



پکیج مکاتبه‌ای آمادگی آزمون کارشناس رسمی

ماده ۱۸۷ قوه قضائیه - (ویژه آزمون ۱۴۰۳)

رشته راه و ساختمان

جزوه اول

مسائل عمرانی و اجرایی ساختمان

- ✓ بتن و ساختمان‌های بتنی
- ✓ سازه‌های فولادی و تکنولوژی جوش
- ✓ بارگذاری و آئین‌نامه ۲۸۰۰
- ✓ ساختمان‌ها با مصالح بنایی
- ✓ انواع سیستم‌های سازه‌ای و سقف
- ✓ مسائل اجرایی
- ✓ ایمنی و حفاظت در کارگاه

تهیه شده: خانه عمران اشراق

www.shop-eng.ir

Tell: ۰۹۱۲۶۴۱۸۴۱۷

متناسب برای آزمون دوره ۱۴۰۳

فهرست

۲۷	بتن و ساختمان‌های بتنی
۱۳۱	سازه‌های فولادی و تکنولوژی جوش
۱۷۱	بارگذاری و آئین‌نامه ۲۸۰۰
۲۰۴	خاک و پی
۲۲۰	ساختمان‌ها با مصالح بنایی
۲۳۴	انواع سیستم‌های سازه‌ای و سقف
۲۴۲	مسائل اجرایی
۲۶۱	ایمنی و حفاظت در کارگاه
۲۷۱	پایان

فهرست تکمیلی

۲۶ بتن و ساختمان‌های بتنی

۲۷ مصالح بتن

۲۷ سیمان

۲۷ سیمان‌های پرتلند

۲۷ سیمان‌های پرتلند سفید

۲۷ سیمان‌های پرتلند رنگی

۲۷ سیمان‌های پرتلند آمیخته

۲۷ سیمان پرتلند پوزولانی

۲۸ سیمان پرتلند روباره‌ای یا سرباره‌ای

۲۸ سیمان بنایی

۲۸ نگهداری سیمان

۲۸ سیمان‌های کیسه‌ای

۲۹ سیمان‌های فله

۲۹ ضوابط پذیرش سیمان‌های پرتلند

۳۰ سنگدانه یا مصالح سنگی

۳۰ محدودیت بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت

۳۱ مقاومت سنگدانه‌ها

۳۱ تخلخل و جذب آب دانه‌ها

۳۱ خواص حرارتی دانه‌ها

۳۱ دسته‌بندی سنگدانه

۳۱ سنگدانه ریز (ماسه)

۳۲ سنگدانه درشت

۳۲ سنگین دانه

۳۲ سبک دانه

۳۳ سنگدانه با وزن معمولی

۳۳ استفاده از سنگدانه

۳۴ ضوابط حمل‌ونقل، تحویل و نگهداری سنگدانه‌های مصرفی در بتن

آب ۳۴

ضوابط پذیرش آب مصرفی در بتن ۳۵

مواد افزودنی ۳۵

انواع مواد افزودنی بتن ۳۶

ماده افزودنی کندگیرکننده ۳۷

ماده افزودنی حباب هواساز ۳۷

ماده افزودنی زودگیر کننده ۳۸

ماده افزودنی زودسخت کننده (تسریع کننده زمان سخت شدگی) ۳۸

ماده افزودنی نگهدارنده آب ۳۸

ماده افزودنی روان کننده (کاهنده آب) ۳۸

ماده افزودنی کاهنده میزان جذب آب ۳۸

مواد پوزولانی ۳۹

مواد روان ساز یا خمیری کننده ۳۹

روان کننده های ممتاز ۳۹

مواد آب بند کننده ۴۰

مواد افزودنی متفرقه ۴۰

میزان مصرف ۴۰

مواد جایگزین سیمان یا مکمل سیمان ۴۱

پوزولان ها ۴۱

مواد شبه سیمانی ۴۲

میلگردهای مصرفی ۴۲

تعاریف ۴۳

رده میلگردهای فولادی ۴۳

کربن معادل فولاد ۴۳

بهر ۴۳

طبقه بندی میلگردها از نظر روش ساخت ۴۴

طبقه بندی آرماتورها از نظر شکل پذیری ۴۴

انواع شکل رویه ۴۵

جوش پذیری ۴۶

نشانه گذاری و بسته بندی میلگردها ۴۶

میلگردهای کامپوزیتی ۴۶

تواتر نمونه برداری میلگردهای مصرفی در بتن ۴۶

خم کردن میلگردها ۴۷

مشخصات مورد نیاز آرماتورها در طراحی ۴۸

دوام آرماتورها ۴۹

رده بتن ۵۰

سلامت بتن ۵۱

مقاومت بتن ۵۱

مقاومت در مقابل سایش ۵۱

بتن با مقاومت بسیار بالا ۵۲

عوامل مؤثر در مقاومت بتن ۵۲

ضوابط پذیرش بتن‌های مصرفی در کارگاه ۵۲

آزمونه و نمونه‌برداری بتن‌های مصرفی در کارگاه ۵۳

تواتر نمونه‌برداری از بتن ۵۳

اجرای بتن ۵۴

کار آبی بتن ۵۵

اختلاط بتن ۵۵

انتقال بتن ۵۶

چرخ‌های دستی و دامپر ۵۶

ناوهای شیب‌دار یا شوت شیب‌دار ۵۷

تلمبه دستی بتن ۵۷

باکت یا جام ۵۷

بتن‌ریزی ۵۷

بتن‌ریزی شالوده ۵۸

بتن‌ریزی دال و سقف‌ها و دیوارها، ستون‌ها و تیرهای اصلی ۵۸

تراکم بتن ۵۹

لرزاننده درونی (ویبراتور) ۵۹

عمل‌آوری ۶۰

- تأثیر دما ۶۰
- روش های عمل آوری ۶۰
- مدت عمل آوری ۶۱
- اجرای بتن در شرایط غیرمتعارف ۶۱**
- اجرای بتن در هوای گرم ۶۱
- دمای مخلوط بتن ۶۱
- انتقال بتن ۶۱
- بتن ریزی ۶۱
- عمل آوری ۶۲
- ضوابط ویژه اجرای بتن در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان ۶۲
- ضوابط ویژه اجرای بتن در هوای سرد ۶۳
- مصارف مصرفی ۶۳
- الزامات طرح مخلوط بتن ۶۳
- عمل آوری بتن تازه ۶۴
- مشخصات بتن پمپی (پمپ شونده) ۶۵**
- مشخصات بتن های پاشیدنی (شاتکریت) ۶۶**
- مشخصات بتن های مصرفی برای بتن ریزی از طریق ترمی (قیف و لوله) ۶۶**
- بتن های ویژه ۶۷**
- بتن پر مقاومت ۶۷
- بتن الیافی ۶۷
- بتن خود تراکم ۶۸
- بتن اصلاح شده با پلیمر ۶۹
- بتن سنگین ۷۰
- بتن سبک ۷۱
- ضوابط قالب بندی در بتن، لوله ها و مجراهای مدفون و درزهای بتن ۷۲**
- قالب بندی بتن ۷۲**
- مصارف مصرفی در قالب ۷۲
- اجرای قالب ۷۳

۷۳	پایه های اطمینان
۷۳	قالب برای بتن ریزی در زیرآب
۷۴	قالب برداری
۷۴	نحوه ی قالب برداری
۷۴	برداشتن پایه های اطمینان
۷۴	زمان قالب برداری
۷۵	بارهای وارد بر قالب های بتن
۷۵	سیستم سازه ای قالب های دیوارها
۷۶	سیستم سازه ای قالب های ستون ها
۷۶	بارهای قائم وارد بر قالب ها
۷۷	لوله ها و مجراهای مدفون در بتن
۷۸	درزهای بتن
۷۸	درزهای انبساط
۷۸	درزهای انقطاع
۷۹	اصول تحلیل و طراحی
۷۹	بتن معمولی و بتن سبک
۷۹	مقاومت فشاری مشخصه ی بتن، f_c
۷۹	ضریب پواسون بتن، ν
۸۰	ضریب انبساط حرارتی بتن
۸۰	نقش فولاد فشاری در رفتار عضو خمشی
۸۲	طراحی تیر
۸۳	نوع گسیختگی عضو خمشی
۸۵	رفتار الاستو پلاستیک سازه بتن مسلح
۸۵	اثرات خزش بتن مسلح
۸۶	عوامل مؤثر بر خزش
۸۷	مغزه ها
۸۷	تعداد مغزه مورد نیاز و محل آزمایش
۸۷	عوامل مؤثر بر مدخل الاستیسیته
۸۷	جمع شدگی و تورم
۸۸	چسبندگی و جدایی دانه ها

۸۸	 قالب لغزنده
۸۹	 تحلیل سیستمها
۸۹	 روش های تحلیل
۹۰	 مدلسازی
۹۰	 دهانه ها
۹۱	 مشخصات هندسی تیر T
۹۱	 نحوه ی چیدمان بارهای زنده
۹۱	 تحلیل خطی الاستیک مرتبه ی اول
۹۱	 تحلیل خطی الاستیک مرتبه ی دوم
۹۱	 تحلیل غیر الاستیک
۹۲	 تحلیل به روش اجزای محدود
۹۲	 ضریب های بار و ترکیب های بارگذاری
۹۲	 ارزیابی مقاومت مقطع در خمش، بار محوری، برش، پیچش و برش - اصطکاک
۹۳	 مقاومت خمشی
۹۳	 مقاومت برشی یک طرفه ناشی از فولاد عرضی عمود بر محور طولی عضو
۹۳	 مقاومت برشی یک طرفه ناشی از فولاد عرضی مورب نسبت به محور طولی عضو
۹۳	 دال های یک طرفه
۹۴	 قطع آرماتورهای خمشی
۹۵	 دال های دو طرفه
۹۵	 سیستم دال
۹۵	 چشمه ی دال
۹۵	 نوار دال یا نوار پوششی
۹۶	 نوار میانی
۹۶	 نوار کناری
۹۶	 تیر در سیستم تیر - دال
۹۶	 طراحی دال دو طرفه
۹۶	 حداقل ضخامت دال
۹۷	 آرماتورهای برشی - گل میخ سر دار
۹۷	 سیستمهای تیرچه ی دو طرفه
۹۷	 سیستم های تیرچه با پرکننده های سازه ای
۹۷	 سیستم های تیرچه با پرکننده های غیر سازه ای

- ۹۷..... روش طراحی مستقیم
- ۹۸..... محدودیت های روش طراحی مستقیم
- ۹۸..... روش طراحی قاب معادل
- ۹۸..... روش طراحی پلاستیک
- ۹۹..... تیرها
- ۹۹..... حداقل ارتفاع تیر
- ۱۰۰..... آرماتور خمشی در تیرها
- ۱۰۰..... قطع آرماتور
- ۱۰۰..... آرماتورهای یکپارچگی سازه ای در تیرهای درجا
- ۱۰۱..... تیرهای عمیق
- ۱۰۱..... ستون ها
- ۱۰۱..... محدودیت های آرماتور
- ۱۰۱..... آرماتورهای طولی
- ۱۰۱..... آرماتور طولی خم شده
- ۱۰۲..... تکیه گاه جانبی آرماتورهای طولی
- ۱۰۲..... دیوارها
- ۱۰۳..... فاصله ی آرماتورهای طولی
- ۱۰۳..... فاصله ی آرماتورهای عرضی
- ۱۰۳..... تکیه گاه جانبی آرماتورهای طولی
- ۱۰۴..... شالوده های بتن آرمه
- ۱۰۶..... شالوده های سطحی
- ۱۰۶..... مهار به بتن
- ۱۰۸..... الزامات بهره برداری
- ۱۰۸..... آرماتور حرارتی و جمع شدگی
- ۱۰۹..... ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله
- ۱۰۹..... سطوح شکل پذیری سازه
- ۱۱۰..... جزئیات آرماتورگذاری
- ۱۱۳..... طول گیرایی
- ۱۱۳..... طول گیرایی میلگرد آجدار سر دار در کشش
- ۱۱۳..... وصله ی میلگردها

