ماهنامه بین المللی راه و ساختمان
ISSN:1728-6166
www.rah-o-sakhteman.ir
203
INTERNATIONAL ROAD & STRUCTURE MONTHLY MAGAZINE

(عمران، معماری، شهرسازی، راه و ترابری)

راه و ساختمان

سال شانزدهم / آذر 1402/ 30000 تومان/ شماره 203

صاحب امتیاز : موسسه عمران توسعه افق فرتاک
مدیر مسئول : پوریا مهدوی
سردبیر : محمدرضا رنجبر
همکاران هیات تحریریه : دکتر پژمان شجاعیون، دکتر وحید وکیل الرعایا، دکتر سید محمدرضا ناجیان، یاشار سید مرتضایی، محمودرضا معینی، علی مبینی، محمد حسین حاتمی زاده، سارا نصیری، معصومه ذاکری، دکتر بهزاد نیکنام، دکتر آرمین اخوان
طراحی و صفحه آرایی : آتلیه طراحی ماهنامه راه و ساختمان
همکاران اجرایی : مهدی صائمی، آرش نصیری، علی باباپور، لیلا حاتمی نیا، امیرعلی رنجبر، ناهید مرادی

ماهنامه بین المللی راه و ساختمان

راه و ساختمان

سال شانزدهم / شماره ۲۰۳ / آذر ۱۴۰۲

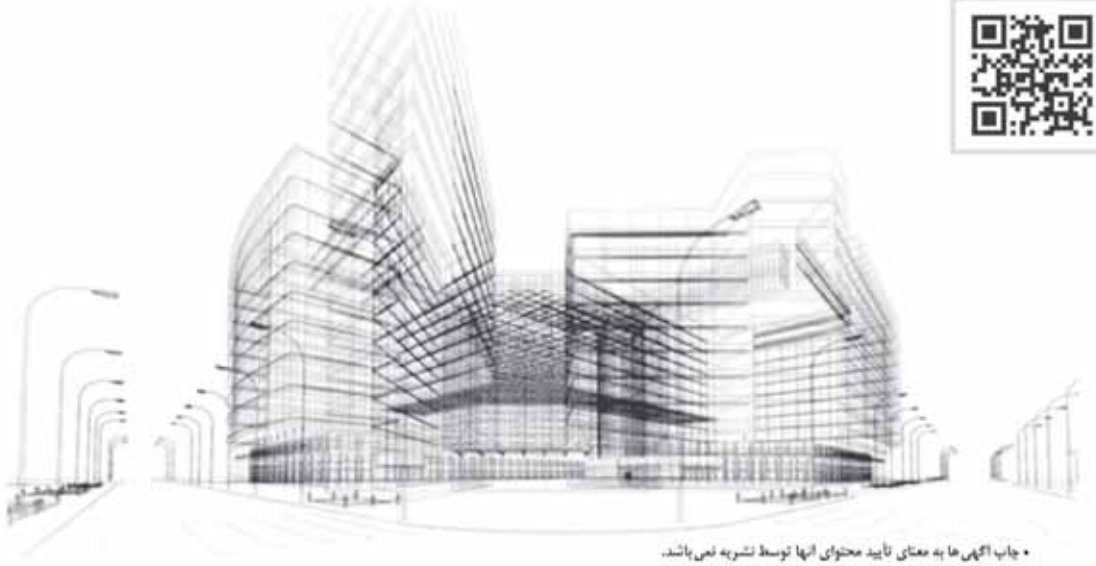
لیتوگرافی و چاپ : اندیشه

ارتباط با ما

تهران، خیابان سپاه، خیابان حاتمی، پلاک ۴۳، طبقه دوم
صندوق پستی : ۱۳۷-۱۵۶۵۵
تلفن : ۹- ۷۷۶۸۲۶۴۶ -۰۲۱
فکس : ۷۷۶۰۷۰۳۲ -۰۲۱
www.rah-o-sakhteman.ir
info@rah-o-sakhteman.ir

فهرست

مشخصه خطوط لوله پلی‌اتیلنی (PE) ۴
آب‌زدایی سامانه‌ها و تجهیزات، شارژ مبرد و اجرای آزمایش ۱۷
استراتژی‌های تخلیه اضطراری ساختمان‌ها ۳۸
بررسی کاربرد چندراهی‌کم افت درسامانه‌های گرمایشی به همراه شبیه‌سازی جریان در داخل آن ۵۱
کنترل موج آبی در ایستگاه های پمپاژ ۶۱



• چاپ آگهی‌ها به معنای تایید محتوای آنها توسط نشریه نمی‌باشد.
• استفاده پاره‌ای از مطالب نشریه با ذکر منبع و اجازه کتبی بلامانع است.
• مطالب عنوان شده در مقالات، نظریات شخصی مولفین است و مسئولیت صحت و سقم آنها بر عهده نشریه نمی باشد.

آما®

علامت ثبت شده

لرزه گیرهای صنعتی

آما®

گارانتی طلایی = گارانتی مادام العمر

تاییدیه‌ها :

- دارای گواهینامه ثبت اختراع
- دارای تاییدیه از سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران
- دارای استاندارد بین المللی اروپا CE
- دارای گواهینامه های بین المللی ISO 9001 & ISO 14001
- تاییدیه از شرکت ملی نفت ایران
- تاییدیه از صنایع ملی پتروشیمی ایران

CE

www.amaflex.ir

دفتر فروش : پاساژ بزرگ خیام ، زیر همکف ، پلاک ۹۰ ، فروشگاه آما

تلفن : ۱۶-۱۵ ۱۷ ۹۴ ۳۳-۰۲۱

OMRAN

TAHVIEH

Heating , Ventilation And Air Conditioning

Lovely Weather For Ever

پروژه های
نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی:

- فاز ۱۳ پالایشگاه پارس جنوبی
- فاز ۲۲ و ۲۴ پالایشگاه پارس جنوبی
- فاز ۲۰ و ۲۱ پالایشگاه پارس جنوبی
- فاز ۱۷ و ۱۸ پالایشگاه پارس جنوبی
- فاز ۹ و ۱۰ پالایشگاه پارس جنوبی
- فاز ۶ پالایشگاه پارس جنوبی
- فاز ۷ و ۸ پالایشگاه پارس جنوبی
- فاز ۲ و ۳ پالایشگاه پارس جنوبی
- پالایشگاه گاز بیدبلند ۲ خلیج فارس
- پالایشگاه نفت سنگین قشم
- پالایشگاه نفت پارس
- پالایشگاه نفت آبادان
- پالایشگاه شیراز پروژه ODCC
- پالایشگاه گاز خانگیران
- پژوهشگاه صنعت نفت
- پالایش گاز شهید هاشمی نژاد
- پالایش نفت شازند اراک
- پالایش گاز ایلام
- IGAT V
- ایستگاه تقلیل فشار گاز شلمچه
- میدان نفتی نفت شهر
- ایستگاه توزیع لامرد
- شرکت ملی نفت

- پروژه صادرات محصولات نفت و گاز تمبک
- پتروشیمی جم
- پتروشیمی بندر امام (ره)
- پتروشیمی فارابی
- پتروشیمی تبریز
- پتروشیمی ایلام
- پتروشیمی مرجان
- پتروشیمی میاندوآب
- پتروشیمی کنگان
- پتروشیمی پارس گلایکول
- پتروشیمی آرین متانول
- پتروشیمی گچساران
- پتروشیمی رایان پلیمر ، واحد اکسیژن
- پتروشیمی دماوند
- پتروشیمی نخل آسماری
- پروژه فرآورش بندر امام (ره)
- پتروسینا پروژه B.O.G
- OTCC پروژه توربین شمس آباد
- واحد اکسیژن سیرجان
- نمک زدایی گچساران
- مناطق نفت خیز جنوب
- مناطق نفت خیز مرکزی
- سایت آبگیر فاز ۱۴ پارس جنوبی

برنده پلاک اجلاس کیفیت اروپا در سال ۲۰۰۱
برنده تندیس طلائی اجلاس کیفیت اروپا در سال ۲۰۰۱
برنده ستاره طلائی مدیریت در سال ۲۰۰۲
برنده آرک طلائی تکنولوژی و کیفیت فرنکفورت در سال ۲۰۰۳
International Gold Award For Management And Quality And Technology Of Europe Quality Convention 2001 - 2002
Golden Arch Of Technology and quality 2003 - Frankfurt

OMRAN TAHVIEH

TUV ICB ISO 9001:2008 | TUV ICB OHSAS 18001:2007 | TUV ICB ISO 14001:2004

IGHRAI SATSA

Since 1991

OMRAN TAHVIEH

www.omrantahvieh.com info@omrantahvieh.com

Air Cooled Chiller | Water Cooled Chiller | Hygienic Air Handling Unit | Fiber Glass Cooling Tower | Industrial Cooling Tower

Centrifugal Cooling Tower | Packaged Air Conditioner | Dust Proof Cooling Tower | Air Cooled Condenser | Heat Recovery | Low Profile Cooling Tower

Centrifugal Fan | Trapeziodal Cooling Tower | Zent | Room Fan Coil | Packaged Industrial Cooler | Unit Heater | Air Washer Cleaner Cooler | Packaged Semi-Industrial Cooler

صادرات محصولات به کشورهای

عراق - لبنان - سنگال

افغانستان - تاجیکستان

ترکمنستان

Omran Tahvieh Multimedia

www.omrantahvieh.com

شرکت صنعتی عمران تهویه (سهامی خاص)

تولید کننده دستگاههای تهویه مطبوع

دفتر: تهران، خیابان پاسداران، بوستان دوم، خیابان عراقی، خیابان کشوری، خیابان ملکی نسب، خیابان بهاران
بن بست بهار، پلاک ۴
تلفن:۹ و ۲۲۳۲۴۳۷۸ - ۶ و ۲۲۳۲۴۹۶۵ - ۲۲۵۱۴۱۲۹ - ۲۲۳۰۷۲۰۹ - ۲۲۵۳۱۰۵۹ - ۲۲۵۳۰۹۵۹ - ۲۲۵۳۱۰۰۷ - ۲۲۵۳۰۹۸۶ - ۲۲۵۳۰۹۸۶
کارخانه A: شهرک صنعتی پرند، خیابان نوآور۲ تلفن: ۳۳ - ۳۱ - ۵۶۴۱۸۴۳۰ و ۷ - ۵۶۴۱۹۳۰۶
کارخانه B: شهرک صنعتی پرند، خیابان نوآوران

Office: No.4, Bahar Dead-end, Baharan Alley, Maleki nasab St., Keshvari St., Araghi St., 2nd Boustan, Pasdaran St., Tehran- Iran
Tel & Fax: (+98)(21) 22324378-9 / 22324965-6 / 22514129 / 22307209 / 22531059 / 22530959 / 22531007 / 22530986 www.omrantahvieh.net /www.omrantahvieh.com / info@omrantahvieh.com

آذرداگستر
AzarDamagostar

تولید کننده انواع دیگ های بخار ، آبگرم ، آبداغ
روغن داغ ، اتو کلاو صنعتی ، مخازن تحت فشار و مبدل های حرارتی

astebo تحت لیسانس Astebo اتریش

دفتر تبریز : چایکنار ، خیابان علامه طباطبایی جنوبی ، مابین پل قاری و منصور، جنب ساختمان فنی حرفه ای ، شماره۵ تلفاکس : ۰۴۱-۳۵۲۵۷۲۷۳
دفتر تهران : خیابان طالقانی شرقی ، چهارراه بهار ، نبش بهارجنوبی ، شماره۱۹۳، طبقه چهارم ، واحد ۱۴ تلفاکس : ۳ - ۰۲۱-۷۷۹۲۲۹۲۲

www.azardamagostar.com
info@azardamagostar.com

پیوست E (آموزشی)

نصب

E.۱ فاصله‌بندی تکیه‌گاه‌ها

عمدتاً لوله‌های پلی‌اتیلنی روی‌زمینی نیازمند تکیه‌گاه‌های غیرپیوسته می‌باشند. چنین کاربردهایی معمولاً شامل نصب لوله‌ها بر روی سکوهای لوله، پایه‌های Vشکل، تراورس‌ها و یا نصب معلق لوله‌ها از سازه‌های بالاسری می‌باشد. در کاربردهای مذکور، سازه‌های تکیه‌گاهی باید با تامین تکیه‌گاه مناسبی برای خطوط لوله، امکان انبساط و انقباض حرارتی لوله‌ها را نیز فراهم کنند و با فاصله‌بندی سازه‌ای مناسبی از خمیدگی قائم لوله‌ها و جابجایی عرضی لوله‌ها در میان تکیه‌گاه‌ها، جلوگیری نمایند.

تکیه‌گاه‌های خطوط لوله پلی‌اتیلنی باید حداقل ۱۲۰ درجه از کف لوله و دست‌کم نیمی از عرض قطر لوله را در بر بگیرند. لبه‌های تکیه‌گاه‌های مذکور نیز برای جلوگیری از خراشیدگی و برش لوله‌ها باید کاملاً گرد و یا طوقوی باشند. تکیه‌گاه‌های تجاری لوله‌ها نظیر میله‌های Uشکل پیچی (کرپی)، آویزهای تسمه‌ای باریک، و تکیه‌گاه‌های غلتکی برای لوله‌های‌پلی اتیلنی مناسب نمی‌باشند، مگر این‌که بر طبق عرض و درجه دربرگیری لوله‌ها تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد. وزن لوله و محتویات داخلی آن باید به‌طور یکنواختی بر روی سطح تکیه‌گاهی عریضی توزیع گردد. سطوح تکیه‌گاهی باریک می‌توانند با تولید تنش‌های متمرکز شدیدی (بارگذاری نقطه‌ای)، سبب گسیختگی احتمالی لوله شوند.

طراحی سکوهای تکیه‌گاهی مرتفع، مستلزم ملاحظات طراحی ویژه‌ای برای لحاظ فاصله‌بندی تکیه‌گاهی مناسب و لحاظ تغییر طول حرارتی لوله می‌باشد. تیرهای تکیه‌گاهی با توجه به حدود خمش قائم لوله‌ها، عرض سکوی تکیه‌گاهی موردنیاز برای خنثی‌سازی انبساط حرارتی کلی و همچنین با توجه به قطر لوله، فاصله‌بندی

می‌گردنـد. بـا توجـه بـه کج‌شـدگی عرضـی لولـه بـا تغییـر دمـا، تغییـر مـکان تکیه‌گاه‌هـای لولـه در راسـتای تیرهـای تکیه‌گاهـی الزامـی می‌باشـد و در صـورت عـدم امـکان مذکـور بایـد شـرایط خنثی‌سـازی تغییرمـکان افقـی لولـه فراهـم گـردد.

هنـگام کاربـرد تکیه‌گاه‌هـای غیرپیوسـته بـرای خطـوط لولـه افقـی بایـد از آویزهـا و قلاب‌هایـی بـا فاصله‌بنـدی تقریبـی منـدرج در جـدول E.۱ اسـتفاده نمـود.

E.۲ اتصال قطعات

لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی را از طریـق کاربـرد یـک و یـا چندیـن سـامانه اتصالـی ذیـل بـه لوله‌هـا یـا اتصـالات پلی‌اتیلنـی و یـا بـه لوله‌هـا یـا اجـزاء غیـر پلی‌اتیلنـی متصـل می‌کننـد.

شـیوه‌ها و سـامانه‌های اتصالـی شـامل مـوارد ذیـل می‌گردنـد:

ذوبـی حرارتـی، ذوبـی الکتریکـی، جوشـکاری حرارتـی و شـیوه‌های مکانیکـی نظیـر اتصـالات نـر و مادگـی گسـکتی، فلنجـی و کوپلینگ‌هـای فشـاری.

شـیوه‌های اتصـال و الحـاق مذکـور بـا توجـه و وابسـته بـه الزامـات فشـار داخلـی یـا خارجـی، میـزان نشـت‌بندی، مقاومـت در برابـر تغییـر مـکان طولـی (ظرفیـت بـار محـوری)، الزامـات گسـکتی، الزامـات سـاخت و نصـب، و نـوع محصول تغییـر خواهنـد نمـود. شـیوه‌های اتصالـی ارائـه شـده در ذیـل برگرفتـه از اطلاعـات متـون و اسـتانداردهای ذیـل می‌باشـند:

(۱) ASTM F2620، روش اتصال ذوبی حرارتی لوله‌های پلی‌اتیلنی و اتصالات.

(۲) PPI TR-33، شیوه عمومی اتصال ذوبی لب‌به‌لب لوله‌های گازی پلی‌اتیلنی (۲۰۰۳).

(۳) PPI TR-41، شیوه اتصالی ذوبی زینی لوله‌های گازی پلی‌اتیلنی (۲۰۰۲).

(۴) PPI، مرجع راهنمای لوله‌های پلی‌اتیلنی، فصل ۹، شیوه‌های اتصال اجزاء پلی‌اتیلنی.

(۵) ASTM D2683، مشـخصه اسـتاندارد اتصـالات پلی‌اتیلنـی سـوکتی و لوله‌هـای صنعتـی و غیرصنعتـی پلی‌اتیلنـی بـر طبـق قطـر خارجـی.

هیدروکربن‌هـای مایـع می‌تواننـد بـه خـارج و یـا داخـل لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی نفـوذ کننـد. نفـوذ هیدروکربن‌هـای مایـع درشـرایطی نظیـر وجـود هیدروکربن‌هـای مایـع در درون لولـه در هنـگام آلودگـی خـاک اطـراف لولـه بـا هیدروکربن‌هـای مایـع و یـا در هنـگام چگالـش گاز داخلـی خطـوط لولـه گاز، به‌وقـوع می‌پیونـدد. تمامـی انـواع هیدروکربن‌هـای مایـع (آروماتیـک، پارافینـی و غیـره) دارای تاثیـر مشـابهی هسـتند و اساسـاً تاثیـر نسـبی آن‌هـا بـر روی رزین‌هـای مختلـف لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی مشـابه می‌باشـد.

جدول E ۱ : فاصله‌بندی تکیه‌گاهی

سایز اسمی لوله (IPS)[۲]	قطر خارجی (اینچ)	فاصله‌بندی تکیه‌گاهی *(فوت)						
		DR 7.3	DR 9	DR 11	DR 13.5	DR 17	DR 21	DR 26
2	2.375	5.3	5.1	4.9	—	—	—	—
3	3.5	6.4	6.2	6	5.8	5.5	5.3	—
4	4.5	7.3	7	6.8	6.5	6.3	6	5.7
5	5.563	8.1	7.8	7.6	7.3	7	6.7	6.4
6	6.625	8.8	8.5	8.3	7.9	7.6	7.3	6.9
8	8.625	10.1	9.7	9.4	9.1	8.7	8.3	7.9
10	10.75	11.2	10.9	10.5	10.1	9.7	9.2	8.8
12	12.75	12.2	11.9	11.5	11	10.5	10.1	9.6
14	14	12.8	12.4	12	11.5	11	10.6	10.1
16	16	13.7	13.3	12.8	12.3	11.8	11.3	10.8
18	18	14.5	14.1	13.6	13.1	12.5	12	11.4
20	20	15.3	14.8	14.3	13.8	13.2	12.6	12
22	22	16.1	15.6	15	14.5	13.8	13.2	12.8
24	24	16.8	16.3	15.7	15.1	14.4	13.8	13.2
26	26	17.5	16.9	16.3	15.7	15	14.4	13.7
28	28	—	17.6	17	16.3	15.6	14.9	14.2
30	30	—	18.2	17.6	16.9	16.1	15.4	14.7
32	32	—	18.8	18.1	17.5	16.7	15.9	15.2
34	34	—	—	18.7	18	17.2	16.4	15.7
36	36	—	—	19.2	18.5	17.7	16.9	16.2
42	42	—	—	—	20	19.1	18.3	17.4
48	48	—	—	—	21.4	20.4	19.5	18.6
54	54	—	—	—	—	21.7	20.7	19.8

*** فاصله‌های تکیه‌گاهی مندرج در جدول مذکور برای لوله‌هایی در دمای ۷۳ °F که با آبی در دمای ۷۳ °F پر شده‌اند، ارائه شده است. فاصله‌بندی‌های مذکور برای دماها و سیال‌های مختلف دیگر تغییر خواهند نمود.**

اتصال ذوبی گرمایی لوله‌هایی که در معرض نفوذ مایعات هیدروکربنی قرار دارند می‌توانند منجر به اتصالی با استحکام پایین گردد. خطوط لوله در معرض نفوذ ترکیبات هیدروکربنی را نباید ازطریق شیوه اتصال ذوبی گرمایی و یا شیوه اتصال ذوبی الکتریکی تعمیر نمود. برای اتصال و یا تعمیر خطوط درمعرض نفوذ ترکیبات هیدروکربنی باید از اتصالات مکانیکی استفاده نمود.

E.۲-۱- اتصال ذوبی حرارتی

اتصال ذوبی حرارتی، فرایندی است که از طریق آماده‌سازی سطوح مورد اتصال، گرمایش آن‌ها تا حد ذوب و اتصال آن‌ها و در نهایت سرمایش تحت فشار اتصال مذکور انجام می‌گیرد. تمامی شیوه‌های ذوبی مستلزم کاربرد ابزارهای آماده‌سازی سطحی مناسب، ابزارهای ترازکننده، و اتوهای حرارتی کنترل‌شده دمایی با سطوح گرم‌کننده غیر چسبنده و شکلی مناسب می‌باشند. استفاده از شعله باز برای گرمایش سطوح

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

مـورد اتصـال به‌دلیـل اکسـایش سـطوح مذکـور و جلوگیـری از ایجـاد پیونـد مناسـب مجـاز نمی‌باشـد.
امروزه در صنایع از ۳ نوع از اتصالات ذوبی حرارتی استفاده می‌گردد: ذوبی لب‌به‌لب، ذوبی زینی و ذوبی سوکتی.

به‌عـلاوه، دو شـیوه نیـز بـرای تولیـد اتصـالات ذوبـی حرارتـی سـوکتی و زینـی وجـود دارنـد: (۱) شـیوه اول بـرای تمامـی ۳ نـوع از اتصـالات مذکـور اسـتفاده می‌شـود و از ابزارهـای حرارتـی ویـژه‌ای نیـز بـرای گرمایـش قطعـات مـورد اتصـال اسـتفاده می‌گـردد. (۲) شـیوه دوم، یعنـی شـیوه »ذوبـی الکتریکـی« تنهـا بـرای اتصـالات زینـی و سـوکتی اسـتفاده می‌گـردد و گرمـای اتصال نیـز از طریـق عبـور جریـان بـرق از میـان سـیم‌های گرمایـش الکتریکـی کـه بخشـی از اتصـال ذوبـی الکتریکـی می‌باشـند تامیـن می‌گـردد.

اصـول کلـی اتصـال ذوبـی حرارتـی، گرمایـش دو سـطح مـورد اتصـال تـا دمـای معیـن، و ادغـام دو سـطح مذکـور ازطریـق اعمـال نیـروی کافـی می‌باشـد. نیـروی مذکـور سـبب ادغـام و اختـلاط مـواد ذوب‌شـده می‌گـردد و در نتیجـه اتصالـی ذوبـی را به‌وجـود مـی‌آورد. هنـگام اجـرای اتصـال ذوبـی مذکـور بـر طبـق شـیوه‌های پیشـنهادی تولیدکننـدگان لولـه و اتصـالات، ناحیـه اتصـال ذوبـی دارای اسـتحکام مشـابه و یـا حتـی بیشـتری در مقایسـه بـا خـواص اسـتحکامی لولـه خواهـد بـود (در خصـوص هـر دو خـواص فشـاری و کششـی). به‌محـض سردشـدگی اتصـال ذوبـی تـا دمایـی نزدیـک دمـای محیـط، امـکان حمـل و نقـل لوله‌هـای متصـل شـده ازطریـق شـیوه اتصـال ذوبـی حرارتـی وجـود خواهـد داشـت.

لوله‌هـا و اتصـالات پلی‌اتیلنـی مصرفـی در صنایـع نفـت و گاز همـواره در معـرض مـواد شـیمیایی داخلـی یـا خارجـی نظیـر هیدروکربن‌هـا قـرار می‌گیرنـد و در نتیجـه همـواره نفـوذ مـواد مذکـور به سـطح پلی‌اتینـی لوله‌هـا و اتصـالات نیـز محتمـل خواهـد بـود. لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی در معـرض نفـوذ هیدروکربن‌هـای مایـع را نبایـد از طریـق شـیوه ذوبـی حرارتـی بـه یکدیگـر متصـل نمـود. تبخیـر مـواد شـیمیایی نفوذپذیـر در طـول فراینـد گرمایشـی، منجـر بـه آلوده‌سـازی ناحیـه پیونـدی و ایجـاد اتصـال پیونـدی ضعیفـی می‌گـردد.

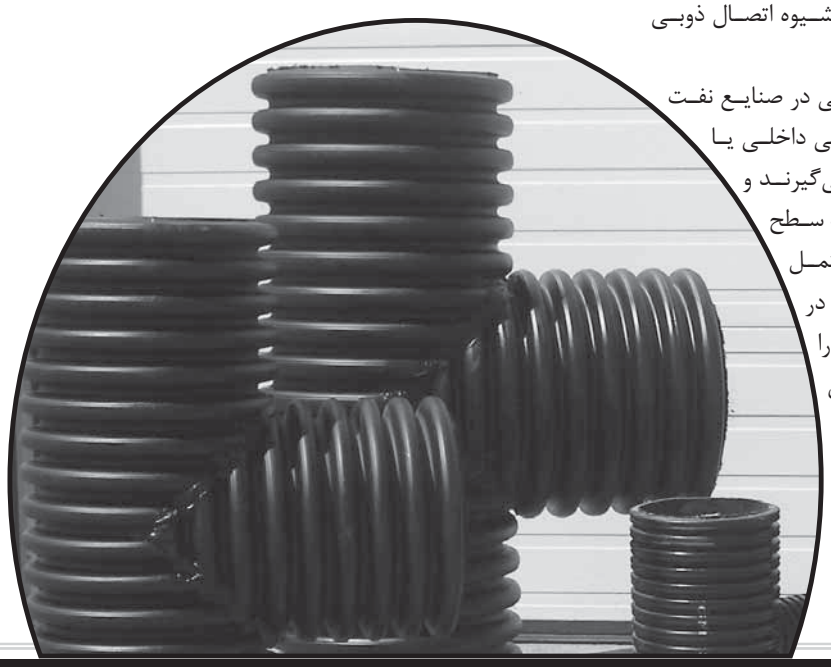
در بخش‌هـای ذیـل رهنمودهـای عمومـی مناسـبی بـرای هـر یـک از شـیوه‌های ذوبـی حرارتـی ارائـه شـده اسـت.

E.۲-۱-۱-ذوبی لب‌به‌لب

متداول‌تریـن شـیوه اتصـال لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی منفـرد، اتصـال لوله‌هـا ازطریـق ذوب حرارتـی انتهـای لوله‌هـا می‌باشـد. تکنیـک مذکـور، اتصـال ذوبـی لب‌به‌لـب نامیـده می‌شـود و در اتصـال مذکـور نیـازی بـه سـرلوله‌ها یـا کوپلینگ‌هـای ویـژه‌ای نمی‌باشـد و شـیوه مذکـور اتصالـی دائمـی، اقتصـادی و موثـری را تولیـد می‌کنـد. امـکان اتصـال سـاده لوله‌هـا در سـایت مـورد نظـر ازطریـق اپراتورهـای آموزش‌دیـده و کاربـرد دسـتگاه‌های ویـژه ذوبـی لب‌به‌لـب وجـود دارد.

در تولیـد یـک اتصـال ذوبـی لب‌به‌لـب، ۶ مرحلـه اصلـی وجـود دارنـد:

(۱) گیره‌بندی اجزاء مورد اتصال
(۲) قراردهی سرلوله‌ها در راستای یکدیگر
(۳) هم‌ترازی مقطع لوله‌ها
(۴) ذوب حرارتی سطوح مشترک لوله‌ها
(۵) اتصال دو مقطع لوله به یکدیگر
(۶) حفـظ فشرده‌سـازی ناحیـه اتصـال تـا هنـگام کاهـش



بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

دمای اتصال پیوندی.

E.۲-۱-۲- ذوبی سوکتی

شیوه ذوبی سوکتی عموماً برای لوله‌هایی با قطر خارجی کوچک‌تر استفاده می‌شود. شیوه مذکور شامل موارد ذیل می‌باشد:

(۱) گرمایش همزمان هر دو سطح خارجی لوله و سطح داخلی اتصال سوکتی تا زمان ذوب مواد لوله‌ای مذکور (۲) بازرسی الگوی ذوب (۳) جای‌گذاری سرلوله در داخل اتصال سوکتی (۴) نگهداری و یا گیره‌بندی اتصال مذکور تا زمان خنک‌شدگی اتصال.

عموماً از تجهیزات مکانیکی برای نگهداری اتصالات سوکتی استفاده می‌گردد و استفاده از تجهیزات مذکور برای سایزهای (CTS)[1] بزرگ‌تر از ۲ اینچی برای افزایش نیروی موردنیاز و هم‌ترازی بهتر، الزامی می‌باشد.

برای ایجاد اتصالات ذوبی سوکتی از مراحل ذیل استفاده می‌گردد:

(۱) انتخاب قطعات و تجهیزات

(۲) مسطح‌سازی و آماده‌سازی سرلوله‌ها

(۳) گرمایش اجزاء اتصالی

(۴) اتصال اجزاء اتصالی

(۵) انتظار برای خنک‌شدگی اتصال.

اتصالات ذوبی سوکتی برطبق مشخصه استاندارد ASTM D2683، یعنی اتصالات پلی‌اتیلنی سوکتی برای لوله‌های صنعتی و غیر صنعتی، بر طبق قطر خارجی تولید می‌شوند. لوله‌های صنعتی و غیر صنعتی باید بر طبق مشخصه‌های منطبق با قطر خارجی لوله‌های صنعتی و غیر صنعتی تولید گردند.

برای اتصال ذوبی سوکتی در سایت مورد نظر و از طریق ابزارهای دستی و برای سایزهای بالاتر از ۲ اینچی معمولاً از ۲ اپراتور استفاده می‌شود.

1. the Copper Tube Size (CTS)

Air Conditioner FROST ITALY
www.pajandpad.com / info@pajandpad.com
شرکت پاژنـدپاد

E.۲-۱-۳- ذوبی زینی

شیوه ذوب زینی یا ذوبی دیواره جانبی اصولاً شامل گرمایش همزمان هر دو سطح خارجی لوله و انطباق سطح اتصال زینی با ابزارهای گرمایشی محدب و مقعر تا زمان افزایش دمای دو سطح به دمای ذوب مناسب می‌باشد. شیوه مذکور را می‌توان از طریق کاربرد تجهیزات ذوب زینی و یا به اصطلاح »ذوب دیواره جانبی« اجرا نمود.

اصولاً برای اتصال ذوبی دیواره جانبی از ۸ مرحله استفاده می‌شود. ۸ مرحله اصلی مذکور برای ایجاد یک اتصال ذوبی زینی در ذیل ارائه شده‌اند:

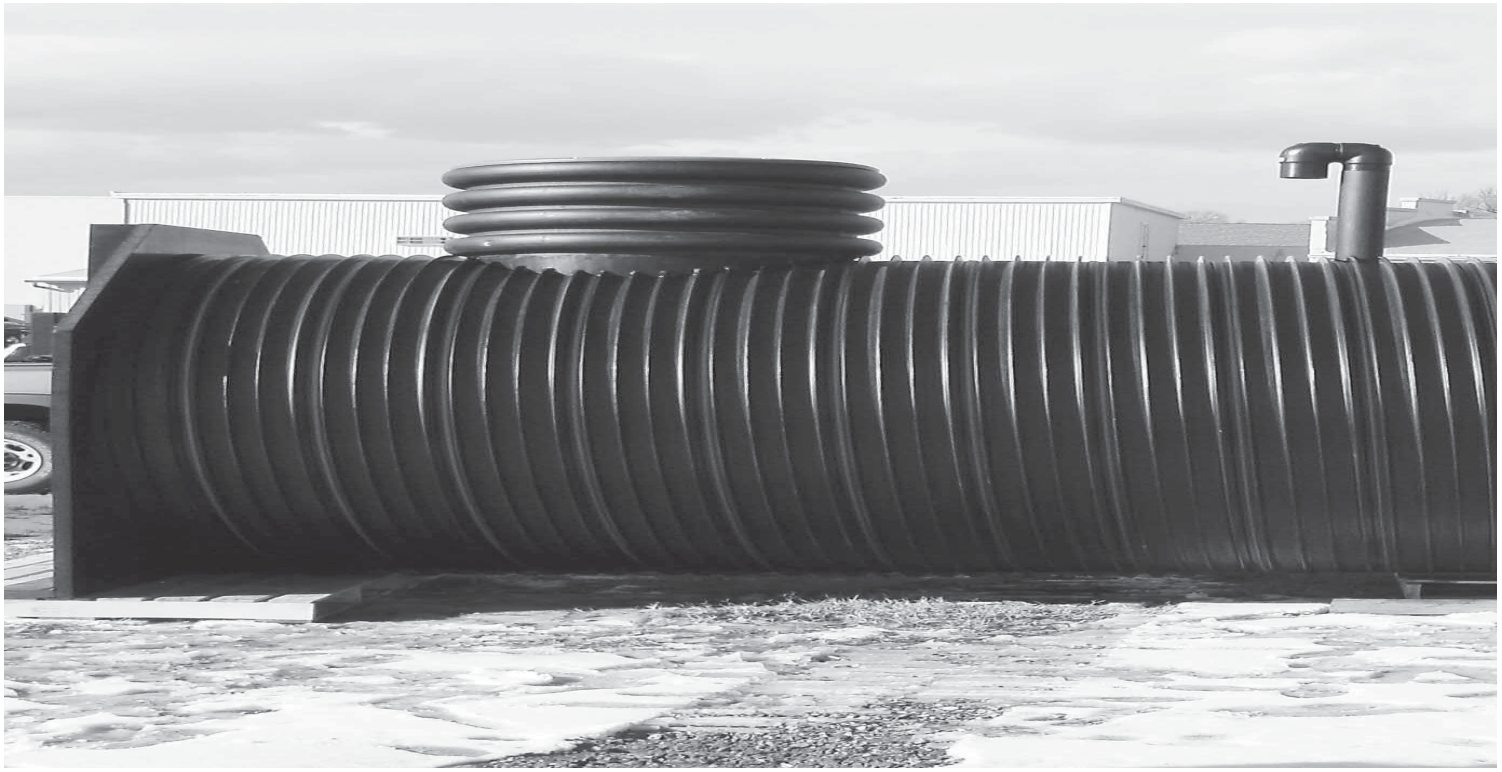
(۱) تمیزکاری لوله
(۲) نصب تبدیل‌های زینی
(۳) نصب دستگاه ذوب زینی بر روی لوله
(۴) آماده‌سازی سطوح لوله و اتصال
(۵) هم‌ترازی قطعات
(۶) گرمایش لوله و اتصال زینی
(۷) فشرده‌سازی و نگهداری قطعات بر روی یکدیگر
(۸) خنک‌سازی اتصال و برداشتن دستگاه ذوب زینی.

E.۲-۲- ذوب الکتریکی

شیوه جوشکاری ذوبی برقی تا حدی از شیوه‌های اتصال ذوبی متعارف تشریح‌شده در بالا متفاوت می‌باشد. اختلاف اصلی میان ذوب حرارتی متعارف و ذوب برقی ناشی از شیوه اعمال گرمایش می‌باشد. در اتصال ذوبی حرارتی متداول، از تجهیزات حرارتی برای گرمایش سطوح لوله و اتصالات استفاده می‌گردد ولی در اتصال ذوبی برقی، گرمایش مذکور به‌صورت داخلی و از طریق سیم‌های هادی و یا پلی‌متر رسانا انجام می‌گیرد. در این شیوه گرما ازطریق جریان الکتریکی عبوری از ماده رسانای داخلی اتصال تولید می‌گردد.

روش ذوب برقی به‌طور گسترده‌ای در میدان‌های نفتی، درجایی با نفوذ مداوم هیدروکربن‌های مایع از دیواره داخلی لوله به‌کار می‌رود. همچنین روش مذکور در مناطقی با محدودیت فضایی لوله‌ها، نظیر مواقع

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com



تعمیر اتصالات واقع در گودال لوله‌ها به‌کار برده می‌شود. برای اتصال برندها و یا گریدهای غیرمشابه پلی‌اتیلنی و همچنین اتصال اجزاء پلی‌اتیلنی دارای نرخ‌های جریان ذوب متفاوت نیز از شیوه مذکور استفاده می‌شود.

اتصال ذوبی برقی ازطریق مراحل ذیل انجام می گیرد:

(۱) آماده‌سازی لوله (تمیزکاری، صاف‌سازی سطوح)

(۲) هم‌ترازی اتصال و لوله ازطریق کاربرد کلمپ‌های ترازکننده و یا بدون استفاده از آن‌ها

(۳) علامت‌گذاری لوله

(۴) اعمال جریان الکتریکی

(۵) سرمایش و جداسازی کلمپ‌ها

(۶) تهیه مدارک و اسناد مربوط به شیوه ذوبی مذکور.

E.۲-۳- اتصال فلنجی

اتصال فلنجی برای اتصال لوله‌ها و اتصالات پلی‌اتیلنی به لوله‌ها و اتصالات فولادی، فایبرگلاسی و غیره استفاده می‌شود. در این مورد از فلنج کلاس ۱۵۰ ANSI استفاده می‌گردد. همچنین اتصالات فلنجی برای ایجاد اتصالات بازشدنی و ایجاد شرایطی برای فرایند تعمیر و نگهداری نیز به‌کار می‌روند. تبدیل فلنجی پلی‌اتیلنی و طوقه پشتیبان آن، اتصال دوقطعه‌ای را تشکیل می‌دهند. یک انتهای اتصال مذکور به لوله پلی‌اتیلنی جوش داده می‌شود و انتهای دیگر نیز شامل طرح نوع- فلنجی با طوقه پیشتیبان فلزی می‌باشد که امکان اتصال پیچی به یک فلنج کلاس ۱۵۰ ANSI را میسر می‌سازد [کاربردهایی با نسبت ابعادی‌ای (DR) برابر ۵ و فشار psi ۴۰۰ مستلزم کاربرد طوقه‌های پشتیبان کلاس ۳۰۰ و یا فلنج‌های کف رینگ (لپ جوینت) کلاس ۳۰۰ ANSI می‌باشند].

فلنج‌های پلی‌اتیلنی بدون طوقه پشتیبان، به‌دلیل نیاز فلنج‌های پلی‌اتیلنی به فشار یکنواختی در سراسر کل سطح درزبندی، توصیه نمی‌گردند. امکان نشتی سیال از میان پیچ‌های فلنج‌های پلی‌اتیلنی بدون

حلقـه پشـتیبان بسـیار زیـاد می‌باشـد.

نیـازی بـه گسـکت فلنـج بـرای اتصـال فلنجـی قطعـات پلی‌اتیلنـی بـه پلی‌اتیلنـی، به‌ویـژه بـرای فشـارهای پایین‌تـر از psi ۸۰ وجـود نـدارد. همـواره در هنـگام اتصـال فلنجـی قطعـات پلی‌اتیلنـی بـه قطعاتـی از مـواد دیگـر، اسـتفاده از گسـکت فلنجـی توصیـه می‌شـود. بـرای اطمینان از تطابـق کاربـری موردنظـر بـا جنـس گسـکت انتخابـی و همچنیـن تطابـق سـختی مـواد گسـکت بـا فشـارهای وارده از پیچ‌هـای فلنجـی، مشـاوره بـا تولیدکننـدگان گسـکت‌ها الزامـی می‌باشـد. گسـکت‌های سـفتی کـه نیازمنـد فشـارهای پیچـی بالایـی هسـتند، قـادر بـه درزبنـدی مناسـب اتصـال فلنجـی در هنـگام اسـتفاده به‌همـراه تبدیل‌هـای فلنجـی پلی‌اتیلنـی نیسـتند.

۳.E نصب دفنی لوله‌ها

نصـب زیرزمینـی لوله‌هـا عمدتـاً مسـتلزم حفـر گـودال لولـه،/ قراردهـی لولـه در داخـل گـودال لولـه، خاک‌ریـزی اطـراف لولـه، در نهایـت پرسـازی گـودال تـا تـراز زمیـن می‌باشـد.

هـر پـروژه و سـایت معینـی شـامل پارامترهـای ویـژه‌ای می‌باشـد کـه بـر شـیوه نصـب لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی تاثیرگـذار هسـتند. پارامترهایـی نظیـر کاربـری لولـه و الزامـات کاربـری، سـایز و نـوع لولـه، وضعیـت خـاک، کیفیت خـاک پرکننـده، عمـق دفـن لولـه و الزامـات اتصـال لوله‌هـا بـر شـیوه نصـب زیرزمینـی لوله‌هـا موثـر می‌باشـند.

عـرض گـودال لولـه وابسـته بـه عمـق دفـن لوله و شـرایط خـاک تغییـر می‌کنـد. عـرض گـودال لولـه بایـد بـرای فشرده‌سـازی خـاک اطـراف و روی لولـه بـه حـد کافـی بـزرگ باشـد. بسـتر لولـه داخلـی گـودال نیـز بایـد از مـواد دانـه‌ای نظیـر شـن، ماسـه و یـا مـواد مشـابه دیگـر تشـکیل گـردد. اطلاعـات بیشـتری درخصـوص مـواد پرکننـده مناسـب و مـواد بسـتر لولـه در اسـتانداردهای اشـاره شـده در ذیـل ارائـه گردیده‌انـد. بسترسـازی میدانـی لوله‌هـا می‌توانـد تغییـرات سـمتی (جهت‌گیـری) جزئـی لوله‌هـا را برطـرف نمایـد.

