference to EN 10163-2.

NOTE It is more difficult to detect and eliminate surface discontinuities from coiled products than from cut lengths. This should be taken into account when agreements on surface quality are made.

7.5.4 If suitability of bars, wide flats and rod for bright drawing is required, this shall be agreed at the time of enquiry and order.

7.5.5 The removal of surface defects by welding is only permitted with the approval of the purchaser or his representative.

The method and permissible depth of defect removal, where appropriate, shall be agreed upon at the time of enquiry and order.

7.6 Dimensions, tolerances on dimensions and shape

The nominal dimensions, tolerances on dimensions and shape for the product shall be agreed at the time of enquiry and order, if possible, with reference to the dimensional standards applicable (see Annex B).

8 Inspection and testing

8.1 Types and contents of inspection documents

8.1.1 Products complying with this European Standard shall be ordered and delivered with one of the inspection documents as specified in EN 10204. The type of document shall be agreed upon at the time of enquiry and order. If the order does not contain any specification of this type, a test report shall be issued.

8.1.2 If, in accordance with the agreements made at the time of enquiry and order, a test report 2.2 is to be issued, it shall contain the following information:

- a) confirmation that the material complies with the requirements of the order;
- b) results of the cast analysis for all the elements specified in Table 3 for the steel grade concerned.

8.1.3 If, in accordance with the order agreements, inspection certificate 3.1 or 3.2 is to be issued, the specific tests described in 8.2 shall be carried out and the results shall be confirmed in the inspection certificate.

In addition, the inspection certificate shall include the following information:

- a) the confirmation that the material complies with the requirements of the order;
- b) manufacturer's results for the cast analysis of all elements specified in Table 3 for the steel grade concerned, see Table 9;
- c) results of inspections and tests ordered as a result of supplementary options (see Annex A);
- d) symbol letters or numbers relating the inspection certificates, test pieces and products to each other.

8.2 Specific inspection and testing

8.2.1 Verification of hardness

For non alloy steels, the hardness requirements given in Table 1, column 8, sub-clause 2, shall be verified (see also Table 7 and Table 9).

8.2.2 Verification of hardenability

For alloy steels as far as available the manufacturer has the option to verify the hardenability by calculation. The calculation method is left to the discretion of the manufacturer. If agreed at the time of enquiry and order the manufacturer shall give sufficient information about the calculation for the customer to confirm the result.

If for certain steel grades a calculation formula is not available or in the case of dispute an end quench hardenability test shall be carried out in accordance with EN ISO 642 and Table 9. The temperature for quenching shall comply with Table 8 of this document. The hardness values shall be determined in accordance with EN ISO 6508-1, method C.

8.2.3 Verification of austenitic grain size

If the verification of fine grain structure is agreed at the time of enquiry and order, the verification of the austenitic fine grain size shall be made according to A.4.

8.2.4 Visual and dimensional inspection

A sufficient number of products shall be inspected to ensure compliance with the specification.

8.2.5 Retests

See EN 10021.

9 Marking

The manufacturer shall mark the products or the bundles or boxes in a suitable way so that it is possible to determine the cast, the steel grade and the origin of the delivery (see A.6).

Table 1 — Combinations of usual heat-treatment conditions at delivery, product forms and requirements according to Tables 3 to 7

	1	2	3	4	5	6	7	8		9			10
1	Heat-treatment condition at delivery	Symbol	x = Applicable for					Applicable requirements for					Remarks
			Semi-finished products	Bars	Rod	Flat products	Hammer and drop forgings	Non alloy steel grades		Alloy steel grades			
1.	2.	1.						2.	3.				
2	Untreated	None or + U	x	x	x	x	x	Chemical composition according to Tables 3 and 4	-		As in column 8 (see footnote b to Table 3)	Hardenability values according to Table 5 or Table 6	Observe also options given in Annex A.
3	Treated to improve sheara-bility	+ S	x	x	-	-	-						
4	Soft annealed	+ A	x	x	x	x	x						
5	Treated to hardness range	+ TH	-	x	x	x	x						
6	Treated to fer-rite-pearlite structure and hardness range	+ FP	-	x	-	-	x						
7	Normalized ^a	+N	-	-	-	x	-						
8	Others	Other treatment conditions, for example certain annealing conditions to achieve a certain structure, may be agreed at the time of enquiry and order. The condition "annealed for spheroidal carbides (+AC) ", as required for cold heading and cold extrusion, is covered by EN 10263-4.											
^a Normalizing may be replaced by normalizing forming.													

Table 2 — Surface condition at delivery

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Surface condition at delivery		Symbol	X = in general applicable for Semi-finished products such as blooms, billets bars rods flat products hammer and drop forgings (see 1.1, Note 2)					Notes
2	Unless otherwise agreed	Hot worked	None or + HW	x	x	x	x	x	-
3	Particular conditions supplied by agreement	Unformed continuously cast	+CC	x	-	-	-	-	-
4		Hot worked and pickled	+ PI	-	-	x	x	-	a
5		Hot worked and blast cleaned	+ BC	x	x	x	x	x	a
6		Hot worked and rough machined	+ RM	-	x	x	-	x	a
7		Others	-	-	x	x	x	x	-
^a In addition certain surface treatments like oiled or limed or phosphated may be agreed.									

Table 3 — Steel grades and chemical composition (cast analysis)

Steel grade		% by mass ^{a, b, c}								
Name	Number	C	Si max.	Mn	P max.	S	Cr	Mo	Ni	B
C10E	1.1121	0,07 to 0,13	0,40	0,30 to 0,60	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-
C10R	1.1207	0,07 to 0,13	0,40	0,30 to 0,60	0,035	0,020 to 0,040	-	-	-	-
C15E	1.1141	0,12 to 0,18	0,40	0,30 to 0,60	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-
C15R	1.1140	0,12 to 0,18	0,40	0,30 to 0,60	0,035	0,020 to 0,040	-	-	-	-
C16E	1.1148	0,12 to 0,18	0,40	0,60 to 0,90	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-
C16R	1.1208	0,12 to 0,18	0,40	0,60 to 0,90	0,035	0,020 to 0,040	-	-	-	-
17Cr3	1.7016	0,14 to 0,20	0,40	0,60 to 0,90	0,025	≤ 0,035	0,70 to 1,00	-	-	-
17CrS3	1.7014					0,020 to 0,040				
28Cr4	1.7030	0,24 to 0,31	0,40	0,60 to 0,90	0,025	≤ 0,035	0,90 to 1,20	-	-	-
28CrS4	1.7036					0,020 to 0,040				
16MnCr5	1.7131	0,14 to 0,19	0,40	1,00 to 1,30	0,025	≤ 0,035	0,80 to 1,10	-	-	-
16MnCrS5	1.7139					0,020 to 0,040				
16MnCrB5	1.7160	0,14 to 0,19	0,40	1,00 to 1,30	0,025	≤ 0,035	0,80 to 1,10	-	-	0,0008 to 0,0050 ^d
20MnCr5	1.7147	0,17 to 0,22	0,40	1,10 to 1,40	0,025	≤ 0,035	1,00 to 1,30	-	-	-
20MnCrS5	1.7149					0,020 to 0,040				
18CrMo4	1.7243	0,15 to 0,21	0,40	0,60 to 0,90	0,025	≤ 0,035	0,90 to 1,20	0,15 to 0,25	-	-
18CrMoS4	1.7244					0,020 to 0,040				
22CrMoS3-5	1.7333	0,19 to 0,24	0,40	0,70 to 1,00	0,025	0,020 to 0,040	0,70 to 1,00	0,40 to 0,50	-	-
20MoCr3	1.7320	0,17 to 0,23	0,40	0,60 to 0,90	0,025	≤ 0,035	0,40 to 0,70	0,30 to 0,40	-	-
20MoCrS3	1.7319					0,020 to 0,040				
20MoCr4	1.7321	0,17 to 0,23	0,40	0,70 to 1,00	0,025	≤ 0,035	0,30 to 0,60	0,40 to 0,50	-	-
20MoCrS4	1.7323					0,020 to 0,040				
16NiCr4	1.5714	0,13 to 0,19	0,40	0,70 to 1,00	0,025	≤ 0,035	0,60 to 1,00	-	0,80 to 1,10	-
16NiCrS4	1.5715					0,020 to 0,040				
10NiCr5-4	1.5805	0,07 to 0,12	0,40	0,60 to 0,90	0,025	≤ 0,035	0,90 to 1,20	-	1,20 to 1,50	-
18NiCr5-4	1.5810	0,16 to 0,21	0,40	0,60 to 0,90	0,025	≤ 0,035	0,90 to 1,20	-	1,20 to 1,50	-
17CrNi6-6	1.5918	0,14 to 0,20	0,40	0,50 to 0,90	0,025	≤ 0,035	1,40 to 1,70	-	1,40 to 1,70	-
15NiCr13	1.5752	0,14 to 0,20	0,40	0,40 to 0,70	0,025	≤ 0,035	0,60 to 0,90	-	3,00 to 3,50	-
20NiCrMo2-2	1.6523	0,17 to 0,23	0,40	0,65 to 0,95	0,025	≤ 0,035	0,35 to 0,70	0,15 to 0,25	0,40 to 0,70	-
20NiCrMoS2-2	1.6526					0,020 to 0,040				
17NiCrMo6-4	1.6566	0,14 to 0,20	0,40	0,60 to 0,90	0,025	≤ 0,035	0,80 to 1,10	0,15 to 0,25	1,20 to 1,50	-
17NiCrMoS6-4	1.6569					0,020 to 0,040				
20NiCrMoS6-4	1.6571	0,16 to 0,23	0,40	0,50 to 0,90	0,025	0,020 to 0,040	0,60 to 0,90	0,25 to 0,35	1,40 to 1,70	-
18CrNiMo7-6	1.6587	0,15 to 0,21	0,40	0,50 to 0,90	0,025	≤ 0,035	1,50 to 1,80	0,25 to 0,35	1,40 to 1,70	-
14NiCrMo13-4	1.6657	0,11 to 0,17	0,40	0,30 to 0,60	0,025	≤ 0,035	0,80 to 1,10	0,20 to 0,30	3,00 to 3,50	-
20NiCrMo13-4	1.6660	0,17 to 0,22	0,40	0,30 to 0,60	0,025	≤ 0,035	0,80 to 1,20	0,30 to 0,50	3,00 to 3,50	-
^a Elements not quoted in this table shall not be intentionally added to the steel without the agreement of the purchaser, other than for the purpose of finishing the heat. All reasonable precautions shall be taken to prevent the addition of such elements from scrap or other material used in manufacture which affect the hardenability, mechanical properties and applicability. ^b Where requirements are made on hardenability (see Table 5 and Table 6), slight deviations from the limits for the cast analysis are permitted, except for phosphorus and sulphur; these deviations shall, however, not exceed in the case of carbon ± 0,01 % and in all other cases the values acc. to table 4. ^c Steels with improved machinability as a result of the addition of higher sulphur contents up to around 0,10 % S (including resulphurized steels with controlled inclusion content (e.g. Ca-treatment)) (modern method) or lead may be supplied on request. In the first case the upper limit for the manganese content may be increased by 0,15 %. ^d Boron is in this case added not for increase of hardenability but to improve the toughness of the case hardened zone.										

Table 4 — Permissible deviations between the product analysis and the limiting values given in Table 3 for the cast analysis

Element	Permissible maximum content in the cast analysis % by mass	Permissible deviation ^a % by mass
C	≤ 0,31	± 0,02
Si	≤ 0,40	+ 0,03
Mn	≤ 1,00	± 0,04
	> 1,00 ≤ 1,40	± 0,05
P	≤ 0,035	+ 0,005
S	≤ 0,040	+ 0,005 ^b
Cr	≤ 1,80	± 0,05
Mo	≤ 0,30	± 0,03
	> 0,30 ≤ 0,50	± 0,04
Ni	≤ 2,00	± 0,05
	> 2,00 ≤ 3,50	± 0,07
B	≤ 0,0050	± 0,0005
^a ± means that in one cast the deviation can occur over the upper value or under the lower value of the specified range in Table 3, but not both at the same time. ^b For steels with a specified sulphur range (0,020 % to 0,040 % according to cast analysis), the permissible deviation is ± 0,005 %.		

Table 5 — Hardness limits for steel types with specified (normal) hardenability (+H-grades; see 7.1)

Steel grade		Limits of range	Hardness HRC at a distance from quenched end of test piece (in millimetres) of												
Name	Number		1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40
17Cr3+H	1.7016+H	max.	47	44	40	33	29	27	25	24	23	21	-	-	-
17CrS3+H	1.7014+H	min.	39	35	25	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28Cr4+H	1.7030+H	max.	53	52	51	49	45	42	39	36	33	30	29	28	27
28CrS4+H	1.7036+H	min.	45	43	39	29	25	22	20	-	-	-	-	-	-
16MnCr5+H	1.7131+H	max.	47	46	44	41	39	37	35	33	31	30	29	28	27
16MnCrS5+H	1.7139+H	min.	39	36	31	28	24	21	-	-	-	-	-	-	-
16MnCrB5+H	1.7160+H	max.	47	46	44	41	39	37	35	33	31	30	29	28	27
		min.	39	36	31	28	24	21	-	-	-	-	-	-	-
20MnCr5+H	1.7147+H	max.	49	49	48	46	43	42	41	39	37	35	34	33	32
20MnCrS5+H	1.7149+H	min.	41	39	36	33	30	28	26	25	23	21	-	-	-
18CrMo4+H	1.7243+H	max.	47	46	45	42	39	37	35	34	31	29	28	27	26
18CrMoS4+H	1.7244+H	min.	39	37	34	30	27	24	22	21	-	-	-	-	-
22CrMoS3-5+H	1.7333+H	max.	50	49	48	47	45	43	41	40	37	35	34	33	32
		min.	42	41	37	33	31	28	26	25	23	22	21	20	-
20MoCr3+H	1.7320+H	max.	49	47	45	40	35	32	31	30	28	26	25	24	23
20MoCrS3+H	1.7319+H	min.	41	38	34	28	22	20	-	-	-	-	-	-	-
20MoCr4+H	1.7321+H	max.	49	47	44	41	38	35	33	31	28	26	25	24	24
20MoCrS4+H	1.7323+H	min.	41	37	31	27	24	22	-	-	-	-	-	-	-
16NiCr4+H	1.5714+H	max.	47	46	44	42	40	38	36	34	32	30	29	28	28
16NiCrS4+H	1.5715+H	min.	39	36	33	29	27	25	23	22	20	-	-	-	-
10NiCr5-4+H	1.5805+H	max.	41	39	37	34	32	30	-	-	-	-	-	-	-
		min.	32	27	24	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18NiCr5-4+H	1.5810+H	max.	49	48	46	44	42	39	37	36	34	32	31	31	30
		min.	41	39	35	32	29	27	25	24	21	20	-	-	-
17CrNi6-6+H	1.5918+H	max.	47	47	46	45	43	42	41	39	37	35	34	34	33
		min.	39	38	36	35	32	30	28	26	24	22	21	20	20
15NiCr13+H	1.5752+H	max.	48	48	48	47	45	44	42	41	38	35	34	34	33
		min.	41	41	41	40	38	36	33	30	24	22	22	21	21
20NiCrMo2-2+H	1.6523+H	max.	49	48	45	42	36	33	31	30	27	25	24	24	23
20NiCrMoS2-2+H	1.6526+H	min.	41	37	31	25	22	20	-	-	-	-	-	-	-
17NiCrMo6-4+H	1.6566+H	max.	48	48	47	46	45	44	42	41	38	36	35	34	33
17NiCrMoS6-4+H	1.6569+H	min.	40	40	37	34	30	28	27	26	24	23	22	21	-
20NiCrMoS6-4+H	1.6571+H	max.	49	49	48	48	47	47	46	44	41	39	38	37	36
		min.	41	40	39	36	33	30	28	26	23	21	-	-	-
18CrNiMo7-6+H	1.6587+H	max.	48	48	48	48	47	47	46	46	44	43	42	41	41
		min.	40	40	39	38	37	36	35	34	32	31	30	29	29
14NiCrMo13-4+H	1.6657+H	max.	47	47	46	46	46	46	46	45	43	42	40	39	38
		min.	39	39	37	36	36	36	35	33	31	30	28	27	26
20NiCrMo13-4+H	1.6660+H	max.	53	52	52	51	51	51	51	51	51	50	50	50	49
		min.	43	42	42	41	41	41	41	41	41	40	40	40	39

**Table 6 — Hardness limits for steel types with restricted hardenability scatterbands
(+HH- and +HL-grades, see 7.1)**

Steel grade		Limits of range	Hardness HRC at a distance from quenched end of test piece (in millimetres) of												
Name	Number		1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40
17Cr3+HH	1.7016+HH	max.	47	44	40	33	29	27	25	24	23	21	-	-	-
17CrS3+HH	1.7014+HH	min.	42	38	30	24	20	-	-	-	-	-	-	-	-
17Cr3+HL	1.7016+HL	max.	44	41	35	29	25	23	21	20	-	-	-	-	-
17CrS3+HL	1.7014+HL	min.	39	35	25	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28Cr4+HH	1.7030+HH	max.	53	52	51	49	45	42	39	36	33	30	29	28	27
28CrS4+HH	1.7036+HH	min.	48	46	43	36	32	29	26	23	20	-	-	-	-
28Cr4+HL	1.7030+HL	max.	50	49	47	42	38	35	33	30	27	24	23	22	21
28CrS4+HL	1.7036+HL	min.	45	43	39	29	25	22	20	-	-	-	-	-	-
16MnCr5+HH	1.7131+HH	max.	47	46	44	41	39	37	35	33	31	30	29	28	27
16MnCrS5+HH	1.7139+HH	min.	42	39	35	32	29	26	24	22	20	-	-	-	-
16MnCr5+HL	1.7131+HL	max.	44	43	40	37	34	32	30	28	26	25	24	23	22
16MnCrS5+HL	1.7139+HL	min.	39	36	31	28	24	21	-	-	-	-	-	-	-
16MnCrB5+HH	1.7160+HH	max.	47	46	44	41	39	37	35	33	31	30	29	28	27
		min.	42	39	35	32	29	26	24	22	20	-	-	-	-
16MnCrB5+HL	1.7160+HL	max.	44	43	40	37	34	32	30	28	26	25	24	23	22
		min.	39	36	31	28	24	21	-	-	-	-	-	-	-
20MnCr5+HH	1.7147+HH	max.	49	49	48	46	43	42	41	39	37	35	34	33	32
20MnCrS5+HH	1.7149+HH	min.	44	42	40	37	34	33	31	30	28	26	25	24	23
20MnCr5+HL	1.7147+HL	max.	46	46	44	42	39	37	36	34	32	30	29	28	27
20MnCrS5+HL	1.7149+HL	min.	41	39	36	33	30	28	26	25	23	21	-	-	-
18CrMo4+HH	1.7243+HH	max.	47	46	45	42	39	37	35	34	31	29	28	27	26
18CrMoS4+HH	1.7244+HH	min.	42	40	38	34	31	28	26	25	22	20	-	-	-
18CrMo4+HL	1.7243+HL	max.	44	43	41	38	35	33	31	30	27	25	24	23	22
18CrMoS4+HL	1.7244+HL	min.	39	37	34	30	27	24	22	21	-	-	-	-	-
22CrMoS3-5+HH	1.7333+HH	max.	50	49	48	47	45	43	41	40	37	35	34	33	32
		min.	45	44	41	38	36	33	31	30	28	26	25	24	23
22CrMoS3-5+HL	1.7333+HL	max.	47	46	44	42	40	38	36	35	32	31	30	29	28
		min.	42	41	37	33	31	28	26	25	23	22	21	20	-
20MoCr3+HH	1.7320+HH	max.	49	47	45	40	35	32	31	30	28	26	25	24	23
20MoCrS3+HH	1.7319+HH	min.	44	41	38	32	26	24	23	22	20	-	-	-	-
20MoCr3+HL	1.7320+HL	max.	46	44	41	36	31	28	27	26	24	22	21	20	-
20MoCrS3+HL	1.7319+HL	min.	41	38	34	28	22	20	-	-	-	-	-	-	-
20MoCr4+HH	1.7321+HH	max.	49	47	44	41	38	35	33	31	28	26	25	24	24
20MoCrS4+HH	1.7323+HH	min.	44	40	35	32	29	26	24	22	-	-	-	-	-
20MoCr4+HL	1.7321+HL	max.	46	44	40	36	33	31	29	27	24	22	21	20	20
20MoCrS4+HL	1.7323+HL	min.	41	37	31	27	24	22	-	-	-	-	-	-	-
16NiCr4+HH	1.5714+HH	max.	47	46	44	42	40	38	36	34	32	30	29	28	28
16NiCrS4+HH	1.5715+HH	min.	42	39	37	33	31	29	27	26	24	22	21	20	20

