



انفجار و تجمهرات ضد انفجار

(ابزار دقیق در مناطق خطرناک)

ویژه صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، معدن، صنایع شیمیایی، داروسازی، مهمات‌سازی، فلزات
و سایر صنایع مرتبط

نویسنده:

محسن نصر اصفهانی



انتشارات آوای قلم

سرشناسه: نصر اصفهانی، محسن، ۱۳۵۰ -

عنوان و نام پدیدآور: انفجار و تجهیزات ضد انفجار: (ابزار دقیق در مناطق خطرناک) .../نویسنده محسن نصر اصفهانی.

مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۸. مشخصات ظاهری: ۲۸۱ ص.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۱۹-۰ وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: انفجار موضوع: Explosions

موضوع: وسایل برقی ضد انفجار موضوع: Explosionproof electric apparatus and appliances

رده بندی کنگره: ۲۷۰ TP رده بندی دیویی: ۲/۶۶۲

شماره کتابشناسی ملی: ۵۸۴۹۹۸۱

نام کتاب:

انفجار و تجهیزات ضد انفجار (ابزار دقیق در مناطق خطرناک)

نویسنده:	محسن نصر اصفهانی	تاریخ نشر:	پاییز ۱۳۹۸
ناشر:	انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
صفحه آرای:	انتشارات خانیران	شمارگان:	۲۵۰ جلد
طراحی جلد:	انتشارات آوای قلم (مهران خانی)	قیمت:	۶۰۰۰۰ تومان
		شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۱۹-۰

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه
داوود آبادی شرقی - پلاک ۴

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه اینترنتی کتاب چاپی و الکترونیکی: www.avapublisher.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۹	مقدمه ناشر.....
۱۰	مقدمه نویسنده.....
فصل اول: مفاهیم کاربردی محافظت در برابر انفجار	
۱۲	مقدمه.....
۱۳	احتراق.....
۱۴	عوامل موثر در وقوع انفجار یا اشتعال.....
۱۵	مواد قابل اشتعال.....
۱۷	شرح مختصری از تاریخچه‌ی تجهیزات ضد انفجار.....
۱۸	تعریف انفجار.....
۲۰	انواع انفجار و مختصر توضیحی در مورد آناتومی آن.....
۲۱	انفجار ابر بخارات.....
۲۳	انفجارات مربوط به ذرات قابل احتراق.....
۲۳	مواد غیر قابل سوختنی.....
۲۳	پودر یا ذرات خشک ریز قابل احتراق.....
۲۳	ذرات جامد قابل احتراق.....
۲۳	منابع مشتعل کننده ذرات قابل احتراق.....
۲۵	ترکیب‌های به هم آمیخته شده.....
۲۵	حداقل غلظت قابل انفجار (MEC).....
۲۶	شرایط مورد نیاز برای انفجار ذرات.....
۲۷	قواعد فیزیکی محافظت در برابر انفجار.....
۲۸	تعریف اتمسفر قابل انفجار.....
۲۸	نواحی خطرناک.....
۲۹	فشار بخار.....
۳۱	فشار بخار رید.....
۳۱	نقطه جوش.....
۳۲	نقطه اشتعال آبی، شعله‌زنی.....
۳۴	نقطه آتش.....

۳۴	چگالی بخار - هوا
۳۶	مایعات قابل اشتعال
۳۷	مایعات قابل احتراق
۳۸	نکات مهمی در مورد فلاش پوینت
۴۰	پارامترهای تعیین کننده خواص اشتعال یا انفجارپذیری مواد
۴۰	محدوده‌ی اشتعال‌پذیری بالا و پایین مواد
۴۱	محدوده‌ی پائین انفجارپذیری (LEL)
۴۲	محدوده‌ی بالایی انفجارپذیری (UEL)
۴۵	حداکثر فاصله‌ی ایمن تجربی (MESG)
۵۱	حداقل جریان اشتعال MIC
۵۲	نسبت حداقل جریان اشتعال
۵۲	حداقل انرژی اشتعال
۵۶	دمای خوداشتعالی