دقـت نصابـان لوله‌هـا درطـول فراینـد نصـب نیـز دارای تاثیـر قابـل توجهـی بـر چگونگـی کارکـرد سـامانه لوله‌کشـی می‌باشـد. نصـب دقیـق و مطلـوب لوله‌هـا بـر طبـق توصیه‌هـای اسـتاندارد ASTM و الزامـات مهندسـی و مشـخصه‌های تولیدکننـدگان قـادر بـه تضمیـن کارکـرد مناسـب محصـولات پلی‌اتیلنـی برطبـق اسـتاندارد تولیدی‌شـان می‌باشـد. از سـوی دیگـر نصـب بی‌کیفیـت لوله‌هـا نیـز می‌توانـد سـبب کارآیـی زیراسـتاندارد محصـولات لولـه‌ای گـردد. اطلاعـات بیشـتری درخصـوص نصـب زیرزمینـی لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی در مشـخصه‌های اسـتاندارد ذیـل ارائـه شـده اسـت:

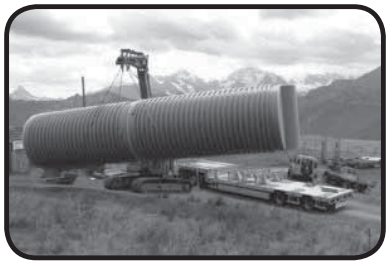
ASTM D2774، شـیوه اسـتاندارد نصـب زیرزمینـی لوله‌هـای فشـاری ترموپلاسـتیک

ASTM D2321، شـیوه اسـتاندارد نصـب زیرزمینـی لوله‌هـای ترموپلاسـتیک بـرای مجـاری فاضـلاب و کاربردهـای جریـان ثقلـی دیگـر

ASTM F1668، راهنمـای اسـتاندارد شـیوه‌های سـاخت لوله‌هـای پلاسـتیکی دفنـی

۴.E آزمایـش نشـتی (آزمایش هیدرواسـتاتیک و پنوماتیک)

دلیـل اصلـی اجـرای آزمایـش نشـتی سـامانه لوله‌کشـی

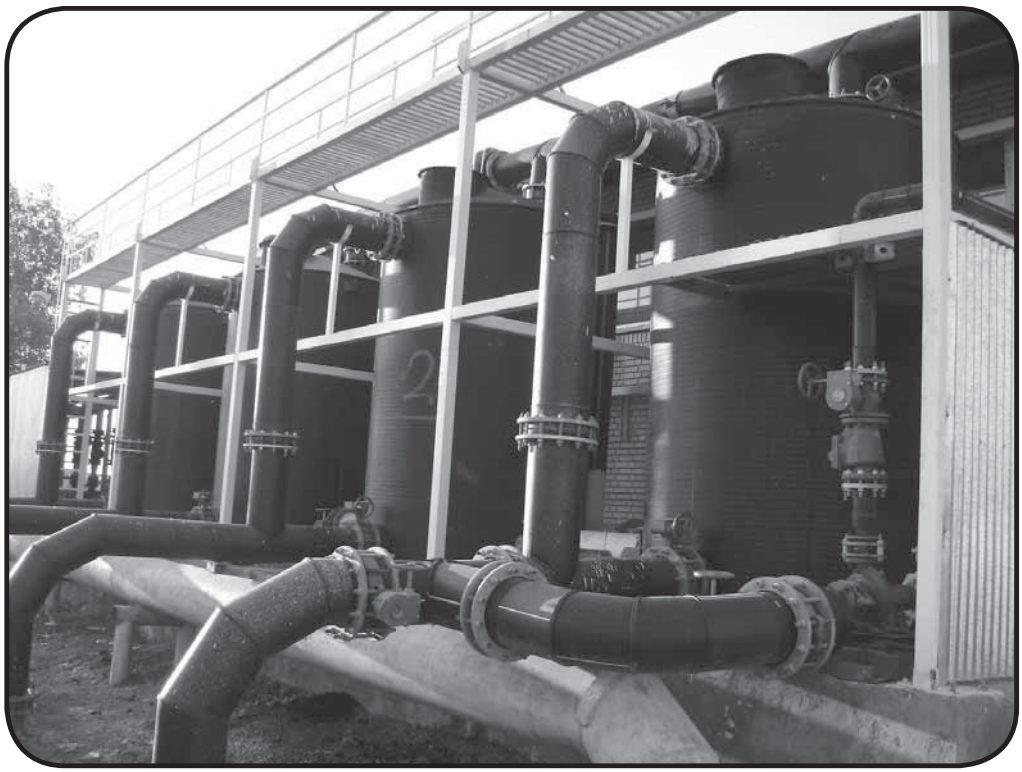


بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

پلی‌اتیلنی، تشخیص هرگونه نقص احتمالی سامانه، قبل از به‌کارگیری سامانه لوله‌کشی می‌باشد. آزمایش نشتی را نباید بر روی لوله‌های موجود، برای بازبینی و اعتبارسنجی رتبه فشاری سامانه لوله‌کشی و یا بررسی قابلیت کاربرد لوله‌های موجود برای کاربری خاصی به‌کار برد. از طریق کاربرد اطلاعات و معادلات بخش ۵ و محاسبات رتبه‌های فشاری لوله و طراحی سامانه، رتبه فشاری سامانه و کارآیی بلندمدت آن به‌دست می‌آید. در صورت وجود نشتی، عمدتاً نشتی‌های مذکور در اتصال‌ها و یا در محل اتصال تجهیزات داخلی سامانه رخ می‌دهند.

بروز نشتی در طول آزمایش نشتی خطوط لوله می‌تواند بسیار خطرناک باشد. مورد مذکور به‌ویژه درصورت استفاده از گازهای فشرده‌ای نظیر هوا یا نیتروژن فشرده برای اجرای آزمایش نشتی، خطرات بیشتری را به‌همراه خواهد داشت. خروج گازهای مذکور می‌تواند به‌شدت خطرناک و فاجعه‌آفرین باشد. به‌دلایل مذکور و درصورت امکان، اجرای آزمایش نشتی هیدرواستاتیک در مقایسه با آزمایش نشتی گاز فشرده در اولویت قرار دارد. اجرای آزمایش نشتی هیدرواستاتیک ازطریق کاربرد آب، متداول‌ترین و مناسب‌ترین شیوه آزمایش نشتی محسوب می‌گردد.

E.۴-۱- مراجع



(۱) ASTM F1417، شیوه استانداردی برای تایید نصب خطوط فاضلاب ثقلی پلاستیکی ازطریق کاربرد هوای فشارپایین[۲].

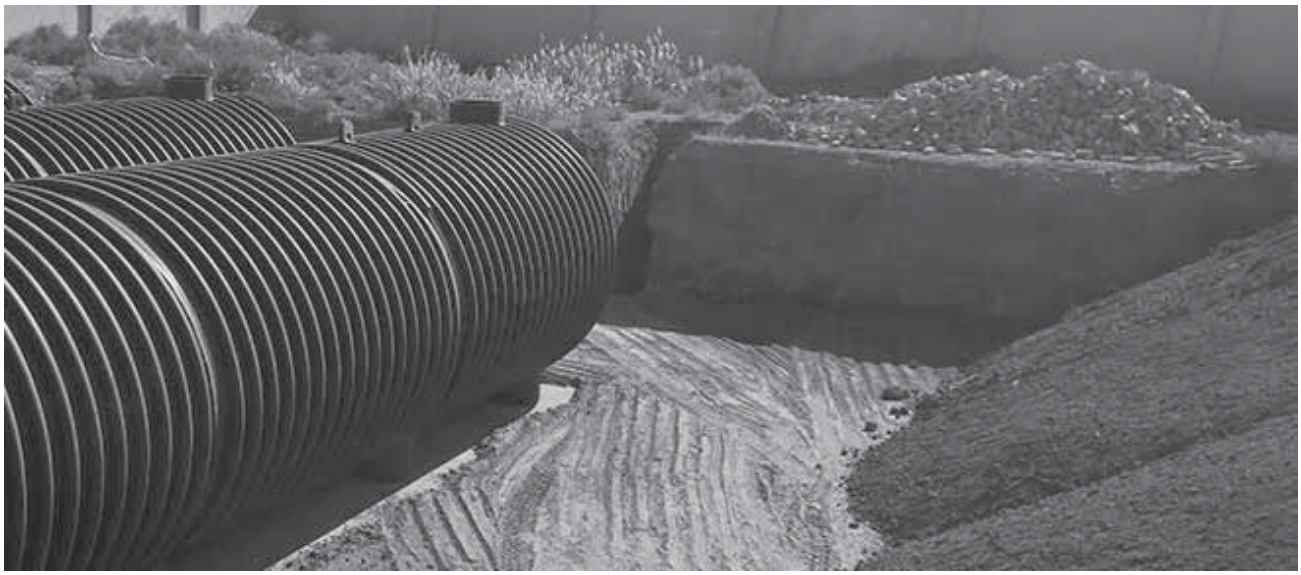
(۲) ASTM F2164، شیوه استانداردی برای اجرای آزمایش نشتی میدانی سامانه‌های لوله‌کشی فشاری پلی‌اتیلنی از طریق کاربرد فشار هیدرواستاتیک[۳].

2. ASTM F1417, Standard Practice for Installation Acceptance of Plastic Gravity Sewer Lines Using Low-Pressure Air

3. ASTM F2164, Standard Practice for Field Leak Testing of Polyeth-

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

Air Conditioner FROST ITALY
www.pajandpad.com / info@pajandpad.com
شرکت پاژنـدپاد



(۳) مرجـع راهنمـای لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی PPI، فصـل دوم، بازرسـی‌ها، آزمایش‌هـا و ملاحظـات ایمنـی[۴].

(۴) ASTM B31.3، لوله‌کشی فرایندی[۵].

E.۴-۲- اقدامات پیش‌گیرانه

در صـورت لـزوم اجـرای آزمایـش نشـتی هیدرواسـتاتیک، اقدامـات پیش‌گیرانـه ذیـل توصیـه می‌شـوند (شـیوه‌های کامل‌تـری از طریـق بررسـی اسـتانداردها و مراجـع فـوق قابـل دسترسـی می‌باشـند):

(۱) وارسـی سـامانه لوله‌کشـی تحـت آزمایـش، بـرای اطمینـان از مهـار کامـل قطعـات لوله‌کشـی در برابـر تغییـر مـکان و جابجایـی ناگهانـی ناشـی از گسـیختگی احتمالـی، الزامـی می‌باشـد.

(۲) تخلیـه تمامـی هـوای داخـل سـامانه لوله‌کشـی، قبـل از آغـاز اجـرای آزمایـش نشـتی هیدرواسـتاتیک الزامی می‌باشـد.

(۳) قبـل از آغـاز اجـرای آزمایـش هیدرواسـتاتیک، تمامـی اتصـالات ذوبـی حرارتـی بایـد کامـلاً خنـک شـوند.

(۴) اتصالات مکانیکی نیز باید کاملاً مهار گردند.

(۵) وارسـی قابلیـت تحمـل فشـار آزمایـش توسـط تمامـی اتصـالات و تجهیـزات داخلـی سـامانه لوله‌کشـی الزامـی می‌باشـد.

(۶) تمامـی اقدامـات ایمنـی پیش‌گیرانـه بـرای محافظـت از کارکنـان در هنـگام گسـیختگی احتمالـی سـامانه لوله‌کشـی بایـد فراهـم گـردد (نظیـر پوشـش‌های حفاظتـی بـرای جلوگیـری از آسـیب‌های احتمالـی).

(۷) در طـول اجـرای آزمایـش پنوماتیـک، کارکنـان را تـا فاصلـه‌ای ایمـن از محـل آزمایـش دور کنیـد.

E.۴-۳- فشار آزمایش

(۱) فشـار بیشـینه آزمایـش هیدرواسـتاتیک بایـد در پایین‌تریـن نقطـه سـامانه لوله‌کشـی اندازه‌گیـری گـردد.

(۲) فشـار بیشـینه آزمایـش نشـتی هیدرواسـتاتیک بایـد معـادل بـا کم‌تریـن مقـدار ذیـل باشـد:

(a) ۱۵۰ درصد از فشار عملیاتی طراحی سامانه.

(b) رتبـه فشـاری جزئـی از سـامانه لوله‌کشـی. بـا کمتریـن رتبـه فشـاری.

(۳) مراجـع دولتـی ذی‌صـلاح نیـز می‌تواننـد فشـار بیشـینه آزمایـش را تعییـن نماینـد، مشـروط بـر اینکـه فشـار آزمایـش از میـزان ۱۵۰ درصـدی رتبـه فشـاری لولـه فراتـر نـرود.

ylene (PE) Pressure Piping Systems Using Hydrostatic Pressure

4. PPI's Handbook of Polyethylene Pipe, Chapter 2, "Inspections, Tests and Safety Considerations"

5. ASME B31.3, Process Piping

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

(۴) وابسته به شرایط ویژه سایت موردنظر،/ دماهای بالا نیز می‌توانند منجر به کاربرد فشار آزمایش بیشینه مجاز کمتری شوند.

E .۴-۴- شیوه و مراحل آزمایش (هیدرو استاتیک)

(۱) رعایت تمامی اقدامات ایمنی پیش‌گیرانه و مقررات ایمنی ویژه سایت.

(۲) تخلیه تمامی هوای بخش مورد آزمایش سامانه لوله‌کشی، از طریق پرسازی آرام لوله‌ها با آب و تامین فرصت لازم برای خروج هوای محبوس ازطریق تجهیزات تخلیه هوا.

(۳) بعد از پرسازی لوله‌ها با آب و خروج تمامی هوای محبوس، لوله‌ها را به‌طور تدریجی و تا فشار آزمایش پر نمایید.

(۴) لوله‌های موردنظر را به‌مدت ۳ ساعت در فشار آزمایش نگهدارید. فرایند مذکور به‌عنوان **فاز انبساطی اولیه** نامیده می‌شود. در طول فاز مذکور، لوله پلی‌اتیلنی به‌طور جزئی منبسط می‌گردد و فشار آن نیز تا حدی کاهش می‌یابد. بعد از فاز اولیه مذکور و برای بازیابی فشار آزمایش، لوله‌ها را با آب بیشتری پر نمایید. لزومی به پایش مقدار آب پرکننده در طول فاز انبساطی اولیه نمی‌باشد.

(۵) به‌محض اتمام فاز انبساطی اولیه ۳ ساعته مذکور، فاز آزمایش آغاز می‌گردد.

(a) فشار آزمایش را تا ۱۰ psi کاهش دهید.

(b) فشار را افزایش ندهید و یا آب جبرانی بیشتری را وارد لوله‌ها نکنید.

(c) از طریق پایش و ثبت فشارهای گیج فشاری درطول ۱ ساعت، از ثبات فشار آزمایش مطمئن گردید (در گستره ۵ درصد از فشار آزمایش).

(۶) در صورت عدم مشاهده هر گونه نشتی احتمالی و در صورت حفظ فشار آزمایش در گستره ۵ درصدی از مقدار فشار آزمایش، آزمایش مذکور موفقیت‌آمیز خواهد بود.

E .۴-۵- شیوه و مراحل آزمایش (پنوماتیک)

(۱) دقت قابل توجهی درصورت تایید و اجازه اجرای آزمایش پنوماتیک مورد نیاز خواهد بود.

(a) تاییدیه اجرای آزمایش مذکور باید از طرف مالک و یا مهندس پروژه درخواست گردد.

(۲) رعایت تمامی اقدامات ایمنی پیش‌گیرانه و مقررات ایمنی ویژه سایت الزامی می‌باشد.

(۳) در طول اجرای آزمایش پنوماتیک، کارکنان را تا فاصله‌ای ایمن از محل آزمایش دور کنید.

(۴) فشار بخش تحت آزمایش را به آرامی و تا فشاری کمتر از نیمی از فشار آزمایش طراحی سامانه افزایش دهید.

(۵) فشار آزمایش به دما وابسته می‌باشد.

(۶) فشار آزمایش را به‌طور تدریجی و با نموهای کوچک 5 psi و تا ۱۵۰ درصد از فشار طراحی سامانه و یا تا فشار آزمایش پنوماتیک مجاز تاییدشده توسط مراجع ذی‌صلاح، افزایش دهید.

(۷) فشار آزمایش را برای ۱۰ تا ۶۰ دقیقه حفظ کنید. مرحله مذکور، **فاز انبساطی اولیه** آزمایش پنوماتیک نامیده می‌شود.

(۸) فشار آزمایش را تا فشار طراحی سامانه و یا تا فشار پنوماتیک مجاز کاهش دهید و فشار مذکور را تا زمان تشخیص وجود نشتی (های) احتمالی حفظ

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

نماییـد.

(۹) تمامـی اقدامـات ایمنـی پیش‌گیرانـه بـرای محافظـت از کارکنـان در هنـگام گسـیختگی احتمالـی سـامانه لوله‌کشـی بایـد فراهـم گـردد (نظیـر پوشـش‌های حفاظتـی بـرای جلوگیـری از آسـیب‌های احتمالـی).

نکتـه: تحـت هیـچ شـرایطی کل زمـان آزمایـش در فشـار آزمایشـی بالـغ بـر ۱/۵ برابـر رتبـه فشـاری سـامانه نبایـد از ۸ سـاعت فراتـر رود. اگـر آزمایـش مذکـور در چارچـوب زمانـی مذکـور بـه اتمـام نرسـد (به‌دلیـل نشـتی، خرابـی تجهیـزات و غیـره)، بخـش تحـت آزمایـش بایـد از فشـار مذکـور خالـی شـود و بعـد از زمـان توقـف ۸ سـاعته، مجـدداً آزمایـش بعـدی انجـام گیـرد.

E.۵ انقباض و انبساط حرارتی

ضریـب انبسـاط و انقبـاض حرارتـی لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی در حـدود ۱۰ برابـر لوله‌هـای فـولادی می‌باشـد. مـورد مذکـور به‌معنـای انقبـاض و انبسـاط ۱۰ برابـری خطـوط پلی‌اتیلنـی آزاد، در مقایسـه بـا خطـوط فـولادی مشـابه اسـت. هنـگام محدودسـازی لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی، گسـترش تنش‌هـای ناشـی از انقبـاض و انبسـاط حرارتـی به‌طـور قابـل توجهـی از خطـوط فـولادی کمتـر می‌باشـد. دلیـل ایـن امـر نیـز ناشـی از مـدول الاستیسـیته پایین‌تـر لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی درمقایسـه بـا لوله‌هـای فـولادی می‌باشـد. در نتیجـه در هنـگام محدودسـازی و مهـار صحیـح لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی، تغییـرات دمایـی و انبسـاط و انقبـاض ناشـی از آن منجـر بـه بـروز هیـچ تاثیـر نامطلوبـی نخواهـد گردیـد.

بـرای محاسـبه انبسـاط و انقبـاض حرارتـی لوله‌هـای پلی‌اتیلنـی از معادلـه ذیـل اسـتفاده می‌شـود:

$$\Delta L = L\alpha\Delta T$$

ΔL: تغییر طول (اینچ)؛

L: طول لوله (اینچ)؛

α: ضریب انبساط حرارتی (in./in./°F)/ و یا (۹/۰× ۱۰$^{-۵}$ in./in./°F)؛

ΔT: تغییر دما (°F).

پایان ...

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

رطوبت زدایـــی ســامانه شارژ مبرد و اجرای آن

نویسنده: حسن ذاکری

نـم زدایی یا رطوبت زدایـــی یکی از مراحل پالایش گاز طبیعی اسـت. پس از تفکیـک نفت با گاز مقداری آب آزاد همراه با گاز طبیعی وجود دارد که بیشـتر آن توسـط روش‌های جداسازی ساده در سـر چاه یا در نزدیکی آن از گاز جدا می‌شود. در حالیکه بخار آب موجود در محلول گاز میبایسـت طی فرایندی بسـیار پیچیده تحـت عنوان عملیات نم‌زدایی یا رطوبت زدایی از گاز طبیعی تفکیک گردند. در این فرایند بخار آب متراکم و موجود در سـطح توسـط ماده نم‌زدا جذب و جمع‌آوری می‌گردد. گاز طبیعی فراوری‌نشـده محتوی آب(مایع یا بخار) سـبب ایجاد مشـکلات جدی نظیر خوردگی لوله‌های انتقال و تشـکیل هیدارت‌های گازی که مانع جریان گازی است، می‌شود.

آب‌زدایی، شارژ و اجرای تست‌های صحیح سامانه‌های تبرید پکیجی و اجزاء آن‌ها (کمپرسورها، تبخیرکننده‌ها و کویل‌های چگالشی) موجب اطمینان بیشتری از عملکرد صحیح چنین سامانه‌هایی می‌شوند و طول عمر سامانه‌های تبرید را افزایش می‌دهند. در این فصل روش‌های به‌کاررفته برای اجرای این وظایف مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در این فصل به ضوابط و معیارهایی نظیر میزان رطوبت مجاز، مقدار مبرد و کارآیی سامانه که همگی جزء ویژگی‌های خاص هر دستگاهی می‌باشند، پرداخته نمی‌شود.

آب‌زدایی (رطوبت‌گیری)

امکان آب‌زدایی کارخانه‌ای تنها برای برخی از تجهیزاتی با ابعاد معین، عملی می‌باشد. در تجهیزات بزرگی که در زمان اتصال در محل نصب در معرض هوای آزاد قرار می‌گیرند، معمولاً تدابیر کارخانه‌ای محدود به تمیزکاری، و پر کردن سامانه به‌وسیله شارژی از ماده خنثای نیتروژن می‌باشد. در اکثر مواقع تجهیزات مذکور تنها برای دوره‌های زمانی کوتاهی انبار می‌شوند، و بنابراین این روش تا زمان اجرای فرایند تخلیه و تزریق مبرد برای کل سامانه در هنگام نصب، شیوه مفید و رضایت‌بخشی می‌باشد.

رطوبت اضافی سامانه‌های تبرید می‌تواند موجب یخزدگی لوله‌های موئیین و یا شیر انبساطی شود. همچنین رطوبت اضافی، تاثیر منفی‌ای را بر پایداری حرارتی روغن‌های تبرید معینی [برای مثال، پلی‌ال استر (POE)] بر جای می‌گذارد (فصل هفتم اطلاعات بیشتری را در مورد رطوبت و آلاینده‌های دیگر سامانه‌های تبرید ارائه می‌دهد).

به غیر از یخزدگی تجهیزات، تاثیرات ناشی از رطوبت اضافی عموماً توسط آزمایش‌های استاندارد کارخانه‌ای قابل تشخیص نمی‌باشند.

به دلیل اثر نامطلوب آلاینده‌ها در شکستگی شیرها، داغ‌شدگی موتور و خرابی یاتاقان‌ها و آب‌بندی سامانه، کاربرد یک شیوه آب‌زدایی مناسب برای کسب سطوح ایمنی از رطوبت، بدون افزودن هیچ عنصر و یا حلال خارجی بسیار مهم می‌باشد. در ترکیب و ادغام با فرایند آب‌زدایی، شیوه دقیقی برای اندازه‌گیری رطوبت باید به کار گرفته شود. عوامل بسیاری نظیر اندازه واحد، کاربرد آن، و نوع مبرد، میزان رطوبت مجاز موردنیاز را تعیین می‌کنند. جدول ۱ حدود رطوبت توصیه‌شده توسط تولیدکنندگان مختلف را برای اجزاء مختلف سامانه تبرید ارائه کرده است.

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

جدول ۱: آب‌زدایی متداول کارخانه‌ای و شیوه‌های اندازه‌گیری رطوبت سامانه‌های تبرید

اجزاء	شیوه آب‌زدایی	بازبینی رطوبت	حدود رطوبت
کویل‌ها و لوله‌ها	اجاق ۱۲۱ °C، روبش هوای خشک ۵۷ °C-	ثبت‌کننده نقطه‌شبنم	Mg۱۰
کویل‌های تبخیرکننده (کوچک)	روبش هوای خشکی با نقطه‌شبنم ۵۹ °C- در ۲۴۰ ثانیه	P_2O_5	۲۵ mg
کویل‌های تبخیرکننده (بزرگ)	روبش هوای خشکی با نقطه‌شبنم ۵۹ °C- در ۲۴۰ ثانیه	P_2O_5	۶۵ mg
تبخیرکننده‌ها/ چگالنده‌ها	اجاق ۱۴۹ °C، ۱ ساعت، روبش هوای خشک	تله سرد	۲۰۰ mg
	روبش هوای خشک	لوله Nesbitt	۹۰mg بر m^2 مساحت‌سطح
واحد چگالشی (1 تا 25kW)	گرمای کارخانه‌ای	P_2O_5	۲۵ تا ۸۵ mg
	روبش هوای خشک	لوله Nesbitt	۹۰mg بر m^2 مساحت‌سطح
واحد تهویه‌مطبوع-هوا	تخلیه تا ۳۲ Pa	P_2O_5	۳۵ mg/kg
	گرمای سیم‌پیچ ۳ ساعته، خلاء ۰/۵ ساعته	وارسی رطوبت مبرد	۲۵ mg/kg
یخچال	اجاق ۱۲۱ °C، گرمای سیم‌پیچ dc، خلاء	تله سرد	۲۰۰ mg
فریزر	هوای خشک محیطی با نقطه‌شبنم ۵۹ °C-، روبش هوایی با نقطه‌شبنم ۴۰ °C-	P_2O_5	۱۰ mg/kg
کمپرسورها			
گرمای سیم‌پیچ **dc**			
	گرمای ۰/۵ ساعته ۱۷۷ °C سیم‌پیچ dc، تکرار ۰/۲۵ ساعته خلاء	تله سرد	۲۰۰ mg
	گرمای ۸۸ °C سیم‌پیچ dc، خلاء ۰/۵ ساعته	تله سرد	۱/۲۰۰ mg
نیمه‌درزبند ۷ تا ۲۱۰ kW	گرمای سیم‌پیچ dc، تخلیه‌سازی ۳۰ دقیقه‌ای، شارژ N_2	تله سرد	۱/۰۰۰ mg تا ۳/۵۰۰ mg
گرمای اجاق			
	اجاق ۱۲۱ °C، خلاء ۴ ساعته	تله سرد	۱۸۰ mg
	اجاق ۱۲۱ °C، ۵/۵ ساعت در هوایی با نقطه‌شبنم ۵۱ °C-	تله سرد	۲۰۰ mg
درزبند ۲ تا ۴۰ kW	۴ ساعت گرمای اجاق ۱۴۹ °C، هوایی با نقطه‌شبنم ۵۹ °C- در ۳/۵ دقیقه	تله سرد	۱۵۰ تا ۴۰۰ mg
۱۷۵ تا ۳۵۰ kW	اجاق ۱۳۲ °C، تخلیه ۴ ساعته تا ۱۳۳ Pa	تله سرد	۱۰۰۰ mg
درزبند ۵ تا ۲۰ kW	اجاق ۱۷۱ °C، هوای خشکی با نقطه‌شبنم ۷۳ °C- ، ۱/۵ ساعته	تله سرد	۱۰۰ تا ۵۰۰ mg
نیمه‌درزبند ۷ تا ۱۴۰ kW	اجاق ۱۲۱ °C، هوای خشکی با نقطه‌شبنم ۷۳ °C- ، ۳/۵ ساعته	تله سرد	۰/۱۰۰ تا ۱/۱۰۰ mg
محفظه‌باز ۲۰ تا ۵۲۵ kW	اجاق ۷۹ °C، تخلیه تا ۱۳۳ Pa	تله سرد	۰/۴۰۰ تا ۲/۷۰۰ mg
کمپرسول اسکرول ۷ تا ۳۵ kW	اجاق ۱۴۹ °C در ۴ ساعت، ۵۰ ثانیه تخلیه و ۱۰ ثانیه شارژ هوایی با نقطه‌شبنم ۵۹ °C- با ۷ مرتبه تکرار	تله سرد	۳۰۰ تا ۴۷۵ mg
۱۰ تا ۲۰ kW	هوای خشک ۳ ساعته در دمای ۱۳۵ °C	تله سرد	۲۵۰ mg
۲۵ تا ۵۵ kW	هوای خشکی در دمای ۱۳۵ °C، خلاء ۰/۵ ساعته	تله سرد	۷۵۰ mg

KARAB Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـــواع بوستـــر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

۷۰ تا ۱۴۰ kW	روبش N_2 خشک در دمای ۱۳۵ °C، تخلیه ۳/۵ ساعته تا ۲۷ Pa	تله سرد	۷۵۰ mg
پاشش N_2 خشک			
نیمه‌درزبند پیستونی	راه‌اندازی N_2، پاشش N_2 خشک، شارژ N_2	–	–
نیمه‌درزبند/ درزبند اسکرو	راه‌اندازی R-22، پاشش N_2 خشک، شارژ N_2	–	–
محفظه‌باز اسکرو	راه‌اندازی N_2، پاشش N_2 خشک، شارژ N_2	–	–
تخلیه			
محفظه‌باز اسکرو، ۱۷۵ تا ۵۳۰۰ Kw	تخلیه کمتر از ۲۰۰ Pa، شارژ N_2	–	–
مبرد			
	مطابق خرید	تحلیل‌گر الکترونیکی	نوعاً ۱۰ mg/kg
روانسازها			
روغن معدنی	مطابق خرید	شیوه کارل فیشر	۲۵ تا ۳۵ mg/kg
	مطابق خرید و تخلیه	رطوبت‌سنج	۱۰ mg/kg
پلی‌ال استر	مطابق خرید	شیوه کارل فیشر	۵۰ تا ۸۵ mg/kg

منابع رطوبت

رطوبت سامانه‌های تبرید می‌تواند به طرق ذیل تولید و یا ابقاء گردد:

(۱) ابقاء و حفظ رطوبت بر روی سطوح فلزی

(۲) تولید رطوبت به‌وسیله احتراق شعله گازی

(۳) رطوبت موجود در گدازهای مایع، روغن و مبرد

(۴) رطوبت جذب‌شده در داخل مواد عایق‌بندی موتورهای درزبند

(۵) رطوبت اخذ شده از محیط کارخانه در زمان فرایند مونتاژ واحد

(۶) رطوبت ناشی از آب آزاد.

رطوبت موجود در مبرد، تاثیری بر آب‌زدایی کارخانه‌ای اجزاء و واحد تبرید ندارد. با این وجود، به دلیل این‌که مبرد بعد از فرایند آب‌زدایی به سامانه تزریق می‌گردد، باید محتوای رطوبت مبرد را در تعیین محتوای رطوبت کلی یک واحد کامل در نظر بگیریم. وابسته به زمان افزودن روغن به اجزاء واحد و یا سامانه، امکان و عدم امکان حذف رطوبت موجود در روغن در زمان آب‌زدایی وجود دارد.

روغن‌های معدنی خریداری‌شده در حجم‌های زیاد (خرید عمده)، عموماً دارای رطوبتی معادل ۲۰-۳۰ mg/kg هستند. و محتوای رطوبت روان‌سازهای POE سنتزی معادل ۵۰-۸۵ mg/kg می‌باشد. این مواد، جزء مواد به شدت نم‌گیر هستند و در نتیجه برای ممانعت از آلودگی رطوبتی، باید به طور مناسبی مورد بهره‌برداری قرار گیرند. مبردهای محموله‌های بزرگ عموماً دارای محدوده رطوبت قابل قبولی معادل ۱۰-۱۵ mg/kg هستند. برای اطمینان از

حفظ سطوح رطوبت مذکور در روغن‌ها و مبردها، کنترل‌های لازم کارخانه‌ای باید انجام گیرند.

مواد عایق جدیدتری که در موتورهای درزبند به کار می‌روند، رطوبت بسیار کمتری را نسبت به موتورهایی با عایق پنبه‌ای و عایق کاغذ پارچه‌ای، در خود نگه می‌دارند. با این وجود تست‌های انجام‌گرفته توسط تولیدکنندگان مختلف نشان داده است که استاتور به همراه عایقش، هنوز هم جزء منابع اصلی رطوبت موجود در کمپرسورها می‌باشد.

آب‌زدایی به‌وسیله گرما، خلاء و یا هوای خشک

به‌وسیله قرار دادن اجزاء سامانه در داخل اجاق و یا به‌وسیله استفاده از گرم‌کننده‌های مادون‌قرمز می‌توان از گرما برای فرایند رطوبت‌زدایی استفاده کرد. برای جلوگیری از خرابی مواد سنتزی به‌کاررفته و برای ممانعت از تجزیه هر مقدار از روغن موجود در کمپرسورها، دمای اجاق باید به دقت انتخاب گردد. هوای موجود در اجاق باید دارای کمترین میزان رطوبت باشد، و این میزان پایین از رطوبت باید کاملاً حفظ گردد. هنگامی‌که آب‌زدایی تنها به‌وسیله گرمایش اجزاء انجام می‌گیرد، زمان و مساحت و فضای گریز رطوبت از عوامل بحرانی این فرایند می‌باشند; بنابراین، ابعاد و اندازه بخش‌هایی از سامانه که امکان آب‌زدایی اقتصادی آن‌ها از طریق این روش وجود دارد، بسیار محدود هستند.

در شیوه خلاء، نقطه‌جوش آب به پایین‌تر از دمای محیط تنزل می‌یابد. در این شرایط رطوبت موجود در اجزاء سامانه به بخار تبدیل می‌گردد، و به‌وسیله پمپ خلاء تخلیه می‌شود. جدول ۳ فصل اول از راهنمای استاندارد ASHRAE 2013- اصول بنیانی[1]، رابطه دما و فشار اشباع آب را نشان می‌دهد.

طبقه‌بندی خلاء، با توجه به محدوده‌های فشار مطلق ذیل انجام می‌گیرد:

1. Fundamentals

خلاء پایین: فشاری بین ۱۰۱/۳۲۵-۳/۵ kPa

خلاء متوسط: فشاری بین ۳۵۰۰-۰/۱۳۰ Pa

خلاء بالا: فشاری بین ۱۳۰-۰/۱۳ mPa

خلاء بسیار بالا: فشاری بین ۱۳۰-۰/۱۳ µPa

خلاء فوق بالا: فشاری بین ۰/۱۳ µPa و کمتر

درجه (میزان) خلاء کسب شده و زمان مورد نیاز برای دست‌یابی به میزان رطوبت تعیین‌شده تابعی از عوامل ذیل می‌باشند:

(۱) نوع و اندازه پمپ خلاء به‌کاررفته

(۲) حجم داخلی اجزاء و یا سامانه

(۳) اندازه و ترکیب مواد حامل رطوبت موجود در سامانه

(۴) مقدار رطوبت اولیه موجود در حجم اجزاء

(۵) ابعاد و اندازه‌های لوله‌ها و اتصالات

(۶) شکل مسیرهای عبور گاز

(۷) دماهای ثابت (حفظ شده) خارجی.

نـرخ پمپـاژ پمـپ خـلاء تنهـا درصورتی‌کـه واحـد مـورد نظـر از طریـق یـک روزنـه کندوکتانـس- محدودکننـده‌ای نظیـر شـیر تخلیـه، تخلیـه نشـود، اهمیـت می‌یابـد. میـزان رطوبـت بیـش از حـد، نظیـر حباب‌هایـی از آب کثیـف زمـان زیـادی را بـرای حـذف رطوبـت طلـب می‌کننـد و دلیـل آن نیـز ناشـی از انبسـاط حجـم مذکـور بـه حالـت بخـار می‌باشـد.

اندازه‌گیـری خـلاء بایـد مسـتقیماً در خـود تجهیـز (یـا تـا حـد امـکان نزدیـک بـه آن) انجـام گیـرد و نـه در پمـپ خـلاء. از کاربـرد لوله‌هایـی بـا قطـر کوچـک و یـا لوله‌کشـی طولانـی میـان پمـپ و تجهیـز خـودداری کنیـد، زیـرا افت‌هـای فشـار خـط/ اریفیـس (روزنـه اندازه‌گیـری) موجـب کاهـش میـزان تخلیـه واقعـی تجهیـز می‌گردنـد.

در صـورت مکـش و یـا تغذیـه هـوای خشـک یـا نیتـروژن بـه داخـل تجهیـزات موردنظـر بـرای اجـرای فراینـد آب‌زدایـی، فراینـد اشباع‌شـدگی رطوبـت، موجـب آب‌زدایـی کلـی یـا جزئـی رطوبـت می‌شـود. در سـامانه‌هایی بـا چندیـن مسـیر گـذر بـاز و یـا بسـته، جریـان کافـی‌ای بـرای آب‌زدایـی وجـود نخواهـد داشـت. نـرخ جریـان بایـد بـه گونـه‌ای باشـد کـه حـذف بهینـه رطوبـت را سـبب گـردد و کسـب ایـن هـدف نیـز بـه دمـا و طراحـی کلـی سـامانه وابسـته اسـت.

شیوه‌های ترکیبی

هـر کـدام از شـیوه‌های تشریح‌شـده در بـالا، در صـورت کنتـرل دقیـق، می‌تواننـد موثـر و تاثیرگـذار باشـند، امـا ترکیبـی از ایـن شـیوه‌ها بـه دلیـل زمـان خشک‌سـازی کوتاه‌تـر و خشک‌شـدگی یکنواخت‌تـر سـامانه، ترجیح‌پذیرتـر می‌باشـند.

*** شیوه گرما و خلاء:**

گرمـا می‌توانـد رطوبـت جذب‌شـده در داخـل سـطوح مـواد را بیـرون کشـیده و از دیواره‌هـای تجهیـز، خـارج سـازد خـلاء نیـز بـا کاهـش نقطه‌جـوش، نـرخ پمپـاژ را موثرتـر می‌سـازد. می‌تـوان از منابـع گرمایشـی نظیـر اجـاق، لامپ‌هـای مـادون قرمـز، و یـا گـردش جریـان ac و یـا dc از میـان سـیم‌پیچ‌های داخلـی موتـور کمپر سـو ر ها ی درزبنـد و نیمه‌درزبنـد اسـتفاده کـرد. همچنیـن می‌تـوان از ترکیبـی از فرایندهـای خـلاء، گرمـا و خـلاء مجـدد اسـتفاده کـرد.

*** شیوه گرما و هوای خشک:**

گرمـا موجـب خـروج رطوبـت از میـان مـواد می‌گـردد. و هـوای خشـک رطوبـت را از سـامانه و یـا اجـزاء آن بیـرون کشـیده و دفـع می‌کنـد. هـوای خشـک به‌کاررفتـه در ایـن شـیوه باید دارای نقطه شـبنمی بین ۴۰ °C- و ۷۳ °C- باشـد. منابـع گرمـا نیز مشـابه بـا منابعی هسـتند کـه در مطالب بالا بـه آن‌هـا اشـاره شـده اسـت. بـا ترکیـب فراینـد گرمایشـی با فراینـد خـلاء، می‌تـوان بر سـرعت فراینـد مذکـور (گرمایش) افـزود. شـیوه گرمـا و هـوای خشـک، شـیوه‌ای موثـر بـرای کمپرسـورهای بـاز، درزبنـد، و نیمه‌درزبنـد می‌باشـد. بـرای جلوگیـری از خرابـی قطعـات کمپرسـور و یـا تجزیـه روغـن باقیمانـده موجـود (در صـورت وجـود)، دمـای گرمایشـی باید بـه دقـت انتخاب گـردد.

مزایـا و محدودیت‌هـای شـیوه‌های مختلـف شـدیداً بـه طراحـی سـامانه و یـا اجـزاء آن و همچنیـن بـه نتایـج

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

مطلـوب موردنظـر وابسـته می‌باشـند. گـودارد[2] (۱۹۴۵) تخلیـه دوگانـه بـا روبـش هـوا (عبـور جریـان عوامـل از درون تجهیـزات) را درمیـان فرایندهـای خـلاء، به عنـوان موثرترین روش در نظـر گرفتـه اسـت، درحالی‌کـه لارسـن و الیـوت[3] (۱۹۵۳) بـاور دارنـد کـه شـیوه هـوای خشـک، در صـورت کنتـرل دقیـق آن، و بـه دلیـل ادغـام تخلیـه ۱/۵ سـاعته، بعـد از هـر تغذیـه هـوای داغ، دارای تاثیرگـذاری یکسـانی مشـابه شـیوه خـلاء بـوده و هزینـه آن نیـز بـه مراتـب کمتـر اسـت. تسـت‌های انجام گرفته توسط تولیدکننـدگان نشـان می‌دهنـد کـه گرمایـش (پخـت) اجـاق °C ۱۳۸ بـرای ۱/۵ سـاعت، و تخلیـه ۲۰ دقیقـه‌ای پـس از آن می‌توانـد بـه طـور موثـری موجـب آب‌زدایـی کمپرسـورهایی گـردد کـه از مـواد عایـق جدیدتـری اسـتفاده می کننـد .

اندازه‌گیری رطوبت

اندازه‌گیـری صحیـح میـزان رطوبـت در یـک بخـش و یـا یـک سـامانه آب‌زدایی‌شـده، فراینـد بسـیار مهمـی می‌باشـد، امـا همـواره کار سـاده‌ای نیسـت. جـدول ۱ فهرسـتی از شـیوه‌های اندازه‌گیـری به‌کاررفتـه توسـط تولیدکننـدگان مختلـف را ارائـه کـرده اسـت و شـیوه‌های دیگـری نیـز در ایـن متـن ارائـه می‌گردنـد. بـا ایـن وجـود در ایـن مـورد اسـتانداردهای بسـیار کمـی در اختیـار و دردسـترس مـا هسـتند و حـدود رطوبـت مجـاز تعریف‌شـده توسـط تولیدکننـدگان مختلـف نیـز بـا یکدیگـر متفـاوت می‌باشـند.