Table 6 (continued)

Steel grade		Limits of range	Hardness HRC at a distance from quenched end of test piece (in millimetres) of												
Name	Number		1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40
16NiCr4+HL	1.5714+HL	max.	44	43	40	38	36	34	32	30	28	26	25	24	24
16NiCrS4+HL	1.5715+HL	min.	39	36	33	29	27	25	23	22	20	-	-	-	-
10 NiCr5-4+HH	1.505+HH	max.	41	39	37	34	32	30	-	-	-	-	-	-	-
		min.	33	29	26	24	21	20	-	-	-	-	-	-	-
10NiCr5-4+HL	1.5805+HL	max.	38	35	32	30	27	25	-	-	-	-	-	-	-
		min.	32	27	24	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18NiCr5-4+HH	1.5810+HH	max.	49	48	46	44	42	39	37	36	34	32	31	31	30
		min.	44	42	39	36	33	31	29	28	25	24	23	23	22
18NiCr5-4+HL	1.5810+HL	max.	46	45	42	40	38	35	33	32	30	28	27	27	26
		min.	41	39	35	32	29	27	25	24	21	20	-	-	-
17CrNi6-6+HH	1.5918+HH	max.	47	47	46	45	43	42	41	39	37	35	34	34	33
		min.	42	41	39	38	36	34	32	30	28	26	25	25	24
17CrNi6-6+HL	1.5918+HL	max.	44	44	43	42	39	38	37	35	33	31	30	29	29
		min.	39	38	36	35	32	30	28	26	24	22	21	20	20
15NiCr13+HH	1.5752+HH	max.	48	48	48	47	45	44	42	41	38	35	34	34	33
		min.	43	43	43	42	40	39	36	34	29	26	26	25	25
15NiCr13+HL	1.5752+HL	max.	46	46	46	45	43	41	38	37	33	31	30	30	29
		min.	41	41	41	40	38	36	33	30	24	22	22	21	21
20NiCrMo2-2+HH	1.6523+HH	max.	49	48	45	42	36	33	31	30	27	25	24	24	23
		min.	44	41	36	31	27	24	22	21	-	-	-	-	-
20NiCrMoS2-2+HL	1.6523+HL	max.	46	44	40	36	31	29	27	26	23	21	20	20	-
		min.	41	37	31	25	22	20	-	-	-	-	-	-	-
17NiCrMo6-4+HH	1.6566+HH	max.	48	48	47	46	45	44	42	41	38	36	35	34	33
		min.	43	43	40	38	35	33	32	31	29	27	26	25	24
17NiCrMoS6-4+HL	1.6569+HL	max.	45	45	44	42	40	39	37	36	33	32	31	30	29
		min.	40	40	37	34	30	28	27	26	24	23	22	21	-
20NiCrMoS6-4+HH	1.6571+HH	max.	49	49	48	48	47	47	46	44	41	39	38	37	36
		min.	44	43	42	40	38	36	34	32	29	27	26	25	24
20NiCrMoS6-4+HL	1.6571+HL	max.	46	46	45	44	42	41	40	38	35	33	32	31	30
		min.	41	40	39	36	33	30	28	26	23	21	-	-	-
18CrNiMo7-6+HH	1.6587+HH	max.	48	48	48	48	47	47	46	46	44	43	42	41	41
		min.	43	43	42	41	40	40	39	38	36	35	34	33	33
18CrNiMo7-6+HL	1.6587+HL	max.	45	45	45	45	44	43	42	42	40	39	38	37	37
		min.	40	40	39	38	37	36	35	34	32	31	30	29	29
14NiCrMo13-4+HH	1.6657+HH	max.	47	47	46	46	46	46	46	45	43	42	40	39	38
		min.	42	42	40	39	39	39	39	37	35	34	32	31	30
14NiCrMo13-4+HL	1.6657+HL	max.	44	44	43	43	43	43	42	41	39	38	36	35	34
		min.	39	39	37	36	36	36	35	33	31	30	28	27	26
20NiCrMo13-4+HH	1.6660+HH	max.	53	52	52	51	51	51	51	51	51	50	50	50	49
		min.	44	44	44	43	43	43	43	43	43	42	42	42	41
20NiCrMo13-4+HL	1.6660+HL	max.	50	50	50	49	49	49	49	49	49	48	48	48	47
		min.	43	42	42	41	41	41	41	41	41	40	40	40	39

Table 7 — Hardness requirements for products delivered in the conditions 'treated to improve shearability' (+S), 'soft annealed' (+A), 'treated to hardness range' (+TH), 'treated to ferrite-pearlite structure and hardness range' (+FP) or 'normalized' (+N)

Steel grade		Brinell hardness (HBW) in the condition							
Name	Number	+ S max.	+ A max.	+ TH		+ FP		+N	
				min.	max.	min.	max.	min.	max.
C10E	1.1121	-	131	-	-	-	-	85	140
C10R	1.1207								
C15E	1.1141	-	143	-	-	-	-	95	150
C15R	1.1140								
C16E	1.1148	-	156	-	-	-	-	100	155
C16R	1.1208								
17Cr3	1.7016	a	174	-	-	-	-	-	-
17CrS3	1.7014								
28Cr4	1.7030	255	217	166	217	156	207	-	-
28CrS4	1.7036								
16MnCr5	1.7131	a	207	156	207	140	187	138	187
16MnCrS5	1.7139								
16MnCrB5	1.7160	a	207	156	207	140	187	138	187
20MnCr5	1.7147	255	217	170	217	152	201	140	201
20MnCrS5	1.7149								
18CrMo4	1.7243	a	207	156	207	140	187	-	-
18CrMoS4	1.7244								
22CrMoS3-5	1.7333	255	217	170	217	152	201	-	-
20MoCr3	1.7320	255	217	160	205	145	185	-	-
20MoCrS3	1.7319								
20MoCr4	1.7321	255	207	156	207	140	187	-	-
20MoCrS4	1.7323								
16NiCr4	1.5714	255	217	166	217	156	207	-	-
16NiCrS4	1.5715								
10NiCr5-4	1.5805	a	192	147	197	137	187	-	-
18NiCr5-4	1.5810	255	223	170	223	156	207	-	-
17CrNi6-6	1.5918	255	229	175	229	156	207	-	-
15NiCr13	1.5752	255	229	179	229	166	217	-	-
20NiCrMo2-2	1.6523	a	212	161	212	149	194	-	-
20NiCrMoS2-2	1.6526								
17NiCrMo6-4	1.6566	255	229	179	229	149	201	-	-
17NiCrMoS6-4	1.6569								
20NiCrMoS6-4	1.6571	255	229	179	229	154	207	-	-
18CrNiMo7-6	1.6587	255	229	179	229	159	207	-	-
14NiCrMo13-4	1.6657	255	241	187	241	166	217	-	-
20NiCrMo13-4	1.6660	277	255	207	255	197	241	-	-
a See 7.2.2.3".									

Table 8 — Conditions for heat treating test bars and treatment of the steels

Steel grade		End quench test	Carburizing	Core-hardening	Case-hardening	Tempering ^e
Name	Number	Austenitizing temperature ^a °C	temperature ^b °C	temperature ^{c,d} °C	temperature ^{c,d} °C	°C
C10E	1.1121	-	880 to 980	880 to 920	780 to 820	150 to 200
C10R	1.1207					
C15E	1.1141	-	880 to 980	880 to 920	780 to 820	150 to 200
C15R	1.1140					
C16E	1.1148	-	880 to 980	880 to 920	780 to 820	150 to 200
C16R	1.1208					
17Cr3	1.7016	880	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
17CrS3	1.7014					
28Cr4	1.7030	850	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
28CrS4	1.7036					
16MnCr5	1.7131	870	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
16MnCrS5	1.7139					
16MnCrB5	1.7160	870	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
20MnCr5	1.7147	870	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
20MnCrS5	1.7149					
18CrMo4	1.7243	880	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
18CrMoS4	1.7244					
22CrMoS3-5	1.7333	900	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
20MoCr3	1.7320	880	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
20MoCrS3	1.7319					
20MoCr4	1.7321	910	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
20MoCrS4	1.7323					
16NiCr4	1.5714	880	880 to 980	850 to 890	780 to 820	150 to 200
16NiCrS4	1.5715					
10NiCr5-4	1.5805	880	875 to 925	830 to 860	780 to 810	150 to 200
18NiCr5-4	1.5810	880	880 to 980	840 to 880	780 to 820	150 to 200
17CrNi6-6	1.5918	870	880 to 980	830 to 870	780 to 820	150 to 200
15NiCr13	1.5752	880	880 to 980	840 to 880	780 to 820	150 to 200
20NiCrMo2-2	1.6523	920	880 to 980	860 to 900	780 to 820	150 to 200
20NiCrMoS2-2	1.6526					
17NiCrMo6-4	1.6566	880	880 to 980	830 to 870	780 to 820	150 to 200
17NiCrMoS6-4	1.6569					
20NiCrMoS6-4	1.6571	880	880 to 980	830 to 870	780 to 820	150 to 200
18CrNiMo7-6	1.6587	860	880 to 980	830 to 870	780 to 820	150 to 200
14NiCrMo13-4	1.6657	880	880 to 980	840 to 880	780 to 820	150 to 200
20NiCrMo13-4	1.6660	850	880 to 980	825 to 880	800 to 850	150 to 200
NOTE The temperatures given for carburizing, core-hardening, case-hardening and tempering are for guidance; the actual temperatures chosen should be those that will give the properties required.						
^a Time for austenitizing as a guide: 30 to 35 minutes. ^b The carburizing temperature will depend on the chemical composition of the steel, the mass of the product, and the carburizing medium. If the steels are direct hardened, in general, a temperature of 950 °C is not exceeded. For special procedures, for example under vacuum, higher temperatures (for example 1 020 °C to 1 050 °C) are not unusual. ^c When applying the single quench method, the steel is to be quenched from the carburizing temperature or a lower temperature. The lower hardening temperatures are in each case to be preferred, in particular when there is risk of distortion. ^d The kind of quenching agent depends on, for example, the shape of the products, the cooling conditions and the amount of furnace filling. ^e Time for tempering as a guide: 1 h minimum.						

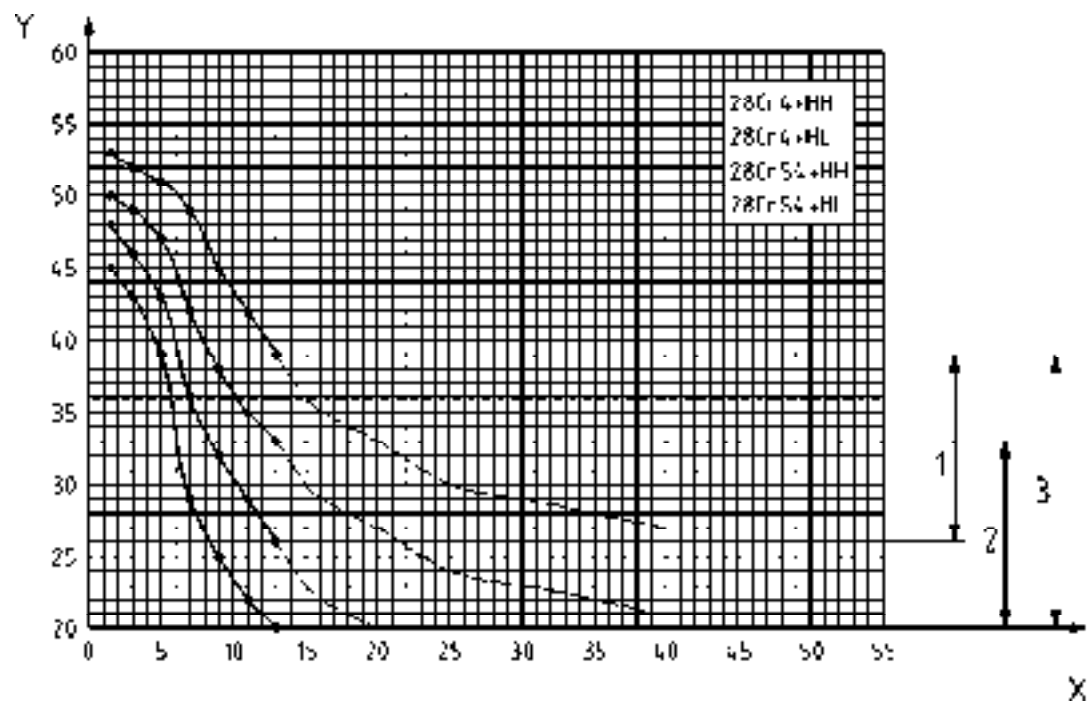
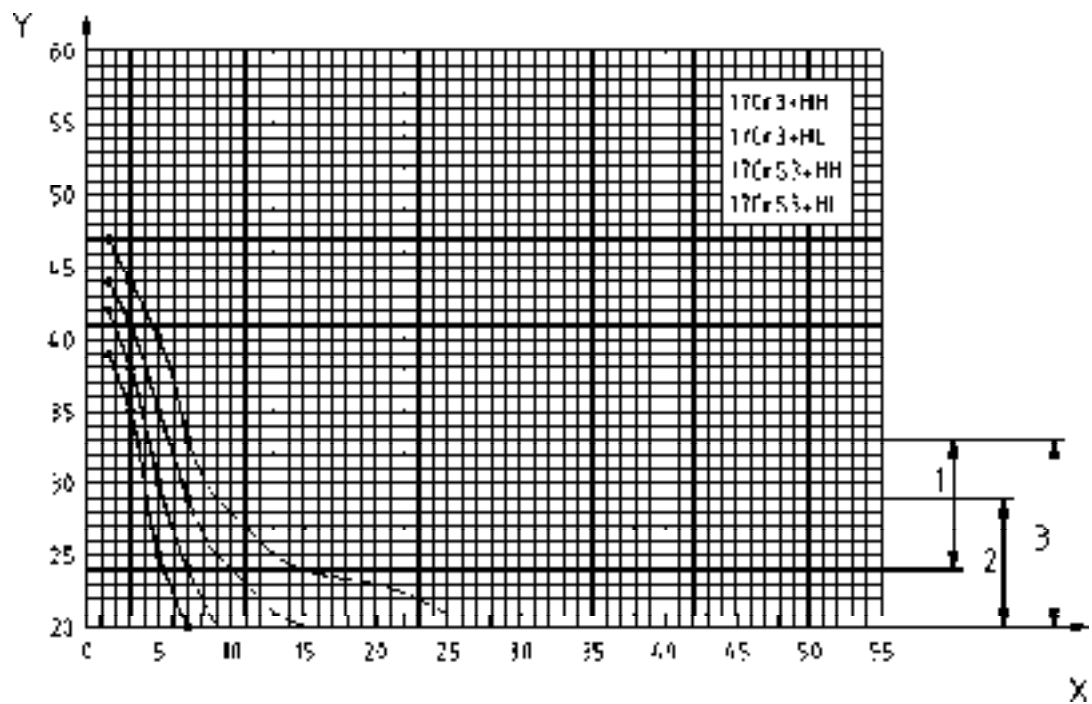
Table 9 — Test conditions for the verification of the requirements given in column 1

NOTE Verification of the requirements is only necessary if an inspection certificate is ordered and if the requirement is applicable according to Table 1, column 8 or column 9.

1	2	3	4	5	6
Requirements	See Table	Amount of testing		Sampling and sample preparation ^b	Test method to be used
		Test unit ^a	Number of sample products per test unit tests per sample product		
Chemical composition	3 + 4	C	(The cast analysis is given by the manufacturer; for product analysis see A.3).		
Hardenability	5 + 6	C	1	1	In cases of dispute, the test piece shall be prepared as follows: a) For diameters $d \leq 40$ mm, the test piece shall be produced by machining. b) For diameters $40 \text{ mm} < d \leq 150$ mm, the bar shall be reduced by forging to a diameter of 40 mm or a test piece with diameter 40 mm shall be taken so that its axis is 20 mm below the surface. c) For diameters $d > 150$ mm, the test piece shall be taken so that its axis is 20 mm below the surface. In all other cases, unless otherwise agreed at the time of ordering, the sampling method is left to the discretion of the manufacturer. If the product dimensions do not permit samples to be taken for the end quench hardenability test, conditions shall be agreed for proof of hardenability. In accordance with EN ISO 642. The quenching temperature shall be as specified in Table 8. The hardness values shall be determined in accordance with method C in EN ISO 6508-1.
Hardness in the condition +S or +A or +TH or +FP	7	C+D+T	1	1	In cases of dispute, the hardness shall be determined, if possible, at the following point on the surface: - in the case of round bars, a distance of 1 x the diameter from the end of the bar, - in the case of bars with a rectangular or square cross section and in the case of flat products at a distance 1 x the thickness from the end and 0,25 x the thickness from one longitudinal edge on the transverse side of the product. If, for example, in the case of hammer or drop forgings, the above requirements cannot be adhered to, agreement shall be reached at the time of ordering about the most appropriate position for the hardness indentations. For sample preparation, see EN ISO 6506-1. In accordance with EN ISO 6506-1.
Hardness in the condition +N	7	C	1	1	The test shall be performed near the surface In accordance with EN ISO 6506-1.

^a The tests shall be carried out separately for each cast as indicated by "C", each dimension as indicated by "D", and each heat-treatment batch as indicated by "T".
Products with different thickness may be grouped if the differences in thickness do not affect the properties.

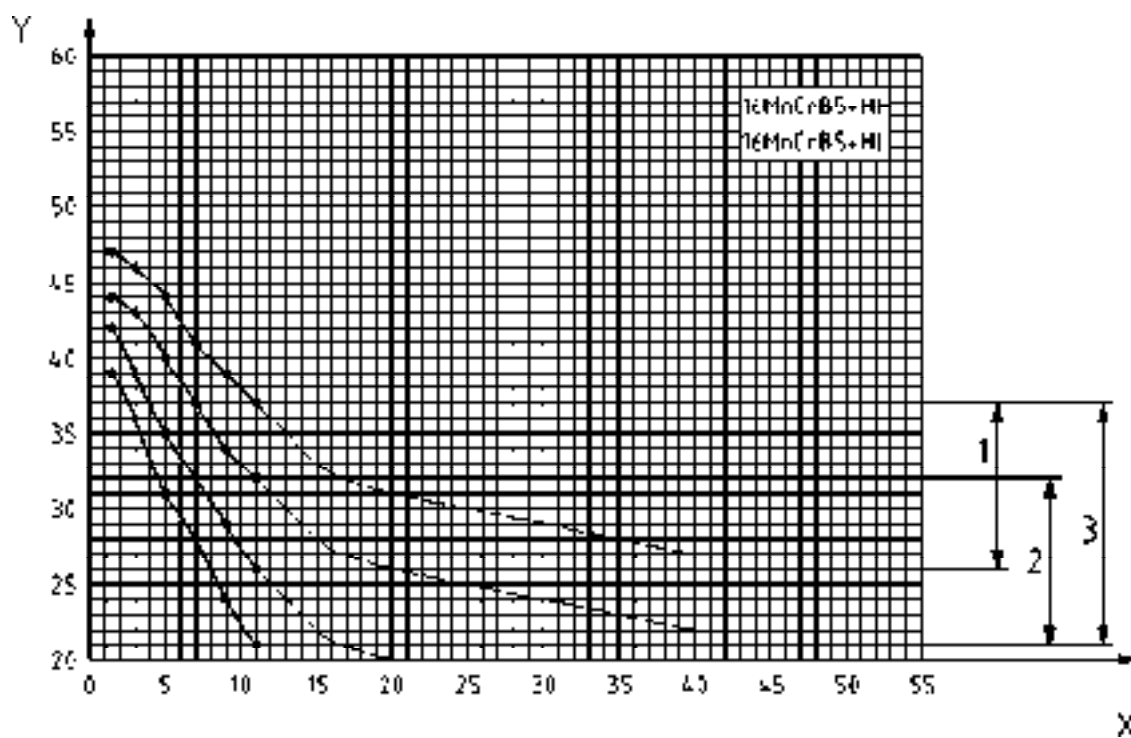
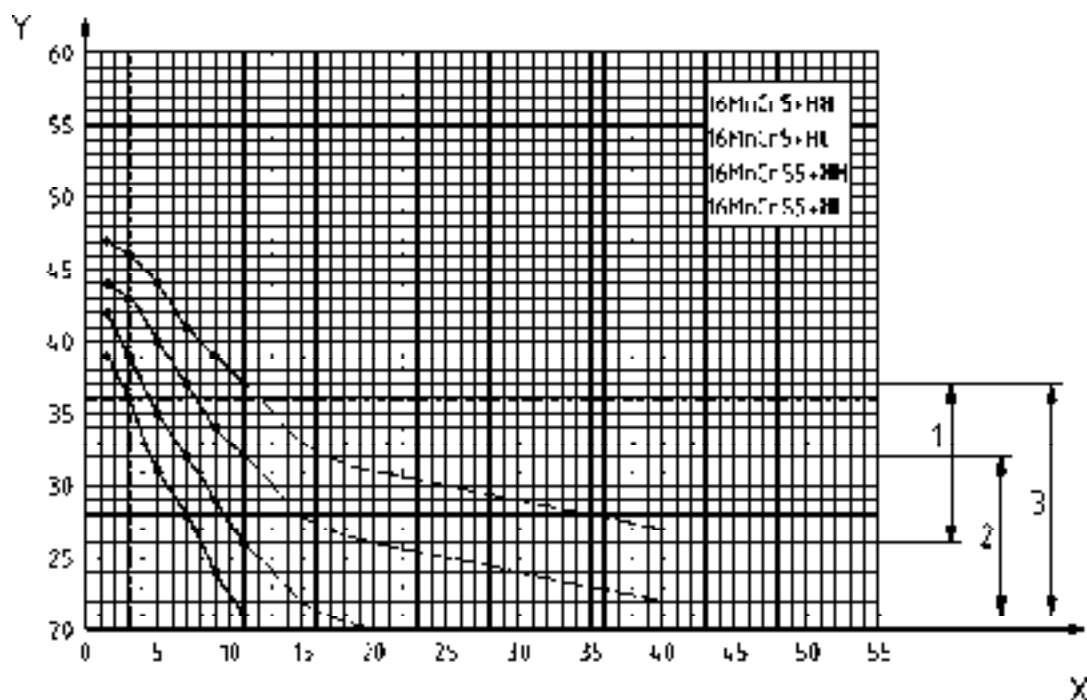
^b The general conditions for selection and preparation of samples and test pieces should be in accordance with EN ISO 377 and EN ISO 14284.



