الفصل الثالث

اختيار المحركات Motor Selection

عوامل اختيار المحركات:

المحركات الكهربية لها أنواع متعددة ومنها مايعمل على التيار المتردد ثلاثى الأوجه، ومنها ما يعمل على التيار المتردد ذى الوجه الواحد بأنواعه، والسبب الرئيسى في تعدد أنواع المحركات هو أنه لا يوجد محرك يمكن أن نعتبره محركا مثاليا يناسب جميع الأحمال، ويعمل في كل الظروف ويفى بكل الاحتياجات بسعر مناسب وتكاليف تشغيل قليلة وحاجته للصيانة قليل، وبناءً على ذلك فإن كل محرك يتم تصنيعه يكون له خواص محددة ومزايا وعيوب تختلف من نوع إلى آخر.

وهناك مواصفتان أساسيتان يتم على أساسهما تصميم وصناعة المحركات هما:

1- المواصفة NEMA وتعني جمعية مصنعي الكهرباء الوطنية National Electric Manufactures Association.

2- المواصفة IEC وتعني الهيئة العالمية للتقنية الكهربية International Electrotechnical Commission.

والمحركات يجب أن تكون مطابقة للمواصفات العالمية من حيث الخصائص الكهربية والميكانيكية كالتالي:

The motors are in conformity with all relevant standards and regulations ,in particular:

Electrical

IEC 34-1 VDE 0530, part 1 Rotating electric machines, rating and performance.

obeikandl.com

IEC 34-8 VDE 0530, part 8 Terminal markings of rotating electrical machines.

IEC 85 VDE 0530, part 1 Insulation materials.

Mechanical

IEC 72 Dimensions and output ratings.

DIN42673-part 1 Mounting dimensions and relation ship frame sizes – output ratings.

DIN42677-part 1 Mounting dimensions.

IEC 34-5, EN60034 VDE 0530, part 5 Degree of protection.

DIN IEC 34 - 7 Types of construction.

DIN 42 948 Mounting flanges.

DIN 42 955 Tolerances of mounting flanges.

ولكى نحدد نوع و خواص المحرك المطلوب فإننا أولا نحدد خواص الأداء وظروف التشغيل للحمل الميكانيكى الذى سوف يديره هذا المحرك، أي أنه توجد عوامل كثيرة يتم على أساسها اختيار المحرك هي:

1- عوامل تخص المصدر.

2- عوامل تخص المحرك.

3- عوامل تخص الحمل وظروف التشغيل (معدلات الفصل والتوصيل للمحرك).

4 – معدلات زيادة وخفض الحمل على المحرك.

5- درجة الحماية للمحرك و المكان الذي سوف يعمل فيه المحرك (بيئة العمل).

أولا: الجهد الذي سوف يعمل عليه المحرك لا بد أن يكون مطابق لجهد المصدر:

1- المواصفة NEMA تسمح بتغير في جهد المصدر بقيمة ($\pm$ 10 %) أي أن المحرك الذي يعمل على جهد 380 فولت، يكون مسموح له بالعمل بجهد 418 فولت أو بجهد 342.فولت

opelkandil.com

2- المواصفة IEC تسمح بتغير في جهد المصدر بقيمة (± 5 %) أي أن المحرك الذي يعمل على جهد 380 فولت، يكون مسموح له بالعمل بجهد 399 فولت أو بجهد 361 فولت

ثانيا: التردد Frequancy **لابد أن يكون مطابق لتردد المصدر الذي سوف يعمل عليه المحرك:**

1- التردد الأساسي في المواصفة NEMA يكون 60 HZ وفي بعض الأحيان يكون 50 HZ ويكون مسموحا بتغير في تردد المصدر بقيمة ± 5 % .

2- التردد الأساسي في المواصفة IEC يكون 50 HZ وفي بعض الأحيان يكون 60 HZ ويكون مسموحا بتغير في تردد المصدر بقيمة ± 3 % .

ثالثا: قدرة المحرك ويجب أن تتناسب مع قدرة الحمل الذي سوف يديره المحرك:

1- تقاس القدرة في المواصفة NEMA بالحصان HP (1 HP = 746 watt).

2- تقاس القدرة في المواصفة IEC بالوات Watt أو بالكيلووات KW.

رابعا: سرعة المحرك ويجب أن يتوافق مع التطبيق المستخدم فيه المحرك:

طبقا للسرعة المطلوبة والتردد المطلوب يتم تصميم المحرك بعدد أقطاب معين، وعند طلب المحرك يتم ذكر السرعة التزامنية وليس السرعة الفعلية أو عدد الأقطاب.

عدد الأقطاب	التردد 50 ZH		التردد 60 ZH	
	السرعة التزامنية (لفة / دقيقة)	السرعة الفعلية (لفة / دقيقة)	السرعة التزامنية (لفة / دقيقة)	السرعة الفعلية (لفة / دقيقة)
2	3000	2900	3600	3450
4	1500	1440	1800	1725
6	1000	960	1200	1140
8	750	720	900	850
10	600	580	720	690
12	500	480	600	575
16	375	360	514	490

خامسا: نوع تصميم المحرك Motor Characteristics:

هو عبارة عن حروف معينة متعارف عليها لتحديد خصائص المحرك، حيث إن كل حرف يعني خصائص معينة قد تتشابه مع خصائص محرك آخر أو تختلف.

1- **المواصفة** NEMA **تحدد نوع تصميم المحرك طبقا للجدول التالي:**

- Design A يكون له عزم بدء عالى جدا، وتيار البدء من 5 – 8 أضعاف تيار الحمل الكامل، وعزم التوقف ويكون الانزلاق متوسطا، ولها استخدامات كثيرة منها طلمبات الطرد المركزي Centrifugal pumps، المراوح fans البلاورات blowers ومعدات الورش machine tools.
- Design B يكون له عزم بدء جيد، وتيار البدء من 4 – 6 أضعاف تيار الحمل الكامل، وعزم التوقف ويكون الانزلاق متوسطا، ولها استخدامات كثيرة منها طلمبات الطرد المركزي Centrifugal pumps، المراوح fans البلاورات blowers ومعدات الورش machine tools.
- Design C يكون له عزم بدء عالى، وتيار البدء من 5 – 8 أضعاف تيار الحمل الكامل، وعزم التوقف أقل من التصميم B ويكون الانزلاق متوسط وتستخدم في السيور Conveyors والطلمبات التي تعمل على مكابس plunger pumps، والقلابات Agitators والطلمبات الترددية reciprocating pumps الهزازات vibrating screens والضواغط compressors.
- Design D يكون له عزم بدء عالٍ جدا، وتيار البدء من 5 – 8 أضعاف تيار الحمل الكامل، وعزم التوقف ويكون الانزلاق عاليا، وتستخدم الأحمال التي لها قصور ذاتي عالٍ high-inertia loads مثل ماكينات التثقيب punch presses، ماكينات القص shears المصاعد elevators والروافع hoists.
- Design E يكون له عزم بدء عالٍ جدا، وتيار البدء من 5 – 8 أضعاف تيار الحمل الكامل، وعزم التوقف ويكون الانزلاق متوسطا.

2- **المواصفة** IEC **لها نوعين فقط من التصميم:**

- Design N وهو يكون له عزم بدء عادٍ، وهو قريب جدا من التصميم B في المواصفة NEMA.
- Design Hوهو يكون له عزم بدء عالي وهو قريب جدا من التصميم C أو A في المواصفة NEMA.

