

آجرکاری مخازن باز، پیت‌ها و مخازن جمع‌آوری

مقدمه:

در این مقاله به بررسی آجرکاری داخل مخازن سر باز، پیت‌ها و مخازن جمع‌آوری مواد شیمیایی خورنده می‌پردازیم که در یک واحد شیمیایی به‌طور قطع وجود دارد. اغلب، مخازن باز از جنس فولاد ساخته می‌شوند در صورتی که پیت‌ها و مخازن جمع‌آوری از جنس بتون مسلح هستند. نظر به این که فولاد و بتون در برابر مواد شیمیایی خورنده مقاوم نیستند، نیاز به پوشش‌های مقاوم و به ویژه سیستم کاشی‌کاری و یا آجرکاری ضداسید در داخل این سازه‌ها، ضروری است.

این نکته مهم است که سازه‌های ساخته شده از آجر و یا بلوک‌های بتونی، به دلیل نداشتن تحمل تنش‌های کششی مانند سازه‌های فولادی و بتونی مسلح یکپارچه، برای آجرکاری ضد اسید مناسب نیستند. این نوع سازه‌ها، در زمان پر کردن به دلیل ایجاد فشار هیدرواستاتیک، ترک خورده و از حالت آب بند خارج می‌شوند.



تهیه و تنظیم: مهندس پوریا آذربخت
مدیرعامل شرکت مهندسين مشاور آذران پوشش بسپار
azarbakht@azaranpoushesh.com

طراحی و شکل مخازن باز، پیت‌ها و مخازن جمع‌آوری

ابعاد و طراحی مخازن و پیت‌ها در درجه اول بستگی به حجم مورد نیاز دارد. ابعاد یک مخزن جمع‌آوری نیز به ظرفیت تمام مخازن موجود در

یک واحد شیمیایی که مربوط به آن مخزن جمع‌آوری است، بستگی دارد.

به طور کلی شکل و طراحی این سازه‌ها به شرایط فیزیکی مانند دما، فشار و نوع فرآیند مانند ذخیره‌سازی، رسوب، ثابت بودن و یا جریان داشتن مایعات و نیز مخلوط کردن مایعات بستگی دارد.

شرایط ویژه مانند بالا بودن دما نیز در تعیین ابعاد و طراحی این نوع سازه‌ها موثر است. در صورت بالا بودن دما (چه در سازه‌های فولادی و چه در سازه‌های بتونی مسلح)، استفاده از شکل دایره‌ای (منحنی و قوسی شکل) توصیه می‌شود.

سازه‌های منحنی می‌توانند، زیر بارهای مشابه نظیر تنش‌های کششی خمشی، از سازه‌های مکعبی شکل ابعاد کوچک‌تری داشته باشند لذا ساخت آن‌ها کم هزینه‌تر بوده و در عین حال آجرکاری داخل آن‌ها ایمن‌تر خواهد بود.

در صورتی که به دلایل هندسی یا عملیاتی، چهارگوش بودن مخازن و پیت‌ها اجتناب‌ناپذیر باشد، باید تمهیداتی برای پایدار بودن آجرکاری بر روی دیواره‌ها انجام داد. به عنوان مثال، استفاده از آجرهای ضخیم‌تر و یا استفاده از انواع تقویت‌کننده‌ها در آجرکاری و نیز بدنه توصیه می‌شود.

خمیدگی کف و دیوار، باعث پایداری لاینیگ می‌شود که در این باره، شیبی معادلی ۳ تا ۵ درصد در هر متر توصیه شده است. دیوارهایی به ارتفاع بیش از ۲/۵ متر باید با شیبی معادل ۲ تا ۴ درصد به سمت خارج نازک‌تر شوند.

در مخازن باز و پیت‌هایی با طول زیاد و عرض کم، باید از دیوارهای تقویتی عرضی استفاده شود. زاویه‌ها و لبه‌های تیز در سازه‌های بتونی، باید گرد و یا پخ شوند زیرا آن‌ها به لایه حایل زیر آجرکاری صدمه می‌زنند.