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

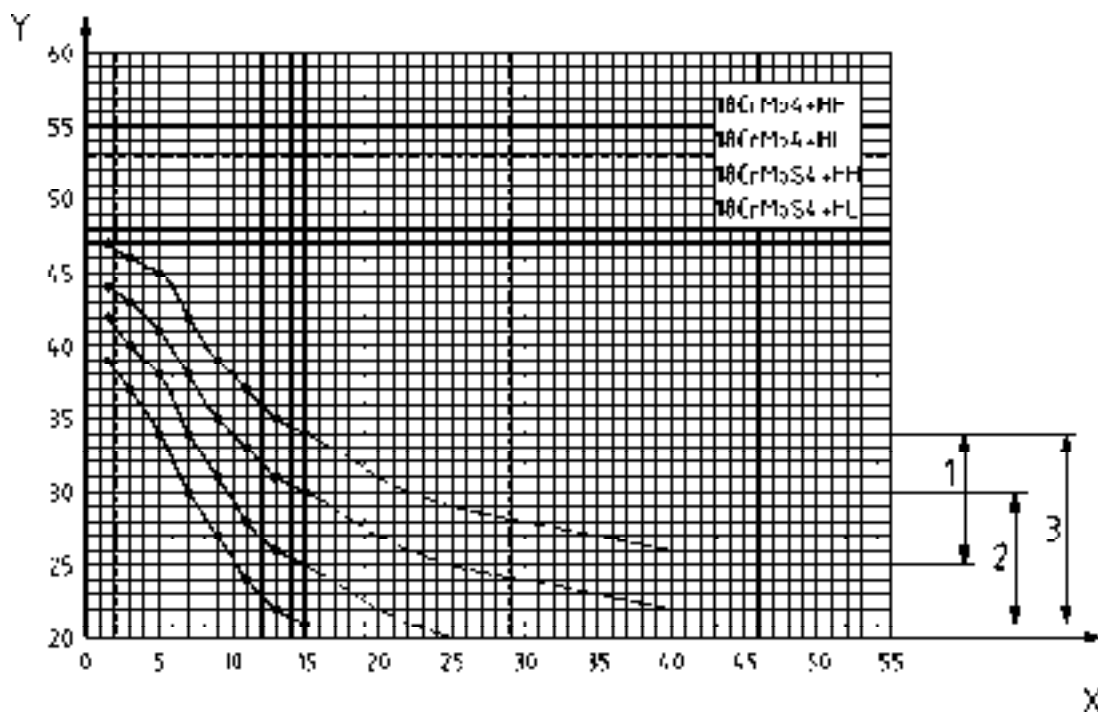
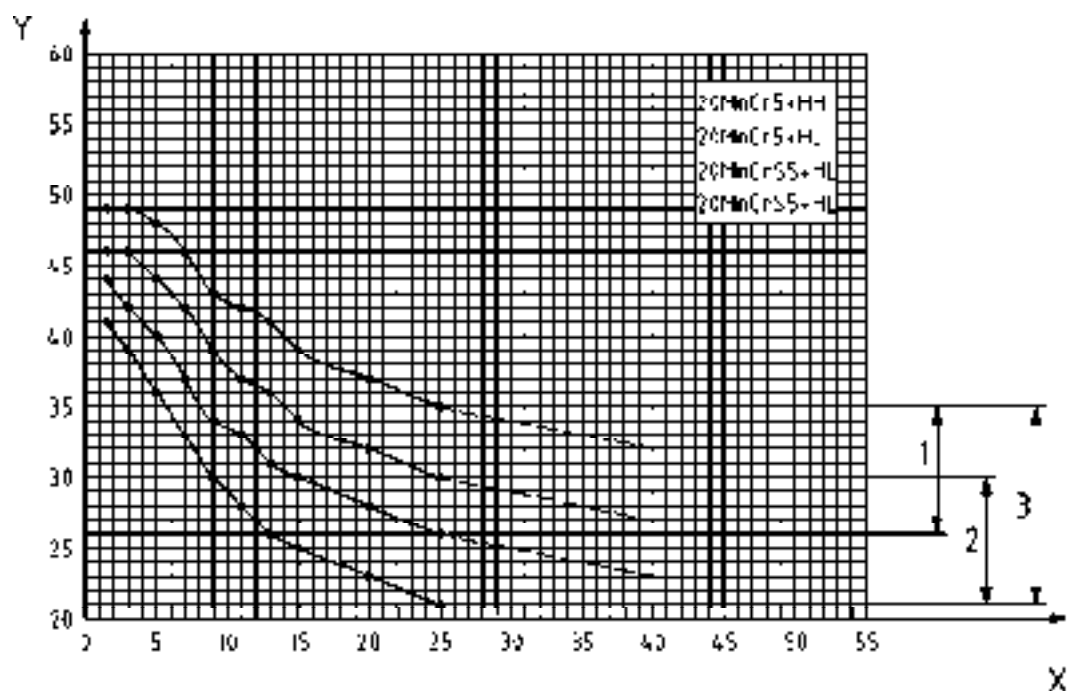
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell-C hardness in the end quench hardenability test



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

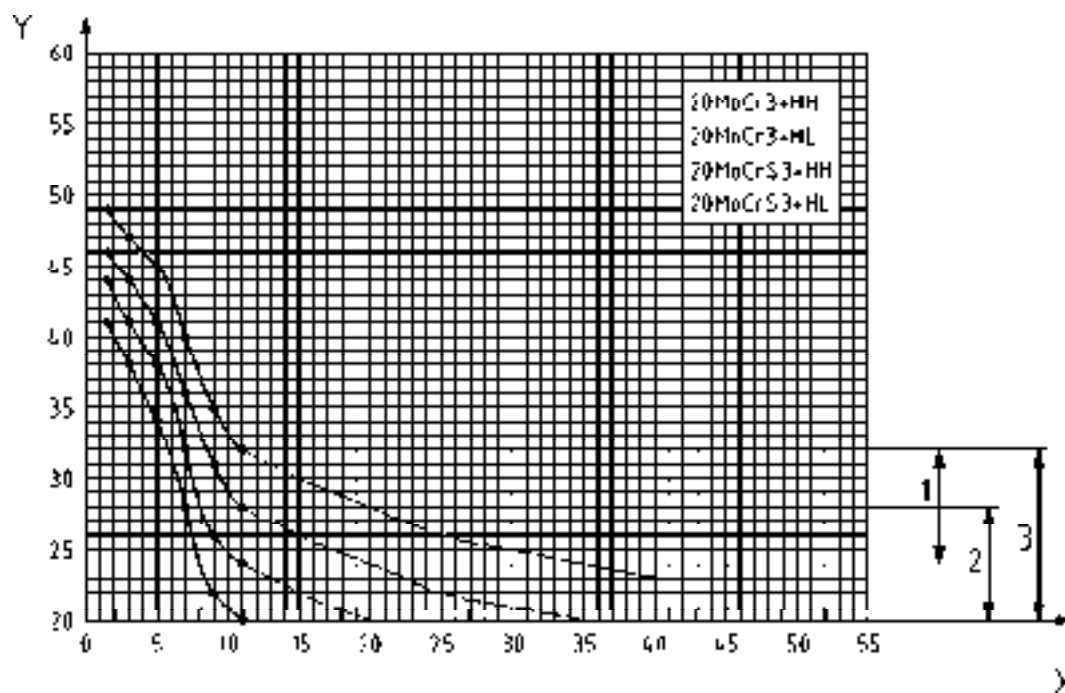
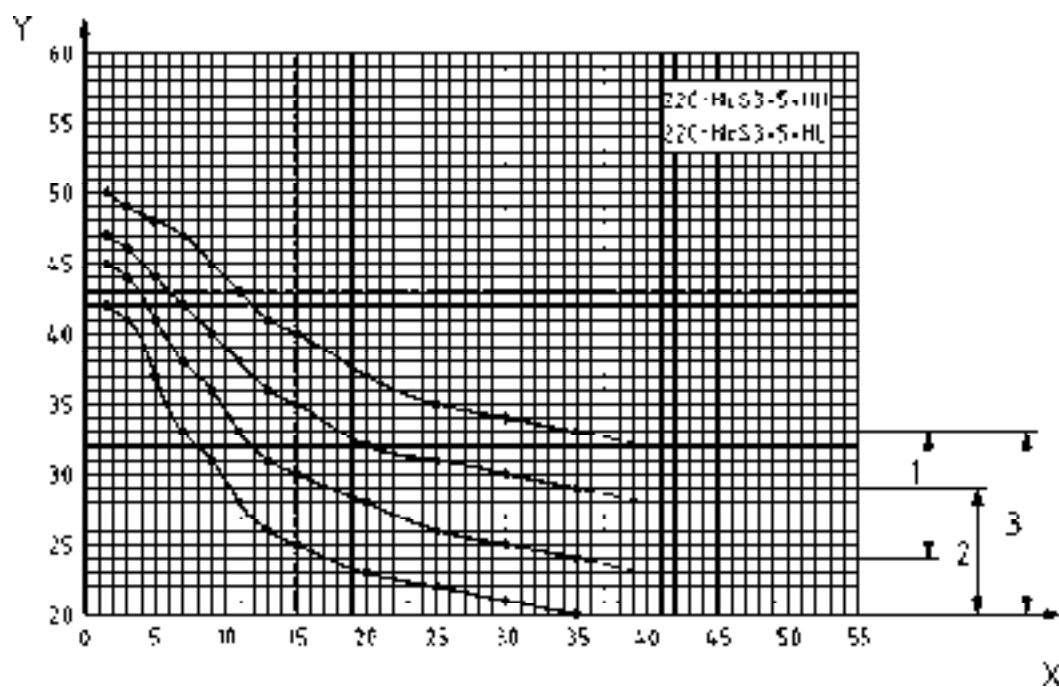
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

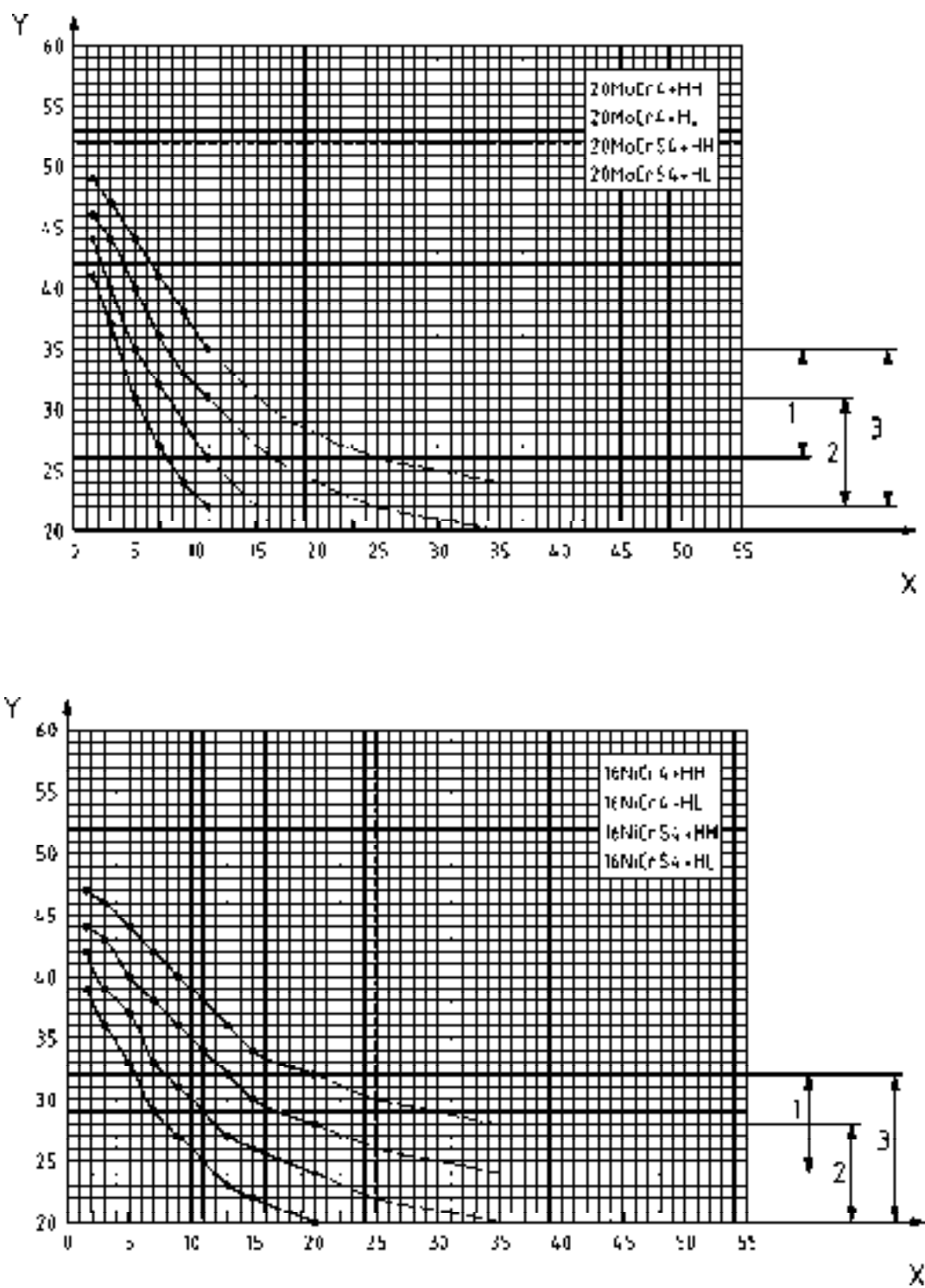
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

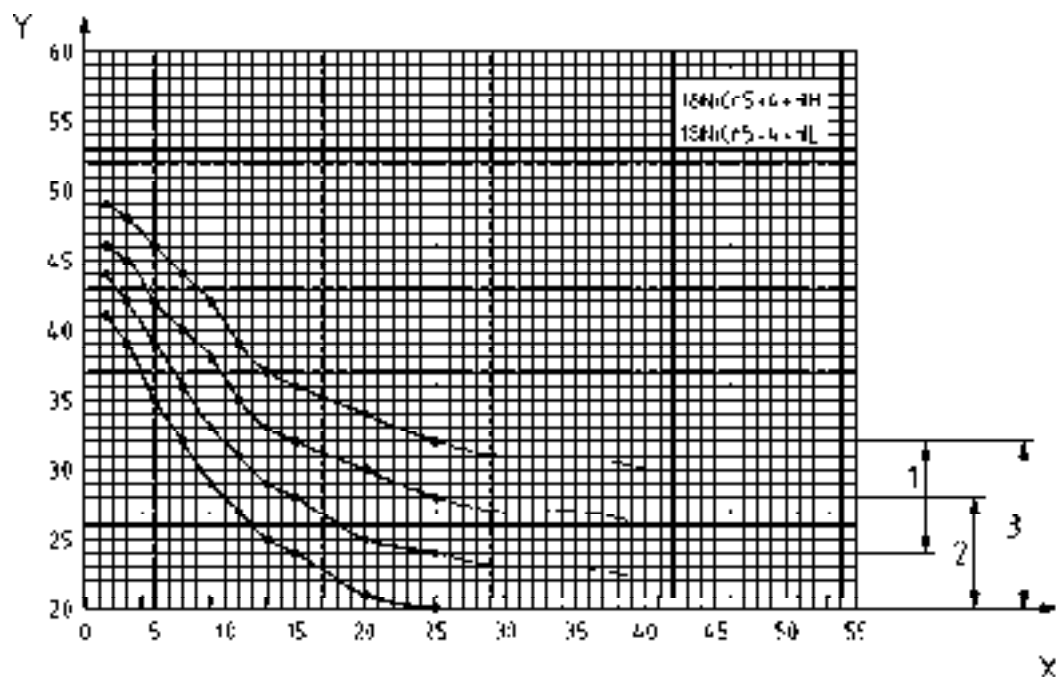
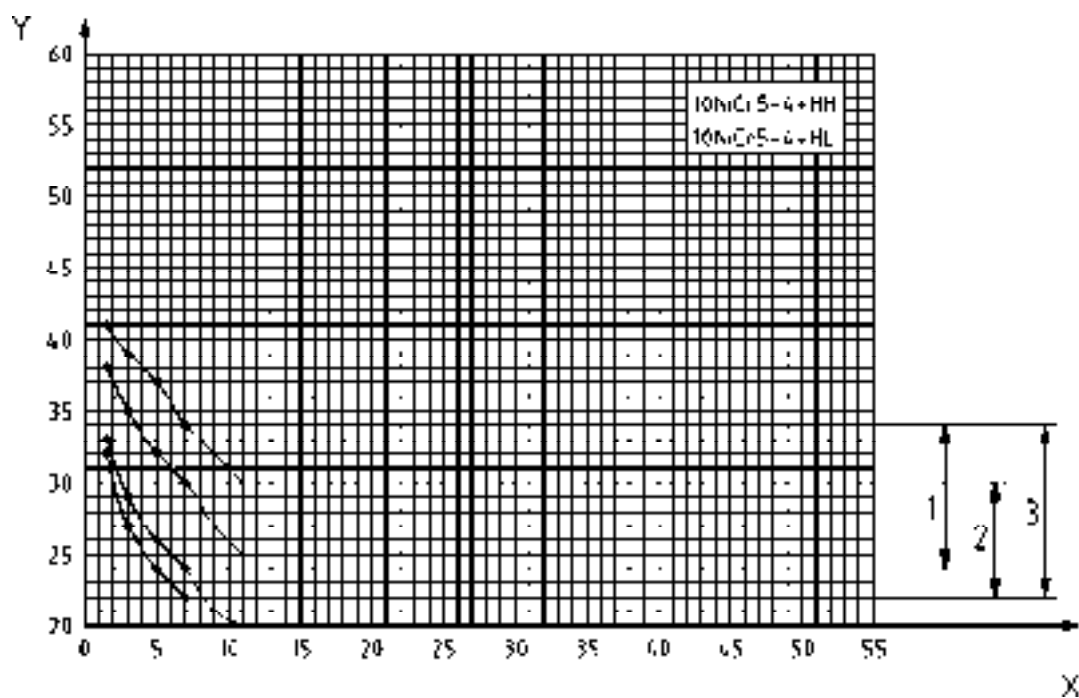
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