والشكل التالي يوضح بعض أشكال القلب الحديدي للتصميمات المختلفة للمحركات طبقا المواصفة NEMA:

شكل (24) شكل شرائح العضو الدوار المحركات طبقا للمواصفة NEMA

obeikandl.com

Polyphase Characteristics	Locked Rotor Torque (Percent of Rated Load Torque)	Pull-Up Torque (Percent of Rated Load Torque)	Break Down Torque (Percent of Rated Load Torque)	Locked Rotor Current (Percent of Rated Load Current)	Slip	Typical Applications	Relative Efficiency
Design A Normal locked rotor torque and high locked rotor current.	70 - 275	65 - 190	175-300	Not Defined	0.5 - 5%	Fans, blowers, centrifugal pumps and compressors, motor-generator sets, etc. where starting torque requirements are relatively low	Medium or high
Design B Normal locked rotor torque and normal locked rotor current.	70 - 275	65 - 190	175-300	600 - 700	0.5 - 5%	Fans, blowers, centrifugal pumps and compressors, motor-generator sets, etc. where starting torque requirements are relatively low	Medium or high
Design C High locked rotor torque and normal locked rotor current.	200 - 285	140 - 195	190 - 225	600 - 700	1 - 5%	Conveyors, crushers, stirring motors, agitators, reciprocating pumps and compressors, etc., where starting under load is required	Medium
Design D High locked rotor torque and normal locked rotor current.	275	N/A	275	600 - 700	5 - 8%	High peak loads with or without flywheels such as punch presses, shears, elevators, winches, hoists, oil-well pumping and wire drawing motors	Low
Design E Normal locked rotor torque and low slip. High locked rotor current.	75 - 190	60-140	160-200	800 - 1000	0.5 - 3%	Fans, blowers, centrifugal pumps and compressors, motor-generator sets, etc. where starting torque requirements are relatively low	High

obeikandl.com

سادسا: أقصى ارتفاع يعمل عليه المحرك High altitude :

فأقصى ارتفاع مسموح به هو 1000 متر فوق سطح البحر، فكل زيادة بمقدار 500 متر عن أقصى ارتفاع مسموح به يتم عمل Derating للمحرك وذلك بسبب قلة كثافة الهواء المستخدم لتبريد المحرك، والجدول التالي يوضح التعديل في قدرة المحرك Derating عند التغير في الارتفاع عن مستوى البحر وعند تغير درجة حرارة الوسط كالتالي:

1- عند ارتفاع 1000 متر ودرجة حرارة 40 درجة مئوية تكون قدرة المحرك % 100 .

2- عند ارتفاع 1000 متر ودرجة حرارة 50 درجة مئوية تكون قدرة المحرك % 92 .

3- عند ارتفاع 1500 متر ودرجة حرارة 40 درجة مئوية تكون قدرة المحرك % 97 .

4- عند ارتفاع 1500 متر ودرجة حرارة 50 درجة مئوية تكون قدرة المحرك % 89 .

سابعا: عامل الخدمة (Service factor (S.F :

1- في المواصفة NEMA يكون عامل الخدمة لمحرك تيار متغيرا، هو رقم يتم ضربه فى القدرة الحصانية الاسمية للمحرك للحصول على القدرة الحصانية التى يمكن أن يتحملها المحرك بصفة مستمرة عند الجهد والتردد المقنن وهو إما يساوي 1 ومعناه أنه يمكن تشغيل المحرك بالقدرة كاملة (% 100) طوال الوقت وإما يساوي 1.15 ومعناه أنه يمكن تشغيل المحرك بقدرة % 115 من القدرة الاسمية طوال الوقت.

2- في المواصفة IEC لم يتم النص على هذا المعامل، وفي بعض الأحيان يمكن اعتباره يساوي 1.

ثامنا: درجة عزل الملفات في المحركات Winding Insulation Class :

1- المواصفة الأمريكية NEMA يتم فيها تقسيم درجة عزل الملفات إلى أربع فئات كل فئة يتم التعبير عنها بحرف أبجدي كالتالي A.B.F&H، وفيما يلي توضيح وشرح لدرجات العزل حيث إن معظم مفاقيد المحرك تظهر كحرارة في الملفات وباقي أجزاء المحرك، فإذا زادت درجة حرارة التشغيل Operating temperature للمحرك عن الدرجة المصمم عليها فإن هذا يؤثر على القدرة التحميلية للمحرك،

لذلك لابد من معرفة درجة حرارة التشغيل التي يعمل عندها المحرك بدون مشاكل.

والمعادلة التالية يمكن من خلالها معرفة درجة حرارة التشغيل:

درجة حرارة التشغيل = درجة حرارة الوسط المحيط + الارتفاع في درجة الحرارة + درجة حرارة البقعة الساخنة

Operating Temperature = Ambient temperature + Temperature rise + Hot spot

- **درجة حرارة الوسط المحيط** Ambient Temperature:

هي درجة حرارة الهواء أو الوسط الذي يعمل فيه المحرك، وقد أوضحت المواصفة العالمية NEMA (National Electrical Manufacturers Association) أن درجة حرارة الوسط المحيط Ambient temperature هي 40 درجة مئوية.

- **الارتفاع في درجة الحرارة** Temperature Rise:

Altitude m	Ambient temperature						
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
1000	1.07	1.04	1.00	0.96	0.92	0.87	0.82
1500	1.04	1.01	0.97	0.93	0.89	0.84	0.79
2000	1.01	0.98	0.94	0.90	0.86	0.82	0.77
2500	097	0.95	0.91	0.87	0.84	0.79	0.75
3000	0.93	0.91	0.87	0.84	0.80	0.76	0.71
3500	0.89	0.86	0.83	0.80	0.76	0.72	0.68
4000	0.83	0.81	0.78	0.75	0.72	0.68	0.64

هي الزيادة في درجة الحرارة المسموح بها عن درجة حرارة الوسط المحيط وهي تعتمد على تحميل المحرك.

- **درجة حرارة البقعة الساخنة** Hot Spot Temperature:

حيث إن درجة حرارة الملفات غير منتظمة أو متماثلة عند كل نقطة في الملفات، لذا يتم إضافة عامل أمان لحساب درجة حرارة أجزاء من الملفات تكون أكثر سخونة من الموقع الذي يتم فيه قياس درجة الحرارة، ويتم احتساب هذا المعامل بمقدار 10 درجة مئوية.

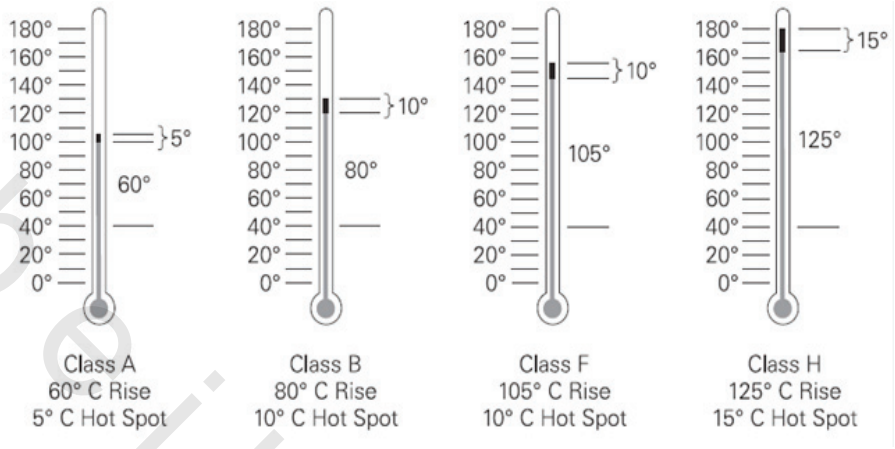
- **أقصى درجة حرارة تشغيل** Maximum Operating Temperature .

هي أقصى درجة حرارة تشغيل يعمل عندها المحرك بدون حدوث أي تلف لمكونات المحرك وعند زيادة درجة حرارة التشغيل بمقدار 10 درجات مئوية فإن عمر المحرك يقل إلى النصف، وطبقا للمواصفة العالمية NEMA والمواصفة IEC يتم تصنيع مواد العزل في المحركات لتتحمل درجات حرارة التشغيل، وقد تم تسمية درجات العزل Insulation Class بحروف، وكل حرف يبين أقصى درجة حرارة يتحملها العزل، فمثلا الحرف A يدل على أن أقصى درجة حرارة تشغيل هى 105 درجة مئوية (105 ºC).