پشتیبان‌ها

خطر تغییر شکل در محل پشتیبانی مخازن فولادی که در اثر گشتاورهای خمشی ایجاد می‌شود، آجرکاری داخل مخزن را به خطر می‌اندازد.

در صورت وجود پایه‌های فولادی در مخازن، این پایه‌ها باید در امتداد محیط و پیرامون مخزن بوده و هم چنین به اندازه کافی بزرگ و ضخیم باشند.

اگر قرار باشد که مخزن از سقف، معلق و آویزان باشد، در این صورت استفاده از تعداد کم بازوهای نگهدارنده کافی نخواهد بود. ضمن این که پله‌های آهنی و یا سکوه‌های سرویس، نباید به مخازن آجرکاری شده متصل شوند.

در صورتی که مخازن فولادی دارای کف تخت بوده و بر روی یک شبکه از تیرهای فولادی قرار داشته باشند، فواصل بین تیرهای فولادی و ضخامت آن‌ها باید چنان در نظر گرفته شود که از تغییر شکل‌های خطرناک مخزن در زمان اعمال بارهای زیاد اجتناب شود.

اما در صورتی که مخازن فولادی دارای کف تخت بر فونداسیون بتونی قرار گرفته بر روی

خاک باشد، باید نشست سازه در زمان اعمال بارهای زیاد، در نظر گرفته شود.

از آن جایی که برش‌های عرضی سازه‌های بتونی بسیار سخت‌تر از موارد مربوط به

سازه‌های فولادی است (در صورت رعایت کامل اجرای بتون مسلح)، پشتیبان‌ها نیز کامل خواهند بود و در نهایت تغییر شکل‌های احتمالی به وجود آمده، به آجرکاری صدمه نخواهد زد.

در صورت ایجاد نشست‌های غیرقابل انتظار با حرکت‌های برشی، ترک‌های پدید آمده در سازه بتونی، به آجرکاری صدمه خواهد زد.

محل درزهای انبساط مخازن جمع‌آوری بتونی مسلح، باید بر روی آجرکاری نیز رعایت شود. به عبارت دیگر، بر روی درزهای انبساط سازه بتونی نمی‌توان آجرکاری کرد. توصیه می‌شود که درزهای انبساطی در بالاترین نقاط کف اجرا شود.

الزامات بر روی سازه‌ها

در سازه‌هایی که بر روی آن‌ها پوشش‌های ضد اسید اجرا می‌شود، باید تمام قوانین استاتیکی اعمال شود؛ به عبارت دیگر، تمام بارهای مرده و زنده، تأثیر درجه حرارت و ارتعاشات در نظر گرفته شده و محاسبه شود. تغییر شکل سازه باید تا حد امکان در مقدار حداقل نگاه داشته شود. این امر باعث جلوگیری از تغییر شکل‌های مضر و در نهایت ترک خوردگی بر روی آجرکاری می‌شود. به طور کلی، پیت‌ها باید جدا از سازه‌های دیگر باشند.

سازه‌ها باید قبل از اجرای آجرکاری و یا کاشی‌کاری، به طور کامل آب‌بندی شوند. درزهای جوشکاری شده سازه‌های فولادی باید مطابق استانداردها باشد. اجرای لایه membrane بر روی سازه‌های بتونی، به طور اکید توصیه شده و در نهایت آب‌بند بودن آن‌ها مورد آزمایش قرار گیرد. سازه‌های بتونی که پایین‌تر از سطح زمین قرار دارند (به ویژه در مناطقی که سطح آب‌های زیرزمینی بالاست)، باید از خارج آب‌بندی شوند (پدیده انتقال آب به وسیله خاصیت موئیگی و نفوذ).

