



معرفی انواع تست میلگرد و تفسیر نتایج

آزمایش های استاندارد میلگرد
پایگاه خبری تحلیلی فولاد مرکز آهن

اصفهان-خیابان امام خمینی-چهار راه شریف- مجتمع الماس-طبقه ۵-واحد ۵۱۵ | مرکز آهن



معرفی انواع تست میلگرد و تفسیر نتایج



آزمایش های استاندارد میلگرد

با شناسایی خواص آلیاژهای ویژه می توان موادی که برای مصارف معین مناسب هستند از جمله میلگرد را انتخاب و چگونگی اصلاح عملیات حرارتی و مکانیکی آن ها را تعیین کرد. به طور کلی با روش های آزمایشگاهی می توان رفتار نمونه مورد نظر را تحت شرایط کاری پیش بینی کرد. بعضی از روش های آزمایشگاهی مستلزم تست قطعه تا مرحله شکست کامل می باشند، از آن جهت آن ها را آزمایش های مخرب می نامند. مثال هایی از آزمایش مخرب میلگرد عبارتند از:

آزمون های سختی، کشش، ضربه، پیچش و خستگی

سایر روش های آزمایش از لحاظ کار واقعی، به قطعه صدمه یا آسیبی نمی رسانند. این آزمایش ها به آزمایش های غیر مخرب معروفند که شامل بازرسی با اشعه X، بازرسی با ذرات مغناطیس (MT) و بازرسی مافوق صوت (UT) و ... می باشند.





آزمون کشش

آزمایش کشش اغلب به منظور کسب اطلاعات بیشتر درباره خواص مکانیکی استاتیکی یک ماده، از قبیل انعطاف پذیری (قابلیت مفتول شدن)، مقاومت کشش، حد تناسب، مدول الاستیسیته، حد الاستیک، حالت ارتجاعی، نقطه تسلیم، مقاومت تسلیم و مقاومت به شکنندگی می باشد.

آزمایش کشش به خوبی استاندارد شده است و می تواند در دستگاه مربوطه انجام گیرد. این دستگاه می تواند به صورت مکانیکی یا هیدرولیکی کار کند و اصولاً شامل اجزاء زیر می باشد:

- قسمت کشش نمونه

نشان گر بار وارد شده بر نمونه

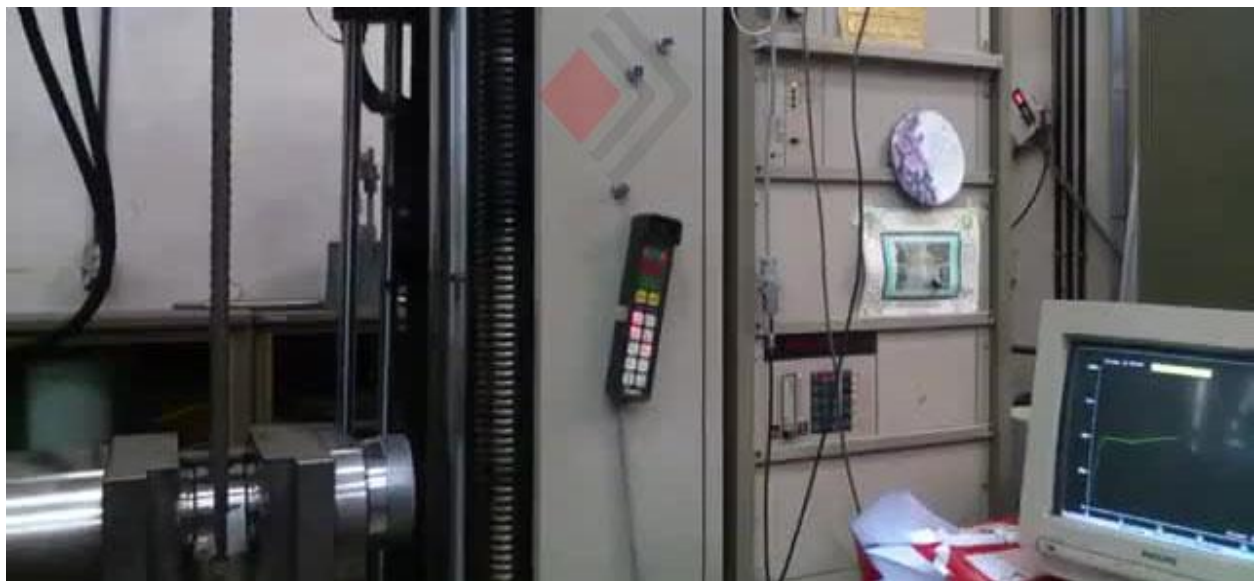


۳

سنجه که معمولا به کشش سنج معروف است و برای اندازه گیری تغییر طول قسمتی از نمونه که در آن تغییر طول اصولا یکنواخت است به کار می رود. آزمایش کشش میلگرد آرماتور، براساس استحکام تسلیم، تنش تسلیم، استحکام کششی و افزایش طول بعد از شکست انجام می شود. موارد فوق در جدول ذکر شده و توسط استاندارد DIN ۱۰۴۵ تهیه شده است. طبق استاندارد مربوطه، فاصله بین فک های دستگاه کشش برابر ۱۵ ds منظور می گردد که ds قطر اسمی میلگرد بتن می باشد. اگر تنش تسلیم به سادگی مشخص نشود از ۰/۲ درصد proof استفاده می شود. میزان مقطع عرضی نمونه مورد استفاده برای اندازه گیری تنش حد تسلیم از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$d_s = 12/740 \sqrt{\frac{G}{l}}$$

نمونه های آزمون از میلگردهایی که در حالت سرد تابیده شده اند، انتخاب شده و سپس پیر سخت می شوند. نیم ساعت در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفته و تا حدود دمای ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد محیط سرد می شوند (به طور طبیعی) نتایج حاصله و گزارش انجام شده، برای مقایسه قطعه با شرایط پذیرش ماده میلگرد بتن، مورد استفاده واقع می شود. همچنین شرایط پیر سختی نیز مد نظر قرار می گیرد.





آزمون خستگی

قبل از هر چیز به یک نکته می بایست توجه کرد که این آزمایش برای میلگردهای خوابانده شده (فرو برده شده) در بتن مورد استفاده قرار می گیرد که قبلاً خم شده اند.

وقتی نمونه ای در تست کشش می شکنند تنش معین و مشخصی لازم است تا موجب شکستگی قطعه گردد. با این حال نمونه ای از همان ماده، هنگامی که در معرض بارهای چرخشی یا تناوبی قرار می گیرد، تحت تنش بسیار کمتری خواهد شکست. بدین ترتیب یک محور ممکن است تحت تنش های پایین بعد از گذشت چند ماه استفاده بشکند. این نوع شکست به شکست خستگی معروف است.

فلزها از دانه های ریزی تشکیل شده اند که صفحات لغزش آن ها در جهات گوناگون قرار دارند. هرگاه تنش به مقدار بحرانی برسد، عمل لغزش روی صفحات بلورین انفرادی رخ خواهد داد. در مرحله اول ممکن است این لغزش اشکالی ایجاد نکند. ولی با تکرار عمل لغزش، ترک های ریزی تشکیل شده و گسترش پیدا می کنند و در نتیجه سطح مقطع عضو نیز کاهش یافته به طوری که دیگر توانایی تحمل نیروی وارد شده را نخواهد داشت.

سه آزمایش خستگی معروف

در مرحله نهایی شکست، ساختمان بلورین فلز با قسمت های مجاور ایجاد اصطکاک می کند و گاهی اوقات مقطع نهایی موجب ایجاد اشتباه در نتیجه آزمایش می گردد. زیرا که قطعه به علت ایجاد تبلور مجدد و رشد در جریان کار، دانه های درشت شده و می شکنند.

همه این شکست ها به نام شکست های خستگی یا آسیب های خستگی معروف هستند. طراحی قطعاتی که در معرض تنش های متغیری قرار دارند باید براساس معیار خستگی انجام پذیرد. معیار خستگی یا حد تحمل، حداکثر تنشی است که یک فلز بدون شکست در برابر تعداد متعدد و مشخصی از سیکل های تنشی، پایدار می ماند. در آزمایش های خستگی، معمولاً حد تحمل آهن و فولاد ۱۰۰۰۰۰۰۰ سیکل (دور) است، ولی برای آلیاژهای سبک غیرآهنی این مقدار ممکن است پانصد میلیون دور باشد.

• سه آزمایش خستگی معروف عبارتند از: آزمایش میله چرخان، آزمایش با میله ارتعاشی و آزمایش خستگی تحت کشش فشار



قطعات اصلی یک ماشین آزمایش خستگی عبارتند از:

- محرک مکانیکی، هیدرولیکی یا مغناطیسی برای وارد کردن سیکل های تکراری تنش به نمونه
- وسیله اندازه گیری تنش های ماکزیمم و مینیمم وارد شده در جریان یک دور
- شمارنده برای نشان دادن تعداد دورهای تنشی وارد شده بر نمونه
- متوقف کننده خودکار ماشین آزمایش، وقتی که نمونه می شکند.