*** شیوه تله سرد:**

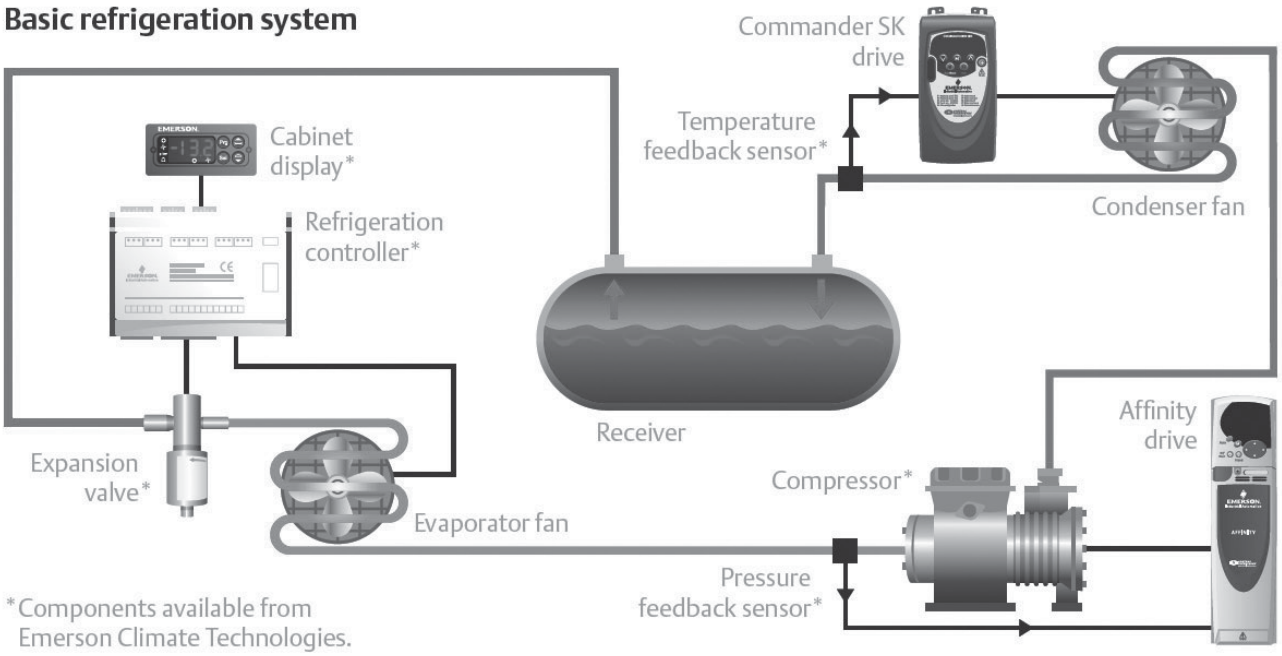
ایـن روش، یکـی از متداول‌ترین روش‌ها برای تعیین رطوبت باقیمانـده می‌باشـد، که بـا پایش سـامانه آب‌زدایـی، اطمینان لازم را در تولید تجهیزاتی مطابق با الزامات مشخصات رطوبت موردنظـر ایجـاد می‌کنـد. بعـد از تکمیـل فراینـد آب‌زدایـی، یکـی از تجهیـزات را بـه عنـوان نمونـه موردنظـر انتخـاب می‌کنیـم و سـپس بـا قـرار دادن تجهیز مذکـور در داخل یک اجـاق، آن را بـه مـدت ۴ تـا ۶ سـاعت در دمایـی بیـن °C ۵۶ تـا °C ۱۳۵ (وابسـته بـه محدودیت‌هـای نمونـه مذکـور) گـرم می‌کنیـم. در طـول زمـان گرمایـش، خلائـی توسـط بطری تلـه سـرد غوطـه‌ور در اسـتون و محلـول یـخ خشـکی (یـا ماده معادل آن) کـه عموماً در دمـای حـدود °C ۷۳- نگهـداری می‌گردنـد، ایجـاد می‌شـود. سـطوح خلاء ایجادشـده بین Pa ۱۳- ۱/۳ هسـتند، کـه البتـه مقادیر خلاء بیشـتر (فشـار کمتـر)، دارای ارجحیت بالاتـری می‌باشـند. عوامـل مهم و موثر شـامل نشـتی‌ناپذیری (درزبندی) سـامانه خلاء، و تمیزی و خشـکی بطری تله سـرد می باشـند.

*** پس‌نشتی خلاء:**

اندازه‌گیـری نـرخ پس‌نشـتی خـلاء، ابـزار دیگـری بـرای بررسـی اجـزاء سـامانه و یـا سـامانه‌های موردنظـر بـرای اطمینـان از عـدم وجـود بخـار آب می‌باشـد. ایـن روش عمدتـاً بـه همـراه فراینـد تخلیـه یـک واحـد و یـا سـامانه بـه کار مـی‌رود، و قبـل از شـارژ نهایـی مبـرد، تمامـی گازهـای چگالش‌ناپذیـر را حـذف می‌سـازد. شـیوه آزمایشـی مذکـور امـکان وارسـی هـر واحـد را فراهـم می‌کنـد، امـا افزایـش فشـار می‌توانـد بـا سـرعت بالایـی وجـود نشـتی و همچنیـن

2. Goddard
3. Larsen and Elliot

KARAB Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـواع بوسـتر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008



آب‌زدایی ناقص را نشان دهد. ممکن است که در این شیوه، عامل زمان، عاملی بحرانی باشد، و به این علت باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. بلیر و کاهون[4] (۱۹۴۶) نشان دادند که مساحت کوچک در تماس با حجم نسبتاً بزرگ آب می‌تواند تنها موجب افزایش آرام فشار بخار گردد. همچنین این شیوه شرایط واقعی سامانه شارژ شده (پر شده از مبرد) را ارائه نمی‌کند.

* **نقطه شبنم:**

هنگام به‌کارگیری هوای خشک، یکی از شیوه‌های کاملاً رضایت‌بخش بررسی و ارزیابی خشک‌شدگی سامانه، شامل قرائت نقطه‌شبنم هوا در زمانی است که هوای خشک از بخشی از سامانه در حال خشک شدن خارج می‌گردد. اگر جریان هوا نسبتاً آرام باشد، اختلاف ملموسی بین نقطه‌شبنم هوای ورودی و خروجی از قطعه مذکور وجود خواهد داشت، و کاهش نقطه‌شبنم هوای خروجی در نهایت تا رسیدن به نقطه‌شبنم هوای ورودی تغییر می‌یابد. مشابه با تمامی سامانه‌ها و شیوه‌های تشریح‌شده در این فصل، مقادیر قابل‌قبول و مجاز موردنظر به اندازه، نحوه استعمال، و حدود رطوبت مطلوب وابسته می‌باشند.

* **شیوه ثقل‌سنجی:**

در این شیوه که توسط استاندارد ASHRAE 35 تشریح شده است، مقدار کنترل‌شده‌ای از مبرد از میان دسته متوالی از فلاسک‌های محتوی پنتوکسید فسفردار (P_2O_5) عبور می‌کند، و افزایش جرمی ماده شیمیایی مذکور (ناشی از افزایش رطوبت) اندازه‌گیری می‌گردد. با وجود این‌که روش مذکور، روشی مطلوب برای مبردهای خالص به شمار می‌رود، هر آلاینده روغنی موجود در مبرد می‌تواند نتایج نامناسب و غیردقیقی را ایجاد کند. این شیوه تنها باید در یک آزمایشگاه و یا تحت شرایط کاملاً کنترل‌شده به انجام رسد. همچنین این روش، روشی زمان‌بر است و نمی‌توان از این روش برای مقادیر تولید بالا استفاده کرد. به‌علاوه،

4. Blair and Calhoun

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

این روش، روش موثری برای سامانه‌های محتوی مقادیر پایین مبرد نمی‌باشد، و دلیل آن ناشی از آن است که برای کسب نتایج دقیق، این روش نیازمند مقادیری بین g ۳۰۰-۲۰۰ مبرد است. اگر این روش بر روی سامانه‌هایی اجرا گردد که تخلیه هر مقداری از مبرد موجب تغییر کارآیی سامانه شود، بعد از اجرای این شیوه، شارژ مجدد مبرد الزامی می‌باشد.

*** رطوبت‌سنج اکسیدآلومینیوم:**

رطوبت‌سنج اکسیدآلومینیوم، حس‌گری شامل یک نوار آلومینیومی می‌باشد که توسط فرایند ویژه‌ای برای ایجاد یک لایه متخلل اکسید، آنودیزه شده است. پوشش بسیار نازکی از طلا نیز (از طریق ذوب طلا بر روی نوار آلومینیومی) سطح ساختار مذکور را پوشانده است. سطح مبنای آلومینیومی و لایه طلا، در واقع دو الکترودی هستند که اساساً یک خازن اکسیدآلومینیوم را تشکیل می‌دهند.

در حس‌گر مذکور، بخار آب از میان لایه طلا عبور می‌کند و بر روی دیواره‌های روزنه‌های اکسیدآلومینیوم و در ارتباط مستقیم با فشار بخار آب محیط احاطه‌کننده حس‌گر، به حالت تعادل می‌رسد. تعداد مولکول‌های آب جذب‌شده توسط ساختار اکسیدی مذکور، موجب ایجاد امپدانس (مقاومت ظاهری) الکتریکی حس‌گر و برقراری خروجی جریان الکتریکی می‌شوند که دارای تناسب مستقیم با فشار بخار آب می‌باشد. ابزار مذکور برای هر دو حالت ماده یعنی، گازها و مایعات و در محدوده دمایی ۷۰ °C تا ۱۱۰- °C و محدوده فشاری در حدود ۱ Pa تا ۳۴/۵ MPa مناسب می‌باشد. ثابت قانون هانری[5] (ppm جرمی اشباع آب سیال تقسیم بر فشار بخار اشباع آب در یک دمای ثابت) برای هر سیال باید تعیین گردد. برای بسیاری از سیال‌ها، ثابت مذکور باید متناسب با دمای کاری حس‌گر، اصلاح گردد.

*** آشکارساز رطوبت کریستنسن[6]:**

آشکارساز رطوبت کریستنسن برای بررسی سریع اجزاء و یا واحدهای غیرمتغیر و یا واحدهای موجود در خط تولید به کار برده می‌شود. در این روش، در ابتدا هوای خشک به داخل بخش آب‌زدایی‌شده دمیده می‌شود و سپس از روی مقدار اندازه‌گیری‌شده‌ای از سولفات‌کلسیم ($CaSO_4$) عبور داده می‌شود. دمای $CaSO_4$، متناسب با مقدار آب جذب‌شده توسط آن، افزایش می‌یابد، و بدین‌ترتیب امکان تنظیم و پایش محدوده‌های مطلوب و موردنظر میسر می‌گردد. یکی از تولیدکنندگان گزارش داده است که به‌وسیله این روش، کویل‌ها در زمان کوتاه ۱۰ ثانیه‌ای مورد بررسی قرار گرفته‌اند. محدوده‌های رطوبت این آشکارساز در حدود mg ۶۰- ۲ می‌باشند. اصلاحاتی نیز باید برای گونه‌های مختلفی از اندازه دانه‌های جاذب رطوبت، مقدار هوای عبوری از میان جاذب و اختلاف دماهای تجهیزات و اجزاء مختلف لحاظ گردد.

*** شیوه کارل فیشر:**

در سامانه‌های حاوی مبرد و روغن، تعیین رطوبت به طرق ذیل انجام می‌شوند:
(۱) اندازه‌گیری پایداری دی‌الکتریک یا
(۲) شیوه کارل‌فیشر (رید[7]، ۱۹۵۴).

در این شیوه، نمونه موردنظر در مخلوطی از کلوروفورم، متیل‌الکل و واکنش‌گر کارل‌فیشر، چگالیده و سرد می‌گردد و سپس هنگامی‌که محلول مذکور تا دمای اتاق گرم می‌شود، مبرد مورد نظر تبخیر می‌گردد. زمانی‌که مبرد تبخیر می‌گردد،

5. Henry's Law constant

6. Christensen Moisture Detector

7. Reed

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

Air Conditioner FROST ITALY
www.pajandpad.com / info@pajandpad.com
شرکت پاژنـدپاد

محلـول باقیمانـده فـوراً تـا یـک نقطـه انتهایـی الکترومتـری توقـف نهایـی عیارسـنجی می‌گـردد و مقـدار رطوبـت تعییـن می‌شـود. ایـن روش نیازمنـد یـک نمونـه g ۱۵ از مبـرد می‌باشـد و حـدود ۲۰ دقیقـه بـه طـول می‌انجامـد. بـرای تاییـد نتایـج کسـب شـده، بررسـی‌های متعـددی انجـام می‌گیـرد. ایـن روش عمومـاً بـرای مقادیـری کمتـر از ۱۵ mg/kg نتایـج دقیقـی بـه همـراه نـدارد؛ بـا ایـن وجـود، از ایـن روش می‌تـوان بـرای وارسـی سـامانه‌های کامـل نیـز اسـتفاده کـرد و دلیـل آن نیـز ناشـی از عـدم نیـاز این شـیوه بـه جوشـاندن (تبخیـر) روغـن بـه خـارج از مبـرد اسـت. رید اشـاره می‌کنـد کـه افزودنی‌هـای موجـود در روغـن (در صـورت وجـود)، بـرای اطمینـان از عـدم تاثیـر و مداخلـه آن‌هـا در واکنش‌هـای ایـن شـیوه، بایـد مـورد بررسـی قـرار گیرنـد. همچنیـن شـیوه کارل‌فیشـر را می‌تـوان تنهـا بـرای تعییـن رطوبـت موجـود در روغـن مـورد اسـتفاده قـرار داد (اسـتاندارد ASTM D 117 ، مورتـون و فاچـس[8]، ۱۹۶۰، رید، ۱۹۵۴).

یـک شـیوه جایگزیـن شـامل تزریـق مسـتقیم g ۱۰- ۵ از نمونـه مبـرد بـه داخـل واکنش‌گرهـای کارل‌فیشـر در یـک نـرخ جریـان ثابـت و بـا اسـتفاده از ابـزار کاهنـده فشـاری نظیـر یـک لولـه موئیـن می‌باشـد. بعـد از عبـور کامـل مبـرد از میـان واکنـش گـر، میـزان رطوبـت به‌وسـیله عیارگیـری (تیتراسـیون) خـودکار یـک نقطـه انتهایـی الکترومتـری توقـف نهایـی تعییـن می‌گـردد. ایـن شـیوه حـدود ۱ سـاعت بـه طـول می‌انجامـد و عمومـاً بـرای مقادیـری برابـر ۵ mg/kg دارای دقـت خوبـی می‌باشـد.

*** تحلیل‌گر آب الکترولیتی:**

تیلـور[9] (۱۹۵۶) یـک تحلیل‌گـر آب الکترولیتـی را کـه بـه طـور ویـژه‌ای بـرای تحلیـل مقادیـر رطوبـت موجـود در یـک فراینـد پیوسـته و همچنیـن در نمونه‌هـای مجـزا (گسسـته) طراحـی شـده اسـت را تشـریح می‌کنـد. ابـزار مذکـور نمونـه مبـرد را بـه شـکل بخـار از میـان عنصـر حساسـی شـامل یـک فیلـم اسیدفسـفریک کـه دو الکتـرود پلاتینـی را در برگرفتـه اسـت، عبـور می‌دهـد; فیلـم اسـیدی رطوبـت را جـذب می‌کنـد. هنگامی‌کـه کـه یـک ولتـاژ dc در سراسـر الکترودهـا اعمـال می‌گـردد، آب جذب‌شـده در فیلـم مذکـور، بـه هیـدروژن و اکسـیژن تجزیـه می‌شـود و مطابـق بـا قانـون اول الکترولیـز فـارادی، موجـب ایجـاد جریـان dc می‌گـردد. جریـان ایجـاد شـده متناسـب بـا جـرم محصـولات تجزیـه (تجزیـه الکتریکـی) شـده اسـت. بـه دلیـل وجـود تبخیرکننـده داخلـی در ابـزار مذکـور، می‌تـوان از ایـن ابـزار بـرای تحلیـل مایعـات و بخـار اسـتفاده کـرد. ایـن ابـزار بـرای تحلیـل مبردهـای هالوکربنـی رایـج مناسـب می‌باشـد، امـا نمونه‌هـای به‌کاررفتـه بایـد عـاری از روغـن و آلاینده‌هـای دیگـر باشـند. در تسـت‌های انجام‌گرفتـه بـر روی جاذب‌هـای رطوبـت، ایـن شـیوه بـرای مبـرد R-22 نتایـج دقیـق و سـریعی را بـه دنبـال دارد.

*** شناساگر شیشه مرئی:**

در سـامانه‌های کاملاًشارژشـده هالوکربونـی، یـک شناسـاگر شیشـه مرئـی را می‌تـوان در خطـوط مبـرد مـورد اسـتفاده قـرار داد. ایـن ابـزار شـامل یـک کـف شـیمیایی رنگـی می‌باشـد کـه از میـان شیشـه رنگـی، قابـل روئیـت اسـت، و رطوبـت اضافـی (بیـش از حـد) را به‌وسـیله تغییـر رنـگ، نشـان می‌دهـد. الزامـات ایـن شـیوه شـامل کارکـرد سـامانه در طـول دوره زمانـی مناسـب بـرای گـردش رطوبـت در سراسـر کـف شیشـه مرئـی می‌باشـد. ایـن شـیوه رطوبـت را تنهـا بـه طـور کیفـی بـا مقـدار اسـتاندارد ثابتـی مقایسـه می‌سـازد. شناسـاگرهای شیشـه مرئـی در سـامانه‌های دوبخشـی (اسـپلیت) آب‌زدایی‌شـده کارخانـه‌ای و بـه قصـد کسـب اطمینـان لازم از خشک‌شـدگی آن‌هـا بعـد از نصـب میدانـی (در محـل نصـب)، و شـارژ مبـرد بـه کار گرفتـه شـده‌اند و بـه طـور متداولـی بـرای پایـش رطوبـت موجـود در سـامانه‌های درحـال‌کار، بـه همـراه خشـک‌کن- فیلترهـا مـورد اسـتفاده قـرار گرفته‌انـد.

*** ملاحظات ویژه:**

بـا وجـود این‌کـه تمامـی شـیوه‌های تشریح‌شـده در ایـن بخـش قـادر بـه اندازه‌گیـری موثـر و مناسـب رطوبـت هسـتند، کاربـرد آن‌هـا در کارخانـه نیازمنـد اقدامـات احتیاطـی معینـی می‌باشـد. اپراتورهـا بایـد آموزش‌هـای لازم را در اسـتفاده از تجهیـزات مذکـور فراگرفتـه باشـند و یـا اگـر تحلیـل مذکـور در یـک آزمایشـگاه بـه انجـام می‌رسـد، شـیوه صحیحـی از ایمن‌سـازی نمونه‌هـا بایـد

8. Morton and Fuchs
9. Taylor

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

لحاظ گردد. فلاسک‌های نمونه باید کاملاً خشک و عاری از آلاینده‌ها باشند. خطوط سامانه نیز باید کاملاً تمیز، خشک و به طرق صحیحی تخلیه شده باشند. شیوه‌های تعیین وزن نمونه، زمان مورد نیاز در طول سیکل و موقعیت قطعه نمونه باید به روشنی تعریف گردند و به دقت اجرا شوند. برای کسب قرائت‌های همسان، وارسی و کالیبره‌سازی تجهیزات باید بر طبق مبنایی منظم انجام گیرد.

شارژ مبرد

دقت مورد نیاز در هنگام شارژ مبرد یا روغن به داخل یک واحد به اندازه و کاربرد واحد بستگی دارد. تجهیزات تغذیه مبرد (دستی یا خودکار) باید متناسب با شرایط ویژه تاسیسات انتخاب گردند. شارژ استاندارد در جایی به کار می‌رود که دقت زیادی نیاز نبوده و یا نرخ تولید بالایی وجود نداشته باشد. تابلوهای شارژ کاملاًخودکار با بررسی خلاء موجود در واحدها، خط شارژ را تخلیه کرده و مقدار مورد نیاز و مطلوب روغن و مبرد ورودی به سامانه را اندازه‌گیری می‌کنند. ابزار مذکور، ابزاری دقیق و مناسب برای تولید انبوه می‌باشد.

در طول شارژ سامانه، مبرد و روغن باید به طور دقیقی منتقل گردند. مکان و زمان شارژ روغن و مبرد، تاثیر شدیدی بر عمر مفید سامانه دارد. برای جلوگیری از پیچیدگی‌های غیرضروری [ایجاد حباب‌های ریز (کف‌کردگی)، ماسیدگی روغن و توزیع نامناسب روغن و غیره]، شارژ واحد مورد نظر با روغن باید قبل از شارژ مبرد انجام گیرد. در هنگام شارژ مبرد باید از تجمع (ماسیدگی) مایع در طول راه‌اندازی اولیه جلوگیری گردد. بهترین روش برای انجام این عمل، شارژ کردن واحد از سمت فشاربالای آن می‌باشد. خطوط مبرد باید خشک و تمیز باشند و تمامی خطوط شارژ باید در شرایط بدون رطوبت و گازهای چگالش‌ناپذیر نگاه‌داری شوند. همچنین محفظه‌های جدید باید به ابزار تخلیه مناسبی متصل گردد. عدم‌دقت در رعایت این موارد احتیاطی می‌تواند منجر به ایجاد رطوبت و گازهای چگالش‌ناپذیر زیادی در سامانه‌های تبرید گردد.

سامانه‌های ذخیره و شارژ روغن باید برای جلوگیری

KARAB
Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR
ISO 9001.2008

از آلودگی و تماس مستقیم بین روغن و هوا به طور مناسبی طراحی و نگه‌داری گردند. برای اطمینان از تطابق ویژگی‌های روغن و مبرد منتقل‌شده به واحد تبرید، با ویژگی‌های مطلوب مورد نظر، وارسی‌های منظم رطوبت و آلاینده‌ها باید در ایستگاه شارژ انجام گیرند. کمپرسورهای شارژشده با روغن که برای ذخیره در انبار و یا حمل به مناطق دیگر به کار می‌روند، باید با نیتروژن خشک شارژ گردند. کمپرسورهای بدون روغن را می‌توان با هوای خشک شارژ نمود. در هر دو مورد، دریچه‌های مکش و تخلیه باید با درپوش‌های لاستیکی و یا ابزار مناسب دیگر مسدود گردند.

اجرای تست‌های نشتی

ضمانت‌های طولانی و شارژهای بحرانی مبرد بیان‌گر اهمیت تشخیص صحیح نشتی، قبل از شارژ واحد می‌باشند.

استاندارد ASHRAE 147 نرخ نشتی مجاز را برای مبردهای معینی (برای مثال، نه بیشتر از ۳ گرم بر سال از مبرد R-22 در فشار ۱/۰۳ MPa). ارائه کرده است. سامانه‌ای با میزان ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم از مبرد و ضمانت‌نامه ۵ ساله باید اساساً هیچ‌گونه نشتی‌ای نداشته باشد، در حالی‌که در سامانه‌ای با ۴/۵ تا ۹ کیلوگرم مبرد، اتلاف ۳۰ گرم از مبرد در ۱ سال دارای تاثیر زیادی بر کارآیی سامانه نخواهد داشت. هر نشتی‌ای در سمت کم‌فشار سامانه‌ای که در زیر فشار اتمسفریک کار می‌کند، صرف‌نظر از میزان شارژ مبرد می‌تواند خطرناک باشد. قبل از اجرای هر گونه تست نشتی، اجزاء و یا سامانه را باید تحت تست استحکام قرار داد که فشار این تست بسیار بالاتر از فشار تست نشتی می‌باشد. تست مذکور از ایمنی واحد مذکور در زمانی که واحد موردنظر تحت فشاری در شرایط روباز (بدون پوشش) آزمایش می‌گردد، اطمینان می‌دهد. فشارهای تست طراحی قابل‌اجرا برای اجزاء پایین‌دست و بالادست سامانه توسط آزمایشگاه‌های بیمه‌کننده (UL)، انجمن مهندسان مکانیک آمریکا (ASME)، موسسه استانداردهای ملی آمریکا (ANSI)، و ASHRAE ارائه شده‌اند. واحدها و یا اجزای که از درزبندهای ترکیبی به عنوان درزبندهای اتصالی استفاده می‌کنند، باید بعد از فرایند آب‌زدایی، تحت تست نشتی نهایی قرار گیرند. سفت کردن مجدد پیچ‌ها بعد از فرایند آب‌زدایی می‌تواند به کاهش نشتی ناشی از درزبندها کمک کند.

شیوه‌های شناسایی نشتی

* **تست غوطه‌وری در آب:**

تست غوطه‌وری در آب شیوه‌ای از اجرای تست استحکام و نشتی می‌باشد. جسم مورد آزمایش تا فشار مثبت معینی تحت فشار قرار می‌گیرد و سپس در یک تانک کاملاً روشن (قابل مشاهده از بیرون) پرشده با آب تمیز فرو برده می‌شود. چندین دقیقه برای ایجاد و توسعه مسیر حباب‌های کوچک و تشخیص نشتی احتمالی به طول می‌انجامد. توجه کنید که حباب‌ها می‌توانند بر روی یکسطح و به عنوان نتیجه‌ای از خروج گاز پدیدار شوند و توسعه و ایجاد مسیری از حباب‌ها، یک عامل کلیدی می‌باشد. این روش اجرای تست نشتی دارای قابلیت و حساسیت شیوه‌های طیف‌نمایی جرمی و یا شیوه‌های کشف نشتی الکترونیکی نیست، اما برای تولید حجم- بالا مناسب است.

* **کشف نشتی توسط حباب صابون:**

برای مناطق مشکوک به نشتی، نشتی‌های با نرخ بالای سامانه‌های تحت‌فشار را می‌توان به‌وسیله استفاده از یک محلول آب صابون مشخص کرد. حباب‌های تشکیل‌شده در محلول نشان‌گر نشت مبرد می‌باشند.

* **کشف نشتی فلورسنت:**

این سامانه شامل تزریق مقدار کوچکی از یک افزودنی فلورسنت به داخل شارژ روغن/ مبرد یک سامانه درحال‌کار می‌باشد. نشتی به شکل تابش زرد- سبزی در زیر یک لامپ فرابنفش (UV) مشاهده می‌گردد. این روش برای سامانه‌های هالوکربنی، روش مناسبی می‌باشد. به دلیل وجود ماده افزودنی در روغن، و برای اجتناب از کسب نتایج غلط ناشی

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

از تست‌های ایجادشده به‌وسیله باقیمانده روغن پس‌ماند، تمیزکاری کلی سامانه بعد از تعمیر نشتی الزامی می‌باشد. همچنین تشخیص تابش فلورسنت در نور طبیعی روز، مشکل می‌باشد.

*** اجرای تست فشار:**

جسم موردتست، تحت فشار و یا خلاء کاملاً درزبند می‌گردد و هر موردی از کاهش و یا افزایش فشار در طول زمان، وجود نشتی را نمایان می‌سازد. غالباً از نیتروژن خشک به‌عنوان واسطه‌ای برای اجرای تست فشار استفاده می‌شود. محدودیت‌های این شیوه شامل زمان مورد نیاز برای اجرای تست، کمبود میزان‌حساسیت و ناتوانی در تعیین مکان هر نشتی (در صورت وجود) احتمالی می‌باشد.

*** اجرای تست نشتی الکترونیکی:**

آشکارساز نشتی الکترونی شامل ردیابی است که هوا را از روی یک دیود پلاتینی عبور می‌دهد و نشر یون مثبت از دیود پلاتینی در حضور یک گاز هالوژن به شدت افزایش می‌یابد. نشر افزایش‌یافته یون مثبت به یک سیگنال مرئی و یا صوتی تبدیل می‌شود. اجرای تست الکترونیکی به همراه چراغ‌های هالیدی دارای مضراتی شامل این موارد است: هر ناحیه مشکوک باید مورد کاوش قرار گیرد و آلودگی موجود می‌تواند موجب حساسیت کمتر تجهیز گردد؛ با این وجود، این شیوه مزایایی نیز دارد: اساساً حساسیت افزایش‌یافته، جزء مزایای آن می‌باشد. با استفاده از یک آشکارساز به‌خوبی نگهداری‌شده می‌توان نشتی‌ای با یک نرخ 10^{-3} mm³/s (استاندارد)، که تقریباً معادل اتلاف ۳۰ گرمی مبرد در طول ۱۰۰ سال می‌باشد را تشخیص داد. همچنین عدم‌حساسیت تجهیز در نقطه‌ای که نشتی‌ها در زیر یک نرخ ازپیش‌تعیین‌شده قرار دارند، قابل‌تشخیص نیستند. برای اجرای این مورد، برخی از مدل‌ها دارای یک ویژگی جبرابی خودکار می‌باشند.

مشکل آلودگی با بهبود حساسیت، بحرانی‌تر می‌گردد، بنابراین واحد تحت‌آزمایش را در محفظه‌ای قرار می‌دهند که به‌وسیله هوای خارجی تا حدودی تحت فشار گرفته است و این عمل موجب دور نگه داشتن آلاینده‌ها از ناحیه تولید می‌گردد و گازهای آلاینده را از واحدهای دارای نشتی دور می‌کند. سیگنال صوتی این امکان را فراهم می‌سازد که تمرکز اپراتور ردیاب تنها بر روی جستجوی نشتی باشد و نیازی به نگاه کردن به هیچ تابش و یا صفحه مدرجی نباشد. همچنین نگهداری از تجهیز مذکور مشکلاتی را به وجود می‌آورد، به این علت که حساسیت ردیاب باید در فاصله‌های زمانی کوتاهی مورد بررسی قرار گیرد. قرار گرفتن ردیاب در مقابل مقادیر بزرگی از مبرد موجب کاهش حساسیت ردیاب می‌گردد. قبل از کاربرد ابزار الکترونیکی، یک بررسی تقریبی (برای مثال، اجرای تست زیرآبی) مکرر برای کشف نشتی‌های بزرگ انجام می‌گیرد.

*** طیف‌نمایی جرمی:**

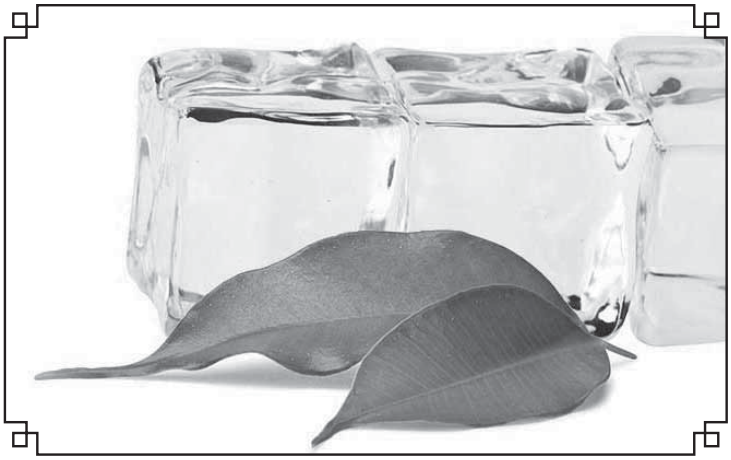
در این روش، واحد تحت‌تست مورد تخلیه قرار می‌گیرد و سپس به‌وسیله مخلوطی از هلیم- و- هوا احاطه می‌گردد. خلاء توسط یک طیف‌نمای جرمی نمونه‌گیری می‌گردد و هر اثری از هلیم، وجود یک و یا چند نشتی را نشان می‌دهد. بسیاری از تولیدکنندگان تجهیزات از شیوه کشف نشتی طیف‌نمایی جرمی استفاده می‌کنند و دلیل آن نیز ناشی از حساسیت بالای آن است; طیف‌نمایی‌های جرمی قادر به کشف نشتی‌هایی از 10^{-7} mm³/s هستند. این شیوه عموماً برای اندازه‌گیری همزمان نرخ کلی نشتی ناشی از تمامی اتصالات به کار می‌رود. محدودیت اصلی این شیوه شامل هزینه‌های تجهیزات تست و مواد مصرفی بالاتر این شیوه نسبت به شیوه‌های کشف نشتی دیگر می‌باشد. سطوح تست مربوط به تجهیزات تولیدی عموماً در مقداری نزدیک 10^{-2} mm³/s تنظیم می‌شوند.

غلظت موردنیاز هلیم به نشتی بیشینه مجاز، پیکربندی سامانه تحت‌تست، زمانی که سامانه می‌تواند در محیط هلیومی باقی بماند، و سطح خلاء داخلی سامانه وابسته است; سطح پایین‌تر خلاء، بیان‌گر قرائت‌های بالاتر هلیم می‌باشد. زمان طولانی‌تری که واحد موردنظر درمعرض محیط هلیومی قرار می‌گیرد، بیان‌گر غلظت پایین‌تر لازم برای حفظ حساسیت مورد

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

Air Conditioner FROST ITALY
www.pajandpad.com / info@pajandpad.com
شرکت پاژنـدپاد

نیـاز می‌باشـد. اگـر، بـه دلیـل شـکل واحـد تسـت، یکـی از نشـتی‌های موجـود در فاصلـه‌ای دور از نقطـه نمونه‌گیـری قـرار گیـرد، ایجـاد خـلاء مناسـب و زمـان کافـی بـرای ظهـور نشـان‌های (اثرهـای) هلیـم بـر روی طیف‌نمـای جرمـی بایـد لحـاظ شـوند.



بـه ماننـد شـیوه‌های دیگـر تشریح‌شـده در ایـن فصـل، بهتریـن شـیوه اجـرای تسـت بـا اسـتفاده از شـیوه طیف‌نمایـی بـرای اجـرای آزمایشـی هزینـه- کارآ، شـامل تعییـن محـل و مشـخص کـردن درزهـای کالیبرشـده در نقـاط انتهایـی واحـد تسـت و سـپس تنظیـم زمـان در معرض‌گـذاری و غلظـت هلیـم می‌باشـد. یکـی از تولیدکننـدگان، نشـتی مبـردی برابـر ۱/۴ گـرم بـر سـال را بـا اسـتفاده از غلظـت ۱۰ درصـدی هلیـم و در معرض‌گـذاری واحـد موردآزمایـش در مـدت ۱۰ دقیقـه، گـزارش کـرده اسـت.

حساسـیت شـیوه طیف‌نمایـی جرمـی می‌توانـد به‌وسـیله مشـخصات سـامانه تحت‌آزمایـش، محـدود گـردد. بـه دلیـل این‌کـه در ایـن شـیوه تنهـا نـرخ نشـتی کلـی قابل‌تشـخیص می‌باشـد، ادعـای اینکـه نـرخ نشـتی موجـود، (بـرای مثـال، ۳۰ گـرم بـر سـال) ناشـی از یـک نشـتی نسـبتاً بـزرگ و یـا چنـد نشـتی کوچـک اسـت، غیرممکـن می‌باشـد. اگـر حساسـیت موردنظـر موجـب عدم‌پذیـرش واحدهـا بـه خـارج از محـدوده حساسـیت تسـت‌های قبلـی فهرست‌شـده در ایـن فصـل گـردد، اسـتفاده از ردیـاب هلیومـی بـرای تعییـن محـل نشـتی‌ها، اجتناب‌ناپذیـر می‌باشـد. در ایـن شـیوه، اجـزاء و یـا سـامانه موردردیابـی بایـد بـرای زدودن کامـل هلیـوم، کامـلاً تخلیـه شـود سـپس در هنـگام اتصـال سـامانه بـه طیف‌نمـای جرمـی، جـت باریکـی از هلیـوم بـر روی هـر اتصـال و یـا ناحیـه مشـکوک بـه نشـتی افشـانده می‌شـود. در سـامانه‌های بـزرگ، بـه دلیـل نیـاز بـه زمـان کافـی بـرای عبـور هلیـوم از نقـاط نشـتی بـه طیف‌نمـای جرمـی، زمـان انتظـار مناسـبی بایـد لحـاظ گـردد. بـرای صرفه‌جویـی در زمـان، مناطـق ا یز و له شـد ه (بـرای مثـال، خم‌هـای ۱۸۰ درجـه موجـود بـر روی یـک انتهـای کویـل) بایـد پوشـانده شـوند و سـپس بـا افشـادن (اسـپری) هلیـم بـر روی آن‌هـا، وجـود و یـا عدم‌وجـود نشـتی در ایـن نواحـی تعییـن گـردد.

ملاحظات ویژه

دو گـروه عمومـی از کشـف نشـتی وجـود دارنـد: گروهـی کـه قبـل از تزریـق مبـرد بـه داخـل سـامانه، اجـازه و امـکان وارسـی نشـتی را ارائـه می‌دهنـد، و گروهـی کـه بـرای وارسـی نشـتی بـه وجـود مبـرد نیـاز دارنـد. مزیـت شـیوه‌هایی کـه از مبـرد اسـتفاده نمی‌کننـد آن اسـت کـه گرمـای به‌کاررفتـه بـرای تعمیـر اتصـالات دارای اثـرات نامطلوبـی نمی‌باشـد. در واحدهـای حـاوی مبـرد، قبـل از فراینـد جوشـکاری، زردجوشـکاری، و یـا لحیم‌کاری، مبـرد بایـد از سـامانه خـارج گـردد و گازهـا و بخارهـای موجـود نیـز از واحـد مذکـور تخلیـه گردنـد. در ایـن شـیوه از تجزیـه مبـرد و افزایـش فشـار جلوگیـری می‌شـود کـه می‌توانـد مانعـی بـرای تکمیـل موفقیت‌آمیـز یـک اتصـال سـالم شـود.

تمامـی تجهیـزات آزمایـش نشـتی بایـد بـرای اطمینـان از حساسـیت بیشـینه مطلـوب، بـه طـور مکـرر کالیبـره شـوند. عمومـاً آشکارسـاز نشـتی الکترونیکـی و طیف‌نمـای جرمـی توسـط تجهیـزات فراهم‌شـده توسـط تولیدکننـده کالیبـره می‌گردنـد. عمومـاً طیف‌نماهـای جرمـی را بـا اسـتفاده از یـک فلاسـک محتـوی هلیـوم مـورد وارسـی

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

قرار می‌دهند. یک روزنه شیشه‌ای در فلاسک مذکور امکان گریز و خروج نرخ معینی از هلیوم را فراهم می‌سازد. اپراتور طیف‌نمای مذکور نیز با مقایسه نرخ گریز اندازه‌گیری‌شده با نرخ استاندارد آن، طیف‌نمای مذکور را کالیبره می‌کند.

اثربخشی سامانه کشف نشتی را می‌توان به بهترین شیوه با روزنه‌های کالیبره‌شده شیشه‌ای (می‌توان آن‌ها را از بازار خرید) بررسی نمود. روزنه‌های مذکور را می‌توان در داخل واحد تست ایجاد کرد، و با اجرای سیکل‌های معمول کشف نشتی، اثربخشی شیوه کشف نشتی موردنظر را ارزیابی نمود. از مسدود نبودن محل روزنه تست مطمئن گردید. نرخ نشتی روزنه تست، باید قبل و بعد از هر بازبینی (ممیزی) سامانه، تعیین گردد.

از نقطه‌نظر تولیدکنندگان، برای ممانعت از وجود نشتی، استفاده از هر شیوه کشف نشتی باید در درجه دوم اهمیت قرار گیرد. تکنیک‌های نامناسب جوشکاری و لحیم‌کاری، قطعات کثیف، ترکیبات درزبندی آزمایش نشده و یا گازه‌های جوشکاری و مواد لحیم‌کاری نامناسب و مهارت ضعیف کارگران می‌توانند منجر به ایجاد نشتی‌هایی گردند که در زمان حمل و نقل و یا در زمان‌های بعدی ایجاد می‌شوند. کنترل و تحلیل دقیق هر اتصال و یا نقطه نشتی، امکان تمرکز تست‌ها را بر محتمل‌ترین نواحی وقوع نشتی فراهم می‌کند. بررسی صدها اتصال بر روی یک واحد توسط اپراتورهای تجهیزات، امکان کشف تمامی نشتی‌ها را نسبتاً کاهش می‌دهد، ولی در مقابل تمرکز دقیق بر روی نواحی محدود و مشکوک به نشتی می‌تواند موجب کاهش قابل توجهی در خرابی‌های میدانی (در محل نصب) گردد.

اجرای تست کارآیی

به دلیل وجود انواع و طرح‌های متعدد سامانه‌های تبرید، این بخش تنها برخی از اطلاعات ویژه و معین را در مورد آزمایش کمپرسورها ارائه می‌دهد و برخی از جنبه‌های مهم اجرای تست اجزاء دیگر و سامانه کامل را پوشش می‌دهد.

اجرای تست کمپرسور

دو موضوع قابل ملاحظه اصلی در تست کمپرسورها شامل تست قدرت، و ظرفیت می‌باشند. ملاحظات ثانویه نیز شامل نرخ پس‌نشتی، راه‌اندازی با ولتاژ پایین، سر و صدا و ارتعاش می‌باشند.

