



جمهوری اسلامی ایران
وزارت برنامه و بودجه

ضوابط فنی

برای طرح و اجرای

شمع و سیر

معاونت فنی
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

فهرستبرگه

ایران . وزارت برنامه و بودجه . دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ضوابط فنی برای طرح و اجرای شمع و سپر / دفتر تحقیقات و معیارهای فنی . - [ویرایش ۲] . -
تهران : وزارت برنامه و بودجه ، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات ، ۱۳۶۵ .
۳۳ ص . : مصور . - (دفتر تحقیقات و معیارهای فنی ؛ ۳۰) (انتشارات وزارت برنامه و بودجه ؛
۶۵/۲۲)

۱ . شمع و سپر (راه و ساختمان) . ۲ . پی سازی . الف . ایران . وزارت برنامه و بودجه . مرکز
مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات . ب . عنوان . ج . سلسله انتشارات : ایران . وزارت برنامه
و بودجه . دفتر تحقیقات و معیارهای فنی . نشریه شماره ۳۰

۱۳۶۵ ش . ۳۰ ۹ الف / ۳۶۸ TA



ضوابط فنی برای طرح و اجرای شمع و سپر

تهیه کننده : دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ناشر : وزارت برنامه و بودجه ، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ویرایش : قائم مقامی ، نسخه پردازی : تفنگساز ، امور گرافیک : عرفانیان ، تولید : کریمی

چاپ دوم : ۵۰۰ نسخه ، ۱۳۶۵

چاپ و صحافی : چاپخانه وزارت برنامه و بودجه

همه حقوق برای ناشر محفوظ است .

تکثیر تمام یا بخشی از این اثر ، به صورت حروفچینی و چاپ مجدد ، چاپ افست ، پلی کپی ، فتوکپی و
انواع دیگر چاپ و تکثیر ، به هر منظور و به هر تعداد ، پیش از گرفتن اجازه کتبی از ناشر ، اکیدا
ممنوع است . نقل مطالب به صورت معمول در مقاله های تحقیقاتی ، با ذکر نام کامل ناشر و نشریه ، آزاد
است . متخلفان ، تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت .



بسم الله الرحمن الرحيم

نشریه حاضر که با عنوان ضوابط فنی برای طرح و اجرای شمع و سیر انتشار می یابد ، مطالب آن محدود به اجرای کار نبوده و در سطحی است که می تواند در طرح و اجرای شمع و سیر در پروژه های عمرانی مورد استفاده مهندسان مشاور و دستگاه های اجرایی قرار گیرد .

در تهیه این نشریه از خدمات آقای مهندس مهدی دباغ استفاده شده که همکاری ایشان درخور قدردانی است .

این نشریه در تاریخ خرداد ماه ۱۳۵۳ برای اولین بار انتشار یافت ، اینک چاپ دوم ————— از ویرایش و تجدید نظر فنی انتشار می یابد ،

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۵	<u>۱. شمع</u>
۵	۱-۱. مقدمه
۶	۲-۱. کلیات
۷	۳-۱. انواع شمع
۸	۴-۱. شمع پهن ساخته
۱۲	۵-۱. شمع ساخته شده در محل
۱۴	۶-۱. بار مجاز شمع
۱۶	۷-۱. طرز اجرای بار آزمایشی
۱۶	۸-۱. اسناد بار آزمایشی
۲۱	<u>۲. سپرومهسار</u>
۲۱	۱-۲. مقدمه
۲۱	۲-۲. سپر چوبی
۲۲	۳-۲. سپر فلزی
۲۲	۴-۲. سپر مرکب از فولاد و چوب
۲۳	۵-۲. سپر بتن فولادی
۲۴	۶-۲. سپر مرکب از تیر فولادی و بتن
۲۴	۷-۲. سپر مرکب از یک ردیف شمع
۲۶	۸-۲. سپر به طریقه دیوار شیاری
۲۷	۹-۲. محاسبه سپر
۳۰	۱۰-۲. تکیه گاه سپر
۳۱	۱۱-۲. مهسار
۳۳	۱۲-۲. کوبیدن سپر

۰۱ شمع

۰۱-۱ مقدمه

کاربرد شمع برای انتقال بار ساختمان به زمین به تجربیات و اطلاعات فنی کافی مسئولان و اجراکنندگان طرح درمورد طرز تهیه و کوبیدن شمع و با ساختن آن درمحل نیاز دارد . مهندس طراح و محاسب باید درباره خواص انواع شمع ، طرز اجرای آنها و نحوه انتقال بار هر نوع شمع به زمینهای مختلف و غیره اطلاعات کافی داشته باشد و با در نظر گرفتن کلیه جنبه های فنی و اقتصادی ، برای هر ساختمان یک راه حل مناسب برای انتخاب شمع پیشنهاد نماید . پیمانکاری که اجرای عملیات شمع سازی را به عهده دارد باید افرادی متخصص و با تجربه در کار شمع سازی در اختیار داشته باشد که بتوانند عملیات ساختمانی مورد نظر را طبق نقشه و مشخصات اجرا کنند . در حین اجرای عملیات شمع سازی و یا شمع کوبی باید رئیس کارگاه یا نماینده او در کارگاه حضور داشته باشد و برای هر شمع صورت مجلسی تهیه نماید که از طرف رئیس کارگاه و مهندس ناظر امضا می شود . (نمونه این صورت مجلس در صفحات ۱۷ ، ۱۸ ، ۱۹ و ۲۰ داده شده است) .

۲-۱. کلیات

- ۱-۲-۱. شمع باید قادر باشد کلیه بارهای ساختمان را به‌تنهایی به زمین منتقل کند.
- ۲-۲-۱. شمع باید طوری قرارگیرد که تا حد ممکن تمام بار شمع در امتداد محور طولی شمع اثر نماید.
- ۳-۲-۱. نوع اتصال شمع به ساختمان روی آن باید برای انتقال بار مناسب باشد.
- ۴-۲-۱. نیروهای افقی به‌وسیله شمعهای مایل و یا به‌وسیله شمعهای افقی مهار به زمین منتقل می‌شود. در صورتی که ساختمان شمع از لحاظ مصالح ساختمانی قادر به تحمل لنگر خمشی باشد، می‌توان بار افقی را به وسیله شمعهای قائم به زمین منتقل کرد.
- ۵-۲-۱. شمع باید به اندازه کافی در زمین متراکم کوبیده شود. در صورتی که طول شمعها متفاوت باشد، باید شمعهای طولانیتر که در عمق بیشتری از زمین قرار می‌گیرند قبل از شمعهای کوتاه‌تر در زمین کوبیده شود.
- ۶-۲-۱. شمعهایی که در قسمتی از طول خود آزاد باشد باید برای کمایش محاسبه شود.
- ۷-۲-۱. شمعهایی که در زیر یکپایی برای یک نیرو (مثلاً "فشار یا کشش") قرار می‌گیرد باید از لحاظ مصالح ساختمانی، قطر و طول تقریباً "یکسان باشد.
- ۸-۲-۱. در مورد دسته شمعهایی که سیستم آنها هیپراستاتیک باشد باید برای محاسبه نیروی شمعها، تغییر شکل شمع و زمین را در نظر گرفت و چون منظور نمودن این تغییرات پیچیده و نامعلوم است، باید کوشش کرد که سیستم مجموع شمعها ایزواستاتیک شود.
- ۹-۲-۱. فاصله‌های شمعها باید طوری باشد که هیچ شمع در حین ساختن، کوبیدن و یا انتقال بار به زمین اثر زیان‌آوری بر شمع مجاور نداشته باشد. فاصله‌های حداقل زیر باید همواره رعایت شود:
 - فاصله محور دو شمع باید حداقل سه برابر قطر شمع باشد.
 - فاصله بین دو شمع حداقل یک متر باشد.
 - در صورتی که شمعها به‌طور مایل کوبیده شود، باید فاصله‌های ذکر شده در بالا در محل ورود شمع به قشر متراکم رعایت شود.
- ۱۰-۲-۱. تقسیم شمعها باید طوری باشد که تا آنجا که ممکن است برآیند نیروهای وارد به شمعها در مرکز ثقل هندسی مجموعه شمعها قرارگیرد.

۱۱-۲-۱. قبل از انتخاب نوع شمع و طرز ساختن آن باید مقدار بارهای وارده و وضع زمینی که شمعها در آن قرار می گیرد از نظر قشرهای مختلف، تراکم و غیره تا آنجا که ممکن است تعیین شده باشد.

نوع شمع و طرز ساختن آن باید طوری انتخاب شود که بهترین یا حداقل یکی از بهترین راه حلها از نقطه نظر اقتصادی و اطمینان برای شرایط موجود ساختمان باشد.

۱-۳-۱. انواع شمع

۱-۳-۱. شمع بر حسب طرز تهیه و کار گذاشتن در محل مورد نظر به سه دسته تقسیم می شود.
۱-۳-۱-۱. شمع پیش ساخته

این نوع شمع در تمام طول و یا قسمتی از طول خود قبلاً "ساخته شده، و بعداً" به کمک ضربه زدن، لرزاندن، فشار دادن و یا چرخاندن در زمین کوبیده می شود و یا در سوراخهایی که قبلاً "تهیه شده است، قرار می گیرد. در بند ۱-۴، این نوع شمع بتفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۱-۳-۱-۲. شمع ساخته شده در محل

این نوع شمع در سوراخها یا چاههایی که در محل شمع به وسیله کوبیدن یک لوله فلزی یا به وسیله حفاری ایجاد می گردد، ساخته می شود. با ریختن تدریجی شمع، لوله یا بیرون کشیده می شود و یا با شمع در زمین باقی می ماند. در بند ۱-۵، این نوع شمع بتفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۱-۳-۱-۳. نوع مختلط

این نوع شمع ترکیبی از دو نوع مندرج در بندهای ۱-۳-۱-۱ و ۱-۳-۱-۲ است.
۱-۳-۱-۲. مصالح ساختمانی شمع عبارت است از چوب، فولاد، بتن، بتن فولادی و بتن پیش تنیده.

