

معرفی تجهیزات ضد انفجار و نکات فنی آنها در محیط پرخطر



استاد شفيعی
آرين جليلی نصيرآبادی
شماره دانشجویی ۹۶۱۷۲۱۰۸۲۶
کد کلاس ۱۰۱

استفاده از تجهیزات و ابزارهای غیر ایمن در مراکز صنعتی و محیط‌هایی که دارای گازها و غبارات قابل انفجار هستند، میتواند خطرات و صدمات جبران ناپذیری را ایجاد نماید.
به منظور جلوگیری از این حوادث باید تجهیزاتی که در مناطق مستعد انفجار نصب میگردند باید به گونه ای طراحی، تولید، نصب و بهره برداری شوند که حفاظت لازم در برابر شوک الکتریکی، افزایش حرارت، اتصال کوتاه، جرقه و ... را دارا باشند. به اینگونه از تجهیزات، اصطلاحاً تجهیزات ضد انفجار گفته میشود.
استفاده از تجهیزات ضد انفجار در همه جای دنیا به ویژه در زون‌ها و مناطق پرخطر امری متداول در سراسر دنیا شناخته می‌شود.

Explosion proof equipment →→EX



معرفی تجهیزات ضد انفجار

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد آمریکایی NEC500

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد آمریکایی NEC505

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد اروپایی IEC

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد EN

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در ATEX



انواع تجهيزات ضد انفجار

۱-الكترو موتور ها



۲- واتر پمپ یا پمپ مایعات



3- چراغ ضد انفجار



4- پروژکتور ضد انفجار



5- باکس و تابلو و ترمینال های ضد انفجار



۶- کانکتور ها و گلند ها



تجهيزات emergency-٧



۸- بلندگو ها



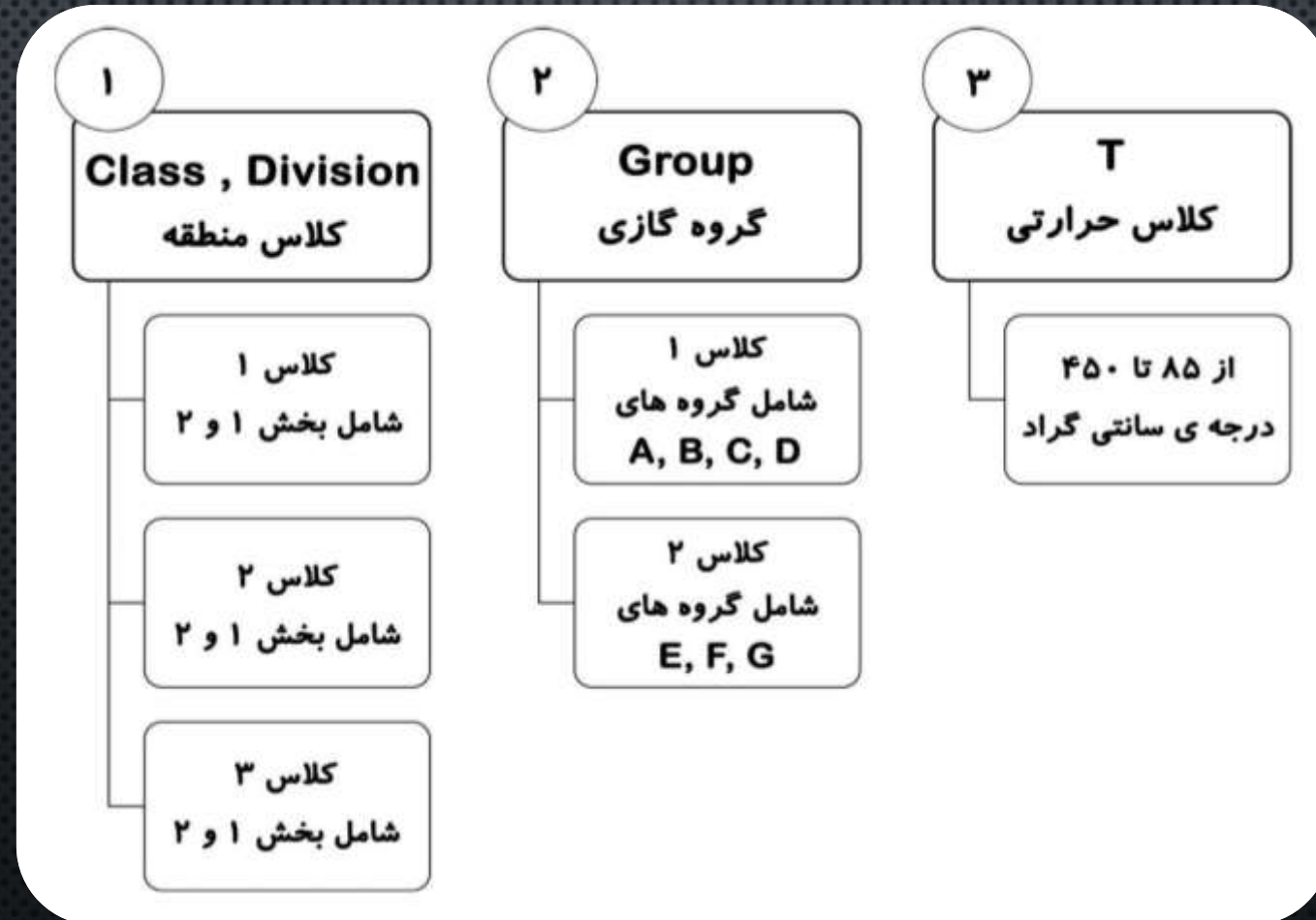
۹- دستگاه های هوشمند و ارتباطی



۱۰- کولر و اسپيلت و هواکش EX



کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد آمریکایی NEC500
در این استاندارد کد درج شده روی تجهیزات ضد انفجار شامل ۳ بخش کلی میشود که در تصویر زیر نشان داده شده است.