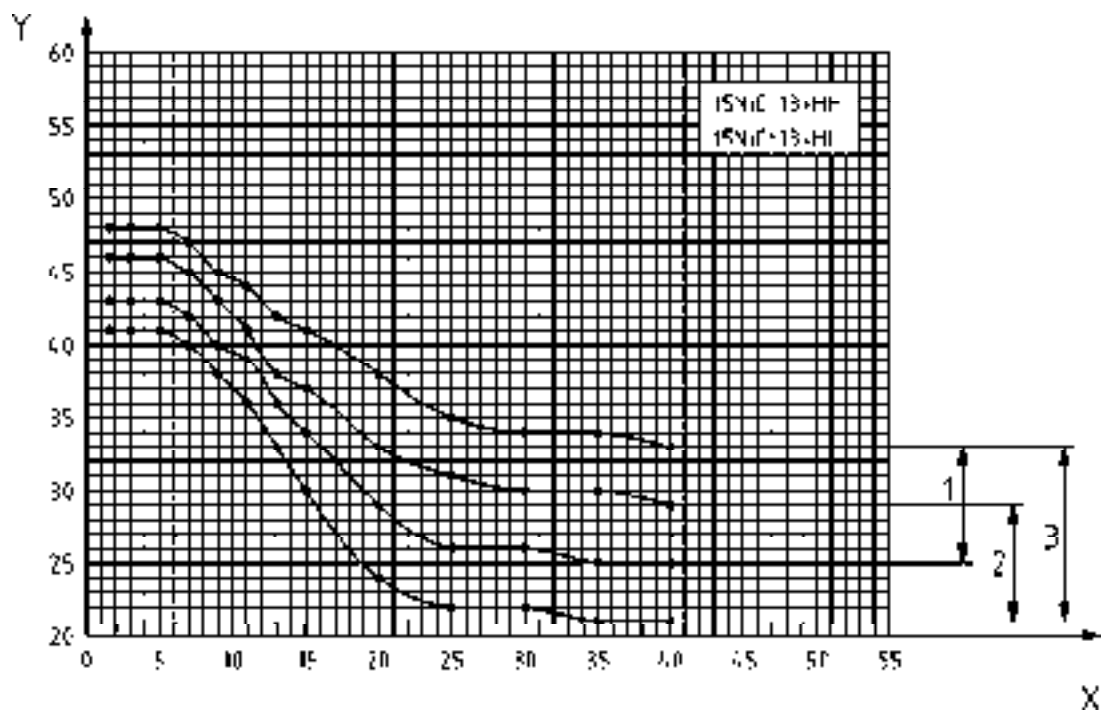
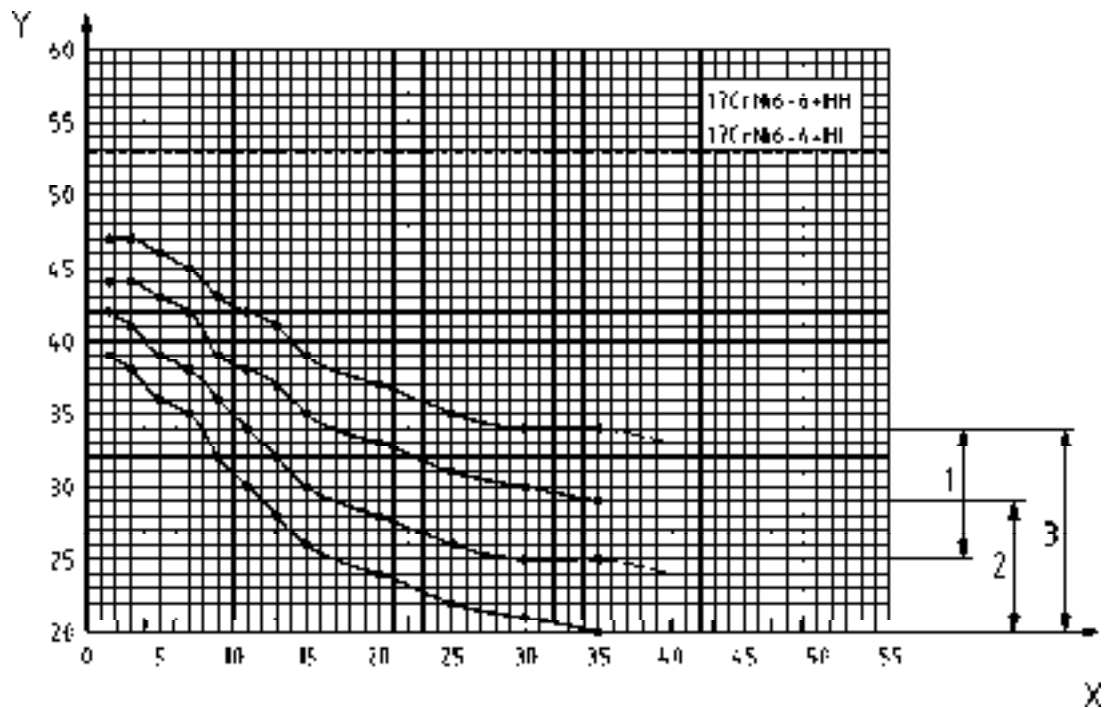
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

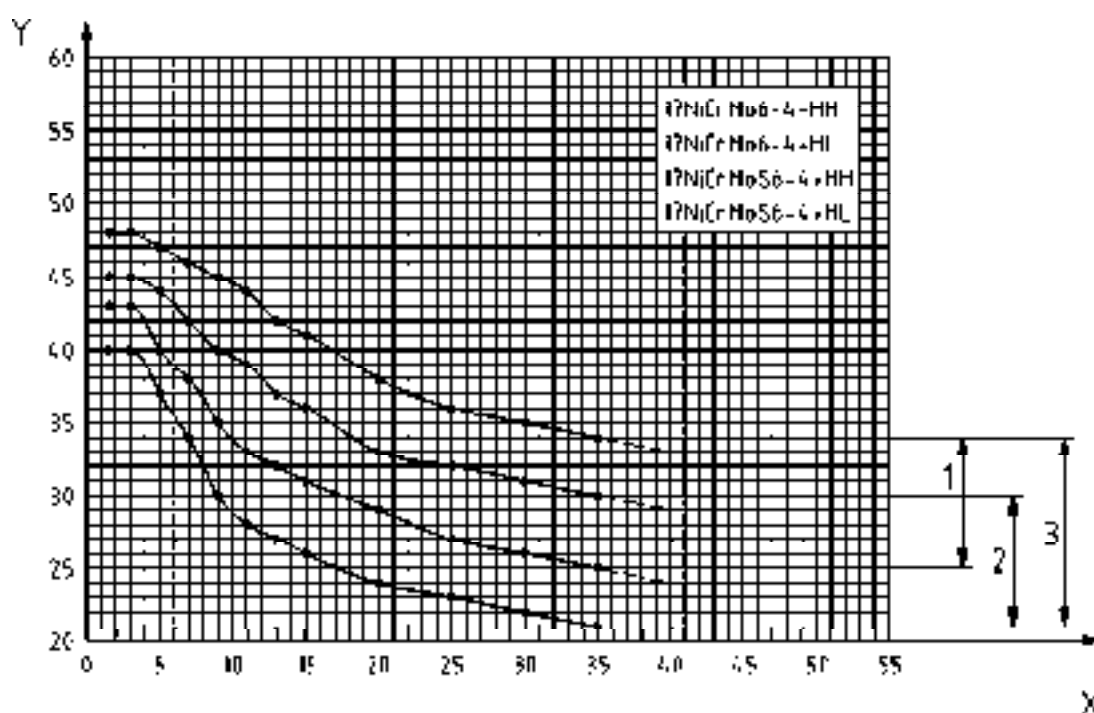
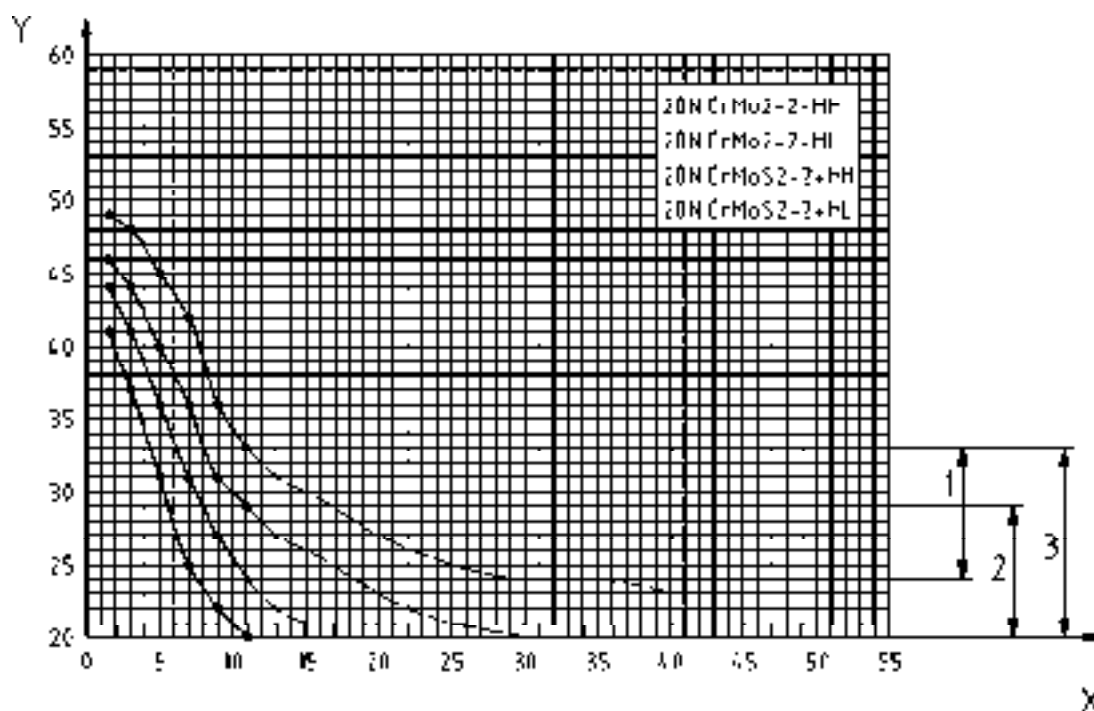
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

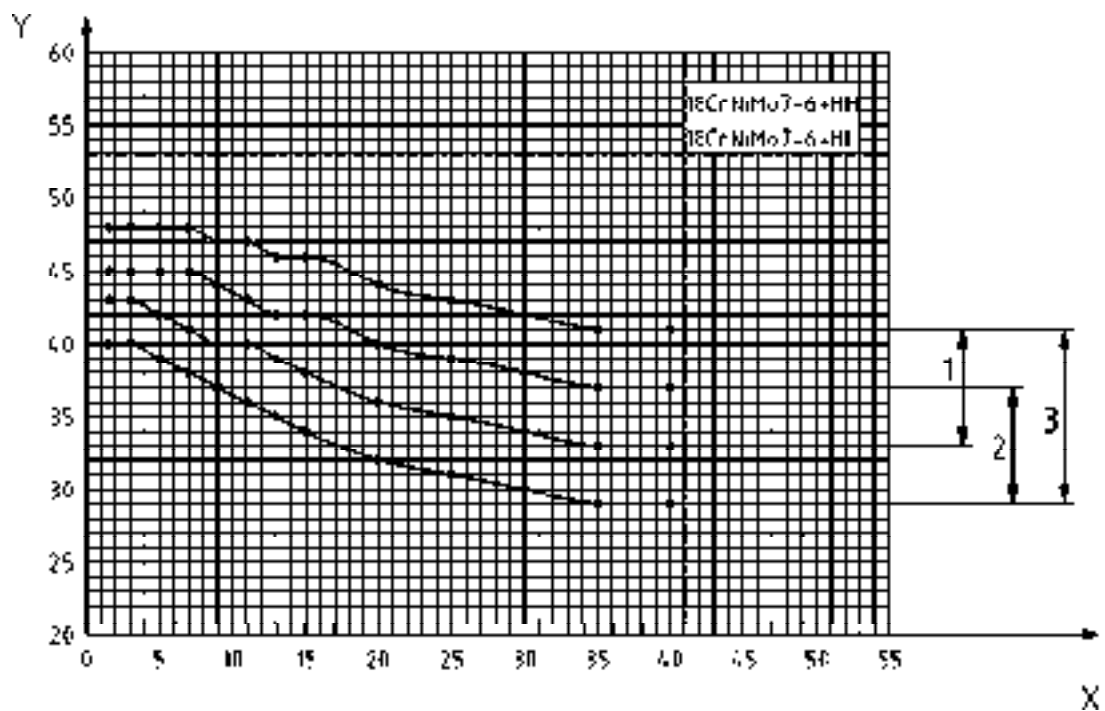
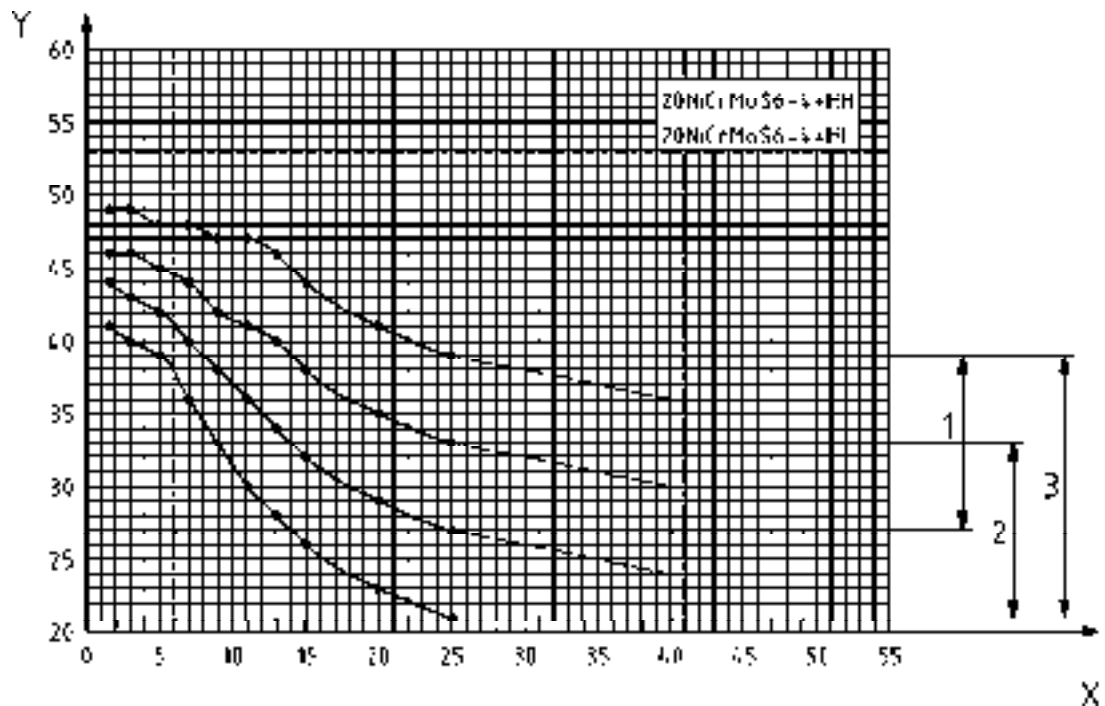
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

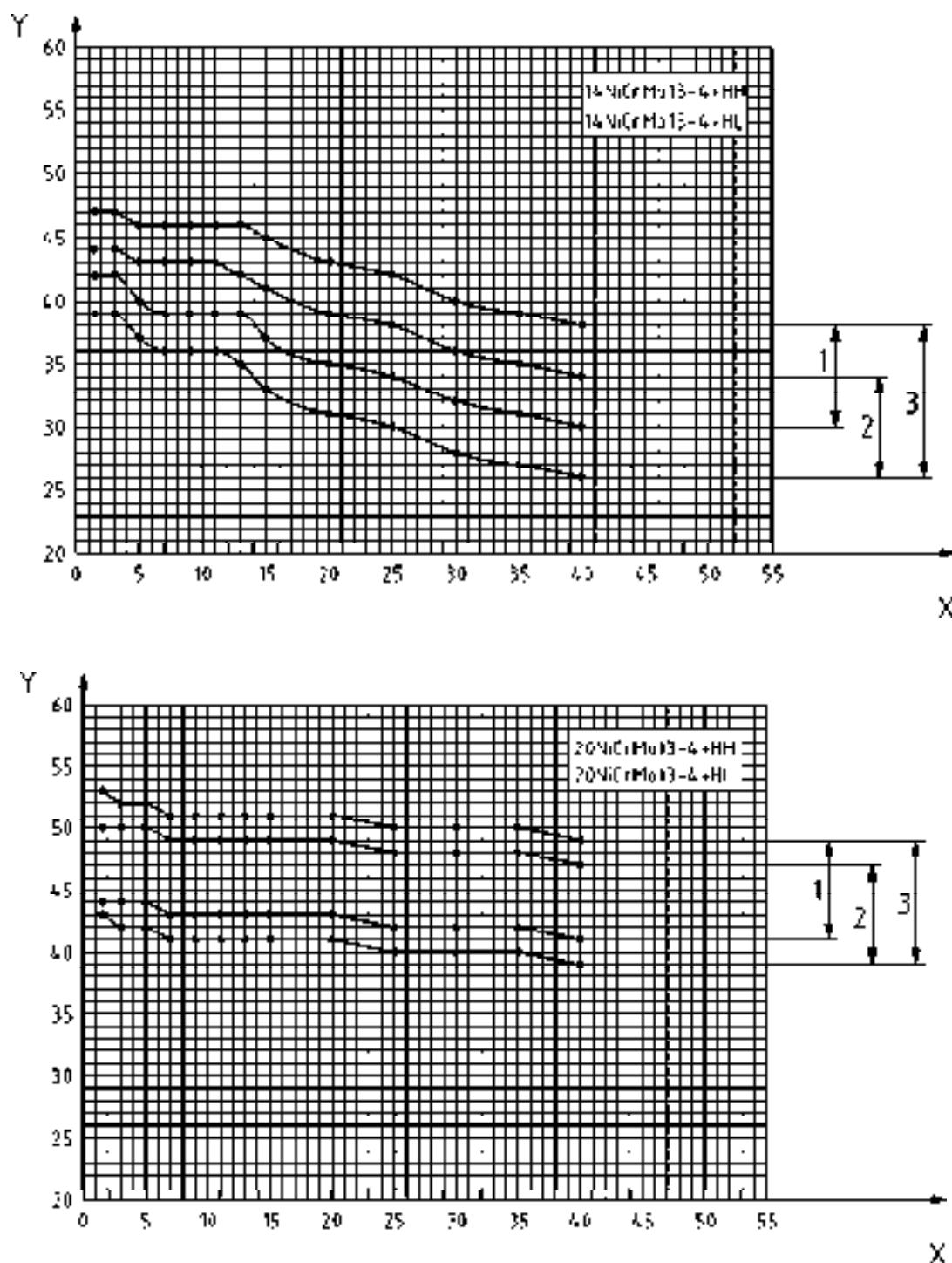
Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)



Key

- X Distance from quenched end of test piece, mm
- Y Hardness, HRC
- 1 HH-grade
- 2 HL-grade
- 3 H-grade

Figure 1 — Scatter bands for the Rockwell - C hardness in the end quench hardenability test
(continued)

Annex A (normative)

Options

NOTE One or more of the following supplementary or special requirements may be agreed upon at the time of enquiry and order. The details of these requirements may be agreed upon between the manufacturer and the purchaser at the time of enquiry and order if necessary.

A.1 Non-metallic inclusion content

A.1.1 Microscopic inclusions

The microscopically determined non-metallic inclusions content shall be within agreed limits when tested according to a procedure to be agreed at the time of enquiry and order (see Annex C).

NOTE The requirements for non metallic inclusions content apply in every case; however, verification requires a special agreement.

A.1.2 Macroscopic inclusions

This requirement is applicable for the verification of the macroscopic inclusions in special steels. If verification is agreed then the method and acceptance limits shall be agreed at the time of enquiry and order.

A.2 Non-destructive testing

Steel flat products of thickness equal to or greater than 6 mm shall be tested ultrasonically in accordance with EN 10160 and steel bars shall be tested ultrasonically in accordance with EN 10308. Other products shall be non-destructively tested in accordance with a method to be agreed at the time of enquiry and order and to acceptance criteria also to be agreed at the time of enquiry and order.

A.3 Product analysis

One product analysis shall be carried out per cast for the determination of elements for which values are specified for the cast analysis (see Table 3) of the steel grade concerned.

Sampling shall be carried out as specified in EN ISO 14284. In cases of dispute about the analytical method, the chemical composition shall be determined in accordance with a reference method taken from one of the European Standards in prCEN/TR 10261.

A.4 Fine grain steel

Fine grain steel shall have an austenite grain size of 5 or finer. If specific testing is ordered, the grain size requirement is to be verified by determining the aluminium content or micrographically. The fine grain structure is normally achieved, when the total aluminium content is a minimum of 0,018 %. In such a case the micrographic investigation is not necessary. The aluminium content shall be given in the inspection document.