در صورتی که درجه حرارت بالا باشد، مخازن و پیت‌ها را به صورت منحنی و خمیده می‌سازند. طراحی مکعبی شکل در ماه‌های بالا توصیه نمی‌شود. در صورتی که دیواره‌های بتونی با ابعاد بزرگ موجود باشد، شیارهایی در

دیواره‌ها ایجاد می‌شود تا از آجرهای dowel به منظور ایجاد انکر با آجرهای معمولی استفاده شود.

تنش‌های ایجاد شده بر روی آجرکاری

در زمان طراحی و انتخاب مواد ضد اسید و نیز ابعاد و ترتیب قرار گرفتن لایه‌ها باید انواع تنش و میزان شدت آن‌ها در نظر گرفته شود. انواع تنش‌هایی که به یک آجرکاری اعمال می‌شود، به شرح ذیل خواهد بود:

(۱) **شیمیایی:** تأثیر عواملی مانند اسیدها، قلیاها، حلال‌ها، نمک‌ها و آب و هم‌چنین غلظت این مواد، توالی و دوره زمانی تأثیر آن‌ها مهم است. عوامل پاک‌کننده و شست‌وشو و نیز آلودگی‌ها نباید فراموش شوند.

(۲) **حرارتی:** تأثیر گرم کردن و سرد کردن محتویات داخل مخزن، گرمای واکنش، گرمای تشعشع از سایر مخازن و یا گرم شدن از خارج، باید مد نظر قرار گیرد. درجه حرارت حداکثر و حداقل، دوره تأثیر و به ویژه سرعت تغییر دما مهم است. هم‌چنین تأثیر شرایط اتمسفریک بر تجهیزاتی که در فضای باز قرار دارند و در برخی اوقات آب داغ و حتی بخار که به منظور پاک کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید در نظر گرفته شود.

(۳) **استاتیک:** تأثیر پرکردن مواد داخل مخزن

(۴) **دینامیک و مکانیکی:** تأثیر هم‌زدن، مخلوط کردن، پرکردن و خالی کردن مخازن با تنش احتمالی ناشی از اصطکاک و مکش باید در نظر گرفته شود. در مخازن جمع‌آوری بارهای زنده حاصل از تانکرهای حمل مواد و نیز نیروهای ترمز، باید مد نظر قرار گیرد.

(۵) **الکتریکی و رادیوشیمی:** این تنش‌ها حالت استثنایی دارند و می‌توانند در نتیجه اختلاف پتانسیل الکتریکی بین مواد و یا در صورت حضور تشعشعات رادیو شیمیایی به وجود آیند.

اجرای آجرکاری

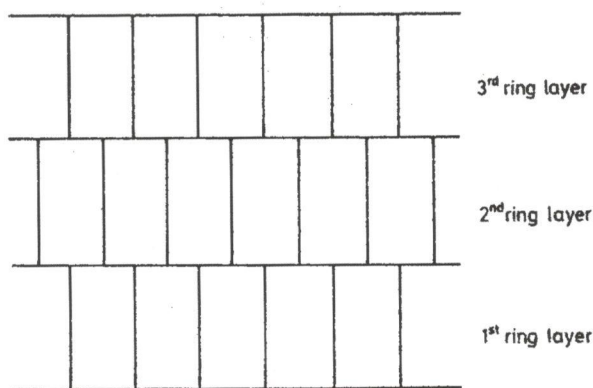
به طور کلی قبل از اجرای آجرکاری، پیش شرط‌هایی مورد نیاز است که از آن جمله می‌توان به تکمیل بودن سازه فولادی و یا بتونی، تمیز بودن سطوح کاری از آلودگی‌ها، روغن و چربی و

هم‌چنین عاری از رطوبت بودن سطوح اشاره کرد. هم‌چنین آب بند بودن سازه، حداقل دمای مورد نیاز برای اجرای ملات نیز از موارد مهم قبل از اجرای آجرکاری است.