کلاس منطقه

استفاده از تجهیزات و ابزارهای غیر ایمن در محیط آلوده به گاز، بخار، گرد و غبار و یا الیاف قابل اشتعال، میتواند باعث انفجار و آتش سوزی شود. در قسمت اول کد و برای تعیین میزان خطر محیطهای مختلف، کلاس هایی تعریف شده است. استاندارد ملی برق آمریکا NEC فضای صنایع را از نظر قابلیت و احتمال انفجار به ۳ کلاس تقسیم کرده است.

این ۳ کلاس بر حسب نوع مواد آتش زای موجود در آنها عبارتاند از:

کلاس ۱: محیطی است که در آن گازهای قابل اشتعال وجود دارد، مانند تاسیسات نفتی.

کلاس ۲: محیطی است که در آن غبارهای قابل اشتعال از قبیل غبار منیزیم، آلومینیوم و ... موجود باشد.

کلاس ۳: فضایی است که در آن فیبرهای قابل اشتعال مانند پنبه، کنف، براده های چوب و ... موجود باشد.

هر یک از سه کلاس بالا، برحسب احتمال آتش سوزی به دو بخش DIVISION تقسیم میشوند که عبارتاند از:

بخش ۱: در شرایط عادی و هنگام بهره برداری از تجهیزات، مواد آتش زا در فضا وجود دارد.

بخش ۲: در شرایط عادی و هنگام بهره برداری از تجهیزات، مواد آتش زا در فضا وجود ندارند اما در حالت غیرعادی به دلایل مختلف از جمله از کارافتادگی و خرابی تجهیزات، این مواد به فضای کار وارد و منطقه خطرساز میشود.

گروه گازی

اگر طبق قسمت اول کد، محیط کاری یک تجهیز جز کلاس های ۱ و ۲ باشد، باید نوع گاز و یا گرد و غبار قابل اشتعال مشخص شود. طبق جدول زیر، استاندارد NEC500 محیط های صنعتی را بر حسب نوع گازها و غبار های خطرناک، به ۲ کلاس تقسیم میکند.

کلاس بندی منطقه	زیرگروه گازی
کلاس ۱	گروه A : محیطی که در آن گاز استالین وجود دارد. گروه B : محیطی که در آن گاز هیدروژن وجود دارد. گروه C : محیطی که در آن گاز اتیلن وجود دارد. گروه D : محیطی که در آن گاز پروپان وجود دارد.
کلاس ۲	گروه E : محیطی که در آن غبار فلز وجود دارد. گروه F : محیطی که در آن گرد و غبار زغال سنگ (خاکستر) وجود دارد. گروه G : محیطی که در آن گرد و غبار ناشی از غلات وجود دارد.

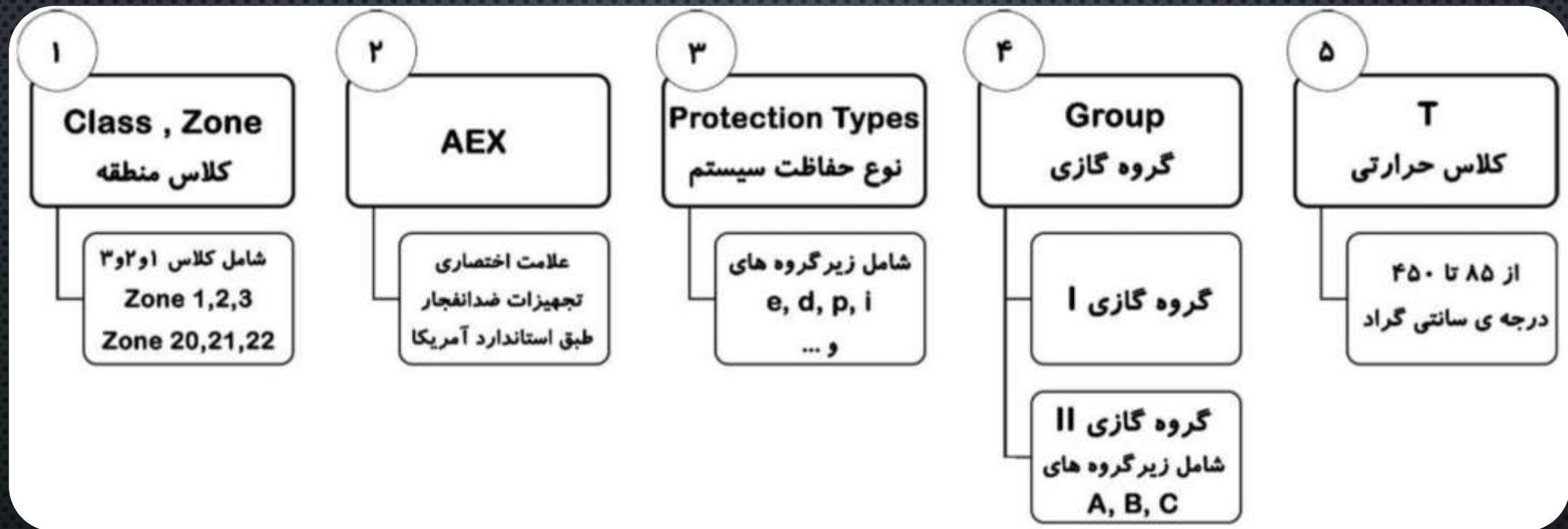
کلاس حرارتی

یا حداکثر درجه حرارت مجاز سیستم اگر دمای یک محیط خطرناک افزایش یابد، گازهای موجود در آن بدون نیاز به فعال کننده، شعله ور میشوند. حداقل درجه حرارتی که در یک فضای قابل انفجار و بدون نیاز به جرقه میتواند باعث ایجاد آتش سوزی شود را درجه حرارت خود اشتعالی مینامند. برای جلوگیری از انفجار و آتش سوزی، دمای تمام تجهیزات در حین کار باید از درجه حرارت خود اشتعالی کمتر باشد. طبق جدول زیر، برای مشخص کردن حداکثر درجه حرارت کار یک تجهیز یا ماشین گروه هایی تعریف شده است. در هر گروه، حداکثر درجه حرارت روی سطح تجهیز، در بدترین شرایط دمایی عبارت اند از:

