

فصل اول

انواع روشهای اتصال لوله

انواع روشهای اتصال لوله

پیشینه سامانه لوله کشی و اتصالات لوله به پیدایش تمدن برمی گردد. اولین سامانه لوله کشی شاید در نتیجه تلاش انسانهای نخستین برای تغییر مسیر نهر به منظور رساندن آب به اردوگاه خود ، یا هدایت آن از اردوگاه به بیرون به وجود آمده باشد. مصالحی که برای این کار مصرف می شد شامل صخره ها ، خاک رس و خود بستر رود بود. روشهای اتصال نیز شامل حفر گودالها و ایجاد سدها و خاکریزهایی بود که اتصال داخلی بین نهرها را ایجاد می نمودند. رومیهای باستان برای هدایت جریان آب به شهرهای خود به یک سامانه گسترده لوله کشی تکیه داشتند. در حقیقت برخی از مورخان استفاده از لوله های سربی را نقل کرده اند و یکی از عوامل سقوط امپراتوری روم را عقب ماندگی هوشی در اثر مسمومیت ناشی از سرب می دانند. اگرچه راهی برای اثبات قطعی این نظریه وجود ندارد، ولی به ما هشدار می دهد که انتخاب نادرست مصالح می تواند پیامدهای ژرف و پیش بینی نشده ای داشته باشد. این مقاله در مورد روشهای اتصال امروزی برای انواع مختلف سامانه های لوله کشی بحث خواهد کرد. در این بحث به روشهای اتصال خاص مانند روشهایی که در فرایندها و صنایع نفت استفاده می شود ، کاربردهای خاص و تبدیل بین سامانه های مختلف پرداخته نشده است.

اتصالات رزوه ای

اتصالات رزوه ای برای لوله های کوچک (قطر بین یک هشتم تا ۲ اینچ) استفاده می شود. رزوه لوله و اتصالات طبق استاندارد ASME B1.20.1-1983 با عنوان "رزوه لوله ، کاربرد عام ، اینچ" ساخته می شود. ماشینهای رزوه تراشی برای ایجاد رزوه روی لوله تا قطر اسمی ۲ اینچ موجود است. ابزار رزوه تراشی بزرگتر نیز وجود دارد، ولی با استفاده از تبدیل دنده Gear reducer کار می کند و به نیروی انسانی زیادی نیاز دارد. از آنجایی که اتصالات رزوه ای با ماشین یا با دست ایجاد می شوند ، باید توصیه های تولید کننده با دقت دنبال شود. شکل رزوه های لوله باید به گونه ای باشد که با شکل اتصالات تطبیق داشته باشد.

اگر رزوه لوله بیش از اندازه بلند باشد، قبل از اینکه شیب رزوه ها اتصال را آب بندی کند ، از پیش روی درون اتصال باز می ماند. اگر رزوه ها بیش از اندازه کوتاه باشند ، به طور کامل اتصال را جفت نکرده و موجب نشت اتصال می شوند. لوله ای که به درستی متصل شده باشد، محکم بوده و یک رزوه بالای اتصال دیده خواهد شد. هر چیزی بیشتر یا کمتر ، نشان دهنده این است که رزوه ها به طور مناسبی تراشیده نشده اند.

یکی دیگر از اجزای مهم اتصال رزوه ای ، خمیر لوله کشی Pipe dope است که رزوه ها را قبل از اتصال با آن می پوشانند. خمیر لوله کشی دو وظیفه را انجام می دهد. نخست آنکه در زمان پیوند خوردن اتصال ، سطوح جفت شونده را روانکاو می کند. دوم اینکه موجب آب بندی اتصال می شود. خمیر لوله کشی باید با ویژگیهای کاربرد سازگاری داشته باشد. ابزارهایی که به سامانه های لوله کشی رزوه ای متصل می شوند، باید برای تعمیر و سرویس در دسترس قرار داشته باشند

برای دسترسی به اتصالات رزوه ای که در نقاط میانی سامانه لوله کشی نصب می شوند و امکان باز کردن آنها جهت تعویض یا تعمیر، باید به صورت راهبردی از مهره ماسوره ها و یا فلنج ها استفاده نمود. مهندس، محل قرار گرفتن ابزار (به طور معمول یک کنترل کننده یا شیر قطع یا یک صافی) را انتخاب کرده و برای سهولت باز کردن یا تعمیر این ابزار یک مهره ماسوره یا فلنج به آن اضافه می کند. اتصالات رزوه ای اغلب در سامانه های لوله کشی آهنی یا فولادی به کار می روند. ولی لوله های برنجی، برنزی، ABS، CPVC و PVC نیز با اتصالات رزوه ای عرضه می شوند. جنس بر اساس استحکام اتصال نهایی، سیال درون لوله و ملاحظات نگهداری انتخاب می شود.