- ۱۱۴..... آرماتورهای عرضی
- ۱۱۵..... تنگها
- ۱۱۶..... دورپیچ ها
- ۱۱۷..... ارزیابی مقاومت سازه های موجود
- ۱۱۷..... ارزیابی مقاومت به روش تحلیلی
- ۱۱۷..... تعیین وضعیت موجود سازه
- ۱۱۷..... ارزیابی مقاومت به روش آزمایش بارگذاری
- ۱۱۸..... روش آزمایش بارگذاری تدریجی
- ۱۱۸..... اعمال بارهای آزمایش
- ۱۱۸..... دوام بتن و آرماتور
- ۱۲۳..... پوشش بتنی روی میلگردها
- ۱۲۵..... الزامات دوام بتن برای حمله سولفاتی
- ۱۲۶..... الزامات دوام بتن برای شرایط مجاورت با آب دریا
- ۱۲۶..... الزامات دوام بتن در معرض چرخه های یخ زدن و آب شدن
- ۱۲۷..... الزامات دوام بتن برای سایش و فرسایش
- ۱۲۹..... دوام آرماتورها
- ۱۲۹..... حفاظت آرماتورها در مقابل خوردگی و زدودن زنگ آنها
- ۱۳۰..... آرماتورهای با اندود روی و با پوشش اپوکسی

۱۳۱..... سازه های فولادی و تکنولوژی جوش

۱۳۱..... مبانی طراحی

۱۳۱..... حالت های طراحی

۱۳۱..... حالت های حدی

۱۳۱..... حالت های حدی مقاومت

۱۳۱..... حالت های حدی بهره برداری

۱۳۲..... طراحی بر اساس حالت حدی مقاومت

۱۳۲..... طراحی بر اساس حالت های حدی بهره برداری

۱۳۲..... دسته بندی سیستم های قاب بندی شده

۱۳۴..... اعضای کششی

محدودیت لاغری در اعضای کششی	۱۳۴
طراحی اعضای کششی	۱۳۴
محدودیت‌های ابعادی تسمه‌ی سر پهن	۱۳۵
الزامات طراحی اعضا برای نیروی فشاری	۱۳۵
محدودیت ضریب لاغری	۱۳۵
اعضای ساخته‌شده	۱۳۶
محدودیت‌های ابعادی	۱۳۶
مقاطع مختلط	۱۳۷
محدودیت‌های مصالح در اعضای با مقطع مختلط	۱۳۷
اعضای محوری با مقطع مختلط	۱۳۷
جزئیات بندی اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن	۱۳۷
عرض مؤثر و حداقل ضخامت دال بتنی	۱۳۷
مقاطع مختلط به همراه ورق‌های فولادی شکل داده‌شده	۱۳۸
برش گیر و گل‌میخ	۱۳۸
جزئیات بندی برش گیرها در اعضای با مقطع مختلط	۱۳۹
طراحی اتصالات	۱۴۰
انواع اتصالات	۱۴۰
اتصال ساده	۱۴۰
اتصال خمشی (گیردار)	۱۴۰
سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری و برش بال‌های تیر در محل اتصال	۱۴۰
جوش و پیچ و پرچ	۱۴۰
نیروی کششی وارده بر اتصال جوشی	۱۴۲
انواع سوراخ‌ها در اتصالات پیچی	۱۴۲
محدودیت ابعاد اسمی سوراخ‌ها	۱۴۲
حداکثر فاصله مرکز سوراخ	۱۴۳
وصله‌ها	۱۴۳

الزامات طراحی لرزه‌ای ۱۴۳

تعاریف ۱۴۴

شکل‌پذیری ۱۴۴

حد شکل‌پذیری زیاد ۱۴۴

حد شکل‌پذیری متوسط ۱۴۴

حد شکل‌پذیری کم ۱۴۴

ناحیه حفاظت‌شده اعضا ۱۴۴

الزامات لرزه‌ای اعضا ۱۴۵

الزامات طراحی لرزه‌ای وصله‌ی ستون‌ها ۱۴۵

الزامات طراحی لرزه‌ای وصله‌ی تیرها ۱۴۵

طراحی لرزه‌ای قاب‌ها ۱۴۶

قاب‌های خمشی معمولی ۱۴۶

قاب‌های خمشی متوسط ۱۴۶

قاب‌های خمشی ویژه ۱۴۶

قاب‌های مهاربندی‌شده‌ی همگرای معمولی ۱۴۷

الزامات عمومی ۱۴۷

قاب‌های مهاربندی‌شده‌ی همگرای ویژه ۱۴۸

قاب‌های مهاربندی‌شده‌ی واگرا ۱۴۸

ساخت، نصب و کنترل قطعات فولادی ۱۵۰

پیش‌نصب ۱۵۱

اتصال با پیچ ۱۵۲

بستن و محکم کردن پیچ‌های اصطکاکی ۱۵۲

انبار کردن، حمل و رفع معایب ۱۵۲

رنگ‌آمیزی و گالوانیزه کردن قسمت‌های فولادی ۱۵۲

آماده‌سازی سطوح ۱۵۲

درجات مختلف کیفیت آماده‌سازی سطوح ۱۵۳

Sa1: تمیز کردن به صورت ماسه پاشی خفیف ۱۵۳

Sa2: تمیز کردن به صورت ماسه پاشی عمیق ۱۵۳

Sa2/5: تمیز کردن به صورت ماسه پاشی عمیق‌تر ۱۵۳

Sa3: تمیز کردن به صورت ماسه پاشی با حصول سطح نقره‌ای ۱۵۳

- رنگ آمیزی ۱۵۴
- گالوانیزه کردن ۱۵۴
- نصب قطعات فولادی ۱۵۴
- جان تیر ۱۵۵
- ضعف جان درزیر بارهای متمرکز سنگین ۱۵۶
- کمانش قائم جان تیر BUCKLING VERTICAL ۱۵۶
- خرپا ۱۵۶
- تورق ۱۵۷
- جوش و جوشکاری ۱۵۹
- عوامل مهم جوشکاری ۱۵۹
- شدت جریان ۱۶۰
- طول قوس ۱۶۰
- سرعت پیشروی ۱۶۰
- زاویه الکتروود ۱۶۱
- کاربرد انواع جوش در ساختمان ۱۶۱
- آزمایش های غیر مخرب جوش ۱۶۲
- الکتروود جوشکاری ۱۶۲
- روکش الکتروود ۱۶۲
- پودر آهن ۱۶۲
- شماره گذاری الکتروود ۱۶۳
- الکترودهای پربازده (پُر جوش) ۱۶۳
- الکترودهی نفوذی (زودجوش) ۱۶۳
- الکترودهای ترکیبی ۱۶۴
- انواع الکتروود ۱۶۴
- معایب جوشکاری ۱۶۵
- ذوب ناقص ۱۶۵
- نفوذ ناقص ۱۶۶

تخلخل	۱۶۶
حبس سرباره و گل جوش	۱۶۷
سررفتن جوش روی فلز پایه، (لوچه)	۱۶۷
گرده اضافی در جوش	۱۶۷
لکه قوس	۱۶۸
ترک ها	۱۶۸
عدم پرشدگی شیار	۱۷۰
جرقه و پاشش	۱۷۰

بارگذاری و آئین نامه ۲۸۰۰ ۱۷۱

تعاریف ۱۷۱

بار مرده	۱۷۱
بار زنده	۱۷۱
بار زنده بام	۱۷۱
برش پایه: Shear Base	۱۷۱
برش طبقه: Shear Story	۱۷۱
تراز پایه: Base	۱۷۲
تغییر مکان نسبی طبقه	۱۷۲
درز انقطاع	۱۷۲
دیوار فروریزی	۱۷۲
دیافراگم	۱۷۲
زلزله طرح	۱۷۲
زمان تناوب اصلی نوسان: T	۱۷۳
سختی طبقه: Stiffness Story	۱۷۳
سیل طرح و ارتفاع سیل طرح	۱۷۳
شکل پذیری: Ductility	۱۷۳
طبقه: Story	۱۷۳
طبقه نرم:	۱۷۳

- طبقه خیلی نرم ۱۷۳
- طبقه ضعیف ۱۷۴
- طبقه خیلی ضعیف ۱۷۴
- قاب خمشی ۱۷۴
- قاب فضایی ۱۷۴
- قاب مهاربندی شده فولادی ۱۷۴
- قاب مهاربندی شده همگرا ۱۷۴
- قاب مهاربندی شده واگرا ۱۷۴
- مرکز سختی ۱۷۴
- ضریب بازتاب ساختمان، B ۱۷۵

الزامات عمومی ۱۷۵

- گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب اهمیت ۱۷۶
- گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب نظم کالبدی ۱۷۷
- نامنظمی در پلان ۱۷۷
- نامنظمی هندسی ۱۷۷
- نامنظمی پیچشی ۱۷۷
- نامنظمی در دیافراگم ۱۷۷
- نامنظمی خارج از صفحه ۱۷۸
- نامنظمی سیستم‌های غیر موازی ۱۷۸
- نامنظمی در ارتفاع ۱۸۰
- الف- نامنظمی هندسی ۱۸۰
- ب- نامنظمی جرمی ۱۸۰
- پ- نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی ۱۸۰
- ت- نامنظمی مقاومت جانبی ۱۸۰
- ث- نامنظمی سختی جانبی ۱۸۰
- محدودیت در احداث ساختمان‌های نامنظم ۱۸۲
- گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب سیستم سازه‌ای ۱۸۲
- سیستم دیوارهای باربر ۱۸۲
- سیستم قاب ساختمانی ۱۸۲

- سیستم قاب خمشی ۱۸۳
- سیستم دوگانه یا ترکیبی ۱۸۳
- سیستم ستون کنسولی ۱۸۳

۱۸۴ ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های ساختمانی

۱۸۴ روش‌های طراحی

- روش‌های تحلیل سازه ۱۸۴
- روش‌های تحلیل خطی ۱۸۴
- روش‌های تحلیل غیرخطی ۱۸۵
- روش تحلیل استاتیکی معادل ۱۸۵
- تراز پایه ۱۸۵
- انواع ساختمان ها ۱۸۵
- ضریب اهمیت ساختمان ۱۸۶
- ضریب رفتار ساختمان، R_u ۱۸۶
- سیستم‌های سازه‌ای ۱۸۶
- محاسبه ساختمان در برابر واژگونی ۱۸۸
- نیروی قائم ناشی از زلزله ۱۸۹
- روش‌های تحلیل دینامیکی خطی ۱۸۹
- روش تحلیل طیفی ۱۸۹
- تعداد مدهای نوسان ۱۸۹
- مشخصات سازه از تراز پایه ها روی شالوده ۱۸۹

۱۹۰ اجزای غیر سازه‌ای

۱۹۰ بارگذاری

۱۹۰ تعاریف

۱۹۱ الزامات مبنا

۱۹۲ مقادیر بارها

- بارهای ثقلی و محیطی ۱۹۲
- بارهای خود کرنشی ۱۹۲
- بارهای ناشی از حوادث غیر عادی ۱۹۳

۱۹۳ گروه بندی ساختمان ها و سایر سیستم های سازه‌ای

۱۹۳	ارتعاش سازه
۱۹۳	بار مرده
۱۹۳	وزن تیغه ها و دیوارها
۱۹۴	وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت
۱۹۴	بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی
۱۹۴	فشار جانبی
۱۹۴	بار زنده
۱۹۴	تعاریف
۱۹۵	بار زنده گسترده یکنواخت کفها و بامها
۱۹۶	کاهش بارهای زنده طبقات
۱۹۶	بارهای زنده سنگین
۱۹۶	محل عبور یا پارک خودروهای سواری
۱۹۶	محل اجتماع و ازدحام
۱۹۶	بار سیل
۱۹۶	تعاریف
۱۹۸	الزامات و بارهای طراحی
۱۹۹	بارگذاری های متوازن و نامتوازن
۱۹۹	بار باران
۱۹۹	ناپایداری برکه ای و انباشتگی آب
۱۹۹	بار یخ
۱۹۹	وزن یخ
۲۰۰	بار باد
۲۰۰	سرعت مبنای باد
۲۰۰	فشار مبنای باد
۲۰۰	ضریب اثر تغییر سرعت Ce
۲۰۱	ضوابط عمومی طراحی ساختمان ها و سازه ها برای باد
۲۰۱	کنترل لغزش
۲۰۱	کنترل واژگونی
۲۰۱	بار زلزله
۲۰۱	ضوابط کلی
۲۰۱	ملاحظات معماری و پیکربندی سازه های