در داخل مخازن باز، پیت‌ها و مخازن جمع‌آوری، به دلیل وجود مواد خورنده به صورت دائم، استفاده از یک لایه رزینی و یک شیت پلاستیکی و یا رابرها به تنهایی کفایت نمی‌کند و باید بر روی این لایه‌ها (membrane) از یک یا چند لایه آجرکاری استفاده کرد. آجرهای مورد استفاده در این نوع تجهیزات، می‌تواند آجرهای سرامیکی و یا کربنی باشد. هم‌چنین بنا به نوع مواد خورنده موجود، استفاده از ملات‌های رزینی و یا سیلیکاتی برای نصب و بندکشی آجرها پیشنهاد می‌شود.

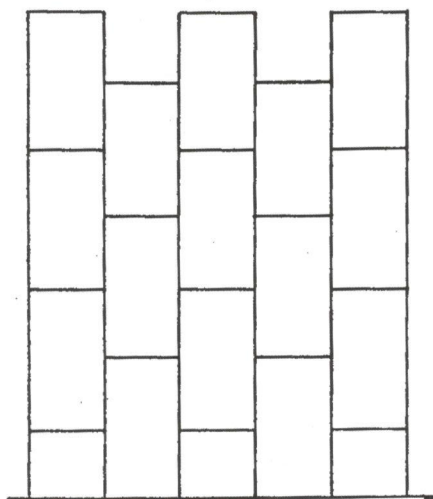
کاشی‌ها و آجرها

به طور کلی، شیارهایی که بر روی کاشی‌هایی از نوع split وجود دارد، به دلیل ایجاد یک اتصال مکانیکی بین کاشی و ملات، از چسبندگی بهتری برخوردار است. ابعاد شیارها می‌تواند متفاوت بوده ولی عمق آن‌ها نباید از ۵ میلیمتر بیش‌تر باشد. در صورتی که عمق شیارها بیش‌تر باشد، امکان ایجاد فضاهای خالی در زیر کاشی‌ها وجود دارد که بسیار خطرناک است ضمن این که ملات نیز بیش‌تر مصرف شده که توجیه اقتصادی نخواهد داشت. اگر شیارها را به شکل نوزنقه در نظر بگیریم؛ اندازه‌های توصیه شده برای قاعده کوچک، ۱۰ میلیمتر و برای قاعده بزرگ، ۱۴ میلیمتر است. در مورد ابعاد کاشی‌های ضد اسید نیز اندازه‌های استاندارد وجود دارد که از آن جمله می‌توان به کاشی‌هایی با طول ۲۴۰ میلیمتر و عرض ۱۱۵ و یا ۵۲ میلیمتر اشاره کرد که در ضخامت‌های ۱۳، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ قابل عرضه هستند. در مخازنی که نیاز به اجرای چند لایه کاشی‌کاری است، استفاده از کاشی‌هایی که در هر ۲ طرف دارای شیارند نیز به منظور اتصال بهتر، پیشنهاد می‌شود. به دلیل گران بودن این نوع کاشی‌ها، می‌توان از کاشی‌های یک طرف شیار دار ولی از روش چیدن کاشی‌ها به صورت یک در میان (شطرنجی) استفاده کرد، به طوری که یک کاشی را از طرف عاج‌دار بر روی سطح قرار داده و آجر بعدی را از طرف صاف و این کار را تا اتمام کاشی‌کاری لایه اول ادامه می‌دهند. سپس لایه دوم را به صورت عادی بر روی لایه



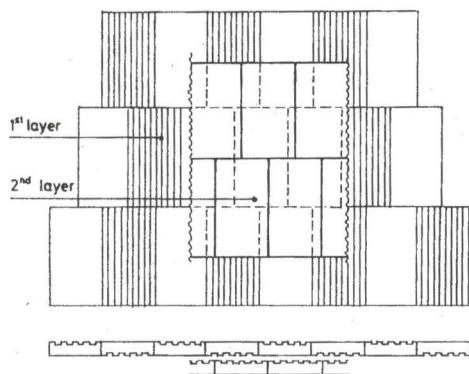
Elevation of ring layers with staggered longitudinal joints.