جنس اتصالات رزوه ای فولادی به سه دسته تقسیم می شود: چدنی، آهن چکش خوار و فولاد ریخته گری. اتصالات چدنی در دو کلاس عرضه می شوند: کلاس ۱۲۵ و کلاس ۲۵۰ اتصالات کلاس ۱۲۵ به طور عمده در لوله کشی بخار ، گاز ، مایع و نفت با دمای کمتر از ۴۵۰ درجه فارنهایت استفاده می شوند. اتصالات کلاس ۲۵۰ با دماها و فشارهای بالاتری سازگاری دارند.

استاندارد ۱۹۹۸-۱۶،۴-ASME با عنوان "اتصالات رزوه ای چدن خاکستری"، حاوی رده های فشار و دما می باشد که بر حسب اندازه اتصال برای اتصالات چدنی متفاوت می باشد. اتصالات آهنی چکش خوار نیز به صورت ریخته گری ساخته می شوند ولی برای ایجاد رده فشاری بالاتر تحت عملیات حرارتی تابکاری Annealed قرار می گیرند. این نوع اتصالات در دو کلاس ۱۵۰ و ۳۰۰ عرضه می شوند. کلاس ۱۵۰ این اتصالات برای لوله کشیهای مایع ، هوا و گاز در دمای کمتر از ۵۰۰ درجه فارنهایت به کار می رود. اتصالات کلاس ۳۰۰ با دماها و فشارهای بالاتری سازگاری دارند.

استاندارد ۱۹۹۸-۱۶،۳-ASME با عنوان "اتصالات رزوه ای آهن چکش خوار" حاوی رده بندی فشار و دما برای این اتصالات می باشد. اتصالات چدن چکش خوار همچنین در سامانه های لوله کشی که در معرض بارهای تکانه ای شدید باشند، ترجیح داده می شوند. از نظر ابعادی ، اتصالات چدنی و آهن چکش خوار مشابه هستند. (کلاس ۱۲۵ چدنی در برابر کلاس ۱۵۰ آهن چکش خوار و کلاس ۲۵۰ چدنی در برابر کلاس ۳۰۰ آهن چکش خوار). اتصالات چدنی را می توان با علامت کلاسی که روی بدنه آنها حک شده است از اتصالات آهن چکش خوار تشخیص داد. اتصالات رزوه ای فولادهای کربنی ریخته گری شده را بسته به رده بندی تنظیم شده در استاندارد ۱۹۹۸-۱۶،۳-ASME، می توان در خطوط لوله بخار، آب، قدرت، پالایشگاه و گاز با دمای ۷۵۰ درجه فارنهایت و بیشتر به کار گرفت.

اتصالات جوشی فولادی

اتصالات جوشی، با لوله های فولادی قطر اسمی ۲ (NPT) اینچ یا در نقاطی که فشارهای کاری بیش از ۴۵۰ psi مورد نیاز باشد، استفاده می شوند. جوشکاری از در هم آمیزی دو یا چند قطعه فلزی در حالت مذاب یا مذاب و بخار ، بدون اعمال فشار مکانیکی تشکیل شده است. جوشکاری ذوبی fusion welding می تواند به صورت جوشکاری با گاز و یا با برق باشد. هنگامی که جوشکاری کامل شده، اتصال به وجود آمده اغلب قوی تر از اجزای فلزی متصل شده به هم می باشد. بعضی از آیین نامه ها ملزم می کنند که نصاب دارای گواهینامه تایید شده باشد و کار نهایی نیز آزمایش شده و تایید شود. مشخصات فنی برای لوله های جوش شده باید طبق سری آیین نامه های " B۳۱ انجمن مهندسان مکانیک آمریکا (ASME)" باشد. آیین نامه های محلی ممکن است قوانین ایمنی بیشتری برای سامان دهی نصب لوله های جوش خورده داشته باشند.

اتصالات جوشی پلی اتیلن

جوشکاری ذوبی در لوله های گاز با چگالی بالا و لوله کشی مدار زمینی سامانه های زمین گرمایی به کار می رود. در جوشکاری ذوبی، انتهای لوله های پلی اتیلن بعد از تمیز شدن، تا تشکیل حالت پلاستیکی گرم شده و به هم فشرده میشوند و تا زمانی که پیوند شکل بگیرد، در همان وضعیت نگاه داشته می شوند.

اتصالات فلنجی

اتصالات فلنجی را تقریباً در تمام سامانه های اتصال می توان به کار گرفت. این اتصالات اغلب به جای مهره ماسوره ها به کار می روند. وقتی از این نوع اتصالات برای به هم بستن سامانه های لوله کشی متفاوت استفاده می شود، سامانه های رده بندی فلنج ها، قطر پیچ ها، دایره پیچ ها، و واشرها باید با هم تطبیق داشته باشند. سامانه های پیچ و مهره ای و انبساطی می توانند در مواقعی که روشهای مختلف با هم ترکیب می شوند، مشکلات احتمالی مربوط به تنش بیش از حد مفاصل را کاهش دهند.