* **تست بدون مبرد:**

تعدادی از روش‌های تست، قدرت و ظرفیت کمپرسور را قبل از تزریق مبرد به واحد تبرید، اندازه می‌گیرند. در مواردی که قدرت بیش‌ازاندازه‌ای توسط اصطکاک قطعات متحرک کمپرسور ایجاد گردد، تست‌های ولتاژ- پایین، واحدهای معیوب را در ابتدای مونتاژ شناسایی می‌کنند. در این آزمایش‌ها، ولتاژ از مقدار پایین و یا صفری به مقداری که موجب خاموشی کمپرسور می‌شود افزایش می‌یابد و این مقدار با مقدار استاندارد تثبیت‌شده‌ای مقایسه می‌گردد. هنگامی‌که شیرها و یا صفحات شیر، قابل دسترسی می‌باشند، برای بررسی پس‌نشتی کمپرسور، کمپرسور را می‌توان به‌وسیله استفاده از یک پمپ هوا آزمایش نمود. هوا در فشار ثابت از میان واحد عبور می‌کند و بدین‌ترتیب نرخ جریانی که موجب باز شدن شیرها می‌شود، تعیین می‌گردد. سپس نرخ جریان مذکور با یک مقدار استاندارد تثبیت‌شده مقایسه می‌گردد. این شیوه تنها هنگامی موثر است که شیرها به طور مناسبی محکم (درزبند) باشند و استفاده از این روش برای شیرهایی که قبل از باز شدن، نشیمن‌گاه آن‌ها به طور صحیح و درزبندی قرار نگرفته باشد، مشکل است.

دقت زیادی در زمان استفاده از یک کمپرسور برای پمپاژ هوا نیاز می‌باشد و دلیل آن ناشی از این موضوع است که ترکیب روغن، هوا و دماهای بالای ایجادشده توسط تراکم می‌تواند منجر به آتش‌سوزی و یا انفجار گردد.

در یک تست متداول با استفاده از کمپرسور به عنوان پمپ هوا، جریان هوای تخلیه‌شده توسط جریان‌سنج، جریان‌سنج روزنه‌ای و یا با ابزارهای اندازه‌گیری جریان دیگر، اندازه‌گیری می‌شود. به دلیل آن که در

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

ایـن آزمایـش، تراکـم هـوا بـه طـور آدیاباتیـک (بـی‌دررو) انجـام می‌گیـرد، اگـر زمـان انجـام تسـت بیشـتر از چنـد دقیقـه بـه طـول انجامـد، بـرای جلوگیـری از گرمایـش بیش‌ازحـد خطـوط تخلیـه و اکسیداسـیون روغـن، فشـار تخلیـه بایـد پاییـن باشـد. [دمـای تخلیـه تراکـم ایزنتروپیـک (هم‌انتروپـی) نسـبت بـه دمـای محیـط برابـر ۱۴۰ °C در فشـار ۲۴۰ kPa (فشـار نسـبی) می‌باشـد، امـا دمـای تخلیـه آدیاباتیـک برابـر ۲۸۰ °C در فشـار ۸۶۰ kPa (فشـار نسـبی) اسـت.] هنگامی‌کـه کمپرسـور بـرای پایاسـازی دماهـا، زمـان نسـبتاً طولانـی (و کافـی) درحـال‌کار باشـد، هـر دو عامـل جریـان و قـدرت را می‌تـوان بـا حـدود تثبیت‌شـده مقایسـه کـرد. قرائت‌هـای دمـای تخلیـه و اندازه‌گیری‌هـای سـرعت دو عامـل بسـیار اساسـی در تحلیـل واحدهـای معیـوب می‌باشـند. در صـورت تخلیـه و یـا محبـوس شـدن مقـدار قابـل توجهـی از هـوا، بـرای جلوگیـری از چگالـش رطوبـت و در نتیجـه زنگ‌زدگـی و خوردگـی سـمت تخلیـه، هـوای به‌کاررفتـه در آزمایـش بایـد بـه انـدازه کافـی خشـک گـردد.

شـیوه دیگـری از تعییـن کارآیـی کمپرسـور شـامل پمپـاژ هـوا توسـط کمپرسـور از یـک دریچـه هـوای آزاد بـه داخـل یـک حجـم ثابـت اسـت. زمـان موردنیـاز بـرای دسـت‌یابی بـه یـک فشـار معیـن در مقابـل مقـدار فشـار قابـل قبـول اسـتاندارد بیشـینه‌ای مقایسـه می‌شـود. فشـار به‌کاررفتـه در ایـن آزمایـش تقریبـاً برابـر ۸۶۰ kPa (فشـار نسـبی) اسـت، بـه طوری‌کـه یـک گسـتره زمانـی منطقـی قابـل حصـول می‌باشـد. بـرای کسـب قرائت‌هـای ۰دقیـق، کافـی بـودن زمـان مـورد نیـاز بـرای اندازه‌گیـری ظرفیـت کمپرسـور الزامـی اسـت، امـا همچنیـن بـرای جلوگیـری از گرمایـش بیش‌ازحـد، زمـان مذکـور بایـد بـه انـدازه لازم کوتـاه نیـز باشـد. قرائت‌هـای قـدرت کمپرسـور را می‌تـوان در هـر زمانـی از سـیکل، ثبـت نمـود. به‌وسـیله خامـوش کـردن کمپرسـور، می‌تـوان نـرخ پس‌نشـتی را بـه عنـوان ابـزاری بـرای بررسـی اضافـی، اندازه‌گیـری نمـود. به‌عـلاوه تسـت‌های پمپـاژ و پس‌نشـتی تشریح‌شـده در بـالا، تسـت خـلاء نیـز بایـد بـه انجـام رسـد.

تسـت خـلاء بایـد به‌وسـیله بسـتن سـمت مکـش، و بـاز گذاشـتن سـمت تخلیـه بـه محیـط اتمسـفر انجـام گیـرد.

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

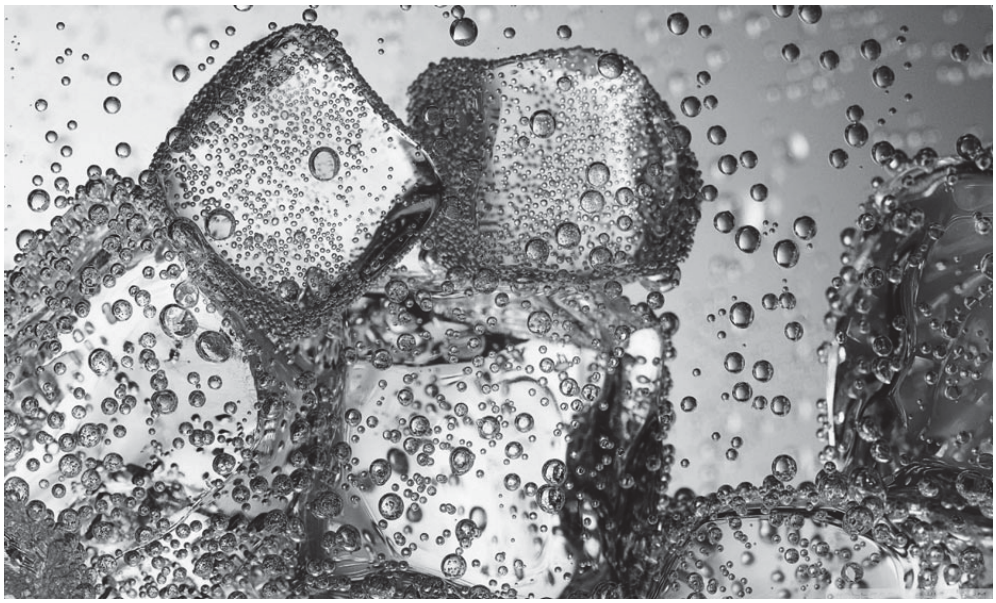
عموماً این تست بر روی کمپرسورهای پیستونی انجام می‌شود. خلاء معمولی که تحت این شرایط به دست می‌آید، حدود kPa ۱۰- ۶/۵ (فشار مطلق) می‌باشد. همچنین انسداد ناگهانی سمت مکش موجب می‌گردد که روغن به عنوان ابزاری برای وارسی قابلیت‌های مکش پمپ (بدون پر بودن لوله‌های مکش از مایع، و تنها با ایجاد خلاء جزئی در سمت مکش پمپ که هوا را از خط مکش بیرون کرده و مایع موردنظر را وارد پمپ می‌کند)، به کار رود و دلیل آن ناشی از بازداری و فرونشست روغن و تلاش برای هواگیری می‌باشد. همچنین این آزمایش میزان تخلخل و نشتی درزبندها (لایی‌ها) را مشخص می‌سازد. برای تثبیت زمان‌های معقول مکش (پمپاژ)، نرخ‌های پس‌نشتی و مکش، باید تعداد زیادی از واحدهای تولیدی برای تعیین گستره تغییرات موجود در محصولات تولیدی مورد آزمایش قرار گیرند.

در هر تست ظرفیت انجام‌گرفته توسط هوا، برای جلوگیری از آلودگی کمپرسور، تنها باید از هوای خشک و تمیز استفاده گردد.

پایش کارآیی کمپرسور در هنگام آزمایش کمپرسورهایی با ظرفیت و قدرت مشخص، بهترین روش برای تایید مقبولیت محدودیت‌های تشریح‌شده تست مذکور می‌باشد. اقدامات احتیاطی لازم برای جلوگیری از اسیدی و یا آلوده شدن روغن کمپرسور را انجام دهید.

❋ اجرای تست با مبرد:

شیوه‌های آزمایشی جریان‌سنجی و کالری‌سنجی برای رتبه‌بندی کمپرسورهای جابجایی- مثبت در استاندارد ASHRAE 23 تشریح گردیده است. این نوع از اجرای آزمایش عموماً بر طبق اصول ممیزی انجام می‌گیرد. اگر هدف از اجرای آزمایش، تعیین دقیق ظرفیت و بازده کمپرسور نباشد، شیوه‌های جایگزین دیگری نظیر آزمایش بر روی سامانه های بخار یا سامانه های حذف فوق‌گرمایش می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. آزمایش سامانه بخار نیازمند یک ابزار انبساطی (TXV) و یک مبدل‌حرارتی (یا چگالنده)



کاملاً (بـه انـدازه کافـی) بـزرگ بـرای انتقـال گرمـای معـادل قـدرت موتـور می‌باشـد. گاز متراکم‌شـده به‌وسـیله کمپرسـور تـا زمانـی کـه آنتالپـی آن بـه آنتالپـی شـرایط مکـش برسـد، خنـک می‌گـردد. سـپس گاز مذکـور مجـدداً بـه طـور آدیاباتیـک تـا حالـت مکـش منبسـط می‌گـردد. در ایـن شـیوه نیـازی بـه تبخیرکننـده نمی‌باشـد و همچنیـن از مبدل‌حرارتـی (چگالنـده) کوچک‌تـری نیـز اسـتفاده می‌شـود. در کمپرسـورهایی بـا ظرفیـت پاییـن، می‌تـوان بـه طـور موثری از قطعـه‌ای از لولـه کـه خـط تخلیـه را بـه خـط مکـش متصـل می‌کنـد و دارای شـیر انبسـاطی دسـتی می‌باشـد، اسـتفاده کـرد. مقیـاس کارآیـی در واقـع رابطـه فشـارهای مکـش و تخلیـه بـا قـدرت می‌باشـد. هنگامی‌کـه یـک مبدل‌حرارتـی آب‌خنـک (چگالنـده) مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیـرد، فشـار تخلیـه عمومـاً مشـخص می‌باشـد، و افزایـش دمـای آب و جریـان، بـه عنـوان نمایش‌گرهـا (شـاخص‌های) ظرفیـت بـه کار می‌رونـد. اجـرای شـیوه حـذف فـوق گرمایـش نیـز مشـابه روش قبـل می‌باشـد، امـا در ایـن شـیوه بـه غیـر از چگالنـده و TXV[10]، از یـک شـیر کنارگـذر گاز داغ (HGBV)[11] نیـز اسـتفاده می‌شـود. مبـرد مایـع موجـود در چگالنـده و گاز تخلیـه داغ به‌وسـیله HGBV مخلـوط می‌گردنـد و فشـار و دمـای مکـش کافـی و مناسـبی را بـرای کمپرسـور فراهـم می‌سـازند. HGBV فشـار مکـش و TXV را کنتـرل می‌کنـد و بـه عنـوان یـک شـیر سـردکننده (اطفـاء)، فراینـد فوق‌گرمایـش را کنتـرل می‌سـازد. توجـه کنیـد کـه گسـتره و پایـداری بالاتـری در طـول کارکـرد کمپرسـور به‌وسـیله اسـتفاده از یـک شـیوه ضـد فوق‌گرمایـش بـه جـای شـیوه بخـاری قابـل دسـت‌یابی می‌باشـد.

بـرای پالایـش بیشـتر، ابـزار اندازه‌گیـری جریـان را می‌تـوان در خطـوط مبـرد نصـب نمـود. در صـورت دسـت‌یابی بـه فشـارها و دماهـای تخلیـه و مکـش از پیش‌تعیین‌شـده، ایـن سـامانه، یـک سـامانه حسـاس- بـه- شـارژ می‌باشـد. در زمانـی کـه تمامـی واحدهـا دارای ظرفیـت یکسـانی باشـند و نقطـه تسـت واحـدی موردقبـول باشـد، بـه دلیـل تعییـن شـارژ مطلـوب، بـا کمتریـن روش تجربـی و آزمایشـی، ایـن گزینـه، گزینـه رضایت‌بخشـی می‌باشـد. بـا ایـن وجـود، هنگامی‌کـه ابعـاد و اندازه‌هـای

10. expansion device

11. Hot-gas bypass valve

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

مختلفی مورد آزمایش قرار می‌گیرند، و یا بیش از یک نقطه تست مطلوب، موردنظر باشد، برای انبساط کامل مایع، می‌توان بعد از چگالنده، از یک دریافت‌کننده مایع استفاده کرد.

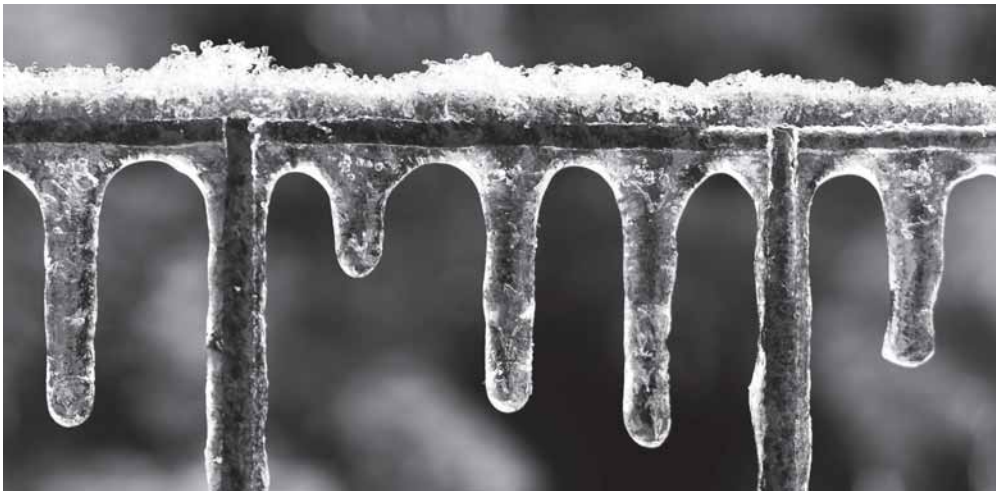
مبرد مورد نظر باید عاری از هر گونه آلودگی، گازهای بی‌اثر و رطوبت باشد. در زمان عدم‌کارکرد، لوله‌ها و تمامی اجزاء دیگر نیز باید کاملاً تمیز و درزبند باشند. در مورد سامانه‌های درزبند و نیمه‌درزبند، داغ‌شدگی موتور در سامانه تست، امکان اجرای تست را تا زمان شستشوی کامل سامانه و تخلیه کامل مواد اسیدی غیر ممکن می‌سازد. در تمامی تست‌ها، انتقال (جابجایی) روغن باید به دقت مورد پایش قرار گیرد و روغن باید به پوسته موتور (کارتر) بازگردانده شود.

طول زمان آزمایش کارآیی یک کمپرسور به عوامل مختلفی بستگی دارد. برای کسب دقت مناسب، باید شرایط پایدار و ثابتی برقرار گردد. اگر مشکلات مربوط به پمپ روغن و یا شارژ روغن، مشکلاتی جدی و اساسی باشند، برای اطمینان از کشف تمامی عیوب، کمپرسور باید به مدت کافی مشغول کار باشد.

آزمایش کلی سامانه‌ها

در یک کارخانه، ممکن است که هر سامانه‌ای را در یک دمای محیط کنترل‌شده و یا در یک دمای محیط کارگاهی مورد آزمایش قرار داد. در هر دو مورد، تست‌های مذکور باید به دقت انجام گیرند، و هر گونه اصلاحات ضروری نیز باید به اجرا درآید. به دلیل مشکلات مربوط به اندازه‌گیری دما و جریان هوا، در هنگامی که از شرایط ثانویه‌ای به عنوان شاخص‌های ظرفیت استفاده می‌گردد، عموماً تست‌های خط تولید دارای قابلیت‌اطمینان بیشتری هستند. برای مثال در زمان آزمایش دستگاه‌های تهویه‌مطبوع مستقل، می‌توان با استفاده از هر منبعی از هوا در یک دمای محیط کارگاهی و یا دمای محیط کنترل‌شده، بار ثابتی را بر تبخیرکننده دستگاه مذکور اعمال نمود تا زمانی‌که بار وارده نسبتاً ثابت باشد، مقدار مطلق (واقعی) آن اهمیتی ندارد. در واحدهای دارای چگالنده‌های هوا-خنک می‌توان از دماها و فشارهای مکش و تخلیه به عنوان مقیاس غیرمستقیمی از ظرفیت استفاده کرد. توزیع هوا، سرعت، یا دمای وارده بر کویل واحد تست باید در طول آزمایش ثابت نگاه داشته شود، و سپس باید کارآیی واحد تست را با کارآیی یک واحد استاندارد تطبیق داد. اندازه‌گیری‌های قدرت در واقع مکمل و تکمیل‌کننده قرائت‌های پارامترهای مکش و تخلیه می‌باشند.

برای واحدهای آب- خنکی که امکان کنترل دقیق جریان آب میسر است، ظرفیت واحد به بهترین شکل توسط گرمای دفع‌شده از چگالنده اندازه‌گیری می‌گردد. برای تحلیل واحدهای مذکور، فشارهای مکش



KARAB
Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR
ISO 9001.2008

و تخلیـه را می‌تـوان اندازه‌گیـری نمـود. اندازه‌گیری‌هـای دمـا و جریـان آب، قـدرت، زمـان سـیکل، فشـارهای مبـرد و دماهـای مبـرد همگـی جـزء شـاخص‌های ظرفیـت قابـل اطمینانـی هسـتند.

کارکـرد اولیـه و اصلـی تسـت کارآیـی کارخانـه‌ای در واقـع اطمینـان از سـاخت و مونتـاژ صحیـح واحـد می‌باشـد. در نتیجـه، تمامـی تجهیـزات موردنظـر بایـد بـا یـک واحـد اسـتاندارد مقایسـه گردنـد و ایـن واحـد اسـتاندارد بایـد شـامل واحـد متداولـی باشـد کـه تمامـی الزامـات لازم برنامه‌هـای صـدور تاییدیه‌هـای مربـوط بـه کمپرسـورها و واحدهـای دیگـر موسسـه سـازندگان وسـایل خانگـی (AHAM)[12] و انجمـن تهویـه مطبـوع، گرمایـش و تبریـد (AHRI)[13] را اخـذ نمـوده باشـد. AHRI و AHAM اسـتانداردهای رتبه‌بنـدی را بـه همـراه تلرانس‌هـای بیشـینه و کمینـه عملـی ارائـه می‌دهنـد. اسـتانداردهای متعـدد ASHRAE و سـازمان بین‌المللـی اسـتانداردها (ISO)، تسـت‌های رتبه‌بنـدی قابـل کاربـردی را ارائـه کرده‌انـد.

دلایـل متـداول خرابـی (عیـوب فنـی) یـک سـامانه کامـل تبریـد شـامل، شـارژ بیـش از حـد، شـارژ کمترازحـد، حضـور گازهـای چگالش‌ناپذیـر در سـامانه، انسـداد لوله‌هـای سـامانه و یـا لوله‌هـای موئیـن و بـازده پاییـن کمپرسـور می‌باشـند. بـرای تعییـن اعتبـار و حساسـیت هـر یـک از شـیوه‌های آزمایشـی به‌کاررفتـه، بهتریـن روش اسـتفاده از واحـدی بـا مشـخصات شناخته‌شـده و معیـن می‌باشـد، به‌طوری‌کـه به‌دین‌طریـق بتوانیـم محدوده‌هـای تثبیت‌شـده بـرای انحرافـات و تغییـرات موجـود از اسـتاندارد آزمایـش را تعییـن کنیـم. بـرای مثـال اگـر محدوده‌هـای تثبیت‌شـده بـرای شـارژ مبـرد برابـر بـا ۳۰ g ± باشـند، در ابتـدا واحـد آزمایـش را بـا مقـدار صحیحـی از مبـرد شـارژ می‌کنیـم و سـپس شـارژ واحـد را بـا مبـردی بـه میـزان ۳۰ گـرم بیشـتر و ۳۰ گـرم کمتـر تکـرار می‌کنیـم. اگـر در طـول زمـان آزمایـش، کارآیـی واحـد مـورد نظـر، رضایت‌بخـش نباشـد، حـدود شـارژ تثبیت‌شـده بایـد مجـدداً تعییـن گردنـد. ایـن شـیوه مشـترک بایـد بـرای تمامـی متغیرهـای موثـر بـر کارآیـی واحـد کـه موجـب انحـراف از حـدود تثبیت‌شـده می‌گردنـد، اجـرا گـردد. بـا توجـه بـه اهمیـت آزمایش‌هـای انجام‌گرفتـه، تمامـی تجهیـزات مذکـور بایـد بـه دقـت نگهـداری و کالیبـره شـوند. گیج‌هـای به‌کاررفتـه در اجـرای آزمایش‌هـا بایـد در دوره‌هـای زمانـی منظـم مـورد وارسـی قـرار گیرنـد و از هـر گونـه ارتعـاش و نوسـان محافظـت گردنـد. نـگاه‌داری خطـوط تسـت موئیـن بـه صـورت کامـلاً تمیـز و عـاری از هـر گونـه آلاینـده‌ای الزامـی می‌باشـد. بـرای جلوگیـری از اتصـال مقاومـت- بـالا، کابل‌هـای قـدرت بایـد در شـرایط مناسـبی باشـند و ابـزار سـنجش سـامانه الکتریکـی نیـز بایـد کالیبـره شـده و بـرای کسـب داده‌هـای همسـان محافظـت گـردد.

در تاسیسـاتی کـه آزمایـش اجـزاء و کنتـرل سـاخت آن‌هـا بـه طـور مناسـبی اجـرا و مدیریـت شـده اسـت، بـه طوری‌کـه واحـد موردنظـر عملکـرد رضایت‌بخشـی را نشـان می‌دهـد، واحدهـای مذکـور را بایـد تنهـا بـرای کشـف عیـوب اصلـی مـورد آزمایـش (تـا حـد لـزوم، طولانی) قـرار داد. تسـت مـوردی نمونه‌هـای مذکـور بـرای اطمینـان از قابلیت‌اطمینـان محصـول کافـی می‌باشـد. ایـن روش آزمایـش مـوردی بـه دلیـل تاثیـر نامطلـوب آزمایـش کامـل تاسیسـات بـر ظرفیـت و تـوان تاسیسـات دارای جنبه‌هـای اقتصـادی مناسـبی می‌باشـد و نتایـج صحیحـی را نیـز در بـر دارد، و همچنیـن تسـت کل تاسیسـات ضـروری بـه نظـر نمی‌رسـد.

بـرای ارزیابـی کارآیـی یخچال‌هـا و فریزرهـا، اندازه‌گیـری زمـان، دمـا و قـدرت بـه کار بـرده مـی شـود. ارزیابـی کارآیـی به‌وسـیله مـدت زمـان سپری‌شـده بیـن آغـاز و اولیـن توقـف کار کمپرسـور و یـا توسـط دوره متوسـط روشـن- و- خامـوش شـدن کمپرسـور در طـول تعـداد از پیـش تعیین‌شـده‌ای از سـیکل‌ها در یـک دمـای محیـط معیـن و یـا کنترل‌شـده انجـام می‌گیـرد. همچنیـن دماهـای همزمـان مکـش و تخلیـه مربـوط بـه قرائت‌هـای قـدرت نیـز بـرای برقـراری انطبـاق بـا اسـتانداردها، مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیـرد. در واحدهایـی کـه اتصـالات ضـروری (بـرای وسـایل اندازه‌گیـری) وجـود دارنـد، قرائت‌هـای فشـار نیـز می‌تواننـد مـورد اسـتفاده قـرار گیرنـد. چنیـن قرائت‌هایـی عمومـاً تنهـا بـرای واحدهایـی امکان‌پذیـر می‌باشـد کـه تلفـات مبـرد تاثیـر چندانـی بـر واحدهـای مذکـور نداشـته باشـد، زیـرا گیج‌هـای به‌کاررفتـه می‌تواننـد موجـب بخشـی از اتـلاف مبـرد گردنـد. بـرای اطمینـان از عملکـرد

12. Association of Home Appliance Manufactures (AHAM)
13. The Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute (AHRI)

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

کنترل‌ها در محدوده مشخصات طراحی و اطمینان از عملکرد آن‌ها در یک توالی و مسیر صحیح، واحدهایی با مدارهای کنترلی پیچیده عموماً تحت آزمایش عملیاتی قرار می‌گیرند.

آزمایش اجزاء

تست اجزاء سامانه باید بر مبنای درک کاملی از کاربرد و هدف مورد نظر از هر یک از اجزاء موردتست انجام گیرد. کلیدهای فشاری باید با هوا و در تست کلی ماشین، کالیبره و تنظیم گردند و درصورتی‌که هیچ خطری در مورد انسداد مسیرها و یا قطع اتفاقی مدار در طول کارکرد کلید وجود نداشته باشد، نیازی به وارسی مجدد آن‌ها نیست. با این وجود، اگر کلید مورد نظر به‌وسیله لحیم‌کاری در هنگام مونتاژ نهایی دستگاه نصب گردیده باشد، اقدامات پیش‌گیرانه‌ای برای جلوگیری از انسداد مسیرهای موئین کلید، ضروری می‌باشد.

لوله‌های موئین سامانه‌های تبرید به‌وسیله آزمایش هوا مورد وارسی قرار می‌گیرند. هنگامی‌که حدود لوله موئین، شناخته شده و مشخص است، اجرای یک تست افت فشار و نرخ جریان برای حذف لوله‌هایی با اندازه نامناسب و یا پیچ‌خورده، امری نسبتاً ساده است. هنگامی‌که چندین لوله موئین در یک توزیع‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان از مجموعه‌ای از مانومترهای آبی برای وارسی جریان نامتوازن استفاده کرد و همچنین می‌توان از آن‌ها برای کشف لوله‌های آسیب‌دیده و یا با اندازه نامناسب استفاده نمود.

در تاسیساتی با کنترل تولید مناسب، تنها آزمایش موردی نمونه‌هایی از تبخیرکننده‌ها و چگالنده‌ها کفایت می‌کند. کنترل دقیق کویل‌ها در طول ساخت و تولید آن‌ها می‌تواند موجب کشف گسترش (بسط) نامناسب، اتصال ضعیف و ترک‌خوردگی و فاصله‌بندی غیریکنواخت فین‌ها (پره‌ها) گردد. همچنین بازرسی مناسب می‌تواند لزوم استفاده از تجهیزات آزمایشی هزینه‌بر را رفع سازد. در آزمایش نمونه‌های تجهیزات، یک تبخیرکننده و یا چگالنده کامل و یا بخشی از سطوح انتقال‌حرارت مورد آزمایش قرار می‌گیرند. از آنجایی‌که شیوه مایع- به- مایع یکی از ساده‌ترین و دقیق‌ترین شیوه‌های اندازه‌گیری انتقال‌حرارت می‌باشد، یک لوله و یا کویل را می‌توان به‌وسیله عبور جریان آب از میان آن مورد آزمایش قرار داد، در حالی‌که لوله و یا کویل مذکور در حمامی از آب، غوطه‌ور می‌باشد. دمای حمام آب باید در مقدار ثابتی حفظ گردد و ظرفیت نیز به‌وسیله اندازه‌گیری نرخ جریان عبوری از کویل و اختلاف دمای بین آب ورودی و خروجی از کویل محاسبه می‌گردد.

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

استراتژی‌های تخلیه اضطراری ساختمان‌ها

تهیه و تنظیم : سارا نصیری

۱- مقدمه

استراتژی اصلی حفظ ایمنی ساکنان ساختمان‌ها در هنگام بروز شرایط اضطراری (به‌ویژه حریق) تسهیل انتقال مردم به نواحی امن می‌باشد. به‌غیر از کاربری‌های سازمانی (نظیر مراکز مراقبت پزشکی و بازداشتگاه‌ها) استراتژی مذکور شامل کاربرد پله‌ها به‌عنوان بخشی از ابزار ایمنی فرار (MOE) [1] در زمان تخلیه عمودی می‌باشد. سازمان‌های کدسازی، فرایند تخلیه همزمان مردم از طریق پله‌های ساختمان‌های مرتفع و شلوغ را غیر عملی می‌دانند. بنابراین کاربرد تخلیه مرحله‌ای همواره مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین نیازهای افرادی با معلولیت حرکتی و محدودیت فیزیکی (دائمی یا موقتی) نیز برای خروج از پله‌ها مورد بی‌توجهی قرار گرفته است.

پیرو واقعه ۱۱ سپتامبر، توجه تازه‌ای به مقوله‌هایی نظیر خروج اضطراری از ساختمان‌های مرتفع معطوف گردید. پیرو واقع مذکور تعدادی از کارشناسان برای باز ارزیابی استراتژی‌های تخلیه ساختمان‌ها فراخوانده شدند. در سپتامبر ۲۰۰۶ کارگاهی در آتلانتا به‌وسیله کمیسیون کاری W14: آتش و کمیسیون کاری TG50: ساختمان‌های مرتفع، انجمن پژوهش و نوآوری بین‌المللی ساخت و ساختمان (CIB) [2] برگزار گردید. در کارگاه مذکور مباحثی از جمله استراتژی تخلیه از ساختمان‌های مرتفع مطرح شد. مقاله پیش رو ادامه‌ای از بحث مذکور می‌باشد.

۲- معیارهای سنجش کارآیی

در طراحی کارآیی‌محور ساختمانی [3]، معیار کارایی متوسط سامانه‌های تخلیه از تحلیل تخلیه زمانی به دست می‌آید. در مقاله پیش رو گستره‌ای از روش‌های محاسباتی از محاسبات ساده دستی تا شبیه‌سازی‌های کامپیوتری پیشرفته برای برآورد زمان مورد نیاز

1- protected means of egress (MOE)
2- International Council for Research & Innovation in Building & Construction (CIB)
3- Performance-Based Building Design

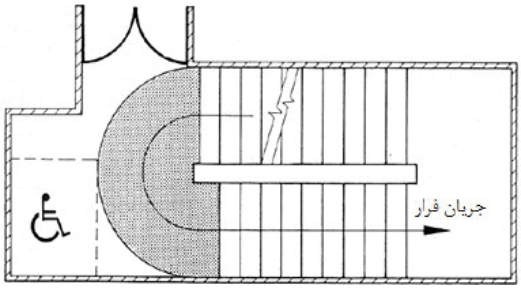
KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

خـروج ایمـن (RSET)[4] افـراد بـه‌کار می‌رونـد. برخـی از روش‌هـای مذکـور اصـول رفتـاری برهم‌کنش‌هـای انسـانی را نیـز در بـر می‌گیرنـد. زمـان فـرار در دسـترس سـاکنین سـاختمان‌ها، بـدون قرارگیـری آن‌هـا در شـرایط خطـرزای داخلـی از طریـق مدل‌هـای حریـق و یـا روش‌هـای محاسـباتی برآورد می‌گـردد. مقـدار کمتـر RSET از مقـدار زمـان در دسـترس خـروج ایمـن (ASET)[5] بـه معنـای دسـت‌یابی بـه ایمنـی بیشـتر اسـت.

پارامتـر طراحـی ابزارهـای فـرار (بـر طبـق آیین‌نامه‌هـا) ظرفیـت فـرار ابزارهـای فـرار می‌باشـد. مولفه‌هـای ابزارهـای ایمـن فـرار (MOE) بـر مبنـای تعـداد افـراد بـر واحـد عـرض رتبه‌بنـدی می‌شـوند. بنابرایـن ارتبـاط مسـتقیمی میـان الزامـات طراحـی قانونـی و معیـار کارآیـی بحرانـی زمـان فـرار وجـود نـدارد. اطلاعـات بیشـتری در زمینـه مبنـای طراحـی سـامانه‌های فـرار (بـر طبـق آیین‌نامه‌هـا) در مقالـه بوکوسـکی و کولیگوسـکی [6] ارائـه گردیـده اسـت [۱].

۳- اجزاء ابزارهای فرار

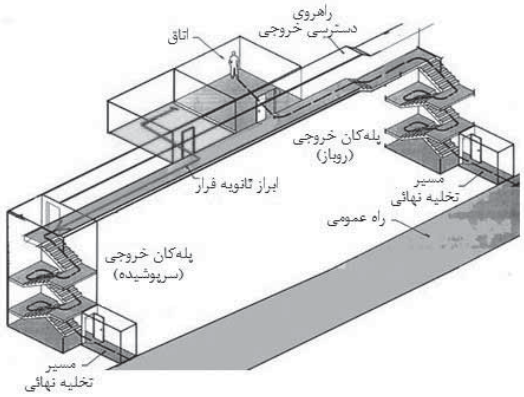
ابزارهـای ایمـن فـرار (MOE) شـامل راهـرو دسترسـی خروجـی (عمومـاً یـک راهـروی عمومـی کـه بـه خروجـی منتهـی می‌گـردد)، خروجـی (عمومـاً یـک پلـکان) و راهـرو تخلیـه (عمومـاً درب خروجـی یـا راهـروی ضـد حریـق منتهـی بـه فضـای بیرونـی) می‌باشـند. در مـواردی پله‌هـای فـرار شـامل



نواحـی کمک‌هـای امـدادی به‌عنـوان بخشـی از پاگردهـای بزرگ‌تـر هسـتند. نواحـی کمک‌هـای امـدادی فضـای مطلوبـی بـرای خـروج افـراد (به‌ویـژه معلـولان) از سـیل جریـان مـردم می‌باشـند. افـراد مذکـور سـپس می‌تواننـد در فضـای مذکـور اسـتراحت کننـد و یـا در انتظـار کمک‌هـای امـدادی بماننـد.

در مـواردی پله‌هـای فـرار شـامل راهروهـای انتقالـی نیـز می‌باشـند. راهروهـای مذکـور بـرای تغییـر تـراز عمـودی پله‌هـا بـه تـراز افقـی و جابجایـی تجهیـزات و یـا ابقـاء فضـای جدایـش حداقلـی موردنیـاز پله‌هـا در سـطح طبقه‌هـا بـه‌کار می‌رونـد.

فضـای جدایـش جـزء حرکـت افقـی در طبقـه مـورد نظـر، جـزء عمـودی بـرای انتقـال از طبقه موردنظـر به تـراز خروجی تخلیـه (یـا مکان‌هـای امـن دیگـر) و جـزء افقـی بـرای انتقـال بـه فضـای پیرامونـی سـاختمان اجـزاء مشـترکی بـرای کلیـه سـامانه‌های فـرار می‌باشـند. به‌عـلاوه طـول اجـزاء افقـی مذکـور به‌گونـه‌ای می‌باشـد کـه سـاکنین سـاختمان بـه بیـش از چنـد دقیقـه بـرای طـی مسـیرهای افقـی نیـاز نخواهنـد داشـت. بنابرایـن تغییـرات اصلاحـی در اجـزاء افقـی دارای تأثیـر قابـل توجهـی بـر کارآیـی کلـی MOE نمی‌باشـد، ولـی همـواره امـکان افزایـش قابلیـت اطمینـان اجـزاء افقـی مسـیر خواهـد بـود.



۴- پله‌ها

پلکان‌هـا ابـزار اصلـی جابجایـی قائـم سـاکنین سـاختمان‌ها در طـول حریـق می‌باشـند و عمومـاً ابـزاری موثـر و قابـل اطمینـان هسـتند. بـا ایـن وجـود پلکان‌هـا دارای معایبـی نیـز می‌باشـند. اکثـر مقـررات سـاختمانی کاربـرد حداقلـی دو پلـکان مسـتقل در هر سـاختمان را ایجـاب می‌کننـد. در شـرایط بـروز هـر حادثـه‌ای کـه

4- the Required Safe Egress Time (RSET)
5- Available Safe Egress Time (ASET)
6- Bukowski & Kuligowski

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

دسترسی به یکی از پلکان‌ها را ناممکن سازد، پلکان دومی برای فرار ساکنین در دسترس خواهد بود. عدم وابستگی هر دو پلکان فرار به یکدیگر از فاصله زیاد محل قرارگیری آن‌ها نشأت می‌گیرد. همچنین کاربرد پلکان‌های مورب (دو پلکان متقاطع در شفتی مشترک) نیز به‌دلیل کمینه‌سازی فضای موردنیاز ساختمانی بسیار رایج می‌باشد. ایراد اصلی پلکان‌های متقاطع از نزدیکی دو پلکان مذکور و کاهش ظرفیت فرار در ورودی پلکان‌ها نشأت می‌گیرد. با این وجود فرض کاربری پلکان متقاطع به‌عنوان پلکانی منفرد مزایای بسیاری را در بر دارد: (۱) تأمین ظرفیت فرار بیشتر و پیکربندی بهتر در قیاس با پلکان منفرد (۲) پلکان عریض‌تر به‌دلیل دسترسی بهتر افراد به نرده پلکان.

ایراد دیگر پلکان‌های مذکور ناشی از به‌کارگیری یکی از پلکان‌ها برای فرایند اطفاء حریق می‌باشد (پلکان حمله[7]). در پلکان اطفاء حریق (پلکان حمله)، شلنگ اطفاء حریق بر روی پله‌ها و برای دسترسی به طبقه حریق باز می‌شود. بازگشایی شلنگ حریق بر روی پله‌ها و پرسازی شلنگ مذکور با آب امکان فرار ساکنین ساختمان‌ها را از طبقات فوقانی غیر عملی می‌سازد. به‌علاوه در هنگام بازگشایی درب پلکان برای شلنگ‌کشی، دود از فضای داخلی ساختمان به درون پله‌ها وارد می‌شود و طبقه‌های فوقانی را آلوده می‌سازد. بنابراین تأخیر در فرایند اطفاء حریق تا زمان خروج کلیه ساکنین از پلکان‌های بالای طبقه حریق الزامی می‌باشد.

مورد مذکور در آتش‌سوزی ۲ ژانویه ۱۹۸۶ برج مرکز پرودنشال بوستون به وضوح قابل مشاهده می‌باشد [۲]. آتش‌سوزی برج بوستون[8] از طبقه ۱۴ام و در حالی آغاز گردید که حدود ۱۵۰۰ نفر هنوز نیز در داخل ساختمان بودند. درب ورودی طبقه ۱۴ام به پلکان فرار B در اوایل آتش‌سوزی از میان رفت و به‌دلیل ورود دود و آتش فراوان به درون پلکان مذکور، امکان استفاده از پلکان B برای ساکنان طبقات بالای طبقه ۱۲ام ناممکن گردید. در شرایط مذکور تنها پلکان A برای تخلیه و اطفاء حریق در دسترس بود. بنابراین فعالیت‌های اطفاء حریق سازمان آتش‌نشانی تا هنگام خروج کامل ساکنان ساختمان آغاز نشد؛ در حدود ۱ ساعت تأخیر در آغاز فرایند اطفاء حریق. شدت حریق نیز به دلیل عدم نازکاری طبقه حریق و تأمین سوخت حریق از مصالح ساختمانی داخلی محدود گردیده بود. در هنگام وقوع حریق طبقه ۱۴ ام کاملاً خالی بود و تنها مصالح و تجهیزات ساختمانی در طبقه مذکور وجود داشتند. اگر درب طبقه حریق به پلکان A نیز از میان می‌رفت، افراد مستقر در طبقه‌های بالای طبقه ۱۴ ام در داخل ساختمان محبوس می‌شدند.

برآورد غلوآمیزی از زمان مورد نیاز برای خروج اکثر مردم ازطریق پلکان‌های فرار، ۱ دقیقه بر دقیقه می‌باشد. در برآورد مذکور پلکان‌های فرار عاری از دود و آسیب در نظر گرفته شده‌اند. با این وجود تجمع افراد کثیری بر روی پله‌ها امکان جابجایی تمامی افراد را غیرعملی می‌کند و تعدادی از افراد برای خروج از پله‌ها نیازمند یاری دیگران خواهند بود. به‌طورکلی تعداد افرادی که بدون یاری دیگران قادر به خروج از پله‌ها نمی‌باشند با افزایش ارتفاع ساختمان بیشتر می‌شود. افراد مذکور عمدتاً شامل افرادی با معلولیت‌های حرکتی (نظیر افراد ویلچری، واکری و عصایی) می‌باشند؛ اما در حین حریق افرادی با بیماری‌های تنفسی، قلبی، چاقی و گستره‌ای از افراد باردار تا افرادی با پیچ‌خوردگی پا را نیز در بر می‌گیرند.