والجدول التالي يوضح درجات العزل Insulation Class وأقصى درجة حرارة تشغيل طبقا للمواصفات العالمية NEMA للمحركات التي يكون معامل الخدمة لها S.F = 1 والمواصفة IEC وأقصى ارتفاع يساوي 1000 متر.

فمثلا إذا تم تصميم محرك وتم حساب الارتفاع في درجة الحرارة على أن يكون 75 درجة مئوية، فإن أقصى درجة حرارة تشغيل = 40 + 75 + 10=125 درجة مئوية، وبالتالي سوف تكون درجة العزل Insulation Class B، ولكن إذا فرض أن درجة حرارة الوسط الذي سوف يعمل فيه هذا المحرك تساوي 55 درجة مئوية فإن أقصى درجة حرارة تشغيل = 55 + 75 + 10 = 140 درجة مئوية، لذا يتطلب ذلك رفع درجة العزل من Insulation Class B إلى Insulation Class F، وفي حالة عدم القدرة على اختيار مواد عازلة تناسب درجة عزل Insulation Class F يتم العمل على خفض الارتفاع في درجة الحرارة عن طريق استخدام موصلات نحاس ذات مساحة مقطع كبير أو مواد عالية الجودة لتصنيع العضو الثابت والمتحرك أو استخدام وسائل تبريد لجعل الارتفاع في درجة الحرارة أقل ما يمكن.

Openkandil.com

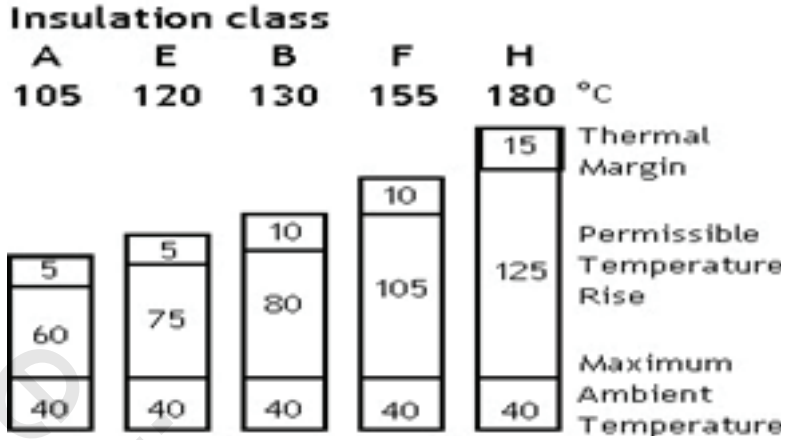


شكل (25) توضيح درجات عزل الملفات

Temperature Insulation Class درجة العزل	Ambient temperature oC درجة حرارة الوسط الوسيط	Temperature rise oC الارتفاع في درجة الحرارة	Winding hot spot oC البقعة الساخنة في الملفات	Maximum Operature Temperature أقصى درجة حرارة تشغيل
A	40	60	5	105 °C
B	40	80	10	130 °C
F	40	105	10	155 °C
H	40	125	15	180 °C

2- المواصفة الأوربية IEC تنص على نفس المبدأ في درجة عزل الملفات، ولكن يتم التقسيم إلى خمس فئات كل فئة يتم التعبير عنها بحرف أبجدي كالتالي A.E.B.F & H.

obeikandi.com



شكل (26) توضيح درجات عزل الملفات

تاسعا: طريقة التشغيل Duty Cycle:

1- **المواصفة** IEC **تنص على وجود حرف يبين طريقة تشغيل المحرك وهي كالتالي:**

- S1 وهذا الرمز يعني تشغيل مستمر Continuous duty مع حمل ثابت لفترة كافية للوصول إلى الاتزان الحرارى Thermal equilibrium ويستخدم في Hydraulic pumps. fans. blowers.
- S2 وهو يعني تشغيل لفترة محددة Short-time duty مع حمل ثابت لفترة غير كافية للوصول إلى الاتزان الحرارى، وبعد إيقاف المحرك يجب أن تنخفض درجة حرارته إلى حرارة الجو المحيط (فترة إيقاف طويلة) ثم يمكن البدء مرة ثانية ويستخدم في Household appliances like eggbeaters. hairdryer and so on .
- S3 تشغيل متقطع Intermittent periodic duty وتكون فترات التشغيل و الإيقاف متماثلة و متعاقبة وفترة التوقف زمنها قليل وتلزم لإزالة مغنطة المحرك فقط وليس للتبريد.، والمحرك يعمل تحت حمل ثابت و لا يصل إلى نقطة الاتزان الحرارى و تيار البدء تأثيره ضعيف على درجة حرارة المحرك ويستخدم في Lifting motors

obeikandl.com

- S4 تشغيل متكرر يحتوى على ثلاث فترات (بدء – تشغيل بحمل ثابت – فترة توقف لإزالة المغنطة) Intermittent periodic duty with starting، وتكون فترات التشغيل و الإيقاف متماثلة و متعاقبة والمحرك يعمل تحت حمل ثابت و لا يصل إلى نقطة الاتزان الحرارى و لتيار البدء تأثير على درجة حرارة المحرك ويستخدم في Saw machines for wood. oil pressure pumps .
- S5 تشغيل متكرر يحتوى على (بدء حركة – تشغيل مع حمل ثابت – فرملة – توقف لفترة زمنية) Intermittent periodic duty with electric braking، وتكون فترات التشغيل و الإيقاف متماثلة ومتعاقبة، والمحرك يعمل تحت حمل ثابت و لا يصل إلى نقطة الاتزان الحرارى و لتيار البدء تأثير على درجة حرارة المحرك.
- S6 تشغيل متكرر مستمر بدون توقف Continuous operation with intermittent load يحتوى على فترة يعمل فى وجود حمل والأخرى يعمل بدون حمل.
- S7 تشغيل مستمر و فرملة كهربيا و دورات من التشغيل و الإيقاف متماثلة و متعاقبة لبدء و لتشغيل المحرك تحت حمل ثابت و بدون حمل و فرملة كهربية و بدون إيقاف Continuous operation with electric braking .
- S8 تشغيل مستمر ولكن الحمل و الفترات الزمنية متغيرة فمثلا دورات من التشغيل و الإيقاف متماثلة ومتعاقبة لتشغيل المحرك تحت حمل ثابت و بسرعة معينة ثم تشغيل تحت حمل ثابت آخر و بسرعة ثانية و ذلك بدون توقف Continuous operation with periodic changes in load and speed .
- S9 يختلف الحمل والسرعة بشكل دوري ضمن نطاق التشغيل المسموح به لفترات غير متماثلة وهناك إمكانية الحمل الزائد المتكرر.
- S10 يتم التشغيل على فترات منفصلة بحيث كل مرة يعمل بحمل ثابت وسرعة ثابتة لفترة طويلة كافية للوصول إلى التوازن الحراري.

2– المواصفة NEMA لا يوجد بها Duty cycle ولكن يتم ذكر إما تشغيل مستمر Continuous أو تشغيل متقطع Intermittent.

obeikandi.com

عاشرا: نوع هيكل المحرك Type Enclousre:

يتم استخدام المحركات الكهربية في الأماكن المغلقة أو الأماكن المفتوحة، لذلك يكون من المطلوب حماية الأجزاء الداخلية للمحرك من سقوط أي أجسام غريبة داخل المحرك مثل الأتربة وأبخرة المواد الكيميائية وغبار المعادن، ويمكن أيضا أن يتعرض المحرك للرياح العالية والأمطار والثلوج، لذا فتجمع وتركيز هذه الظروف تعمل على تلف مكونات المحرك مثل العزل ورولمان البلي، لذلك لابد أن يكون محتوى المحرك Enclosure مصمم بطريقة معينة لكي يقوم بحماية الأجزاء الداخلية للمحرك وفي نفس الوقت يعمل على تبريد مكونات المحرك الداخلية.