Otherwise one test piece per cast shall be inspected for the determination of the austenitic grain size. Sampling and sample preparation shall be as specified in EN ISO 643. The steel shall be tested in accordance with the Mc-Quaid-Ehn method described in EN ISO 643 and the grain structure shall be considered satisfactory if 70 % of the area is within the specified size limits.

Unless otherwise agreed at the time of enquiry and order, the grain size shall be determined from a carburised specimen. Carburisation shall be achieved by maintaining the specimen in carburising powder at 925 °C $\pm$ 10 °C for 6 h. This is generally done by keeping the carburising chamber at 925 °C $\pm$ 10 °C for 8 h, including a pre-heating period. In most cases, a carburised layer of approximately 1 mm is obtained. After carburising,

cooling the specimen at a rate slow enough ensures the cementite precipitating on the grain boundaries of the hypoeutectoid zone of the carburised layer.

A.5 Reduction ratio and deformation ratio

If the central soundness of the hot rolled or forged products is important, the purchaser must be aware that a minimum reduction ratio (referred to the cross section) for long products or a minimum thickness deformation ratio (referred to the thickness) for flat products is necessary. In this case a minimum reduction ratio or a minimum thickness deformation ratio of e.g. 4:1 may be agreed at the time of enquiry and order (see 6.3).

A.6 Special marking

The products shall be specially marked (e.g. by bar coding in accordance with EN 606) in a way agreed upon at the time of enquiry and order.

Copyright Deutsches Institut für Normung e. V.
Provided by IHS under license with DIN
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Annex B (informative)

Dimensional standards applicable to products complying with this European Standard

For rod:

EN 10017, *Steel rod for drawing and/or cold rolling – Dimensions and tolerances*

EN 10108, *Round steel rod for cold heading and cold extrusion – Dimensions and tolerances*

For hot rolled bars:

EN 10058, *Hot rolled flat steel bars for general purposes – Dimensions and tolerances on shape and dimensions*

EN 10059, *Hot rolled square steel bars for general purposes – Dimensions and tolerances on shape and dimensions*

EN 10060, *Hot rolled round steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions*

EN 10061, *Hot rolled hexagon steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions*

For hot rolled strip and sheet/plate:

EN 10029, *Hot rolled steel plates 3 mm thick or above – Tolerances on dimensions, shape and mass*

EN 10048, *Hot rolled narrow steel strip – Tolerances on dimensions and shape*

EN 10051:1991, *Continuously hot rolled uncoated plate, sheet and strip of non-alloy and alloy steels – Tolerances on dimensions and shape*

Annex C (normative)

Determining the microscopic non-metallic inclusions content

The microscopic non-metallic inclusions in special steels shall be tested in accordance with EN 10247. The method of assessment and the requirements for determining the non-metallic inclusions content are to be defined at the time of enquiry and order.

If there is no agreement at the time of enquiry and order the average field method calculated for area inclusions with restricted evaluation (K_{aR}) shall be used and following requirements are applicable (see Table C.1).

Table C.1 — Requirements for the microscopic non-metallic inclusions content assessment in accordance with EN 10247

Average field method (K) calculated for area inclusions (a) with restricted values (R): K_{aR} ($\mu\text{m}^2/\text{mm}^2$)	
Restricted values for	Types 1) EB – aluminium oxides EC – silicates ED – globular oxides EAD – heterogeneous inclusions, partly encapsulated
	Row 4 and bigger ($> 22 \mu\text{m}$)
Limit	$K_{aR} \leq 40$ ($\mu\text{m}^2/\text{mm}^2$) for EB + EC + ED + EAD

NOTE The above mentioned method to measure the non-metallic inclusions content was introduced due to the publication of EN 10247:2007 and was first applied in this European Standard. Since customers have to gain experience in the subsequent processing of these special steels with the application of the new measurement method it must be stated that a certain transition period seems to be necessary. During the transition period reference may be made to EN 10084:1998

1) EB – aluminium oxides (columns 7-10 of fig. 5, EN 10247:2007), EC – silicates (columns 1-5 of fig. 5, EN 10247:2007), ED – globular oxides (column 6 of fig. 5, EN 10247:2007), EAD – heterogeneous inclusions, partly encapsulated (columns 1-6 of fig. 5, EN 10247:2007), see also figure A.2 of EN 10247:2007.

Annex D (informative)

Comparison of steel grades specified in this European Standard and ISO 683-11:1987 and other steel grades previously standardized nationally

Table D.1

EN 10084		ISO 683-11:1987	Germany		Finland	France	Italy	Spain	Sweden	United Kingdom
Steel name	Steel number		Steel name	Steel number						
C10E	1.1121	C10	Ck10	1.1121	-	XC10	C10	C10k	-	045M10
C10R	1.1207	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15E	1.1141	C15E4	Ck15	1.1141	505	-	C15	C16k	-	-
C15R	1.1140	C15M2	Cm15	1.1140	-	-	-	C16k-1	SS1370	-
C16E	1.1148	C16E4	-	-	-	XC 18	-	-	-	080M15
C16R	1.1208	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17Cr3	1.7016	-	17Cr3	1.7016	-	-	-	-	-	527M17
17CrS3	1.7014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28Cr4	1.7030	-	28Cr4	1.7030	-	-	-	-	-	-
28CrS4	1.7036	-	28CrS4	1.7036	-	-	-	-	-	-
16MnCr5	1.7131	16MnCr5	16MnCr5	1.7131	-	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	-	590M17
16MnCrS5	1.7139	16MnCrS5	16MnCrS5	1.7139	-	-	-	16MnCr5-1	SS2127	-
16MnCrB5	1.7160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20MnCr5	1.7147	20MnCr5	20MnCr5	1.7147	510	20MC5	20MnCr5	-	-	-
20MnCrS5	1.7149	20MnCrS5	20MnCrS5	1.7149	-	-	-	-	-	-
18CrMo4	1.7243	18CrMo4	-	-	-	18CD4	18CrMo4	18CrMo4	-	708M20
18CrMoS4	1.7244	18CrMoS4	-	-	-	-	-	18CrMo4-1	-	-
22CrMoS3-5	1.7333	-	22CrMoS3 5	1.7333	-	-	-	-	-	-
20MoCr3	1.7320	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20MoCrS3	1.7319	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20MoCr4	1.7321	-	20MoCr4	1.7321	-	-	-	20MoCr5	-	-
20MoCrS4	1.7323	-	20MoCrS4	1.7323	-	-	-	20MoCr5-1	-	-
16NiCr4	1.5714	-	-	-	-	-	16CrNi4	-	-	637M17
16NiCrS4	1.5715	-	-	-	-	-	16CrNiS4	-	SS2511	-
10NiCr5-4	1.5805	-	-	-	-	10NC6	-	-	-	-
18NiCr5-4	1.5810	-	-	-	-	20NC6	-	-	-	-
17CrNi6-6	1.5918	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15NiCr13	1.5752	15NiCr13	-	-	-	-	-	-	-	(655M13)
20NiCrMo2-2	1.6523	20NiCrMo2	21NiCrMo2	1.6523	506	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	-	805M20
20NiCrMoS2-2	1.6526	20NiCrMoS2	21NiCrMoS2	1.6526	-	-	20NiCrMoS2	20NiCrMo2-1	SS2506	-
17NiCrMo6-4	1.6566	17NiCrMo6	-	-	-	18NCD6	18NiCrMo5	-	SS2523	815M17
17NiCrMoS6-4	1.6569	-	-	-	-	-	18NiCrMoS5	-	-	-
20NiCrMoS6-4	1.6571	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18CrNiMo7-6	1.6587	18CrNiMo7	17CrNiMo6	1.6587	511	-	-	-	-	-
14NiCrMo13-4	1.6657	-	-	-	-	-	16NiCrMo12	-	-	-
20NiCrMo13-4	1.6660	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Annex E
 (informative)

Classification of steel grades according to minimum tensile strength as a function of diameter after hardening and tempering at 200 °C

Table E.1

R _m _{min} MPa	d ≤ 16 mm	16 mm < d ≤ 40 mm	40 mm < d ≤ 100 mm
1400	20NiCrMo13-4	20NiCrMo13-4	20NiCrMo13-4
1200	20MnCr5, 20MnCrS5, 17NiCrMo6-4, 17NiCrMoS6-4, 20NiCrMoS6-4 18NiCr5-4, 17CrNi6-6, 18CrNiMo7-6, 14NiCrMo13-4		
1100	22CrMoS3-5 18CrMo4, 18CrMoS4, 20NiCrMo2-2, 20NiCrMoS2-2	18NiCr5-4, 17CrNi6-6, 18CrNiMo7-6	
1000	15NiCr13 16MnCr5, 16MnCrS5, 16MnCrB5 16NiCr4, 16NiCrS4	20NiCrMoS6-4 14NiCrMo13-4 17NiCrMo6-4, 17NiCrMoS6-4	
900	20MoCr3, 20MoCrS3, 20MoCr4, 20MoCrS4 28Cr4, 28CrS4, 10NiCr5-4	20MnCr5, 20MnCrS5 22CrMoS3-5	
800	C16E, C16R, 17Cr3, 17CrS3, C15E, C15R	18CrMo4, 18CrMoS4, 15NiCr13 16MnCr5, 16MnCrS5, 16MnCrB5, 16NiCr4, 16NiCrS4 20NiCrMo2-2, 20NiCrMoS2-2 20MoCr3, 20MoCrS3, 20MoCr4, 20MoCrS4	18NiCr5-4, 17CrNi6-6, 18CrNiMo7-6 14NiCrMo13-4 22CrMoS3-5, 17NiCrMo6-4, 17NiCrMoS6-4, 20NiCrMoS6-4
700			15NiCr13 20MnCr5, 20MnCrS5
600		28Cr4, 28CrS4, 10NiCr5-4 17Cr3, 17CrS3 C16E, C16R C15E, C15R	18CrMo4, 18CrMoS4, 20NiCrMo2-2, 20NiCrMoS2-2 28Cr4, 28CrS4, 16MnCr5, 16MnCrS5, 16MnCrB5
500	C10E, C10R		
400		C10E, C10R	10NiCr5-4

Bibliography

European Standards for similar steel grades as in Table 3 which are intended for other product forms, treatment conditions or special applications are:

- [1] EN 10083-1, *Steels for quenching and tempering - Part 1: General technical delivery conditions*
- [2] EN 10083-2, *Steels for quenching and tempering - Part 2: Technical delivery conditions for non alloy steels*
- [3] EN 10083-3, *Steels for quenching and tempering - Part 3: Technical delivery conditions for alloy steels*
- [4] EN 10085, *Nitriding steels – Technical delivery conditions*
- [5] EN 10087, *Free-cutting steels – Technical delivery conditions for semi-finished products, hot-rolled bars and rods*
- [6] EN 10089, *Hot-rolled steels for quenched and tempered springs – Technical delivery conditions*
- [7] EN 10263-1, *Steel rod, bars and wire for cold heading and cold extrusion - Part 1: General technical delivery conditions*
- [8] EN 10263-3, *Steel rod, bars and wire for cold heading and cold extrusion - Part 3: Technical delivery conditions for case hardening steels*
- [9] EN 10277-1, *Bright steel products - Technical delivery conditions - Part 1: General*
- [10] EN 10277-4, *Bright steel products - Technical delivery conditions - Part 4: Case-hardening steels*
- [11] ISO 683-11, *Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels - Part 11: Wrought case-hardening steels*

Nitriding steels
 Technical delivery conditions
 English version of DIN EN 10085

DIN
EN 10085

ICS 77 140.10; 77 140.20

Supersedes DIN 17211,
 April 1987 edition.

Nitrierstähle – Technische Lieferbedingungen

European Standard EN 10085: 2001 has the status of a DIN Standard.

A comma is used as the decimal marker.

National foreword

This standard has been prepared by ECSS/TC 23 'Steels for heat treatment, alloy steels and free-cutting steels - Qualities' (Secretariat: Germany). The responsible German body involved in its preparation was the Normenausschuss Eisen und Stahl (Steel and Iron Standards Committee).

The DIN Standards corresponding to the documents referred to in clause 2 of the EN are as follows.

CR 10260	DIN V 17006-100
Euronorm 103	DIN 50601
Euronorm 104	DIN 50192

Amendments

DIN 17211, April 1987 edition, has been superseded by the specifications of EN 10085

Previous editions

DIN 17221: 1970-08, 1987-04.

National Annex NA

Standards referred to

(and not included in Normative references)

DIN 50192	Determination of depth of decarburization of steel
DIN 50601	Metallographic examination – Determination of the ferritic or austenitic grain size of steel and ferrous materials
DIN V 17006-100	Designation systems for steel – Additional symbols for steel names

EN comprises 26 pages.

English version

**Nitriding steels
Technical delivery conditions**

**Aciers pour nitruration – Conditions
techniques de livraison**

**Nitrierstähle – Technische
Lieferbedingungen**

This European Standard was approved by CEN on 2001-01-19.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Management Centre or to any CEN member.

The European Standards exist in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, and the United Kingdom.

CEN

**European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung**

Management Centre: rue de Stassart 35, B-1050 Brussels

Contents

Foreword	3
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions	5
4 Classification and designation	6
4.1 Classification	6
4.2 Designation	6
5 Information to be supplied by the purchaser	6
5.1 Mandatory information	6
5.2 Options	7
6 Manufacturing process	8
6.1 General	8
6.2 Heat-treatment and surface condition at delivery	8
6.3 Cast separation	8
7 Requirements	8
7.1 Chemical composition, hardness and mechanical properties	8
7.2 Shearability	8
7.3 Structure	8
7.4 Internal soundness	9
7.5 Surface quality and decarburization	9
7.6 Dimensions, tolerances on dimensions and shape	9
8 Inspection and testing	9
8.1 Types and contents of inspection documents	9
8.2 Specific inspection and testing	10
9 Marking	11
Annex A (normative): Ruling sections for the mechanical properties	22
Annex B (normative): Supplementary or special requirements	24
Annex C (informative): Heat treatment	25
Annex D (informative): Dimensional standards applicable to products complying with this European Standard	26
Bibliography	26

Foreword

This European Standard has been prepared by Technical Committee ECSS/TC 23 "Steels for heat treatment, alloy steels and free-cutting steels - Qualities and dimensions", the secretariat of which is held by DIN.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by September 2001, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by September 2001.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

1 Scope

1.1 This European Standard specifies the technical delivery requirements for

- semi-finished products, e. g. blooms, billets, slabs (see NOTE 3);
- bars (see NOTE 3);
- rod,
- wide flats,
- hot- or cold-rolled strip and sheet/plate;
- forgings (see NOTE 3)

manufactured from the nitriding steels listed in Table 3 and supplied in one of the heat-treatment conditions given for the different types of products in Table 1, line 2 to 4 and in one of the surface conditions given in Table 2.

The steels are, in general, intended for the fabrication of quenched and tempered and generally machined and subsequently nitrided parts.

NOTE 1 Some grades from EN 10083-1 are also used for nitriding treatment.

NOTE 2 Related European Standards are given in Bibliography.

NOTE 3 Hammer-forged semi-finished products (blooms, billets, slabs etc.) and hammer-forged bars are in the following covered under semi-finished products or bars and not under the term "forgings".

1.2 In special cases, variations in these technical delivery requirements or additions to them may form the subject of an agreement at the time of enquiry and order (see annex B).

1.3 In addition to the specifications of this European Standard, the general technical delivery requirements of EN 10021 are applicable.

2 Normative references

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

EN 10002-1, *Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Test method (at ambient temperature)* "including Addendum AC1:1990"

EN 10020, *Definition and classification of grades of steel*

- EN 10021, *General technical delivery requirements for steel and iron products*
- EN 10027-1, *Designation systems for steel - Part 1: Steel names, principal symbols*
- EN 10027-2, *Designation systems for steel - Part 2: Numerical system*
- EN 10045-1, *Metallic materials - Charpy impact test - Part 1: Test method*
- EN 10052, *Vocabulary of heat treatment terms for ferrous products*
- EN 10079, *Definition of steel products*
- EN 10163-2, *Delivery requirements for surface condition of hot-rolled steel plates, wide flats and sections - Part 2: Plates and wide flats*
- EN 10204, *Metallic products - Types of inspection documents (includes amendment A1-1993)*
- EN 10221, *Surface quality classes for hot-rolled bars and rods - Technical delivery conditions*
- CR 10260, *Designation systems for steels - Additional symbols*
- CR 10261, *ECISS IC 11 - Iron and steel - Review of available methods of chemical analysis*
- EN ISO 377, *Steel and steel products - Location and preparation of samples and test pieces for mechanical testing*
- EN ISO 6506-1, *Metallic materials - Brinell hardness test - Part 1: Test method (ISO 6506-1:1999)*
- EURONORM 103¹⁾, *Microscopic determination of the ferritic or austenitic grain size of steels*
- EURONORM 104¹⁾, *Determination of the depth of decarburization of non-alloy and low alloy structural steels*
- ISO 14284, *Steel and iron - Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition*

3 Terms and definitions

For the purpose of this European Standard, the following terms and definitions apply in addition to the terms and definitions given in EN 10020, EN 10052, EN 10079, EN ISO 377 and ISO 14284

¹⁾ It may be agreed at the time of ordering, until these EURONORMS have been adopted as European Standards, that these EURONORMS or the corresponding national standards should be applied.

3.1

ruling section

that section for which the specified mechanical properties apply

Independent of the actual shape and dimensions of the cross-section of the product the size of its ruling section is always given by a diameter. This corresponds to the diameter of an "equivalent round bar". That is, a round bar which, at the position of its cross-section specified for taking the test pieces for the mechanical tests, will, when being cooled from austenitizing temperature, show the same cooling rate as the actual ruling section of the product concerned at its position for taking the test pieces

3.2

nitriding steels

heat-treatable steels containing controlled amounts of two or more of the nitride forming elements aluminium, chromium, molybdenum, vanadium, making them particularly suitable for nitriding

4 Classification and designation

4.1 Classification

All steels covered by this European Standard are classified as alloy special steels according to EN 10020.

4.2 Designation

4.2.1 Steel names

For the steel grades covered by this European Standard, the steel names as given in the relevant tables are allocated in accordance with EN 10027-1 and CR 10260.

4.2.2 Steel numbers

For the steel grades covered by this European Standard, the steel numbers as given in the relevant tables are allocated in accordance with EN 10027-2

5 Information to be supplied by the purchaser

5.1 Mandatory information

The following information shall be supplied by the purchaser at the time of enquiry and order:

- a) the quantity to be delivered;
- b) the designation of the product form (e. g. round or square);
- c) the number of the dimensional standard;
- d) the dimensions and tolerances on dimensions and shape and, if applicable, letters denoting relevant special tolerances;

- c) the number of this European Standard (EN 10085);
- f) steel name or steel number (see 4.2);
- g) if appropriate, the symbol for the heat treatment condition at delivery (see 6.2.1, 6.2.2 and Table 1);
- h) if appropriate, the symbol for the surface condition at delivery (see 6.2.3 and Table 2);
- i) if required, the type of inspection document in accordance with EN 10204 (see 8.1).

EXAMPLE

30 rounds EURONORM 60 - 20x8000
EN 10085 - 34CrAlNi7-10+A
EN 10204 - 3.1.B

or

30 rounds EURONORM 60 - 20x8000
EN 10085 - 1.8350+A
EN 10204 - 3.1.B

5.2 Options

A number of options are specified in this European Standard and listed below. If the purchaser does not indicate his wish to implement one of these options, the supplier shall supply in accordance with the basis specification of this European Standard (see 5.1).

- a) any special requirement on grain size (see 7.3.1 and 8.2.2);
- b) any requirement concerning the admissible ferrite content in the core (see 7.3.2);
- c) any requirement for internal soundness (see 7.4 and B.3);
- d) any requirement relating to surface quality (see 7.5.3);
- e) any requirement regarding the permissible depth of decarburization (see 7.5.4);
- f) any requirement relating to removal of surface defects (see 7.5.5);
- g) any verification of the mechanical properties of reference test pieces in the quenched and tempered condition (see 8.2.1.1 and B.1);
- h) any requirement concerning special marking of the product (see clause 9 and B.5);
- i) any verification of the product analysis (see Table 8 and B.4);
- j) any requirement concerning non-metallic inclusion content (see B.2).

6 Manufacturing process

6.1 General

The manufacturing process of the steel and of the products is left to the discretion of the manufacturer with the restrictions given by the requirements in 6.2 and 6.3.

6.2 Heat-treatment and surface condition at delivery

6.2.1 Normal condition at delivery

Unless otherwise agreed at the time of enquiry and order, the products shall be delivered in the untreated, i. e. as rolled condition (see Table 2, NOTE a).

6.2.2 Particular heat-treatment condition

If so agreed at the time of enquiry and order, the products shall be delivered in one of the heat-treatment conditions given in Table 1, lines 2 to 4.