با این وجود خروج افراد از طریق نردبان‌های طبقه‌های فوقانی ساختمان‌های امروزی ۲۵۰ تا ۳۵۰ طبقه‌ای غیرعملی می‌باشد. به‌طورکلی کاربرد پلکان‌ها به‌عنوان ابزار اصلی فرار در هنگام بروز حریق، سوابق درخشانی را بازگو می‌کند. با این وجود حوادثی نیز در هنگام کاربرد پلکان‌ها به‌عنوان

7- the attack stair
8- the 52-story Boston Prudential Center

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

ابـزار فـرار گـزارش شـده‌اند. بازماندگـی دربهـا و رخنه‌هـای درونـی مجـرای پلکان‌هـا، متداول‌تریـن مشـکل پله‌هـای فـرار را رقـم می‌زننـد. مشـکل مذکـور در واقـع نفـوذ دود حریـق ازطریـق رخنه‌هـا و دربهـا بـه درون پلـکان می‌باشـد. آسـیب‌دیگی اولیـه مجـرای پلکان‌هـا به‌دلیـل رخـداد ابتدایـی (به‌غیـر از حمله‌هـای تروریسـتی بـه برج‌هـای مرکـز تجـارت جهانـی) بسـیار نـادر می‌باشـد. ولـی بـر طبـق آیین‌نامه‌هـای سـاختمانی مجـرای پلکان‌هـا تنهـا بایـد در برابـر حریـق مقـاوم باشـد و الزاماتـی در مورد یکپارچگـی سـازه‌ای و اسـتحکام ضربـه‌ای پلکان‌هـا مطـرح نشـده اسـت. چنیـن الزاماتـی تنهـا در شـرایط کنونـی و در واکنـش بـه نتایـج پژوهش‌هـای فاجعـه مرکـز تجـارت جهانـی (WTC) انجمـن ملـی اسـتاندارد و فنـاوری (NIST) مطـرح شـده‌اند[۳]. بـرای مثـال شـهر نیویـورک الـزام کـد سـاختمانی[۴] مجـرای پلکان‌هـای فـرار (منطبـق بـا کارآیـی تـراز ۲ مقاومـت ضربـه‌ای اسـتاندارد ASTM C 1629) را پذیرفتـه اسـت [۵].

مطابـق مطالـب فـوق هـر یـک از پلکان‌هـا چالش‌هـای قابـل توجهـی را بـرای افـراد معلـول ایجـاد می‌کننـد؛ ویلچرهـای معلـولان نقـش بسـزایی را در زندگـی آن‌هـا ایفـاء می‌کننـد و بـدون ویلچرهـا زندگـی چنیـن افـرادی بـه مخاطـره می‌افتـد. ویلچرهـا دارای وزن زیـادی هسـتند و حرکـت آن‌هـا بـه پاییـن پله‌هـا، حتـی بـه یـاری چنـد نفـر نیـز دشـوار می‌باشـد. کاربـرد صندلی‌هـای تخلیـه روش مطلوبـی بـرای انتقـال افـراد ویلچـری و افـرادی بـا محدودیت‌هـای حرکتـی بـه پاییـن پله‌هـا می‌باشـد. بـا ایـن وجـود ویژگی‌هـای حمایتـی ویلچرهـا هرگـز در چنیـن صندلی‌هایـی مشـاهده نمی‌شـود. کاربـرد صندلی‌هـای تخلیـه و یـا حتـی کمک‌هـای فیزیکـی، امـکان جابجایی برخـی از معلـولان و افـرادی بـا محدودیت‌هـای حرکتـی را از پلکان‌هـا میسـر می‌سـازد امـا مسـتلزم تمایـل و تـلاش مـردم بـرای یـاری خواهـد بـود. انتقال افـرادی بـا معلولیت‌هـای حرکتـی در فواصـل دور بـر روی پله‌هـا، خسـتگی افـراد یاری‌کننـده را در بـر دارد و منجـر بـه کنـدی انتقـال افـراد دیگـر نیـز می‌شـود. کلیـه معایـب مذکـور در هنـگام تعییـن RSET بایـد مـورد توجـه قـرار گیرنـد.

دقیق‌تریـن مطالعـه پژوهشـی در زمینـه سـیل جریـان خـروج افـراد بـر روی پلـه‌هـا به‌وسـیله تمپلـر (۱۹۷۵) ارائـه شـده اسـت و تاثیـر بسـزایی را بـر روی الزامـات قانونـی امـروزی برجـای گذاشـته اسـت[۶]. بـا وجـود آن‌کـه برطبـق نظـر تمپلـر عـرض ۱۱۰۰ mm (۴۴ in) پله‌هـای فـرار کافـی می‌باشـد، پله‌هایـی بـا عـرض ۱۴۰۰ mm (۵۶ in) دارای مزایـای بالاتـری هسـتند. اخیـراً پولـز [۹] کاربردپذیـری پله‌هـای ۱۱۰۰ mm در جوامـع پیشـرفته امـروزی را بـه چالـش کشـیده اسـت [۷]. گرایـش جوامـع کنونـی به بیماری‌هـای چاقـی و کاهـش تـوان بدنـی همگانـی از دلایـل کاهـش توانایـی حرکتـی افـراد می‌باشـد. کنـدی حرکـت افـراد چاق‌تـر و عـدم قابلیـت آن‌هـا بـرای طـی مسـیرهای طولانـی از جملـه دلایـل

9- Pauls

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

لـزوم کاربـرد پلههـای عریضتـر میباشـد. فرضیـه پولـز بهوسـیله مانورهـای حریـق بـه تاییـد رسـیده اسـت [۸]. همچنیـن بررسـی فرایندهـای تخلیـه حریـق نشـان میدهنـد کـه سـرعتهای انتقالـی روبهپاییـن پلههـا درحـدود یکچهـارم سـرعتهایی هسـتند کـه در مطالعـه تمپلـر گـزارش شـده اسـت[۹]. لازم بـه ذکـر اسـت کـه افزایـش عـرض پلههـا منجـر بـه کاهـش فضـای سـاختمانی و کاهـش اجارههـای دریافتـی در طـول عمـر سـاختمان میگـردد.

اخیـراً طرحهایـی بـه هـر دو سـازمان کدسـازی آمریکا بـرای افزایش عـرض کمینـه پلههـای فـرار از ۱۱۰۰ mm بـه ۱۴۰۰ mm ارائـه شـدهاند. افزایـش عـرض پلههـا از ۱۱۰۰ mm بـه ۱۴۰۰ mm تنهـا بـرای پلههایـی مطـرح شـدهاند کـه بـرای انتقـال جمعیتهـای بیـش از ۲۰۰۰ نفـری مـورد اسـتفاده قـرار میگیرنـد [۱۰]. بـرآورد سـازمان خدمـات عمومـی آمریـکا [۱۰] نشـان میدهـد کـه هزینـه سـاخت پلههـای عریضتـر درحـدود ۲۱ درصـد از هزینـه سـاخت پلههـای ۱۱۰۰ mm بیشـتر میباشـد. همچنیـن سـازمان مذکـور هزینـه سـالانه کاهـش فضـای قابـل اجـاره یـک سـاختمان اداری ۵۰ طبقـه را در حـدود ۲۵۰۰۰۰ تـا ۵۰۰۰۰۰ دلار بـرآورد نمـوده اسـت (بـرای ۲ پلـکان و بـر طبـق شـرایط جغرافیایـی) [۱۱].

۵- جانمایی هسته مرکزی

اکثـر سـاختمانهای مرتفـع دارای فضـای مرکـزی معینـی بـرای قراردهـی آسانسـورها، پلههـا و مجراهـای عبـور یوتیلیتـی هسـتند. هسـته مرکـزی سـاختمانهای مرتفـع بهعنـوان سـتون فقـرات سـاختمانها نقـش قابـل توجهـی را در سـامانه سـازهای ایفـاء میکنـد. بـا توجـه بـه ماهیـت زیرسـازهای فضـای مرکـزی و عـدم امـکان دسـتیابی مالـکان سـاختمانها بـه هیـچ درآمـدی از فضـاء مشـاع مذکـور، تلاشهـای گسـترهای بهوسـیله طراحـان سـاختمانها در راسـتای بهینهسـازی فضـای هسـتهای، کاهـش ابعـاد فضـای مذکـور و بیشینهسـازی درآمدهـای مالـکان انجـام میگیـرد.

عمومـاً پلکانهـای دسترسـی و درهـای روبهبیـرون پلکانهـا و راهروهـای متقاطـع (بـرای تأمیـن دسترسـی بـه راهروهـای انتظـار آسانسـور) در خـارج و اطـراف هسـته مرکـزی سـاختمان آرایـش مییابنـد. در طـرح مذکـور، پلکانهـای دسترسـی در معـرض فضـای بیرونـی سـاختمان قـرار میگیرنـد. فضـای بیرونـی سـاختمان نیـز تنهـا بهوسـیله پارتیشـنهای جداکننـده محافظـت میشـود. در طـرح بـرج مرکـز تجـارت جهانـی ۷ [۱۲]، معمـاران شـرکت SOM پلـکان دسترسـی را بـه مرکـز هسـته مرکـزی منتقل نمودنـد. در طـرح مذکـور هسـته بتنـی مسـلح از راهـرو دسترسـی حفاظـت میکنـد و ناحیـه امنـی را در هـر طبقـه ایجـاد مینمایـد. بـا وجـود آنکـه طـرح مذکـور مسـتلزم کاربـرد هسـته مرکـزی بزرگتـری میباشـد، فضـای محافظتشـده ناشـی از طـرح مذکـور مـکان امنـی را بـرای سـاکنین طبقـات در برابـر خطرهـای خارجـی و طبیعـی مهیـا میسـازد. همچنیـن در طـرح مذکـور دسترسـی مسـتقیم سـاکنین سـاختمان بـه پلههـا و آسانسـورها نیـز فراهـم میگـردد. بـا ایـن وجـود هزینـه- فایـده طـرح مذکـور نیازمنـد

10- The US General Services Administration

KARAB Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـواع بوستـر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

Air Conditioner FROST ITALY
www.pajandpad.com / info@pajandpad.com
شرکت پاژنـدپاد

ارزیابی‌هـای بیشـتری می‌باشـد.

یکـی از جنبه‌هـای طـرح سـامانه فـرار کـه بـه آرایـش هسـته مرکـزی وابسـته می‌باشـد، دوری پلکان‌هـا از یکدیگـر اسـت. سـاختمان‌های مرتفـع نیازمنـد دو خروجـی مسـتقل (حداقـل) می‌باشـند کـه به‌وسـیله فاصلـه کمینـه‌ای از یکدیگـر جـدا شـده‌اند. معمـولاً فاصلـه مذکـور از یک‌سـوم بعـد قطـری فضـای مصرفـی مذکـور کمتـر نمی‌شـود. دوری پلکان‌هـا از یکدیگـر بـرای اطمینـان از دسترسـی حداقلـی بـه یکـی از پلکان‌هـا در شـرایط وقـوع یـک رخـداد منفـرد الزامـی می‌باشـد. در برخـی از مقـررات سـاختمانی اندازه‌گیـری فاصلـه جدایـی در راسـتای مسـیر دو خروجـی موردتأییـد می‌باشـد. در ایـن مـورد امـکان قرارگیـری خروجی‌هـا در مجـاورت یکدیگـر و جداسـازی آن‌هـا به‌وسـیله یـک دیـوار عمـودی میسـر می‌باشـد. طـول دیـوار عمـودی نیـز بایـد حداقـل برابـر نیمـی از بعـد طولـی مـورد نیـاز باشـد. اگـر رخـداد اولیـه منجـر بـه خرابـی دیـوار عمـودی گـردد، طـرح فاصله‌بنـدی خروجی‌هـا نیـز شکسـت می‌خـورد.

۶- آسانسورهای فرار

آسانسـورها تجهیـزات متداولـی بـرای جابجایـی عمـودی در سـاختمان‌های مرتفـع (بیـش از چنـد طبقـه) می‌باشـند. بـا ایـن وجـود در حیـن آتش‌سـوزی ایمنـی آسانسـورها به‌دلیـل حریـق و آب خروجـی از آبپاش‌هـا و شـلنگ‌های حریـق بـه خطـر می‌افتـد. بنابرایـن سیاسـت جهانـی ایمنـی حریـق، عـدم اسـتفاده از آسانسـورها در طـول آتش‌سـوزی می‌باشـد. همچنیـن در هنـگام زمین‌لـرزه نیـز آسانسـورها از سـرویس خـارج می‌گردنـد. در حیـن زلزلـه شـتاب جانبـی آسانسـورها از سـطح معقولـی فراتـر مـی‌رود و عملکـرد ایمـن آسانسـورها را به‌خطـر می‌انـدازد.

صنایـع آسانسورسـازی در دهـه ۱۹۸۰ میـلادی سـامانه کارکـرد اضطـراری آتشنشـان‌ها (FEO) [11] را معرفـی نمودنـد. در حـال حاضـر تمامـی کدهـای سـاختمانی جهانـی کاربـرد سـامانه FEO را الزامـی نموده‌انـد. در سـامانه مذکـور شناسـایی دود در راهـرو انتظـار طبقـات و یـا موتورخانـه آسانسـور منجـر بـه بازخوانـی فـوری آسانسـور بـه یـک تـراز معیـن (عمومـاً تـراز خروجـی تخلیـه) و خـروج آسانسـور از سـرویس کاری می‌گـردد. سـپس گـروه آتش‌نشـانی از طریـق کاربـرد کلیـد ویـژه بازفعال‌سـازی کابین‌هـا، کنتـرل دسـتی کابین‌هـا را بـر عهـده می‌گیـرد. در سـبک کنترلـی مذکـور، بازخوانـی تقاضـای طبقـه‌ای آسانسـورها نادیـده گرفتـه می‌شـود و کنترل‌هـای درون-کابینـی بـرای تأمیـن ایمنـی بیشـتر کابین‌هـا، کارکـرد متفاوتـی را ارائـه می‌دهنـد. اکثـر قوانیـن سـاختمانی کاربـرد آسانسـورها به‌وسـیله آتشنشـان‌ها بـرای تخلیـه افـراد معلـول را مـورد تاییـد قـرار داده‌انـد.

علی‌رغـم عـدم وجـود قوانیـن کلـی معینـی بـرای تاییـد کاربـرد آسانسـورهای فـرار، تعـداد فزاینـده‌ای از سـامانه‌های فـرار وجـود دارنـد کـه کارآیـی آن‌هـا بـرای تخلیـه سـاکنان سـاختمان‌ها مـورد تاییـد قـرار گرفته‌انـد. تاییـد بسـیاری ازسـامانه‌های فـرار امـروزی از تلاش‌هـای انجمـن ملـی اسـتاندارد و فنـاوری (NIST)، انجمـن مهندسـان مکانیک آمریکا (ASME) و صنایع آسانسورسـازی نشـأت می‌گیـرد. سـازمان‌های مذکـور الزاماتـی را بـرای آسانسـورهای فـرار ارائـه نموده‌انـد کـه در برخـی از مجله‌هـای فنـی نیـز بـه چـاپ رسـیده اسـت [۱۳، ۱۴، ۱۵].

طـرح کاربـرد آسانسـورها بـرای تخلیـه سـاکنین سـاختمان‌ها در هنـگام وقـوع آتش‌سـوزی به‌دلایـل گوناگونـی مـورد اسـتقبال مالـکان سـاختمان‌ها، طراحـان و قانون‌گـذران قـرار گرفتـه اسـت.

دلیـل اول: پوشـش تمامـی مکان‌هـای شـلوغ (بارهـا، رسـتوران‌ها و سـکوهای تماشـای فوقانـی) طبقه‌هـای فوقانـی سـاختمان‌های مرتفـع، بـدون لـزوم امتـداد پله‌هـای فـرار در سراسـر ارتفـاع سـاختمان بـرای خـروج سـاکنین طبقه‌هـای فوقانـی. مثالـی از مـورد مذکـور آسـمان‌خراش تجـاری اکـس مـری خیابـان ۳۰م [12] در لنـدن می‌باشـد. آسـمان‌خراش مذکـور دارای یـک بـار و رسـتوران در طبقـه فوقانـی و آسانسـورهای فـراری در فاصلـه میانـی فضـای فوقانـی و تـراز خیابـان می‌باشـد.

دلیـل دوم: آسانسـورهای فـرار مسـتقیماً بـه درخواسـت‌های افـراد معلـول بـرای تخلیـه از سـاختمان‌های مرتفـع پاسـخ می‌دهنـد. سـازندگان مجتمع‌هـای سـالمندان، آسانسـورهای فـرار را مزیتـی بـرای بازاریابـی طرح‌های‌شـان می‌بیننـد. مثال‌هایـی از مـورد مذکـور امـلاک پتروناس کوالالامپـور [13] و سـاختمان‌های شـرکت

11- Firefighters Emergency Operation (FEO)

12- 30 St. Mary Axe
13- Petronas Properties in Kuala Lumpur

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

ماریـوت آمریـکا [14] می‌باشـند. هـر دو ملـک مذکـور شـامل سـاختمان‌های آپارتمانـی مرتفعـی بـرای افـراد کهن‌سـال هسـتند.

دلیـل سـوم: کاربـرد آسانسـورهای فـرار در مسـیرهای تخلیـه سـاختمان‌های بسـیار مرتفـع دارای تاثیـر فزاینـده‌ای بـر زمـان کلـی فـرار می‌باشـد. مثالـی از مـورد مذکـور بـرج تایپـه ۱۱۰ [15] می‌باشـد کـه پـس از ادغـام آسانسـورهای فـرار در طـرح تخلیـه سـاختمانی، زمـان کلـی فـرار از ۲ سـاعت بـه ۵۷ دقیقـه کاهـش یافـت [۱۶].

۷- آسانسورهای سرویس آتش‌نشانی

بـا وجـود آن‌کـه آسانسـورهای سـرویس آتش‌نشـانی جزئـی از ابزارهـای فـرار محسـوب نمی‌گردنـد امـا نقـش بسـزایی را در فـرار سـاکنین سـاختمان‌های مرتفـع ایفـاء می‌کننـد. همزمانـی تخلیـه سـاکنان و فراینـد اطفـاء حریـق منجـر بـه حرکـت آتش‌نشـانان بـه سـمت موقعیت‌هـای حریـق طبقه‌هـای فوقانـی و حرکـت سـاکنین سـاختمان‌ها بـه سـمت طبقه‌هـای تحتانـی می‌گـردد. بنابرایـن در شـرایط مذکـور حرکـت متضـاد آتش‌نشـان‌ها و سـاکنین سـاختمان‌ها بـر روی پله‌هـا مشـکلاتی را ایجـاد می‌کنـد. مطالعـات پژوهشـی NIST در زمینـه تخلیـه برج‌هـای مرکـز تجـارت جهانـی و مانورهـای تخلیـه سـاختمان‌های فـدرال نشـان دادنـد کـه حرکـت متضـاد آتش‌نشـان‌ها و سـاکنین سـاختمان‌ها بـر روی پله‌هـای فـرار دارای تأثیـر اندکـی بـر تخلیـه افـراد می‌باشـد امـا دارای تأثیـر قابـل توجهـی بـر دسترسـی آتش‌نشـان‌ها، تأخیـر در آغـاز فراینـد اطفـاء حریـق و جداسـازی تیم‌هـای آتش‌نشـانی می‌باشـد. جابجایـی تیم‌هـای اطفـاء حریـق از طریـق آسانسـورها از چنیـن جریـان متضـادی جلوگیـری می‌کنـد و مزایـای بی‌شـماری را از منظـر بـازده عملیاتـی در پـی دارد [۱۷].

مـواردی نظیـر اشـغال پله‌هـا به‌وسـیله آتش‌نشـان‌ها و گسـترس شـلنگ‌های آب بـر روی پله‌هـا از طریـق کاربـرد آسانسـورهای اطفـاء حریـق رفـع نمی‌گردنـد. مشـکل مذکـور به‌دلیـل اسـتفاده از پله‌هـا بـرای اطفـاء حریـق کاهـش نمی‌یابـد ولـی خـروج سـاکنین سـاختمان‌ها از طریـق آسانسـورها و یـا کاربـرد پله‌هـای بیشـتر منجـر بـه کاهـش قابل‌توجـه‌ای در مشـکل مذکـور می‌گـردد.

۸- استراتژی‌های تخلیه آسانسوری

ادغـام آسانسـورها در طـرح تخلیـه سـاکنین سـاختمان‌ها مسـتلزم بهره‌بـرداری از مزایـای آسانسـورها و رفـع نقص‌هـای آن‌ها می‌باشـد. ظرفیـت و سـرعت کابین‌هـای آسانسـور بایـد بـرای تخلیـه ۱۰ درصـدی تمامـی مـردم در بـازه زمانـی ۵ دقیقـه‌ای اوایـل و اواخـر سـاعت‌های کاری (زمان‌هـای اوج) کفایـت نمایـد؛ بنابرایـن معیـار اصلـی طراحـی آسانسـورهای آسـمان‌خراش‌های پیشـرفته تجـاری، گزینـش صحیـح ظرفیـت و سـرعت کابین‌هـا می‌باشـد. بنابرایـن از طریـق کاربـرد آسانسـورهایی بـا کاربـری عـادی، تخلیـه سـاکنین تمامـی آسـمان‌خراش‌ها در یـک بـازه زمانـی یک‌سـاعته و یـا کمتـر میسـر می‌گـردد.

بالاتریـن کارآیـی آسانسـورها در کارکرد رفـت و برگشـتی (شـاتل) آن‌هـا رخ می‌دهـد (یعنـی رفـع زمـان شـتاب‌گیری و شـتاب‌زدایی در مسـیرهای متنـوع میانـی). به‌عـلاوه روش منطقـی آن اسـت کـه در ابتـدا از آسانسـورهای مذکـور بـرای انتقـال سـاکنان طبقـات فوقانی‌تـر اسـتفاده گـردد. در ایـن مـورد سـاکنان طبقـات تحتانـی (افـراد بـدون معلولیـت حرکتـی) قـادر به اسـتفاده از پله‌هـا خواهنـد بـود. همچنیـن احتمـال تخلیـه کامـل سـاختمان‌های مرتفـع از طریـق پخـش آژیـر خـودکار سـاختمان نیـز پاییـن می‌باشـد. دلیـل این امـر ناشـی از عـدم اطمینـان لازم از وقـوع حریـق و توقف‌هـای هزینه‌بـر فعالیت‌هـای کاری می‌باشـد. تجربیـات اخیـر نشـان می‌دهنـد کـه سـاکنین سـاختمان‌های مرتفـع تنهـا در صورتـی شـروع بـه تخلیـه کامـل سـاختمان‌ها می‌کننـد کـه در مـورد شـرایط ایمنـی سـاختمان مـردد شـوند. چنیـن مـواردی در نظرسـنجی‌های چگونگـی برخـورد سـاکنان

14- Marriott Corp. in the US
15- Taipei 101

KARAB Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـواع بوسـتر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

سـاختمان‌های مرتفـع بـا فراینـد تخلیـه سـاختمانی بررسـی شـده‌اند [۱۸].

بنابرایـن پروتـکل تخلیـه آسانسـوری با هشـدار اولیـه‌ای به سـازمان آتش‌نشـانی آغـاز می‌گـردد و سـپس آسانسـورهای اطفـاء حریـق تـا لحظـه ورود مأمـوران آتش‌نشـانی بـه محـل حریـق از سـرویس کاری خـارج می‌گردنـد و بـه تـراز معینـی منتقـل می‌شـوند. آسانسـورهای دیگـر نیـز در کاربـری تخلیـه‌ای قـرار می‌گیرنـد و سـاکنین سـاختمان را از ناحیـه حریـق (طبقـه حریـق و دو طبقـه در زیـر و بـالای آن) بـه تـراز خروجـی سـاختمان منتقـل می‌کننـد؛ سـپس آسانسـورهای مذکـور در تـراز معینـی باقـی می‌ماننـد و بـر طبـق نظـر رئیـس بحـران بـرای تخلیـه جزئـی یـا کامـل افـراد و یـا بـرای کارکـرد عـادی مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرنـد. انتقـال آسانسـورها بـه تـراز معینـی از سـاختمان مانعـی در راسـتای ورود افـراد بـه درون آسانسـورها بـرای حرکـت بـه طبقه‌هـای فوقانـی می‌باشـد.

اتخـاذ تصمیمـی در مـورد تخلیـه کامـل سـاختمان‌ها بـا فـاز دوم پروتـکل تخلیـه آغـاز می‌گـردد. در فـاز مذکـور آسانسـورهای داخلـی کلیه افـراد را از بالاتریـن طبقـات جمـع‌آوری می‌کننـد و به‌طـور مسـتقیم (بـدون توقـف) بـه تـراز خروجـی سـاختمان منتقـل می‌سـازند و سـپس مجـدداً بـرای انتقـال افـراد باقیمانـده بـه محـل اولیه برمی‌گردنـد. در چنیـن شـرایطی فراخوانـی طبقـه‌ای آسانسـور، افراد در انتظـار آسانسـور را مشـخص می‌کنـد امـا تغییـری در ترتیـب حرکتـی آسانسـور ایجـاد نمی‌کنـد. در شـیوه مذکـور اولویتـی بـرای معلـولان در نظـر گرفتـه نمی‌شـود و جابجایـی تمامـی افـراد نیـز به‌صـورت کامـلاً مشـابهی انجـام می‌گیـرد.

راهـروی سرپوشـیده هـر طبقـه‌ای فضـای محفوظـی را بـرای انتظار افـراد ایجـاد می‌کنـد. بـه عـلاوه راهـرو سرپوشـیده از چـاه آسانسـور در برابـر ورود دود، آتـش و آب آب‌پاش‌هـا و شـلنگ‌های اطفـاء حریـق نیـز جلوگیـری می‌کنـد (تأخیـر در آغـاز فـاز I). در تمامـی راهروهـای انتظـار وجـود علائمـی بـرای آگاه‌سـازی افـراد از شـرایط کنونـی سـامانه تخلیـه الزامـی می‌باشـد. علائـم مذکـور بایـد شـامل زمان‌هـای ورود کابین‌هـای آسانسـور بـه هـر طبقـه‌ای بـرای تخلیـه افـراد باشـند. همچنیـن علائم تـراز خروجـی سـاختمان باید بـه سـاکنین سـاختمان‌ها بـرای عـدم ورود بـه آسانسـورهای تخلیـه هشـدار دهنـد. شـرایط راهروهـای انتظـار و موتورخانـه آسانسـور نیز از مرکـز فرماندهـی بحـران مـورد پایـش قـرار می‌گیـرد. پـس از اتمـام مراحـل مذکـور می‌تـوان از آسانسـور اطفـاء حریـق بـرای خـروج افـراد مصـدوم و سـرگردان اسـتفاده نمـود. تمامـی مـوارد فـوق را می‌تـوان به‌وسـیله سـامانه‌های در دسـترس تجـاری انجـام داد.

۹- پناهگاه‌های طبقه‌ای

در چندیـن کشـور آسـیایی (چیـن، سـنگاپور) تجهیز سـاختمان‌های مرتفـع بـه پناهگاه‌هـای طبقـه‌ای الزامـی می‌باشـد. پناهگاه‌هـای طبقـه‌ای بایـد در فواصـل ۲۰ تـا ۲۵ طبقـه‌ای آسـمان‌خراش‌ها در نظـر گرفتـه شـوند. پناهگاه‌هـای طبقـه‌ای معمـولاً طبقه‌هـای یوتیلیتـی می‌باشـند (بـدون سـکنه) کـه ۵۰ درصـد از مسـاحت آن‌هـا بـه منطقـه پناهگاهـی اختصـاص می‌یابـد.

ویژگی‌هـا: جداسـازی فضـای مذکـور بـا دیوارهـای حریـق ۲ سـاعته از فضاهـای یوتیلیتـی، عـدم وجـود مـواد سـوختی، قابلیـت نگهـداری تمامـی سـاکنین طبقه‌هـای میانـی بیـن دو طبقـه پناهگاهـی، مسـاحت نگهـداری ۰/۳ m^2 یـا ۳ ft^2 بـر نفـر. فضاهـای مذکـور بایـد از دو سـمت مخالف بـاز باشـند تـا دود حریـق در درون آن‌هـا جمـع نشـود. پناهگاه‌هـای طبقـه‌ای فضـای محفوظـی را بـرای سـاکنین سـاختمان‌ها فراهـم می‌کننـد. سـاکنان سـاختمان‌ها می‌تواننـد در فضـای مذکـور اسـتراحت نماینـد و یـا بـه انتظـار کمک‌هـای گروه‌هـای امـداد بنشـینند و یـا از پلکانـی بـه پلـکان دیگـر تغییر مسـیر دهنـد [۱۹].

الزامـات پناهگاه‌هـای طبقـه‌ای نسـبتاً جدیـد می‌باشـند و تنهـا در چندیـن سـاختمان اجـرا شـده‌اند. هیـچ فراینـد تخلیـه واقعـی

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

برای بررسی چگونگی عملکرد پناهگاه‌های طبقه‌ای به‌وقوع نپیوسته است؛ اما مانورهای تخلیه نشان می‌دهند که انتظار افراد در پناهگاه‌های طبقه‌ای و عدم تمایل آن‌ها به خروج از ساختمان مشکلاتی را ایجاد می‌کند [۲۰]. تجمع افراد در پناهگاه‌های طبقه‌ای مانعی برای ورود افراد دیگر به پناهگاه‌های مذکور می‌باشد. البته نتایج مانورهای تخلیه همواره قابل اتکا نمی‌باشد. دلیل این امر ناشی از آگاهی ساکنان ساختمان از ماهیت مصنوعی مانورها و عدم احساس خطر و آگاهی آن‌ها از برگشت به منازل پس از اتمام مانور می‌باشد. همچنین مطالعه‌ای بر طبق مدل‌های cfd نشان می‌دهد که دیواره‌های باز جانبی فرصتی برای ورود دود از طبقه پایین‌تر به طبقه پناهگاهی می‌باشند[۲۱]. در تغییرات اصلاحی اخیر کاربرد سامانه‌های پرده آبی بر روی دیوارهای جانبی باز الزامی شده است.

در سال ۲۰۰۸ پروژه فوق‌آسمان‌خراش مرکز مالی جهانی [۱۶] شانگهای با پناهگاه‌های طبقه‌ای و دو آسانسور توریستی (برای مشاهده نمای اطراف از ارتفاع) افتتاح گردید. دو آسانسور توریستی بر روی سطح خارجی فوق‌ستون‌های فوق‌آسمان‌خراش مذکور و بر روی گوشه‌های متقاطع آن آرایش یافته‌اند. در ابتدا آسانسورهای مذکور تنها برای انتقال فوق سریع گردشگران به سکوی تماشای طبقه فوقانی طراحی شدند. سپس آسانسورهای مذکور برای توقف در هر یک از پناهگاه‌های طبقه‌ای و برای فرار ساکنان برج در هنگام وقوع حریق اصلاح شدند. پس از تغییرات مذکور، بیشترین میزان جابجایی موردنیاز افراد بر روی پله‌ها تنها ۲۵ طبقه بود (و به بیان دیگر ۱۳ طبقه به شرط تایید کاربرد نزدیک‌ترین پناهگاه طبقه‌ای در مقررات ساختمانی، حتی در موارد قرارگیری پناهگاه طبقه‌ای در ترازهای فوقانی محل استقرار). همچنین افراد ناتوان در استفاده از پله‌ها برای دسترسی به طبقه پناهگاهی نیز از طریق آسانسور داخلی جمع‌آوری می‌شوند؛ در این طرح یکی از آتش‌نشان‌ها در کابین آسانسور مستقر می‌گردد و آسانسور را برطبق سامانه FEO کنترل می‌نماید.

۱۰- مدیریت تخلیه فعال

عملیات اطفاء حریق می‌تواند ساکنین ساختمان‌ها را به‌دلیل تغییر شرایط داخلی به خطر بیاندازد. بنابراین اکثر کارشناسان امروزی بر این باورند که روند تخلیه افراد در طول فرایند اطفاء حریق باید به‌طور فعالی مدیریت گردد. مورد مذکور در آتش‌سوزی ساختمان اداری کوک کانتری [۱۷] [۲۲] و ساختمان‌های دیگری مشاهده شده است. در ساختمان‌های مذکور فرایند اطفاء حریق منجر به عدم امکان کاربری پلکان‌های بالای طبقه حریق گردید. مدیریت تخلیه فعال شامل پایش لحظه‌ای شرایط ساختمان و کاربرد ابزارهای اطلاع‌رسانی برای ارائه دستورالعمل‌ها می‌باشد. از طریق پایش لحظه‌ای فرایند تخلیه، شرایطی با لزوم تغییرات اصلاحی شناسایی می‌گردند.

فرایند پایش لحظه‌ای مستلزم کاربرد دوربین‌های مداربسته‌ای در پلکان‌ها می‌باشد [با بازه مسافتی ۵ طبقه‌ای (بر طبق طرح پیشنهادی به دادگاه جرائم بین‌المللی (ICC) [۱۸] آمریکا]. در این مورد حجم کاری بالای پایش دوربین‌ها، نگرانی‌هایی را به وجود آورده است. با این وجود دوربین‌های مداربسته امروزی و نرم‌افزارهای کاربردی آن‌ها لزوم پایش انسانی تصاویر را رفع نموده‌اند. نرم‌افزار دوربین‌های مداربسته تصاویر مربوطه را پایش می‌کند و تا زمان استمرار جریان افراد به پایین پله‌ها، تنها تصاویر را در پیش‌زمینه نشان می‌دهد. نرم‌افزار مذکور با شناسایی عدم جنبش مردم (به معنای انسداد جریان فرار)، تصاویر مربوطه را برای بررسی به اپراتور منعکس می‌سازد. روند مذکور امکان شناسایی فوری مسدودشدگی مسیرهای فرار را بدون هیچ فشار کاری بی‌موردی میسر می‌سازد. همچنین دوربین‌های مذکور قادر به شناسایی دود حریق در پله‌ها نیز می‌باشند. پس از شناسایی وجود دود در پله‌ها، لزوم تغییر مسیر افراد از طریق سامانه‌های ارتباطی صوتی به آن‌ها گوشزد می‌شود. کاربرد سامانه‌های ارتباطی صوتی در کدهای جاری ساختمانی مطرح شده است.

۱۱- سامانه‌های ارتباطی برای مدیریت فرار

از اوایل قرن ۲۰م میلادی سامانه‌های اعلام حریق برای آگاه‌سازی ساکنان ساختمان‌ها به لزوم فرار به‌کار رفته‌اند. در این مورد پس از طنین صدای آژیر خطر، تمامی ساکنان ساختمان به‌سرعت محل ساختمان را ترک می‌کردند. روش مذکور در اواسط دهه ۱۹۸۰ میلادی و در هنگام معرفی فرایند

16- The World Financial Center

17- the Cook County office building fire

18- the International Criminal Court (ICC)

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

تخلیـه مرحلـه‌ای آسـمان‌خراش‌ها تغییـر نمـود. تخلیـه مرحلـه‌ای سـاختمان‌ها نیـز به‌دلیـل عـدم قابلیـت سـامانه‌های فـرار در تخلیـه همزمـان تمامـی سـاکنین آسـمان‌خراش‌ها ابـداع گردیـد. سـپس در تخلیـه مرحلـه‌ای، آگاه‌سـازی سـاکنان سـاختمان‌ها از دسـتورالعمل‌های تخلیـه‌ای از طریـق پیغام‌هـای زنـده صوتـی الزامـی گردیـد. بـرای مثـال آگاه‌سـازی افـراد بـه لـزوم توقـف از طریـق پیغام‌هـای مذکـور بـه آن‌هـا گوشـزد می‌شـد. پیغام‌هـای ارتباطـی مذکـور ازطریـق مرکـز فرماندهـی حریـق بـه اطـلاع تمامـی سـاکنان سـاختمان می‌رسـید.

در ایـن مـورد شـهر نیویـورک قانـون محلـی ۵-۱۹۷۳ را مـورد پذیـرش قـرار داد. بـر طبـق قانـون مذکـور کاربـرد سـامانه‌های ارتباطـی صوتـی در آسـمان‌خراش‌های نوسـاز اداری الزامـی می‌باشـد. سـپس الـزام مذکـور برطبـق قانـون محلـی ۱۶-۱۹۸۴ بـه آسـمان‌خراش‌های نوسـاز تجـاری و تمامـی هتل‌هـای بلند-مرتبـه نیـز تعمیـم داده شـد. کمیتـه فنـی سـامانه‌های ارتباطـی حفاظتـی (TCPSS) [۱۹] انجمـن ایمنـی حریـق ملـی (NFPA)[۲۰] آمریـکا .کـد سـامانه‌های ارتباطـی صوتـی آسـمان‌خراش‌ها (NFPA 72F)[۲۱] را معرفـی نمـوده اسـت. انتشـار کـد مذکـور بـه سـال ۱۹۸۸ بـر می‌گـردد. پـس از سـال ۱۹۸۸ نیـز کـد مذکـور به‌عنـوان یکـی از فصل‌هـای کـد اعـلام حریـق یکپارچـه ملـی (NFPA 72) [۲۲] منتشـر گردیـده اسـت (از سـال ۱۹۹۳ تاکنـون).

تخلیـه کامـل آسـمان‌خراش‌ها به‌نـدرت رخ می‌دهـد، ولـی خطرپذیـری کمتـر جوامـع کنونـی احتمـال تکـرر تخلیـه کامـل آسـمان‌خراش‌ها را افزایـش داده اسـت. به‌عـلاوه آتش‌سـوزی تنهـا واقعـه‌ای نیسـت کـه لـزوم تخلیـه کامـل را ایجـاب می‌کنـد. شـرایط وخیـم آب و هوایـی، نشـت مـواد شـیمیایی، زمین‌لرزه‌هـا، نشـتی‌های شـدید آب، رفتارهـای خشـونت‌آمیز در محیط‌هـای کاری و قطـع گسـترده بـرق تنهـا برخـی از شـرایطی می‌باشـند کـه بـه تخلیـه سـاختمان منجـر می‌گردنـد. در برخـی از وقایـع خطـرزا اجـرای اقدامـات اضطـراری بـه عـدم خـروج افـراد و انتظـار در پناهگاه‌هـای سـاختمانی محـدود می‌گـردد. مـورد مذکـور شـامل تغییراتـی در محـل اسـتقرار داخل-سـاختمانی افـراد نیـز می‌شـود. اجبـار سـاکنان سـاختمان‌ها بـه اجـرای اقدامـات مقتضـی یکـی از مزایـای سـامانه‌های ارتباطـی و مدیریـت تخلیـه پیش‌گیرانـه می‌باشـد.

پژوهـش در زمینـه عوامـل انسـانی نشـان می‌دهـد کـه تمامـی افـراد قـادر بـه اتخـاذ تصمیم‌هـای درسـتی در شـرایط اضطـراری می‌باشـند، ولـی اتخـاذ چنیـن تصمیم‌هایـی مسـتلزم ارائـه داده‌هـای دقیـق و روشـنی بـه افـراد می‌باشـد [۲۳]. تخلیـه مرکـز تجـارت جهانـی (در سـال ۱۹۹۳ و ۲۰۰۱) و تخلیـه واقعـی و تمرینـی آسـمان‌خراش‌های دیگـر، گسـتره وسـیعی از مشـکلات ناشـی از تخلیـه تعـداد کثیـری از افـراد را نشـان می‌دهـد. کلیـه مـوارد مذکـور لـزوم مدیریـت فعـال فراینـد تخلیـه را نشـان می‌دهنـد. مدیریـت فعـال تخلیـه شـامل پایـش فراینـد تخلیـه بـرای شناسـایی مشـکلات احتمالـی و کاربـرد سـامانه‌های ارتباطـی بـرای ارائـه دسـتورالعمل‌های مقتضـی در جهـت رفـع مشـکلات مذکـور می‌باشـد.

امـروزه کاربـرد سـامانه‌های ارتباطـی اضطـراری، حتـی در سـاختمان‌های کوچک‌تـر نیـز مرسـوم شـده اسـت. سـامانه‌های ارتباطـی قـادر بـه پوشـش نواحـی خـاص (نظیـر طبقـات اختصاصـی یـا مناطـق حریـق، پله‌هـا و آسانسـورها) و یـا تمامـی سـاختمان می‌باشـند. سـامانه‌های مذکـور دسـتورالعمل‌های صوتـی معینـی (در فـرم دیجیتـال یـا قبـلاً- ضبـط شـده) را منتشـر می‌سـازند. همچنیـن در طـول وقایـع اضطـراری امـکان پخـش فـوری فرمان‌هـای رئیـس بحـران از طریـق سـامانه‌های مذکـور نیـز میسـر می‌گـردد. در شـرایط کنونـی کاربـرد دوربین‌هـای مراقبتـی در نواحـی پناهگاهـی و پله‌هـا نیـز به‌شـدت مـورد توجـه قـرار گرفتـه اسـت؛ کاربـرد دوربین‌هـای مذکـور در فضاهـای پناهگاهـی و پله‌هـا امـکان پایـش و رفـع فـوری مشـکلات تخلیـه‌ای را فراهـم می‌کنـد. بـرای کاهـش بـار کاری فراینـد پایشـی، تصاویـر مربوطـه تنهـا در مـوارد ذیـل نشـان داده می‌شـوند: (۱) عـدم وجـود افـراد (۲) عـدم حرکـت افـراد بـر روی پله‌هـا (۳) تمـاس بـا مرکـز فرماندهـی از محـل مربوطـه.

علائـم دینامیـک قـادر بـه ارائـه داده‌هـای متنـی لحظـه‌ای می‌باشـند. علائـم مذکـور زمـان رسـیدن آسانسـورها بـه کلیـه طبقه‌هـا را به‌عنـوان بخشـی از فراینـد تخلیـه آسانسـوری نشـان می‌دهنـد و همچنیـن جهت‌هـای صحیـح حرکـت افـراد در نقـاط کلیـدی سـامانه

19- Technical Committee on Protective Signaling Systems
20- the National Fire Protection Association (NFPA
21- High Rise Voice Communication Systems
22- the consolidated National Fire Alarm Code

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

فـرار نیـز از طریـق علائـم دینامیـک نشـان داده می‌شـوند. چنیـن علائـم دینامیکـی در طبقـه انتقالـی و در میـان پله‌هـای فـرار بـرج مرکـز تجـارت جهانـی ۷ نصـب شـده‌اند. علائـم مذکـور نشـان می‌دهنـد کـه سـاکنان بـرج مذکـور در شـرایط تخلیـه اضطـراری از کـدام خروجی‌هـای خیابانـی اسـتفاده نماینـد. علائـم مذکـور قـادر بـه نمایـش کلیـه پیغام‌هـای مرکـز فرماندهـی حریـق و یـا مرکـز امنیتـی سـاختمان می‌باشـند.