کد دما	T1	T2	T2A	T2B	T2C	T2D	T3	T3A	T3B	T3C	T4	T4A	T5	T6
درجه حرارت	450	300	280	260	230	215	200	180	165	160	135	120	100	85

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد آمریکایی NEC505

در این استاندارد کد درج شده روی تجهیزات ضد انفجار شامل ۵ بخش کلی میشود که در تصویر زیر نشان داده شده است. شرح هر یک از این بخش ها در ادامه آمده است.



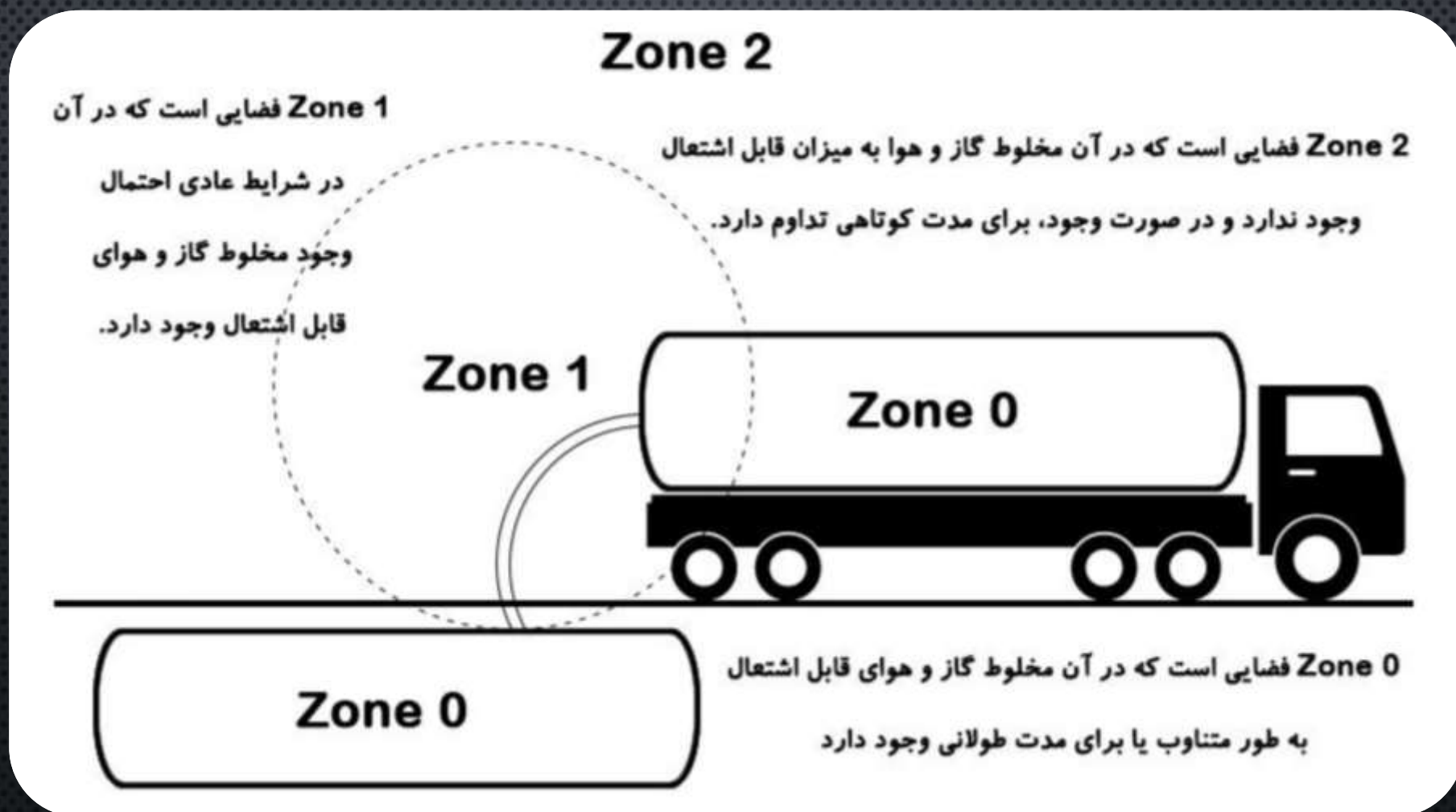
کلاس منطقه
مشابه NEC500 است

ZONE

همچنین محیط ها برحسب میزان گازها و غبار های قابل اشتعال به ۶ عدد ZONE تقسیم بندی میشوند:

شرح	Zone	
	گازها	گرد و غبار
محیطی که در آن مواد قابل اشتعال برای مدت طولانی و بیش از ۱۰۰۰ ساعت در سال وجود دارد. لازم به ذکر است که معمولا در Zone0 تجهیزات برقی نصب نمیشود.	۰	۲۰
محیطی که در آن در شرایط عادی بهره برداری، مواد قابل اشتعال به طور متناوب و بین ۱۰ تا ۱۰۰۰ ساعت در سال وجود دارد.	۱	۲۱
محیطی که در آن در شرایط عادی بهره برداری، مخلوط گاز و هوا به میزان قابل اشتعال وجود ندارد و یا در صورت وجود برای مدت کوتاهی بین ۱ تا ۱۰ ساعت در سال تداوم خواهد داشت.	۲	۲۲

به عنوان مثال، به محیط اطراف تانکر در حال تخلیه ی سوخت توجه کنید. در تصویر زیر، کلاس محیط بر اساس منطقه یا ZONE مشخص شده است.