اتصالات مکانیکی

بعضی از سامانه های لوله کشی-معمولاً آنهایی که برای کاربرد های خاص مانند تخلیه فاضلاب بهداشتی و مسیرهای هواکش (ونت ها) به کار می روند-را میتوان با اتصالات مکانیکی به هم پیوند داد. این اتصالات معمولاً دارای بست و واشر یا مواد آب بندی می باشند که برای آب بندی از سمت بیرون لوله تحت فشار قرار گرفته اند. معمولاً این اتصالات تنها برای یک سامانه مشخص مناسب می باشند، زیرا واشرها و مواد آب بندی آنها برای یک سیال عامل خاص طراحی می شوند.

اتصالات پرسی مسی

اتصالات پرسی مسی، یک نوع اتصال مکانیکی هستند که در یک بخش از لوله و یک اورینگ آب بندی تشکیل می شوند. این پیوند با قرار گرفتن اتصال، اورینگ و لوله در جای خود به صورت خشک ساخته می شود. سپس یک ابزار کنگره زن (crimping) در اطراف مفصل قرار گرفته و آن را تحت فشار قرار میدهد و اتصال را در جای خود چین دار می نماید. اورینگ باید از یک ماده EPDM ساخته شده باشد. این روش یکی از سریع ترین روشهای اتصال می باشد، ولی تنها در کاربردهای کم فشار مانند خطوط لوله آب خانگی یا سامانه های سرمایش و گرمایش آبی (هیدرونیک) کم فشار می توان آن را به کار گرفت.

اتصالات لحیم کاری

برای ایجاد یک اتصال لحیم کاری ، یک سر لوله درون یک مادگی جفت کننده قرار داده می شود و بین سطوح لحیم اعمال می شود. لوله و مادگی قبل از پیوند داده شدن، توسط یک روغن لحیم سایشی تمیز می شوند. روغن لحیم اکسیدها را برداشته و سطوح را از اکسید شدن در طول گرمایش محافظت می کند سپس لوله درون مادگی قرار داده شده و گرم می شود. هنگامی که لحیم به نقطه ذوب خود می رسد، در اثر خاصیت موینگی به درون اتصال کشیده می شود. سپس گرما دور شده و برای حذف لحیم اضافی ، سطح خارجی اتصال تمیز می شود. برای اتصالات کوچکتر منبع گرما می تواند یک مشعل پروپان باشد. ولی اتصالات بزرگتر به خروجی گرمای بیشتری مانند یک مشعل استیلن نیاز دارند. تصمیم گیری در مورد اینکه اتصال جزو بزرگتر یا کوچکتر محسوب شود، به مهارت جوشکار بستگی دارد. به طور کلی اتصالات بزرگتر از قطر اسمی ۳ اینچ ، به جوشکار ماهرتری نیاز دارند.

برای جلوگیری از تخلخل ، سرتاسر اتصال قبل از اعمال لحیم باید به طور یکسان گرم شود. انتخاب لحیم به نوع سیال و کاربرد، حداکثر دما و حداکثر فشار سیال بستگی دارد. از گذشته $Sn50$ به دلیل محدوده وسیع شکل پذیری و کاربرد آسان به عنوان اولین انتخاب برای لحیم کاری مطرح بوده است. این ماده از ۵۰ درصد قلع و ۵۰ درصد سرب تشکیل شده است. این ماده را می توان برای سامانه های آب و بخار کم فشار (۱۵ psi) و دمای ۲۵۰ درجه فارنهایت) به کار گرفت. ولی درصد سرب بالای آن موجب می شود برای کاربردهای آب خانگی و سامانه های آب آزمایشگاهی مناسب نباشد زیرا آیین نامه های لوله کشی ، استفاده از لحیم هایی که حاوی بیش از ۲ درصد سرب هستند را در سامانه های آب آشامیدنی ممنوع کرده است. قبل از انتخاب یک لحیم برای سامانه های آب آشامیدنی، ابتدا آیین نامه های لوله کشی محلی و اطلاعات تولید کننده را بررسی کنید.

اتصالات برنجی

اتصالات برنجی شبیه به اتصالات لحیم کاری هستند با این تفاوت که برای فشارها و دماهای بالاتر قابل استفاده می باشند. پرکننده های برنجی در دماهای بین ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه فارنهایت ذوب می شوند. استحکام این اتصالات به اندازه استحکام خود لوله های متصل شده می باشد. برای اتصالات و لوله های مسی باید از پرکننده های مس فسفردار استفاده نمود، در حالی که برای لوله های مسی و اتصالات برنزی یا فولادی باید از آلیاژهای حاوی نقره استفاده شود. برای اتصال خطوط لوله مسی در سامانه های تبرید ، آلیاژ ۳۵ تا ۴۰ درصد نقره توصیه می شود.