6.2.3 Particular surface condition

If so agreed at the time of enquiry and order, the products shall be delivered in one of the particular surface conditions given in Table 2, lines 3 to 6.

6.3 Cast separation

The steels shall be delivered separated by casts.

7 Requirements

7.1 Chemical composition, hardness and mechanical properties

The requirements for chemical composition, hardness and mechanical properties cited in Table 1, column 9, apply as appropriate for the particular heat-treatment condition.

The requirements for mechanical properties given in this European Standard are restricted to the sizes given in Table 6.

7.2 Shearability

Under suitable shearing conditions (avoiding local stress peaks, preheating, application of blades with a profile adapted to that of the product etc.) all steels are shearable in the condition "soft annealed".

7.3 Structure

7.3.1 Unless otherwise agreed, the steel when tested in accordance with one of the methods described in EURONORM 103 shall show an austenitic grain size of 5 or finer.

7.3.2 Requirements for the ferrite content in the core may be agreed at the time of enquiry and order.

7.4 Internal soundness

The steel shall be free from internal defects likely to have an adverse effect (see B.3).

7.5 Surface quality and decarburization

7.5.1 All products shall have a workmanlike finish.

7.5.2 Minor surface imperfections, which may occur under normal manufacturing conditions, such as scores originating from rolled-in scale in the case of hot-rolled products, shall not be regarded as defects.

7.5.3 Where appropriate, requirements relating to surface quality of the products shall be agreed on at the time of enquiry and order, if possible with reference to European Standards.

EN 10163-2 specifies requirements for the surface quality of hot-rolled sheet/plate and wide flats.
EN 10221 contains surface quality classification for hot-rolled bars and rods.

NOTE It is more difficult to detect and eliminate surface discontinuities from coiled products than from cut lengths. This should be taken into account when agreements on surface quality are made.

7.5.4 Requirements may be specified at the time of enquiry and order regarding the permissible depth of decarburization.

The depth of decarburization shall be determined in accordance with the micrographic method specified in EURONORM 104.

7.5.5 Repair of surface discontinuities by welding is not permitted.

If surface discontinuities are to be repaired, the method and permissible maximum depth of removal should be agreed at the time of enquiry and order.

7.6 Dimensions, tolerances on dimensions and shape

The nominal dimensions, tolerances on dimensions and shape for the product shall be agreed at the time of enquiry and order, if possible, with reference to the dimensional standards applicable (see annex D).

8 Inspection and testing

8.1 Types and contents of inspection documents

8.1.1 For each delivery, the issue of any inspection document according to EN 10204 may be agreed upon at the time of enquiry and order.

8.1.2 If, in accordance with the agreements made at the time of enquiry and order, a test report is to be provided, this shall cover:

- a) the statement that the material complies with the requirements of the order;
- b) the results of the cast analysis for all elements specified for the type of steel supplied;
- c) the actual tempering temperature for the steel grades delivered in the quenched and tempered condition.

8.1.3 If, in accordance with the agreements in the order, an inspection certificate 3.1.A, 3.1.B or 3.1.C or an inspection report 3.2 (see EN 10204) is to be provided, the specific inspections and tests described in 8.2 shall be carried out and their results shall be certified in the document.

In addition the document shall cover

- a) for all elements specified for the steel type concerned, the results of the cast analysis given by the manufacturer;
- b) the actual tempering temperature for the steel grades delivered in the quenched and tempered condition;
- c) the result of all inspections and tests ordered by supplementary requirements (see annex B);
- d) the symbol letters or numbers relating the inspection documents, the test pieces and products to each other.

8.2 Specific inspection and testing

8.2.1 Verification of the hardness and mechanical properties

8.2.1.1 The hardness requirements or mechanical properties given for the relevant heat-treatment condition in Table 1, column 9, sub-clause 2, shall, with the following exception, be verified. The requirement given in Table 1, footnote a (mechanical properties of reference test pieces), is only to be verified if the supplementary requirement specified in B.1 is ordered.

8.2.1.2 The amount of testing, the sampling conditions and the test methods to be applied for the verification of the requirements shall be in accordance with the prescriptions of Table 7.

8.2.2 Verification of the grain size

In case the verification of the fine grain structure is specified, the method for determination of grain size according to EURONORM 103, the amount of testing and the testing conditions shall be agreed at the time of enquiry and order.

8.2.3 Visual and dimensional inspection

A sufficient number of products shall be inspected to ensure compliance with the specification.

8.2.4 Retests

For retests, EN 10021 shall apply.

9 Marking

The manufacturer shall mark the products or the bundles or boxes containing the products in a suitable way, so that the identification of the cast, the steel type and the origin of the delivery is possible (see B.5).

Table 1 - Combinations of usual heat-treatment conditions at delivery, product forms and requirements according to tables 3 to 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
1	Heat-treatment condition at delivery	Symbol	X = indicators applicable for					1	2	Remarks
			Semi-products	Bar	Rod	Flat products	Forgings			
2	Soft annealed	+A	X	X	X	X	X	Chemical composition according to Tables 3 and 4	Minimum tensile hardness according to Table 5	Observe also the supplementary requirements given in annex B
3	Quenched and tempered	+QT	.	X		X	X		Mechanical properties according to Table 6	
4	Others		Other treatment conditions, for example the quenched and tempered and stress relieved condition or special heat treatments for improving the machinability may be agreed at the time of enquiry and order.							
5	For deliveries in the condition "soft annealed", the values given in Table 6 for the quenched and tempered condition shall be achievable after appropriate heat treatment if so agreed at the time of enquiry and order (see B.1.1).									

Table 2 - Surface condition at delivery

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Surface condition at delivery			x = indicates in general applicable for					Notes
				Symbol	Semi-finished product	Bars	Rod	Flat products	
2	Unless otherwise agreed	As rolled or forged	None	x ^a	x	x	x	x	
3	Particular conditions supplied by agreement	+pickled	+PI	--	--	x	--	--	--
4		+blast cleaned	+BC	x	x	--	x	x	
5		+rough machined	+ ^b	--	x	x	--	x	
6		Others							
^a The term "as rolled" includes, in the case of the semi-finished products also the continuously cast condition. ^b Until the term "rough machined" is defined by, for example, machining allowances, the details shall be agreed at the time of enquiry and order. In addition it may be agreed that the products are oiled or, where appropriate, lined or phosphated.									

Table 3 - Types of steel and specified chemical composition (applicable to cast analysis)

Designation		Chemical composition ^a									
Steel name	Steel number	C	Si max.	Mn	P max.	S ^b max.	Al	Cr	Mo	Ni	V
24CrMo17-6	1.8516	0.20 to 0.27	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	-	3.00 to 3.50	0.50 to 0.70	-	-
34CrMo17	1.8517	0.24 to 0.35	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	-	2.90 to 3.30	0.30 to 0.50	-	-
12CrAlMo7-10	1.8505	0.25 to 0.35	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	0.80 to 1.20	1.50 to 1.80	0.20 to 0.40	-	-
34CrMoV9	1.8519	0.27 to 0.34	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	-	2.30 to 2.70	0.15 to 0.25	-	0.10 to 0.20
38CrMoV12-9	1.8522	0.29 to 0.36	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	-	2.80 to 3.30	0.20 to 0.40	-	0.15 to 0.25
34CrAlNi17-10	1.8550	0.40 to 0.57	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	0.80 to 1.20	1.50 to 1.80	0.15 to 0.25	0.85 to 1.15	-
43CrAlNi17-10	1.8509	0.38 to 0.45	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	0.80 to 1.20	1.50 to 1.80	0.20 to 0.35	-	-
40CrMoV13-9	1.8523	0.35 to 0.43	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	-	3.00 to 3.50	0.10 to 0.18	-	0.15 to 0.25
34CrAlMo5-10	1.8511	0.30 to 0.37	0.40	0.40 to 0.70	0.015	0.035	0.80 to 1.20	1.60 to 1.90	0.15 to 0.25	-	-

^a Elements not quoted shall not be intentionally added to the steel without the agreement of the purchaser, rather than for the purpose of hardening the steel. All reasonable precautions shall be taken to prevent the addition of these elements to the steel without the agreement of the purchaser.

^b By agreement between the purchaser and manufacturer, the steel may be treated with an upper limit of sulfur less than 0.015 %.

Table 4 - Permissible deviations between specified analysis and product analysis

Element	Permissible maximum content according to cast analysis % by mass	Permissible deviation ^a % by mass
C	± 0,45	± 0,02
Si	± 0,40	+ 0,03
Mn	± 0,20	± 0,04
P	± 0,015	+ 0,005
S	± 0,015	+ 0,005
Al	± 0,40 ≤ 1,20	± 0,10
Cr	≥ 4,00 ≤ 1,00 ≥ 1,00 ≤ 1,50	± 0,05 ± 0,10
Mo	± 0,30 ≤ 0,30 < 1,00	± 0,03 ± 0,04
Ni	± 1,15	± 0,05
V	± 0,25	± 0,02
^a "±" means, that in one cast the deviation may occur over the upper value or under the lower value of the specified range in Table 3, but not both at the same time.		

Table 5 - Hardness in the soft annealed condition (+A)

Designation		Hardness HB max.
Steel name	Steel number	
24CrMo33-6	1.8516	240
31CrMo47	1.8515	
32Cr4Mo7-10	1.8505	
31CrMoV9	1.8519	
33CrMoV12-9	1.8522	
34CrAlNi7-10	1.8550	
41Cr4Mo7-10	1.8509	
40CrMoV13-9	1.8523	
34Cr4Mo6-10	1.8504	

Table 6 - Mechanical properties in the quenched and tempered condition (+QT)

Designation		R _{0,5} ≤ d ≤ 30 mm					30 < d ≤ 100 mm					100 < d ≤ 160 mm					160 < d ≤ 250 mm					H _{RC}
		R _m MPa	R _e MPa	A %	KV J	CV min.	R _m MPa	R _e MPa	A %	KV J	CV min.	R _m MPa	R _e MPa	A %	KV J	CV min.	R _m MPa	R _e MPa	A %	KV J	CV min.	
Steel name	Steel number																					
34CrNiMo15-6	1 83405	1000 to 1250	800	10	25	25	950 to 1150	750	11	30	30	900 to 1100	700	12	30	30	850 to 1050	650	11	30	30	-
31CrNiMo12	1 83415	1000 to 1250	835	10	25	25	900 to 1100	735	11	30	30	850 to 1050	675	12	30	30	800 to 1000	625	11	30	30	930
35CrNiMo13-8C	1 83415	1000 to 1250	835	10	25	25	900 to 1100	735	11	30	30	850 to 1050	675	12	30	30	800 to 1000	625	11	30	30	-
31CrNiMo13	1 83419	1100 to 1300	900	9	25	25	1000 to 1200	800	10	30	30	950 to 1150	750	11	35	35	900 to 1100	700	11	40	40	930
33CrNiMo13-2-9	1 83422	1150 to 1350	950	11	40	40	1050 to 1250	850	12	45	45	1000 to 1200	800	13	40	40	950 to 1150	750	13	45	45	-
36CrNiMo15-10	1 83501	900 to 1100	600	10	30	30	850 to 1050	650	12	35	35	800 to 1000	600	13	35	35	750 to 950	550	13	45	45	930
41CrNiMo15-10	1 83509	950 to 1150	750	11	25	25	900 to 1100	700	13	35	35	850 to 1050	650	14	40	40	800 to 1000	600	14	50	50	950
40CrNiMo13-10	1 83523	950 to 1150	750	11	25	25	900 to 1100	700	13	35	35	850 to 1050	650	14	40	40	800 to 1000	600	14	50	50	-
34CrNiMo15 10S	1 83557	1000 to 1200	800	11	35	35	900 to 1100	700	14	40	40	850 to 1050	650	15	40	40	800 to 1000	600	15	50	50	930

a. R_m = Tensile strength; R_e = Yield strength; A = proof stress; KV = Impact strength for V notch test pieces.

b. HV = Hardness for unpolished surface. Values for oil-hardened/tempered and nitrided quenched and tempered conditions.

c. Available for thicknesses d ≤ 20 mm.

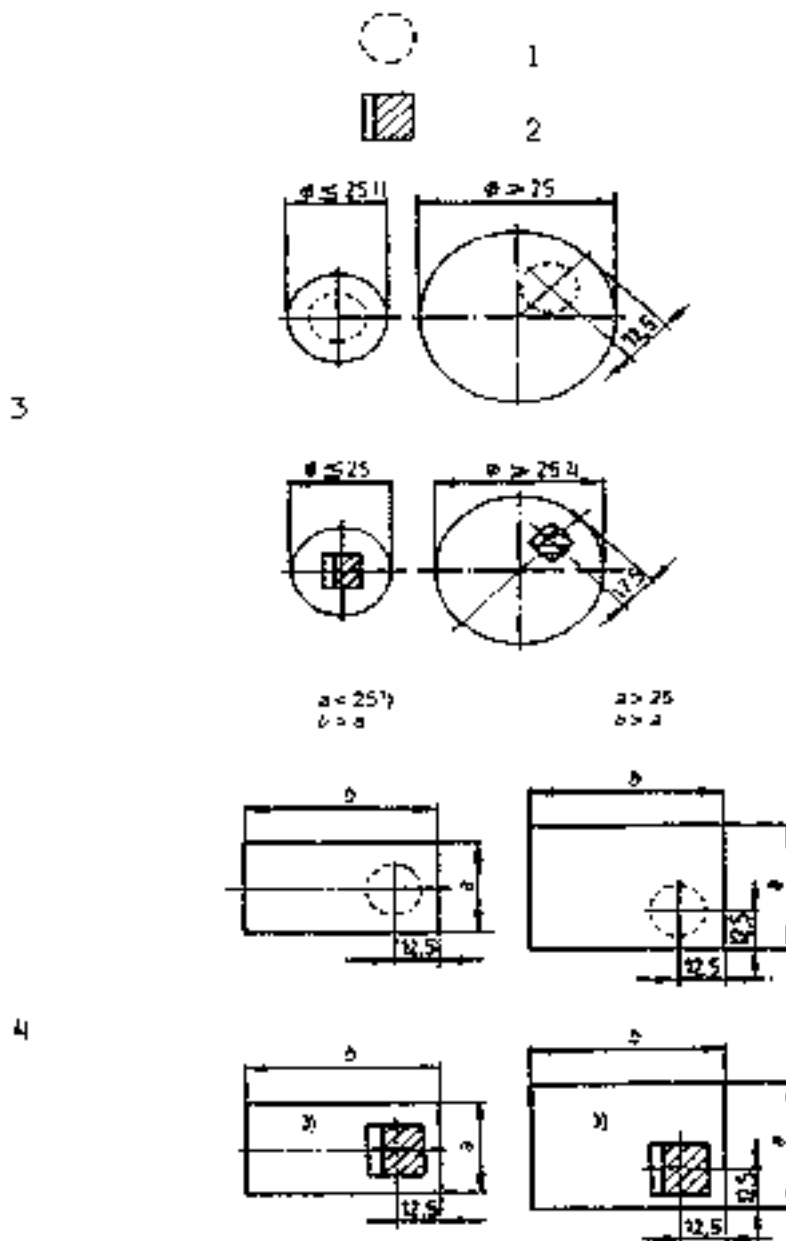
d. 1 HV = 1 N/mm².

Table 7 - Test conditions for the verification of the requirements given in column 2

NOTE: Verification of the requirements is only necessary if an inspection certificate or an inspection report is ordered and if the requirement is applicable according to Table 3, column 6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ref.	Requirements	Rev.	Number of sample products per test unit	Amount of testing	Sampling	Test method	Sampling and sample preparation	Test method to be applied				
		See Table 1		Number of test per product	Size in the sample (to this table, for T1 and T2)							
1	Chemical composition	1.1	C				General conditions The general conditions for volume and preparation of test samples and test pieces for steel should be in accordance with EN ISO 177 and ISO 14244.					
2	Hardness in the welds, heat affected zone (HAZ)	5	C + D + E	1	1.2		Hardness tests In cases where the hardness should be measured, if possible, at the circumference of the product at a distance of 1 x thickness from one end and at least of products with square or rectangular cross-sections in a distance of 0.25 x w, where w is the width of the product, from one longitudinal edge. If for example for impact and deep freezing the above provisions prove unrealistic, a more appropriate position of the hardness measurements shall be agreed at the time of enquiry and order.	According to EN ISO 6506-1				
3	Mechanical properties of quenched and tempered products (4.2.2)	n	C + D + E	1	1.3		Impact test The test piece for impact tests and the test pieces for Charpy V-notch impact tests shall be taken: - for heat-treated in accordance with figure 1 - for plates in accordance with figures 2 and 3. For hammer and deep freezing the test pieces shall be taken at their longitudinal axis parallel to the direction of principal grain flow from a position to be agreed at the time of enquiry and order.	The impact test shall be carried out in accordance with EN ISO 14801-1 in specimens of length $l_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$ where S_0 is the area of the cross-section of the test piece where this is not possible, other means for the products with thickness of about 2 mm, test piece with circular shape in accordance with EN ISO 14801-1 shall be agreed at the time of enquiry and order. In this case also the ultimate elongation after test shall be agreed for these test pieces shall be agreed. The impact test, where required, shall be made in accordance with EN ISO 14801-4.				
4	The test set to be carried out separately for each case as indicated by "C", each dimension as indicated by "T", and each test item as indicated by "1". Products with different thickness may be grouped if the thicknesses lie within the same dimension range for mechanical properties and if the differences in thickness do not affect the properties. In cases of doubt the thickness and the standard number shall be noted.											

Dimensions in millimetres



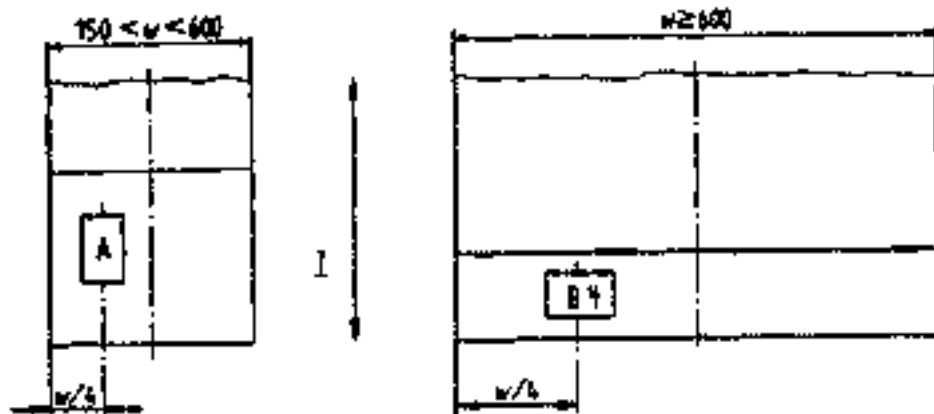
Key

- 1 Tensile test piece
- 2 Notched bar impact test piece
- 3 Round and similar shaped sections
- 4 Rectangular and square sections

- For small products (d or $b \leq 25$ mm), the test piece shall, if possible, consist of an unmachined part of the bar.

Figure 1 - Location of the test pieces in bars and rods

Dimensions in millimetres



Key

I Principal direction of rolling

- ¹⁾ In the case of steel grades in the quenched and tempered condition with requirements for the impact energy, the width of the sample shall be sufficient for longitudinal impact test pieces to be taken as specified in figure 3

Figure 2 - Location of the samples (A and B) in flat products in relation to the product width

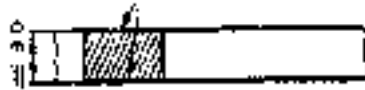
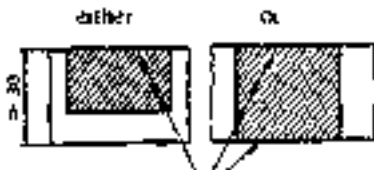
Type of test	Product thickness	Location of the test piece ^a for a product width of		Distance of the test piece from the rolled surface
	mm	$w < 600$ mm	$w \geq 600$ mm	mm
Tensile test ^b	≤ 30	longitudinal	transverse	
	> 30			
Impact test ^c	> 10 ^d	longitudinal	longitudinal	
^a Location of the longitudinal axis of the test piece with respect to the principal rolling direction ^b The test piece shall comply with EN 10002-1. ^c The longitudinal axis of the test piece shall be perpendicular to the rolled surface. ^d If agreed at the time of ordering, the test piece from products with a thickness exceeding 30 mm may be taken from 1/4 product thickness				

Figure 3 - Location of the test piece from flat products in relation to product thickness and principal direction of rolling

Annex A (normative)

Ruling sections for the mechanical properties

A.1 Definition

See 3.1.