1- المواصفة الأوربية IEC وقد قام المعهد البريطاني للمواصفات القياسية بعمل اختبار للمعدات الكهربية عموما لحمايتها ضد دخول أي مواد إلى الأجزاء الداخلية سواء كانت سائلة أو صلبة.

وهذا الاختبار يسمى الاختبار ضد ولوج الأشياء Ingress Protection ويرمز له بالرمز (IP) وهذا الرمز يكون مزيلا برقمين الأول ضد دخول الأجسام الصلبة والرقم الثاني ضد دخول السوائل كالتالي IP_{SL} فالرقم الأول يعني الأجسام الصلبة Solid والرقم الثاني يعني السوائل Liquid والجدول التالي يوضح نتائج هذا الاختبار:

openkanal.com

	الرقم الأول	نتيجة الاختبار	الرقم الثاني	نتيجة الاختبار
IP	0	لا توجد حماية ضد دخول الأجسام الصلبة	0	لا توجد حماية ضد دخول السوائل
	1	توجد حماية ضد دخول الأجسام الصلبة التي يزيد قطرها عن 50 مم	1	توجد حماية ضد سقوط قطرات الماء رأسيا مثل الماء المتكاثف
	2	توجد حماية ضد دخول الأجسام الصلبة التي يزيد قطرها عن 12 مم	2	توجد حماية ضد سقوط قطرات الماء بزاوية 15 درجة رأسي
	3	توجد حماية ضد دخول الأجسام الصلبة التي يزيد قطرها عن 2.5 مم	3	توجد حماية ضد تناثر الماء بزاوية 60 درجة رأسي
	4	توجد حماية ضد دخول الأجسام الصلبة التي يزيد قطرها عن 1 مم	4	توجد حماية ضد رش الماء في أي اتجاه مثل خرطوم الماء العادي
	5	توجد حماية ضد دخول الأتربة في حالة حدوث عواصف	5	توجد حماية ضد رش الماء بقوة في أي اتجاه مثل خرطوم المطافي
	6	توجد حماية تامة ضد دخول أي غبار مهما كانت الظروف الجوية	6	توجد حماية ضد رش الماء بقوة في كل الاتجاهات
			7	توجد حماية ضد الغمر في الماء لعمق من 15 سم حتى 1متر
			8	توجد حماية ضد الغمر في الماء باستمرار

obeikandi.com

IP

The IP classification system designates, by means of a number, the degree of protection provided by a device against ingress of dust and water.

FIRST NUMBER
Degree of protection against solid objects

0		Non-protected.
1		Protected against a solid object greater than 50mm such as a hand.
2		Protected against a solid object greater than 12mm, such as a finger.
3		Protected against a solid object greater than 2.5mm, such as wire or a tool.
4		Protected against a solid object greater than 1.0 mm, such as wire or thin strips.
5		Dust-protected. Prevents ingress of dust sufficient to cause harm.
6		Dust tight. No dust ingress.

SECOND NUMBER
Degree of protection against water

0		Non-protected.
1		Protected against water dripping vertically, such as condensation.
2		Protected against dripping water when tilted up to 15°.
3		Protected against water spraying at an angle of up to 60°.
4		Protected against water splashing from any direction.
5		Protected against jets of water from any direction.
6		Protection against heavy seas or powerful jets of water.
7		Protected against harmful ingress of water when immersed between a depth of 150mm to 1 meter.
8		Protected against submersion. Suitable for continuous immersion in water.

obelkanal.com

2- المواصفة الأمريكية NEMA تتبع أسلوب مختلف لحماية المحركات ضد دخول أي مواد إلى الأجزاء الداخلية سواء كانت سائلة أو صلبة، ويكون عبارة عن كلمات وليس برمز كما في المواصفة IEC.

- Open Drip Proof enclosure (ODP)في بداية الأمر كان المحرك الكهربي بسيطا في تركيبه، وكان المحتوى الخارجي Enclosure به فتحات كبيرة تساعد في عملية التهوية والتبريد للأجزاء الداخلية للمحرك، ولكن نظرا لوجود بعض المواد الضارة بالأجزاء الداخلية للمحرك كسقوط أجسام غريبة داخل المحرك أو دخول الرطوبة أو الأتربة أو المواد الكيميائية، فتم صناعة محركات تكون فيها فتحات التهوية مائلة بزاوية 15 درجة رأسي، وبذلك تم حماية الأجزاء الداخلية للمحرك من سقوط اي أجسام غريبة ومن سقوط قطرات الماء، ثم بعد ذلك تم صناعة محركات تكون فتحات التهوية مائلة بزاوية 100 درجة رأسي بحيث يتم منع دخول السوائل سواء بالسقوط أو الرش.

شكل (27) المحرك ذو المحتوى المفتوح

- Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) في هذا النوع يتم التبريد عن طريق مرور الهواء باندفاع على الجسم الخارجي للمحرك عن طريق مروحة التبريد، ويجب العلم بأن هذا النوع ليس محكم الغلق ضد دخول الهواء أو الماء Neither air- tight nor water- tightلذلك من الممكن دخول الهواء والماء داخل المحرك بكميات قليلة جدا لا تؤثر على عمل المحرك، ويستخدم هذا النوع خارج المباني والأماكن غير النظيفة outdoor and dirty locations..

شكل (28) المحرك ذو المحتوى المغلق

- Totally Enclosed. Hostile and Severe Environment مصممة للاستخدام في الظروف القاسية – البيئات الرطبة و / أو الكيميائية. ليس للمواقع الخطرة.
- Totally Enclosed Air Over (TEAO) هذا النوع يكون محكم الغلق ضد الغبار ويستخدم لإدارة المراوح والبلاور ويكون المحرك في نفس اتجاه الهواء لزيادة التبريد، ويمكن أن تكون المروحة أو البلاور على نفس العمود أو تدار بواسطة سير.
- Totally Enclosed Non-Ventilated (TENV) لا توجد فتحات للتهوية في هذا النوع، ويعتمد في التبريد على الحمل Convection cooling .
- Totally Enclosed Blower Cooled هذا النوع يحتوي على مروحة خارجية يتم تغذيتها بمصدر مستقل، وليست مثبتة على عمود المحرك حتى يتم تبريد المحرك بكفاءة عالية حتى في السرعات المنخفضة للمحرك.

ويوجد بعض التكافؤ بين كل من المواصفتين كالتالي:

1. IP22 في المواصفة IEC يكافئ Open drip-proof motors في المواصفة NEMA
2. IP54 or IP44 في المواصفة IEC يكافئ Totally enclosed في المواصفة NEMA
3. IP45 في المواصفة IEC يكافئ Weatherproof في المواصفة NEMA
4. IP55 في المواصفة IEC يكافئ Waterproof or Washdown-duty motors في المواصفة NEMA

المحركات ذات المحتوى ضد الانفجار Explosion-Proof Motors :

ومع التطور السريع في الصناعة وجد أن بعض المواقع قد تتعرض لمخاطر الانفجار Explosion Hazard لذلك كان من الضروري إيجاد تركيبات كهربية آمنة في المناطق المصنفة كمناطق خطرة Hazardous Zone .

الوسط القابل للانفجار Explosive Atmosphere:

هو الوسط الناتج من تكون خليط من المواد الملتهبة Flammable Substances على شكل غاز Gas أو بخار Vapors أو أتربة Dust مع الهواء بنسبة معينة، فعند وجود زيادة في درجة الحرارة أو قوس كهربي أو شرارة أو أي مصدر للطاقة يسبب إشعال Energy ignition Source مع هذا الجو فيحدث الانفجار.

تصنيف المناطق الخطرة Classification of Hazardous Locations :

يوجد نظامان لتصنيف الأماكن الخطرة:

1- النظام الأوروبي وفيه يتم تصنيف الأماكن الخطرة إلى ثلاث مناطق.

2- النظام الأمريكي وفيه يتم تقسيم المناطق الخطرة إلى قسمين.