سـامانه اطلاعاتـی تجربـی دیگـری نیـز به‌وسـیله سـازمان سـرویس‌های عمومـی آمریـکا معرفـی شـده اسـت؛ سـامانه مذکـور شـامل یـک پیجـر متنـی می‌باشـد کـه در اختیـار تمامـی افـرادی بـا ناتوانـی شـنوایی قـرار می‌گیـرد. دسـتگاه الکترونیکـی مذکـور در پیشـخوان ورودی سـاختمان‌ها بـه تمامـی ناشـنوایان ارائـه می‌شـود. سـامانه مذکـور پیغام‌هـا و دسـتورالعمل‌های متنـی را در طـول وقایـع اضطـراری نشـان می‌دهـد. ارسـال پیغام‌هـای مذکـور بـا ارتعـاش پیجـر همـراه می‌گـردد و کاربـر را از ورود پیغـام متنـی باخبـر می‌سـازد. تنهـا مشـکل سـامانه مذکـور چگونگـی الـزام افـراد بـه حمـل پیجرهـا و بازپس‌گیـری پیجرهـا در هنـگام خـروج بازدیدکننـدگان می‌باشـد.

۱۱-۱ اهداف عملکردی سامانه‌های فرار

پیـرو بررسـی فروریـزش برج‌هـای دوقلـوی مرکـز تجـارت جهانـی، انجمـن ملـی اسـتاندارد و فنـاوری (NIST) طرحـی را در مـورد تغییـر کدهـا، اسـتانداردها و روش‌هـای اجرایـی پیشـنهاد نمـود. NIST پیشـنهاد کـرد کـه سـاختمان‌ها را بـر طبـق تخلیـه کامـل زمـان، طراحـی نماینـد. مـورد مذکـور نشـان‌گر تبدیـل طـرح تخلیـه کلـی همزمـان بـه یـک هنجـار و یـا حتـی روش مرسـوم نمی‌باشـد، امـا انتظـار بـرای تخلیـه کامـل آتـی هـر سـاختمانی در مقطـع کوچکـی از عمـر سـاختمان نیـز منطقـی می‌باشـد. در توصیه‌هـای مذکـور، تعریفـی بـرای واژه زمانـی ارائـه نشـده اسـت. تجربـه کاربـرد آسانسـورهای متـداول سـاختمانی در تخلیـه کامـل آسـمانخراش‌ها نشـان می‌دهـد کـه تخلیـه کامـل سـاختمان‌ها (بـا هـر ارتفاعـی) در یـک بـازه زمانـی ۱ سـاعته و بـدون لزومـی در تغییـر تعـداد، ظرفیـت و سـرعت آسانسـورها نیـز امکان‌پذیـر می‌باشـد. بنابرایـن دسـت‌یابی بـه قابلیـت تخلیـه سـاختمان‌ها در طـول یـک بـازه زمانـی ۱ سـاعته و یـا کمتـر نیـز میسـر می‌باشـد. زمـان مذکـور زمـان مـورد نیـاز خـروج ایمـن (RSET) نامیـده می‌شـود.

در مدل‌سـازی فراینـد تخلیـه سـاکنان سـاختمان‌ها کاربـرد ضریـب ایمنـی ۲ بـرای لحـاظ عـدم قطعیت‌هـای رفتارهـای انسـانی توصیـه می‌گـردد [۲۴]. همـگام بـا روش محافظه‌کارانـه مذکـور افزایـش دو برابـری زمـان در دسـترس و زمـان کمینـه تخلیـه ۲ سـاعته ASET توصیـه می‌گـردد. افزایـش دوبرابـری زمـان دردسـترس ایمـن فـرار (ASET) الزامـی کلـی بـرای مقاومـت حریـق اسـکلت‌های سـازه‌ای آسـمان‌خراش‌های آب‌پاشـدار می‌باشـد. بـا ایـن وجـود هم‌گرایـی نتایـج نهایـی بـه هـدف منطقـی و محافظه‌کارانـه تخلیـه کامـل یـک سـاعته افـراد (شـامل افـرادی بـا معلولیت‌هـای حرکتـی) الزامـی می‌باشـد. به‌عـلاوه تخلیـه شـخصی معلـولان، بـدون لـزوم یـاری افـراد و یـا ابزارهـای ویـژه دیگـر نیـز امکان‌پذیـر می‌باشـد.

۱۲- استنتاج پایانی

مطالـب فـوق نشـان‌گر آن اسـت کـه آسانسـورهای حفاظت‌شـده، بـه ابـزار اصلـی تخلیـه عمـودی آتـی آسـمان‌خراش‌ها بـدل خواهنـد گردیـد. بـا فـرض کارایـی تخلیـه کامـل یـک سـاعته یـا کمتـر، کاربـرد آسانسـورهای فـرار در سـاختمان‌های بلندتـر از ۵۰ طبقـه و کاربـرد آسانسـورهای اطفـاء حریـق در سـاختمان‌های بلندتـر از ۶ تـا ۹ طبقـه الزامـی می‌باشـد. در هـر نـرخ تخلیـه تقریبـی طبقـه در دقیقـه، تخلیـه پلـه‌ای سـاختمان‌هایی بـا ارتفـاع بیشـینه ۵۰ طبقـه‌ای نیـز در بـازه زمانـی ۱ سـاعته و یـا کمتـر میسـر می‌باشـد. اکثـر سـازمان‌های آتش‌نشـانی کاربـرد آسانسـورها بـرای دسترسـی بـه طبقه‌هـای حریـق بالاتـر از طبقـه ششـم را در اولویـت قـرار می‌دهنـد. بررسـی‌های تفصیلـی و توافق‌هـای کلـی در زمینـه نقـش پله‌هـا، طبقه‌هـای پناهگاهـی، سـامانه‌های ارتباطـی، شـیوه‌های فـرار، جابجایـی داخلـی سـاکنان و امـور حفاظتـی، بـرای آماده‌سـازی سـاختمان‌ها در برابـر گسـتره وقایـع احتمالـی آتـی الزامـی می‌باشـد. در مـواردی ارزیابـی خطرهـای آتـی بـرای شناسـایی سـناریوهای بالقـوه احتمالـی الزامـی می‌باشـد.

Air Conditioner FROST ITALY
www.pajandpad.com / info@pajandpad.com شرکت پاژنـدپاد

کاربـرد آسانسـورهای حفاظت‌شـده، بـرای تخلیـه اکثـر سـاکنان سـاختمان‌ها، لـزوم کاربـرد پله‌هـای فـرار را کاهـش می‌دهـد. در چنیـن شـرایطی لزومـی بـه کاربـرد پله‌هـای عریض‌تـر نخواهـد بـود. در ایـن مـورد صرفه‌جویـی در هزینه‌هـای اضافـی بـرای سـاخت پله‌هـای عریض‌تـر، هزینه‌هـای اضافـی حفاظتـی و پایشـی آسانسـورها را پوشـش می‌دهـد. در ایـن شـرایط مالـکان سـاختمان‌ها قـادر بـه انتقـال کاربری‌هـای شـلوغ (رسـتوران، بـار و غیـره) بـه طبقه‌هـای فوقانـی آسـمان‌خراش‌ها، بـدون لـزوم افزایـش ظرفیـت پله‌هـا می‌باشـند و معلـولان نیـز قـادر بـه خـروج شـخصی از آسـمان‌خراش‌ها به‌همـراه افـراد دیگـر بـدون نیـاز بـه تجهیـزات و تمهیـدات ویـژه‌ای خواهنـد بـود. در هنـگام ارائـه دسـتور صریحـی از رئیـس بحـران مبنـی بـر خـروج همزمـان تمامـی افـراد، تمامـی سـاکنان آسـمان‌خراش‌ها بایـد قـادر بـه تخلیـه سـاختمان در یـک بـازه زمانـی یـک سـاعته یـا کمتـر باشـند. دسترسـی تمامـی سـاختمان‌های مرتفـع، به‌ویـژه سـاختمان‌های بسـیار مرتفـع بـه یـک بـازه زمانـی یـک سـاعته [زمـان موردنیـاز ایمـن فـرار (REST)] الزامـی می‌باشـد. همچنیـن بـرای لحـاظ تنوع‌هـای رفتـاری و قابلیت‌هـای انسـانی، کاربـرد ضریـب ایمنـی ۲ بـرای زمـان در دسـترس ایمـن فـرار (ASET) نیـز الزامـی می‌باشـد؛ یعنـی بـازه زمانـی دو سـاعته.

منابع

[1] Bukowski, R.W. and Kuligowski, E.D., The Basis for Egress Provisions in U.S. Building Codes, InterFlam 2004, Edinburgh, UK, July 2004.

[2] Klem, T. and Kyte, G., Fire at the Prudential Building, Fire Command, 53, No. 3, 14-19, March 1986.

[3] NCSTAR 1 Final Report on the Collapse of the World Trade Center Towers, Chapter 9 Recommendations, Nat Inst Stand Tech, Gaithersburg, MD 20899 2005.

[4] Local Law 26-2004, Ammendments to the Building Code of New York City, New York City Department of Buildings, 2004.

[5] Standard Classification for Abuse-Resistant Nondecorated Interior Gypsum Panel Products and Fiber- Reinforced Cement Panels, ASTM C 1629/C 1629M-05, ASTM International, West Conshohocken, PA.

[6] Templar, J., The Staircase, Studies of Hazards, Falls, and Safer Design, MIT Press, Atlanta, GA 1992.

[7] Pauls, J., Selected Human Factors Aspects of Egress System Design, presentation at CIB TG50 and W14 Joint Symposium on Tall Buildings and Fire, September 2006, proceedings available at http://www.cibworld.nl/

[8] Averill, J. and Peacock, R., SFPE PED Conference proceedings (in press)

[9] Averill, J., Mileti, D., Peacock, R., Kuligowski, E., Groner, N., Proulx,G., Reneke, P., and Nelson, H., Occupant Behavior, Egress, and Emergency Communications, NCSTAR 1-7, NIST, Gaithersburg, MD 2005, available at http://wtc.nist.gov/

[10] Life Safety Code, NFPA 101-2006, Table 7.2.2.2.1.2 (B), Nat Fire Prot Assn, Quincy, MA 02269

[11] David Frable, GSA, private communication.

[12] Details of the design of 7 WTC can be viewed on the Silverstein Properties website http://silversteinproperties.com/

[13] Bukowski, R.W., Protected Elevators for Egress and Access During Fires in Tall Buildings, Strategies for Performance in the Aftermath of the World Trade Center. CIB-CTBUH Conference on Tall Buildings. Proceedings. Task Group on Tall Buildings: CIB TG50. CIB Publication No. 290. October 20-23, 2003, Kuala Lumpur, Malaysia, Shafii, F.; Bukowski, R.; Klemencic, R., Editors, 187-192 pp, 2003.

[14] Bukowski, R. et al, Elevator Controls, NFPA Journal, Nat Fire Protect Assoc., Quincy, MA 100, No 2, March/April 2006

[15] Bukowski, R., Protected Elevators and the Disabled, Fire Protection Engineering, SFPE, Bethesda, MD, Issue

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

بررسی کاربرد چندراهی کم افت[1] در سامانه‌های گرمایشی به همراه شبیه‌سازی جریان در داخل آن

نویسنده: سمانه ایزدفرد

در ایران، مصرف انرژی در ساختمان، حدود ۴۰ درصد از کل انرژی مصرف شده در کشور را به خود اختصاص می دهد؛ با توجه به اینکه ۷۱ درصد مصرف گاز طبیعی در ساختمان صرف گرمایش محیطی می شود؛ لذا بهینه سازی مصرف سوخت در گرمایش محیط از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مقاله حاضر به صورت ترکیبی به بررسی اثرات دو مورد از عوامل موثر بر گرمایش محیط (شرایط اقلیم آب و هوایی ، مصالح ساختمانی) پرداخته است. به همین منظور ابتدا اقلیم های مختلف آب وهوایی در استان مازندران به صورت دقیق استخراج و استان مازندران به ۵ بخش مختلف تقسیم بندی شده است. سپس شبیه سازی گرمایش محیطی یک ساختمان نمونه بوسیله نرم افزار کریر با طیف وسیعی از مصالح مختلف ساختمانی ممکن (پنجره، دیوار، کف، سقف) در اقلیم های مختلف انجام شده است، مقدار مصرف گاز طبیعی برای اقلیم ها در بدترین و بهترین حالت محاسبه گردیده است. ملاحظه شد در صورتیکه تمام مصالح انتخابی بصورت بهترین حالت ممکن (دیوار، سقف و کف با عایق بندی و پنجره ها بصورت سه جداره کم گسیل) انتخاب شوند از مقدار ۲۳ درصد تا مقدار ۷۸ درصد (بسته به مصالح انتخابی) در مصرف سوخت ساختمان صرفه جویی می شود که در این میان دیوار بیشترین اثر و کف ساختمان کمترین اثر را دارد.

1-Low Loss Header

چکیده

وضعیت عملکرد دیگ‌ها به عنوان یکی از مصرف‌کننده‌های عمده انرژی در ساختمان، نقش مهمی در تعیین میزان مصرف انرژی ساختمان ایفا می‌نماید. از این رو کنترل بازده این تجهیز و بهبود عملکرد آن، گام موثری در رفع مشکلات موجود در مصرف انرژی ساختمان و کاهش تلفات انرژی خواهد بود. یکی از راه‌های بهبود عملکرد دیگ‌ها به کارگیری چندراهی کم‌افت در چرخه عملکردی آنها است. هدف اصلی از به‌کارگیری چندراهی کم‌افت ایجاد یک مجزاسازی هیدرولیکی میان مدارهای اولیه (مدار شامل دیگ) و مدار ثانویه (مدار مصرف‌کننده حرارت) است. در این مقاله به بیان اهمیت به‌کارگیری چندراهی کم‌افت در چرخه گرمایش پرداخته می‌شود. همچنین جهت تبیین فرآیندهایی که در درون چندراهی کم‌افت اتفاق می‌افتد از شبیه‌سازی عددی کمک گرفته شده است.

واژه‌های کلیدی: دیگ، چندراهی کم‌افت، شبیه‌سازی عددی

۱- مقدمه

دیگ‌ها به عنوان یکی از مصرف‌کننده‌های عمده انرژی در ساختمان می‌باشند، به‌طوری‌که وضعیت عملکرد آنها، نقش مهمی در تعیین میزان مصرف انرژی ساختمان ایفا می‌نماید. از این رو کنترل بازده این تجهیز و بهبود عملکرد آن، گام موثری در رفع مشکلات موجود در مصرف انرژی ساختمان و کاهش تلفات انرژی خواهد بود.

یکی از راه‌های بهبود عملکرد دیگ‌ها به کارگیری چندراهی کم‌افت در چرخه عملکردی آنها است. چندراهی کم‌افت نقش ارزشمندی را در حصول اطمینان از بابت اینکه دیگ‌ها در یک دبی ثابت عمل می‌کنند، ایفا می‌کند؛ به‌طوری‌که چندراهی کم‌افت دیگ را قادر می‌سازد تا صرف‌نظر از هر گونه تغییری که در دبی جریان مدار ثانویه ایجاد می‌شود، در مدار خود در یک دبی ثابت عمل کند.

متأسفانه در رابطه با طراحی چندراهی کم‌افت، یک خلأ عمیق مشاهده می‌شود. هدف از این مقاله، آشنایی با نحوه کارکرد چندراهی کم‌افت و بیان نکاتی پیرامون نکات طراحی این تجهیز ارزشمند است.

شکل ۱: نمایی از یک چندراهی کم‌افت

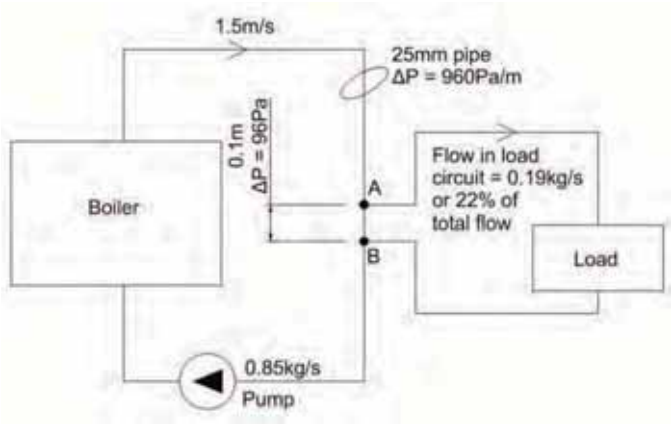
بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

۲- هدف از به‌کارگیری چندراهی کم‌افت

هـدف اصلـی از به‌کارگیـری چندراهـی کم‌افـت ایجـاد یـک مجزاسـازی هیدرولیکـی میـان مدارهـای اولیـه (مـدار شـامل دیـگ) و مـدار ثانویـه (مـدار مصرف‌کننـده حـرارت) اسـت.

برای بررسی تأثیر چندراهی‌کم‌افت به بررسی چند مثال پرداخته می‌شود.

شکل ۲ یک مدار گرمایشی بدون چندراهی‌کم‌افت را نشان می‌دهد:

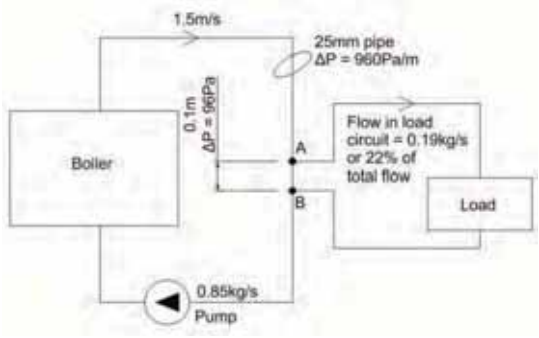


شکل ۲: مدار گرمایشی بدون وجود چندراهی کم‌افت- فاصله نقاط A و B، ۲ متر است [۱]

ایـن مـدار شـامل یـک دیـگ و یـک پمـپ در مـدار اولیـه و یـک مصرف‌کننـده حـرارت در مـدار ثانویـه اسـت. آب زمانـی در یـک مـدار بسـته جریـان پیـدا می‌کنـد کـه اختـلاف فشـار در طـول مسـیر وجـود داشـته باشـد.

اگر در مدار اولیه با قطر ۲۵ میلی‌متر، جریانی با دبی ۰/۸۵ کیلوگرم بر ثانیه و با سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه جریان داشته باشد، در این صورت با صرف نظر از افت ناشی از خم‌ها و اتصالات، افت فشار در مدار اولیه به ازای هر متر، ۹۶۰ پاسکال خواهد بود. اگر نقاط اتصال مدار ثانویه (نقاط **A** و **B**) از همدیگر دو متر فاصله داشته باشند، اختلاف فشاری به اندازه ۱۹۲۰ پاسکال در طول مدار ثانویه ایجاد می‌شود. بنابراین اگر این اختلاف فشار در مدار ثانویه وجود داشته باشد، ۵۰ درصد از جریان اولیه وارد مدار ثانویه خواهد شد.

مطابق شکل ۳ اگر نقاط **A** و **B** به همدیگر نزدیک‌تر باشند، مثلا فاصله آنها ۱۰۰ میلی‌متر باشد، در این حالت اختلاف فشار در مدار ثانویه فقط ۶۹ پاسکال خواهد بود که سبب ایجاد جریان کمتری در مدار ثانویه می‌شود.

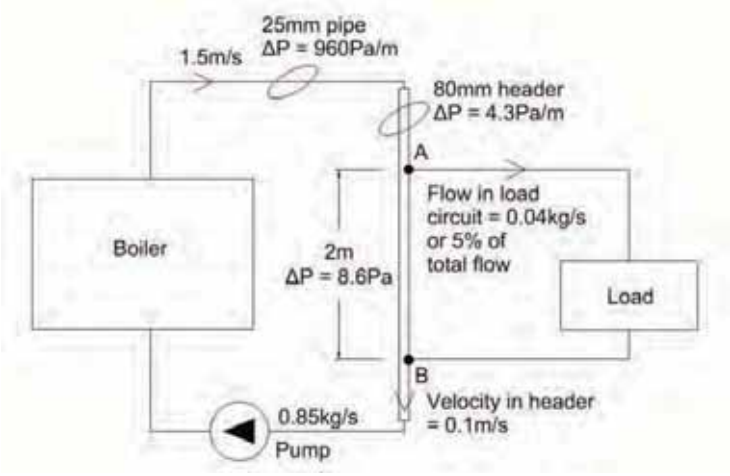


شکل ۳:مدار گرمایشی بدون وجود چندراهی‌کم‌افت- فاصله نقاط A و B، ۱۰۰ میلی‌متر است [۱]

بنابرایـن حتـی اگـر محـل رفـت و برگشـت جریـان ثانویـه بـه جریـان اولیـه بـه یکدیگـر نزدیـک باشـد، یـک جریـان ناخواسـته بـا دبـی معـادل ۲۲ درصـد جریـان اولیـه همچنـان در مـدار ثانویـه ایجـاد می‌شـود.

چندراهـی کم‌افـت چندراهـی از طریـق کاهـش افـت فشـار بـه یـک مقـدار بسـیار ناچیـز، سـبب ایجـاد مجزاسـازی هیدرولیکـی بیـن دو مـدار می‌شـود.

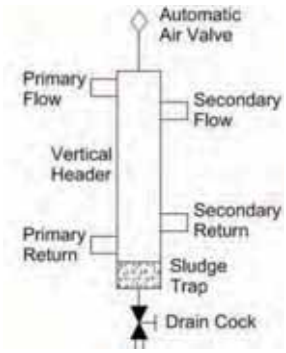
شـکل ۴ همـان مـدار قبلـی را بـا اضافـه شـدن یـک چندراهی‌کم‌افـت بـه قطـر ۸۰ میلی‌متـر نشـان می‌دهـد کـه سـبب کاهـش افـت فشـار بـه مقـدار ۴/۳ پاسـکال بـر متـر و کاهـش سـرعت جریـان بـه مقـدار ۰/۱ متـر بـر ثانیـه می‌شـود. بـا در نظـر گرفتـن همـان فاصلـه دو متـری بیـن نقـاط رفـت و برگشـت مـدار ثانویـه، در ایـن حالـت جریـان ناخواسـته در مـدار ثانویـه تنهـا ۵ درصـد جریـان در مـدار اولیـه خواهـد بـود. در حالـت واقعـی و بـا به‌کارگیـری یـک چندراهـی کم‌افـت بـا انـدازه مناسـب، مقـدار جریـان ناخواسـته در مـدار ثانویـه بـه کمتـر از ۱ درصـد مقـدار جریـان در مـدار اولیـه می‌شـود و در نتیجـه بـا به‌کارگیـری پمـپ در مـدار ثانویـه می‌تـوان جریـان مـورد نیـاز را تأمیـن کـرد. بنابرایـن قطـر چندراهی‌کم‌افـت بایـد بـه انـدازه‌ای انتخـاب شـود کـه در صـورت عـدم وجـود پمـپ در مـدار ثانویـه کمتـر از ۱ درصـد از جریـان مـدار اولیـه وارد مـدار ثانویـه شـود.



شکل۴: مدار گرمایشی با وجود چندراهی کم‌افت [۱]

بـا توجـه بـه پاییـن بـودن سـرعت جریـان در داخـل چندراهـی کم‌افـت پتانسـیل بالایـی بـرای جمـع شـدن لجـن و رسـوب در قسـمت‌های پایینـی چندراهـی کم‌افـت وجـود دارد. بـه همیـن خاطـر چندراهـی کم‌افـت همـواره بایـد بـه صـورت عمـودی قـرار داده شـود و یـک شـیر تخلیـه در قسـمت پایینـی آن نصـب شـود (مطابـق شـکل ۵).

بایـد توجـه داشـت کـه محـل قرارگیـری پایین‌تریـن اتصـال بـه چندراهـی کم‌افـت بایـد از سـطح تجمـع لجـن و رسـوبات بالاتر باشـد.



شکل۵: وجود شیر تخلیه در قسمت پایینی چندراهی کم‌افت [۱]

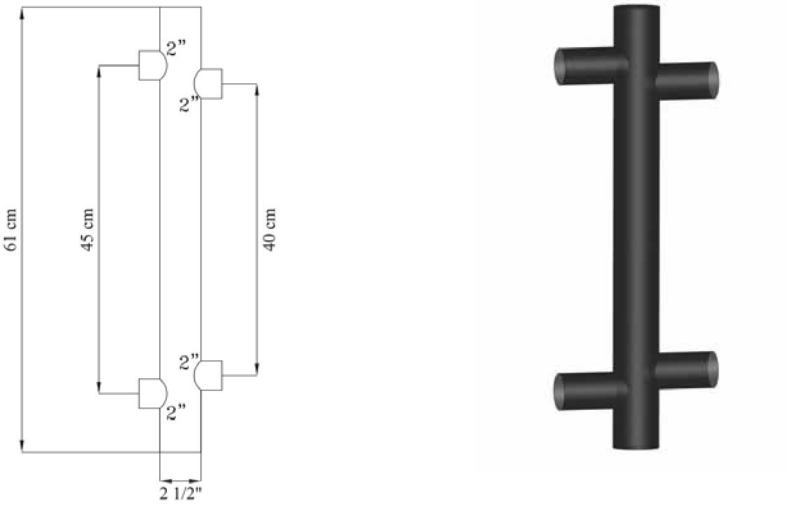
بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

۳- شبیه‌سازی جریان در چندراهی کم‌افت

به منظور بررسی الگوی جریان در داخل چندراهی کم‌افت از شبیه‌سازی عددی کمک گرفته شد. در این قسمت به نحوه مدل‌سازی و بررسی نتایج به دست آمده پرداخته می‌شود. شکل ۶ هندسه چندراهی کم‌افت مدل‌سازی شده و شکل ۷ شبکه‌بندی انجام شده بر روی آن را نشان می‌دهد. در مدل‌سازی، دمای ورودی و خروجی دیگ به ترتیب ۳۲۰ و ۳۴۰ درجه کلوین است. هدف ما رسیدن به دمای ثابت ۳۳۰ درجه کلوین برای سامانه گرمایشی ساختمان با اختلاف دمای ورودی و خروجی ۱۰ درجه می‌باشد. برای رسیدن به این امر، مطابق محاسبات زیر، دبی جریان در مدار ثانویه باید دو برابر مدار اولیه در نظر گرفته می‌شود تا قانون بقای انرژی برقرار شود.

$$Q_1 = m_1 x\ C\ x\ \Delta T_1$$
$$Q_2 = m_2 x\ C\ x\ \Delta T_2$$
$$Q_1 = Q_2 \quad > m_1 x\ \Delta T_1 = m_2\ x\ \Delta T_2$$
$$\Delta T_1 = 2\Delta T_2 \quad > m_1 = 0.5 m_2$$

در این روابط زیرنویس ۱ مربوط به مدار اولیه و زیرنویس ۲ مربوط به مدار ثانویه می‌باشد.



شکل ۶: چندراهی کم‌افت مدل‌سازی شده

شکل ۷ : شبکه‌بندی انجام شده بر روی چندراهی کم‌افت

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

۴- بررسی نتایج

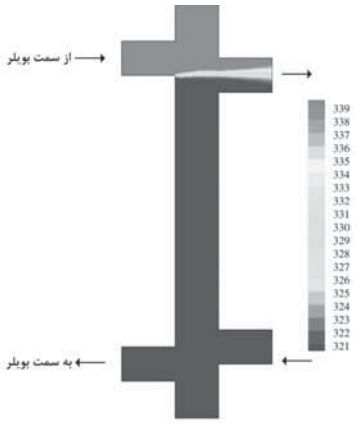
ایـن سـوال در طراحـی چندراهـی کم‌افـت وجـود دارد کـه نحـوه اتصـال ورودی‌هـا و خروجی‌هـا بـه چـه نحـوی بایـد باشـد. بـه همیـن منظـور در ایـن قسـمت نتایـج در دو حالـت مختلـف مـورد بررسـی قـرار می‌گیرنـد. یکـی در حالتـی کـه اتصـالات در سـمت دیـگ (کـه در ایـن مقالـه «اتصـالات مـدار اولیـه» نامیـده می‌شـوند) بـه یکدیگـر نزدیکتـر هسـتند و دیگـری در حالتـی کـه اتصـالات در سـمت مصرف‌کننـده حـرارت (کـه در ایـن مقالـه «اتصـالات مـدار ثانویـه» نامیـده می‌شـوند) بـه یکدیگـر نزدیـک می‌باشـند. در هـر حالـت کانتورهـای سـرعت و دمـا در صفحـه تقـارن چندراهـی بـرای ارزیابـی نحـوه توزیـع سـرعت و دمـا در داخـل آن، بردارهـای سـرعت بـرای مشـاهده نحـوه ترکیـب جریـان در داخـل چندراهـی کم‌افـت و همچنیـن توزیـع دمـا در صفحـه خروجـی چندراهـی کم‌افـت بـه سـمت مصرف‌کننـده بـرای مشـاهده توزیـع دمـای خروجـی از چندراهـی کم‌افـت مـورد ارزیابـی قـرار می‌گیرنـد.

۴-۱- اتصالات مدار ثانویه درون اتصالات مدار اولیه قرار دارند

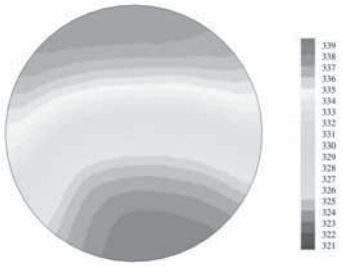
بـر اسـاس دسـتورالعمل سـازنده‌های چندراهی‌کم‌افـت، زمانـی کـه نیـاز بـه دمـای ثابتـی جهـت تغذیـه سـامانه گرمایشـی سـاختمان وجـود دارد، اتصـالات بایـد در سـمت مصرف‌کننـده بـه یکدیگـر نزدیکتـر باشـند یـا بـه عبـارت دیگـر اتصـالات مـدار ثانویـه درون اتصـالات مـدار اولیـه قـرار گیرنـد. ولـی متاسـفانه دلیـل ایـن امـر توضیـح داده نشـده اسـت. در ایـن قسـمت بـه بررسـی صحـت ایـن موضـوع پرداختـه می‌شـود.

در شـکل ۸ کانتـور دمایـی در صفحـه تقـارن چندراهی‌کم‌افـت نشـان داده شـده اسـت. همان‌طورکـه مشـاهده می‌شـود در ایـن حالـت بـا توجـه بـه دو برابـر بـودن دبـی جریـان در مـدار ثانویـه، تمامـی آبـی کـه از سـمت دیـگ وارد چندراهـی کم‌افـت می‌شـود، توسـط پمـپ مـدار ثانویـه مکیـده می‌شـود و مابقـی جریـان نیـز از مـدار برگشـت مـدار ثانویـه تأمیـن می‌شـود.

در ایـن حالـت، ایـن اطمینـان وجـود دارد کـه تمامـی آبـی کـه توسـط دیـگ گـرم شـده اسـت وارد مـدار ثانویـه می‌شـود، کـه در مدل‌سـازی ۵۰ درصـد جریـان را شـامل می‌شـود و ۵۰ درصـد درصـد باقـی مانـده نیـز از آبـی کـه بعـد از عبـور از سـامانه حرارتـی دمـای آن کاهـش پیـدا کـرده تأمیـن می‌شـود. در نتیجـه در ایـن حالـت همـواره یـک ترکیـب ثابـت و متعاقبـا بـا یـک دمـای ثابـت، وارد مـدار ثانویـه می‌شـود. کانتـور دمایـی در صفحـه خروجـی چندراهی‌کم‌افـت در سـمت مـدار ثانویـه در شـکل ۹ نشـان داده شـده اسـت. متوسـط دمـای خروجـی از چندراهـی کم‌افـت بـه سـمت مصرف‌کننـده در ایـن حالـت ۳۳۰ درجـه کلویـن اسـت. در نتیجـه در ایـن حالـت همـواره دمـای مطلـوب جهـت سـامانه گرمایشـی تأمیـن می‌شـود.

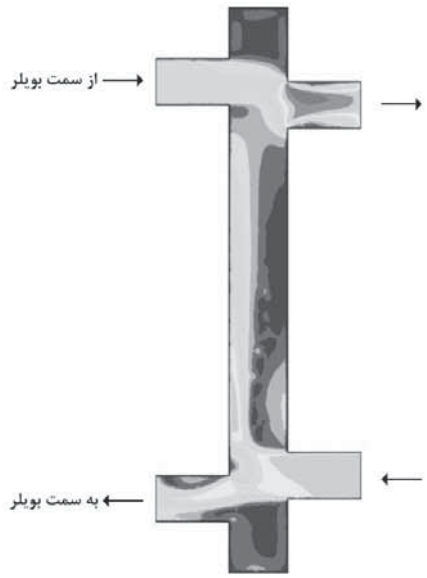


شکل ۸ : کانتور دمایی در صفحه تقارن چندراهی‌کم‌افت
دما بر حسب درجه کلوین است



شکل ۹ : کانتور دمایی در صفحه خروجی چندراهی کم‌افت به سمت مصرف‌کننده
دما بر حسب درجه کلوین است

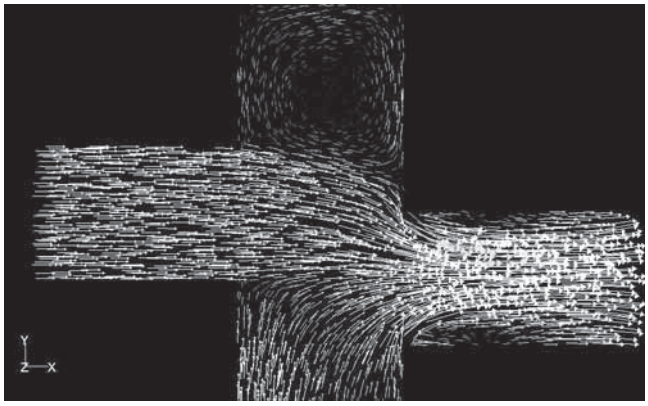
بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com



شکل ۱۰ : کانتور سرعت در صفحه تقارن چندراهی کم‌افت

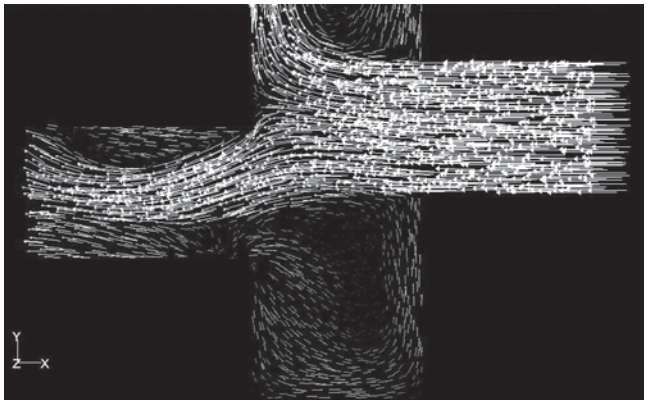
شکل ۱۰ کانتور سرعت را در صفحه تقارن چندراهی کم‌افت نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود در این حالت بیشینه سرعت در قسمت میانی اتصال خروجی چندراهی کم‌افت به سمت مدار ثانویه تشکیل می‌شود.

شکل‌های ۱۱ و ۱۲ بردارهای جریان را در ورودی و خروجی‌های چندراهی کم‌افت نشان می‌دهد. در این شکل‌ها نحوه ترکیب جریان ها در داخل چندراهی کم‌افت به خوبی نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود در هر دو خروجی بالایی و پایینی چندراهی‌کم‌افت بیشینه سرعت در قسمت میانی مقطع ایجاد می‌شود.



شکل ۱۱ : بردارهای سرعت در قسمت بالایی چندراهی کم‌افت

نکتــه دیگــری کــه در ایــن شــکل‌ها نمایــان می‌شــود، گردابه‌هــای ایجــاد شــده در قســمت‌های بالایــی و پایینــی چندراهــی کم‌افــت اســت. همان‌طورکــه مشــاهده می‌شــود در ایــن قســمت‌ها ســرعت جریــان بــه مراتــب کاهــش می‌یابــد و بــه همیــن دلیــل اســت کــه دریچــه‌ای جهــت خــروج هــوا و محــل تخلیــه بــرای خــروج رســوب و پســماندها در ایــن قســمت‌ها قــرار داده می‌شــوند. ایــن نقــاط تخلیــه بــه صــورت اســتاندارد بــر روی چندراهی‌هــا تعبیــه شــده اســت.



شکل ۱۲ : بردارهای سرعت در قسمت پایینی چندراهی کم‌افت

۴-۲- اتصالات مدار ثانویه درون اتصالات مدار اولیه قرار دارند

در ایــن حالــت اتصــالات ســمت مصــرف کننــده بــه یکدیگــر نزدیکتــر هســتند و یــا بــه عبــارت دیگــر اتصــالات مــدار اولیــه درون اتصــالات مــدار ثانویــه قــرار دارنــد.

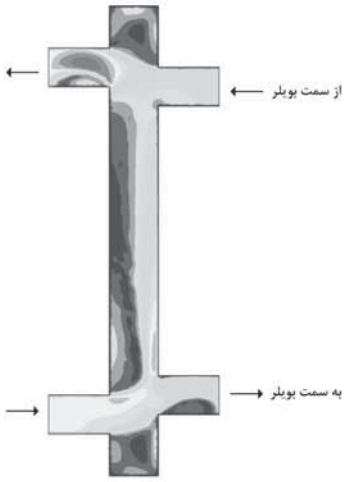
در شــکل ۱۳ کانتــور دمایــی در صفحــه تقــارن چندراهی‌کم‌افــت نشــان داده شــده اســت. در ایــن حالــت نیــز تمامی‌جریــان آبــی کــه توســط دیــگ گــرم شــده اســت وارد مــدار ثانویــه می‌شــود. ولــی در صورتــی کــه اتصــالات ســمت دیــگ از حــدی بیشــتر بــه یکدیگــر نزدیــک باشــند ایــن امــکان وجــود دارد کــه بخشــی از جریــان خروجــی از دیــگ دوبــاره بــه دیــگ بازگــردد و تمامــی‌آن وارد مــدار ثانویــه نشــود. در نتیجــه در فواصــل نزدیــک بــه هــم تفاوتــی از لحــاظ دمایــی در خروجــی چندراهی‌کم‌افــت بــه ســمت مصرف‌کننــده وجــود نــدارد. زیــرا در ایــن حالــت نیــز تمامــی آبــی کــه توســط دیــگ گــرم شــده اســت وارد مــدار ثانویــه می‌شــود و تــا زمانــی کــه اطمینــان از ایــن امــر وجــود دارد، خروجــی دمایــی مطلــوب بــه دســت خواهــد آمــد.

کانتور دمایی در صفحه خروجی چندراهی کم‌افت در سمت مدار ثانویه در شکل ۱۴ نشان داده شده است.

شکل ۱۴ : کانتور دمایی در صفحه خروجی چندراهی کم‌افت به سمت مصرف‌کننده

شکل ۱۳ : کانتور دمایی در صفحه تقارن چندراهی کم‌افت

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com



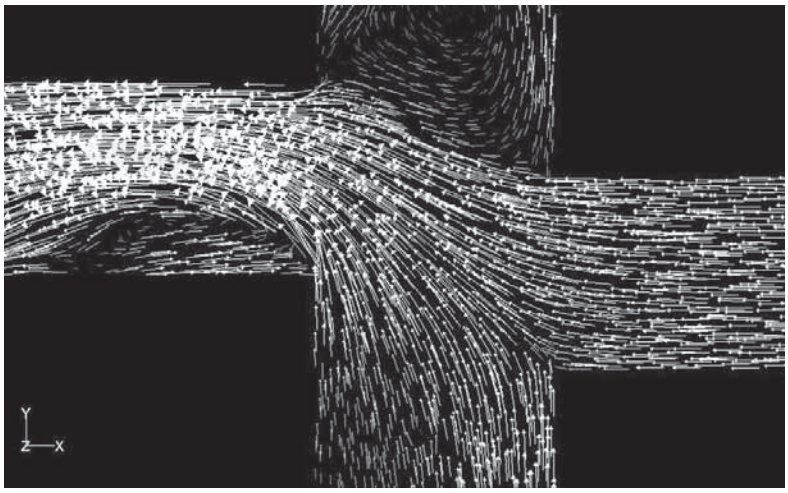
شکل ۱۵ : کانتور سرعت در صفحه تقارن چندراهی کم‌افت

شکل ۱۵ کانتور سرعت را در صفحه تقارن چندراهی کم‌افت نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود در این حالت بیشینه سرعت در قسمت بالایی اتصال خروجی چندراهی کم‌افت به سمت مدار ثانویه تشکیل می‌شود.

شکل‌های ۱۶ و ۱۷ بردارهای جریان را در ورودی و خروجی‌های چندراهی کم‌افت نشان می‌دهد. در این شکل‌ها نحوه ترکیب جریان ها در داخل چندراهی کم‌افت به خوبی نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود در هر دو خروجی بالایی و پایینی چندراهی کم‌افت بیشینه سرعت در قسمت بالایی مقطع ایجاد می‌شود.