شرایط آزمون خستگی

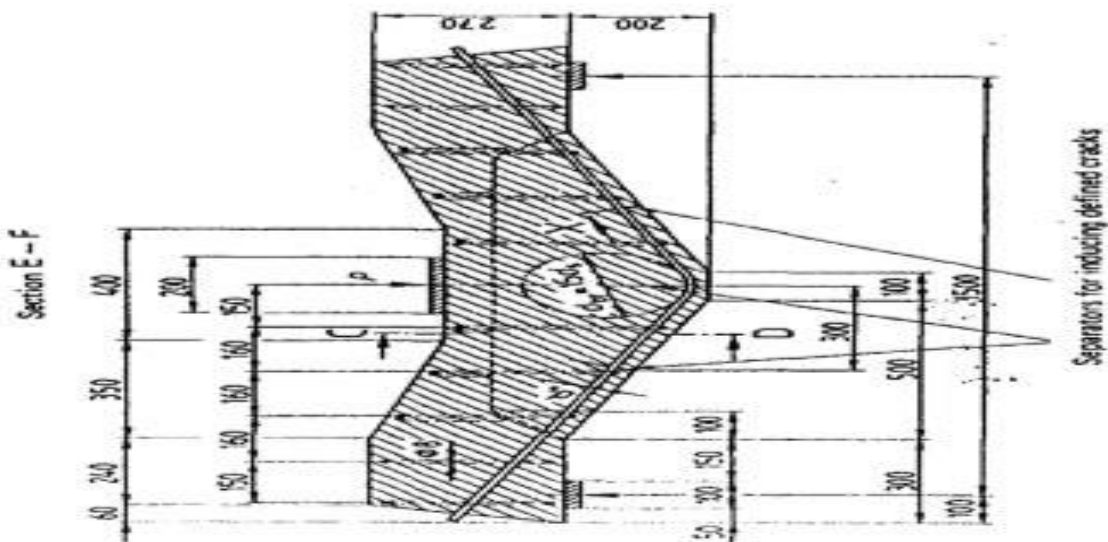
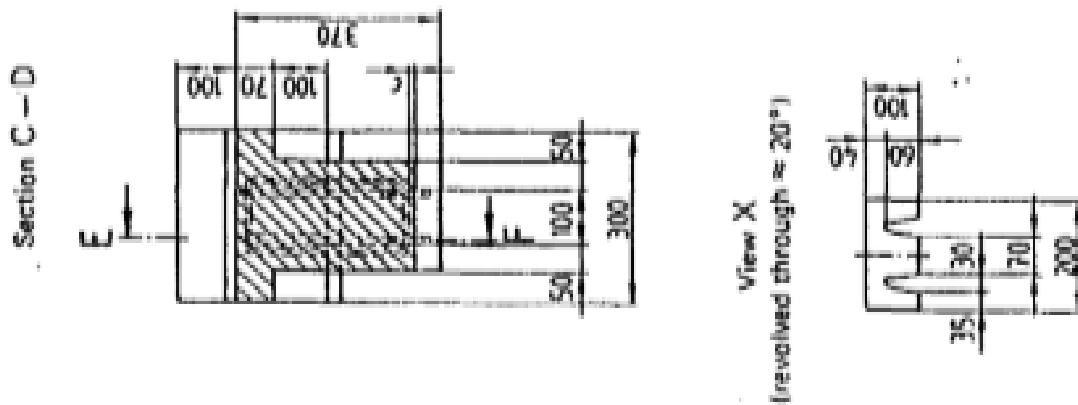
آزمون خستگی برای میلگردهای فولادی خوابانده شده در بتن، بر روی سه میلگرد با ابعاد ایجاد شده در پائین، حد وسط و بالای محدوده جدول نورد انجام می شود و ابعاد اسمی کوچک $(d_s \leq 8)$ (mm) برای رکاب نمونه های تست شده استفاده می شود. برای این منظور از خم کننده های مورد استفاده در سایت های ساختمانی استفاده می شود.

برای خمش رکاب ها از $d_{br} = 4 \times d_s$ و برای میلگردها از $d_{br} = 15 \times d_s$ استفاده می شود. در مورد میلگردها، خمش ایجاد شده با روشی انجام می شود که همیشه آج های مورب در کناره، دچار اعوجاج می شوند.