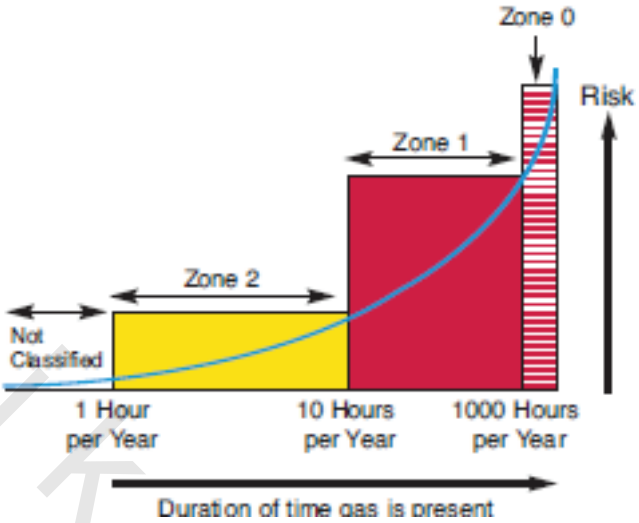
والجدول التالي يوضح أقسام المناطق الخطرة.

أولا- النظام الأوروبي وفيه يتم تصنيف الأماكن الخطرة إلى ثلاث مناطق:

obeikandi.com

تصنيف الأماكن الخطرة Classification of Hazardous Locations			
Continuous Hazard Permanent Presence /	Intermittent Hazard Incidental Presence /	Hazard under ubnormal conditions / Accidental Presence	
وجود المادة بصفة مستمرة في ظروف العمل العادية، أو وجود المادة لمدة 1000 ساعة في العام	وجود المادة بصفة متقطعة في ظروف العمل العادية، أو وجود المادة لمدة من 10 إلى 1000 ساعة في العام	وجود المادة بصفة نادرة عند حدوث كسر في أحد الخطوط أو حدوث تسريب في البلوف أو الفلانشات، أو وجود المادة لمدة أقل من 10 ساعات في العام	
Zone 0 (gas) غاز أو بخار	Zone 1 (gas) غاز أو بخار	Zone 2 (gas) غاز أو بخار	IEC / CENELEC / النظام EUROPE الأوروبي
Zone 20 (dust) أتربة	Zone 21 (dust) أتربة	Zone 22 (dust) أتربة	

obeikandl.com



شكل (29) تصنيف الأماكن الخطرة طبقا للنظام الأوربي

أقل كمية طاقة تسبب الإشعال Minimum Ignition Energy:

هي أقل كمية من الطاقة تنتج على شكل لهب Flame أو شرارة Spark أو صدمة Shock أو احتكاك Friction أو أي شكل من أشكال الطاقة تسبب اشتعال في وجود الجو القابل للانفجار، ويجب العلم أن مصادر الطاقة المتولدة من العمليات الصناعية تكون أكبر بكثير من مستويات الطاقة التي تسبب الاشتعال والتي غالبا ما تكون عشرات الميكروجول للغازات والأبخرة وتكون مئات الميكروجول للغبار والأتربة القابلة للانفجار.

ويمكن عمل مجموعات للغازات حسب كمية الطاقة المطلوبة لحدوث الاشتعال.

oberkandl.com

أولا: مجموعات الغازات حسب النظام الأوروبي

<table>
<tr><td colspan="4">GAS Grouping of Electrical Apparatus & Hazard Categories تصنيف المعدات الكهربية حسب الأخطار الموجودة</td></tr>
<tr><td rowspan="5">CENELEC / IEC
EUROPE /
النظام الأوروبي</td><td>I Group</td><td colspan="2">Apparatus for coal mines susceptible to firedamp
الأجهزة المستخدمة في مناجم الفحم والشديدة الحساسية بغازات المناجم</td></tr>
<tr><td rowspan="4">II Group</td><td colspan="2">Apparatus for explosive atmospheres other than mins ; surface industries الأجهزة المستخدمة في الأجواء المتفجرة غير المناجم مثل الصناعات السطحية</td></tr>
<tr><td>IIA</td><td>Ammonia & Propane (180 micro joules)
الأمونيا والبروبان</td></tr>
<tr><td>IIB</td><td>الإيثيلين Ethylene (60 micro joules)</td></tr>
<tr><td>IIC</td><td>Hydrogen . Acetylene & Carbon disulphide(20 micro joules)
الهيدروجين والأسيتيلين وثاني كبريتيد الكربون</td></tr>
</table>

من الجدول السابق نلاحظ أن الطاقة اللازمة لحدوث الانفجار للهيدروجين والأسيتيلين أقل من الطاقة اللازمة في حالة الإيثيلين، وكذلك الطاقة اللازمة في حالة الإيثيلين أقل من الطاقة اللازمة في حالة البروبان والأمونيا.ولذلك فإن المحرك الكهربي الذي يعمل في الوسط الذي مصنف ضمن المجموعة IIB يمكن أن يعمل في (IIA & IIB) وكذلك المجموعة IIC يمكن أن تعمل في (IIC & IIA & IIB).

obeikandi.com

مما سبق نلاحظ أنه تم تقسيم الغازات والأبخرة حسب أقل كمية من الطاقة تسبب اشتعالا، وعلى هذا تم الأساس تم صناعة معدات كهربية تتناسب مع كل تقسيم كالتالي:

1- المعدات المستخدمة في المجموعة (IIA) تصمم هذه المعدات بحيث يكون طول الشرر المسبب للاشتعال كبير بحيث يمكن أن يمر في فجوة أكبر من 9.0 مم بين مكونات الجهاز والمحتوى الخارجي وتكون الطاقة المتولدة من هذا الشرر حوالي 180 ميكروجول لذلك تستخدم هذه المعدات عندما يكون الغاز الموجود الأمونيا والبروبان.

2- المعدات المستخدمة في المجموعة (IIB) تصمم هذه المعدات بحيث يكون طول الشرر المسبب للاشتعال المتوسط بحيث يمكن أن يمر في فجوة من 5.0 مم إلى 9.0 مم بين مكونات الجهاز والمحتوى الخارجي وتكون الطاقة المتولدة من هذا الشرر حوالي 60 ميكروجول، لذلك تستخدم هذه المعدات عندما يكون الغاز الموجود إيثيلين، وهذه المعدات يمكن أن تعمل في المجموعة الأولى (IIA).

3- المعدات المستخدمة في المجموعة (IIC) تصمم هذه المعدات بحيث يكون طول الشرر المسبب للاشتعال صغيرا، بحيث يمكن أن يمر في فجوة أقل من 5.0 مم بين مكونات الجهاز والمحتوى الخارجي، وتكون الطاقة المتولدة من هذا الشرر حوالي 20 ميكروجول وهذه المعدات يمكن أن تعمل عندما يكون الغاز الموجود الهيدروجين والأسيتيلين وثاني كبريتيد الكربون وهذه المعدات يمكن أن تعمل في المجموعة الأولى والثانية (IIA & IIB).

درجة الحرارة التي تسبب الاشتعال الذاتي Self – Ignition Temperature :

الطاقة المطلوبة لبداية اللهب يمكن أن تتغير إلى طاقة حرارية عن طريق زيادة درجة حرارة الخليط، فيمكن القول بأن درجة حرارة الاشتعال الذاتي هي أقل درجة حرارة يبدأ عندها الجو القابل للانفجار في الاشتعال تلقائيا. فإذا وصلت درجة حرارة الجسم الخارجي للمعدة الكهربية إلى درجة حرارة

الاشتعال الذاتي فسوف يحدث اشتعال، لذلك لابد من استخدام معدات كهربية لا تزيد درجة حرارة السطح الخارجي لها عن درجة حرارة الاشتعال الذاتي للغاز أو البخار الموجود في بيئة العمل.