۱-۳-۱-۳. شمع از نظر طرز انتقال بار وارده بر آن به زمین به دو دسته تقسیم می شود.

۱-۳-۱-۳-۱. شمع ایستایی

این نوع شمع قسمت اصلی بار را به وسیله فشار وارده از پای شمع به زمین منتقل می نماید و اصطکاک بدنه شمع با زمین تاثير زيادی در انتقال بار به زمین ندارد.

۱-۳-۱-۳-۲. شمع اصطکاکی

این نوع شمع قسمت عمده بار را به وسیله اصطکاک محیط خارجی بدنه شمع با زمین به قشرهای مختلف زمین منتقل می کند.

۴-۱. شمع پیش ساخته

۱-۴-۱. مصالح ساختمانی شمع

این نوع شمع از چوب، فولاد، بتن فولادی و بتن پیش تنیده ساخته می شود.

۲-۴-۱. شمع چوبی

جنس چوب باید سالم و بدون زائده های مضر باشد. شمع باید مستقیم بوده، و تغییرات قطر آن در طول شمع، تدریجی یعنی حدود یک سانتیمتر در یک متر طول باشد. قطر متوسط شمع باید متناسب با طول شمع باشد. در جدول زیر رابطه بین قطر متوسط و طول شمع داده شده است.

طول شمع (به متر)	قطر متوسط شمع (به سانتیمتر)
تا ۶ متر از ۶ متر به بالا	$25 + \frac{L}{100}$

سرشمع باید به وسیله سربوش یا حلقه حفاظت شود که در موقع کوبیدن شمع شکاف نخورد. در صورتی که سرشمع در موقع کوبیدن شکاف بخورد، باید قسمت شکاف خورده را قطع کرد. شمعی که در تمام طول شکاف خورده است قابل استفاده نیست. در مورد ساختمانهای غیر موقت، فقط در صورتی می توان شمع چوبی به کار برد که امکان تأثیرات چوب در محل شمع کوبی موجود نباشد و شمع در تمام طول خود همواره در آب قرار گیرد؛ در غیر این صورت، باید اقدامات حفاظتی لازم به عمل آید. در محلهایی که سطح آب در زمین متغیر است دوام شمعهای چوبی محدود می شود؛ برای دوام بیشتر باید چوب را به وسیله مواد مناسبی که تا عمق چوب تأثیر داشته باشد حفاظت نمود.

سرشمع چوبی معمولاً "باید نوک تیز تراشیده شود. هر قدر زمین سست تر باشد این قسمت باریکتر تراشیده می شود. طول این قسمت بین یک تا دو برابر قطر شمع است. در صورتی که زمین خرده سنگ داشته باشد، سرشمع باید به وسیله ورقه فلزی محافظت شود.

شمع چوبی باید یکپارچه باشد. در موارد استثنایی که طول شمع کافی نیست و ضرورت داشته باشد که دو قطعه چوب به هم وصل شود، باید وصله فلزی به کار برده شود.

۱-۴-۳. شمع فلزی

این نوع شمع از پروفیل‌های فلزی و یا لوله‌های فلزی ساخته می‌شود. ضمناً، از ترکیب جوش کردن پروفیل‌های فلزی با یکدیگر می‌توان شمعی را به صورت صندوقه‌ای هم به کار برد. نوع فولاد شمع معمولاً "فولاد ۳۷" است.

شمع فلزی تا حد امکان باید در تمام طول یکپارچه باشد. در صورتی که طول شمع کافی نباشد، باید دو قطعه شمع کاملاً "در امتداد همدیگر باشد، محور هر دو قطعه دقیقاً" روی یک خط قرار گیرد و محل اتصال طوری به هم جوش یا وصله شود که مقاومت قسمت وصله شده از مقاومت قسمت‌های دیگر شمع کمتر نباشد.

بعضی اوقات برای انتقال بهتر بار شمع به زمین، قطعات تقویتی به پروفیل‌های فلزی جوش می‌شود. این قطعات باید به طور متقارن نسبت به محور پروفیل قرار گیرد و جوش آنها نیز پیوسته باشد.

در مورد شمع فلزی خطر زنگ زدن وجود دارد. بنابراین در محلهایی که خطر زنگ زدن شمع وجود دارد باید آنها را حفاظت نمود. پوشاندن سطوح خارجی شمع به وسیله رنگ و غیره به منظور جلوگیری از زنگ زدن فقط در صورتی مؤثر است که در اثر کوبیدن، حمل و غیره صدمه نبیند. در مورد شمع اصطکاکی باید دقت شود که رنگ و یا وسایل دیگر حفاظت سطحی (که اصطکاک شمع را با زمین تقلیل می‌دهد) به کار نرود.

۱-۴-۴. شمع بتن مسلح

شمع بتن مسلح با مقطع مربع، مربع مستطیل و یا مقطع‌های دیگر (مانند I) است. در مورد شمعی‌های طویل با مقاطع بزرگ، شکل دایره‌ای با مقطع توخالی هم ساخته می‌شود. طسول قسمت نوک تیز پای شمع باید حدود $1/3$ برابر قطر شمع باشد. وضع این نوع شمع باید برای کارهای مختلف زیر محاسبه شود:

— انبار کردن و روی هم چیدن آنها

— حمل از انبار به محل شمع کوبی

- بلند کردن شمع در محل شمع کوبی

- کوبیدن شمع

- انتقال بار ساختمان روی شمع به زمین

حداقل ابعاد مقطع شمع بتن مسلح نباید از ارقام زیر کمتر باشد :

تا طول ۶ متر	۲۰×۲۰ سانتیمتر
تا طول ۹ "	۲۵×۲۵ "
تا طول ۱۲ "	۳۰×۳۰ "
تا طول ۱۸ "	۳۵×۳۵ " یا ۴۰×۳۰ سانتیمتر
تا طول ۲۲ "	۴۰×۴۰ " ۳۵×۴۵ "

فولاد طولی که در شمع بتن مسلح گذارده می شود باید با توجه به طول شمع محاسبه گردد. حداقل فولاد طولی که باید در شمع بتن مسلح با مقطع مربع و مربع مستطیل قرار داده شود، ۴ عدد فولاد ۱۴ میلیمتری است.

فولاد عرضی به صورت تنگهای با قطر حداقل ۶ میلیمتر و با فاصله حدود ۱۰ سانتیمتر است. در سروپای شمع که هر کدام به طول یک متر است باید فاصله تنگها را به ۵ سانتیمتر کاهش داد. پوشش بتن روی فولاد حداقل ۳ سانتیمتر است. در مواردی که شمع در آب باشد این حداقل به ۴ سانتیمتر افزایش می یابد.

برای حمل این شمع بهترین محل برای ایجاد گیره در فاصله ای برابر $\frac{1}{5}$ طول شمع از دو سر شمع است. برای بلند کردن شمع در محل شمع کوب، گیره را معمولاً در فاصله $\frac{1}{3}$ طول از سر شمع قرار می دهند.

تاب فشاری بتن شمع در موقع بلند کردن باید حداقل ۲۲۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و در موقع شمع کوبی حداقل ۳۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر باشد. در مورد شمعهایی که به کشش کار می کنند، باید فولاد شمع بتنهایی قادر باشد کلیه کشش وارده را تحمل کند.

۱-۴-۵. شمع بتن پیش تنیده

این نوع شمع دارای مقاطعی نظیر شمع بتن مسلح است و می توان آن را در کارخانه و یا در کارگاه ساخت. فشار روی بتن را می توان قبل یا بعد از گرفتن بتن انجام داد. علاوه بر فولاد برای فشردن بتن، فولاد معمولی هم باید در دو سر شمع به کار رود. فشردن بتن نباید باعث شود که هیچ نوع شکاف مویی دائمی در بتن باقی بماند.

۱-۴-۶. کوبیدن شمع

برای کوبیدن شمع پیش ساخته و یالوله‌هایی که برای شمع ریزی در محل مورد استفاده قرار می‌گیرد باید نکات زیر رعایت شود:

— محل شمع کوب و چوب بست آن باید ثابت و محکم باشد. رعایت این نکته در مورد شمع کوب روی سکوها و شناور ممکن نیست و بنا بر این باید بجز در مواردی که راه‌حسل دیگری موجود نباشد، از به‌کار بردن آنها خودداری نمود.

— شمع کوب می‌تواند از نوع وزنه با سقوط آزاد، ضربه با موتور انفجاری و یا چکش ارتعاشی اتوماتیک باشد.

— شمع کوب باید طوری ساخته شده باشد که بتواند بدون آسیب زدن به شمع، آن را تا عمق لازم در زمین بکوبد.

— ضربه باید همواره در امتداد محور شمع وارد شود.

— در مورد شمع کوبهای دارای وزنه با سقوط آزاد باید نسبت وزن وزنه شمع کوب به وزن شمع متناسب باشد (حدود ۱:۲ تا ۱:۱). ارتفاع سقوط نیز باید متناسب انتخاب شود.

— محل شمع و شمع کوب در تمام مدت کوبیدن باید مرتباً بررسی شود.

— برای محافظت سر شمع باید کلاهک مناسب با شمع انتخاب شود.

— نوع شمعی که کوبیده می‌شود باید با زمین مربوط تطبیق داده شود، یعنی در زمینهای غیر متراکم، شمع بتنی و یا فلزی صندوقه‌ای و در زمینهای نسبتاً متراکم، پروفیل‌های فلزی به‌کار برده شود.

— در صورتی که شمع در حین کوبیدن به مانعی برخورد کند، باید یک شمع دیگر به جای آن کوبید. تنها در صورتی که شمع تقریباً "نزدیک به عمق لازم فرورفته و ضمناً" صدمه به آن نخورده باشد می‌توان آن را به عنوان یک شمع قبول نمود.

— در صورتی که از تزریق آب برای کمک به فرورفتن شمع در زمین اسفاده شود، باید بموقع از تزریق آب خودداری شود که در قسمت پایین شمع به تراکم زمین لطمه‌ای وارد نیاید.