زلزله های مبنای طراحی ۲۰۳

خاک و پی ۲۰۴

پی و اجرای پی ۲۰۴

تعاریف ۲۰۴

تنش مؤثر ۲۰۴

پی ۲۰۴

سازه های نگهبان: ۲۰۴

گمانه ۲۰۵

لایه بندی پیچیده و ساده ۲۰۵

روش های طراحی ۲۰۵

روش تنش مجاز ۲۰۵

روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) ۲۰۵

حالت حدی مقاومت ۲۰۵

حالت حدی بهره برداری ۲۰۵

روش های عملکردی ۲۰۶

شناسایی ژئوتکنیکی زمین ۲۰۶

شناسایی لازم در مرحله بررسی طراحی ۲۰۶

گمانه ۲۰۷

عمق گمانه ۲۰۸

حفاری و نمونه برداری خاک ۲۰۹

گودبرداری و پایش ۲۱۰

خطر گود و مسئولیت آن ۲۱۰

مسئولیت گودبرداری ۲۱۱

ملاحظات اجرایی پی های سطحی ۲۱۲

خاکبرداری ۲۱۳

پی کنی ۲۱۳

زمین های لجنی ۲۱۳

خاکریزی ۲۱۳

- ۲۱۴.....انواع خاکریزی
- ۲۱۴.....خاکریزهای باربر
- ۲۱۵.....خاکریزهای پرکننده
- ۲۱۵.....تراکم کارگاهی
- ۲۱۶.....سازه‌های نگهبان
- ۲۱۷.....انواع سازه نگهبان
- ۲۱۷.....دیوارهای با عملکرد وزن
- ۲۱۷.....دیوارهای سپر گونه
- ۲۱۷.....خاک مسلح
- ۲۱۷.....میل مهاری و میخکوبی
- ۲۱۷.....دیوار زیرزمین
- ۲۱۷.....فشار خاک پشت دیوار
- ۲۱۸.....شمع‌ها
- ۲۱۸.....بالا آمدن شمع
- ۲۱۸.....نشست شمع
- ۲۱۸.....تأثیر باد بر ساختمان بلند

۲۲۰..... ساختمان‌ها با مصالح بنایی

- ۲۲۰.....تعاریف
- ۲۲۰.....بند بستر (افقی)
- ۲۲۰.....بند کله (قائم)
- ۲۲۰.....بند گلویی
- ۲۲۰.....پیوند ممتد
- ۲۲۰.....جرز
- ۲۲۰.....حفره
- ۲۲۱.....ستون
- ۲۲۱.....واحد مصالح بنایی
- ۲۲۱.....واحد مصالح بنایی توپر

- ۲۲۱ واحد مصالح بنایی توخالی
- ۲۲۱ واحد مصالح بنایی سوراخ دار
- ۲۲۱ لاریز
- ۲۲۱ هشت گیر

الزامات عمومی ساختمان های بنایی ۲۲۱

- ۲۲۲ درز انقطاع
- ۲۲۲ دیوارهای زیرزمین
- ۲۲۲ دیوارچینی
- ۲۲۲ لاریز
- ۲۲۳ لابند
- ۲۲۳ انواع اتصالات آجری
- ۲۲۴ دیوارهای چند جداره
- ۲۲۴ کنترل نسبت لاغری در دیوارها
- ۲۲۴ کنترل نسبت لاغری در ستون ها
- ۲۲۴ دیوارهای غیر سازه ای و تیغه ها
- ۲۲۵ نعل درگاه و بازشو
- ۲۲۵ جان پناه
- ۲۲۵ خرپشته
- ۲۲۵ لوله ها و مجاری توکار
- ۲۲۶ ابعاد هندسی مؤثر در دیوارها و ستون ها
- ۲۲۶ ضخامت مؤثر
- ۲۲۶ ارتفاع مؤثر
- ۲۲۶ مساحت مؤثر
- ۲۲۶ حداقل ضخامت دیوار باربر

ساختمان های بنایی مسلح ۲۲۶

ساختمان های بنایی محصور شده با کلاف ۲۲۷

الزامات عمومی	۲۲۷
ارتفاع و تعداد طبقات ساختمان	۲۲۷
پیشامدگی سقف	۲۲۸
شالوده	۲۲۸
پی بتن آرمه	۲۲۹
کرسی چینی	۲۲۹
شالوده کرسی چینی و کلاف بتنی	۲۳۰
دیوارها	۲۳۰
بازشوها	۲۳۲
کلاف‌های افقی و قائم	۲۳۲

انواع سیستم‌های سازه‌ای و سقف ۲۳۴

انواع سقف‌ها ۲۳۴

سقف‌های طاق ضربی	۲۳۴
سقف‌های تیرچه بلوک	۲۳۴
سقف قوسی	۲۳۵
سقف‌های استوانه‌ای	۲۳۵
سقف‌های گنبدی	۲۳۵

سیستم‌های سازه‌ای ۲۳۵

سیستم قاب فولادی سبک (LSF)	۲۳۵
مصالص	۲۳۶
شالوده	۲۳۷
الزامات طراحی و اجرایی	۲۳۷
ساختمان‌های بتنی پیش ساخته	۲۳۷
مصالص و اتصالات	۲۳۷
الزامات طراحی و اجرایی	۲۳۸

سیستم دیوار سازه‌ای بتن مسلح با قالب‌های عایق ماندگار (ICF)	۲۳۸
دامنه کاربرد	۲۳۸
مصالح و محدودیت‌ها	۲۳۹
الزامات طراحی و اجرایی	۲۳۹
سیستم پانل پیش ساخته سبک سه بعدی (3D)	۲۴۰
تعاریف	۲۴۰
مصالح	۲۴۰
الزامات طراحی و اجرایی	۲۴۱

مسائل اجرایی ۲۴۲

سیستم‌های گرمایش رادیاتورها	۲۴۲
در و پنجره	۲۴۲
نم بندی	۲۴۳
آب بندی	۲۴۳
بخار بندی	۲۴۳
عایق کاری رطوبتی	۲۴۳
آزمایش عایق کاری	۲۴۶
عایق کاری حرارتی	۲۴۶
دیوار زیرزمین	۲۴۷
کف	۲۴۷
عایق کاری دیوارهای خارجی	۲۴۷
نحوه اجرای لایه بخار بند	۲۴۷
عایق بندی صوتی	۲۴۸

پوشش سقف‌های شیبدار ۲۴۸

پوشش سقف‌های شیبدار با ورق‌های سیمان - پنبه نسوز ۲۴۸

پوشش با ورق‌های آردواز ۲۴۹

پوشش سقف‌های شیبدار با ورق‌های آلومینیوم ۲۴۹

پوشش سقف‌های شیبدار با ورق‌های فولادی گالوانیزه ۲۴۹

کاشی کاری ۲۵۰

اجرای موزاییک ۲۵۱

درزهای ساختمانی ۲۵۱

الف: درزهای ساخت (درزهای اجرایی) ۲۵۱

ب: درزهای حرکتی ۲۵۲

درزهای انقباضی ۲۵۳

درزهای انبساط ۲۵۳

درزهای کنترل ۲۵۳

درزهای نشست ۲۵۴

درزهای لغزشی ۲۵۴

مصالح پرکننده درز (فیلر) ۲۵۴

اجرای درزهای حرکتی ۲۵۴

درزهای حرکتی در ساختمان‌های بتن‌آرمه یکپارچه ۲۵۴

درزهای حرکتی در ساختمان‌های فولادی ۲۵۵

درزهای حرکتی در ساختمان‌های ساخته‌شده از مصالح بنایی ۲۵۵

چاه ها ۲۵۵

زهکشی محوطه ۲۵۷

روش ثقلی ۲۵۷

روش پمپاژ ۲۵۸

روش پرده عایق ۲۵۸

پیاده رو سازی ۲۵۸

زیرسازی بافته آهکی ۲۵۹

زیرسازی با مخلوط رودخانه‌ای ۲۵۹

زیرسازی با بلوکاژ ۲۶۰

ایمنی و حفاظت در کارگاه ۲۶۱

تعاریف ۲۶۱

صاحب کار ۲۶۱

پیمان کار ۲۶۱

خویش فرما ۲۶۱

کارفرما ۲۶۱

ریسک ۲۶۱

کار در شب ۲۶۲

الزامات عمومی کارگاه ۲۶۲

ایمنی و حفاظت معبر عمومی ۲۶۳

نکات ایمنی در کارگاه ۲۶۳

اجزای و عناصر حفاظت و ایمنی ۲۶۴

نرده حفاظتی موقت ۲۶۴

پاخورهای حفاظتی ۲۶۵

راهرو سرپوشیده موقت ۲۶۵

سرپوش حفاظتی ۲۶۵

سقف‌های موقت ۲۶۵

تور ایمنی ۲۶۶

۲۶۶..... حصار حفاظتی موقت

۲۶۶..... ماشین آلات ساختمانی و بالابر

۲۶۷..... جایگاه کار و دسترسی ها در کارگاه

۲۶۷..... بشکه

۲۶۷..... داربست

۲۶۷..... نردبان

۲۶۸..... راه پله موقت

۲۶۸..... راه شیب دار و گذرگاه

۲۶۹..... تخریب

۲۶۹..... تخریب سقف

۲۶۹..... تخریب دیوار

۲۷۰..... تخریب دودکش های بلند صنعتی و سازه های مشابه

۲۷۰..... گودبرداری

۲۷۰..... اجرای سازه و قالب

۲۷۰..... نگهداری مصالح

۲۷۱..... پایان

بتن و ساختمان‌های بتنی

واحدهایی که در این بخش مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عبارت‌اند از:

الف- برای طول متر (m) و میلی‌متر (mm)

ب- برای سطح، مترمربع (m^2) و میلی‌مترمربع (mm^2)

پ- برای بارهای متمرکز وزن، کیلو نیوتن (kN) و برای بارهای گسترده خطی، کیلو نیوتن بر متر (kN/m) و برای بارهای گسترده در سطح، کیلو نیوتن بر مترمربع (kN/m^2) برابر با یک کیلو پاسکال (kpa)

ت- برای جرم مخصوص (جرم واحد حجم)، کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)

ث- برای وزن مخصوص (وزن واحد حجم)، کیلو نیوتن بر مترمکعب (kN/m^3)

ج- برای تنش‌ها و مقاومت‌ها، مگا پاسکال (Mpa)، معادل یک نیوتن بر میلی‌مترمربع، یا مگا نیوتن بر مترمربع (MN/m^2)

چ- برای لنگرها، کیلو نیوتن _متر (kN.m)

ح- برای دما، درجه سلسیوس ($^{\circ}C$)

دفترچه‌ای بنام دفترچه کارگاه باید همواره، در کارگاه موجود باشد.

در مواقعی که دما کمتر از ۵ و یا بیشتر از ۳۲ درجه سلسیوس باشد درج ارقام کامل مربوط به دما در دفترچه کارگاه ضرورت قطعی دارد. در این‌گونه موارد باید تمامی تدابیری که برای حفظ بتن از سرما و گرمابه‌کاربرده شده است در دفترچه کارگاه منعکس شود.

دفترچه کارگاه (یا پرونده گزارش‌های روزانه) شامل اطلاعات مذکور باید به امضای مهندس مسئول و ناظر کارگاه برسد و در تمام مدت اجرای عملیات ساختمانی در محل کارگاه باشد، به‌طوری‌که هنگام مراجعه بازرسان ساختمان بتواند در اختیار آنان قرار گیرد.

مصالح مصرفی اصلی بتن عبارت‌اند از سیمان، سنگدانه درشت یا مصالح سنگی درشت‌دانه (شن)، سنگدانه ریز یا مصالح سنگی ریزدانه (ماسه) و آب. علاوه بر این مصالح، مواد اصلاح‌کننده خواص بتن، یعنی مواد افزودنی، پوزولان تا و مواد شبه سیمانی، نیز می‌توانند در بتن استفاده شوند.

مصالح بتن

سیمان

سیمان‌های مصرفی در بتن عبارت‌اند از سیمان‌های پرتلند پنج‌گانه و سیمان‌های ویژه.

سیمان‌های پرتلند

سیمان پرتلند، نوعی سیمان هیدرولیکی است که به‌طور عمده شامل CaO ، SiO_2 ، Al_2O_3 و Fe_2O_3 است. به‌منظور تنظیم و افزایش زمان‌گیرش سیمان پرتلند، کلینکر آن را به همراه مقدار مناسبی سنگ گچ یا سولفات کلسیم متبلور خام آسیاب می‌کنند.

سیمان‌های پرتلند را به‌صورت کیسه‌ای بسته‌بندی و مصرف کرده و یا به‌صورت فله‌ای مصرف می‌کنند.

سیمان‌های پرتلند سفید

این سیمان، از آسیاب کردن کلینکر سیمان سفید با مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید. میزان اکسید آهن و اکسید منیزیم در این نوع سیمان ناچیز است.