علامت اختصاری

در بخش دوم، عبارت اختصاری AEX به عنوان نشان تجهیزات ضد انفجاری که طبق استاندارد آمریکا ساخته میشوند، آورده میشود.

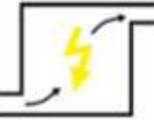
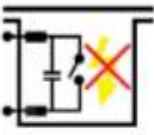
نوع حفاظت سیستم

قسمت سوم کد، برای مشخص کردن نوع حفاظت سیستم میباشد. تجهیزات ضد انفجار با توجه به مناطق خطرناک، سیستمهای حفاظتی خاصی دارند. هر سیستم حفاظتی با یک یا چند حرف انگلیسی مشخص میشود. انواع حفاظت دستگاههای الکتریکی در محدوده ی خطر در جداول صفحات بعد، آورده شده است. جدول اول مربوط به زمانی که است ماده ی قابل اشتعال موجود در منطقه گاز و جدول دوم مربوط به زمانی است که ماده ی قابل اشتعال گرد و غبار میباشد.

جدول نوع حفاظت در برابر گاز های قابل اشتعال

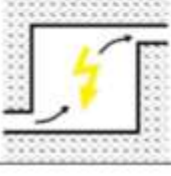
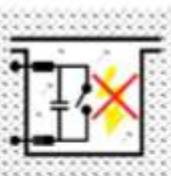
	تجهیزات با سیستم خاموش کنندگی قوس مانند: سنسورها، صفحه‌نمایش‌ها، راه‌اندازهای الکترونیکی، ترانس‌میتورها	q	قرار گرفته در پودر
	دور نگه داشتن گازهای قابل اشتعال از قسمت‌های داغ و قسمت‌های تولید جرقه مانند: تابلوهای توزیع با قدرت پایین، واحدهای اخباری و کنترل، صفحه‌های نمایش، سنسورها ma: برای استفاده در Zone 0, 1, 2 mb: برای استفاده در Zone 1, 2	m	قرار دادن در محفظه‌های بسته
	تجهیزات بدون آرک، تخلیه‌ی الکتریکی و قسمت‌های داغ مانند: تمامی تجهیزات الکتریکی برای Zone 2 nA: بدون ایجاد جرقه nC: احتمال بروز جرقه وجود دارد اما پلاتین‌ها به روش مناسبی حفاظت شده‌اند. nL: با انرژی محدود شده nR: محفظه‌های محدودکننده‌ی نفوذ هوا nZ: تجهیزات تحت فشار	n_	انواع حفاظت
	محدود کردن تابش‌های نوری که می‌توانند باعث اشتعال شوند op is: جلوگیری از انتشار نور به بیرون op pr: تابش‌هایی که باعث حریق نمی‌شوند op sh: سیستم حفاظتی قطع نور	op_	تابش نوری

ادامه‌ی جدول نوع حفاظت در برابر گازهای قابل اشتعال

نوع حفاظت	علامت	مفهوم و کاربرد اصلی	نمودار
ایمنی افزایش یافته	e	تجهیزات بدون آرک، تخلیه‌ی الکتریکی و قسمت‌های داغ مانند: جعبه‌های ترمینال و اتصال، تابلوهای کنترل برای نصب تجهیزات ضد انفجار با گروه حفاظتی متفاوت، موتورهای قفس سنجایی، اتصالات روشنایی	
محفظه‌های ضد آتش	d	تجهیزات با سیستم خاموش کنندگی قوس مانند: تابلوهای توزیع برق و مراکز کنترل و تجهیزات اخباری، سیستم‌های کنترلی، موتورها، ترانسفورماتورها، تجهیزات حرارتی، اتصالات روشنایی	
محفظه‌های تحت فشار	p	تحت فشار قرار دادن تجهیزات با گازهای بی‌اثر و غیرقابل اشتعال جهت دور نگه داشتن گازهای قابل اشتعال از قسمت‌های داغ و قسمت‌های تولید جرقه مانند: تابلوهای توزیع برق و تابلوهای کنترل، آنالیزور، موتورهای بزرگ px: برای استفاده در Zone 1,2 py: برای استفاده در Zone 1,2 pz: برای استفاده در Zone 2	
ایمنی درونی	i	تجهیزات با انرژی و حرارت محدود شده مانند: تجهیزات ابزار دقیق، تجهیزات ارتباطی، سنسورها، فعال‌کننده‌ها ia: برای استفاده در Zone 0, 1, 2 ib: برای استفاده در Zone 1, 2 [EX ib]: دستگاه‌های الکتریکی وابسته. نصب در منطقه‌ی ایمن	
غوطه‌ور شده در روغن	o	دور نگه داشتن گازهای قابل اشتعال از قسمت‌های داغ و قسمت‌های تولید جرقه مانند: ترانسفورماتورها، مقاومت‌های راه‌انداز	