این در حالی است که در مخازن دارای همزن که سایش در آن‌ها زیاد است و یا مخازن با قطر کم، مخازن خمیده و یا مکعب مستطیل شکل بندهای عمودی در یک امتداد بوده و بندهای افقی در یک امتداد نیستند. (شکل ۴)



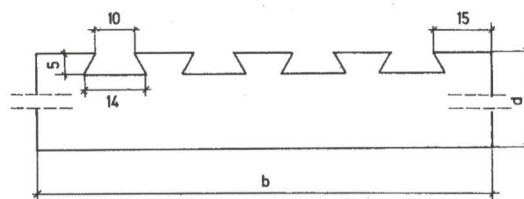
Elevation of a vertical stretcher bond.

زمانی که کاشی کاری در لایه‌های دوم و سوم انجام می‌شود، بندها باید در هر دو جهت افقی و عمودی جابه‌جا شوند و یا به عبارت دیگر بندها در لایه‌های بعدی بر روی هم قرار نگیرند تا با این روش بتوان مسیر مارپیچی برای جلوگیری از نفوذ مواد خورنده ایجاد کرد. (شکل ۵)



Elevation and section of a double-layer lining in ring layers

... ادامه در شماره بعد

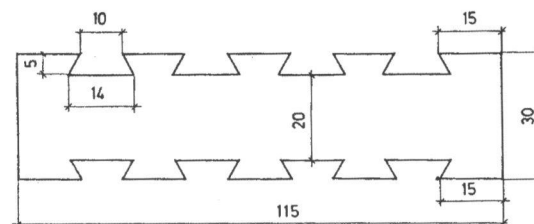


Cross section showing dove-tailed joints. - Split-clinker flag:

thickness $d = 13, 15, 20, 25, 30, 40$ mm; width $b = 115$ mm; length $l = 240$ mm.

Half flag "Riemchen": thickness $d = 15, 25$ mm;

width $b = 52$ mm; length $l = 240$ mm.



Cross section showing dove-tailed joints in a double-webbed flag.

thickness $d = 30$ mm;

width $b = 115$ mm; length $l = 240$ mm.

ضخامت لاینینگ و تعداد لایه‌ها

تعیین ضخامت یک لاینینگ نیاز به اطلاعات کاملی در مورد تنش‌های وارده به سیستم و هم چنین وضعیت استاتیکی لاینینگ دارد. بنا به دلایل زیر، کاشی کاری و یا آجرکاری در ۲ یا چند لایه اجرا می‌شود.

۱) ضخامت مورد نیاز و محاسبه شده برای لاینینگ بسیار زیاد باشد.

۲) زمانی که نیاز به یک ملات بسیار متراکم به دلیل حذف لایه -brane-

mem باشد که در این مورد می‌توان به مخازن محتوی هیدروکربن‌های

کلردار، آروماتیک‌ها و عوامل اکسیدکننده قوی اشاره کرد که باعث از بین

رفتن رابرها و شیت‌های مورد استفاده در زیر آجرکاری می‌شوند.

۳) آخرین لایه آجرکاری شده که در مجاورت مواد داخل مخزن قرار دارد،

در معرض سایش بسیار زیاد باشد که در این مورد باید در فواصل زمانی

مشخص، لایه آخر ترمیم و یا تعویض شود. تعویض آجرها بدون صدمه

زدن به لایه membrane زیر آجرکاری امکان‌پذیر نیست لذا نیاز به یک لایه

آجرکاری اضافی بین آجرکاری نهایی و لایه membrane خواهد بود. دلیل

فرسایش آجرکاری نهایی می‌تواند در تاثیر مواد ساینده و هم چنین

شوکه‌های حرارتی باشد.