— برای هر شمع کوبی باید صورت مجلس مربوط و ضمایم آن تهیه شود.

۵-۱. شمع ساخته شده در محل

۱-۵-۱. ساختن شمع به طریق کوبیدن لوله در زمین

این نوع شمع به این طریق ساخته می شود که ابتدا به کمک شمع کوب یک لوله سر بسته تا عمق مورد نظر در زمین کوبیده می شود. سپس آرماتور شمع در داخل لوله قرار داده شده، و بتدریج باریختن بتن لوله از زمین بیرون کشیده می شود، بتن را می توان با فشار وارد لوله نمود یا در لوله کوبید. جنس لوله می تواند فلزی یا بتنی باشد. در موقع بیرون کشیدن لوله می توان پای شمع را به وسیله کوبیدن با پا وارد آوردن فشار بر بتن پهنتر نمود تا قدرت باربری شمع افزایش یابد. هنگام کوبیدن لوله در زمین باید مواظب بود که به بتن شمع ساخته شده در محاور آن صدمه ای وارد نیاید، یعنی بایستن شمع محاور به اندازه کافی مقاوم شده باشد و یا فاصله آن از محل کوبیدن لوله شمع مجاور زیاد باشد.

هنگام بیرون کشیدن لوله باید دقت شود که هیچ گاه لوله از بتن خالی نشده، و بتن به لوله آویزان نشود زیرا در این صورت خطر بریدن بدنه شمع پیش می آید.

۱-۵-۲. ساختن شمع به طریق حفاری

۱-۲-۵-۱. طریق حفاری

شمع را می توان به وسیله حفر کردن محل شمع در زمین با لوله و یا بدون لوله و ریختن شمع بتنی در سوراخ یا جاه ایجاد شده ساخت. در صورتی که حفاری بدون لوله انجام شود، باید به وسیله بتولیت که در زمین ریخته می شود از ریزش بدنه سوراخ یا جاه حفر شده جلوگیری کرد.

در صورتی که حفاری با لوله انجام شود، باید لوله را به کمک ماشینهایی در زمین فرو کرد و در عین حال خاک را به کمک یمپهای مکنده و یا قاشق، متغیره از داخل لوله خارج نمود. پس از آن که عمل حفاری تا عمق مورد نظر به پایان رسید آرماتور لازم برای شمع در محل قرار داده شده، و بتن ریزی می شود.

در محلهایی که کوبیدن شمع خطرهایی برای ساختمانهای مجاور ایجاد می کند و همچنین در شهرها که کوبیدن شمع سروصدای نامطلوب به وجود می آورد، ریختن شمع به طریق حفاری تنها طریق مناسب برای ساختن شمع است.

قبل از شروع عملیات حفاری برای ساختن شمع باید برای اطلاع یافتن از چگونگی

قشرهای مختلف خاک در محل شمع، وضع آب زیرزمینی و تغییرات آن، محل قشرهای متراکم و ضخامت آنها و غیره گمانه‌زنی عمیق کرد. این گمانه‌زنی‌ها را باید قبلاً "به اندازه کافی انجام داد تا از روی نتایج آن بتوان بررسی کرد که آیا ساختن شمع به وسیله حفاری مناسب است یا نه. ضمناً، باید آبهای زیرزمینی را نیز از لحاظ املاح آزمایش نمود؛ به ویژه باید مقادیر موادی که بر بتن اثرهای نامطلوب دارد، بدقت تعیین شود.

لوله حفاری باید تا پایینترین نقطه شمع برسد، در حین حفاری همواره باید پایین لوله حدود ۵۰ سانتیمتر پایین‌تر از محل حفاری باشد.

سطح داخلی لوله باید صیقلی باشد. در صورتی که دو قطعه لوله به هم وصله شود، محل وصله که معمولاً "به وسیله پیچ کردن یا جوش کردن انجام می‌شود باید کاملاً "صیقلی باشد. ابزار حفاری باید از نوعی انتخاب شود که در حین حفاری به تراکم قشرهای زمین لطمه نزنند.

در صورتی که حفاری در محل وجود آب زیرزمینی انجام می‌شود، باید ضمن حفاری در لوله آب ریخت و همواره سطح آب را در لوله یک متر بالاتر از سطح آب زیرزمینی نگاه داشت. در صورتی که حین حفاری (قبل از رسیدن به عمق پیش‌بینی شده) با مانعی (مثلاً "یک سنگ بزرگ) برخورد شود که مانع عمل حفاری است، باید از ریختن شمع در آن محل خودداری شود. منفجر نمودن سنگ در داخل لوله مجاز نیست. محل شمعی را که ساخته نشده است باید دوباره به وسیله خاک مناسب و یا بتن ضعیف پر نمود.

۱-۵-۲-۲. مصالح شمع

شمع معمولاً "دارای فولاد طولی و عرضی است و تنها در صورتی که فقط فشار تحمل کند می‌توان اجازه داد که از گذاردن فولاد در تمام طول شمع صرف نظر شده، و فقط در ۳ متر بالای شمع فولادگذاری شود. تاب فشاری ۲۸ روزه نمونه مکعبی بتنی که در این شمع به کار می‌رود باید حداقل ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. در صورتی که شمع از بتن مسلح ساخته شود، تاب فشاری ۲۸ روزه نمونه مکعبی آن باید حداقل ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.

در شمع ساخته شده با بتن مسلح، فولاد طولی شمع باید برای جذب لنگر خمشی محاسبه گردد. حداقل مقطع این فولاد طولی ۸/۵ درصد مقطع شمع است و حداقل قطر هریک از آرماتورهای طولی ۱۴ میلیمتر است.

آهن عرضی باید به فاصله‌های ۱۵ سانتیمتر به صورت تنگ و یا مارپیچ باشد ، حداقل قطر آن ۶ میلیمتر است ،

پوشش بتنی روی فولادها باید حداقل ۳ سانتیمتر باشد ؛ در مواردی که شمع در آب قرار می‌گیرد حداقل این پوشش ۵ سانتیمتر است .

در صورتی که شمع به کشش کار کند ، فولاد موجود در شمع باید قادر باشد به تنهایی تمام نیروی کششی را تحمل کند ، در این مورد ، در صورتی که فولاد شمع در تمام طول یک قطعه نباشد ، باید آرماتورها را به یکدیگر جوش داد .

۱-۲-۳. ساختن شمع

بعد از خاتمه عمل حفاری باید فولادها را که قبلاً " به هم بسته شده است ، در داخل لوله قرار داد و بتن ریزی نمود . به هیچ وجه نباید بتن را از بالا به صورت آزاد در لوله ریخت زیرا مصالح مخلوط بتن از هم جدا می‌شود . بتن ریزی معمولاً " باید به وسیله لوله انجام شود . لوله باید به طور یکنواخت و با آرامی بالا کشیده شود تا ستون بتن شمع شکاف نخورد . لوله باید همواره حدود یک متر پایینتر از سطح بالای بتن باشد . در زمینهای کاملاً " متراکم می‌توان عمل حفاری را در زیر لوله کمی عریضتر کرد تا پای شمع سطح اتکای بیشتری در روی زمین داشته باشد .

در این حالت باید زمین در آن عمق به حدی متراکم باشد که به هیچ وجه خطر ریزش موجود نباشد و خاک با بتن شمع مخلوط نشود . قطر پای شمع می‌تواند حداکثر دو برابر قطر بدنه شمع باشد . فولاد شمع باید تا پایین این قسمت برسد ، فاصله بیسن محور دو شمع باید بیش از دو برابر قطر قسمت عریض شده پای شمع باشد .

۱-۶. بار مجاز شمع

ظرفیت باربری یک شمع به نوع زمین ، وضع آب زیرزمینی ، شکل و جنس و ابعاد شمع ، طرز ساختن و یاریختن و کوبیدن شمع ، فاصله‌ها و تمایل شمعها ، نسبت به وضع قائم و غیره بستگی دارد . بار مجاز یک شمع به راههای مختلف زیر به دست می‌آید :

۱-۶-۱. از روی ارقام تجربی که طی آزمایشهای متعدد به دست آمده است . این آزمایشها یا از طرف موسسه‌های پژوهشی و یا در ساختمانهای بزرگ دارای شمعهای متعدّد انجام شده ، و نتایج آن در کتابها و نشریه‌های مربوط به شمع و شمع کوبی موجود است . این ارقام باید با دقت کامل مورد استفاده قرار گیرد ، یعنی نوع و جنس

شمع و شرایط زمین و تراکم آن باید با شرایط ارقام تجربی به دست آمده کاملاً تطبیق نماید.

۱-۶-۲. در زمینهای شن و ماسه‌ای برای شمعهایی که کوبیده می‌شود و فقط به فشار کاری کند می‌توان از روی انرژی مصرفی برای کوبیدن شمع بخصوص در چند ضربه نهایی، یا مقدار فرو رفتن شمع در چند ضربه نهایی، فرمولهایی به دست آورده که رابطه انرژی لازم یا مقدار فرو رفتن شمع را با بار مجاز شمع بیان می‌کند. این فرمولها از روی تجربه و با کمک بارهای آزمایشی روی بعضی شمعها به دست آمده است. استفاده از این فرمولها در صورتی مجاز است که شرایط آن کاملاً موجود باشد.

۱-۶-۳. استفاده از فرمولهای مکانیک خاک برای به دست آوردن بار شمع طبقه مناسبی نیست و باید از به کار بردن آنها برای تعیین بار مجاز شمع خودداری نمود.

۱-۶-۴. طبقه بار آزمایشی

این طبقه مطمئنترین راه برای به دست آوردن بار مجاز شمع است ولی در ضمن کار هزینه زیادی لازم دارد. بنابراین، این طبقه معزولاً در مواردی مورد استفاده قرار می‌گیرد که تعداد شمعها خیلی زیاد باشد ولی در موارد زیر باید حتماً این طبقه را به کار برد:

- در مواردی که بخواهند شمع را پیش از آنچه که در طبقه‌های ۱-۶-۱ و ۱-۶-۲ به عنوان بار مجاز تعیین شده است، بارگذاری کنند.