سیمان‌های پرتلند رنگی

سیمان پرتلند رنگی، از افزودن مواد رنگی معدنی بی‌اثر شیمیایی به سیمان پرتلند معمولی یا سفید به دست می‌آید. از سیمان پرتلند معمولی برای ساخت سیمان‌های پرتلند رنگی قرمز، قهوه‌ای و سیاه، برای ساخت سیمان‌های به رنگ‌های دیگر، از سیمان سفید استفاده می‌شود. استفاده از این نوع سیمان به‌عنوان بتن سازه ای مجاز است.

سیمان‌های پرتلند آمیخته

سیمان پرتلند پوزولانی

سیمان پرتلند پوزولانی، چسباننده‌ای هیدرولیکی است که مخلوط کامل، یکنواخت و همگنی از سیمان پرتلند و پوزولان می‌باشد.

سیمان‌های پرتلند آمیخته با پوزولان های طبیعی، به دو گروه سیمان پرتلند پوزولانی معمولی و سیمان پرتلند پوزولانی ویژه تقسیم‌بندی می‌شوند.

سیمان پرتلند پوزولانی معمولی، دارای پوزولان به میزان حداقل ۵ و حداکثر ۱۵ درصد وزنی می‌باشد. برای مصارف عمومی در ساخت ملات یا بتن به کار می‌رود.

سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، دارای پوزولان به میزان بیش از ۱۵ درصد تا ۴۰ درصد وزنی است. این نوع سیمان با نماد «پ.پ.و» نشان داده می‌شود و معمولاً برای ساخت بتن‌های حجیم و نیز در مواردی که بتن تحت تهاجم شیمیایی قرار می‌گیرد به کار می‌رود. این نوع سیمان، حرارت هیدراسیون کمی دارد، در برابر املاح شیمیایی مقاوم و مقاومت فشاری آن در روزهای اولیه (تا سه روز) کم است.

سیمان پرتلند روباره‌ای یا سرباره‌ای

این سیمان، از آسیاب کردن ۱۵ تا ۹۵ درصد سرباره کوره آهن‌گدازی فعال و غیر کریستالی (آمورف)، باسیمان پرتلند به دست می‌آید. این نوع سیمان پایداری بیشتری در برابر سولفات‌ها دارد و بتن ساخته‌شده با آن، نفوذپذیری کمتر و دوام بیشتری دارد. این نوع سیمان، در مقایسه باسیمان پرتلند معمولی، دیر گیرتر و حرارت هیدراسیون آن کمتر است.

سیمان بنایی

استفاده از این نوع سیمان در بتن و بتن‌آرمه مجاز نیست و از آن می‌توان فقط در کارهای بنایی، در ملات و مانند آن استفاده کرد.

نگهداری سیمان

سیمان‌های کیسه‌ای

وزن اسمی هر کیسه سیمان پرتلند ۵۰ کیلوگرم می‌باشد.

سیمان‌های کیسه‌ای باید بر روی کف خشک، که دست‌کم به‌اندازه ۱۰۰ میلی‌متر از سطح اطراف خود بالاتر باشد، قرار گیرند.

در مناطق خشک، حداکثر تعداد کیسه سیمان که می‌توان بر روی هم انبار کرد ۱۲ پاکت است. مشروط بر اینکه ارتفاع کل آن‌ها از ۱/۸ متر تجاوز نکند. اعداد فوق در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد، به ترتیب ۸ پاکت و ۱/۲ متر می‌باشد.

در مناطق خشک، کیسه های سیمان باید نزدیک به یکدیگر، بافاصله ۵۰ تا ۸۰ میلی‌متر از یکدیگر قرارداد شوند تا عبور جریان هوا از بین کیسه ها موجب خشک شدن سیمان بشود. در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد، کیسه های سیمان باید به یکدیگر چسبانیده شوند.

کیسه های سیمان، در همه مناطق، باید حداقل ۳۰۰ میلی‌متر از دیوارها و ۶۰۰ میلی‌متر از سقف فاصله داشته باشند.

سیمان‌های کیسه‌ای باید در مناطق با رطوبت نسبی بیش از ۹۰٪، ۴۵ روز پس از تولید و در سایر مناطق ۹۰ روز پس از تولید مصرف شوند و اگر بنا به دلایل غیرقابل اجتناب این امر میسر نشد، این سیمان‌ها باید قبل از مصرف مورد آزمایش قرار گیرند.

سیمان‌های فله

از آنجاکه انتقال سیمان از مخزن کامیون به داخل سیلو به کمک هوای فشرده صورت می‌گیرد و در نتیجه سیمان به تدریج متورم می‌شود، نباید بیش از ۸۰ درصد ظرفیت اسمی سیلوها را پر کرد.

سیمان نگهداری شده در سیلو، باید حداکثر ۹۰ روز پس از تولید مصرف شود، و اگر بنا به دلایل غیرقابل اجتناب این امر امکان‌پذیر نشد، باید قبل از مصرف تحت آزمایش قرار گیرد.

ضوابط پذیرش سیمان‌های پرتلند

نمونه‌برداری از سیمان پرتلند، باید به یکی از روش‌های زیر صورت گیرد:

۱. از هر محموله وارده به کارگاه ۵ kg نمونه.

۲. از محل تسمه‌نقاله یا لوله انتقال به سیلو، از هر ۴۰ ton سیمان در حال انتقال یا کمتر، ۵ kg نمونه به صورت پیوسته یا ناپیوسته.

۳. از محل تخلیه سیمان از سیلو، به ازای هر ۱۰۰ ton، ۵ kg نمونه.

۴. از انبار کیسه های سیمان، به ازای هر ۵ ton سیمان کیسه‌ای یا کمتر، یک کیسه به عنوان نمونه.

۵. آزمایش‌های فوق حداکثر ماهی یک‌بار می‌باید انجام شوند.

سنگدانه یا مصالح سنگی

سنگدانه‌ها در بتن تقریباً $\frac{3}{4}$ حجم آنرا تشکیل می‌دهند و از این‌رو کیفیت آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. سنگدانه‌ها نه تنها در مقاومت بتن بسیار مؤثرند، بلکه دوام و پایداری بتن نیز تا حد زیادی تحت تأثیر این ماده قرار می‌گیرد.

ابتدا تصور می‌شود سنگدانه‌ها موادی بی‌اثر و غیرقابل انبساط می‌باشند که در خمیری از سیمان پخش می‌شوند و حجم بزرگی از بتن را پدید می‌آورند. اما در حقیقت سنگدانه‌ها بی‌اثر نیستند و خواص فیزیکی، حرارتی و پاره‌ای اوقات شیمیایی آن‌ها در عملکرد بتن تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال پایداری حجمی و دوام بتن، تا حدی متأثر از این مصالح می‌شود.

شکل و بافت دانه‌های سنگی در مقاومت بتن تأثیر فراوانی دارند. بخصوص در بتن‌های با مقاومت بالا که مقاومت خمشی بیش از مقاومت کششی تحت تأثیر قرار می‌گیرد، بافت زبرتر و روشن تر دانه‌ها سبب بالا بودن چسبندگی و پیوستگی بین آن‌ها و خمیر سیمان را فراهم می‌آورد.

کار آیی بتن تازه به عوامل مختلفی از جمله میزان آب، نوع سنگدانه‌ها و دانه‌بندی آن‌ها نسبت سنگدانه به سیمان، وجود افزودنی‌ها و بالاخره ریزی سیمان بستگی دارد.

برای یک نسبت ثابت آب به سیمان یک مخلوط کم عیارتر به مقاومت بالاتری منجر می‌شود.

سنگدانه‌های بزرگ‌تر از $\frac{4}{75}$ میلی‌متر (بعد چشمه‌های الک نمره ۴) را سنگدانه درشت یا شن و سنگدانه‌های ریزتر از $\frac{4}{75}$ میلیمتر را سنگدانه ریز یا ماسه می‌نامند.

طبق تعریف، "بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه" عبارت است از اندازه کوچک‌ترین الکی که حداکثر ۱۰ درصد وزنی سنگدانه روی آن باقی بماند.

محدودیت بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت

بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت نباید از هیچ‌یک از مقادیر زیر بیشتر باشد:

۱. یک پنجم کوچک‌ترین بعد داخلی قالب بتن

۲. یک سوم ضخامت دال

۳. سه چهارم حداقل فاصله آزاد بین میلگردها

۴. سه چهارم پوشش بتن روی میلگردها

سنگدانه های سبک مصرفی در بتن

به طور کلی سنگدانه های سبک مصرفی در بتن، به دو صورت تهیه می شوند:

۱. سنگدانه های حاصل از شیشه ای شدن، انبساط، گلوله شدن مواد، و یا موادی نظیر سرباره کوره آهن گدازی، خاک رس، دیاتومه، خاکستر بادی، شیل یا سنگ لوح.

۲. سنگدانه های حاصل از فرآوری مواد طبیعی نظیر پومیس، اسکوریا و توف. سنگدانه های سبک می توانند هم در بتن سازه ای و هم در بتن غیر سازه ای به کار روند.

مقاومت سنگدانه ها

واضح است که مقاومت فشاری بتن نمی تواند بطور قابل ملاحظه ای از مقاومت سنگدانه ها بیشتر گردد، گرچه تعیین مقاومت خود سنگ ها نیز کار آسانی نیست.

تخلخل و جذب آب دانه ها

تخلخل، نفوذپذیری و جذب آب دانه ها بر روی چسبندگی بین آن ها و خمیرسیمان، مقاومت بتن در یخ زدن و آب شدن، پایداری شیمیایی بتن، مقاومت بتن به سایش و توده ویژه تأثیر می گذارد.

خواص حرارتی دانه ها

سه خاصیت مهم حرارتی دانه ها در بتن اهمیت زیادی دارند عبارتند از: ضریب انبساط حرارتی، حرارت ویژه و ضریب هدایت حرارتی. دو خاصیت دوم و سوم در بتن های حجیم که مسئله عایق بندی دارند نسبت به ساختمان های معمولی مورد توجه بیشتری قرار می گیرند. در عمل تأثیر ضریب انبساط حرارتی سنگدانه ها که تعیین کننده مقدار نظیر برای بتن می باشد، به میزان سنگدانه در مخلوط بستگی دارد.

دسته بندی سنگدانه

سنگدانه ها از نظر اندازه بر دو دسته سنگدانه ریز و درشت است:

سنگدانه ریز (ماسه)

سنگدانه های است که تمامی آن از الک ۹/۵ میلی متر و حدود ۹۰ درصد آن از الک ۴/۷۵ میلی متر (نمره ۴) بگذرد. یا بخشی از سنگدانه که از الک ۴/۷۵ میلی متر (نمره ۴) رد شود و روی الک نمره ۲۰۰ (۷۵ میکرومتر) باقی بماند.

مدخل نرمی ضریبی است که از دانه بندی به دست می آید بخصوص در استاندارد آمریکا کاربرد دارد. مدول نرمی (FM) در حقیقت مجموع درصدهای تجمعی مانده روی الک های استاندارد است که به ۱۰۰ تقسیم شده باشد.

مدخل نرمی معمولاً برای مصالح ریزدانه محاسبه می شود و تغییرات آن بین ۲/۳ تا ۳ بوده و افزایش آن نشان دهنده درشتی دانه ها است.

سنگدانه درشت

سنگدانه های است که بخش عمده ای آن بر روی الک ۴/۷۵ میلی متر (نمره ۴) باقی بماند.

سنگدانه از نظر جرم مخصوص به انواع سنگین دانه، سبک دانه وزن معمولی تقسیم می شود:

سنگین دانه

سنگدانه های با جرم مخصوص زیاد که در ساخت بتن سنگین به کار می رود، مانند سرپانتین، باریت، مگنتیت، لیمونیت، ایلمنیت، ژئوتیت، هماتیت، آهن یا فولاد. جرم مخصوص انبوهی فله ای (سست) این سنگدانه از سرپانتین تا آهن یا فولاد از ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب تا ۷۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب تغییر می کند.

سبک دانه

سنگدانه های با جرم مخصوص کم است که در ساخت بتن سبک کاربرد دارد و شامل سنگدانه های سبک طبیعی، مانند پومیس، خاکسترهای آتش فشانی، توف، دیاتومیت، و سنگدانه های سبک مصنوعی، مانند رس، شیل و اسلیت منبسط شده ی شیل های دیاتومه ای، پرلیت، ورمیکولیت و سرباره ی منبسط یا سینتر شده و محصول نهایی احتراق کک یا زغال سنگ است.