دیواره‌ها

آجرکاری بر روی مخازن بتونی و فولادی به شکل دایره‌ای در حالتی که

قطر آن‌ها کم‌تر از ۳ متر باشد، باید با استفاده از آجرهای دارای انحنا انجام

شود و یا حداقل می‌توان از آجرهایی با نصف عرض استاندارد استفاده کرد.

در حالتی که قطر مخازن دایره‌ای شکل بیش از ۳ متر بوده و یا مخزن به

صورت مکعب مستطیل شکل باشد (پیت‌ها)، استفاده از آجر و یا کاشی‌هایی

با ابعاد استاندارد توصیه می‌شود.

در مخازن دایره‌ای شکل، آجرها به صورت عمودی اجرا شده و بندهای

عمودی به صورتی اجرا می‌شوند تا بندها در یک امتداد نباشند و این مورد به

آجرکاری مخازن باز، پیتها و مخازن

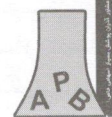
جمع‌آوری (بخش دوم و پایانی)

مقدمه:

در این مقاله به بررسی آجرکاری داخل مخازن سر باز، پیتها و مخازن جمع‌آوری مواد شیمیایی خورنده می‌پردازیم که در یک واحد شیمیایی به طور قطع وجود دارد.

اغلب، مخازن باز از جنس فولاد ساخته می‌شوند در صورتی که پیتها و مخازن جمع‌آوری از جنس بتون مسلح هستند. نظر به این که فولاد و بتون در برابر مواد شیمیایی خورنده مقاوم نیستند، نیاز به پوشش‌های مقاوم و به ویژه سیستم کاشی‌کاری و یا آجرکاری ضداسید در داخل این سازه‌ها، ضروری است.

این نکته مهم است که سازه‌های ساخته شده از آجر و یا بلوک‌های بتونی، به دلیل نداشتن تحمل تنش‌های کششی مانند سازه‌های فولادی و بتونی مسلح یکپارچه، برای آجرکاری ضد اسید مناسب نیستند. این نوع سازه‌ها، در زمان پر کردن به دلیل ایجاد فشار هیدرواستاتیک، ترک خورده و از حالت آب بند خارج می‌شوند.

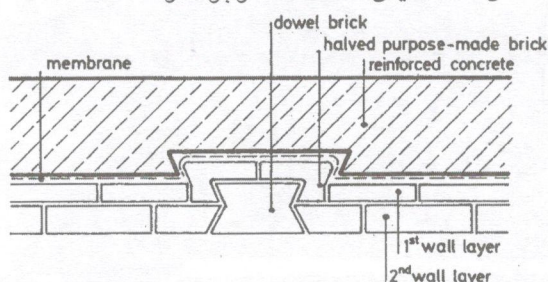


تهیه و تنظیم: مهندس پوریا آذربخت

مدیر عامل شرکت مهندسی مشاور آذران پوشش بسیار
azarbakht@azaranpoushesh.com

شیمیایی در معرض تغییرات دمای داخلی نیز قرار داشته باشند و هم چنین نتوان در آن‌ها از دیواره‌های منحنی و یا ستون‌هایی برای پایداری آجرکاری استفاده کرد، از آجرهای Dowel که بر روی سطوح صاف دارای پایداری کافی هستند، استفاده می‌شود.