- در موردی که شمع به عمق تعیین شده رسیده است ولی در مورد اینکه آیا شمع می‌تواند بار مربوط را تحمل نماید یا نه، تردید وجود دارد.

در این طبقه بار مجاز یک شمع از روی بار بحرانی شمع تعیین می‌شود.

هنگامی که شمع این بار بحرانی را تحمل می‌کند به طور محسوسی در زمین فرو می‌رود (شمعهایی که به کشش کار می‌کنند، به طور محسوسی از زمین بیرون می‌آیند) و به این ترتیب بار شمع از روی منحنی نشست به دست می‌آید.

بار مجاز شمع از تقسیم این بار بحرانی بر ضریب اطمینان به دست می‌آید. در صورتی که شمع فقط بارهای اصلی را تحمل کند، ضریب اطمینان برابر ۲ و در صورتی که بارهای اصلی و بارهای اضافی را تحمل نماید، این ضریب برابر ۱/۷ است.

بار مجازی که به این ترتیب برای شمع به دست می‌آید نباید نشستی در شمع ایجاد

کند که برای ساختمان روی شمع مجاز نیست، ضمناً "این بار مجاز نباید از حدی بالاتر رود که مصالح ساختمانی خود شمع بیش از حد مجاز زیر فشار یا کشش قرار گیرد.

۷-۱. طرز اجرای بار آزمایشی

۱-۷-۱. شمع آزمایشی باید از لحاظ نوع و جنس شمع، محل شمع در زمین و طرز کوبیدن و پیافکاری آن با شمعهایی که برای همان ساختمان به کار می رود شرایط یکسان داشته باشد.

۲-۷-۱. تعداد شمعهای مورد آزمایش که بارگذاری می شود باید حداقل ۲ عدد باشد در صورتی که جنس زمین مرتباً "تغییر کند" باید به همان نسبت تعداد شمعهای آزمایشی اضافه شود.

۳-۷-۱. بارگذاری نباید بلافاصله بعد از کوبیدن شمع انجام گیرد. در زمینهای شن و ماسه ای حداقل ۵ روز، و در زمینهای خاکی و سایر زمینهای دارای چسبندگی حداقل سه هفته بعد از کوبیدن شمع می توان آن را بارگذاری نمود.

۴-۷-۱. بار باید کاملاً "در محور طولی شمع وارد شود و در تمام مدت آزمایش هم در همیسن حالت باقی بماند.

۵-۷-۱. دستگاههای اندازه گیری نشست شمع و وسایل بارگذاری روی شمع باید قبل از آزمایش کنترل شود و صحت و دقت کار آنها مورد کنترل قرار گیرد.

۶-۷-۱. بار باید به دفعات و بتدریج به شمع وارد شود و با هر بار افزایش بار، مقدار نشست شمع اندازه گیری شده، و منحنی نشست نسبت به مقدار بار ترسیم شود تا زمانی که نشست به طور محسوس زیاد شود (حدود ۲/۵٪ قطر شمع و حداکثر ۲ سانتیمتر)؛ در این حالت، بار معادل آن بار بحرانی است.

۸-۱. اسناد بار آزمایشی عبارت است از:

— نقشه موقعیت که در آن، محل شمعهای آزمایشی و محل شمعها و گمانه های دیگر ترسیم شده است

— وضع زمین و آب زیرزمینی و نتایج گمانه های انجام شده در محل

— صورت مجلس تهیه و کوبیدن شمع (نمونه در صفحات ۱۷، ۱۸، ۱۹)

— نقشه و توضیحات راجع به بار، دستگاههای اندازه گیری و غیره

— صورت مجلس انجام بار آزمایشی (نمونه در صفحه ۲۰)

— رسم منحنی بار و نشست و منحنی زمان و نشست

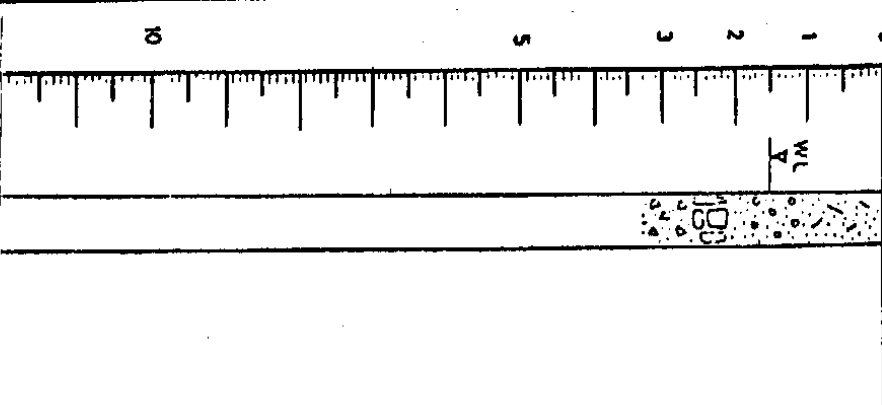
[illegible]

A(1) عبارتست از انرژی مصرفی در دهنضرباآخر برای شمع کوب معمولی ویا درمدت یکدقیقه برای شمع کوب باچکش ارتعاشی اتوماتیک. انرژی مصرفی از ضرب کردن وزن چکش درارتفاع

(3) مقدار فرو رفتن شمع در زمین برای ده ضربه آخر در مورد شمع کوب و سدادقیقه آخر در مورد شمع کوب با چکش اتوماتیک.

امضای نمایندگان

نام پیمانکار، یا شرکت شمع کوب نوع شمع و علت تجارتی آن ساختمان روی شمع
 کارگاه شماره نقشه شمع شمسه شماره شمع

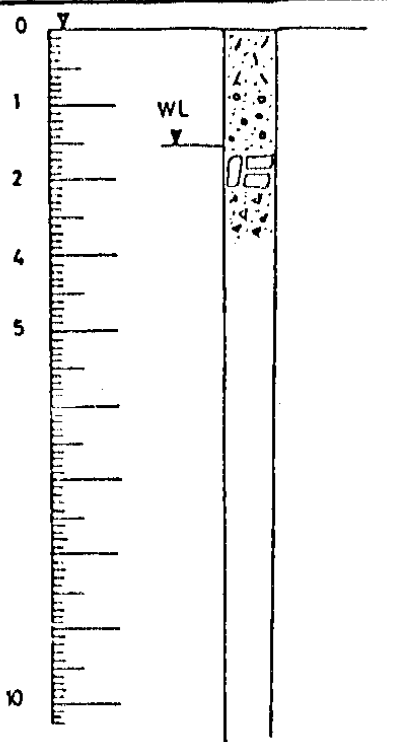
۰۴-۵. وزن کل فولاد مصرف شده		۰۳. بتن شمع	
۵. مقطع زمین حفاری شده		۰۱-۲. نوع بتن	۰۱. مشخصات شمع
		۰۲-۲. مقدار سیمان کیلوگرم در متر مکعب	۰۲-۱. قطر شمع سانتیمتر
		۰۳-۲. مشخصات ماسه و شن	۰۲-۱. قطر پای شمع سانتیمتر
		۰۴-۲. ارتفاع آب در لوله در موقع بتن ریزی متر (اندازه گیری نسبت به سطح شروع حفاری)	۰۳-۱. ارتفاع پای شمع سانتیمتر
		۰۵-۲. مقدار بتن مصرف شده	۰۴-۱. طول حفاری شده متر
		۰۶-۲. زمان اجرای بتن ریزی	۰۵-۱. طول بتن ریزی شده متر
۰۵. تاریخ شروع ساعت		۰۶-۱. طول شمع در زمین متراکم متر	۰۶-۱. طول شمع در زمین متراکم متر
۰۶. تاریخ خاتمه ساعت		۰۷-۱. زاویه شمع نسبت به خط قائم	۰۷-۱. زاویه شمع نسبت به خط قائم
درجه حرارت در موقع بتن ریزی		۰۲. کار حفاری	۰۲. کار حفاری
۰۴. فولاد شمع		۰۱-۲. قطر سوراخ حفر شده سانتیمتر	۰۱-۲. قطر سوراخ حفر شده سانتیمتر
۰۱-۴. قطر فولاد طولی میلیمتر، تعداد عدد		۰۲-۲. عمق سوراخ حفر شده متر	۰۲-۲. عمق سوراخ حفر شده متر
۰۲-۴. قطر فولاد عرضی میلیمتر، تعداد در متر طول		۰۳-۲. مواد حفاری شده متر مکعب	۰۳-۲. مواد حفاری شده متر مکعب
عدد عدد		۰۴-۲. زمان اجرای عملیات حفاری	۰۴-۲. زمان اجرای عملیات حفاری
۰۳-۴. طول فولاد در بتن شمع		تاریخ شروع ساعت	تاریخ شروع ساعت
۰۴-۴. طول فولاد خارج از بتن شمع		تاریخ خاتمه ساعت	تاریخ خاتمه ساعت
		درجه حرارت در موقع حفاری	درجه حرارت در موقع حفاری

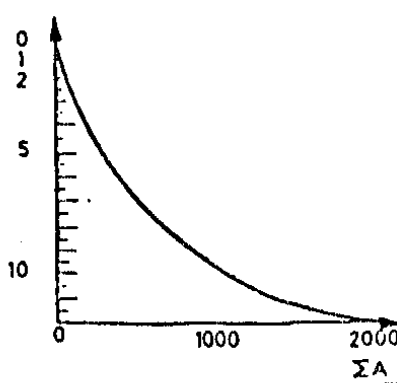
امضای مهندس ناظر

امضای نماینده پیمانکار

صورت مجلس کوبیدن شمع آزمایشی

نام پیمانکار نوع شمع نوع شمع کوب	
نام کارگاه ابعاد شمع نوع چکش شمع کوب	
وزن شمع وزن چکش تن	
شماره شمع وزن کلاهک تن	

	ملاحظات	عمق فرو رفتن شمع (متر)	فرو رفتن شمع در هر ده ضربه یا در هر دقیقه (دقیقه)	انرژی مصرفی ΣA	انرژی مصرفی $A (2)$	ارتفاع سقوط وزنه h (سانتیمتر)	شماره هر ده ضربه ، یا دقیقه (1)



(1) ده ضربه برای شمع کوب عادی و یک دقیقه برای شمع کوب با چکش ارتعاشی اتوماتیک .