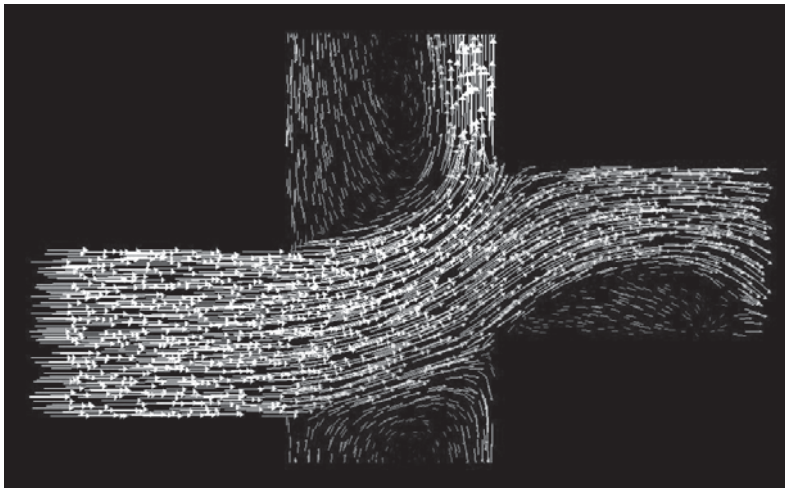
تفاوتی که در این حالت نسبت به حالت قبل وجود دارد تشکیل یک گردابه بزرگ در مقاطعه خروجی از چندراهی کم‌افت چندراهی است که سبب کاهش سطح مقطع جریان می‌شود.

در این حالت نیز همانند حالت قبل گردابه‌هایی در قسمت‌های بالایی و پایینی چندراهی کم‌افت تشکیل می‌شود. به همین خاطر وجود دریچه جهت خروج هوا و محل تخلیه برای خروج رسوب و پسماندها ضروری است.



شکل ۱۶ : بردارهای سرعت در قسمت بالایی چندراهی کم‌افت

KARAB
Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR
ISO 9001.2008



شکل ۱۷ : بردارهای سرعت در قسمت پایینی چندراهی کم‌افت

۵- نتیجه گیری

مقـدار آب ورودی در سـامانه (رادیاتـور، مخـزن و ...) ممکـن اسـت بیشـتر و یـا کمتـر از مقـدار مشـخص در دیـگ باشـد. دیـگ تنهـا زمانـی در پیـک بـازده خـود عمـل می‌کنـد کـه سـرعت آب عبـوری از آن در محـدوده پارامترهـای تعییـن شـده قـرار گیـرد. در برخـی مـوارد، ماننـد سـامانه‌های چنـد دیـگ، ممکـن اسـت نـرخ جریـان در مـدار سـامانه از حداکثـر نـرخ پیشـنهادی تجـاوز کنـد. در ایـن مواقـع نصـب چندراهی‌کم‌افـت باعـث تولیـد یـک مـدار اولیـه جریـان می‌گـردد کـه بـه وسـیله آن بـدون توجـه بـه تغییـرات و یـا نیازمنـدی هـای مـدار ثانویـه، سـرعت آب در مـدار اولیـه می‌توانـد در مقـدار ثابـت مـورد نظـر قـرار داده شـود. در حقیقـت مـدار اولیـه ماننـد مخـزن چرخـش آب داغـی عمـل می‌کنـد کـه مـدار ثانویـه می‌توانـد در هنـگام لـزوم بـه آن نفـوذ کنـد. عـلاوه بـر سـرعت آب، دمـای آب نیـز اهمیـت دارد. بـه ویـژه بـرای دیگ‌هـای چگالشـی کـه نیازهـای خـاص خـود را جهـت عملکـرد بـا حداکثـر بـازده دارنـد. بـرای ورود دیـگ بـه حالـت چگالشـی دمـای بازگشـت نبایـد بیشـتر از ۵۵ درجـه سلسـیوس باشـد. در ایـن صـورت بـا اسـتفاده از چندراهی‌کم‌افـت، جریـان خروجـی از دیـگ بـا جریـان برگشـتی از سـامانه ترکیـب و در نهایـت دمـای ورودی بـه دیـگ کاهـش می‌یابـد. بنابرایـن در برخـی مـوارد حسـگرهای دمـا بـر روی چندراهـی جهـت کنتـرل دمـای مـدار اولیـه نصـب می‌شـوند.

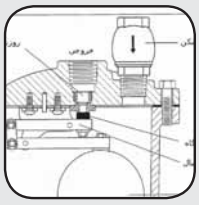
مرجع

[1] David Palmer (2014), “Talking Headers”, CIBSE Journal.

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

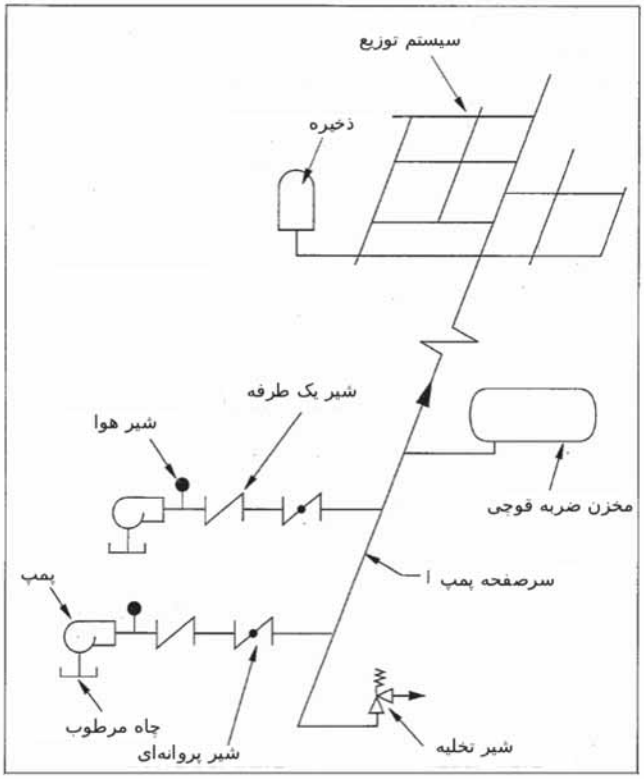
کنترل موج آبی در ایستگاه های پمپاژ

ترجمه و ویرایش: سید محمدرضا ناجیان



ایـن مقالـه اصـول اولیـه کنتـرل موج‌آبـی و عملکـرد شـیرهای مختلـف در ارتبـاط بـا ایسـتگاه‌های پمپـاژ را ارائـه می‌دهـد.

خطـوط لولـه آبـی و سـامانه‌های توزیع‌کننـده تقریبـا هـر روز در معـرض موج‌آبـی هسـتند، کـه در طـول زمـان می‌توانـد بـه تجهیـزات موجـود و نیـز خـود خـط لولـه آسـیب وارد کنـد. موج‌آبی‌هـا بـا تغییـرات ناگهانـی در سـرعت سـیال ایجـاد می‌شـوند و می‌تواننـد بـه کوچکـی چنـد پونـد در مجـذور اینـچ تـا بـه بزرگـی پنـج برابـر فشـار اسـتاتیک باشـند. علـل و اثـرات ایـن موج‌آبی‌هـا در سـامانه‌های پمپـاژ، بـه همـراه تجهیزاتـی کـه بـرای جلوگیـری و دفـع موج‌آبی‌هـا طراحـی شـده اسـت مـورد بحـث قـرار خواهـد گرفـت. همچنیـن تاسیسـات رایـج و مثال‌هایـی دیگـر بـه منظـور درک محدودیت‌هـای قابـل اجـرا مطـرح می‌شـوند. شـکل ۱ یـک سـامانه نمونـه پمپـاژ و توزیـع آب را نشـان می‌دهـد کـه در آن دو پمـپ مـوازی از چـاه مرطـوب آب می‌کشـد و سـپس آب را از طریـق شـیرهای بررسـی و پروانـه‌ای



شکل ۱: یک سیستم توزیع/ پمپاژ نمونه

بـه یـک سـامانه سـرصفحه و توزیـع، پمپـاژ می‌کنـد. مخـزن ضربـه قوچـی و شـیر تخلیـه بـه عنـوان تجهیـزات ممکـن در سـرصفحه پمـپ بـرای از بیـن بـردن و جلوگیـری از موج‌آبـی نشـان داده شـده‌اند. در رابطـه بـا هـر یـک از این‌هـا در ادامـه بیشـتر بحـث خواهـد شـد.

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

علت‌ها و معلول‌ها

موج‌آبی‌هـا بـه علـت تغییـرات ناگهانـی در سـرعت جریـان ایجـاد می‌شـوند کـه خـود ناشـی از علـل شـایعی ماننـد بسـته شـدن سـریع شـیر، روشـن و خامـوش شـدن پمـپ و روش‌هـای پرکـردن نادرسـت اسـت. خطـوط لولـه اغلـب اولیـن موج‌آبـی خـود را در طـول پـر کـردن مشـاهده می‌کننـد؛ ایـن زمانـی اسـت کـه هوایـی کـه بـه سـرعت از یـک لولـه خـارج می‌شـود، از طریـق یـک شـیر دسـتی و یـا یـک شـیر متوقف‌کننـده در امتـداد آب بـه بیـرون مـی‌رود.

از آنجایـی کـه آب چنـد برابـر چگال‌تـر از هـوا اسـت، هـوا را بـا سـرعت زیـادی بـه سـمت خروجـی دنبـال می‌کنـد، امـا سـرعت آن در خروجـی محـدود می‌شـود کـه در نتیجـه باعـث ایجـاد موج‌آبـی می‌شـود. از ایـن رو کنتـرل دقیـق سـرعت جریـان پـر کـردن و همچنیـن تهویه هـوا از طریـق شـیرهای هـوای خـودکار بـا اندازه‌هـای مناسـب ضـروری اسـت. به‌طـور مشـابه، شـیرهای خـط بایـد بـرای جلوگیـری از تغییـرات سـریع در سـرعت جریـان بـه آهسـتگی بسـته و بـاز شـوند.

می‌تـوان گفـت عملکـرد پمپ‌هـا و توقـف ناگهانـی پمپ‌هـا بـه علـت قطعـی بـرق، شـایع‌ترین تاثیـر بـر روی سـامانه و بیشـترین احتمـال ایجـاد موج‌آبـی را دارد. اگـر سـامانه پمپـاژ کنتـرل شـده و یـا تحـت محافظـت نباشـد، آلودگـی و آسـیب بـه تجهیـزات و خـط لولـه بـه خـودی خـود می‌توانـد جـدی باشـد.

اثـرات موج‌آبـی می‌توانـد بـه مقـدار شـل کـردن اتصـالات لوله‌هـا جزئـی، تـا حـد آسـیب بـه پمپ‌هـا، شـیرها و سـازه‌های بتنـی شـدید باشـد. اتصـالات لوله‌هـای آسـیب دیـده و شـرایط خـلاء می‌توانـد موجـب آلودگـی سـامانه از شـرایط آب‌هـای زیرزمینـی و جریـان برگشـتی شـود. موج‌آبی‌هـای کنتـرل نشـده نیـز می‌تواننـد فاجعه‌بـار باشـند. شکسـتگی خـط می‌توانـد موجـب سـیل شـود و جابجایـی خـط می‌توانـد بـه سـتون‌ها و بعضـا حتـی بتـن و خزانـه آسـیب وارد کنـد و ضـرر و زیانـی بـه ارزش میلیون‌هـا دلار می‌توانـد رخ دهـد. بنابرایـن درک و کنتـرل موج‌آبـی بـا تجهیـزات مناسـب ضـروری اسـت.

سابقه موج‌آبی

بـه منظـور کسـب درک درسـتی از تجهیـزات کنتـرل موج‌آبـی، تعـدادی از معـادلات اساسـی تئـوری موج‌آبـی در ادامـه ارائـه می‌شـود. گام اول؛ فشـار موج‌آبـی (H) ناشـی از توقـف لحظـه‌ای جریـان بـا تغییـر در سـرعت رابطـه مسـتقیم دارد اسـت و به‌صـورت زیـر محاسـبه می‌شـود: $H = av / g$

که در آن:

H = فشار موج‌آبی، ارتفاع ستون آب به فوت

a = سرعت فشار موج‌آبی، فوت بر ثانیه

v = تغییر در سرعت جریان، فوت بر ثانیه

g = گرانش، ۳۲/۲ فوت بر مجذور ثانیه

سـرعت مـوج فشـاری (a) بسـته نـوع مایـع، انـدازه لولـه، و مـواد لولـه متفـاوت اسـت. بـرای یـک خـط فـولادی بـه انـدازه متوسـط، سـرعت به‌طـور تقریبـی برابـر بـا ۳۵۰۰ فـوت بـر ثانیـه اسـت. بـرای لوله‌هـای پی‌وی‌سـی، سـرعت بـه مراتـب کمتـر خواهـد بـود. بـرای یـک خـط فـولادی ۱۲ اینچـی کـه در آن آب بـا سـرعت ۶ فـوت بـر ثانیـه جریـان دارد، مقـدار موج‌آبـی ناشـی از یـک توقـف جریـان لحظـه‌ای برابـر اسـت بـا:

$$H = (3500\ ft/s)(6\ ft/s) / (32\ ft/s^2 s^2)$$

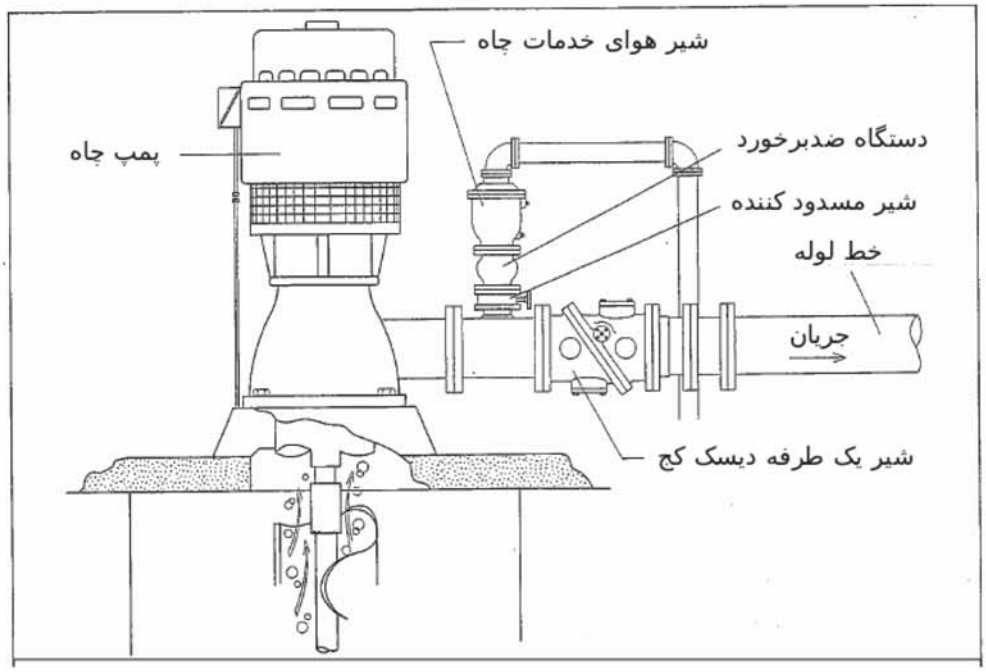
$H = 656$ ft ستون آب

فشـار موج‌آبـی ۶۵۶ فوتـی (یـا ۲۸۵ پونـد بـر مجـذور اینـچ) در کنـار فشـار خـط اسـتاتیک وجـود دارد. از ایـن رو، فشـار حاصـل بـه احتمـال قـوی از نـرخ فشـار سـامانه بیشـتر می‌شـود. بـه عـلاوه، در حالـی کـه موج‌آبـی از یـک انتهـای سـامانه لولـه کشـی بـه انتهـای دیگـر منتقـل می‌شـود، ایـن فشـار بـالا بـرای چنـد ثانیـه حفـظ می‌شـود، کـه باعـث فشـار بیـش از حـد لولـه و اتصـالات

می‌شـود. پـس از یـک انتقـال، موج‌آبـی فشـار می‌توانـد بـرای چنـد ثانیـه یـک فشـار منفـی و یـک جـداره خـلاء ایجـاد کنـد کـه باعـث می‌شـود آب زمینـی آلـوده از طریـق بسـت‌ها و یـا اتصـالات بـه سـمت سـامانه‌ها کشـیده شـود.

دسـتیابی بـه سـرعتی حتـی بالاتـر از سـرعت پمپـاژ در سـامانه‌های لولـه کشـی طولانـی ممکـن اسـت. اگـر پمپـاژ بـه علـت قطـع بـرق بـه طـور ناگهانـی متوقـف شـود، انرژی جنبشـی آب همـراه بـا اینرسـی کـم پمـپ ممکـن اسـت معمـول بـرای پیش‌بینـی جدایی سـتون و سـرعت بازگشـت واقعـی و موج‌آبـی بـه کار گرفتـه مـی شـوند. برنامه‌هـای کوتـاه همچنیـن می‌تواننـد شـیوه‌هایی بـرای کنتـرل قطعـی سـتون ماننـد اسـتفاده از یـک مخـزن ضربـه قوچـی، خـلاء شـکن، یـا شـیر هـوا را مدل‌سـازی کننـد. ایـن راه‌حل‌هـا در ادامـه بـا جزئیـات بیشـتری بحـث خواهـد شـد.

تاکنـون، تغییـرات در سـرعت از نـوع تغییـرات ناگهانـی شـرح داده شـد. امـا تغییـرات در سـرعت بایـد چقـدر



شکل ۲: یک پمپ توربین عمودی

موجـب ایجـاد یـک قطعـی در سـتون آب در پمـپ و یـا در یـک نقطـه بالاتـر در خـط لولـه شـود. زمانـی که سـتون‌های آب از طریـق سـر اسـتاتیک خـط بـر می‌گردنـد، سـرعت معکـوس می‌توانـد از سـرعت نرمـال تجـاوز کنـد. فشـار موج‌آبـی حاصـل می‌توانـد حتـی بالاتـر از مقـدار ۶۵۶ فـوت محاسـبه شـده در بـالا باشـد.

برنامه‌هـای کامپیوتـری تجزیـه و تحلیـل کوتـاه به‌طـور ناگهانـی باشـد کـه بتوانـد باعـث موج‌آبـی ایجـاد شـود؟ اگـر تغییـر سـرعت در مـدت زمـان مـورد نظـر ایجـاد شـده باشـد، موج‌آبـی فشـار از طـول خـط لولـه عبـور می‌کنـد و بـاز می‌گـردد و تغییـر در سـرعت می‌توانـد لحظـه‌ای در نظـر گرفتـه شـود و معادلـه فشـار موج‌آبـی (S) کـه قبـلا داده اسـت در مـورد آن صـادق اسـت. ایـن دوره زمانـی، کـه اغلـب دوره بحرانـی نامیـده می‌شـود، بـا معادلـه زیـر

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

محاسبه می‌شود:

$t = 2L / a$

که در آن داریم:

t = دوره بحرانی، به ثانیه

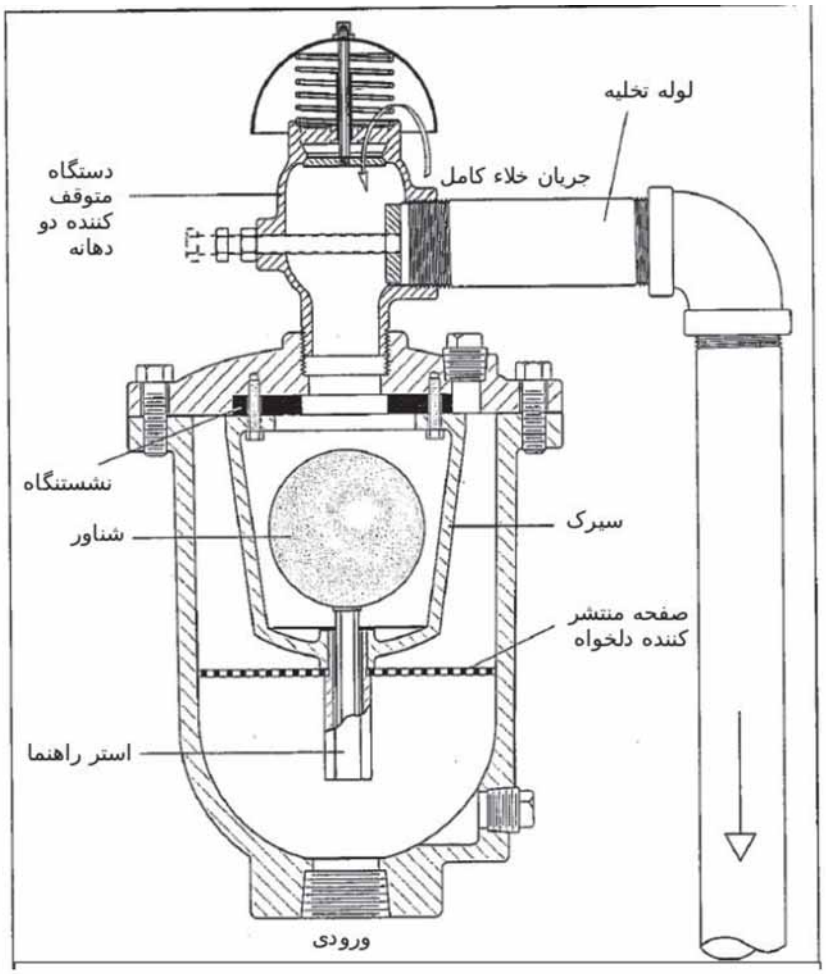
L = طول لوله، به فوت

a = سرعت موج‌آبی فشار، به فوت بر ثانیه

برای مثال اخیر در مورد خط ۱۲ اینچی، دوره بحرانی برای خط لوله فولادی به طول ۴ مایل به شرح زیر است:

$t = 2 (21, 120 \text{ ft}) / (3500 \text{ ft/sec})$

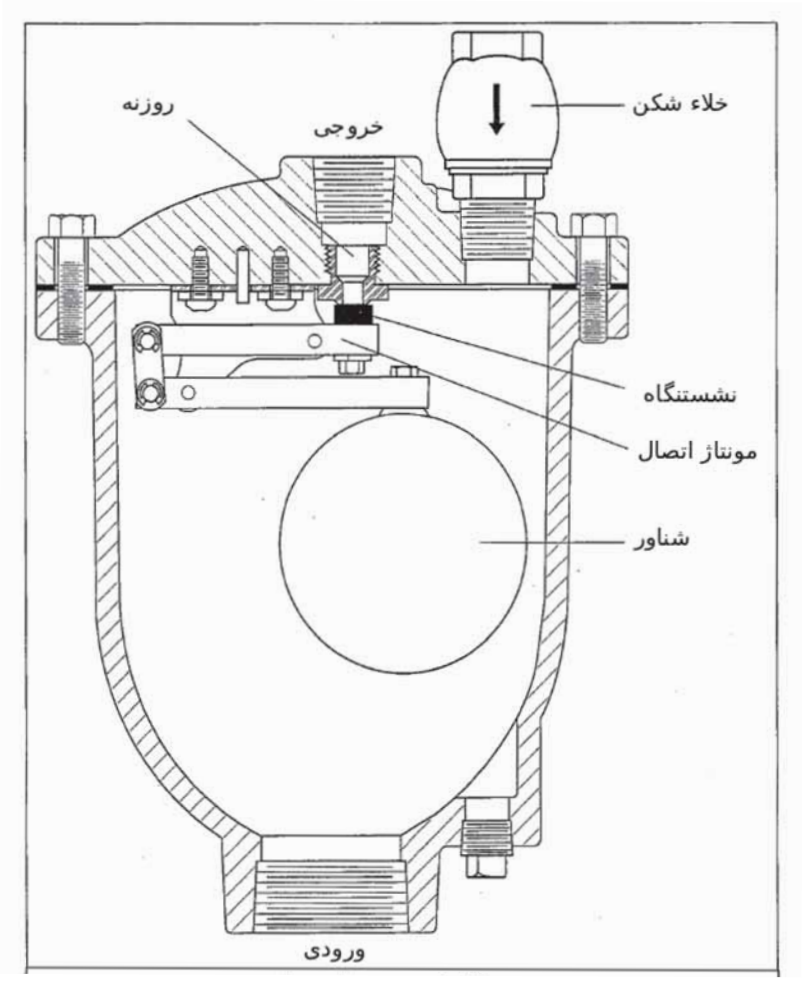
$t = 12 \text{ sec}$



شکل ۳: شیر هوای خدمات چاه

برای ایجاد موج‌آبی، نه یک پمپ به متوقف شدن سریع نیازی دارد و نه یک شیر به بسته شدن لحظه‌ای (و یا حتی ناگهانی). یک توقف جریان طبیعی به مدت ۵ تا ۱۰ ثانیه می‌تواند حداکثر موج آبی را در سامانه‌های پمپاژ طولانی ایجاد کند. از این

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008



شکل ۴: شیر تخلیه هوا

رو استراتژی‌های کنترل موج آبی باید در تمام خطوط لوله طولانی به خدمت گرفته شود.

پمپ‌ها

با اشاره دوباره به شکل ۱، یک کلید اصلی برای کنترل موج‌آبی در سامانه‌های پمپاژ، کنترل میزان افزایش و کاهش سرعت جریان در سامانه است. پمپ‌ها باید برای کنترل پیش‌شرط اندازه مورد انتظار، اندازه‌گیری شوند. از پمپ‌های متعددی می‌توان برای برآوردن خواسته‌های متنوع از آب استفاده کرد. پمپ‌های بزرگ می‌توانند در برخی از سامانه‌های پمپاژ موجب خرابی شوند.

سامانه‌های کنترل موتور پمپ‌های ویژه در دسترس هستند تا پمپ‌ها را با کنترل درایو الکتریکی پمپ به آرامی به بالا یا پایین شیب دهد. این سامانه‌ها عرضه را کنترل می‌کنند و می‌توانند در طول عملیات پمپ نرمال از موج‌آبی جلوگیری کنند. با این حال، پس از یک قطعی برق، کنترل موتور متوقف می‌شود و پمپ به سرعت فعال می‌شود و باعث توقف ناگهانی جریان می‌شود.

برخی از طرح‌های ایستگاه پمپاژ، از چند پمپ استفاده می‌کنند تا وقتی که یکی از پمپ‌ها شروع به کار می‌کند یا متوقف می‌شود، پمپ متوقف شده تاثیر کمی بر روی سرعت کلی خط لوله بگذارد. با این حال، این ایستگاه‌ها نیز به همین شکل با تاثیر شدید قطع برق مواجه هستند. تقریبا تمام سامانه‌های پمپاژ نیازمند تجهیزات اضافی برای جلوگیری از موج‌آبی پس از قطع برق دارند.

پمپ‌های عمودی و شیرهای هوای خدمات چاه

همان‌طورکه در شکل ۲ نشان داده شده است، پمپ‌های عمودی بلند آب را از یک مخزن و یا چاه مرطوب به داخل یک خط لوله بلند می‌کنند. وقتی پمپ خاموش است، سطح مکش آب زیر لوله تخلیه

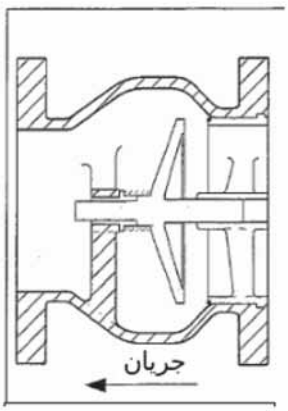
بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

پمپ است. ستون پمپ بعد از هر توقف پمپ مجدداً با هوا پر می‌شود.

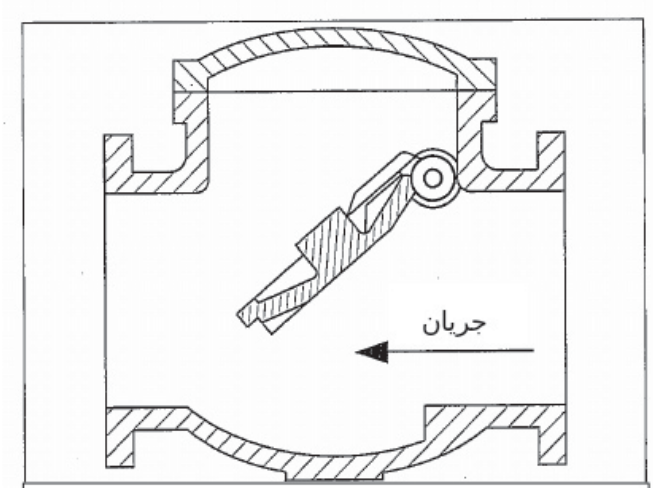
شیرهای هوا نقش مهمی در تخلیه خودکار هوای ستون پمپ و کنترل موج‌آبی در ستون پمپ ایفا می‌کنند. اگر توربین عمودی پمپ بدون یک شیر هوا شروع به کار کند، هوا در ستون پمپ فشرده و از طریق شیر یک‌طرفه وارد خط لوله می‌شود، و موجب بروز مشکلات مربوط هوا می‌گردد. شیرهای هوا برای خدمات تخلیه پمپ، که شیرهای هوای خدمات چاه نامیده می‌شوند، مشابه شیرهای هوا/ خلا هستند، با این تفاوت که مجهز به یک دستگاه کنترل گلوگاه یا دستگاه ضد برخورد به منظورخارج کردن هوا در شروع پمپ و نگهداری هوا در هنگام خاموشی پمپ هستند.

همان‌طورکه در شکل ۳ نشان داده شده است، شیر هوای خدمات چاه یک شیر معمولا باز و عمل‌کننده شناور است که هوا را به سرعت در پمپ آزاد می‌کند. هنگامی که آب وارد شیر می‌شود، شناور به‌طور خودکار افزایش می‌یابد و بسته می‌شود تا از تخلیه آب جلوگیری کند.

دستگاه‌های کنترل گلوگاه در خروجی ۳ اینچی و شیرهای کوچکتر برای کنترل نرخ تخلیه هوا، به‌خصوص در شیرهای کنترل پمپ به آرامی باز شونده، تعبیه شده‌اند. دستگاه کنترل گلوگاه با پیچ



شکل ۶: یک شیر یک‌طرفه ساکت



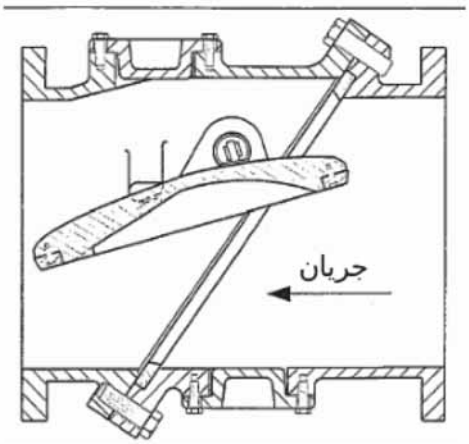
شکل ۵: یک شیر یک‌طرفه چرخشی

خارجی تنظیم می‌شود تا سرعت افزایش آب در ستون پمپ را کنترل کند. با این حال، پس از خاموش شدن پمپ، یک پورت دیگر در بالای دستگاه گلوگاه برای از بین بردن خلاء، در داخل ستون پمپ جریان کامل ایجاد می‌کند. دستگاه کنترل گلوگاه پورت دوگانه از این جهت مهم است که جریان خلاء کامل را فراهم می‌کند و از کشیده شدن آب آلوده به خط لوله (که اگر دستگاه دارای یک اگزوز مشترک و اتصال خلاء باشد می‌تواند رخ دهد) جلوگیری می‌کند.

هنگامی‌که شیر کنترل کننده یک پمپ برقی به همراه یک پمپ عمودی استفاده شود، یک شیر آزاد کننده هوا مجهز به خلاء شکن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ چنانکه در شکل ۴ نشان داده شده است. در این حالت، پمپ شروع به کار می‌کند و باز شدن شیر کنترلی چند ثانیه‌ای به تاخیر می‌افتد تا شیر آزادکننده هوا موفق شود هوا را به آرامی از طریق روزنه کوچک آن خارج کند.

در طول این فرآیند، ستون پمپ به سمت سر بسته پمپ فشرده می‌شود و هوا را با فشار زیادی به بیرون می‌راند. هوایی که یک لحظه به دام افتاده است به‌عنوان یک بالشتک برای کنترل افزایش آب در ستون پمپ عمل می‌کند. روزنه شیر برای کنترل بالا آمدن آب با سرعتی ایمن، که معمول ۲ فوت بر ثانیه است اندازه‌گیری می‌شود.

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008



شکل ۷: یک شیر یک‌طرفه دیسک کج

شیرهای یک‌طرفه

عنصر کلیدی دیگر در طراحی سامانه پمپاژ، انتخاب و بهره‌برداری مناسب از شیر یک‌طرفه تخلیه پمپ است. هر طراح ایستگاه پمپاژ با برخورد شیر یک‌طرفه مواجه است که به دلیل توقف ناگهانی جریان معکوس در یک شیر در حال بسته شدن ایجاد می‌شود.

برای جلوگیری از شدت برخورد، شیر یک‌طرفه باید یا بسیار به سرعت و یا بسیار به آرامی بسته شود. هر کاری به غیر از این دو حالت نادرست است و موجب نگرانی است. اما یک نکته مهم دیگر این است که شیر باید از سامانه پمپاژ و لوله کشی در برابر تغییرات ناگهانی سرعت محافظت کند، چنانچه در حوزه قابلیت‌های عملکردی آن باشد. شیر یک‌طرفه نیز باید قابل اعتماد باشد و افت پایینی را ارائه دهد.

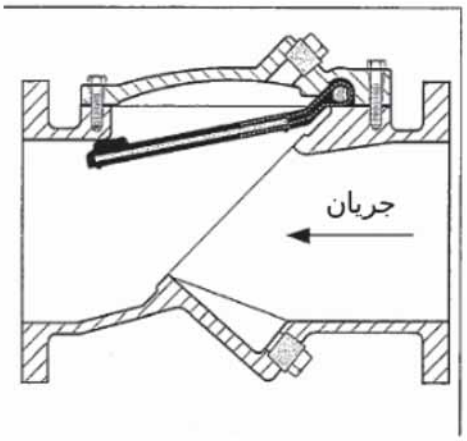
در اینجا دو دسته از شیرهای یک‌طرفه با جزئیات مورد بحث قرار خواهند گرفت. اولی، شیرهای یک‌طرفه به سرعت بسته شونده است، که نشان دهنده دسته کلی شیرهای یک‌طرفه‌ای است که به طور خودکار در کمتر از یک ثانیه و بدون استفاده از قدرت خارجی و یا سیگنال‌های دریافتی از سامانه پمپاژ عمل می‌کنند. دسته دیگری شیرهای یک‌طرفه پمپی است، که بسیار آهسته کار می‌کنند (به عنوان مثال ۶۰ تا ۳۰۰ ثانیه) تا تغییرات در سرعت جریان خط لوله را به دقت کنترل کنند.

شیرهای یک‌طرفه به سرعت بسته‌شونده

شیرهای یک‌طرفه به سرعت بسته شونده، ساده، خودکار، و مقرون به صرفه هستند. با این وجود آن‌ها اغلب دچار مشکل برخورد شیر یک‌طرفه و فشار موج‌آبی سامانه ناشی از آن می‌باشند. اگر کاهش سرعت جریان رو به جلو را بتوان از جمله با یک تجزیه و تحلیل کوتاه از سامانه پمپاژ تخمین زد، پتانسیل برخورد شیرهای یک‌طرفه مختلف چک قابل پیش‌بینی می‌شود. سپس، چند گزینه شیرهای غیر صدادار ارائه می‌شوند و ویژگی‌های عملکرد و هزینه‌ها را می‌توان برای انتخاب بهترین شیر برای به‌کارگیری مورد استفاده قرار داد.

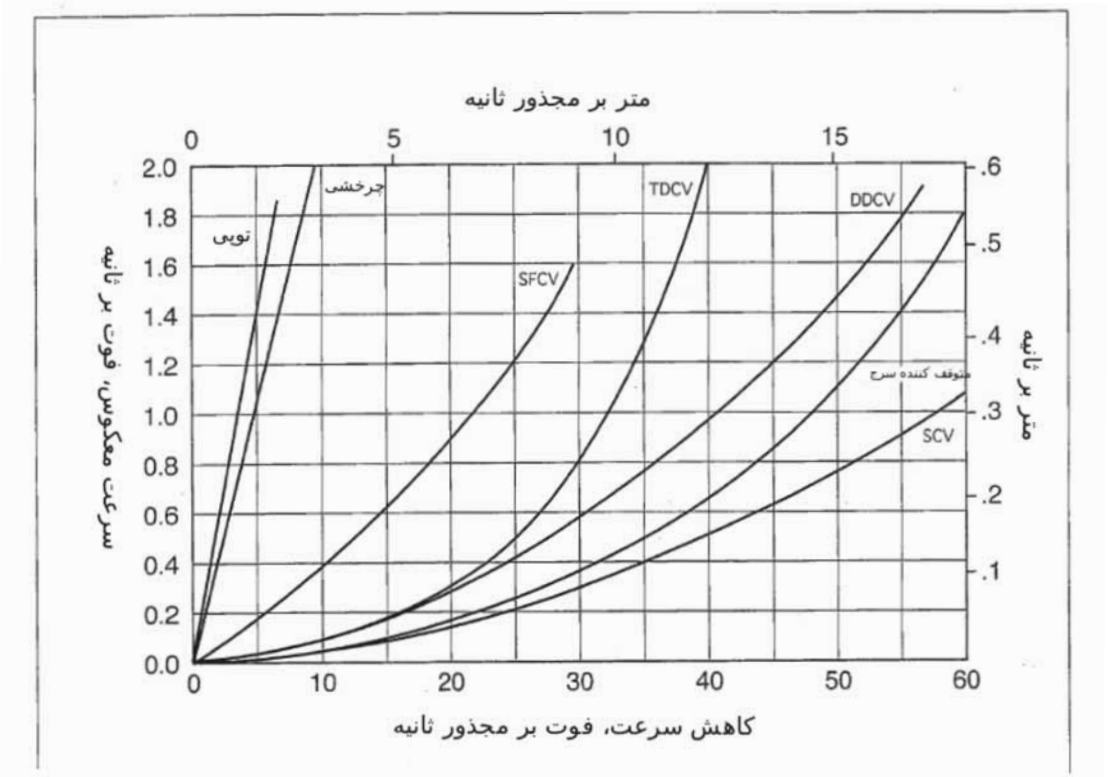
رایج‌ترین نوع شیر یک‌طرفه، نوسان شیر یکطرفه. شیرهای یک‌طرفه چرخشی است. شیرهای یک‌طرفه چرخشی در AWWA C508 برای خدمات فواره‌ای تعریف شده‌اند و به منظور جلوگیری از گردش معکوس در طول تعویض جهت جریان، طوری طراحی شده‌اند که به سرعت بسته شوند.

شیرهای یک‌طرفه چرخشی سنتی نوسان ۹۰ درجه با ضربه‌های طولانی دارند و در معرض برخورد قرار دارند. بنابراین این شیرها مجهز به صف بلندی از لوازم



شکل ۸: یک شیر یک‌طرفه چرخشی منعطف

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com



شکل ۹: مشخصات دینامیک شیرهای یک‌طرفه مختلف

جانبی هستند، که فراتر از دامنه استانداردAWWA C508 است. احتمالا از رایج‌ترین لوازم جانبی، اهرم و وزنه است. درحالی‌که به طور معمول فرض می‌شود که وزنه باعث بسته شدن سریع‌تر شیر می‌شود، اما آن در واقع با محدود کردن ضربه دیسک باعث کاهش برخورد می‌شود و در عوض موجب افزایش قابل توجهی در افت می‌گردد. بسته شدن شیر توسط اینرسی خود وزنه و اصطکاک بسته بندی‌های بنیادی نیز آهسته می‌شود.

در کاربردهای شدیدتر، گاهی از یک بالشتک هوا استفاده می‌شود که به کم کردن سرعت تاثیر بسته شدن شیر کمک می‌کند. همه می‌دانند که یک بالشتک هوا بر روی یک در که صدای محکمی می‌خورد چقدر موثر است. اما شرایط در یک خط لوله به میزان قابل توجهی متفاوت است.

هنگامی‌که یک در محکم صدا می‌خورد، حرکت آن به نحو هموواری توسط سیلندر هوا گرفته می شود زیرا وقتی که حرکت در آرام می‌شود، نیروهای وارد آمده از فنر بسته شونده و باد بیرونی کمتر و کمتر می‌شود. در مقابل، هنگامی‌که یک شیر در یک خط لوله بسته می‌شود، جریان معکوس با سرعت فوق العاده‌ای تسریع پیدا می‌کند، بنابراین برای هر کسری از ثانیه که بسته شدن شیر به تاخیر بیفتد، نیروهای روی دیسک به ترتیب قدرتشان افزایش خواهند یافت.