جدول نوع حفاظت در برابر گازهای قابل اشتعال

جدول نوع حفاظت در برابر غبارهای قابل اشتعال

نوع حفاظت	علامت	مفهوم و کاربرد اصلی	نمودار
حفاظت شده توسط محفظه‌ی بسته	tD	قرار دادن تجهیزات با قابلیت تولید جرقه در محفظه‌های کاملاً بسته که مانع از نفوذ گرد و غبار قابل اشتعال می‌شود مانند: تابلوهای توزیع برق و مراکز کنترل، ترمینال‌ها و جعبه‌های اتصال، موتورها، اتصالات روشنایی Zone A21 tD: روش A برای Zone 21 Zone B21 tD: روش B برای Zone 21	
تحت فشار	pD	تحت فشار قرار دادن تجهیزات با گازهای بی‌اثر و غیرقابل اشتعال جهت دور نگه داشتن غبارهای قابل اشتعال از قسمت‌های داغ و قسمت‌های تولید جرقه مانند: تابلوهای توزیع، کنترل، موتورها	
ایمنی داخلی	iD	تجهیزات با انرژی و حرارت محدود شده مانند: تجهیزات کنترل و اندازه‌گیری، تجهیزات ارتباطی، سنسورها، فعال‌کننده‌ها iaD: برای استفاده در Zone 20, 21, 22 ibD: برای استفاده در Zone 21, 22 [Ex ibD]: دستگاه‌های الکتریکی وابسته. نصب در منطقه‌ی ایمن	
قرار دادن در محفظه‌های بسته	mD	دور نگه داشتن غبارهای قابل اشتعال از قسمت‌های داغ و قسمت‌های تولید جرقه مانند: تابلوهای توزیع با قدرت پایین، واحدهای اخباری و کنترل، صفحه‌های نمایش، سنسورها maD: برای استفاده در Zone 20, 21, 22 mbD: برای استفاده در Zone 21, 22	

جدول نوع حفاظت در برابر غبارهای قابل اشتعال

گروه گازی

قسمت چهارم کد، مربوط به گروه‌بندی گازی می‌باشد. محیط نصب تجهیزات الکتریکی ضد انفجار از نظر نوع و میزان گازهای موجود، به دو گروه کلی تقسیم می‌شود:

گروه I: تجهیزات الکتریکی برای معادن

گروه II: تجهیزات الکتریکی برای سایر مناطق خطرناک یا تجهیزات روی سطح زمین

به عنوان مثال گروه IIC برای استفاده در اغلب جوهای انفجاری خطرناک مناسب است و میتواند گروههای گازی IIA, IIB را پوشش دهد. همچنین تجهیزات گروه IIB قابلیت پوششش گروه IIA را دارد. در جدول زیر، شرح این گروه بندی ها آورده شده است.

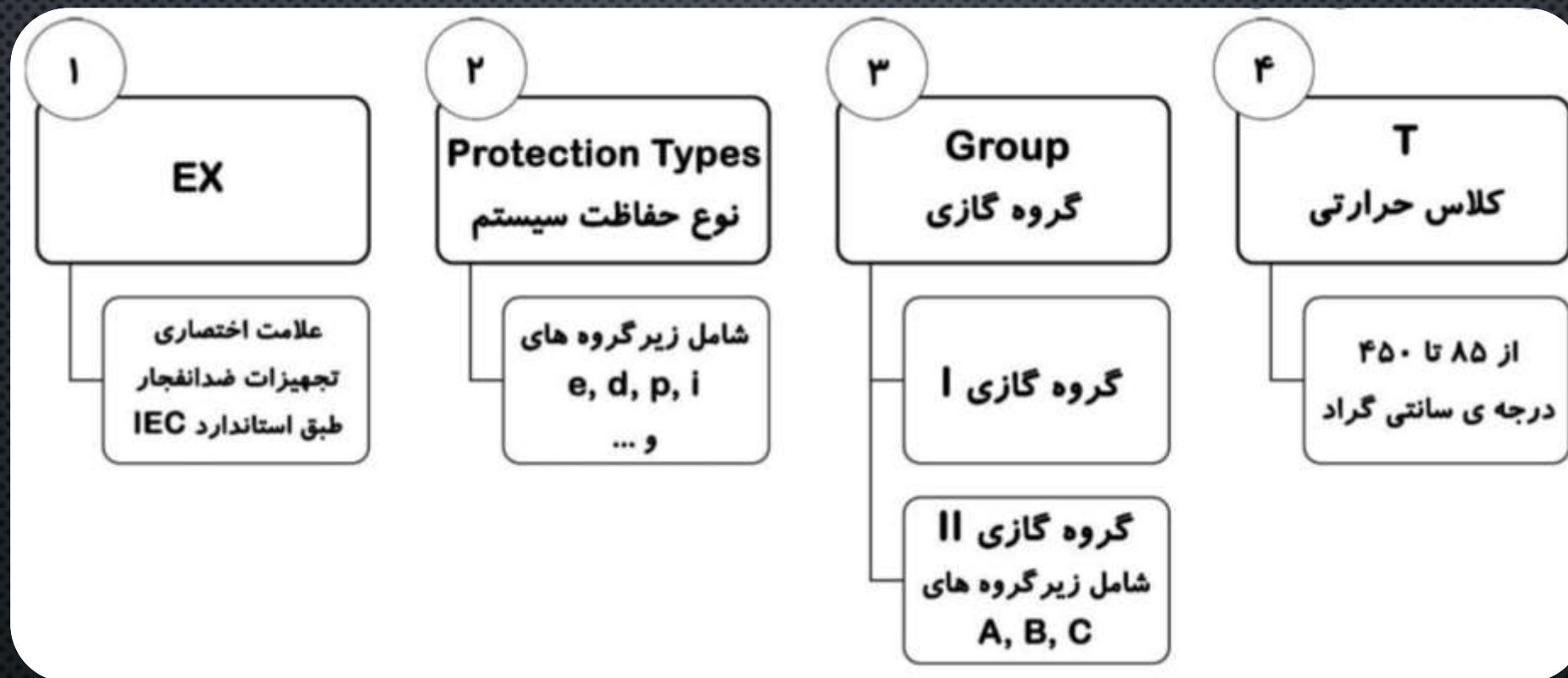
گروه گازی	شرح
I	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در تاسیسات زیرزمینی و معادن که ممکن است در آنها متان (گاز قابل احتراق معادن) و گرد و غبار زغال سنگ وجود داشته باشد.
IIA	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در سطح زمین که ممکن است در آنها خطرات ناشی از گاز پروپان وجود داشته باشد.
IIB	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در سطح زمین که ممکن است در آنها خطرات ناشی از گاز اتیلن وجود داشته باشد.
IIC	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در سطح زمین که ممکن است در آنها خطرات ناشی از گاز هیدروژن و استالین وجود داشته باشد.