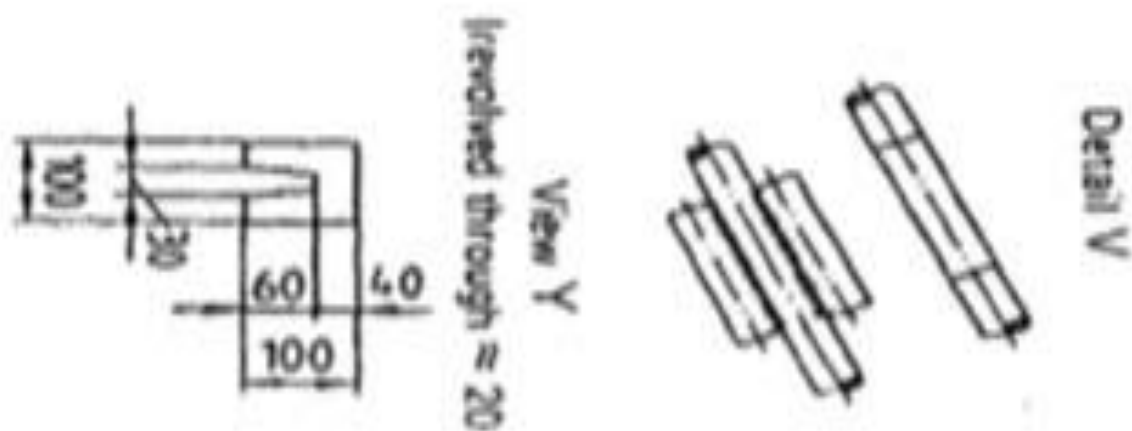
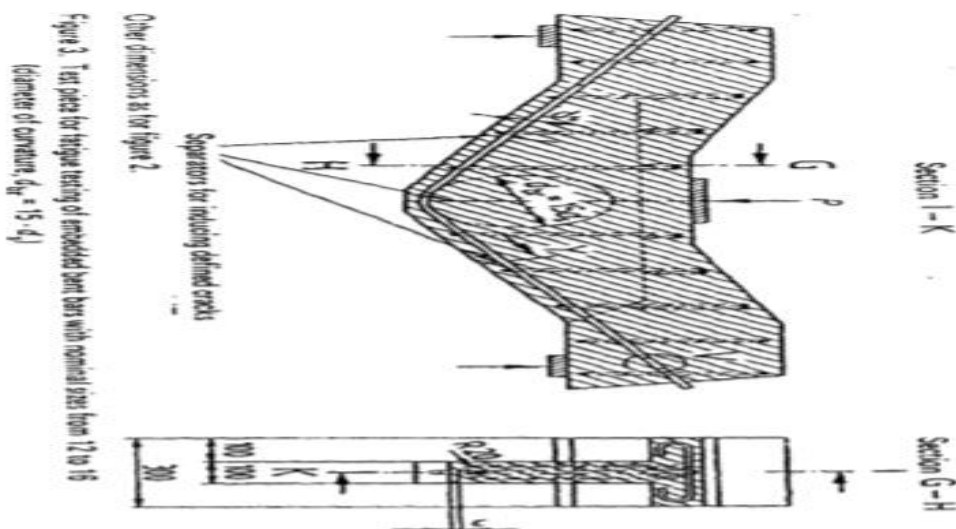
۶

میلگردهای خم شده، پیر سخت می شوند یعنی تا ۲۵ درجه سانتی گراد گرم شده و نیم ساعت در این دما نگه داشته می شوند تا در دمای محیط سرد گردند. بنابراین اجازه ایجاد هیچ گونه تغییر شکلی در این میلگردها داده نمی شود.

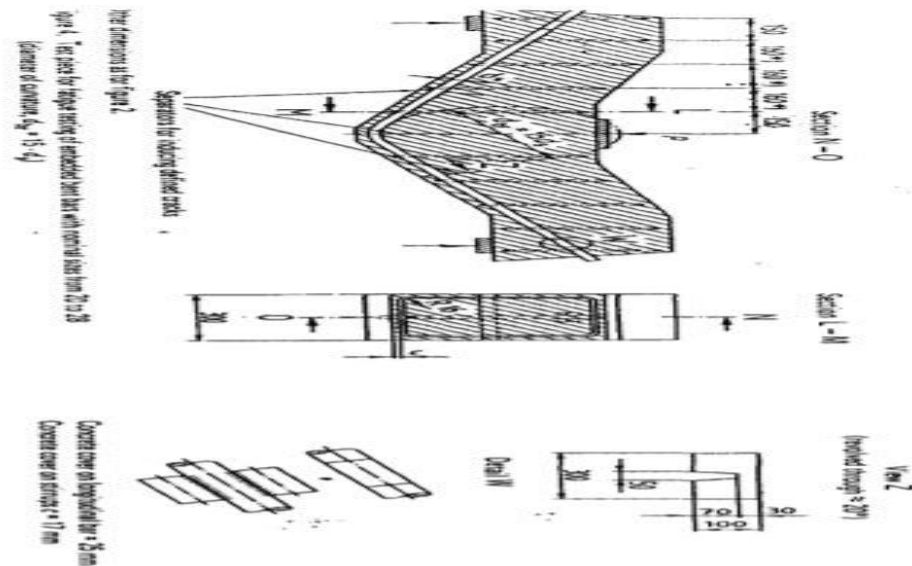
جزئیات و ابعاد این قطعات در شکل های زیر مشاهده می شود.