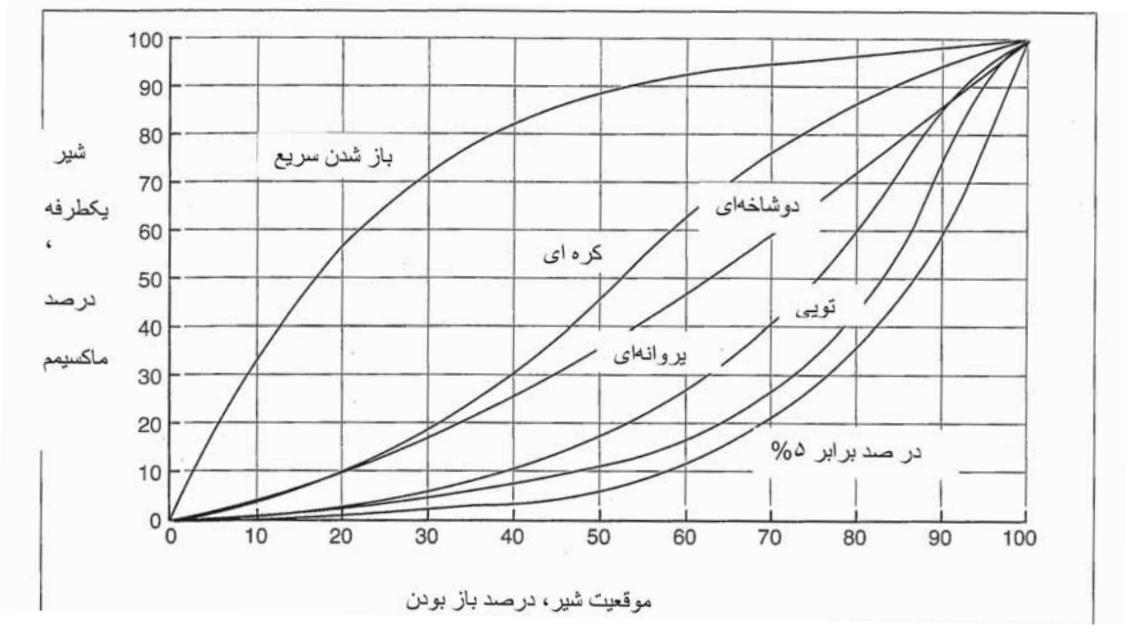
در حالی که ممکن است درست باشد که بالشتک مانع از کوبیدن دیسک به نشستنگاه شیر توسط وزنه در یک غرفه کالا می‌شود، در عمل، بالشتک تقریبا نمی‌تواند دیسک را به قدری باز نگه دارد که جریان

معکـوس تشـدید شـود و دیسـک را شـدیدتر بـه نشسـتنگاه بکوبـد. از آنجـا کـه بالشـتک‌های هـوا وابسـته بـه اسـتفاده از هـوا (کـه قابـل متراکـم شـدن اسـت) می‌باشـند، هیـچ نـوع محدودیـت مثبتـی را بـرای دیسـک بسته‌شـونده ایجـاد نمی‌کننـد و نمی‌تواننـد بـا نیروهـای عظیمـی را کـه توسـط جریـان معکـوس اعمـال مقابلـه کننـد. در مجمـوع، بهتریـن تنظیـم یـک بالشـتک معمـولا در جایـی اسـت کـه در آن شـیر سـوزنی تخلیـه بـه طـور کامـل بـاز اسـت و هـوا بـا بالاتریـن میـزان خـارج مـی شـود.

یکـی از لـوازم جانبـی بـه مراتـب موثرتـر بـرای کنتـرل نوسـان حرکـت شـیر یک‌طرفـه چرخشـی، بالشـتک روغنـی اسـت، کـه بـه آن ضربه‌گیـر روغنـی هـم می‌گوینـد. از آنجـا کـه روغـن تراکم‌ناپذیـر اسـت، بالشـتک روغنـی در برابـر نیروهـای بـالا بـر روی دیسـک کـه توسـط جریـان معکـوس اعمـال می‌شـوند مقاومـت می‌کنـد و ۱۰ درصـد آخـر از بسـته شـدن‌های شـیر را کنتـرل کنیـد. اگرچـه پمـپ بایـد قـادر بـه ایجـاد جریـان برگشـتی قابـل توجهـی باشـد، زیـرا ضربه‌گیـر روغنـی اجـازه می‌دهـد کـه شـیر یک‌طرفـه بخشـی از جریـان را از طریـق پمـپ برگردانـد.

از آنجـا کـه نیروهـای جریـان معکـوس بـر روی دیسـک شـیر بسـیار قـوی هسـتند، فشـار نفـت اغلـب از ۲۰۰۰ پونـد بـر اینـچ مربـع فراتـر مـی‌رود، کـه موجـب هزینه‌بـر شـدن ایـن دسـتگاه‌ها می‌گـردد. سـیلندر روغنـی فشـار بـالا گـران اسـت و بـه دلیـل اینکـه پاشـنه شـیر را زیـر بارهـای سـنگین می‌گـذارد، معمـولا بـه یـک شـیر یک‌طرفـه حـاص نیـاز اسـت. از آنجـا کـه پمپ‌هـا تنهـا می‌تواننـد مقـدار مشـخصی جریـان برگشـتی را تحمـل کننـد، زمـان بسـته شـدن ضربه‌گیـر معمـولا محـدود بـه ۱ الـی ۵ ثانیـه اسـت. اگـر خـط لولـه شـامل پسـمانده یـا فاضـلاب باشـد، یـک شـیر یک‌طرفـه بـا بالشـتک روغنـی می‌توانـد بـه عنـوان یـک صفحـه در طـول شـرایط جریـان معکـوس عمـل کنـد و بـه سـرعت خـط را مسـدود کنـد.

یـک راه حـل بهتـر انتخـاب یـک شـیر یک‌طرفـه اسـت کـه قبـل از هـر گونـه جریـان معکـوس قابـل توجـه شـکل می‌گیـرد، و در نتیجـه از شـدت برخـورد جلوگیـری می‌کنـد. ایـن شـیر یـک شـیر یک‌طرفـه فنـردار و رو بـه مرکـز سـاکت (SCV) اسـت، همانطـور کـه در شـکل ۶ نشـان داده شـده اسـت. شـیر یک‌طرفـه سـاکت، نزدیـک بـه علـت ضربـه خطـی کوتـاه آن (بـا قطـر ۱/۴)، محـل دیسـک در طـول جریـان و فنـر فشـرده قـوی تقریبـا در



شکل ۱۰: مشخصات جریان طبیعی شیر

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

نوع شیر	اندازه دهانه	C_v	K
شیر کنترل کره‌ای شکل	٪۱۰۰	۱۸۰۰	۵.۷۰
شیر یک‌طرفه ساکت	٪۱۰۰	۲۵۰۰	۲.۹۵
شیر یک‌طرفه دو دیسکه	٪۸۰	۴۰۰۰	۱.۱۵
شیر یک‌طرفه چرخشی*	٪۱۰۰	۴۲۰۰	۱.۰۵
شیر یک‌طرفه دو شاخه خارج از مرکز	٪۸۰	۴۷۵۰	۰.۸۱
شیر یک‌طرفه چرخشی منعطف	٪۱۰۰	۴۸۰۰	۰.۸۰
شیر یک‌طرفه دیسک کج	٪۱۴۰	۵۴۰۰	۰.۶۳
شیر پروانه‌ای	٪۹۰	۶۵۵۰	۰.۴۳
شیر توپی	٪۱۰۰	۲۱۵۰۰	۰.۰۴

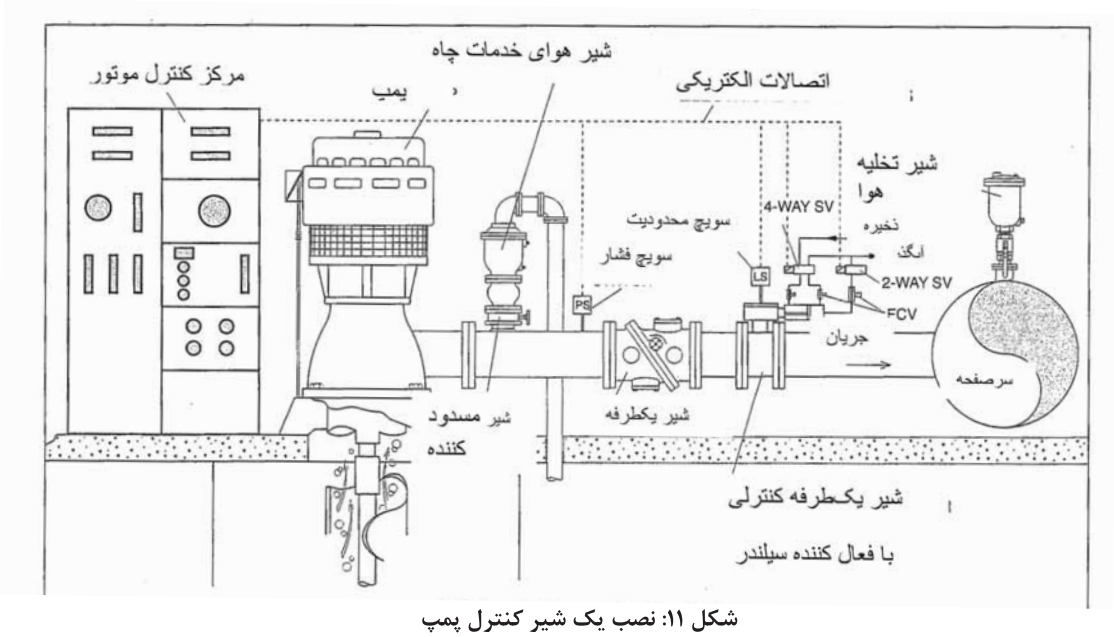
* زمانی که وزنه‌ها و فنرها برای جلوگیری از صدای ضربه به آن اضافه می‌شوند افت بیشتر است.

جدول ۱: داده‌های جریان شیر ۱۲ اینچی

برابر برخورد مقاوم است. با این حال، انتخاب شیر یک‌طرفه ساکت چندین مشکل از جمله افت بالا، عدم داشتن نشانه موقعیت و محدودیت برای تمیز کردن برنامه‌های کاربردی آب دارد.

در انتهای دیگر این طیف، شیر یک‌طرفه دیسک کج (TDCV) قرار دارد. شیر یک‌طرفه دیسک کج همان‌طورکه در شکل ۷ نشان داده شده است کمترین افت را دارد زیرا منطقه درگاه آن ۱۴۰ درصد از اندازه لوله است و دیسک آن مشابه یک دیسک شیر پروانه‌ای است که در آن جریان مجاز است از هر دو طرف دیسک عبور کند. این شیر دارای نشستگاه فلزی قابل اعتماد است و مجهز به روغن ضربه‌گیر اضافه شده در بالا یا پایین به منظور ارائه ابزار موثر کنترل و به حداقل رساندن موج‌آبی است. این کاملا به صورت خودکار و بدون نیاز به قدرت و یا اتصال الکتریکی خارجی برای کنترل پمپ انجام می‌شود.

یک گزینه دیگر، شیر یک‌طرفه دیسک ارتجاعی (SFCV)است. تنها بخش متحرک شیر یک‌طرفه دیسک ارتجاعی، دیسک انعطاف پذیر است. این شیر دارای یک پورت ۱۰۰ درصدی با شیب ۴۵ درجه است که یک ضربه کوتاه ۳۵ درجه‌ای، بسته شدن سریع و افت پایین را فراهم می‌کند. این همچنین با یک شاخص موقعیت مکانیکی و تغییرات محدودیت در دسترس است. موج‌شکن (SB) به دلیل داشتن یک شتاب‌دهنده دیسک اضافی که به موج‌شکن ویژگی‌های بسته شدن شبیه به یک شیر یک‌طرفه ساکت را می‌دهد، سرعت بسته شدن حتی بیشتری را دارد.



شکل ۱۱: نصب یک شیر کنترل پمپ

شیر یک‌طرفه با تمام امکانات آن، برای هر سامانه با افت کم و عملکرد ضد ضربه در دسترس است. ویژگی‌های بسته شدن تمام انواع شیرهای یک‌طرفه برای کاهش سرعت سامانه‌های مختلف در شکل ۹ نشان داده شده است. شیرهایی که منحنی آن‌ها در دورترین قسمت سمت راست قرار دارد بهترین مشخصات غیر ضربه‌ای را دارند.

شیرهای کنترل پمپ

اگرچه یک شیر یک‌طرفه که به سرعت بسته می‌شود ممکن است از شدت برخورد جلوگیری کند، اما نمی تواند تغییرات سرعت سامانه‌های پمپاژ با دوره‌های بحرانی طولانی را در هنگام راه‌اندازی پمپ و خاموش شدن آن به‌طور کامل کنترل کند. برای سامانه‌های پمپاژی که در آن‌ها دوره بحرانی طولانی است، معمولا از یک شیر کنترل پمپ استفاده می‌شود.

یک شیر کنترل پمپ به مدار پمپ با سیم متصل است و دفعات باز و بسته شدن قابل تنظیمی را به مقدار بیش از دوره زمانی بحرانی سامانه فراهم می‌کند. شیرهای کنترل پمپ به صورت هیدرولیکی کنترل می‌شوند، بنابراین حرکت عضو بسته شیر (یعنی شیر دیسک پروانه‌ای) از جریان یا فشار در خط لوله تاثیر می‌گیرد. به علاوه، بیشتر پمپ‌های حاضر در خدمات امروز اینرسی چرخش کمی دارند و در کمتر از ۵ ثانیه متوقف می‌شوند.

شیر کنترل پمپ می‌تواند به منظور حفاظت از پمپ، در هنگام قطع برق یا قطعی پمپ به سرعت بسته شود. با این حال، وقتی بسته شدن سریع مورد نیاز باشد، تجهیزات موج‌آبی اضافی، مورد نیاز خواهد بود، همان‌طورکه در بخش زیر توضیح داده شد. اما ابتدا معیارهای انتخاب مربوط به شیرهای کنترل پمپ ارائه خواهد شد.

فهرست شیرهای کنترل پمپ ممکن فهرستی طولانی است زیرا بسیاری از شیرها مجهز به کنترل اتوماتیک لازم برای سامانه‌های پمپاژ هستند. شیرهایی که معمولا در نظر گرفته می‌شوند پروانه‌ای، دوشاخه، توپی، و کره شکل هستند. احتمالا رایج ترین معیار برای انتخاب شیر هزینه‌های اولیه است، اما برای سامانه‌های پمپاژ، فرآیند انتخاب باید به دقت و با در نظر گرفتن موارد زیر انجام شود:

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته ترین و مدرن ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

- هزینه شیر و نصب آن
- هزینه‌های پمپاژ
- یکپارچگی نشستنگاه
- قابلیت اطمینان
- مشخصات جریان

هزینه‌های نصب برای انواع شیرهای کنترل پمپ مختلف می‌تواند به‌طور گسترده‌ای متفاوت باشد. به عنوان مثال، یک شیر پروانه‌ای یا دو شاخه ۱۲ اینچی با محرک‌ها و کنترل‌های هیدرولیک می‌تواند ۵۰۰۰ دلار هزینه داشته باشد، و یک شیر کنترل توپی یا کره‌ای شکل می‌تواند به میزان ۲ تا ۴ برابر مبلغ آن باشد. علاوه بر هزینه خرید، هزینه ایجاد ارتباطات محدوده، سیم‌کشی کنترلی به کنترل‌های موتور پمپ و ساختن پایه ستون بتنی برای شیرهای کنترل توپی و کره‌ای شکل سنگین‌تر نیز باید اضافه شود.

البته، هزینه نصب شیر مهم است و نمایانگر سرمایه‌گذاری مهمی است. اما هزینه‌های پمپاژ مرتبط با افت از طریق شیر نیز به همان اندازه مهم است. مکش جریان الکتریکی پمپ تابعی از افت سامانه و سرعت جریان است. هزینه‌های اضافی دیگر به دلیل افت فشار شیر را می‌توان با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$A = (1.65Q\Delta HS_GCU)/E$$

که در آن:

A = هزینه‌های انرژی سالانه، به دلار در سال

Q = نرخ جریان، گالن در دقیقه

$\Delta H\Delta H$ = افت فشار، آب بر حسب فوت

S_GS_G = جاذبه مشخص، بدون بعد (آب = ۱،۰)

C = هزینه برق، دلار برای کیلووات در ساعت

U = استفاده، درصد × ۱۰۰ (1.0 برابر با ۲۴ ساعت در روز است)

E = بهره وری از پمپ و مجموعه موتور (۰/۸۰ معمولی)

به عنوان مثال، تفاوت افت بین یک شیر پروانه‌ای ۱۲ اینچی (K = ۰.۴۳) یک شیر کنترل کره‌ای شکل (K = ۵.۷) در یک سامانه ۴۵۰۰ گالنی در دقیقه (۱۲/۷ فوت بر ثانیه) را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\Delta H = Kv^2/2g$$

که در آن:

ΔH = افت فشار، آب بر حسب فوت

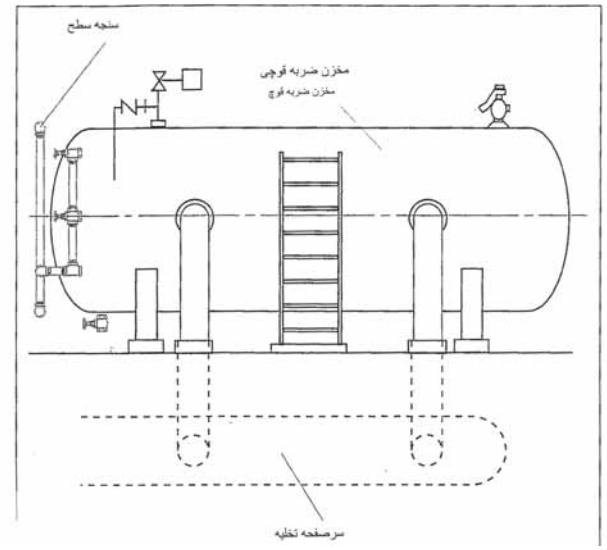
K = ضریب مقاومت جریان، بدون بعد

v = سرعت، فوت بر ثانیه

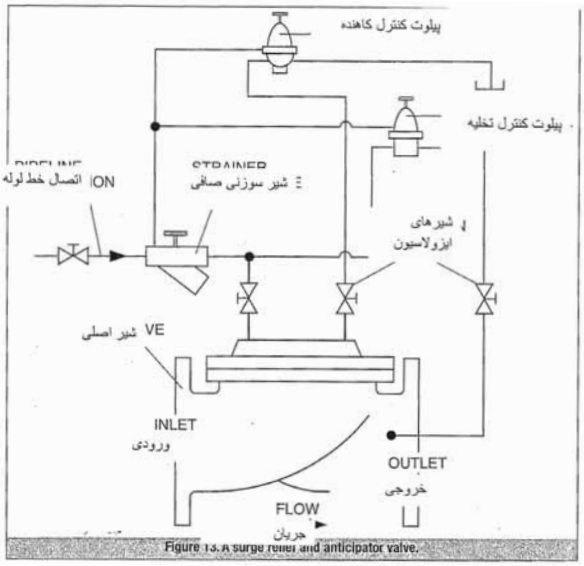
g = جاذبه، ۳۲/۲ فوت بر مجذور ثانیه

مقادیر را جایگذاری می‌کنیم:

$$\Delta H = \Delta H = (5.7-0.43)\ (12.7)^2(12.7)^2$$



شکل ۱۲: مخزن ضربه قوچی هیدرو پنوماتیک



شکل ۱۳: تخلیه سرج و شیر پیش‌بینی‌کننده

$$/2\times\times32.2= 13.2ft.wc= 13.2ft.wc$$

سپس می‌توان از این تفاوت در افت برای محاسبه تفاوت در هزینه‌های سالانه عملکرد استفاده کرد؛ با این فرض که هزینه برق به ازای هر کیلووات در ساعت، ۰/۰۵ دلار و ۵۰ درصد از مصرف باشد.

$$A = (1.65 \times 4500 \times 13.2 \times 1.0 \times 0.05 \times 0.5)/(0.8) = 3062 \text{دلار}$$

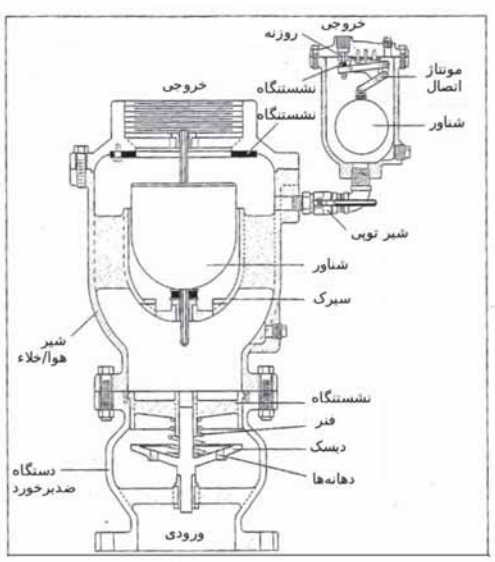
محاسبات هزینه نشان می‌دهد که استفاده از یک شیر پروانه‌ای ۱۲ اینچی به جای یک شیر کنترل کره‌ای شکل ۱۲ اینچی می‌تواند سالانه ۳۰۶۲ دلار صرفه‌جویی در هزینه انرژی به همراه داشته باشد. اگر ایستگاه پمپ چهار عدد از این شیرها را به مدت ۴۰ سال داشته باشد، مجموع صرفه‌جویی معادل ۴۹۰۰۰۰ دلار در طول عمر نیروگاه خواهد بود. واضح است که پمپاژ هزینه می‌تواند حتی از هزینه نصب مهم تر باشد. به علاوه، هر چه شیر بزرگتر باشد، تاثیر آن بر هزینه‌های انرژی بیشتر است.

عوامل رایج موثر بر جریان افت فشار، به ترتیب افت بیشتر به کمتر، در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. شیر توپی AWWA کمترین افت را در بین تمام شیرهای کنترل پمپ دارد، اما از سوی دیگر شیر پروانه‌ای AWWA بهترین تعادل بین هزینه‌های انرژی و هزینه‌های نصب و راه‌اندازی را فراهم می‌کند.

یکپارچگی نشستنگاه شیر کنترل پمپ نیز مهم است، به‌طوری‌که پمپ بتواند بدون جریان برگشتی از طریق شیر سرویس شود. یک نشستنگاه انعطاف پذیر در شیر، که با سطح نشستنگاه مقاوم در برابر خوردگی جفت می‌شود، بسیار قابل اعتماد است زیرا مقدار نشتی را به صفر می‌رساند. اگر هر گونه نشتی رخ دهد، مثلا به علت اتصالات بد نشستنگاه فلزی، در محل نشت پسمانده باقی می‌ماند و سطوح جفت شده در معرض فرسایشی در اثر پسماند یا سرعت نشت بالا قرار می‌گیرند.

برای اینکه این قابلیت اعتماد ایجاد شود، شیر باید با استانداردهای صنعتی از قبیل ANIMA C504 ، شیر پروانه‌ای، منتشر شده توسط انجمن امور آب آمریکا

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com



شکل ۱۴: یک شیر هوای ترکیبی ضد برخورد

ساخته و آزمایش شده باشد، تا قابلیت اطمینان در طراحی و همچنین در عملکرد آن اثبات شده باشد. شیرهایی مانند شیرهای کنترل کره‌ای شکل توسط استاندارد AWWA پوشش داده نمی‌شوند.

در نهایت، مشخصات جریان شیرهای کنترل پمپ تعیین کننده میزان قدرت آن در جلوگیری از موج‌آبی خواهد بود. مطلوب‌ترین مشخصه یک شیر این است که در آن شیر هنگامی که در سامانه نصب شد به طور یکنواخت سرعت جریان را تغییر دهد. داده‌های جریان موج‌آبی موجود از تولید کنندگان، مشخصه‌های جریان شیر معمولی هستند که اغلب به صورت ضریب ردیف (C_v) در موقعیت‌های مختلف بیان می‌شود، همان‌طورکه در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

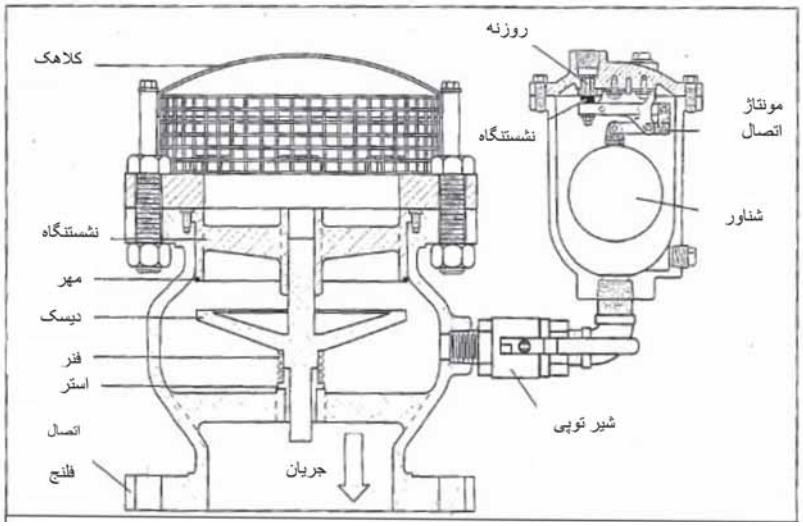
در سمت چپ یک منحنی شیر به سرعت باز شونده (مانند یک شیر یک‌طرفه) نمایش داده می‌شود که یک تغییر سریع در سرعت جریان را در هنگام باز شدن شیر نشان می‌دهد. در طرف دیگر یک شیر دیگر با درصد برابر است (مانند شیر توپی با دهانه V) که سرعت جریان را با درصد یکسانی تغییر می‌دهد. مطلوب‌ترین مشخصه جریان برای لوله‌های طولانی درصدی یکسان با درصد فراهم شده توسط شیرهای پروانه‌ای و توپی است.

تمام معیارهای انتخاب بحث شده، شامل هزینه، افت فشار، قابلیت اطمینان، و مشخصات جریان، باید در هنگام انتخاب یک شیر در نظر گرفته شوند. هیچ نوع شیر منحصر به فردی نمی‌تواند در تمام دسته‌ها بهترین باشد. مزایای عملکرد مورد انتظار بایستی در برابر هزینه‌ها و تاثیر بر نیروی بالقوه موج‌آبی سامانه سنجیده شود.

عملیات شیر کنترل پمپ

عملیات یک شیر کنترل پمپ معمولی را با به‌کارگیری یک شیر پروانه‌ای در نظر بگیرید. یک شیر پروانه‌ای با چرخش ۹۰ درجه‌ای محور خود عمل می‌کند و معمولا مجهز به یک فعال کننده سیلندری هیدرولیک است. سیلندر انرژی خود را با فشرده سازی آب از خط لوله و یا از یک سامانه مستقل قدرت نفت به دست می‌آورد.

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008



شکل ۱۵: یک خلاء شکن و شیر تخلیه هوا

پیشـتر دیدیـم کـه شـرایط موج‌آبـی منفـی می‌توانـد بـه مـدت چندیـن ثانیـه محقـق شـود، از ایـن رو آب پشـتیبان یـا سـامانه روغـن مناسـب می‌باشـد. شـکل ۱۱ یـک نصـب و راه‌انـدازی معمولـی را نشـان می‌دهـد. کنترل‌هـای هیدرولیـک کـه بـه صـورت الکتریکـی بـه مـدار پمـپ سیم‌کشـی شـده‌اند بـر روی شـیر نصـب شـده اسـت. شـیرهای چهـار سـویه و دوسـویه برقـی (SV) بـه منظـور بـه گـردش در آوردن شـیرها، واسـط عمل‌کننـده را بـه دهانـه سـیلندر هدایـت می‌کننـد. سـرعت بـاز و بسـته شـدن توسـط شـیرهای کنتـرل جریانـی (FCV) کـه به‌طـور مسـتقل قابـل تنظیـم هسـتند کنتـرل می‌شـود. شـیرهای کنتـرل جریـان شـیرهای سـوزنی ویژه‌ای هسـتند کـه مجهـز بـه شـیرهای یک‌طرفـه معکـوس می‌باشـند کـه جریـان آزاد بـه داخـل سـیلندر را ممکـن می‌کنـد امـا در عیـن حـال جریـان کنتـرل شـده را بیـرون از سـیلندر نگـه مـی‌دارد.

هنگامی‌کـه پمـپ شـروع بـه کار می‌کنـد و فشـار بـه وجـود می‌آیـد، یـک سـوئیچ فشـار (PS) واقـع در سـر پمـپ بـه شـیر پروانـه‌ای سـیگنالی می‌رسـاند تـا بـاز شـود. در طـول زمـان خاموشـی پمـپ، بـه شـیر سـیگنال می‌رسـد کـه بسـته بمانـد، درحالی‌کـه پمـپ هنـوز کار می‌کنـد. وقتـی کـه شـیر بـه حالـت بسـته نزدیـک می‌شـود، یـک سـوئیچ محدودیـت (LS) واقـع در شـیر پمـپ را متوقـف می‌کنـد.

زمـان عملکـرد مناسـب بـرای شـیر کنتـرل پمـپ معمـولا بسـیار بیشـتر از دوره بحرانـی اسـت. یـک زمـان عملکـرد طولانـی بـرای عملیـات در خـط لولـه مـورد نیـاز اسـت زیـرا زمـان موثـر بسـته شـدن شـیر بخشـی از زمـان بسـته شـدن کل آن می‌باشـد، بـا توجـه بـه ایـن حقیقـت کـه افـت فشـار شـیر بایـد بـا کل افـت خـط لولـه در کنتـرل سـرعت جریـان ترکیـب شـود.

یـک کارکـرد اضافـی از شـیر کنتـرل پمـپ بایـد در نظـر گرفتـه شـود و آن جلوگیـری از گـردش معکـوس پمـپ پـس از قطـع بـرق و یـا کار کـردن بیـش از حـد اسـت. از آنجـا کـه پمپ‌هـای امـروزه دیگـر ماننـد دسـتگاه‌های دیـزل قدیمـی مجهـز بـه چـرخ معـدل نیسـتند، اینرسـی چرخشـی کمتـری دارنـد و تنهـا در چنـد ثانیـه متوقـف می‌شـوند. از ایـن رو، پـس از یـک قطعـی بـرق و یـا کار کـردن پمـپ، شـیر کنتـرل پمـپ بایـد بـرای جلوگیـری از گـردش معکـوس بـا سـرعت بیشـتری بسـته شـود.

کنترل‌هـای هیدرولیـک شـیر دارای یـک خـط گـذرگاه مجهـز بـه یـک شـیر برقـی دو طرفـه (SV) بـرای ارسـال جریـان سـیلندر کنتـرل شـده در سراسـر شـیر کنتـرل جریـان معمولـی و در داخـل یـک شـیر کنتـرل جریـان

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

بزرگ (FCV) است، که در نتیجه موجب بسته شدن خودکار پمپ شیر کنترل در طول ۵ تا ۱۰ ثانیه پس از قطع برق می‌شود. این کار برای جلوگیری از گردش معکوس زیادی پمپ و نیز جلوگیری از تخلیه آب مخزن ضربه قوچی هیدروپنوماتیک از طریق پمپ (در صورت استفاده) ضروری است.

به‌عنوان جایگزینی برای مدار گذرگاه ویژه، یک شیر یک‌طرفه به سرعت بسته شونده گاهی در بالادست شیر کنترل پمپ برای پشتیبانی از شیر کنترل نصب می‌شود. این شیر نه تنها مانع از جریان معکوس از طریق پمپ می‌شود، بلکه محافظت مضاعفی را برای پمپ فراهم می‌کند که در شرایطی که شیر کنترل پمپ، به علت افت فشار یا نقص فنی، برای بسته شدن با مشکل مواجه می‌شود به کار می‌آید.

بسته شدن سریع یکی از دو گزینه‌ی شیر کنترل پمپ و یا شیر یک‌طرفه به سرعت بسته شونده در یک سامانه لوله کشی انتخاب سختی را پیش روی ما می‌گذارد. پیشتر توضیح داده شد که شیر کنترل باید در مدت زمان سه تا پنج برابر دوره بحرانی بسته شود. از سویی دیگر، دریچه باید در عرض پنج ثانیه بسته شود تا بتواند از پمپ در صورت قطعی برق حفاظت کند. از این رو، در این سامانه‌ها، موج‌آبی بیش از حد در هنگام قطع برق پیش می‌آید و در نتیجه تا حفاظت اضافی در برابر موج‌آبی معمولا مورد نیاز است.

تجهیزات تخلیه موج‌آبی

از آنجا که استفاده از مواد لوله که می‌تواند فشار موج‌آبی بالا را تحمل کند و یا سرعت جریان عمل‌کننده را کاهش دهد عملی نیست، تجهیزات تخلیه برای پیش‌بینی و از هم پاشیدن موج‌آبی در اثر تغییرات ناگهانی سرعت پس از قطعی برق مورد نیاز است. تجهیزات تخلیه موج‌آبی همچنین حفاظت در برابر شیرهای خراب، پر کردن نامناسب و یا دیگر مشکلات سامانه را فراهم می‌کنند.

لوله‌های عمودی و مخازن ضربه قوچی

بسیاری از انواع تجهیزات تخلیه موج‌آبی جهت حفاظت از سامانه‌های پمپاژ استفاده می‌شوند. برای سامانه‌های فشار پایین، یک لوله عمودی باز به سمت محیط فشار را با خارج کردن هوا تقریبا بلافاصله آزاد می‌کند. برای سامانه‌های با فشار بالاتر، ارتفاع یک لوله عمودی کار را غیر عملی خواهد کرد، بنابراین می‌توان از یک انباشتگر کیسه‌ای شکل و یا مخزن ضربه قوچی با هوای فشرده شده در بالای آب برای جذب شوک‌ها و جلوگیری از جداشدگی ستون استفاده کرد (شکل ۱۲ را ببینید).

با این حال این مخزن‌ها برای سامانه‌های پمپاژ معمولی بزرگتر و گران قیمت‌تر هستند و نیاز به یک سامانه هوای فشرده دارند. در هنگام استفاده، یک شیر یک‌طرفه به سرعت بسته شونده اضافی نیز برای جلوگیری از فرار سطح آب مخزن ضربه قوچی مجددا به داخل پمپ مورد نیاز است. این یک مثال رایج از زمانی است که شما هم شیر کنترل پمپ و شیر یک‌طرفه به سرعت بسته شونده را به‌طور همزمان نصب شده دارید.

علاوه بر این، مخزن ضربه قوچی نرخ کاهش سرعت بسیار بالایی را ایجاد می‌کند (۲۵ فوت بر مجذور ثانیه) به طوری که شیرهای یک‌طرفه به سرعت بسته شونده و یا شیرهای یک‌طرفه مجهز به ضربه‌گیر نفت نصب شده در پایین باید برای جلوگیری از صدای کوبیده شدن استفاده شوند.

شیرهای تخلیه موج‌آبی

شیرهای تخلیه موج‌آبی اغلب ابزار عملی‌تری از تخلیه فشار می‌باشند. در این شیرها، موج‌آبی فشار یک دیسک را بلند می‌کند و به شیر اجازه می‌دهد تا آب را به سرعت به سمت محیط بیرون و یا مجددا به چاه مرطوب تخلیه کند.

شیرهای تخلیه موج‌آبی دچار این محدودیت هستند که ممکن است نتوانند به اندازه کافی سریع باز شوند تا در مواردی که جدایی ستون می‌تواند رخ دهد از اسراف موج‌آبی جلوگیری کنند. برای این موارد که در

KARAB Experience of Water Supply
تولید کننده انواع بوستر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

آن‌هـا مـدل کامپیوتـر کوتـاه موج‌آبی‌هـای فشـار پرشـیب و یـا سـریع را پیش‌بینـی می‌کنـد، شـیرهای تخلیـه موج‌آبـی مجهـز بـه کنترل‌هـای پیش‌بینی‌کننـده بایـد در نظـر گرفتـه شـوند. شـیر کنتـرل کـره‌ای شـکل مجهـز بـه تخلیـه موج‌آبـی و کنترل‌هـای پیش‌بینی‌کننـده در شـکل ۱۳ نشـان داده شـده اسـت. یـک شـیر پیش‌بینی‌کننـده موج‌آبـی در هنـگام احساسـا یـک رخـداد پـر فشـار یـا کـم فشـار، بـه سـرعت بـاز خواهـد شـد.

هنگامی‌کـه یـک پمـپ بـه طـور ناگهانـی متوقـف می‌شـود، فشـار در سـرصفحه بـه کمتـر از فشـار اسـتاتیک افـت می‌کنـد و باعـث بـاز کـردن شـیر پیش‌بینی‌کننـده موج‌آبـی می‌شـود. سـپس زمانـی کـه افزایـش فشـار بازگشـتی رخ می‌دهـد شـیر بـه طـور جزئـی یـا کامـل بـاز می‌شـود. شـیرهای پیش‌بینی‌کننـده معمـولا در کمتـر از پنـج ثانیـه بـاز می‌شـوند، نرخ‌هـای پاییـن بالایـی را عبـور می‌دهنـد و مجـددا بـه آرامـی بـا سـرعت بسـته شـدن شـیر کنتـرل پمـپ (۶۰ تـا ۳۰۰ ثانیـه) بسـته می‌شـوند. انـدازه شـیر تخلیـه موج‌آبـی مهـم اسـت و بایـد تحـت نظـارت کارشناسـان تحلیـل کوتـاه تعییـن شـود.

ترکیب ضد برخورد شیرهای هوا

دریچه‌هـای هـوا بـا جلوگیـری از تشـکیل جداره‌هـای هـوا در خطـوط لولـه در طـول عملکـرد طبیعـی آن‌هـا، بـه کاهـش موج‌آبـی در خطـوط لولـه کمـک می‌کننـد. جـداره هـوا می‌توانـد در امتـداد یـک خـط لولـه حرکـت کنـد و موجـب ایجـاد تغییـرات ناگهانـی در سـرعت شـود و تجهیـزات عملیـات ماننـد دسـتگاه‌های اندازه‌گیـری جریـان را تحـت تاثیـر منفـی خـود قـرار دهـد. جداره‌هـای هـوا همچنیـن طـوری طراحـی شـده‌اند کـه بـاز شـوند و اجـازه دهنـد هـوا در بسـتری خـط لولـه جریـان پیـدا کنـد و از ایـن طریـق از تشـکیل جـداره‌ای خـلاء مرتبـط بـا جدایـی سـتون جلوگیـری شـود. برنامه‌هـای کامپیوتـری تجزیـه و تحلیـل کوتـاه بـرای تجزیـه و تحلیـل کاهـش موج‌آبـی کـه در اثـر اسـتفاده از شـیرهای هـوا بـا اندازه‌هـای مختلـف ایجـاد می‌شـوند مناسـب هسـتند.

هنگامی‌کـه جدایـی سـتون در محـل شـیر هـوا مـورد انتظـار اسـت، دریچـه هـوا بایـد مجهـز بـه یـک دسـتگاه ضـد برخـورد باشـد کـه بـرای جلوگیـری از آسـیب به شـناور شـیر، جریـان آب بـه شـیر هـوا را کنتـرل کنـد (شـکل ۱۴ را ببینیـد).

دسـتگاه ضـد برخـورد اجـازه می‌دهـد تـا هـوا بـدون محدودیـت در طـول تخلیـه هـوا یـا چرخـه ورود مجـدد هـوا حرکـت کنـد. هنگامی‌کـه آب (بـه دلیـل چگالـی بیشـتر آن) وارد دسـتگاه می‌شـود، دیسـک بـه سـرعت بسـته می‌شـود و بسـته شـدن آرام شـیر شـناور هـوا را مهیـا می‌کنـد. ایـن دیسـک حـاوی یـک خروجـی اسـت کـه اجـازه می‌دهـد آب از درون دسـتگاه ضـد برخـورد، زمانـی کـه بـرای پـر کـردن شـیر هـوا بـا نـرخ حـدود ۵ درصـد از نـرخ پـر شـدن کامـل بسـته می‌شـود، جریـان پیـدا کنـد و از کوبیـده شـدن شـیر هـوا جلوگیـری می‌کنـد.

شیر خلاء شکن

نـوع دیگـری از شـیر هـوای مـورد اسـتفاده در نقـاط بحرانـی در خـط لولـه کـه در آن جدایـی سـتون ممکـن اسـت رخ دهـد، خـلاء شـکن می‌باشـد (VB) (شـکل ۱۵ را ببینیـد).

خـلاء شـکن دارای اجزایـی بسـیار شـبیه بـه دسـتگاه ضـد برخـورد اسـت، بـا ایـن تفـاوت کـه دیسـک خـلاء شـکن توسـط یـک فنـر بسـته نگـه داشـته می‌شـود، درحالی‌کـه دیسـک ضـد برخـورد بـاز نگـه داشـته می‌شـود. از ایـن رو، خـلاء شـکن نمی‌توانـد هـوا را اخـراج کنـد. بلکـه تنهـا هـوا را بـه داخـل قبـول می‌کنـد تـا از تشـکیل یـک جـداره خـلاء جلوگیـری کنـد. ایـن امـر خـط لولـه را در یـک فشـار مثبـت نـگاه مـی‌دارد و موج‌آبـی مربـوط بـه جدایـی سـتون را کاهـش می‌دهـد. در اصـل، بعـد از بـه راه افتـادن پمـپ، یـک بالشـتک بـزرگ هـوا پذیرفتـه می‌شـود و در خـط لولـه بـه دام می‌افتـد. سـپس هـوا بـه آرامـی در طـول چنـد دقیقـه از طریـق شـیر مجـاور تخلیـه هـوا کـه دارای روزنـه بسـیار کوچکـی اسـت (بـه انـدازه یـک چهـارم اینـچ) بـه داخـل می‌آیـد. در ایـن مـورد نیـز، برنامه‌هـای تجزیـه و تحلیـل کوتـاه بـرای مدل‌سـازی ایـن نـوع از راه حل‌هـای شـیر هـوا طراحـی شـده‌اند.

بابک مس ایرانیان
تولید کننده انواع لوله مسی
با پیشرفته‌ترین و مدرن‌ترین خط تولید
IRANIAN BABAK COPPER CO.
www.ibcco.midhco.com

HYUNDAI
BEHROZI.IR