فصل دوم: انفجار و منابع تامین حرارت

۶۰	چهار وجهی حریق
۶۲	اکسیژن و دیگر عوامل اکسیدکننده
۶۴	گرما
۶۵	منابع تولید جرقه یا حرارت
۶۶	سطوح داغ
۶۷	شعله‌ها و گازهای داغ
۶۷	جرقه‌های مکانیکی
۶۸	فرکانس‌های رادیویی از امواج الکترومغناطیس در محدوده‌ی 10^4 تا 3×10^{12}
۶۸	امواج الکترومغناطیس در محدوده‌ی 3×10^4 تا 3×10^{11}
۶۹	الکتریسیته ساکن
۷۱	صاعقه
۷۱	امواج یون‌ساز
۷۲	امواج مافوق صوت
۷۲	متراکم‌سازی آدیاباتیک و شوک امواج

فصل سوم: روش‌های محافظت در برابر انفجار

۷۳	واکنش‌های گرمازا - خود سوزی ذرات
۷۶	مفاهیم اولیه‌ی و ثانویه‌ی انفجار
۷۶	محافظت اولیه در برابر انفجار
۷۶	تغییر فلاش پوینت مواد
۷۷	محدود کردن غلظت
۷۷	خنثی‌سازی با گازهای بی‌اثر
۷۸	تهویه
۷۹	محافظت‌های ثانوی در برابر انفجار
۷۹	محافظت‌های نهایی در برابر انفجار
۸۱	محدود کردن غلظت اکسیژن
۹۱	اینرتینگ INERTING
۹۲	مزایای اینرتینگ
۹۲	معایب اینرتینگ
۹۴	نیترژن گاز پوششی
۹۵	مزایای استفاده از گاز پوششی
۹۸	گاز پوششی و انواع ظروف و مخازن
۹۹	انواع روش‌های پرچ یا تخلیه سیستم از هوا، بخارات و گازها
۱۰۴	کنترل نیترژن و پرچ پیوسته سیستم

فصل چهارم: ناحیه‌بندی نواحی خطرناک

۱۱۴	زون‌بندی و کلاس‌بندی نواحی خطرناک
۱۱۵	زون و ناحیه‌بندی سیالات، بخارات و ذرات جامد
۱۱۵	ناحیه ایمن
۱۱۵	زون دو Zone 2
۱۱۶	زون یک Zone 1
۱۱۶	زون صفر Zone 0
۱۱۸	زون‌بندی ذرات جامد
۱۱۸	زون ۲۰

زون ۲۱	۱۱۸
زون ۲۲	۱۱۹
تقسیم‌بندی نواحی خطرناک بر اساس ANSI/NFPA	۱۲۰
تقسیم‌بندی نواحی کلاس I براساس سهولت اشتعال‌پذیری آن‌ها	۱۲۲
الف- نواحی کلاس II؛ تقسیم‌بندی I: CLASS II DIVISION I	۱۲۳
ب- نواحی کلاس II؛ تقسیم‌بندی II: CLASS II DIVISION II	۱۲۴
نواحی کلاس III: CLASS III AREAS	۱۲۴
۱- تقسیم‌بندی I: CLASS III DIVISION I	۱۲۴
۲- تقسیم‌بندی II: CLASS III DIVISION II	۱۲۵
مقایسه‌ی استانداردهای آمریکا و اروپا در مبحث تجهیزات ضد انفجار	۱۲۵

فصل پنجم: روش‌های دسته‌بندی تجهیزات ضد انفجار

دسته‌بندی تجهیزات الکترونیکی براساس دما	۱۳۰
سطح محافظتی تجهیزات EPL	۱۳۲
زمینه‌ی تاریخچه‌ی EPL	۱۳۲
کلاس‌بندی تجهیزات ضد انفجار بر اساس گروه مواد	۱۳۵
روش‌های محافظت مورد استفاده در مناطق خطرناک برای جلوگیری از انفجار	۱۳۷
انواع سیستم‌های محافظتی مورد استفاده برای تجهیزات الکترونیکی	۱۴۳
محفظه‌های ضد انفجار	۱۴۳
ویژگی‌های تخصصی محفظه‌های ضد انفجار	۱۴۴
مشکلات نصب و نگهداری از محفظه‌های ضد انفجار	۱۵۲
روش محافظتی تحت فشار قرار دادن محفظه (Pressurized enclosures)	۱۵۵
روش محافظتی در کپسول (یا پوشینه) قرار دادن "m"	۱۶۴
روش محافظت با فروبری در روغن "o"	۱۶۷
روش محافظتی با پرکننده‌های پودری "q"	۱۶۹
تجهیزاتی که با افزایش درجه‌ی ایمنی محافظت شده‌اند "e"	۱۷۱
تعریف روش محافظت با افزایش سطح ایمنی	۱۷۲
فاصله مجاز و خزش	۱۷۵
درجه‌ی محافظت از ورود	۱۷۵
دمای سطح	۱۷۶