مصرف دانه های سبک طبیعی به خاطر دشواری ها و مسائل حمل و نقل در نزدیکی معادنشان مقرون به صرفه است، ولی به علت محدودیت منابع طبیعی، استفاده از آن ها در نقاط دور از معدن فراگیر نیست.

سنگدانه های سبکی مصنوعی با ترکیبات آلی نیز مورد مصرف قرار گرفته اند، که از جمله آن ها می توان پلی استایرین منبسط شده را نام برد.

در ایران تنها پوکه رسی یا خاک رس منبسط شده (لیکا) و پرلیت منبسط شده تولید می شود. پوکه رسی در پر کردن فضاهای خالی، ساختن بلوک های سبک وزن و بتن های سبک عایق حرارتی و بتن سبک باربر (سازه ای) به مصرف می رسد. بتن لیکا (پوکه رسی) از سایر بتن های دانه سبک مقاومت بیشتری دارد.

سبک دانه برای بتن سازه ای و بنایی باجرم مخصوص انبوهی فله ای (سست) خشک حداکثر:

ماسه ۱۱۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب، شن ۸۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب و مخلوط آن دو ۱۰۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب.

سبک دانه برای بتن عایق کاری حرارتی باجرم مخصوص انبوهی فله ای (سست) خشک حداکثر:

پرلیت ۱۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب ورمیکولیت ۱۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب.

ماسه ۱۱۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب، شن ۸۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب و مخلوط آن دو ۱۰۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب.

سنگدانه با وزن معمولی

سنگدانه های است غیر از سنگدانه سبک یا سنگین، که برای ساخت بتن با جرم مخصوص معمولی به کار می رود.

مدخل نرمی سنگدانه ی ریز جزو الزامات اختیاری و بین ۲/۳ و ۳/۱ است.

استفاده از سنگدانه

کل مقدار کلوخه های رسی و ذرات خردشونده نباید از ۲ درصد وزنی سبک دانه خشک بیشتر باشد.

مصالص سنگی را نباید از سواحل دریاها و رودخانه تامین کرد. برای حفظ محیط زیست، لازم است از ذخایر مخلوط رودخانه های متروک و منابع کوهی استفاده شود. در فرآیند تولید، باید از انتشار گرد و خاک زیاد در کارگاه تولید سنگدانه جلوگیری شود. یکی از این روی های جلوگیری از آن آب پاشی بر روی سرند اول این کارگاه هاست.

در صورت مطابقت مشخصات سنگدانه ی شکسته باز یافتی از آوارهای ساختمانی با ویژگی های استاندارد سنگدانه ی بتن می توان، برای کمک به حفظ محیط زیست، در ساخت بتن، از آن ها به جای بخشی از سنگدانه طبیعی (با طرح اختلاط مناسب) استفاده کرد.

کاربرد سنگدانه های واکنش زا با سیمان های دارای قلیایی زیاد، به ویژه در پروژه های مهم و آبی مجاز نیست. سنگدانه های مورد نیاز در ساخت بتنی که در معرض رطوبت یا در تماس مداوم با زمین مرطوب یا در شرایط جوئی رطوبت زا قرار خواهد گرفت نباید دارای موادی باشد که با قلیایی های سیمان موجب واکنش زیان بخش و انبساط شدید ملات یا بتن

شود. اما اگر مقدار زیادی از این مواد در سنگدانه وجود داشته باشد، استفاده از سنگدانه ی ریز مجاز است، به شرطی که نشان داده شود که استفاده از سیمان حاوی کمتر از ۰/۶ درصد قلیایی تا با افزودن یک ماده مانع انبساط مضر حاصل از واکنش قلیایی سنگدانه خواهد شد.

شن‌های با حداکثر اندازه بیش از ۳۸ میلی‌متر، باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر نگهداری شوند. شن‌های با حداکثر اندازه ۳۸ میلی‌متر یا کمتر باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۱۹ میلی‌متر نگهداری شوند. این کار امکان جدا شدن دانه ها از یکدیگر را کاهش می‌دهد.

ضوابط حمل و نقل، تحویل و نگهداری سنگدانه های مصرفی در بتن

شن‌های با حداکثر اندازه بیش از ۳۸ میلیمتر، باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۲۵ میلیمتر نگهداری شوند. شن‌های با حداکثر اندازه ۳۸ میلیمتر یا کمتر باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۱۹ میلیمتر نگهداری شوند. این کار امکان جدا شدن دانه ها از یکدیگر را کاهش می‌دهد.

در هنگام بارش و یا یخبندان، باید سنگدانه های واقع در فضای آزاد با برزنت یا ورقه های پلاستیکی پوشانیده شود. سیلوی ذخیره سنگدانه ها حتی المقدور باید با مقطع مربع یا دایره و شیب مخروط یا هرم تحتانی آن کمتر از ۵۰ درجه باشد.

در هنگام گرمای شدید، باید بر روی سنگدانه های واقع در فضای آزاد، سایبان درست شود.

شیب مخروط‌های دپوی شن و ماسه نباید زیاد باشد زیرا شیب زیاد دپوها موجب جدا شدن دانه های ریز و درشت از هم می‌شود.

سنگدانه های انبار شده در دپو باید حداقل ۱۲ ساعت در محل باقی‌مانده و سپس مصرف شود. این امر موجب می‌شود که رطوبت سنگدانه تا به حد یکنواخت و پایدار برسد.

آب

آب به سه صورت در بتن به کار می‌رود: آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه‌ها، آب به‌عنوان یکی از اجزای تشکیل‌دهنده بتن که در هنگام ساخت آن به کار می‌رود و آب مصرفی برای عمل‌آوری بتن.

ضوابط پذیرش آب مصرفی در بتن

آبی را که قابل آشامیدن است مزه یا بوی مشخصی ندارد و تمیز و صاف است، می‌توان بدون انجام آزمایش، در بتن به کاربرد. تنها استثنا آن است که سوابق قبلی، نشان‌دهنده نامناسب بودن این آب برای بتن باشد، که در این صورت، این آب را نباید در بتن بکاربرد. همچنین هیچ گونه نسبت بین مقاومت بتن ساخته شده با بتن آب شیرین و آب شور دریا وجود ندارد.

PH آب مصرفی در بتن نباید کمتر از ۵ یا بیشتر از ۸/۵ باشد.

مقاومت ۷ روزه آزمون‌های ملات ساخته‌شده با آب غیر آشامیدنی یا غیر استاندارد باید حداقل معادل ۹۰ درصد مقاومت فشاری ملات شاهد باشد.

زمان گیرش خمیر سیمان حاوی آب مشکوک نباید زودتر از ۱ و دیرتر از ۱/۵ ساعت نسبت به مخلوط شاهد باشد.

میزان انبساط به دست آمده از آزمایش سلامت سیمان در آزمون ساخته شده با آب مشکوک، از حد مجاز انبساط و انقباض استاندارد سیمان مصرفی بیش تر نباشد.

میزان چربی معدنی آب مصرفی در یک حجم معین از بتن از ۲/۵ درصد وزن سیمان مصرفی در همان حجم از بتن بیشتر نباشد.

مواد افزودنی

مواد افزودنی یا چاشنی‌های بتن موادی هستند که غیر از مواد اصلی (سیمان، آب و مصالح سنگی) در حین اختلاط به بتن یا ملات افزوده می‌شوند. مقدار افزودنی‌ها کم است و در تعیین نسبت‌های اختلاط به حساب نمی‌آیند.

مواد اصلی تشکیل‌دهنده بتن عبارت‌اند از سیمان، آب و مصالح سنگی، به‌طور کلی هر ماده دیگری که غیر از مواد اصلی به بتن (یا ملات یا دوغاب) در ضمن ساخت افزوده شود، ماده افزودنی نامیده می‌شود.

مواد افزودنی بتن، موادی هستند که علاوه بر آب، سیمان و سنگدانه، در زمان اختلاط به بتن یا ملات اضافه‌شده و موجب اصلاح برخی از خواص بتن تازه یا سخت شده می‌گردند.

انواع مواد افزودنی بتن

مشخصات و آزمون های لازم در افزودنی ها

نوع	مواردی که باید کنترل شوند
کلیه‌ی مواد افزودنی	یکنواختی، رنگ، ترکیبات موثر، pH، چگالی نسبی، مقدار مواد خشک (فقط برای افزودنی مایع)، تاثیر بر گیرش، کل کلرین (کلر)، کلرید محلول در آب، قلیایی معادل، رفتار از نظر خوردگی فولاد.
کندگیر کننده	زمان گیرش اولیه، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.
تندگیر کننده	زمان گیرش اولیه، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.
زود سخت کننده	مقاومت فشاری، مقداری هوای بتن تازه.
حباب ساز	مقدار هوای بتن تازه، مشخصات حباب‌های هوا در بتن سخت شده، مقاومت فشاری.
نگه دارنده‌ی آب	آب انداختگی، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.
کاهنده‌ی جذب آب	جذب مویینه، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.
کاهنده‌ی آب / روان کننده (با هدف کاهندگی آب)	میزان کاهش آب، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن.

فوق کاهنده آب / فوق روان کننده (با هدف کاهندگی آب)	میزان کاهش آب، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن.
فوق کاهنده‌ی آب / فوق روان کننده (با هدف افزایش روانی)	افزایش روانی، حفظ و تداوم روانی، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.
کندگیر کننده، کاهنده‌ی آب / روان کننده	مقاومت فشاری، زمان گیرش، میزان کاهش آب، مقدار هوای بتن تازه.
تندگیر کننده، کاهنده‌ی آب / روان کننده	مقاومت فشاری، زمان گیرش اولیه، میزان کاهش آب، مقدار هوای بتن تازه.
کندگیر کننده، فوق کاهنده‌ی آب / فوق روان کننده (با هدف کاهش آب و کندگیری)	مقاومت فشاری، زمان گیرش اولیه، میزان کاهش آب، مقدار هوای بتن تازه.
کندگیر کننده، فوق کاهنده‌ی آب / فوق روان کننده (با هدف افزایش روانی و کندگیری)	حفظ و تداوم روانی، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.

ماده افزودنی کندگیر کننده

ماده افزودنی کندگیر کننده زمان گیرش بتن و تغییر حالت مخلوط از خمیری به سخت، را به تأخیر می‌اندازد. مواد افزودنی کندگیر کننده برای کاهش تأثیر هوای گرم برگیرش بتن، گاهی اوقات برای طولانی کردن زمان گیرش در کارهای حجیم مانند سدهای بزرگ بتنی یا پمپ کردن بتن در فواصل زیاد یا حمل بتن آماده در مسافت‌های دور به کار می‌روند. مصرف این مواد معمولاً موجب کاهش مقاومت اولیه بتن می‌شود. اغلب کندگیر کننده تا، روان کننده یا عامل کاهنده آب بتن نیز هستند. در برخی از آن‌ها حباب هوا نیز ایجاد می‌شود. معمول‌ترین کندگیر کننده تا سولفات کلسیم است که برای تنظیم زمان گیرش سیمان در موقع آسیاب کردن کلینگر به آن اضافه می‌شود.

ماده افزودنی حباب هواساز

ماده افزودنی که باعث ایجاد حباب‌های ریز و یکنواخت هوا در داخل بتن می‌شود که بعد از سخت شدن نیز باقی می‌مانند. مواد حباب‌ساز، حباب‌های بسیار ریز هوا (به قطر متوسط 50 میکرون) را در بتن ایجاد می‌کنند. تولید حباب هوا در بتن، سبب بهبود کیفیت بتن تازه از نقطه نظر کاهش نسبت آب به سیمان، کار آیی بهتر، جلوگیری از جدا شدن مواد و رو زدن شیره بتن می‌گردد و سبب پایداری بتن سخت شده در برابر یخ‌زدگی و مواد یخ‌زدا نیز می‌شود. وجود حباب هوا تأثیر چندانی بر کاهش مقاومت فشاری بتن ندارد، بلکه گاهی اوقات به علت کاهش نسبت آب به سیمان، در مجموع موجب

افزایش مقاومت آن نیز می‌گردد. بتن با حباب هوا نفوذناپذیرتر از بتن معمولی است و از این رو مقاومت آن در برابر سولفات‌ها بیشتر خواهد بود.

عمده‌ترین مواد حباب‌ساز (کف‌زا) عبارت‌اند از: صمغ‌های طبیعی چوب، چربی‌های حیوانی یا نباتی و اسیدهای چرب آن‌ها، صابون‌ها و مواد پاک‌کننده.