اتصالات لب بر گشته (flared joints)

اتصالات لب بر گشته با مس نرم و سایر مواد لوله چکش خوار نرم و پلاستیکی به کار می رود. اتصالات لب بر گشته در نقاطی به کار می روند که ابزارها برای تعمیر، آزمایش و یا کالیبره کردن از هم جدا می شوند. باید دقت کنید که لوله های نرم را بیش از اندازه خم نکنید ، زیرا میتواند موجب بروز پدیده خستگی و شکنندگی قطعه شود.

اتصالات شیاردار (grooved joints)

اتصالات شیاردار با نورد کردن یا برش دادن یک شیار در انتهای لوله ها و اتصال دو انتها با استفاده از کوپلینگ خاردار ایجاد می شوند. این کوپلینگ که از یک بست، و یک ماده آب بندی تشکیل شده است، روی اتصال پیچ می شود. بست، ماده آب بندی را فشرده کرده و لوله را قفل می کند. کوپلینگ ها با آرایشهای انعطاف ناپذیر و انعطاف پذیری محدود ساخته می شوند.

هنگام مشخص کردن کوپلینگهای انعطاف پذیر و انعطاف ناپذیر ، تحلیل تنش و خمش باید مورد توجه قرار گیرد. کوپلینگ با انعطاف پذیری محدود را می توان به جای اتصالات انبساطی استفاده نمود، ولی این کار باید در طراحی مهندسی لوله کشی مورد بررسی قرار گیرد. نصب اتصالات شیار دار سریع تر از سایر روشها انجام می گیرد. این اتصالات برای لوله های فولادی، لوله های فولاد ضد زنگ، لوله های پلاستیکی و لوله های مسی وجود دارند. کوپلینگهای شیار دار را میتوان به جای مهره ماسوره ها ، اتصالات جوشی، فلنجی، رزوه دار و لحیم کاری به کار گرفت. باید از سازگاری مواد آب بندی و مواد کوپلینگ با لوله و سیالی که در حال انتقال است مطمئن شوید.

اتصالات حلالی

اتصالات حلالی برای لوله ها و اتصالات ABS, CPVC و PVC مناسب هستند. لوله های پلاستیکی باید به طور مناسبی نگه داشته شوند زیرا در غیر این صورت احتمال شکم دادن (Sagging) وجود خواهد داشت. مشخصات فنی باید حداکثر فاصله بین پایه ها را نشان دهد. باید از توصیه های تولید کننده در مورد بریدن ، تمیز کردن و متصل کردن پیروی نمود.

جمع بندی

انتخاب روش مناسب اتصال لوله معمولاً می تواند در کاهش هزینه ها تاثیر داشته باشد. بدون به کار گیری مشخصات فنی قدرتمند و کاملاً تحلیل شده، ممکن است سامانه ای با کمترین هزینه های اولیه نصب کرد، ولی این احتمال وجود دارد که تعمیر و نگهداری و اتکا پذیری سامانه مورد توجه کامل قرار نگیرد.

بخش فرعی: نکاتی در مورد انتخاب

انتخاب سامانه لوله کشی و اتصال مناسب باید با ملاحظات بسیاری انجام گیرد، از جمله:

* نرخ جریان سیال

* تغییرات گذرا در نرخ جریان (احتمال وقوع ضربه قوچ)

* گرانروی سیال

* محدوده فشار کاری

* محدوده دمای کاری

* محل

* تبخیر شدن سیال درون لوله (آیا احتمال پیدایش جریان دوفازی وجود دارد؟)

* آیا سیال درون لوله ممکن است به صورت حلال بلقوه واشرها و مواد آب بندی عمل کند؟

* خوردگی سیال

* آیا سطح خارجی لوله در محیطی خوردنده قرار دارد؟

* چگونه با انبساط و انقباض لوله می توان تطبیق یافت؟

* سطح مهارت نصاب

* آیا کارفرما روشهای غیرمعمول را می پذیرد؟

* آیا پروژه در مرحله پیشنهاد است یا کارفرما در حال اجرای آن می باشد؟

* آیا روشهای متصل کردن نیازمند خرید تجهیزات ایجاد یا شکل دهی اتصال می باشند؟

* لوله کشی و تجهیزات متصل شده به آن چگونه نگهداری خواهند شد؟

* آیا این تجهیزات در معرض تعویض مکرر هستند؟

بررسی این عوامل به طراح کمک می کند سامانه های لوله کشی و اتصال مناسبی انتخاب نماید.