۱۷۷	استحکام مکانیکی
۱۷۷	ادوات الکتریکی
۱۸۱	روشنایی‌ها
۱۸۳	اصول مقدماتی، پایه‌ای و تخصصی تجهیزات ذاتاً ایمن
۱۸۳	روش محافظت
۱۸۷	خلاصه‌ای از سیستم کنترل فرایند
۱۹۷	منابع منحرف‌کننده دیودی
۱۹۸	چگونگی انتخاب بین موانع زنر و ایزوله‌کننده‌های گالوانیکی
۲۰۲	موانع ایزوله‌کننده گالوانیکی
۲۰۳	تعریف ایزوله‌کننده گالوانیکی
۲۰۶	مزایا و معایب ایزوله‌کننده‌ی گالوانیکی
۲۰۹	اصول تخصصی روش محافظتی ذاتاً ایمن کردن “i” Intrinsic safety
۲۱۰	تعریف روش ذاتاً ایمن کردن
۲۱۰	تعریف مدار ذاتاً ایمن
۲۱۰	تعریف تجهیزات ذاتاً ایمن
۲۱۰	تجهیزات الکترونیکی میانی یا پیونددهنده
۲۱۱	موانع ایمنی مجهز به دیود
۲۱۱	ابزارهای مورد نیاز برای مدار ذاتاً ایمن
۲۱۲	نمودارهای مرتبط با محدود اشتعال‌پذیری
۲۱۵	انواع سطوح مورد استفاده در تجهیزات ذاتاً ایمن
۲۱۷	ایزوله کردن مدارهای ذاتاً ایمن از مدارهای ذاتاً غیر ایمن
۲۱۸	ایزوله کردن رشته‌های عایق شده ذاتاً ایمن از رشته‌های ذاتاً غیر ایمن
۲۱۹	طرح‌ریزی برای مدارهای ذاتاً ایمن
۲۱۹	تجهیزات با ایزوله‌کننده‌های گالوانیکی
۲۱۹	مدارهای ذاتاً ایمن با موانع زنر
۲۲۰	کار و تست مدارهای ذاتاً ایمن
۲۲۱	کاهش فاصله‌ی مجزاسازی
۲۲۱	اصول عملکرد موانع زنر
۲۲۶	اثر موانع زنر بر مقاومت داخلی
۲۲۷	روش‌های محافظتی برای ترانسمیترهای که از پرتوهای نوری استفاده می‌کنند
۲۳۴	محافظت از ورود

۲۳۵	.....رمز گشایی از اعداد IP
۲۴۱	.....محافظة دستگاه در برابر ضربات مکانیکی
۲۴۵	.....IP 69 K
۲۴۷	.....NEMA محافظت ورود بر اساس استاندارد

فصل ششم: روش های محافظتی جدید و ترکیبی

۲۵۰	.....تجهیزاتی که با محفظه های که دمای سطوح را محدود می کنند در برابر ...
۲۵۱	.....تجهیزاتی که با سطح محافظتی n محافظت شده اند
۲۵۲	.....سطح محافظتی "n"
۲۵۲	.....وسیله ای که جرقه نمی زند "Na"
۲۵۳	.....ماشین های الکتریکی
۲۵۳	.....فیوزها
۲۵۴	.....روشنایی ها
۲۵۴	.....وسیله قطع کننده محفظه "nc"
۲۶۱	.....مقاومت های الکتریکی مورد استفاده برای تولید حرارت
۲۶۲	.....جعبه های تقسیم و اتصالات
۲۶۳	.....فاصله مجاز و خزش
۲۶۳	.....درجه محافظت از ورود IP
۲۶۴	.....دمای سطوح
۲۶۴	.....استحکام مکانیکی
۲۶۴	.....محافظت از انفجار تجهیزات مکانیکی
۲۶۷	.....شعله گیرها
۲۷۶	.....پیوست
۲۸۰	.....منابع