(2) $A = 10 \cdot R \cdot h$ برای شمع کوب عادی و یا ΣRH در یک دقیقه برای شمع کوب با چکش اتوماتیک .

امضای نماینده پیمانکار امضای مهندس ناظر

صورتجلسه انجام بار آزمایشی

نام پیمانکار نوع شمع کارگاه شماره شمع نوع آزمایش فشاری کششی							
بارورده	فرورفتن شمع (بیرون آمدن شمع)						تین
	دستگاه اندازه گیر ۱		دستگاه اندازه گیر ۲		$e = \frac{1}{2}(e_1 + e_2)$	شروع بارگذاری دقیقه	
	a_1	e_1	a_2	e_2			
میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	دقیقه
ملاحظات							

 a_1 و a_2 مقادیر خوانده شده در روی دستگاه

 e_1 و e_2 مقادیر واقعی

امضای مهندس ناظر.....

امضای نماینده پیمانکار.....

۰۲. سپر و مهار

۰۱-۲. مقدمه

سپر از اجزای ساختمانی است که باید هر قسمت از آن بنیهایی قادر باشد نیروهای وارده به آن قسمت را که عبارت از رانش خاک و فشار آب است، تحمل نماید و در موارد استثنایی حتی بتواند نیروهای قائم را هم به زمین منتقل نماید.

سپر به طور عمده برای موارد زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

— به منظور حفاظت در هنگام گودبرداریهای دارای دیواره قائم برای جلوگیری از ریزش

خاک و ورود آب به داخل گودال، برای حفاظت خاکریزهای دارای دیواره قائم

(سدهای انحرافی) و بالاخره در پی سازی با هوای متراکم و غیره.

— به صورت قسمتی از ساختمان که در زمین باقی می ماند برای تحمل رانش خاک و فشار

آب و جلوگیری از شسته شدن زیرپای ها و غیره.

— مصالح ساختمانی سپر عبارت است از فولاد، بتن فولادی، بتن پیش تنیده و چوب

۰۲-۲. سپر چوبی

سپر چوبی باید در زمینهایی به کار برده شود که کوبیدن آنها در اثر تراکم و سختی زمین با مشکل

برخورد ننماید. در صورتی که سپر برای مدت طولانی و یا برای همیشه در زمین باقی بماند، باید

خطر فاسد شدن چوب موجود نباشد و ضمناً "آفت چوب در زمین وجود نداشته باشد".

عرض سپر چوبی معمولاً "حدود ۲۵ سانتیمتر و طول آن حداکثر ۱۵ متر است".

ضخامت سپر را می توان از روی فرمول تجربی $d = 2 \cdot L$ به دست آورد.

$$d = \text{ضخامت سپر به سانتیمتر}$$

$$L = \text{طول سپر به متر}$$

مثلاً "اگر طول سپر برابر ۱۰ متر باشد ضخامت آن برابر با $2 \times 10 = 20$ سانتیمتر خواهد بود".

در صورتی که در پشت سپرها آب وجود داشته باشد، باید سپرها را برای جلوگیری از ورود آب

به داخل گودال به صورت کلام وزبانه به هم وصل نمود .

هر قدر زمین سست تر باشد باید لبه پایین سیر تیزتر انتخاب شود ، در صورتی که زمین خیلی سخت باشد ، لبه پایین سیر باید به وسیله یک ورقه فلزی به ضخامت حدود ۳ میلیمتر حفاظت شود . سر سیر باید به وسیله یک حلقه از ورقه فلزی به ضخامت ۲ سانتیمتر و به ارتفاع حدود ۱۰ سانتیمتر حفاظت شود تا در موقع کوبیدن شکاف نخورد ، در صورتی که سیر فقط برای جلوگیری از ریزش خاک باشد ، می توان سیرها را بدون حالت کام وزبانه در کنار یکدیگر از زمین کوبید و بتدریج با فرو رفتن آنها گودبرداری نمود . سیر به قاب افقی کمر بندی که از داخل نیز به وسیله تعداد لازم تیر افقی تقویت می شود ، تکیه می کند و تیر افقی کمر بندی هم به وسیله پشت بند به یکدیگر و یا به زمین تکیه می کند . سیر ، تیر کمر بندی و پشت بند باید برای رانش خاک و فشار آب واحیاناً " نیروی قائم وارده محاسبه شود .

۳-۲ . سیر فلزی

سیر فلزی از مهمترین نوع سیر بوده و بیش از انواع دیگر به کار می رود ، این نوع سیر را به استثنای مواقعی که مواد مضر برای فولاد در خاک یا آب محل سیر کوبی موجود باشد ، در تمام موارد می توان به کار برد .

در صورتی که عمق گودبرداری زیاد نباشد و ضمناً " خطر ورود آب به داخل محل گودبرداری هم وجود نداشته باشد ، می توان سیر فلزی را بدون قفل (کام وزبانه) به کار برد .

در صورتی که در پشت سیر فشار آب موجود باشد ، باید سیرها را با قفل (کام وزبانه) به کار برد . در مواردی که عمق گودبرداری زیاد نباشد و در نتیجه سیر بتواند بتنهایی فشار خاک و آب را تحمل کند ، می توان بدون تکیه گاه در زمین کوبید . در کلیه موارد دیگر باید سیرها را به تیرهای کمر بندی تکیه داد که این تیرهای کمر بندی هم به نوبت خود بار وارده را به وسیله پشت بندها به زمین یا به سمت مقابل منتقل می نماید ، این پشت بندها را می توان بسته به مقدار نیروی وارده از چوب یا فلز انتخاب نمود . سیر و تیرها باید برای رانش خاک و فشار آب واحیاناً " نیروهای قائم وارده محاسبه شوند .

در صورتی که پشت بندها در داخل محل گودبرداری مزاحم و مانع عملیات ساختمانی شود ، باید سیرها را به سمت خارج در خاک مهار نمود .

کاربرد سیر در عین حال برای قالب بندی بتن مجاز است .

۴-۲ . سیر مرکب از فولاد و چوب

در استفاده از این نوع سیر ، تیر آهن ها را به فاصله ۱/۵ تا ۲/۵ متر در زمین می کوبند و سپس با

پیشرفت گودبرداری ، تخته‌هایی به‌طور افقی در بین تیر آهن‌ها نصب می‌کنند و تیرهای فولادی را در جلو به وسیله تیرهای افقی به یکدیگر تکیه داده ، یا از عقب در خاک مهار می‌نمایند .

اندازه تیر فولادی به مقدار رانش خاک در پشت آن بستگی دارد و معمولاً " بین I_{14} تا I_{40} است . تیر فولادی ، باید حداقل تا حدود ۳ متر در زیر کف گودبرداری کوبیده شود . تخته‌هایی

که به‌طور افقی بین تیرهای فولادی نصب می‌شود دازای ۵ تا ۱ سانتیمتر ضخامت است .

استفاده از این تخته‌ها برای قالب خارجی بتن مجاز است ، این تخته‌ها را می‌توان در زمین با قوسی گذارد با اینکه با پیشرفت ساختمان آنها را از زمین خارج کرد .

تیرهای فولادی معمولاً " به وسیله پشت بندهای چوبی یا فلزی به یکدیگر تکیه می‌کنند . این تیرهای چوبی یا فلزی را باید برای نیروی وارده از رانش خاک بدقت محاسبه کرد ؛ بخصوص کمانش این تیرها باید بدقت مورد بررسی قرار گیرد . در صورتی که فاصله بین تیرهای فولادی در دو طرف گودبرداری خیلی زیاد باشد ، باید در وسط محل گودبرداری هم پایه‌هایی برای اتکای پشت بندها ساخته شود .

۵-۲. سیر بتن فولادی

سیر بتن فولادی باید از بتن نسبتاً " سفت تهیه شود ؛ تاب فشاری بتن سیر در موقع کوبیدن نباید از ۴۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد .

ضخامت سیر به نیازهای ساختمانی و استاتیکی و شرایط کوبیدن سیر بستگی دارد ولی حداقل ضخامت نباید از ۱۲ سانتیمتر کمتر باشد . ضمناً " برای اینکه وزن سیر هم بیش از حد سنگین نشود ، ضخامت آن نباید از حداکثر ۴۰ سانتیمتر تجاوز کند .

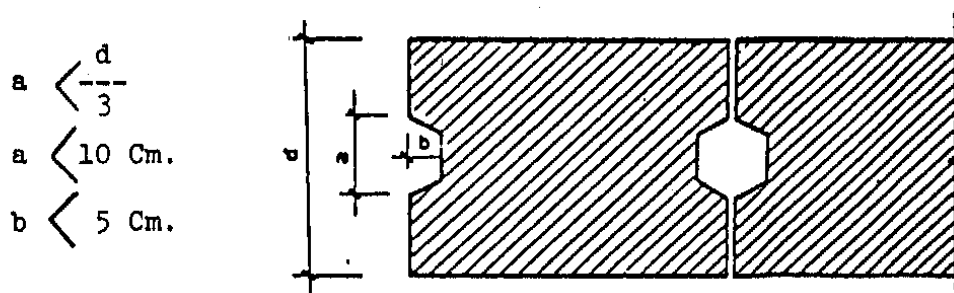
معمولاً " عرض سیر معادل ۵۰ سانتیمتر و طول سیر تا ۱۵ متر و در موارد استثنایی تا ۲ متر انتخاب می‌شود .