فتم تقسيم درجات الحرارة التي يمكن أن تعمل بها المعدات الكهربية بأمان في الأماكن الخطرة إلى ستة فئات كما هو موضح في الجدول التالي:

فئات درجات الحرارة	أعلى درجة حرارة يمكن أن يصل إليها السطح الخارجي للمعدة
T1	450 °C
T2	300 °C
T3	200 °C
T4	135 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

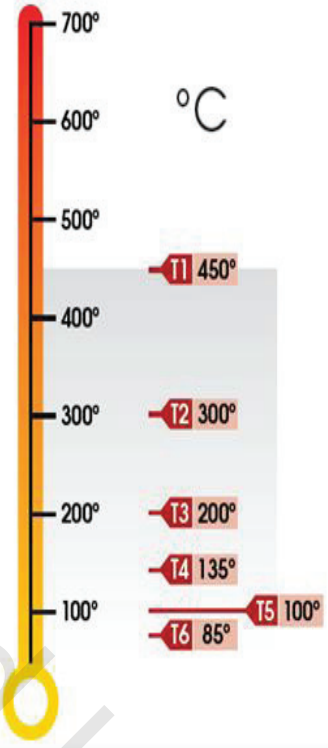
obeikandl.com

والجدول التالي يوضح درجة حرارة الاشتعال الذاتي لبعض الغازات وغبار المعادن:

Temperature Classification

Classification of maximum surface temperatures for Group II Electronic Equipment (T Class).

IIA	T1	Ammonia	630°
IIC	T1	Hydrogen	560°
IIA	T1	Methane	537°
IIA	T1	Propane	470°
IIB	T2	Ethylene	425°
IIA	T2	Butane	372°
IIC	T2	Acetylene	305°
IIA	T3	Cyclohexane	259°
IIA	T3	Kerosene	210°
IIB	T4	Di-ethyl Ether	160°
IIC	T6	Carbon Disulphide	95°



Dusts Typical Ignition Temperatures (°C)

Dusts	Cloud	Layer
Aluminium	590 °C	>450 °C
Coal dust (lignite)	380 °C	225 °C
Flour	490 °C	340 °C
Grain dust	510 °C	300 °C
Methyl cellulose	420 °C	320 °C
Phenolic resin	530 °C	>450 °C
Polythene	420 °C	(melts) °C
PVC	700 °C	>450 °C
Soot	810 °C	570 °C
Starch	460 °C	435 °C
Sugar	490 °C	460 °C

obeikandl.com

أنواع الحماية:

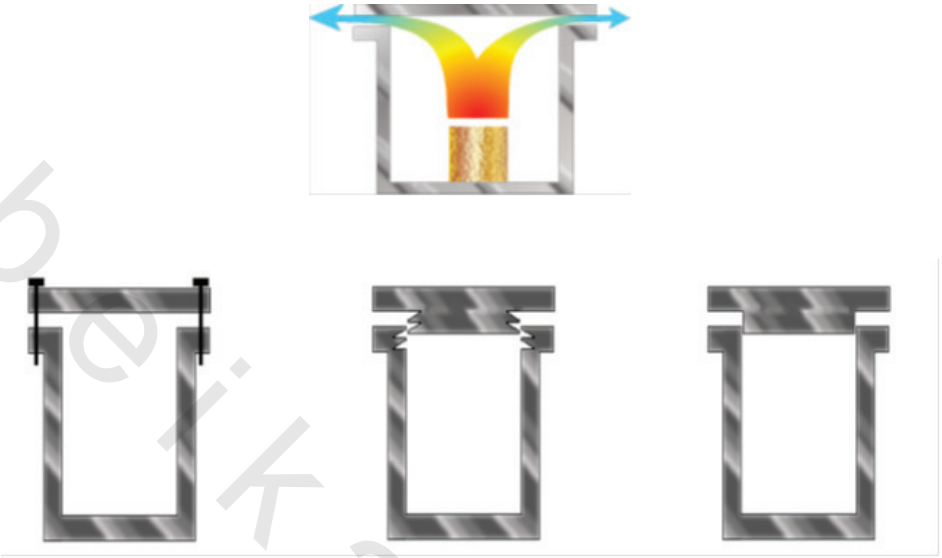
يوجد أنواع كثيرة من الحماية للمعدات الكهربية المستخدمة في المناطق المصنفة كأماكن خطرة منها:

1- **النوع منيع على اللهب** Flam Proof **وهذا النوع يرمز له بالرمز**(d).

في هذا النوع من الحماية يتم وضع الأجزاء التي من الممكن أن تشتعل في الوسط القابل للانفجار داخل محتوى Enclosure يتحمل ضغط الانفجار الذي قد يحدث بالداخل نتيجة اشتعال خليط الغازات أو الأبخرة القابلة للاشتعال التي قد تكون تسربت إلى داخل المعدة بدون انفجار أو انهيار جسم الجهاز، وكذلك يمنع تسرب الشرارة أو النار أو الغازات شديدة الحرارة من داخل الجهاز الذي حدث فيه الانفجار للخارج وتماسها مع خليط الغازات أو الابخرة الخارجية القابلة للاشتعال ويصمم المحتوى بحيث تكون أطوال مسارات اللهب للغازات المشتعلة الناتجة عن الانفجار، وكذلك عرض فتحات هذه المسارات بحيث تبرد هذه الغازات بشكل كافٍ قبل أن تصل المحيط الخارجي بحيث لا يمكنها أن تسبب في اشتعال الغازات والأبخرة الخارجية.

المنطقة التي يستخدم فيها: يتم استخدامه في المناطق المصنفة (Zone1 & Zone 2) ويكون الرمز: EExd.

الأجهزة المستخدمة: ويفضل استخدام هذا النوع من الحماية في المفاتيح والفيوزات واللمبات والمقاومات .



شكل (30) أنواع المحتوى المنيع على اللهب

2- **النوع** Increased Safety **الحماية الإضافية ويرمز له بالرمز** (e):

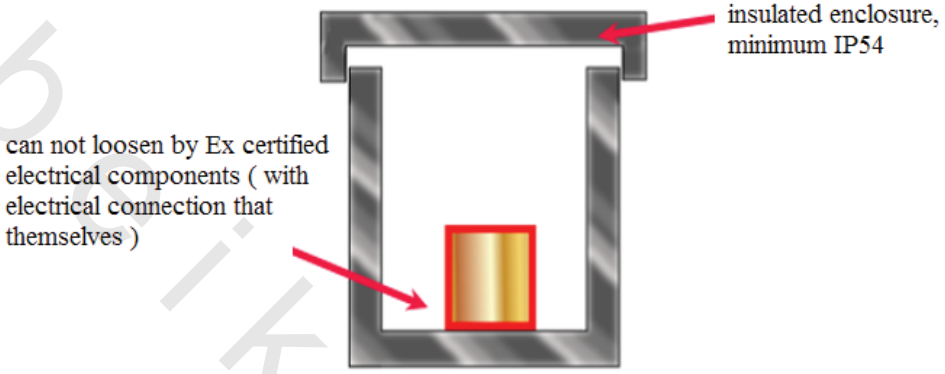
في هذا النوع تكون الأجزاء المصنعة منها المعدة لا تولد شررا أو قوسا كهربيا، ولا يحدث فيها ارتفاع لدرجات الحرارة الكافية لاشتعال الغازات المحيطة، ويتم ذلك بالتركيز على درجة العزل الكهربائي والأبعاد بين الأجزاء المكهربة وتأمين تثبيت جيد للوصلات الكهربائية إضافة إلى تصميم الجهاز بحيث يكون الارتفاع في درجات حرارة أجزاء الجهاز أثناء العمل دون درجة اشتعال الغازات والأبخرة المحتمل وجودها في المنطقة الخطرة، ويكون جهد التشغيل لا يزيد عن 1 كيلو فولت.

المنطقة التي يستخدم فيها:

وهذا النوع يتم استخدامه في المناطق المصنفة (Zone 1 & Zone 2) ويكون الرمز: EExe.

الأجهزة المستخدمة:

ويفضل استخدام هذا النوع من الحماية في علب التوصيل وصناديق ربط الكابلات والأسلاك والبطاريات والمحولات والمحركات الحثية.