A.2 Determination of the diameter of the equivalent ruling section

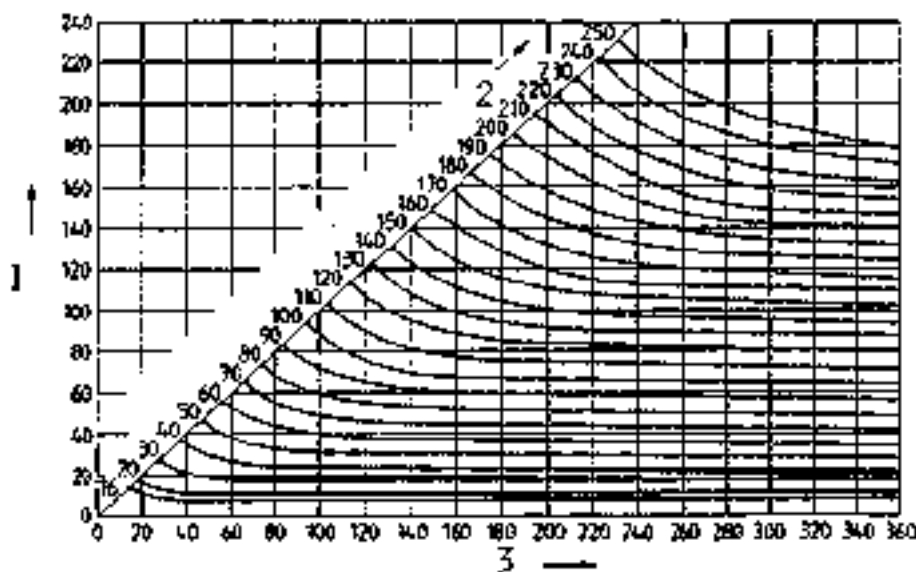
A.2.1 If the test pieces are taken from products with simple cross sections and from positions with quasi two-dimensional heat flow, A.2.1.1 to A.2.1.3 shall apply.

A.2.1.1 For rounds the nominal diameter of the product (not comprising the machining allowance) shall be taken as the diameter of the ruling section.

A.2.1.2 For hexagons and octagons the nominal distance between two opposite sides of the cross section shall be taken as the diameter of the ruling section.

A.2.1.3 For square and rectangular bars the diameter of the ruling section shall be determined in accordance with the example shown in figure A.1.

A.2.2 For other product forms the ruling section shall be agreed at the time of enquiry and order

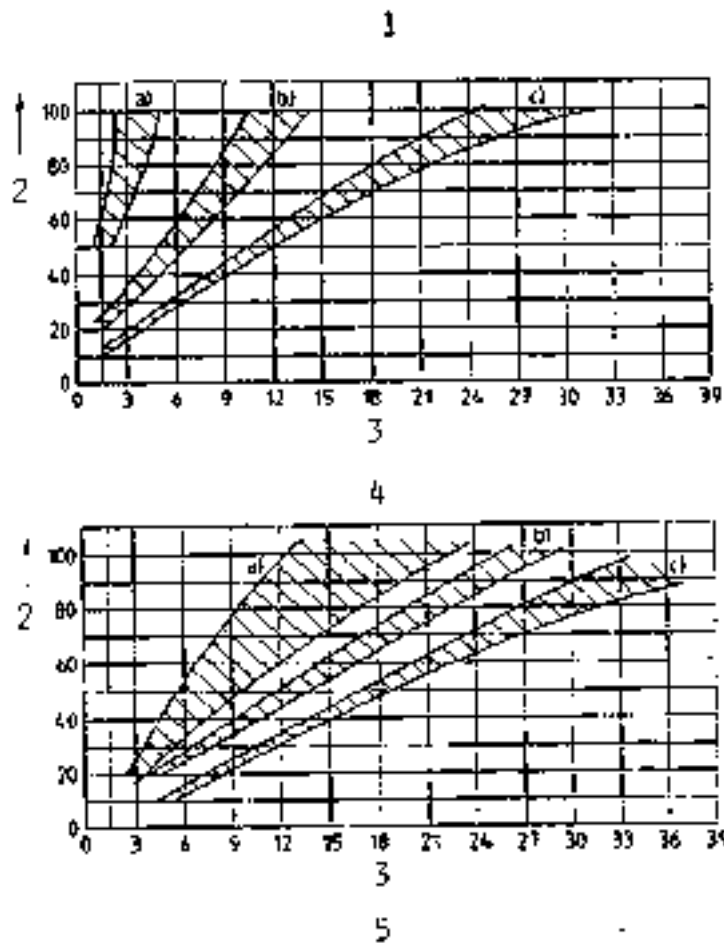


Key

- 1 Thickness in mm
- 2 Diameter of the ruling cross section in mm
- 3 Width in mm

Example For a rectangular bar with a section of 40 mm x 60 mm, the diameter of the ruling section is 50 mm.

Figure A.1 - Diameter of the equivalent ruling section for square and rectangular sections for quenching in oil or water



Key

- 1 Rounds quenched in mildly agitated water
- 2 Bar diameter in mm
- 3 Distance in mm from the quenched end
- 4 Rounds quenched in mildly agitated oil
- 5 a) Surface
b) 3/4 radius
c) Centre

Figure A.2 - Relationship between the cooling rates in end quench test pieces (Jominy test pieces) and in quenched round bars (Source: SAE J406c)

Annex B
(normative)

Supplementary or special requirements

NOTE One or more of the following supplementary or special requirements may be agreed upon at the time of enquiry and order. The details of these requirements may be agreed upon between the manufacturer and purchaser at the time of enquiry and order if necessary.

B.1 Mechanical properties of reference test pieces in the quenched and tempered condition

For deliveries in a condition other than quenched and tempered, the requirements for the mechanical properties in the quenched and tempered condition shall be verified on a reference test piece

In the case of bars and rods, the sample to be quenched and tempered shall, unless otherwise agreed, have the cross-section of the product. In all other cases the dimensions and the manufacture of the sample shall be agreed at the time of enquiry and order, where appropriate, while taking into consideration the indications for the determination of the ruling section given in annex A. The samples shall be quenched and tempered in accordance with the conditions given in the table for the heat-treatment conditions or as agreed at the time of enquiry and order. The details of the heat treatment shall be given in the inspection document. The test pieces shall, unless otherwise agreed, be taken in accordance with the relevant specifications of the standard.

B.2 Content of non-metallic inclusions

The content of non-metallic inclusions shall be within limits which have been agreed upon, when microscopically determined according to an agreed procedure (for example see ENV 10247)

B.3 Non-destructive testing

The products shall be non-destructively tested in accordance with a method to be agreed upon at the time of enquiry and order and to acceptance criteria also to be agreed upon at the time of enquiry and order.

B.4 Product analysis

One product analysis shall be carried out per cast for elements for which values are specified for the cast analysis of the steel type concerned.

The conditions for sampling shall be in accordance with ISO 14284. In the case of dispute about the analytical method, the chemical composition shall be determined in accordance with a reference method taken from one of the European Standards in ECSS EC 11 (CR 1026)

B.5 Special agreements for marking

The products shall be specially marked in a way agreed upon at the time of enquiry and order

Annex C
(informative)

Heat treatment

Guidance for heat treatment is given in Table C.1 for information.

Table C.1 - Conditions for heat treatment

Designation		Soft annealing	Hardening		Tempering	Nitriding
Steel name	Steel number	Temperature °C	Temperature ^a °C	Agent	Temperature ^b °C	Temperature ^d °C
24CrMo13-6	1.8516	650 to 700	870 to 970	Oil or water	580 to 700	480 to 570
31CrMo12	1.8515	650 to 700	870 to 930	Oil or water	580 to 700	480 to 570
32CrAlMo7-10	1.8505	650 to 750	870 to 930	Oil or water	580 to 700	480 to 570
31CrMoV9	1.8519	680 to 720	870 to 930	Oil or water	580 to 700	480 to 570
33CrMoV12-9	1.8522	680 to 720	870 to 970	Oil or water	580 to 700	480 to 570
34CrAlNi7-10	1.8550	650 to 700	870 to 930	Oil or water	580 to 700	480 to 570
41CrAlMo7-10	1.8509	650 to 750	870 to 930	Oil or water	580 to 700	480 to 570
40CrMoV13-9	1.8523	680 to 720	870 to 970	Oil or water	580 to 700	480 to 570
34CrAlMo5-10	1.8507	650 to 750	870 to 930	Oil or water	580 to 700	480 to 570

^a Time for austenitizing as a guide: 0.5 h minimum

^b Time for tempering as a guide: 1 h minimum.

^c With very large sizes, the tempering temperature may be agreed at the time of enquiry and order.

^d Time for nitriding depends on the desired depth of the nitrided case.

NOTE The base composition and the heat treatment (quenching and tempering) given in this table influence the levels of nitriding treatment. The tempering temperature should not be less than 50°C higher than the nitriding temperature. A difference of less than 50°C should be subject of a special agreement.

Annex D **(informative)**

Dimensional standards applicable to products complying with this European Standard

For hot rolled rod:

EURONORM 17, Rod in general purpose non alloy steel for cold drawing; dimensions and tolerances

EURONORM 108, Round steel rod for cold-stamped bolts and nuts; dimensions and tolerances

For hot rolled bars:

prEN 10058, Hot rolled flat steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions

prEN 10059, Hot rolled square steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions

prEN 10060, Hot rolled round steel bars - Dimensions and tolerances on shape and dimensions

prEN 10061, Hot rolled hexagon steel bars - Dimensions and tolerances on shape and dimensions

For hot rolled strip, sheet/plate and wide flats:

EN 10029, Hot rolled steel plates 3 mm thick or above - Tolerances on dimensions, shape and mass

EN 10048, Hot rolled narrow steel strip - Tolerances on dimensions and shape

EN 10051, Commonly hot rolled uncoated plate, sheet and strip of non-alloy and alloy steels - Tolerances on dimensions and shape

For cold rolled strip and sheet/plate:

EN 10140, Cold rolled narrow steel strip - Tolerances on dimensions and shape

Bibliography

European Standards for similar steel grades as in Table 3 which are intended for other product forms, treatment conditions or special applications are:

EN 10083-1, Quenched and tempered steels - Part 1: Technical delivery conditions for special steels

EN 10083-2, Quenched and tempered steels - Part 2: Technical delivery conditions for unalloyed quality steels

EN 10084, Case hardening steels - Technical delivery conditions

Free-cutting steels

Technical delivery conditions for semi-finished products,
hot-rolled bars and rods
English version of DIN EN 10087

DIN
EN 10087

ICS 77 140 50, 77 140 60; 77 140,65

Supersedes parts of
DIN 1651, April 1988 edition

Descriptors: Steel, free-cutting steel, semi-finished products, bars,
rod.

Automatenstahl = Technische Lieferbedingungen für Halbzeug,
warmgewalzte Stäbe und Weizdraht

European Standard EN 10087 : 1998 has the status of a DIN Standard.

A comma is used as the decimal marker.

National foreword

This standard has been prepared by ECIS5/TC 23

The responsible German body involved in its preparation was the *Normenausschuß Eisen und Stahl* (Steel and Iron Standards Committee)

DIN V 17006-100 and DIN 50601 are the standards corresponding to the European Standard CE 10260 and EUROENORM 103, respectively, referred to in clause 2 of the EN.

Amendments

Parts of DIN 1651 April 1988 edition, have been superseded by the specifications of DIN EN 10087.

Previous editions

DIN 1651: 1944-08, 1954-08, 1960-11, 1970-04, 1988-04.

National Annex NA**Standards referred to**

(and not included in Normative references)

DIN V 17006-100 Designation system for steel - Additional symbols for steel names

DIN 50601 Metallographic examination - Determination of the ferritic or austenitic grain size of steel and ferrous materials

EN comprises 20 pages.

ICS 77.140.50; 77.140.60; 77.140.65

Descriptors: Steel, free-cutting steel, semi-finished products, bars, rod.

English version

Free-cutting steels

Technical delivery conditions for semi-finished products,
hot-rolled bars and rods

**Aciers de décolletage – Conditions
techniques de livraison pour les
demi-produits, barres et fils-machine
laminés à chaud**

**Automatenstähle – Technische
Lieferbedingungen für Halbzeug,
warmgewälzte Stäbe und Walzdraht**

This European Standard was approved by CEN on 1998-09-04

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

The European Standards exist in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, and the United Kingdom

CEN

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Central Secretariat: rue de Steassart 36, B-1050 Brussels

Contents	Page
Foreword	3
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Definitions	5
4 Classification and designation	5
4.1 Classification	5
4.2 Designation	5
5 Information to be supplied by the purchaser	6
5.1 Mandatory information	6
5.2 Options	6
6 Manufacturing process	7
6.1 General	7
6.2 Treatment condition at delivery	7
6.3 Cast separation	7
7 Requirements	7
7.1 Chemical composition and mechanical properties	7
7.2 Weldability	7
7.3 Structure	7
7.4 Internal soundness	7
7.5 Surface quality	7
7.6 Dimensions, tolerances on dimensions and shape	8
8 Inspection and testing	8
8.1 Types and contents of inspection documents	8
8.2 Specific inspection and testing	9
9 Marking	9
Annex A (normative) Ruling section for the mechanical properties	16
Annex B (normative) Supplementary or special requirements	18
Annex C (informative) Bibliography	19
Annex D (informative) Dimensional standards applicable to products complying with this European Standard	20

Foreword

This European Standard has been prepared by Technical Committee EC/ISS/TC 23 "Steels for heat treatment, alloy steels and free-cutting steels - Qualities and dimensions", the secretariat of which is held by DIN.

EC/ISS/TC 23 met on 1st/2nd July 1997 in Düsseldorf and agreed on the text for submission of this draft European Standard to COCOR-Vote. The following countries were represented in the meeting:

Finland, France, Germany, Italy and United Kingdom.

The United Kingdom issues a non-conflicting national addition which describes a steel used in the United Kingdom but not included in this European Standard.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by March 1999, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 1999.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

1 Scope

1.1 This European Standard gives the technical delivery conditions for

- semi-finished products,
- hot-rolled bars (including peeled bars),
- rods

manufactured from the free-cutting steels listed in table 1.

This European Standard covers those groups of free-cutting steels classified as listed in table 1.

NOTE: European Standards for similar steels are listed for information in annex C.

1.2 In special cases, variations in these technical delivery conditions or additions to them may form the subject of an agreement at the time of enquiry and order (see annex B).

1.3 In addition to the specifications of this European Standard, the general technical delivery conditions specified in EN 10021 are applicable unless otherwise specified below.

2 Normative references

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

EN 10002-1	Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test (at ambient temperature)
EN 10003-1	Metallic materials - Brinell hardness test - Part 1: Test method
EN 10020	Definition and classification of grades of steel
EN 10021	General technical delivery requirements for steel and iron products
EN 10027-1	Designation systems for steel - Part 1: Steel names, principal symbols
EN 10027-2	Designation systems for steel - Part 2: Numerical system
EN 10052	Vocabulary of heat treatment terms for ferrous products
EN 10079	Definition of steel products

EN 10204	Metallic products - Types of inspection documents (includes amendment A1:1995)
EN 10221	Surface quality classes for hot-rolled bars and rods - Technical delivery conditions
CR 10260	ECISS IC 10 - Designation systems for steel - Additional symbols
EN ISO 377	Steel and steel products - Location and preparation of test pieces for mechanical testing
EURONORM 103 ¹⁾	Microscopic determination of the ferritic or austenitic grain size of steels
ISO 14284	Steel and iron - Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition

3 Definitions

For the purpose of this European Standard the following definition applies in addition to the definitions in EN 10020, EN 10021, EN 10052, EN 10079, EN ISO 377 and ISO 14284:

3.1 Free-cutting steels: Steels with a minimum sulfur content of at least, in general, 0,1% are regarded as free-cutting steels.

4 Classification and Designation

4.1 Classification

All steels covered by this European Standard are classified as non-alloy quality steels according to EN 10020.

4.2 Designation

4.2.1 Steel names

For the steel grades covered by this European Standard, the steel names as given in table 1 are allocated in accordance with EN 10027-1 and CR 10260.

¹⁾ It may be agreed at the time of ordering, until this EURONORM has been adopted as an European Standard, that either this EURONORM or a corresponding national standard may be applied.

4.2.2 Steel numbers

For the steel grades covered by this European Standard, the steel numbers as given in table 1 are allocated in accordance with EN 10027-2.

5 Information to be supplied by the purchaser

5.1 Mandatory information

The following information shall be supplied by the purchaser at the time of enquiry and order:

- a) the quantity to be delivered;
- b) the designation of the product form (e.g. round or square);
- c) the number of the dimensional standard (see Annex D);
- d) the dimensions and tolerances on dimensions and shape and, if applicable, letters denoting relevant special tolerances;
- e) the number of this European Standard (EN 10087);
- f) steel name or steel number (see 4.2);
- g) the standard designation for a test report (2.2) or, if required, any other type of inspection document in accordance with EN 10204 (see 8.1).

EXAMPLE:

20 rounds EURONORM 60 - 40x8000
EN 10087 - 35S20
EN 10204 - 2.2

or

20 rounds EURONORM 60 - 40x8000
EN 10087 - 1 0726
EN 10204 - 2.2

5.2 Options

A number of options are specified in this European Standard and listed below. If the purchaser does not indicate his wish to implement one of these options, the supplier shall supply in accordance with the basis specification of this European Standard (see 5.1).

- a) any special requirement on treatment condition at delivery (see 6.2);
- b) any special requirement on grain size (see 7.3 and B.2);
- c) any requirement for internal soundness (see 7.4 and B.3);
- d) any requirement relating to surface quality (see 7.5.3);
- e) any requirement concerning suitability of bars and for bright drawing (see 7.5.4);
- f) any requirement relating to removal of surface defects (see 7.5.5);
- g) any requirement concerning special marking of the products (see clause 9 and B.5);
- h) any special requirement concerning verification of the mechanical properties in the quenched and tempered condition on a reference test piece (see 8.2.1.1 e) and B.1);
- i) any verification of the product analysis (see 8.2.1.1 f), table 8 and B.4).

6 Manufacturing process

6.1 General

The manufacturing process of the steel and of the products is left to the discretion of the manufacturer with the restrictions given by the requirements in 6.2 (see also 7.3)

6.2 Treatment condition at delivery

Unless otherwise agreed, products shall be delivered in the untreated condition.

6.3 Cast separation

The products shall be delivered separated by cast.

7 Requirements

7.1 Chemical composition and mechanical properties

The product shall have a chemical composition and mechanical properties, i.e. tensile strength and hardness, appropriate to the product form and treatment condition as set out in tables 1 to 5.

7.2 Weldability

Because of their high sulfur and phosphorus contents, free-cutting steels are not normally recommended for welding.

7.3 Structure

Unless otherwise agreed at the time of enquiry and order, the grain size shall be left to the discretion of the manufacturer. If, for case-hardening or direct-hardening steels, a fine grain structure is required in accordance with a reference treatment, this must be agreed at the time of enquiry and order (see B.2).

7.4 Internal soundness

Requirements for internal soundness may be agreed upon at the time of enquiry and order, e.g. on the basis on non-destructive tests (see B.3).

7.5 Surface quality

7.5.1 All products shall have a surface finish appropriate to the forming processes applied.

7.5.2 Minor surface imperfections which may occur also under normal manufacturing conditions, such as scores originating from rolled-in scale in the case of hot-rolled products, shall not be regarded as defects.

7.5.3 Where appropriate, requirements relating to the surface quality of the products shall be agreed on at the time of enquiry and order with reference to EN 10221.

NOTE: It is more difficult to detect and eliminate surface discontinuities from coiled products than from cut lengths. This should be taken into account when agreements are made on surface quality.

7.5.4 If suitability of bars and rod for bright drawing is required, this shall be agreed at the time of enquiry and order.

7.5.5 The repair of surface defects by welding is not permitted.

The method and permissible depth of defect removal, where appropriate, shall be agreed at the time of enquiry and order.

7.6 Dimensions, tolerances on dimensions and shape

The nominal dimensions, tolerances on dimensions and shape tolerances for the product shall be agreed at the time of enquiry and order, if possible, with reference to the dimensional standards applicable (see annex D).

8 Inspection and testing

8.1 Types and contents of inspection documents

8.1.1 Products complying with this European Standard shall be ordered and delivered with one of the inspection documents as specified in EN 10204. The type of document shall be agreed upon at the time of enquiry and order. If the order does not contain any specification of this type, a test report shall be issued.

8.1.2 If, in accordance with 8.1.1, a test report is to be issued, it shall contain the following information:

- a) the confirmation that the material complies with the requirements of the order;
- b) the results of the cast analysis for all the elements specified in table 1 for the steel grade concerned.