نمونه آزمایش برای آزمون خستگی میلگردهای خمیده خوابانده شده در بتن با قطر اسمی کمتر از ۱۲ میلی متر



نمونه آزمایش برای آزمون خستگی میلگردهای خمیده خوابانده شده در بتن با قطر اسمی ۱۲ تا ۱۶ میلی متر



نمونه آزمایش برای آزمون خستگی میلگردهای خمیده خوابانده شده در بتن با قطر اسمی ۲ تا ۲۸ میلی متر

در حین آزمون، تنش فشاری بتن (β_s) اساساً تغییر نمی کند و حداقل ۴۰ نیوتن بر میلی متر مربع می باشد. آزمون در فاصله زمانی ۱۴ تا ۶۰ روز از زمان پیر سخت شدن انجام می شود. تعداد بیشترین سیکل بارگذاری 2×10^6 خواهد بود. نیروی اعمالی برای انجام آزمون فقط وزن قطعات می باشد و تکرار آزمون از ۳۰۰ بارگذاری در دقیقه نباید تجاوز کند.

تهیه نمونه و روش آزمون

ابعاد نمونه ها در شکل های بالا آمده است. برای اطمینان از ایجاد لنگرگاه، طول کوتاهی از همان ضخامت نمونه آزمون در زیر موقعیت آزمون برا تقویت نمونه جوش داده خواهد شد. سپس بین میلگردهای طولی به فاصله ۲۵ میلی متر از هر طرف پوشش بتنی ایجاد می شود.

مشخصات بتن مورد استفاده طبق استاندارد عبارت است از:

سیمان مورد استفاده باید طبق بندی Z35f را براساس استاندارد DIN ۱۱۶۴part ۴ داشته باشد





- چگالی بتن ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب
- اندازه دانه های بتن ۱۶-۰ میلی متر
- نوع انحنای: بازه ۳ براساس استاندارد DIN ۱۰۴۵
- لرزاننده معلق مطابق با بتن پلاستیک K_۲ طبق استاندارد DIN ۱۰۴۵

پس از آنکه بتن شکل گرفت، قطعات تست با پوشش تر برای ۷ روز پوشانده می شوند. برای هر قطعه آزمون ۳ مکعب ۲۰ سانتی متری برای مشخص کردن استحکام فشاری در روز آزمون ساخته می شود. آزمون با روشی مشابه بر روی قطعات انجام می پذیرد.

نمونه آزمون باید بر روی محورهای یک غلطک مدور قرار گیرد.

میزان تنش فولاد در شکل های بالا با استفاده از مقدار میانگین محاسبه می شود.

$$M = P \times a + M_G$$

$$P = \text{نیروی مورد استفاده}$$

$$A = ۳۵ \text{ cm}$$

$$M_G = \text{مقداری وابسته به وزن میلگرد و گرفته شده از مدل های آرماتور با مقدار الاستیسیته } n=۱۵$$

آزمون خمش مجدد

خمش میلگرد در دمای بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی گراد دور مندرل مشخص شده در جدول ۴ با زاویه خمش حدود ۹۰ درجه سانتی گراد و پیر سختی تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد و سرد کردن تا دمای محیط و سپس خمش مجدد تا نهایتاً ۲۰ درجه سانتی گراد انجام می گیرد.

پذیرش این آزمون فقط در صورت عدم ایجاد ترک اولیه در سمت تحت کشش نمونه و عدم ایجاد گسستگی و شکست صورت می پذیرد.

میلگرد توسط خم کننده ای از نوع مخصوص که در سایت های ساختمانی استفاده می شود خم شده و آج هایی مورب که حداکثر ارتفاعشان برخلاف خمش است، برداشته می شوند.