سیر بتن فولادی باید برای تحمل بارهای وارده به اشکال زیر ، محاسبه شود :

- هنگام انبار کردن و روی هم چیدن
 - هنگام حمل و نقل از محل انبار یا کارگاه به محل کوبیدن
 - هنگام بلند کردن در محل سیرکوبی
 - برای نیروهای وارده هنگام کوبیدن
 - برای نیروهای وارده در اثر رانش خاک و فشار آب و احیاناً " بار قائم
- اتصال دو سیر کنار هم در قسمت پایین سیر تا ارتفاع ۱/۵ متر می‌تواند به صورت کام و زبان انجام گیرد ولی در قسمت بالایی باید در هر دو یک شیار وجود داشته باشد که پس از کوبیدن کامل دو سیر با بتن یا یک ماده عایق کننده دیگر پر شود . عرض این شیار نباید از یک سوم ضخامت سیر بیشتر شود و

ضمناً " باید از ۱۵ سانتیمتر کمتر باشد .

عمق شیار نباید از ۵ سانتیمتر بیشتر شود تا مزاحمتی برای فولاد تنگهای سیر ایجاد نکند .



" شکل ۱ "

سیر دارای فولاد طولی است که باید برای نیروهای وارده محاسبه شود . تنگهای سیر معمولاً از فولاد گرد با قطر ۵ میلیمتر و با فاصله ۱۵ سانتیمتر است که این فاصله در طول معینی از دو انتهای سیر به ۵ سانتیمتر کاهش داده می شود .

سیر بش فولادی فقط باید در مواردی به کار رود که بتوان آن را بدون آنکه صدمه ای ببیند و به طور کامل " غیر قابل نفوذ کنار سیر دیگر کوبید .

۶-۲ . سیر مرکب از تیر فولادی و بتن

در استفاده این نوع سیر ، ابتدا ریلهای راه آهن یا تیرهای فولادی با فاصله یک تا دو متر در زمین کوبیده می شود و سپس بین ریلها یا تیرهای فولادی حدود ۱ تا ۱/۵ متر به طور قائم گودبرداری شده ، و قالب بندی و بتن ریزی انجام می شود . در صورت لزوم در بتن هم فولاد گذاشته می شود و سپس گودبرداری ادامه می یابد و دوباره بتن ریزی می شود ؛ این عمل به همین ترتیب و تا رسیدن به عمق لازم برای گودبرداری ادامه می یابد . ضمناً " در ارتفاع لازم هم تیرهای کمر بندی نصب می کنند و به وسیله پشت بند هاسی از تیر چوب گرد یا تیر فولادی آنها را به یکدیگر و یا به زمین تکیه می دهند .

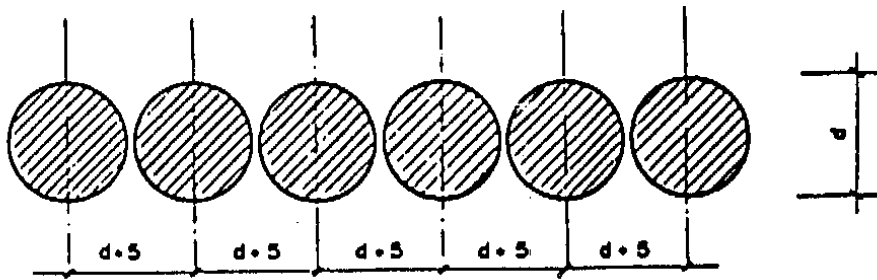
۷-۲ . سیر مرکب از یک ردیف شمع

این نوع سیر معمولاً " به سه طریقۀ اجرامی شود :

۱-۷-۲ . یک سری شمع در کنار یکدیگر در یک خط و با فاصله حدود ۵ سانتیمتر از هم ساخته

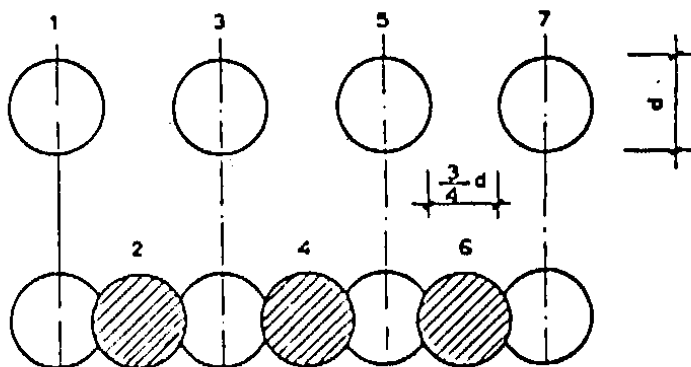
می شود . این نوع سیر فقط برای رانش خاک مناسب است ؛ در صورت وجود آب باید

قبلاً " آن را از حدود گودال به خارج هدایت نمود .



"شکل ۲"

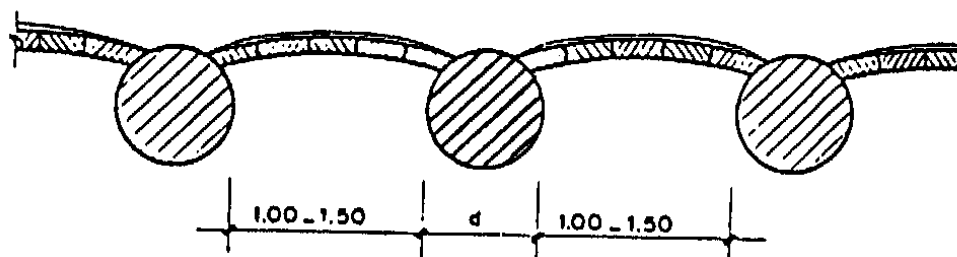
۲-۷-۲. ابتدا شمعهای ۱ و ۳ و ۵ و ۷ که معمولاً از بتن بدون فولاد است، ساخته می‌شود که فاصله بین آنها حدود $\frac{3}{4}d$ قطر شمع است سپس در بین این شمعها سری شمعهای ۲ و ۴ و ۶ و ۸ از بتن مسلح ساخته می‌شود.



"شکل ۳"

به این ترتیب، شمعها یکدیگر را قطع می‌کنند و یک دیوار معتد به وجود می‌آورند. این نوع سپر نه تنها رانش خاک را تحمل می‌کند بلکه در مقابل فشار آب هم عایق است. در صورتی که در بعضی قسمت‌ها آب نفوذ کند، می‌توان سر راه و سیله تزریق عایق نمود.

۲-۷-۳. شمعها به فاصله ۱ الی $1/5$ متر از یکدیگر ساخته شده و در بین آنها همراه با گودبرداری قوسهای افقی از سنگهای فیلتر ساخته می‌شود.



"شکل ۴"

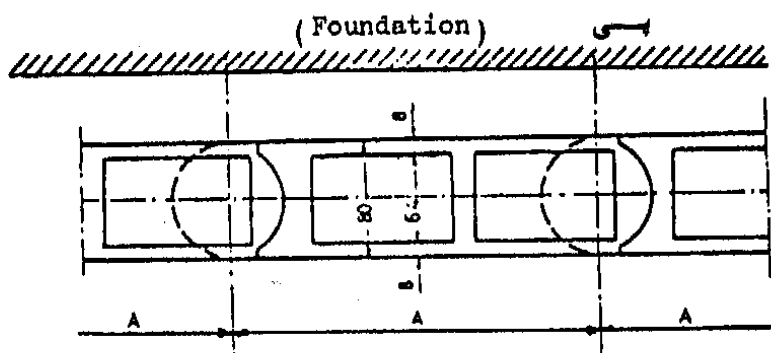
۸-۲. سپر به طریق دیوار شیاری

ابتدا در طولی که سپر باید ساخته شود شیاری به عرض حدود ۱ متر و به عمق ۱/۵ متر در زمین گودبرداری می شود. دو طرف این شیار را با یک فشار بتن فولادی به ضخامت ۱۵ الی ۲۰ سانتیمتر می پوشانند. سپس این گودال را با یک مایع تیکسوتروپ (Thixotrope) می کنند و بقیه گودبرداری را تا رسیدن به عمق لازم انجام می دهند. این مایع که از ریزش بدنه گودبرداری جلوگیری می کند باید به طور دائم در گودال ریخته شود که گودال پر باشد. پس از آنکه گودبرداری تمام شد شیار موجود را باید به وسیله لوله هایی که در فاصله های معینی در شیار قرار داده می شود، به چندین قسمت تقسیم کرد. عرض هر قسمت در حدود ۲/۵ متر الی ۶ متر می شود. سپس ابتدا در یک قسمت آرماتور گذاشته و بتن ریزی می شود؛ پس از سخت شدن بتن این قسمت لوله موجود بین این قسمت و قسمت مجاور کشیده شده، و قسمت دوم بتن ریزی می شود. به این ترتیب اتصال قسمتهای مختلف با یکدیگر به صورت مفصلی انجام می شود.

بتن مصرفی باید دارای مقاومت فشاری ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و مقدار سیمان آن ۳۵۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن باشد.

بتن ریزی باید با لوله انجام شود. در حین بتن ریزی مایع محافظ موجود در گودال به سمت بالا رانده می شود که به قسمت های دیگر دیوار منتقل می شود، و یا به وسیله یک پمپ از گودال خارج شده، و برای تصفیه و مصرف مجدد به یک مخزن ریخته می شود. دیواری که بتن ریزی می شود می تواند تویر یا تو خالی باشد. در صورتی که عمق این دیوار خیلی زیاد باشد، ممکن است لازم شود که در موقع گودبرداری در محل ساختمان اصلی که این دیوار سیر آن را تشکیل می دهد، در فاصله های معینی از عمق به وسیله تیرهایی به دیوار تکیه داده شود و یا از خارج مهار گردد. البته در اغلب موارد خود دیوار طوری محاسبه می شود که رانش خاک و فشار آب موجود در پشت خود را بتنهایی تحمل کند.