ماده افزودنی زودگیر کننده

ماده افزودنی که زمان گیرش بتن و آغاز تغییر حالت مخلوط بتن از خمیری به سخت را تسریع می‌کند.

ماده افزودنی زودسخت کننده (تسریع کننده زمان سخت شدگی)

ماده افزودنی که بدون تأثیر روی زمان گیرش روند کسب مقاومت بتن را تسریع می‌کند. مواد تسریع کننده به منظور تسریع درگیرش، سخت شدن و کسب مقاومت زود هنگام به کار می‌روند. کلرور کلسیم از متداول‌ترین مواد تسریع کننده است، ولی اثر چندانی در پایین آوردن درجه حرارت یخ زدن بتن ندارد. قبل از مصرف، باید آن را در آب حل کرده و سپس به آب اختلاط بتن اضافه نمود. مصرف آن به خاطر وجود یون کلر، در بتن مسلح و قطعات بتنی که در آن تکه‌های آلومینیومی یا فولادی کار گذارده شده، یا احتمال بروز واکنش‌های قلیایی در مواد سنگیان موجود باشد و یا در معرض آب یا خاک سولفات قرار گیرد، ممنوع است. با افزودن ضد یخ بتن به مخلوط بتن هیدراتاسیون کلسیم آلومینات سیمان سرعت می‌گیرد. حرارت حاصل به تند کردن گیرش بتن و تقلیل خطرات ناشی از افت سریع دمای محیط کمک می‌کند. اضافه نمودن ضد یخ به مخلوط بتن از مقدار آب مورد نیاز با توجه به اسلامپ ثابت کم می‌کند. بدین ترتیب فشردگی و تراکم بتن تازه و پایداری بتن سخت شده در مقابل سیکل‌های انجماد و ذوب افزایش می‌یابد.

ماده افزودنی نگهدارنده آب

ماده افزودنی که با کاهش آب انداختگی میزان از دست دادن آب داخل بتن را کاهش می‌دهد.

ماده افزودنی روان کننده (کاهنده آب)

ماده افزودنی که بدون تغییر روانی، مقدار آب مخلوط بتن را می‌تواند کاهش دهد، یا بدون تغییر مقدار آب، اسلامپ و روانی را افزایش می‌دهد یا هر دو اثر را به طور هم‌زمان ایجاد می‌کند. در اسلامپ برابر برای حالتی که مخلوط آزمایشی حاوی روان کننده دارای مقدار آب ۰/۹۵ یا کمتر نسبت به مخلوط کنترل باشد، مقاومت‌های فشاری ۷ روزه و ۲۸ روزه مخلوط آزمایشی نباید مقداری کمتر از ۱۱۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل در آن سن داشته باشند.

ماده افزودنی کاهنده میزان جذب آب

ماده افزودنی که جذب موئینگی بتن سخت شده را کاهش می‌دهد.

استفاده از کلرید کلسیم فقط در بتن بدون فولاد مجاز است و حداکثر مقدار مصرف آن ۲ درصد وزنی سیمان یا مقدار تعیین شده توسط تولید کننده می‌باشد. مواد کاهنده آب برای کاهش مقدار آب اختلاط مورد نیاز در تولید بتن با روانی معین

یا افزایش روانی بتن برای مقدار معینی آب به کار می‌روند. بسیاری از مواد کاهش‌دهنده آب می‌توانند باعث تأخیر در گیرش بتن شوند و برخی از آن‌ها ممکن است تسریع‌کننده گیرش باشند و گروهی تولید حباب هوا نیز بنمایند. مواد کاهش‌دهنده آب با مقدار سیمان و اسلامپ ثابت، باعث افزایش مقاومت بتن با کاهش در بروز خطر آب انداختن یا رو زده شدن بتن و جداسازی اجزا و کاهش نفوذپذیری بتن می‌گردند. مواد کاهش‌دهنده آب، اغلب از اسیدهای لیگنوسولفونیک یا اسیدهای هیدروکسی کربوکسیلیک و نمک‌های آن‌ها ساخته می‌شوند.

مواد پوزولانی

مواد پوزولانی، مواد سیلیسی یا سیلیسی و آلومینیومی راکتیوی هستند که هرگاه به‌خوبی آسیاب‌شوند و به‌صورت ذرات ریزی به نرمی سیمان درآیند، خودبه‌خود با آب ترکیب نمی‌شوند، ولی در مجاورت موادی نظیر هیدرو اکسید کلسیم، سولفات کلسیم و سیمان پرتلند در دمای عادی فعال شده و با آب ترکیباتی شبیه سیمان به وجود می‌آورند که خاصیت چسبانندگی دارد.

سرباره کوره آهن‌گدازی، خاکستر زغال‌سنگ نرم شده خاکستر نرم دوده سیلیس از این جمله‌اند.

مواد پوزولانی باعث کم کردن حرارت آبگیری سیمان، آب‌بندی نسبی بتن، کاهش واکنش قلیایی سنگدانه‌ها و حمله سولفات‌ها در بتن می‌شود. مواد پوزولانی را می‌توان جانشین بخشی از کلینکر در سیمان کرد.

مواد روان‌ساز یا خمیری‌کننده

گاهی اوقات به علت شکل نامناسب دانه‌های سنگی، نامناسب بودن دانه‌بندی یا اشکال در انتخاب نسبت‌های اختلاط، مخلوط بتن تازه خشن است. در این شرایط ممکن است، بهبود کار آبی موردنیاز باشد، به‌ویژه در حالتی که پرداخت سطوح بتنی با ماله موردنظر است. کار آبی بهبودیافته ممکن است در بتن‌ریزی قطعات با میلگرد زیاد، پمپ کردن بتن و بتن‌ریزی توسط لوله نیز مورد استفاده قرار گیرد. بیشتر اوقات افزایش عیار سیمان یا دانه‌های ریز، کار آبی موردنیاز را تأمین می‌کند. بهترین ماده روان‌ساز، حباب هوا است و به‌ویژه در بهبود کار آبی مخلوط‌های کم سیمان خشن مؤثر است. چون حباب‌های هوا همانند لغزان ساز عمل می‌کنند.

روان‌کننده‌های ممتاز

این مواد گونه جدیدی از مواد افزودنی روان‌کننده و کاهش‌دهنده آب می‌باشند که دارای اثر روان‌کنندگی بیشتری هستند، به لحاظ شیمیایی مواد تغلیظ شده فرم آلدئید ملامین می‌باشند که تأثیر زیادی در پخش ذرات سیمان داشته و معمولاً قدری کندگیر کننده نیز هستند.

روان کننده های ممتاز در بتن ریزی مقاطع پر آرماتور، نقاط غیرقابل دسترس، دال کف ها یا راه ها مصرف می شوند، بدون اینکه نیاز به مرتعش کردن داشته باشند. مصرف دیگر روان کننده های ممتاز در تولید بتن با کار آیی عادی، ولی با مقاومت بسیار زیاد به جهت کاهش قابل ملاحظه در نسبت آب به سیمان می باشد.

مواد آب بند کننده

در بسیاری از مواقع به ویژه هنگامی که بتن در معرض فشار آب قرار گیرد، غیرقابل نفوذ بودن آن مطرح می شود. آب بند بودن بتن با مقدار سیمان و آب اختلاط و مدت عمل آوردن آن در شرایط مطلوب و مساعد ارتباط دارد. بتن های با اسلامپ کم و نسبت آب به سیمان کمتر از 0/49، چنانچه به نحو مناسبی ساخته و عمل آورده شوند، تقریباً آب بند هستند. در صورت تولید سیمان آب بند کننده می توان از آن به جای سیمان پرتلند معمولی در آب بند کردن بتن استفاده نمود.

مواد افزودنی متفرقه

مواد افزودنی دیگری نیز وجود دارند که اهم آن ها عبارتند از:

- مواد تولید کننده گاز به منظور تولید بتن گازی، معمول ترین این مواد پودرروی یا آلومینیوم است.
- مواد زبر کننده سطوح بتن به منظور جلوگیری از لغزش اجسام بر روی کف ها.
- مواد رنگی که به سیمان سفید یا پرتلند برای تولید بتن رنگی افزوده می شوند.
- ترکیبات عمل آورنده که برای جلوگیری از تبخیر آب از سطوح بتنی در شرایط گرم وزش باد، بر روی بتن پاشیده می شوند.
- مواد دیرگیر کننده سطوح بتنی، به منظور شستشوی خمیر آن ها و نمایان شدن دانه های سنگ، که ممکن است روی قالب پاشیده یا مالیده یا به صورت ورقه های پیش ساخته بر روی قالب چسبانده شوند.
- امولسیون های مواد پلاستیکی (به طور مثال پلی وینیلها) که برای روکش های سطوح کف یا انجام تعمیرات و لکه گیری مورد استفاده قرار می گیرند.
- مواد پیوند ساز به منظور پیوند بهتر بتن کهنه و تازه که بیشتر از مواد پلیمری هستند.
- پلیمرهای ویژه که برای تولید بتن های پلیمری مخصوص مصرف می شوند.

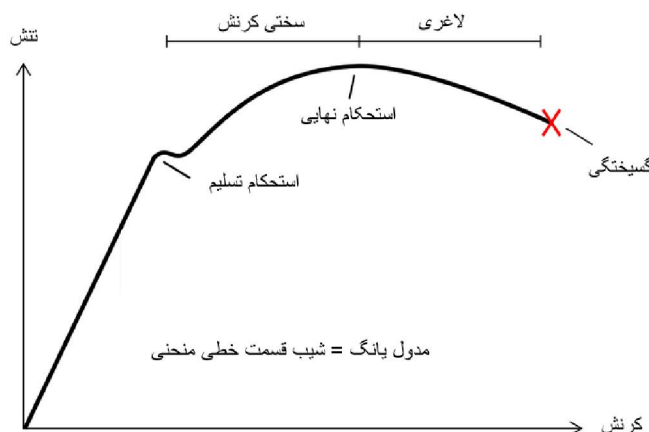
میزان مصرف

سازه‌های فولادی و تکنولوژی جوش

در مقاطع فلزی هر چقدر شکل مقطع محصورتر باشد مقاومت پیچشی آن نیز بیشتر خواهد بود و بالعکس. برای مثال نسبت مقاومت پیچشی قوطی به نبشی با سطح مقطع یکسان به مراتب بیشتر است.

مبانی طراحی

نمودار تنش - کرنش مقطع فولادی به شکل زیر می باشد. سختی فولاد پس از تسلیم در اثر کرنش زیاد، مجدد افزایش می یابد.



حالت‌های طراحی

حالت‌های حدی

حالت‌های حدی به شرایطی اطلاق می‌شوند که اگر تمام یا بخشی از سازه به هریک از آن حالت‌ها برسند، قادر به انجام وظایف خود نبوده و از حیز انتفاع خارج می‌شوند. تعیین ابعاد و مشخصات اجزای سازه باید به نحوی باشد که مجموعه‌ی سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، تحت شرایط بارگذاری محتمل، به هیچ‌یک از حالت‌های حدی زیر نرسد.

حالت‌های حدی مقاومت

حالت‌های حدی مقاومت حالت‌هایی هستند که مجموعه‌ی سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، حفظ انسجام خود، تحت اثر ترکیبات مختلف بارگذاری‌ها رسیدن به آن حالت‌ها (نظیر تسلیم، گسیختگی، کمانش و...) از مقاومت کافی و شکل‌پذیری موردنیاز برخوردار بوده و پس از رسیدن به هریک از آن‌ها پایداری خود را از دست می‌دهند.

حالت‌های حدی بهره‌برداری

حالت‌های حدی بهره‌برداری حالت‌هایی هستند که مجموعه‌ی سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، تا رسیدن به آن حالت‌ها (نظیر قابلیت نگهداری، حفظ ظاهر، دوام، آسایش و ...) وظایف خود را به‌طور کامل انجام می‌دهند و پس از رسیدن به هریک از آن‌ها قادر به انجام وظایف خود نخواهند بود.

طراحی بر اساس حالت حدی مقاومت

در این نوع روش طراحی با روش ضرایب بار و مقاومت می‌باشد و دو نوع ضرایب ایمنی (تشدید ضرایب بار، ضرایب کاهش مقاومت) لحاظ می‌گردد.

طراحی بر اساس حالت‌های حدی بهره‌برداری

مجموعه سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، باید از نظر قابلیت بهره‌برداری مورد کنترل و طراحی می‌گردد.