کلاس حرارتی

یا حداکثر درجه حرارت مجاز سیستم اگر دمای یک محیط خطرناک افزایش یابد، گازهای موجود در آن بدون نیاز به فعال کننده، شعله ور میشوند. حداقل درجه حرارتی که در یک فضای قابل انفجار و بدون نیاز به جرقه میتواند باعث ایجاد آتش سوزی شود را درجه حرارت خود اشتعالی مینامند. برای جلوگیری از انفجار و آتش سوزی، دمای تمام تجهیزات در حین کار باید از درجه حرارت خود اشتعالی کمتر باشد. طبق جدول زیر، برای مشخص کردن حداکثر درجه حرارت کار یک تجهیز یا ماشین گروههایی تعریف شده است. در هر گروه، حداکثر درجه حرارت روی سطح تجهیز، در بدترین شرایط دمایی عبارت اند از:

کد دما	درجه حرارت برحسب فارنهایت	درجه حرارت برحسب سانتیگراد
T1	842	450
T2	572	300
T3	392	200
T4	275	135
T5	212	100
T6	185	85

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد اروپایی IEC
در این استاندارد کد درج شده روی تجهیزات ضد انفجار شامل ۴ بخش کلی میشود که در تصویر زیر نشان داده شده است. شرح هر یک از این بخش ها در ادامه آمده است.



علامت اختصاری

در قسمت اول این کد علامت اختصاری EX به عنوان نشان تجهیزات ضد انفجار آورده میشود.

نوع حفاظت سیستم

دقیقا مانند NEC505 میباشد.

گروه گازی

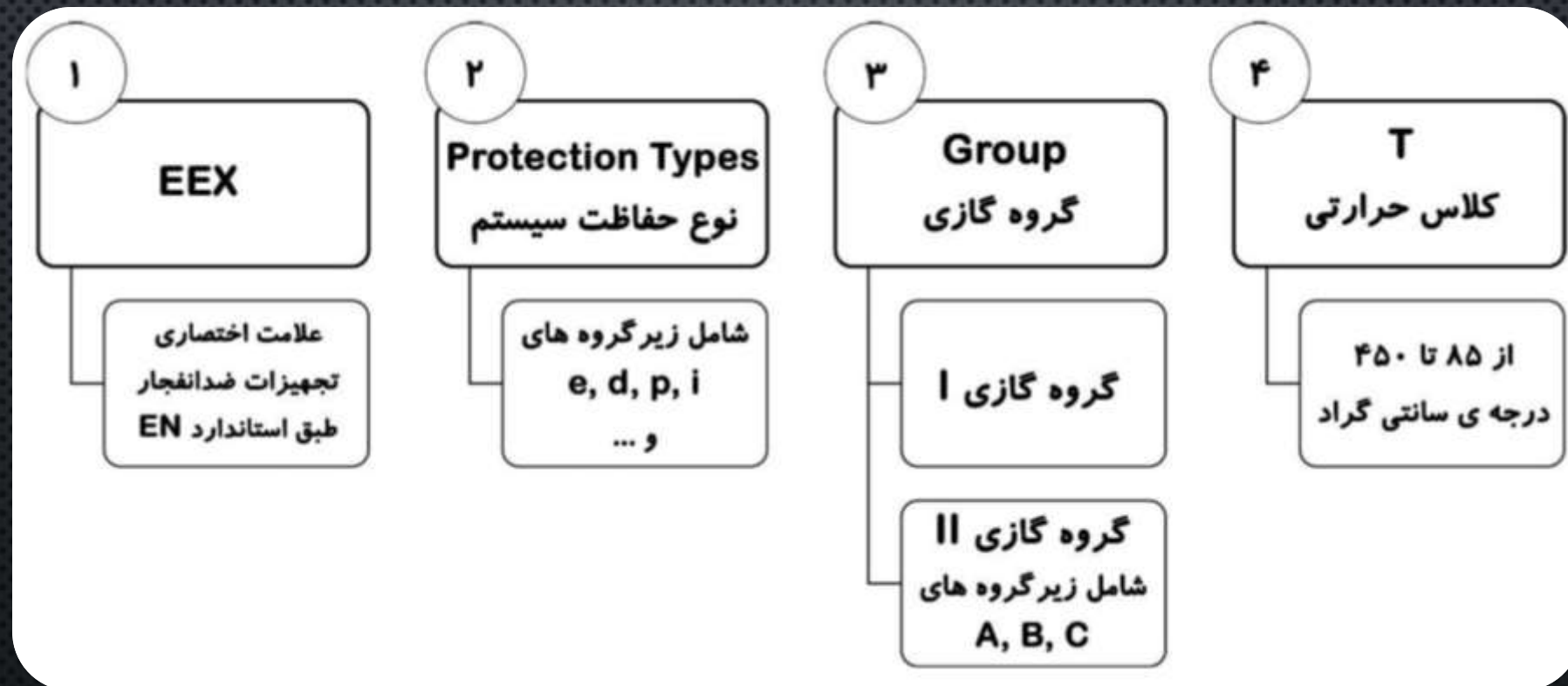
دقیقا مانند NEC505 میباشد.

کلاس حرارتی (حداکثر درجه حرارت مجاز سیستم)

دقیقا مانند NEC505 میباشد.

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در استاندارد EN

در این استاندارد کد درج شده روی تجهیزات ضد انفجار شامل ۴ بخش کلی میشود که در تصویر زیر نشان داده شده است. شرح هر یک از این بخش ها در ادامه آمده است.