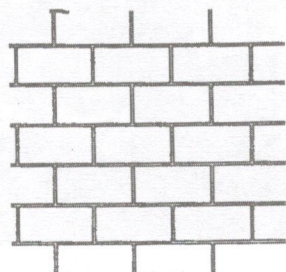
آجرهای Dowel به شکل دم کبوتر بوده که در داخل شیارهایی که به همان شکل در بتون اجرا شده، قرار می‌گیرند. برای سهولت در نصب، این آجرها را به ۲ نیم تقسیم می‌کنند. این آجرها برحسب ابعاد دیوار و بارهای حرارتی موجود در مخزن، در خطوط عمودی و در فواصل ۱/۵ تا ۲ متری اجرا می‌شوند. آجرکاری انجام شده بین ۲ خط از آجرهای Dowel چنان نصب می‌شوند که حتی در صورت وجود تغییرات دما، هیچ ترکی بر روی آجرکاری پدید نیاید و هم چنان پایداری مورد نظر به دست آید. به هنگام اجرای درزهای دم کبوتری بهتر است تمام لبه‌ها گرد شوند زیرا در غیر این صورت امکان صدمه دیدن membrane وجود دارد.



Section of the anchoring of a lining with dowel bricks.

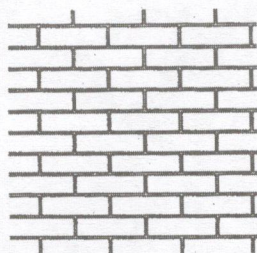
کفها

در کف‌های مخازن مکعب مستطیل شکل، پیتها و مخازن جمع‌آوری، اغلب آجرها را افقی بر روی کف قرار می‌دهند (Flat Course) و یا به عبارت دیگر ضخامت آجرکاری، ضخامت آجراست.



Plan view of a stretcher bond (flat course).

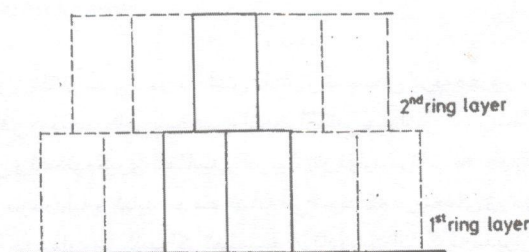
این در حالی است که در پاره‌ای از اوقات، آجرها را به صورت عمودی بر روی کف نصب می‌کنند (Upright Course) و یا به عبارت دیگر ضخامت آجرکاری عرض آجرها خواهد بود.



Plan view of a stretcher bond (upright course).

بهتر است یک روز قبل از شروع آجرکاری در مخازن دایره‌ای شکل، دو کاشی به عنوان حکم در لایه حلقوی اولیه و نیز یک کاشی در لایه حلقوی ثانویه بر روی کاشی اجرا شده در لایه اول قرار گیرد. این کاشی‌ها نقاط ثابتی را به وجود می‌آورند که آجرکاری از این نقاط به سمت چپ و راست ادامه می‌یابد.

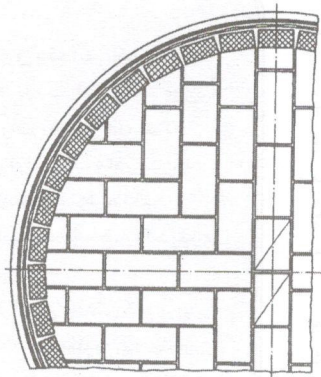
در صورت استفاده نکردن از کاشی‌های ذکر شده در بالا، آجرکاری و یا کاشی‌کاری که به تازگی انجام شده‌اند از مسیر مستقیم خود خارج شده و به جلو متمایل می‌شود، در این حال چسبندگی بین ملات و کاشی و آجر دچار نقصان شده و هم چنین ملات داخل بندها نیز به طور کامل پرنمی‌شود.