در صورتی که دیوار به صورت سیر موقتی ساخته شود، پوشش بتنی روی آرماتورها باید ۵ سانتیمتر و در صورتی که به صورت قسمتی از ساختمان برای همیشه باقی بماند، باید ۱۰ سانتیمتر باشد.



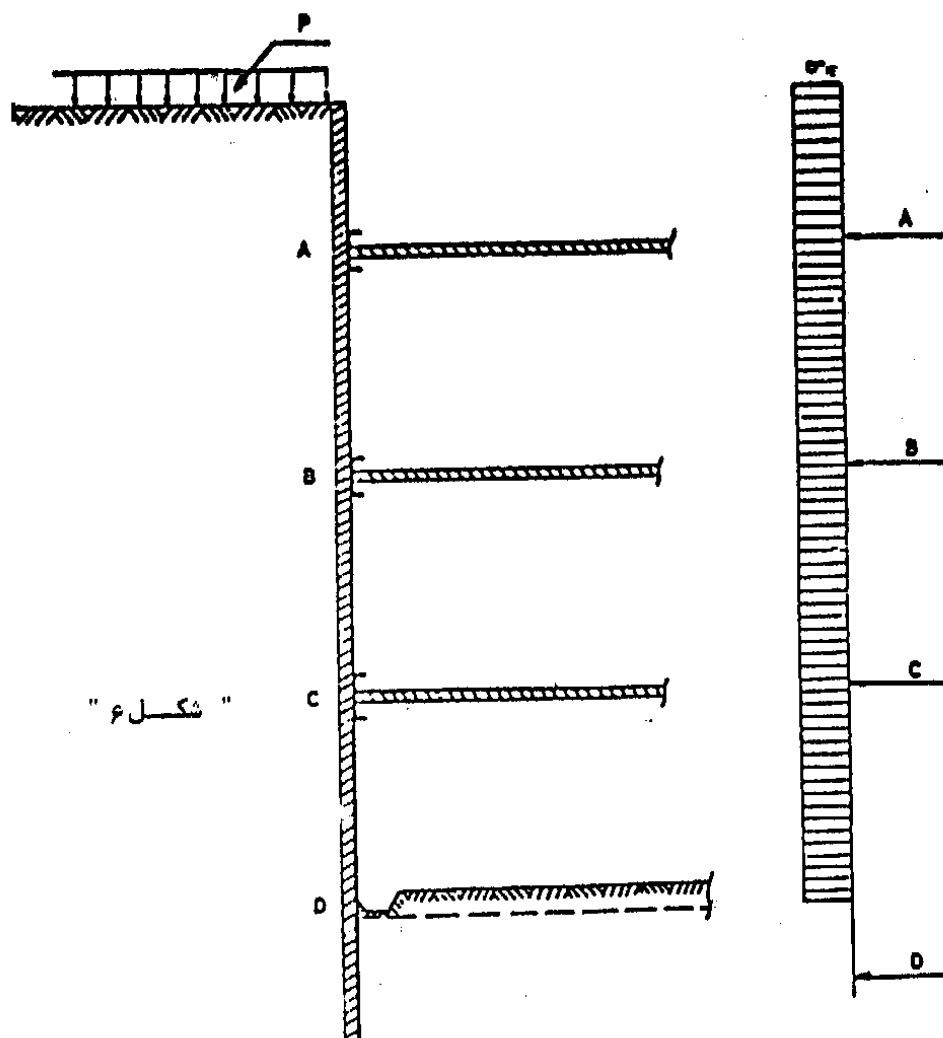
"شکل ۵"

۹-۲. محاسبه سیر

در محاسبه سیر اغلب به علت اینکه ساختمانی موقت بوده، جزء ساختمان اصلی نیست و دقت کافی به عمل نمی آید و ابعاد آن به طور تقریبی و نظری تعیین می شود، این موضوع در بعضی موارد باعث وقوع سانحه هایی در محل گودبرداری می شود که خسارت های مالی و جانی در بر دارد. سیر، تیر کمر بندی و پشت بند و مهار آن باید به وسیله یک مهندس محاسب با تجربه برای تمام نیروهای وارده به دقت محاسبه شده، و ابعاد آنها در روی نقشه گودبرداری داده شود.

- ارقام ضریب هایی که مقدار رانش خاک در پشت سیر از روی آنها تعیین می شود باید در آزمایشگاه به وسیله آزمایش نمونه خاک موجود تعیین شده باشد.
- رانش خاک باید برای وزن خاک موجود و سربار آن که شامل وسایل نقلیه و غیره است، به طور صحیح و کامل در محاسبه منظور شود.

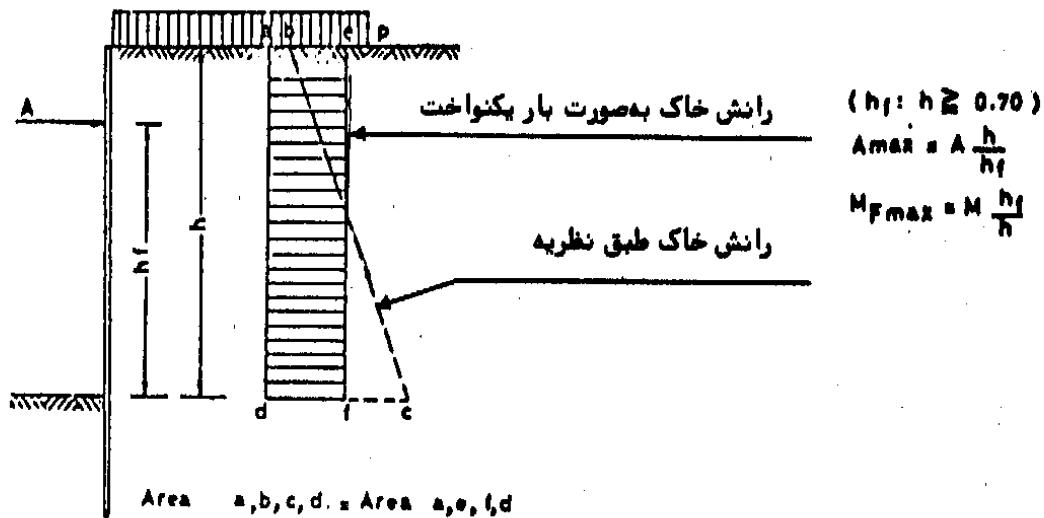
- سیستم استاتیکی یک سیر باید برای مراحل مختلف گودبرداری تعیین و محاسبه شود. با مراجعه به شکل ۶ دیده می شود که سیر در ابتدای گودبرداری و قبل از نصب تیر و تکیه گاه A یک کنسول گیر دارد در زمین است و پس از گودبرداری محدوده تا نقطه B و قبل از نصب تیر و تکیه گاه B، سیستم از استاتیک به صورت تیر روی دو تکیه گاه بوده، و در مراحل بعد که گودبرداری به نقطه C و یا D می رسد سیر به صورت تیر یکسره دو دهانه یا سه دهانه محاسبه می شود. ابعاد سیر باید برای مرحله ای که بزرگترین نیرو به سیر وارد می شود، محاسبه شود.



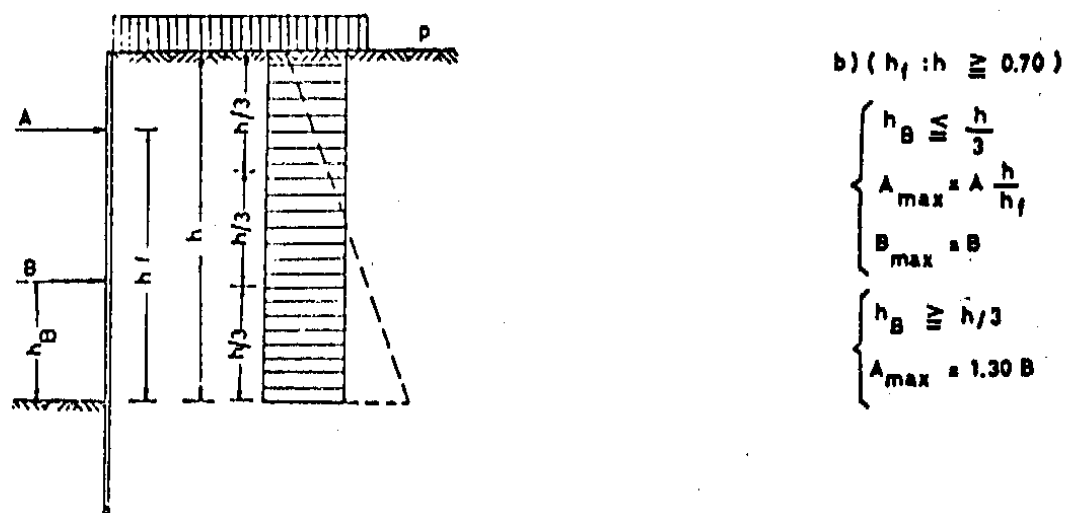
" شکل ۶ "

— مقدار و تقسیم رانش خاک در ارتفاع سیر به تغییر شکل سیر بستگی دارد . طبق
 آزمایشها و اندازه گیریهایی که در سیر ، مهار و باتکیه گاه انجام گرفته است ، طریقه
 زیر برای محاسبه سیر و تیرتکیه گاه و مهار در مقابل رانش خاک توصیه می شود .
 رانش خاک به صورت یک بار یکنواخت منظور می شود که مقدار کل آن در تمام ارتفاع
 سیر معادل رانش خاک طبق نظریه های رانش خاک است . (شکل ۷) . ضمناً
 تصحیحاتی به صورت زیر در مقدار نیروها انجام می گیرد .