علامت اختصاری

قسمت اول این کد با عبارت اختصاری EEX آغاز میشود. این عبارت مشخص کننده ی این است که تجهیزات طبق استانداردهای EN ساخته و تست شده‌اند.

نوع حفاظت سیستم
دقیقا مانند NEC505 میباشد.

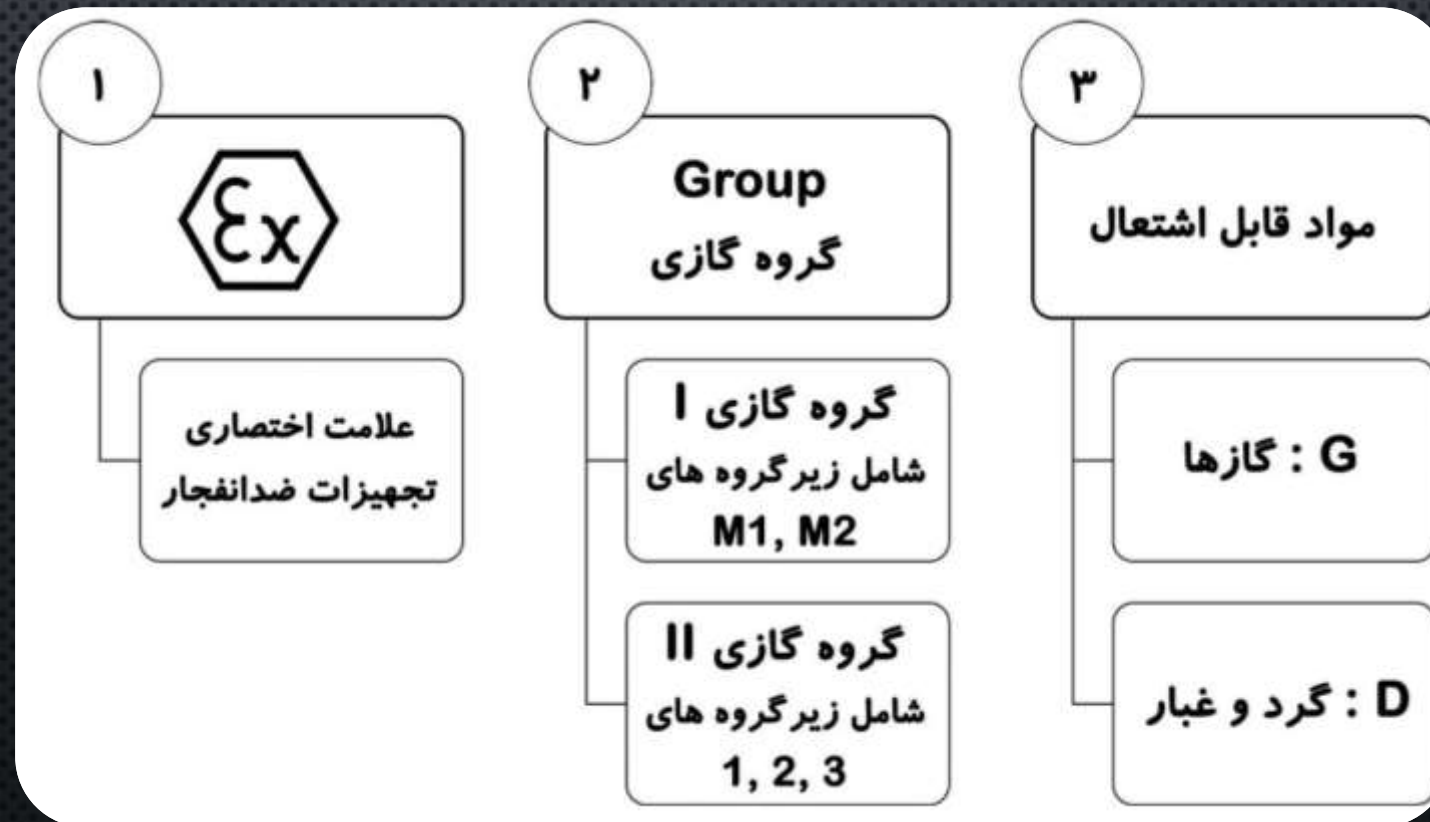
گروه گازی
دقیقا مانند NEC505 میباشد.

کلاس حرارتی (حداکثر درجه حرارت مجاز سیستم)
دقیقا مانند NEC505 میباشد.

کدبندی تجهیزات ضد انفجار در ATEX

در این استاندارد کد درج شده روی تجهیزات ضد انفجار شامل ۳ بخش کلی میشود که در تصویر زیر نشان داده شده است. شرح هر یک از این بخش ها در ادامه آمده است.

علامت اختصاری حروف EX که در یک شش ضلعی قرار داده شده . این لوگو به معنای این است که تجهیزات طبق استاندارد ATEX ساخته و تست شده اند.



گروه گازی

گروه I تجهیزات الکتریکی برای معادن

گروه II تجهیزات الکتریکی برای سایر مناطق خطرناک یا تجهیزات روی سطح زمین

طبق ATEX تجهیزات الکتریکی گروه I به گروههای M1 و M2 و تجهیزات الکتریکی گروه II به گروههای ۱, ۲, ۳ تقسیم میشوند.