شكل (31) محتوى الحماية الإضافية

3- **النوع منيع على اللهب والحماية الإضافية** Flamproof and Increased safty (ed):

وهذا النوع يعتبر خليطا بين النوع الأول والنوع الثاني.

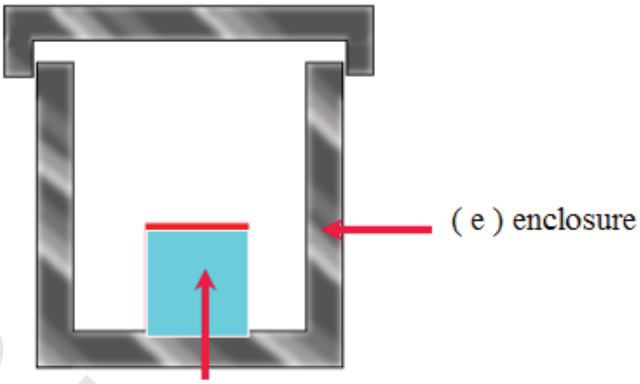
المنطقة التي يستخدم فيها:

وهذا النوع يتم استخدامه في المناطق المصنفة (Zone 1 & Zone 2) **الرمز:** EExde.

الأجهزة المستخدمة:

ويفضل استخدام هذا النوع من الحماية في علب التوصيل وصناديق ربط الكابلات والأسلاك والبطاريات والمحولات والمحركات الحثية.

obeikandl.com



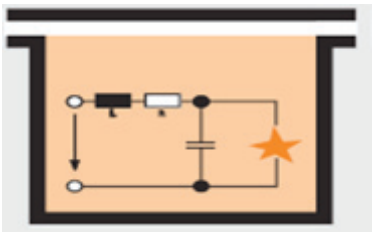
شكل (32) محتوى منيع على اللهب والحماية الإضافية

4- **النوع مأمون الاستعمال** Intrinsic Safety **ويرمز له بالرمز** (i):

وفي هذا النوع يتم عمل تحديد لكمية الطاقة المتولدة بحيث يكون تأثير الحرارة أو الشرر المتولد منها أو فيها في حالة التشغيل الطبيعي للجهاز أو المعدة أو عند حدوث عيب غير كافية لاشتعال خليط الغازات في الأجواء المحيطة المتفجرة وبالتالي لا يوجد سماحية لتوليد حرارة عالية أو أي شرر.

المنطقة التي يستخدم فيها: وهذا النوع يتم استخدامه في المنطقة المصنفة (Zone 0 & Zone 2 & Zone 1).

الأجهزة المستخدمة: يستخدم في أجهزة القياس والأجهزة الكهربائية & الرمز: EEx ib & EEx i or EEx ia .



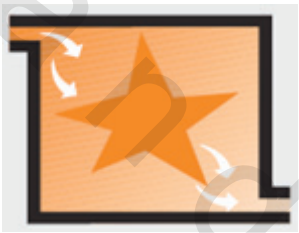
شكل (33) محتوى مأمون الاستعمال

5- **النوع** Pressurized Enclosure **(ويرمز له بالرمز** P**)**:

هذا النوع من الحماية يمنع دخول الخليط أو الأبخرة القابلة للاشتعال إلى داخل المعدات حيث يوضع داخل الجهاز هواء نقي أو غاز خامل بضغط جوي معين أعلى من الضغط خارج الجهاز أو المعدة. ويجب المحافظة على ارتفاع الضغط داخل الجهاز أو المعدة، حيث تضاف أجهزة حماية ودائرة سيطرة ملحقة توقف عمل الجهاز أو المعدة في حالة انعدام أو انخفاض الضغط الداخلي عن الحد المسموح به.

المنطقة التي يستخدم فيها: وهذا النوع يتم استخدامه في المنطقة المصنفة (Zone 1 & Zone 2).

الأجهزة المستخدمة: يستخدم في محركات العضو الدوار الملفوف و المفاتيح ولوحات الكنترول & الرمز: EEx p .



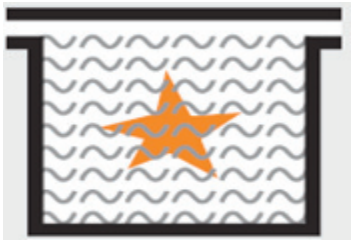
شكل (34) المحتوى المضغوط

6- **النوع** Oil Immersion **(ويرمز له بالرمز** O**)**:

يكون الجزء الفعال من الجهاز مغمورا بالزيت على عمق مناسب يجعل مصدر الشرارة أو الحرارة معزولا عن خليط الهواء والغازات الذي يكون موجودا فوق مستوى الزيت الأجهزة.

المنطقة التي يستخدم فيها: وهذا النوع يتم استخدامه في المنطقة المصنفة (Zone 1 & Zone 2).

الأجهزة المستخدمة: يتم استخدام هذا النوع في المحولات & الرمز: EEx O .



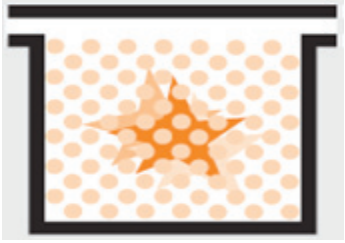
شكل (35) محتوى مملوء بالزيت

7- **النوع الرملي** filled-Sand **(ويرمز بالرمز** q**)**:

كما هو الحال في مفهوم الأجهزة ذات المحتوى الزيتي فقد استعمل المحتوى الرملي لمنع حدوث الانفجارات، وذلك باستخدام مسحوق الكوارتز كمادة فاصلة. لم تستخدم هذه التقنية بصورة واسعة ولكنها استخدمت لحماية أجزاء كهربائية منفصلة. محتوى الحماية الرملي طراز Ex q .

المنطقة التي يستخدم فيها: وهذا النوع يتم استخدامه في المنطقة المصنفة (Zone 2 & Zone 1) .

الأجهزة المستخدمة: يستخدم هذا النوع في بعض المكثفات والمكونات الإلكترونية & الرمز: EEx q .



شكل (36) محتوى مملوء بالرمل

فمثلا إذا كان هناك موقع به غاز الهيدروجين فكيف يتم اختيار محرك كهربي يعمل في هذا الموقع؟

أولا: تحديد منطقة الخطر، فمثلا وجود المادة بصفة نادرة عند حدوث كسر في أحد الخطوط أو حدوث تسريب في البلوف أو الفلانشات، أو وجود الغاز لمدة أقل من 10 ساعات في العام، فيتم اختيار المنطقة Zone 2 .

ثانيا: درجة الاشتعال الذاتي لغاز الهيدروجين هي 560 **م° فيتم اختيار** T1 **(أو استخدام** T2، T2، T3، T4، T5 & T6**).**