دسته‌بندی سیستم‌های قاب‌بندی شده

قاب‌های مهارشده به قاب‌هایی گفته می‌شوند که در آن‌ها پایداری جانبی و مقاومت در برابر بارهای جانبی به‌سختی خمشی ستون‌ها وابسته نبوده و در آن‌ها حرکت جانبی قاب با تکیه کردن بر مهاربندی‌های مورب، دیوارهای برشی و یا به شیوه‌های مشابه مقید می‌شود.

قاب‌های مهار نشده به قاب‌هایی گفته می‌شوند که سختی خمشی ستون‌ها در پایداری جانبی و مقاومت قاب‌ها در برابر بارهای جانبی سهیم می‌باشد.

قاب‌های ثقلی به قاب‌هایی گفته می‌شوند که سختی جانبی آن‌ها در مقایسه با سختی جانبی سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی بسیار ناچیز بوده و فقط برای بارهای ثقلی طراحی می‌شوند.

قاب‌های مهاربند ضربدری

مهاربند ضربدری (Bracing-X) یکی از متداولترین انواع مهاربندی در ایران بوده که در اغلب ساختمان‌های فولادی طرح و اجرای آن به چشم می‌خورد و به دو نوع مهاربند هم مرکز و مهاربند خارج از مرکز تقسیم می‌شوند. قاب‌هایی که دارای مهاربند هم مرکز هستند در آنها محور مهاربندها تقریباً از محل محورهای تیر و ستون عبور می‌کند.

از خصوصیات ویژه این نوع مهاربندی سختی فوق‌العاده زیاد آن است. اعضای مهاربند ضربدری در صورتی که در مرکز به یکدیگر به نحو مناسبی اتصال داشته باشند، باعث تقلیل طول کمانش مهاربند می‌شود. از این جهت دیده می‌شود که غالباً اعضای ضربدری مهاربند در وسط به یکدیگر متصل هستند. اصولاً قاب‌هایی که مهاربندی می‌شوند، ممکن است

اتصالات مفصلی آنها به صورت‌های مختلفی باشد، که این فرم اتصالات با نظر طراح و توان اجرایی مجری ساختمان انتخاب می‌شود. در محاسبات، این اتصالات مفصلی فرض شده و هیچ گونه تفاوتی از نظر گیرداری با یکدیگر ندارند. در حالی که در اجرای این اتصالات چنین نیست و همواره درصدی گیرداری بر حسب نوع اتصال در آنها بوجود می‌آید.

قاب‌های فولادی مهاربندی شده با مهارندهای ضربردی عموماً به منظور تأمین سختی و مقاومت جانبی ساختمان‌های با ارتفاع کم تا متوسط در برابر باد و زلزله استفاده می‌شوند. فرض رایج برای اتصال مهاربند به صورت مفصلی است. ولی در عمل با توجه به جزئیات اتصال ممکن است اندکی گیرداری حاصل شود. همچنین در مهارندهای ضربردی معمولاً یک قطر به صورت پیوسته و قطر دیگر در وسط به صورت منقطع اجرا می‌شود، به طوری که اتصال میانی قطر منقطع می‌تواند شرایط اتصال متفاوتی داشته باشد. در حالی که در مدل‌سازی مهارندهای ضربردی فرض می‌شود قطرها پیوسته هستند. از طرف دیگر بار کمانشی مهاربند متأثر از ضریب طول مؤثر کمانشی مهاربند است. این ضریب نیز متأثر از شرایط انتهایی عضو است. از این رو تغییر شرایط اتصال مهاربند بر روی ظرفیت کمانشی آن تأثیر می‌گذارد.

مهاربند یا بادبند یک عضو سخت کننده سازه در برابر نیروهای جانبی همانند باد یا نیروی زلزله است. به دلیل اجرای سریع نسبت به دیوار برشی، عمومیت خاصی بین عامه پیدا کرده، اما اجرای ناصحیح، نه تنها سبب پایداری، بلکه سبب پیچش می‌شود.

قاب‌های مهاربند زانویی

با توجه به شکل پذیری بیشتر مهاربند زانویی نسبت به مهاربند ضربردی، در سیستم قاب با مهاربند زانویی، برای اطمینان از شکل‌پذیری لازم، به جای اتصال برشی از یک عضو سازه‌ای ثانویه (عضو زانویی)، استفاده می‌شود. در عین حال وجود مهاربند قطری، سبب ایجاد سختی جانبی قابل توجهی می‌شود. با تشکیل مفصل‌های پلاستیک در عضو زانویی، قسمت‌های اصلی سازه ایمن و سالم باقی می‌ماند. در این حالت اصلاح و ترمیم سازه، به آسانی و با تعویض عضو زانویی صورت می‌گیرد.

اتصال مهاربند به صورت ساده و اتصال عضو زانویی صلب است. در این سیستم سختی از طریق عضو قطری و شکل پذیری از طریق تسلیم خمشی (عضو زانویی) تأمین می‌شود. رفتار غیر خطی مناسب این سیستم به رفتار زانوئی بستگی دارد. این عضو در هنگام زلزله شدید به صورت فیوز عمل می‌کند و انرژی را از طریق لهیدگی خمشی عضو زانوئی مستهلک می‌کند. در طی یک زلزله شدید، عضو زانوئی به عنوان فیوز سازه‌ای قاب، زودتر از اعضای دیگر به حد تسلیم خواهد رسید. طراحی عضو زانوئی دارای اهمیت خاصی است و مقطع آن می‌بایست با رعایت ضوابط مقاطع پلاستیک طراحی شود.

اعضای کششی

محدودیت لاغری در اعضای کششی

ضریب لاغری حداکثر اعضای کششی، نباید از ۳۰۰ تجاوز نماید. برای قلاب ها و میله های کششی که دارای پیش تنیدگی اولیه به مقدار کافی باشند، به طوری که پس از ایجاد کشش اولیه عضو به حالت مستقیم درآید، رعایت محدودیت لاغری ضروری نیست.

طراحی اعضای کششی

در طراحی اعضای کششی مرکب از چند نیمرخ یا نیمرخ ورق باید الزامات زیر تأمین گردد:

الف) چنانچه در یک مقطع مرکب تحت کشش، ورق های متصل به یک نیمرخ فولادی یا به یک ورق دیگر توسط وسایل اتصال یا نوارهای جوش منقطع به یکدیگر متصل شوند، فاصله ی مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصله ی آزاد بین نوارهای جوش منقطع در امتداد طولی عضو نباید از مقادیر زیر بیشتر شود.

• در قطعات رنگ شده و قطعاتی که رنگ نمی شوند ولی احتمال زنگ زدگی و خوردگی ندارند، ۲۴ برابر ضخامت نازک ترین ورق یا ۳۰۰ میلی متر.

• در قطعات رنگ نشده که تحت اثر زنگ زدگی و خوردگی (حاصل از عوامل جوی) قرار گیرند، ۱۴ برابر ضخامت نازک ترین ورق یا ۱۸۰ میلی متر.

ب) در اعضای کششی که از دو (یا تعداد بیشتری) نیمرخ یا ورق تشکیل می شوند و بین آنها به فواصلی قطعات لقمه قرار گرفته و در این نقاط به یکدیگر متصل می شوند، فاصله ی بین لقمه ها باید طوری اختیار شود که ضریب لاغری هریک از اجزای تشکیل دهنده ی عضو در فاصله ی آزاد از ۳۰۰ تجاوز نکند.

پ) در اعضای کششی که از دو (یا تعداد بیشتری) نیمرخ در تماس با یکدیگر تشکیل می شوند، فاصله ی مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصله ی آزاد بین نوارهای جوش منقطع باید طوری اختیار شود که ضریب لاغری هریک از اجزای تشکیل دهنده ی عضو در فاصله ی آزاد از ۳۰۰ تجاوز نماید. علاوه، فاصله ی مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصله ی آزاد بین نوارهای جوش منقطع نباید از ۶۰۰ میلی متر بیشتر باشد.

ت) در اعضای کششی مرکب، به کاربردن ورق های پوششی مشبک در وجوه باز نیمرخ مرکب مجاز است.

فاصله‌ی مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصله‌ی آزاد بین نوارهای جوش منقطع در امتداد طولی ورق مشبک نباید از ۱۵۰ میلی‌متر تجاوز کند.

ث) در اعضای کششی مرکب، به کاربردن بست های موازی در وجوه باز نیمرخ مرکب مجاز است.

فاصله‌ی مرکز تا مرکز بست های موازی باید طوری اختیار شود که ضریب لاغری هریک از اجزای تشکیل دهنده‌ی عضو در این فاصله از ۳۰۰ تجاوز نکند.

در اعضای که دارای اتصال لولایی هستند، مرکز سوراخ باید در وسط پهنای عضو قرار داشته باشد. قطر سوراخ نباید بیش از یک میلی‌متر از قطر قلم بزرگ‌تر باشد.

میله ها فقط در شرایطی که از تغییر طول میله در اثر حرارت جلوگیری شود، باعث بوجود آمدن تنش می شود.

محدودیت‌های ابعادی تسمه‌ی سر پهن

- ضخامت تسمه‌های سر پهن باید ثابت باشد و در ناحیه‌ی سوراخ نباید افزایش یابد و کاملاً صفحه‌ای باشد. همچنین سر پهن این تسمه ها باید دایره‌ای و هم‌مرکز با سوراخ پین باشد.
- قطر پین نباید از $\frac{7}{8}$ پهنای تسمه کمتر باشد.
- قطر سوراخ نباید بیش از ۱ میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پین باشد.
- برای فولادهای پر مقاومت (با تنش تسلیم بیش از ۴۸۵ مگا پاسکال)، قطر سوراخ نباید از ۵ برابر ضخامت تسمه تجاوز کند و پهنای تسمه باید متناسباً کاهش داده شود.

الزامات طراحی اعضا برای نیروی فشاری

در مورد ستون های فلزی با بست های موازی، فاصله دو مقطع و طول تسمه اتصال طوری تعیین می گردد که ظرفیت باربری ستون در دو جهت مساوی باشد. فاصله تسمه ها و بندهای افقی اتصال مقاطع نیز با محاسبه بدست می آید و میزان مشخصی وجود ندارد. این ستون ها در شرایط می تواند دچار کماتش موضعی نیز بشود.

در لوله های تحت فشار بسته، تنش طولی نصف کشش عرش است. همچنین تنش برشی به علت تقارن صفر است.

محدودیت ضریب لاغری

۲- طول قوس یا ولتاژ قوس

۳- سرعت پیشروی

۴- زاویه الکترو

شدت جریان

شدت جریان قوس متناسب با قطر الکترو مصرفی روی ماشین جوشکاری میزان می شود. هرچه قطر الکترو بیشتر باشد، جریان مصرفی بیشتر است. همیشه میزان آمپری که سازنده الکترو توصیه کرده است، مورد توجه قرار گیرد.

ولتاژ قابلیت تشکیل و تداوم قوس الکتریکی را معین کرده و میزان پایداری، یا دوام آن را مشخص می کند. اگر ولتاژ زیاد باشد، طول قوس بلند بوده و ممکن است موجب انحراف قوس گردد. اگر میزان ولتاژ خیلی کم باشد، طول قوس خیلی کوچک بوده و برقراری قوس بسیار مشکل است.

در جوشکاری با الکتروهای روکش دار استاندارد، عدد آمپر به طور تقریبی با عدد قطر بر حسب هزارم اینچ برابر است.

بنابراین الکترو به قطر $\frac{3}{25}$ میلی متر با $\frac{1}{8}$ اینچ که برابر با $\frac{0}{125}$ اینچ می باشد، با ۱۲۵ آمپر خوب کار می کند. وقتی صحبت از قطر می شود منظور قطر سیم مغزه است نه قطر روکش الکترو.

طول قوس

طول قوس عبارت است از فاصله بین سر الکترو تا سطح قطعه مورد جوشکاری به هنگام برقراری قوس؛ طول قوس در کیفیت جوشکاری تأثیر زیادی دارد. طول قوس با ولتاژ دو سر قوس رابطه مستقیم دارد یعنی برای اینکه طول قوس سه برابر شود، نیاز به ولتاژ سه برابر خواهد داشت. به طور تجربی می توان گفت به ازای هر $\frac{1}{16}$ اینچ طول قوس ۱۰ ولت بین دو سر قوس لازم است، به عبارت دیگر می توان گفت به ازای هر یک میلی متر قوس، تقریباً $\frac{6}{3}$ ولت لازم است. یک قاعده کلی بیان می کند که: «طول قوس بایستی قدری کمتر از قطر الکترو مورد استفاده باشد.» مثلاً با الکترو به قطر ۴ میلی متر، طول قوس بین ۳ تا ۴ میلی متر ولتاژ ۲۰ تا ۲۲ ولت مناسب است.