تقدیم به

انسانهایی که

به فردایی بهتر

می اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می‌داند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راههای تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گامهای مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنماییهای شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنماییهای شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آنها برخوردار بوده‌ام به خصوص آقای محسن نصر اصفهانی (نویسنده) و علی محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

مقدمه نویسنده

امروزه حفاظت در برابر انفجار به عنوان یکی از زیر شاخه‌های تکنولوژی محسوب می‌شود که سعی دارد با روش‌های مختلف در امر پیشگیری از انفجار و یا کاهش اثرات آن، از خسارت‌های سنگین در صنایع خطرناک به نحو موثر جلوگیری به عمل آورد. از همین رو در حوزه مهندسی ایمنی، حفاظت در برابر انفجار از موضوعات فوق حساس و پیچیده‌ای محسوب می‌شود که در نواحی خطرناک (Hazardous Area) بسیار قابل اهمیت است.

تبعات انبارش، بکارگیری و حمل و نقل غیر ایمن مواد قابل اشتعال و احتراق بسیار شدید خواهد بود اما متأسفانه همچنان در افکار بعضی از مدیران عالی رتبه‌ی صنایع مهم تولیدی و پرخطر این حس غلط ایمنی و امنیتی به عنوان یک اعتقاد عمومی حکم فرماست که تجربه نشان داده است که این گونه وقایع برای مجموعه ما به وقوع نخواهد پیوست و ما چندین سال با همین روش و فرایند کار کرده‌ایم و اتفاق خاصی رخ نداده است.

انتخاب سبک طراحی، روش نصب و بهره‌برداری از انواع محافظت‌ها برای زون‌های مختلف باید با روش تخصصی که بر مبنای تجزیه و تحلیل آماری است و احتمال تشکیل اتمسفر قابل انفجار را ارزیابی می‌کند توسط طراحان انجام پذیرد تا به وسیله‌ی آن بتوان بالاترین سطح امنیتی را در برابر فعالیت‌های احتمالی یک منبع مشتعل‌کننده‌ی مشخص، بر پا کرد. در حال حاضر در کشور عزیزمان ایران به دلیل محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی و عدم دسترسی آسان به این‌گونه تجهیزات، بسیاری از صنایع که در آن‌ها از تجهیزات ضد انفجار و یا مقاوم در برابر شعله استفاده شده است را با مشکلات فراوانی مواجه کرده است و متأسفانه در بیشتر این صنایع برنامه مدونی برای نگهداری و تعمیرات این‌گونه تجهیزات خاص و حساس وجود ندارد و روش‌های تست و بازرسی استاندارد پیاده‌سازی نمی‌شود. پس از ریشه‌یابی مجموع علل و عوامل به این نتیجه رسیدیم که عدم شناخت و آگاهی مناسب از اهمیت این تجهیزات مهم باعث بی‌اعتنایی و سهل‌انگاری در این زمینه شده است. از این رو بر خود تکلیف دانستیم که مجموعه مطالب این کتاب را با همکاری و همدلی کارشناسان صنعت نفت به ویژه حمایت‌های بی‌دریغ مدیریت و همکاران در پالایشگاه نفت سپاهان تهیه و تکثیر نماییم. به امید آنکه با افزایش حساسیت کلیه رده‌ها و واحدهای شاغل در چنین صناعی هر چه سریع‌تر نسبت به افزایش حساسیت در این زمینه اقدام شود، چرا که با فرسودگی روزانه‌ای که در این‌گونه صنایع شاهد آن هستیم نقش تجهیزات ضد انفجار نسبت به دهه‌های گذشته سرنوشت‌سازتر خواهد بود.

در پایان از کلیه دانشجویان، فراگیران و به ویژه همکاران گرامی‌ام در حوزه صنایع، معادن و صنعت نفت، پتروشیمی و کارشناسان رسمی دادگستری که از نزدیک نقش و اهمیت این‌گونه تجهیزات را لمس می‌کنند تقاضا دارم نظرات خود را در مورد مطالب این کتاب به پست الکترونیکی 3155506@gmail.com و یا از طریق پیامک و شبکه‌های اجتماعی به شماره تلفن ۰۹۱۳۳۱۵۵۵۰۶ ارسال نمایند تا در تجدید چاپ مدنظر واقع شود.