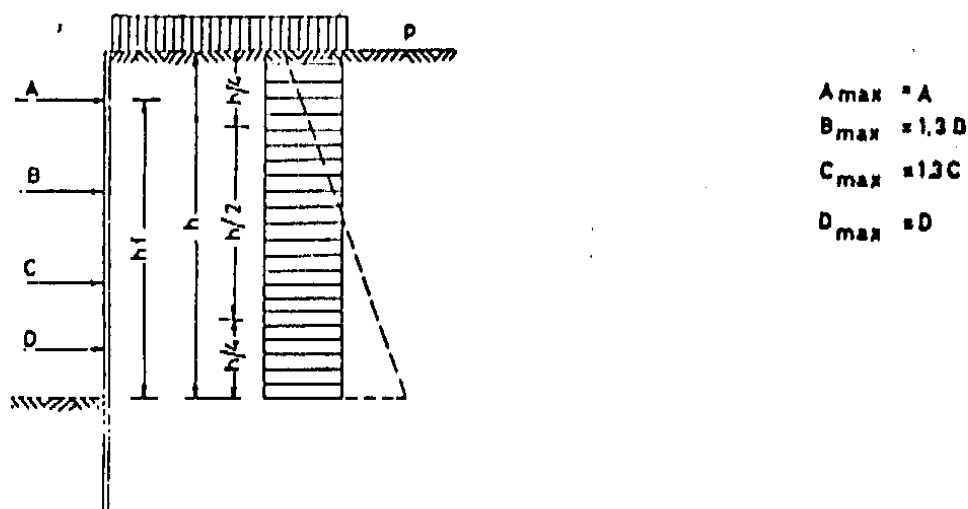
* در صورتی که سیر فقط دارای یک تکیه گاه یا یک مهار باشد و رانش خاک به صورت
 باریکناخت محاسبه شود ، باید عکس العمل تکیه گاه و یا نیروی مهار را به نسبت $h : hf$



شکل ۷.



شکل ۸.



شکل ۹.

عبارت از مقادیر محاسبه شده با رانس خاک به صورت بار یکنواخت است . M, D, C, B, A

زیاد کرده، و معان مثبت سیر را به نسبت $hf:h$ کم کرد (شکل ۷). hf فاصله محل تکیه‌گاه یا مهار از کف گودبرداری، و h فاصله بالای سیر از کف گودبرداری است. در صورتی که سیر دارای دو تکیه‌گاه یا مهار باشد و رانش خاک به صورت بار یکنواخت منظور شود، عکس العمل تکیه‌گاه یا نیروی مهار بالایی را باید به نسبت $hf:h$ زیاد کرد. تقلیل مقدار معان در این حالت مجاز نیست (شکل ۸).

در صورتی که سیر دارای سه تکیه‌گاه یا مهار و یا بیشتر باشد و رانش خاک به صورت بار یکنواخت منظور شود، باید عکس العمل تکیه‌گاه یا نیروهای مهار را که در منطقه وسط سیر قرار دارد معادل ۳۰ درصد زیاد کرد (شکل ۹).

— خستگی‌های موجود در سیر، تیر کمر بندی، پشت بند و مهار در اثر کل بارهای موجود نباید از خستگی مجاز برای مصالح ساختمانی مربوط تجاوز کند.

— کلیه قطعاتی که به فشار کاری کند باید برای کماتش محاسبه شود.

۲-۱۰. تکیه‌گاه سیر

تیرهای کمر بندی که به طور افقی در ارتفاعهای لازم در روی سیرها نصب می‌شود باید ممتد و یکسره باشد و هیچ نوع تقاطعی در آنها ایجاد نشود. برای این تیرهای کمر بندی معمولاً "پروفیل فلزی به کار می‌رود".

— این تیرهای کمر بندی و یا خود سیر مستقیماً "به تیرهای پشت بندی تکیه می‌کند که به سیر دوسر مقابل یکدیگر نصب می‌شود. تیر پشت بند باید طوری به سیر یا تیر کمر بندی متصل شود که چرخش و تغییر محل آنها ممکن نباشد.

— در مواردی که عرض گودبرداری یعنی فاصله بین دوسر بین ۵ تا ۱۵ متر باشد، پشت بند از چوب گرد استفاده می‌شود.

— در صورتی که عرض گودبرداری بین ۱۰ تا ۲۰ متر باشد، از پشت بند پروفیل فلزی و در صورتی که عرض گودبرداری بیش از ۲۰ متر باشد، خرابای چوبی یا فلزی به کار برده می‌شود.

— برای مواردی که عرض گودبرداری خیلی زیاد باشد می‌توان سیر را به وسیله تیر پشت بند به کف گودبرداری تکیه داد. در این حالت در کف گود یک بلوک بتنی و یا پی ساختمان ساخته می‌شود تا تیر به آن تکیه کند. این طریقه فقط در مواردی قابل اجراست که این تیرهای مایل مزاحم کار ساختمانی نشود.

۱۱-۲. مهار

مهار عبارت است از میله گرد و یا کابل فولادی که آنهارا در سوراخهایی که قبلاً " در زمین تعبیه شده است جای می دهند و سپس با تزریق ملات سیمان در طول معینسی در زمین گیردار می کنند. سردیگر مهار به سیر و یا تیر کمر بندی که در روی سیر نصب شده است ، وصل می نمایند. این مهار را می توان قبل از اتصال به سیر زیر کشش قرار داد و سپس به سیر متصل کرد تا از حرکت بعدی در اثر نیروهای وارده به تیر جلوگیری کند .

۱-۱۱-۲. فولاد مهار

فولاد مهار باید فولاد ۵۲ یا فولاد مقاومتر (که برای بتن پیش تنیده به کار می رود) باشد. مقطع فولاد یک مهار باید حداقل حدود ۲۲۰ میلیمتر مربع بوده و قطر هر میله مهار باید حداقل ۱۰ میلیمتر باشد. در صورتی که خاک دارای مواد مضر برای فولاد باشد ، باید ارقام حداقل مقاطع حدود ۳۰ درصد افزایش یابد .

۲-۱۱-۲. مصالح تزریق

مصالح تزریق معمولاً " مخلوط سیمان و آب ، با ضریب آب به سیمان ۰/۴ تا ۰/۶ است . در صورتی که زمین زیاد متخلخل باشد می توان ملات ماسه سیمان به کار برد که بدین وسیله در مصرف سیمان صرفه جویی می شود . البته همواره سیمان تنها به علت چسندگی و اصطکاک بیشتر با خاک بر ملات ماسه سیمان برتری دارد .

۳-۱۱-۲. انتقال بار از مهار به زمین

بار به سه طریق زیر از فولاد مهار به مصالح تزریق شده منتقل می شود :

- به وسیله اصطکاک بین فولاد و مصالح تزریق شده
- به وسیله یک صفحه یا جسم دیگر در انتهای فولاد مهار که بر مصالح تزریق شده تکیه می کند .
- به وسیله یک لوله که به فولاد مهار وصل است ؛ این لوله به وسیله اصطکاک نیروی خود را به مصالح تزریق شده منتقل می نماید .

مصالح تزریق شده نیز به نوبت خود نیروها را به وسیله اصطکاک به خاک منتقل می کند . آن طول از مهار که برای انتقال نیرو به زمین باید به آن تزریق شود ، معمولاً " از روی تجربه برای هر نیرو به دست آمده است . بنابراین اگر این مقدار تجربی برای زمینی در دست نیست ، باید یک و یا چند مهار آزمایشی کشید و مقدار مجاز بار هر مهار را از روی بار بحرانی آنها با در نظر گرفتن ضریب اطمینان پیدا

کرد. آن طول از فولاد مهار که از مصالح تزریق شده پوشیده نمی شود باید در مقابل رنگ زدن حفاظت شود. برای حفاظت می توان در روی فولاد لوله های پلاستیکی کشید و یا آن را با توار مخصوصی توار پیچ نمود.

۴-۱۱-۲. محاسنه مهار

خستگی فولاد مهار برای بارهایی که از سیر به آن منتقل می شود باید از حد مجاز تجاوز نکند. نیروهایی که از فولاد به مصالح تزریق شده به زمین منتقل می شود باید در حدودی باشد که با در نظر گرفتن ضریب اطمینان کافی به گیرداری مهار در زمین صدمه ای وارد نیاورد.

پایداری تمامی سیستم سپرو مهار در مقابل سر خوردن توده خاک پشت سپر باید بررسی شود.

۵-۱۱-۲. طرز ساختمان مهار

برای ساختمان مهار ابتدا سوراخهایی به قطر ۷۰ الی ۱۴۰ میلیمتر تا عمق لازم حفر می شود. حفاری را به دو طریق می توان انجام داد. طبقه اول به کمک کوبیدن یک لوله در محل مهار انجام می گیرد و با تزریق آب، مواد حفاری شده در انتهای لوله از داخل و یا از روی بدنه خارج لوله به خارج شسته می شود.

در طبقه دوم حفاری بدون کمک لوله انجام می شود و برای اینکه بدنه سوراخ حفر شده ریزش نکند باید مایعی مانند بنتونیت در داخل سوراخ ریخته شود. سپس از آنکه حفاری به پایان رسیده باید وسایل حفاری را از داخل سوراخ خارج کرد و فولاد مهار را در آن کار گذاشت؛ سپس، در سوراخ یا لوله ای که در سوراخ کوبیده شده است به وسیله یک درپوش بست و سیمان را در سوراخ تزریق کرد و در حین تزریق بتدریج لوله را به خارج کشید. فشار تزریق سیمان بسته به نوع زمین باید بین ۵ تا ۲۰ اتمسفر باشد. پس از آنکه سیمان تزریق شده به اندازه کافی سخت شد باید مهار را آزمایش نمود.

معمولاً "مهار را با نیرویی می کشند که در حدود $1/2$ برابر نیرویی است که بعداً" در در اثر بارهای وارده به مهار وارد می شود. پس از آزمایش می توان مهار را به سپرو یا تیرهای کمر بندی آن وصل کرد.

۰۱۲-۲ کوبیدن سپر

حداقل عمقی که یک سپر باید تا آن عمق کوبیده شود باید برای گیرداری سپر در زمین از لحاظ استاتیکی کافی بوده ، و به علاوه خطر شسته شدن پای سپر هم در آن عمق موجود نباشد .
سپر مانند شمع کوبیده می شود و نحوه کوبیدن آن در بند ۱-۴-۶ شرح داده شده است .