8.1.3 If, in accordance with the agreements at the time of enquiry and order, an inspection certificate or inspection report is to be issued, the specific inspection described in 8.2 shall be carried out and the results shall be confirmed in the inspection document.

In addition, the inspection document shall contain the following information:

- a) the manufacturer's results for the cast analysis of all elements specified in table 1 for the steel grade concerned;

- b) the results of inspections and tests ordered as a result of supplementary or special requirements (see annex B);
- c) the symbol letters or numbers relating the inspection documents, test pieces and products to each other.

8.2 Specific inspection and testing

8.2.1 Chemical composition and mechanical properties

8.2.1.1 Where specific inspection and testing is specified (see clause 8.1.3) the properties of the product in the untreated or quenched and tempered condition shall be verified as follows:

- a) for steels not intended for heat treatment, tensile strength in accordance with table 3;
- b) for steels intended for case hardening, tensile strength in accordance with table 4;
- c) for steels intended for quenching and tempering, tensile strength in the untreated condition in accordance with table 5;
- d) for steels according to table 5 delivered in the quenched and tempered condition, the mechanical properties in accordance with table 5;
- e) where specified at the time of enquiry and order, the mechanical properties of steels intended for quenching and tempering shall be verified by the testing of a reference test piece in accordance with B.1;
- f) where specified at the time of enquiry and order, the product analysis shall be verified in accordance with B.4.

8.2.1.2 The frequency of testing, sampling conditions and the test methods to be applied for verification of the requirements shall be as given in table 8.

8.2.2 Visual and dimensional inspection

A sufficient number of products shall be inspected to ensure compliance with the specification.

8.2.3 Retests

See EN 10021.

9 Marking

The manufacturer shall mark the products or the bundles or boxes in a suitable way so that it is possible to determine the cast, the steel grade and the origin of the delivery (see B.5).

Table 1: Types of steel, chemical composition
(applicable to cast analysis)¹⁾

Steel designation		Chemical composition (% by mass)					
Name	Number	C	Si max	Mn	P max	S	Pb
Steels not intended for heat treatment							
115Mn30	1.0718	≤ 0,14	0,05 ^a	0,50 to 1,30	0,11	0,27 to 0,33	-
115MnPb30	1.0718	≤ 0,14	0,05	0,50 to 1,30	0,11	0,27 to 0,33	0,20 to 0,35
115Mn37	1.0736	≤ 0,14	0,05 ^a	1,00 to 1,50	0,11	0,34 to 0,40	-
115MnPb37	1.0737	≤ 0,14	0,05	1,00 to 1,50	0,11	0,34 to 0,40	0,20 to 0,35
Case-hardening steels							
10S20	1.0721	0,07 to 0,13	0,40	0,70 to 1,10	0,06	0,15 to 0,25	-
10SPb20	1.0722	0,07 to 0,13	0,40	0,70 to 1,10	0,06	0,15 to 0,25	0,20 to 0,35
15SMn13	1.0725	0,12 to 0,18	0,40	0,90 to 1,30	0,06	0,08 to 0,18	-
Deep-hardening steels							
35S20	1.0726	0,32 to 0,39	0,40	0,70 to 1,10	0,06	0,15 to 0,25	-
35SPb20	1.0766	0,32 to 0,39	0,40	0,70 to 1,10	0,06	0,15 to 0,25	0,15 to 0,35
35SMn14	1.0764	0,32 to 0,39	0,40	1,30 to 1,70	0,06	0,10 to 0,18	-
35SMnPb14	1.0765	0,32 to 0,39	0,40	1,30 to 1,70	0,06	0,10 to 0,18	0,15 to 0,35
38SMn28	1.0760	0,35 to 0,40	0,40	1,20 to 1,50	0,06	0,24 to 0,33	-
38SMnPb28	1.0761	0,35 to 0,40	0,40	1,20 to 1,50	0,06	0,24 to 0,33	0,15 to 0,35
44SMn28	1.0762	0,40 to 0,48	0,40	1,30 to 1,70	0,06	0,24 to 0,33	-
44SMnPb28	1.0763	0,40 to 0,48	0,40	1,30 to 1,70	0,06	0,24 to 0,33	0,15 to 0,35
46S20	1.0727	0,42 to 0,50	0,40	0,70 to 1,10	0,06	0,15 to 0,25	-
46SPb20	1.0757	0,42 to 0,50	0,40	0,70 to 1,10	0,06	0,15 to 0,25	0,15 to 0,35
^a Elements not quoted in this table shall not be intentionally added to the steel without the agreement of the purchaser, other than for the purpose of treating the heat. However, elements such as Te, Bi etc. may only be added by the manufacturer for improving the machinability. If this has been agreed at the time of enquiry and order. ^b If, by metallurgical techniques, the formation of special oxides is guaranteed, a Si-content of 0,10% to 0,40% can be agreed.							

Table 2: Permissible deviations between specified analysis and product analysis

Element	Permissible maximum content according to cast analysis % by mass	Permissible deviations ¹⁾ % by mass
C	$\leq 0,30$ $> 0,30 \leq 0,50$	$\pm 0,02$ $\pm 0,05$
Si	$\leq 0,05$ $> 0,05 \leq 0,40$	$+ 0,01$ $+ 0,03$
Mn	$\leq 1,00$ $> 1,00 \leq 1,70$	$\pm 0,04$ $\pm 0,08$
P	$\leq 0,06$ $> 0,06 \leq 0,11$	$+ 0,008$ $+ 0,02$
S	$\leq 0,33$ $> 0,33 \leq 0,40$	$\pm 0,03$ $\pm 0,04$
Pb	$\leq 0,35$	$+ 0,03$ $- 0,02$

¹⁾ $\pm$ means that in one cast the deviation may occur over the upper value or under the lower value of the specified range in table 1, but not both at the same time.

Table 3: Hardness and tensile strength in the untreated condition of free-cutting steels not intended for heat-treatment

Steel designation		Diameter	Hardness ¹²⁾	Tensile strength ¹¹⁾
Name	Number	$\varnothing$ (mm)	HB	N/mm ²
11SMn30	1.0715	$5 \leq d \leq 10$	-	380 to 570
		$10 < d \leq 16$	-	380 to 570
11SMnPb30	1.0718	$16 < d \leq 40$	112 to 169	380 to 570
11SMn37	1.0736	$40 < d \leq 63$	109 to 169	370 to 570
11SMnPb37	1.0737	$63 < d \leq 100$	107 to 154	360 to 520

¹¹⁾ In cases of dispute, the tensile strength values are deciding

¹²⁾ The hardness values are given for information only

* For flats, a minimum tensile strength of 340 N/mm² applies

Table 4: Hardness and tensile strength of case hardening free-cutting steels in the untreated condition

Steel designation		Diameter <i>d</i> mm	Hardness ¹⁾ HB	Tensile strength ²⁾ N/mm ²
Name	Number			
10S20 10SPb20	1.0721 1.0722	5 ≤ <i>d</i> ≤ 10	—	360 to 530
		10 < <i>d</i> ≤ 16	—	360 to 530
		16 < <i>d</i> ≤ 40	107 to 156	360 to 530
		40 < <i>d</i> ≤ 63	107 to 156	360 to 530
		63 < <i>d</i> ≤ 100	105 to 146	350 to 490
15SMn13	1.0725	5 ≤ <i>d</i> ≤ 10	—	430 to 610
		10 < <i>d</i> ≤ 16	—	430 to 600
		16 < <i>d</i> ≤ 40	128 to 178	430 to 600
		40 < <i>d</i> ≤ 63	128 to 172	430 to 580
		63 < <i>d</i> ≤ 100	125 to 160	420 to 540

¹⁾ In cases of dispute, the tensile strength values are deciding

²⁾ The hardness values are given for information only.

Table 5: Mechanical properties of direct-hardening free-cutting steels¹⁾

Steel designation		Diameter d mm	Untreated		Quenched and tempered		
Name	Number		Hardness ²⁾³⁾ HB	Tensile strength ²⁾ N/mm ²	R_e N/mm ² min.	R_m N/mm ²	A % min.
35S20 35SPb20	1.0726 1.0756	$5 \leq d \leq 10$	–	550 to 720	430	630 to 780	15
		$10 < d \leq 16$	–	550 to 700	430	630 to 780	15
		$16 < d \leq 40$	154 to 201	520 to 680	380	600 to 750	16
		$40 < d \leq 63$	154 to 198	520 to 670	320	550 to 700	17
		$63 < d \leq 100$	149 to 193	500 to 650	320	550 to 700	17
36SMn14 36SMnPb14	1.0764 1.0765	$5 \leq d \leq 10$	–	580 to 770	480	700 to 850	14
		$10 < d \leq 16$	–	580 to 770	460	700 to 850	14
		$16 < d \leq 40$	166 to 222	560 to 750	420	670 to 820	15
		$40 < d \leq 63$	166 to 219	560 to 740	400	640 to 790	16
		$63 < d \leq 100$	163 to 219	550 to 740	360	570 to 720	17
38SMn28 38SMnPb28	1.0760 1.0761	$5 \leq d \leq 10$	–	580 to 780	480	700 to 850	15
		$10 < d \leq 16$	–	580 to 750	460	700 to 850	15
		$16 < d \leq 40$	166 to 216	560 to 730	420	700 to 850	15
		$40 < d \leq 63$	166 to 216	560 to 730	400	700 to 850	16
		$63 < d \leq 100$	163 to 207	550 to 700	380	630 to 800	16
44SMn28 44SMnPb28	1.0762 1.0763	$5 \leq d \leq 10$	–	630 to 900	520	700 to 850	16
		$10 < d \leq 16$	–	630 to 850	480	700 to 850	16
		$16 < d \leq 40$	187 to 242	630 to 820	420	700 to 850	16
		$40 < d \leq 63$	184 to 235	620 to 790	410	700 to 850	16
		$63 < d \leq 100$	181 to 231	610 to 780	400	700 to 850	16
46S20 46SPb20	1.0727 1.0757	$5 \leq d \leq 10$	–	590 to 800	490	700 to 850	12
		$10 < d \leq 16$	–	590 to 780	490	700 to 850	12
		$16 < d \leq 40$	175 to 225	590 to 760	430	650 to 800	13
		$40 < d \leq 63$	172 to 216	580 to 730	370	630 to 780	14
		$63 < d \leq 100$	166 to 211	560 to 710	370	630 to 780	14

¹⁾ R_e = yield strength (0,2 % proof stress);
 R_m = tensile strength;
 A = percentage elongation after fracture ($L_0 = 5 d_0$).

²⁾ In cases of dispute, the tensile strength values are deciding.

³⁾ The hardness values are given for information only.

Table 6: Conditions für heat treatment of case-hardening free-cutting steels¹⁾

Steel designation		Carburizing temperature ²⁾ °C	Core-hardening temperature ³⁾ °C	Case-hardening temperature ³⁾ °C	Quenching agent	Tempering ⁴⁾ at °C
Name	Number					
10S20	1.0721	880 to 980	880 to 920	780 to 820	water, oil, emulsion ⁴⁾	150 to 200
10SPb20	1.0722					
15SMn13	1.0725					

1) The temperatures given for carburizing, core-hardening, case hardening and tempering are for guidance; the actual temperatures chosen should be those that will give the properties required.

2) The carburizing temperature will depend on the chemical composition of the steel, the mass of the product, and the carburizing medium. If the steels are direct hardened, in general, a temperature of 950 °C is not exceeded. For special procedures, for example under vacuum, higher temperatures (for example 1020 to 1050 °C) are not unusual.

3) When applying the single quench method, the steel is to be quenched from the carburizing temperature or a lower temperature. The lower hardening temperatures are in each case to be preferred, in particular when there is risk of distortion.

4) The kind of quenching agent depends on, for example, the shape of the products, the cooling conditions and the amount of furnace filling.

5) Time for tempering as a guide: 1 h minimum.

Table 7: Conditions for heat treating of direct-hardening free-cutting steels¹⁾

Steel designation		Quenching ²⁾		Tempering ³⁾ at °C
Name	Number	temperature °C	agent	
35S20 35SPb20	1.0726 1.0756	860 to 890	Water or oil	540 to 680
36SMn14 36SMnPb14	1.0764 1.0765	850 to 880	Water or oil	540 to 680
38SMn28 38SMnPb28	1.0760 1.0761	850 to 880	Water or oil	540 to 680
44SMn28 44SMnPb28	1.0762 1.0763	840 to 870	Oil or water	540 to 680
46S20 46SPb20	1.0727 1.0757	840 to 870	Oil or water	540 to 680
¹⁾ The temperatures are for guidance, but the actual temperatures chosen shall be those that will give the properties required. ²⁾ Time for austenitizing as a guide: 0,5 h minimum. ³⁾ Time for tempering as a guide: 1 h minimum.				

Table 8: Test conditions for verification of compliance with the various requirements

NOTE: Verification of the requirements is only necessary if an inspection certificate or an inspection report is ordered and if the requirement is applicable according to 8.2.1.1.

1	2		3	4	5	6	7
No.	Requirements		Amount of testing			Sampling ¹⁾	Test method
		see table	Test unit ²⁾	sample products per test unit	tests per sample product		
1	Chemical composition	1 + 2	C	(The cast analysis is given by the manufacturer; for product analysis, see B 4)			
2	Hardness in the untreated condition (as rolled or as peeled)	3 + 4 + 5	C + D	1	1	The hardness shall, where possible, be determined at the following point on the surface: - at a distance of $1 \times$ diameter from the end of the bar in the case of round bars, - at a distance of $1 \times$ thickness from one end and $0,25 \times$ thickness from one longitudinal edge of the product in the case of bars with square or rectangular cross section.	According to EN 10003-1
3	Mechanical properties of products in the untreated or quenched and tempered delivery condition	3 + 4 + 5	C + D + T	1 ³⁾	1	The test pieces for the tensile test shall be taken in accordance with EN ISO 977	The tensile test shall be carried out in accordance with EN 10002-1 on proportional test pieces having a gauge length of $L_g = 5,65 \sqrt{S_0}$ (S_0 = area of the cross section of the test piece.)
¹⁾ The tests shall be carried out separately for each cast as indicated by "C", each dimension as indicated by "D" and each heat treatment batch as indicated by "T". Products with different thicknesses may be grouped if the thicknesses lie in the same dimensional range for mechanical properties and if the differences in thickness do not affect the properties. In cases of doubt, the thinnest and the thickest product shall be tested. ²⁾ The general conditions for selection and preparation of test samples and test pieces shall be in accordance with EN ISO 377 and ISO 14284. ³⁾ If the products are continuously heat treated, one test piece shall be taken for each 25 t or part thereof, but at least one test piece shall be taken per cast.							

Annex A (normative)

Ruling section for the mechanical properties

A.1 Definition

The ruling section of a product is the section for which the mechanical properties have been specified.

Whatever the actual shape and dimensions of the cross section of the product, the size of its ruling section is always expressed as a diameter. This corresponds to the diameter of an equivalent round bar. That is a round bar which, at the position of its cross section specified for taking test pieces for mechanical tests, will, when being cooled from the austenitizing temperature, show the same cooling rate as the actual ruling section of the product concerned at its position for taking test pieces.

A.2 Determination of the diameter of the ruling section

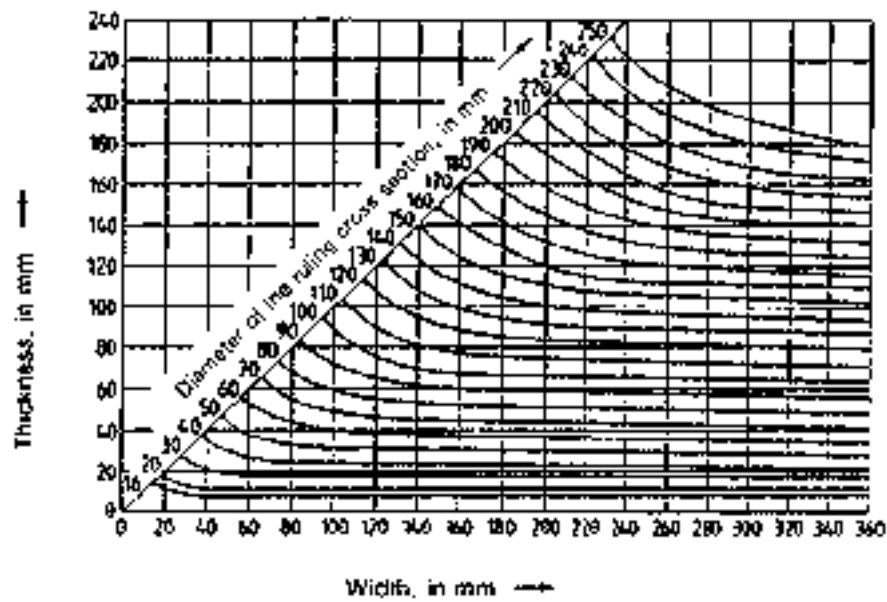
A.2.1 If the test pieces are taken from products with simple cross sections and from positions with quasi two-dimensional heat flow, A.2.1.1 to A.2.1.3 shall apply.

A.2.1.1 For rounds the nominal diameter of the product (not comprising the machining allowance) shall be taken as the diameter of the ruling section.

A.2.1.2 For hexagons and octagons the nominal distance between two opposite sides of the cross section shall be taken as the diameter of the ruling section.

A.2.1.3 For square and rectangular bars the diameter of the ruling section shall be determined in accordance with the example shown in figure A.1.

A.2.2 For other product forms the ruling section shall be agreed at the time of enquiry and order.



Example: For a rectangular bar with a section of 80 mm x 60 mm, the diameter of the ruling section is 50 mm.

Figure A.1: Diameter of the ruling section for square and rectangular sections for quenching in oil or water

Annex B (normative)

Supplementary or special requirements

NOTE: One or more of the following supplementary or special requirements may be agreed upon at the time of enquiry and order. The details of these requirements may be agreed upon between the manufacturer and the purchaser at the time of enquiry and order if necessary.

B.1 Mechanical properties of reference test piece in the quenched and tempered condition (direct-hardening steels only)

For deliveries in a condition other than quenched and tempered the requirements for the mechanical properties in the quenched and tempered condition shall be verified on a reference test piece.

In the case of bars and rods, the quenched and tempered sample bar shall, unless otherwise agreed, have the cross section of the product. In all other cases the dimensions and the preparation of the sample bar shall be agreed at the time of enquiry and order, where appropriate, taking into consideration the method for determining the ruling section given in annex A. The sample bars shall be quenched and tempered in accordance with the conditions given in table 7 or as agreed at the time of enquiry and order. The details of the heat treatment shall be given in the document. The test pieces shall, unless otherwise agreed, be taken in accordance with EN ISO 377.

B.2 Fine grain steels

Unless otherwise agreed, the steel when tested in accordance with one of the methods described in EURONORM 103 shall show an austenitic grain size of 5 to 8. The grain structure shall be considered satisfactory if 70% of the area is within the specified size limits.

B.3 Non-destructive testing

The products shall be non-destructively tested in accordance with a method to be agreed upon at the time of enquiry and order and to acceptance criteria also to be agreed upon at the time of enquiry and order.

B.4 Product analysis

One product analysis shall be carried out per cast for the determination of elements for which values are specified for the cast analysis (see table 1) of the steel grade concerned.

Sampling shall be carried out as specified in ISO 14284. In cases of dispute, the method used shall be agreed if possible with reference to the corresponding European Standards or EURONORMS.

B.5 Special marking

The product shall be marked in a way specially agreed at the time of enquiry and order.

Annex C
(informative)

Bibliography

European Standards for similar steel grades as in table 1 which are intended for other product forms, treatment conditions or special applications are:

EN 10083-1	Quenched and tempered steels - Part 1: Technical delivery conditions for special steels
EN 10083-2	Quenched and tempered steels - Part 2: Technical delivery conditions for unalloyed quality steels
EN 10083-3	Quenched and tempered steels - Part 3: Technical delivery conditions for boron steels
EN 10084	Case-hardening steels - Technical delivery conditions
prEN 10277-1	Bright steel products - Technical delivery conditions - Part 1: General
prEN 10277-3	Bright steel products - Technical delivery conditions - Part 3: Free-cutting steels

Annex D
(Informative)

**Dimensional standards applicable to products complying with this
European Standard**

For hot rolled rod:

- EURONORM 17** Rod in general purpose non-alloy steel for cold drawing; dimensions and tolerances
- EURONORM 108** Round steel rod for cold-stamped bolts and nuts; dimensions and tolerances

For hot rolled bars:

- EURONORM 58** Hot rolled flats for general purposes
- EURONORM 59** Hot rolled square bars for general purposes
- EURONORM 60** Hot rolled round bars for general purposes
- EURONORM 61** Hot rolled steel hexagons
- EURONORM 65** Hot rolled round steel bars for screws and rivets