سرعت پیشروی

سرعت پیشروی قوس با ضخامت فلز مورد جوشکاری، مقدار جریان و اندازه، شکل یا گرده دلخواه جوش تغییر خواهد کرد. مطابق یک قاعده کلی سرعت پیشروی مناسب عبارت است از سرعتی که در اجرای یک جوش تک پاسه ساده با طول قوس ثابت، حوضچه مذاب تشکیل شده دو برابر قطر الکتروود باشد.

زاویه الکتروود

در جوشکاری ورق حالت مسطح (حالت تخت)، الکتروود بایستی عمود بر ورق باشد و در حالت‌های دیگر بهتر است الکتروود زاویه موجود جوشکاری را نصف نماید.

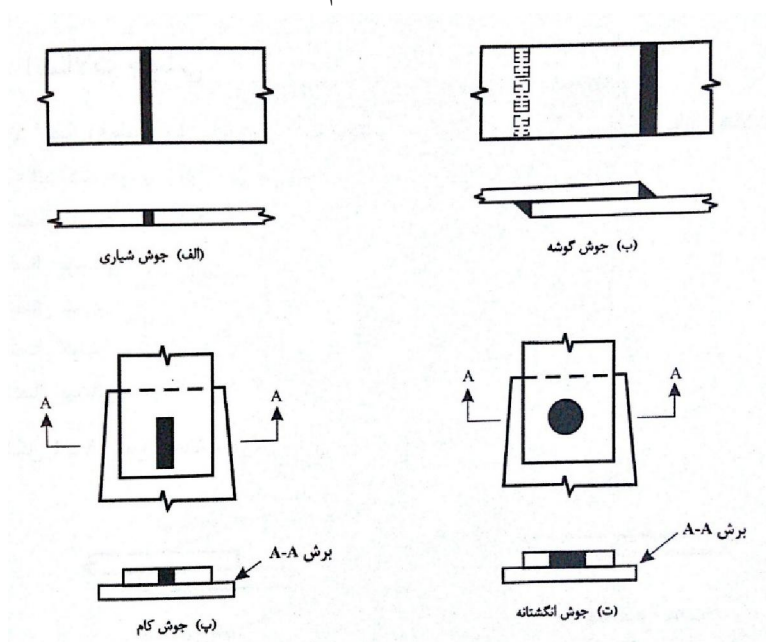
کاربرد انواع جوش در ساختمان

جوش گوشه بیشترین کاربرد را در ساختمان دارد اغلب اتصالات شامل اتصالات نبشی تا، مهاربندها، ورق‌های مهاربندی توسط جوش گوشه انجام می‌شود.

اصولاً جوش گوشه باید طوری آرایش داده شود که تحت تنش برشی قرار داده شود. جوش گوشه نباید تحت تنش‌های قائم قرار گیرد.

از جوش شیاری برای یکسره کردن ورق‌ها برای ساخت تیورورق‌ها و ستون‌های ورقی و همچنین در اتصالات صلب تیر به ستون برای اتصال ورق‌های زیرسری و روسری به ستون استفاده می‌شود.

از جوش‌های شیاری در مواقعی که جوش تحت تنش‌های قائم قرار دارد، استفاده می‌شود.



آزمایش‌های غیر مخرب جوش

نوع جوش مورد آزمایش	نوع آزمایش
۱ - صد درصد کلیه جوش‌ها	بازرسی چشمی (VI)
۲ - صد درصد جوش‌های لب به لب عرضی بال‌های کششی، اعضای کششی خریاها، ۱/۶ عمق جان تیرها در مجاورت بال کششی* و جوش شیاری ورق روسری و زیرسری به‌ستون در اتصال صلب تیر به‌ستون	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)
۳ - ده درصد جوش‌های لب به لب طولی بال‌های کششی و اعضای کششی خریاها	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)
۴ - بیست درصد جوش‌های لب به لب عرضی و طولی در بال‌های فشاری و اعضای فشاری خریاها و ستون‌ها	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)
۵ - بیست درصد جوش‌های لب به لب عرضی جان تیرها که شامل بند ۲ فوق نمی‌باشد و جوش‌های لب به لب طولی جان تیرها	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)
۶ - ده درصد جوش گوشه بال به جان و سخت‌کننده‌ها	رنگ نافذ (PT)
۷ - صد درصد جوش‌های گوشه اتصالات مهاربندی‌ها و اتصالات تیر به‌ستون*	رنگ نافذ

در صورت حصول نتایج مثبت، مهندس ناظر می‌تواند دستور تقلیل آزمایشات را تا حداقل ۳۰ درصد صادر نماید.

الکترو جوشکاری

روکش الکترو

یکی از شیوه‌های نسبتاً جدید، اضافه کردن پودر آهن به روکش الکترو می‌باشد. در حرارت شدید قوس الکتریکی، پودر آهن به فولاد تبدیل شده و به ترسیب جوش روی فلز مبنا کمک می‌کند.

با افزایش مقداری پودر آهن به مواد روکش، بازده جوشکاری افزایش یافته و ظاهر جوش بهبود می‌یابد. به الکترودهایی که دارای پودر آهن هستند، الکترودهای پر بازده می‌گویند. بازده جوش چنین الکترودهایی زیاد بوده و معمولاً از آن‌ها در حالت تخت استفاده می‌شود.

پودر آهن

پودر آهن به روکش بسیاری از انواع الکترودها اضافه می‌شود. در حرارت شدید قوس الکتریکی، پودر آن به فولاد تبدیل شده و بر فلز جوش می‌افزاید. هنگامی که پودر آهن به مقدار نسبتاً زیادی (حدود ۳۰ درصد یا بیشتر) به ترکیب روکش الکترودها اضافه می‌شود، سرعت جوشکاری به‌طور محسوسی افزایش یافته، قوس تثبیت شده و پاشیدگی جوش کاهش می‌یابد و گل جوش به راحتی جدا می‌شود.

شماره گذاری الکترودها

مفهوم رقم آخر در نام گذاری الکترودها به روش AWS

نوع پوشش	نوع قوس	جریان	رقم آخر
آلی	قوس نفوذی	فقط DCRP	۰
آلی	قوس نفوذی	A.C. یا DCRP	۱
روتیلی (اکسید تیتان)	قوس متوسط	A.C. یا DCRP	۲
روتیل	قوس نرم	A.C. یا D.C. قطب آزاد	۳
روتیل با پودر آهن (حدود ۳۰٪)	قوس نرم	A.C. یا D.C. قطب آزاد	۴
کم هیدروژن	-	فقط DCRP	۵
کم هیدروژن	قوس متوسط	A.C. یا DCRP	۶
پودر آهن	-	A.C. یا D.C.	۷
کم هیدروژن - قوس آهن	-	A.C. یا DCRP	۸

الکترودها با توجه به ویژگی‌های کاربردی و نوع درز اتصال به سه گروه تقسیم می‌شوند: الکترودهای پُر جوش (پُربازده)، الکترودهای زود جوش (نفوذی)، و الکترودهای پُر و زود جوش (زودرو).

الکترودهای پُربازده (پُر جوش)

الکترودهای پُربازده، درز را زود پُر می‌کند. این خاصیت نقطه مقابل الکترودهای نفوذی است. الکترودهای پُربازده، دارای روکش ضخیم محتوی پودر آهن می‌باشند که کاربرد وسیعی در جوشکاری گوشه و جوش شیاری عمیق دارد.

الکترودهای نفوذی (زود جوش)

الکترودهای نفوذی دارای قابلیت ایجاد سریع فلز جوش می‌باشند. این خاصیت در مواردی ه پاشیدگی گل جوش و یا فلز جوشکاری به خارج از درز جوش وجود دارد و یا در جوشکاری سربالا و سقفی بسیار مهم است. این الکترودها دارای قوسی قوی و نفوذی بوده و عموماً با جریان یک‌سو با قطبیت معکوس به کار می‌روند، هرچند ممکن است با جریان متناوب نیز به کار روند. الکترودهای نفوذی دارای سرباره کمی بوده و خط جوش تحت تولید می‌کنند.

الکترودهای ترکیبی

در بعضی درزها، نیاز به هر دو خصوصیت پُربازدهی و نفوذی بودن است که از این نوع الکترودها استفاده می‌شود.

انواع الکترودها

E6010: الکترودها همه وضعیت با جریان یک‌سو قطبیت مثبت (از نظر الکترودهای نفوذی)

این الکترودها یکی از بهترین انواع الکترودها روکش دار جهت جوشکاری‌های قائم و سقفی هستند. به همین دلیل دارای بیشترین کاربرد در جوشکاری سازه‌های فلزی با موقعیت غیر تخت و جوشکاری قائم و سقفی با پاس‌های متعدد می‌باشند.

E6011: الکترودها همه وضعیت با جریان متناوب و یک‌سو با قطبیت مثبت (از نوع نفوذی)

ویژگی‌های عملی، خواص مکانیکی و موارد کاربرد الکترودها E6011 مشابه E6010 می‌باشد، با این اختلاف که الکترودها E6011 با جریان متناوب هم استفاده می‌شود.

E6012: الکترودها همه وضعیت با جریان متناوب و یک‌سو با قطبیت منفی (از نوع نفوذی و پُربازده)

الکترودها E6012 می‌تواند با جریان یک‌سو قطبیت مستقیم و یا جریان متناوب به کار رود. این نوع اغلب برای درزهایی که به‌طور مناسب جفت نشده‌اند به کار می‌رود و این به خاطر قابلیت پل‌زنی این نوع الکترودها در درزهای عریض است. این نوع الکترودها سازگاری مناسبی برای جوشکاری صفحات تک با جوش گوشه افقی دارد. E6012 به خاطر اقتصادی بودن، سهولت کاربرد و سرعت بالای جوشکاری کاربرد وسیعی در کارهای فلزی کارخانه‌ای دارد.

E6013: الکترودها همه وضعیت با جریان یک‌سو متناوب و با قطبیت مستقیم (از نوع نفوذی و پُربازده)

این نوع به طور تقریبی مشابه الکتروود E6012 می باشد ولی در چند مورد مهم با هم اختلاف دارند. تمیز کردن گل (گل زنی) راحت تر و تثبیت قوس با سهولت بیشتری انجام می شود.

E7015: الکتروود همه وضعیت، جریان یکسو با قطبیت مثبت (از نوع کم هیدروژن)

مقدار کلسیم موجود در ترکیب روکش این الکتروود زیاد و مقدار هیدروژن، کربن، منگنز، گوگرد و فسفر آن پایین است. این نوع روکش دارای مقداری سیلیکون نیز می باشد. این الکتروود به نام الکتروود کم هیدروژن سدیم دار معروف است.

E7016: الکتروود همه وضعیت، جریان متناوب یا یکسو با قطبیت مثبت (از نوع کم هیدروژن)

الکتروود E7016 حاوی کلیه ویژگی های الکتروود E7015 می باشد. مزیت اضافی، امکان کاربرد آن با جریان جوشکاری یکسو یا متناوب می باشد.

E7018: الکتروود همه وضعیت با جریان متناوب و یکسو با قطبیت مثبت (از نوع کم هیدروژن)

روکش این الکتروود حاوی درصد زیادی پودر آهن (بین ۳۵ تا ۴۰ درصد) در ترکیب با مقدار کمی هیدروژن می باشد.

E7028: قابل استفاده در وضعیت افقی و تخت، با جریان متناوب و یکسو با قطبیت مثبت (از نوع کم هیدروژن و حاوی پودر آهن)

E7024: برای جوشکاری گوشه در موقعیت افقی و تخت جریان متناوب و یکسو با هر دو نوع قطبیت (روکش آن از جنس تیتانیوم و پودر آهن)

الکتروود E7024 دارای روکشی با درصد زیاد پودر آهن (حدود ۵۰ درصد وزن روکش الکتروود) می باشد.

معایب جوشکاری

ذوب ناقص

ذوب ناقص عبارت است از عدم امتزاج کامل فلز پایه و فلز جوش مجاور آن. این عیب ممکن است در اثر تمیز نبودن سطوحی که باید به یکدیگر متصل گردند و پوشیده بودن آنها از گرد و خاک، گل جوش، زنگ زدگی یا هر عامل خارجی دیگری اتفاق بیفتد.