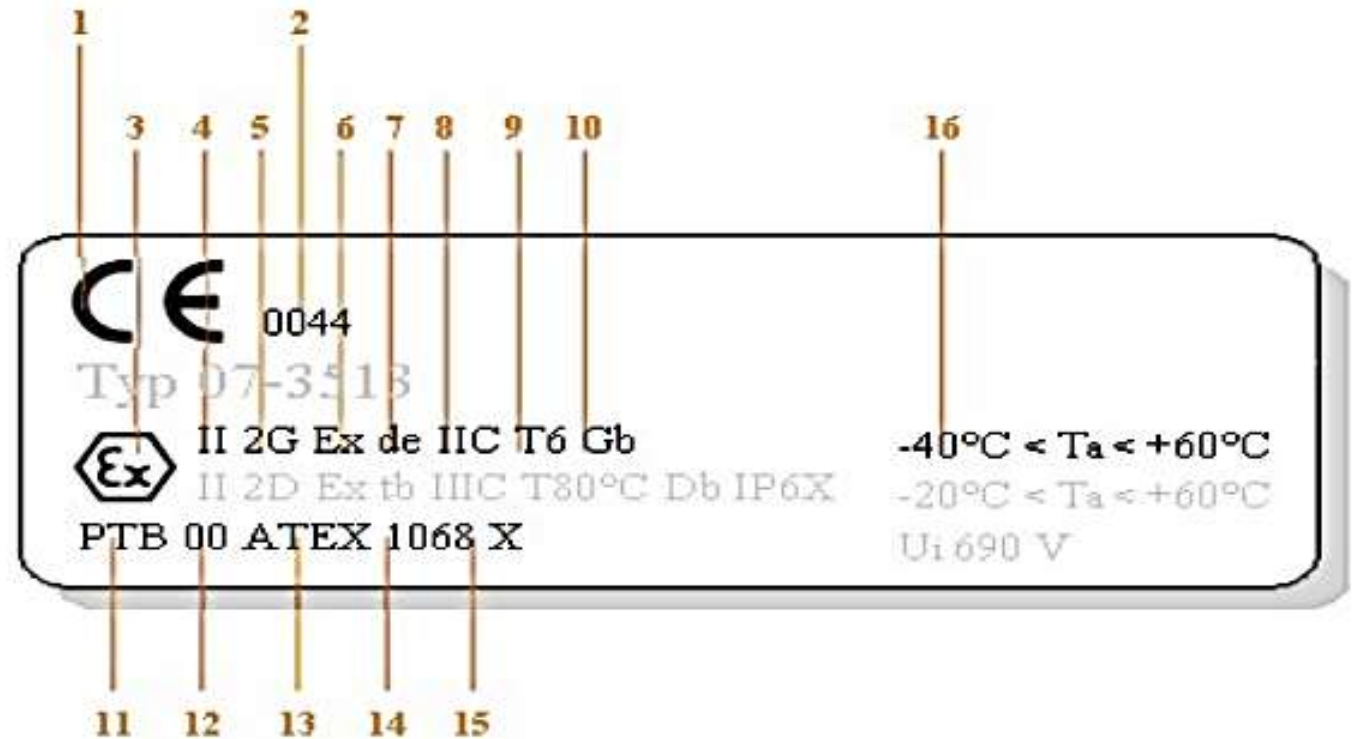
شرح هر یک از این گروهها در جدول صفحه ی بعد آمده است.

مواد قابل اشتعال

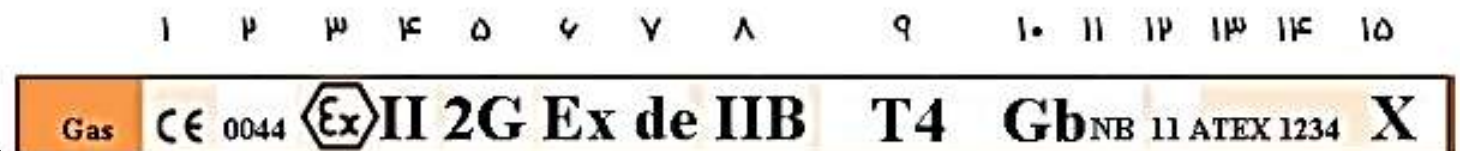
قسمت سوم کد، مربوط به تعیین نوع مواد قابل اشتعال موجود در محیط نصب تجهیز است.
حرف G برای گازها و حرف D برای گرد و غبار استفاده میشود.

گروه گازی	شرح
I M1	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در تاسیسات زیرزمینی و معادن که ممکن است در آنها متان و گرد و غبار زغال سنگ وجود داشته باشد. این تجهیزات در زمان وجود گازها و غبارات با قابلیت اشتعال، میتوانند در حالت کار باشند. سطح حفاظت این گروه بسیار بالاست.
I M2	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در تاسیسات زیرزمینی و معادن که ممکن است در آنها متان و گرد و غبار زغال سنگ وجود داشته باشد. این تجهیزات در زمان وجود گازها و غبارات با قابلیت اشتعال، باید در حالت خاموش باشند. سطح حفاظت این گروه بالاست.
II 1	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در سطح زمین. ممکن است در این محیطها گاز، مه، بخار و گرد و غبار وجود داشته باشد. این تجهیزات در Zone ۱, ۲, ۳, ۲۰, ۲۱, ۲۲ میتوانند در حالت کار باشند. سطح حفاظت این گروه بسیار بالاست.
II 2	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در سطح زمین. ممکن است در این محیطها گاز، مه، بخار و گرد و غبار وجود داشته باشد. این تجهیزات در Zone ۱, ۲, ۲۱, ۲۲ میتوانند در حالت کار باشند. سطح حفاظت این گروه بالاست.
II3	تجهیزات الکتریکی برای استفاده در سطح زمین. ممکن است در این محیطها گاز، مه، بخار و گرد و غبار وجود داشته باشد. این تجهیزات در Zone ۲, ۲۲ میتوانند در حالت کار باشند. سطح حفاظت این گروه کم است.

مثال ۱:



مثال ۲:



منابع

www.pigaseshop.ir
hansen-electric.ir
www.darianco.ir
mosalasezard.com
jaragheh.com
pigaseshop.com
roshdsanatniroo.com
 و GOOGLE

گرد آوری و تولید : آرین جلیلی