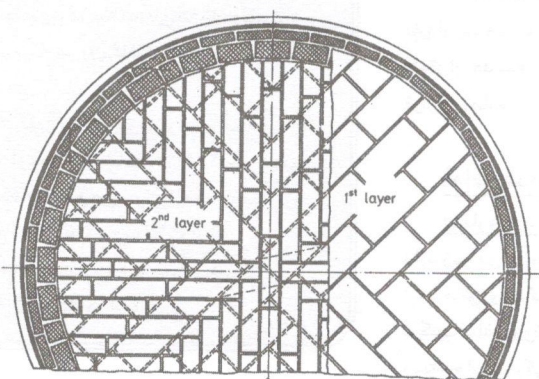
Elevation of the laying of split-clinker flags against predetermined fixed points

در مخازن بتونی مسلح که بسیار بزرگ بوده و علاوه بر تنش‌های

با استفاده از این روش استفاده از آجرهای استاندارد راحت بوده ضمن این که پرت آجرها نیز کم تر می شود. بندهای طولی در زمان اجرای آجرکاری چند لایه، باید به اندازه ۴۵ درجه پیچیده شود.

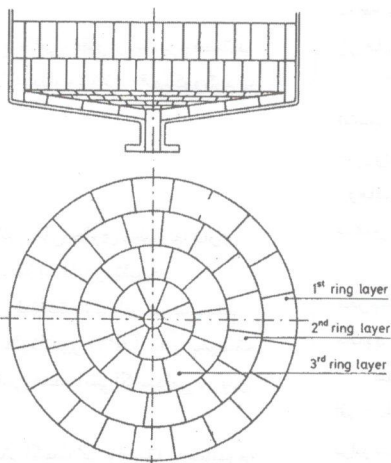


Plan view of a double-layer lining laid crosswise (flat course).



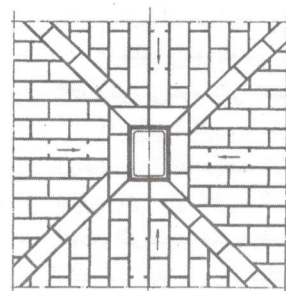
Plan view of a double-layer lining laid crosswise (flat and upright course).

در صورت وجود مخازن دایره‌ای شکل با قطر کم تر از ۳ متر، استفاده از آجرهای دارای انحنا (شعاعی) توصیه می شود که عملیات آجرکاری از لایه‌های حلقوی بیرونی شروع شده و به لایه حلقوی درونی (مرکز مخزن) ختم می شود.



Cross section and plan view showing sequence of the ring layers in the lining of floors with small slopes in circular vessels.

در صورت وجود شیب به سمت مرکز مخزن، توصیه می شود تا آجرکاری از لایه‌های داخلی به سمت خارج انجام شود تا از انحراف آجرها جلوگیری شود. ☒



Plan view of a stretcher bond with a slope to the gully (flat course).

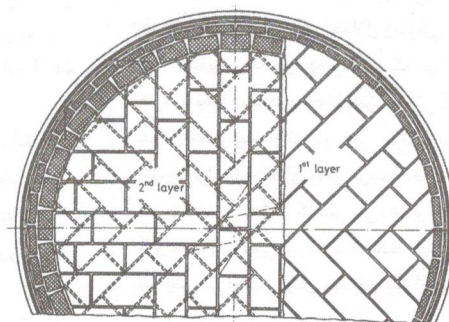
در محل هایی که در معرض رفت و آمدهای متعدد و بارهای قوی قرار دارند، توصیه می شود تا آجرها به صورت اریب اجرا شوند. در این حال نیاز به آجرهای با حداقل انحراف است.



Plan view of a diagonal bond.

در مخازن جمع آوری، به طور معمول از یک لایه استفاده می شود ولی در مخازن و پیت‌ها، ممکن است نیاز به فقط یک لایه با چیدمان flat و یا ترکیبی از چیدمان flat و upright باشد. در ردیف‌های چند لایه، باید بندها جابه‌جا شوند.

برای مخازن دایره‌ای شکل، پیت‌ها و مخازن جمع آوری، باید از آجرکاری به روش ضربدری که بندها در یک امتدادند استفاده شود. چیدمان آجرها به دو صورت flat و یا upright مرسوم است.



Plan view of a stretcher bond laid crosswise (flat course).



Plan view of a stretcher bond laid crosswise (upright course).