ثالثا: غاز الهيدروجين ضمن مجموعة الغاز IIC**.**

رابعا: يتم اختيار نوع منيع على اللهب والحماية الإضافية (ed) **.**

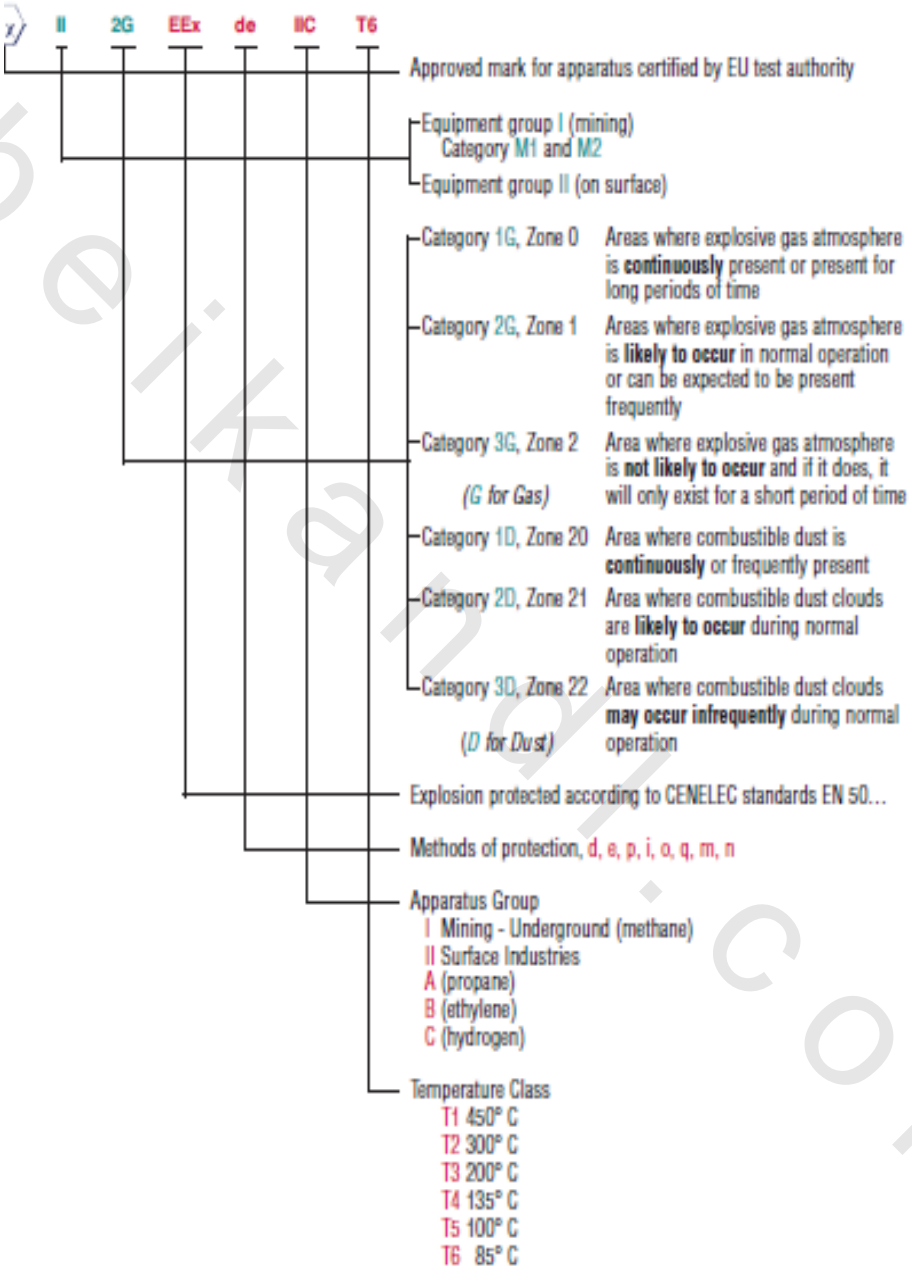
خامسا: الرمز للمعدات ضد الانفجار حسب التصنيف الأوربي (EEx)**.**

ويتم كتابة التوصيف كالتالي:

EEx de IIC T1

obeikandl.com

وفيما يلي يتم كيفية كتابة التوصيف بطريقة تفصيلية:

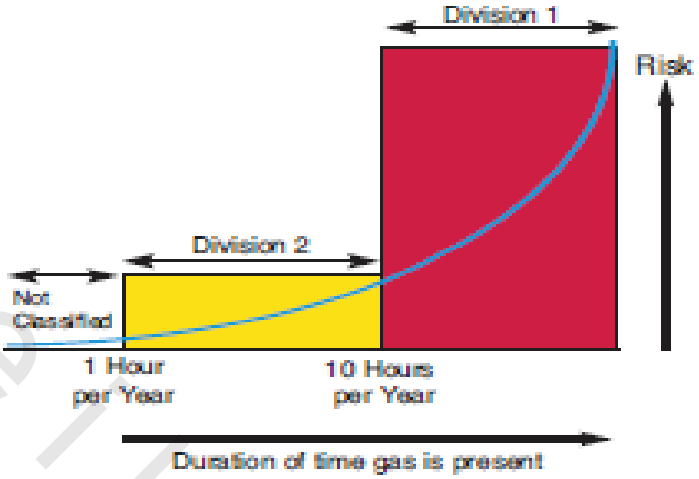


obeikandi.com

ثانيا - النظام الأمريكي وفيه يتم تقسيم المناطق الخطرة إلى قسمين والجدول التالي يوضح أقسام المناطق الخطرة.

1- **تصنيف الأماكن الخطرة** Classification of Hazardous Locations :			
	Continuous / Hazard Permanent Presence	Intermittent Hazard / Incidental Presence	Hazard under ubnormal conditions / Accidental Presence
	وجود المادة بصفة مستمرة في ظروف العمل العادية	وجود المادة بصفة متقطعة (وجود المادة لمدة أكثر من 10 ساعات في العام) في ظروف العمل العادية كتصاعد الغازات من أعلى التانك	وجود المادة بصفة نادرة عند حدوث كسر في أحد الخطوط أو حدوث تسريب في البلوف أو الفلانشات، أو وجود المادة لمدة من 1ساعة إلى 10 ساعات في العام
NORTH AMERICA النظام الأمريكي	1 Division		2 Division

obeikandl.com



شكل (37) تصنيف الأماكن الخطرة طبقا للنظام الأمريكي

obeikandl.com

ثانيا: مجموعات الغازات حسب النظام الأمريكي:

North American	1 CLASS	Gases and Vaporsالغازات والأبخرة	
		A Group	Acetylene أسيتيلين
		B Group	Butadiene، ethylene oxide، hydrogen، propylene oxide
		C Group	Acetaldehyde، cyclopropane، diethel ether، ethylene، isoprene
		D Group	Acetone، acrylonitrite، ammonia، benzene، butane، ethylene dichloride، gasoline، hexane، methane، methanol، naphtha، propane، propylene، styrene، toluene، vinyl acetate، vinyl chloride، xylem
	2 CLASS	Dusts الغبار	
		E Group	Aluminum، magnesium and other metal dusts with similar characteristics
		F Group	Carbon black، coke or coal dust
		G Group	Flour، starch or grain dustلدقيق، النشا أو غبار الحبوب
	3 CLASS	Fibers الألياف	

obeikandl.com

درجة الحرارة التي تسبب الاشتعال الذاتي Self – Ignition Temperature :

يتم تقسيم درجات الحرارة التي يمكن أن تعمل بها المعدات الكهربية بأمان في الأماكن الخطرة في النظام الأمريكي كما هو موضح في الجدول التالي:

فئات درجات الحرارة	أعلى درجة حرارة يمكن أن يصل إليها السطح الخارجي للمعدة
T1	450 °C
T2	300 °C
T2A	280 °C
T2B	260 °C
T2C	230 °C
T2D	215 °C
T3	200 °C
T3A	180 °C
T3B	165 °C
T3C	160 °C
T4	135 °C
T4A	120 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

الأجهزة الكهربائية الخاصة بالتصنيف الأول Class I:

يتم استخدام الأجهزة الكهربائية التي تحفظ داخل صناديق حديدية مقاومة للانفجار Explosion proof وذلك لاحتمال تسرب الأبخرة والغازات القابلة للاشتعال إلى داخل صندوق الأجهزة الكهربائية وفي حالة اشتعال أو انفجار هذه الأبخرة أو الغازات فإن الصندوق الحديدي يمنع تسرب الانفجار أو الغازات الحارة إلى الجو المحيط بالجهاز الكهربائي.

obeikandl.com

الأجهزة الكهربائية الخاصة بالتصنيف الثانى : Class II

يتم استخدام أجهزة كهربائية عازلة للأتربة حتى لا تدخل الأتربة إلى داخل الجهاز الكهربائي، كذلك لا يحدث زيادة في درجة الحرارة داخل هذه الأجهزة.

الأجهزة الكهربائية الخاصة بالتصنيف الثالث Class III:

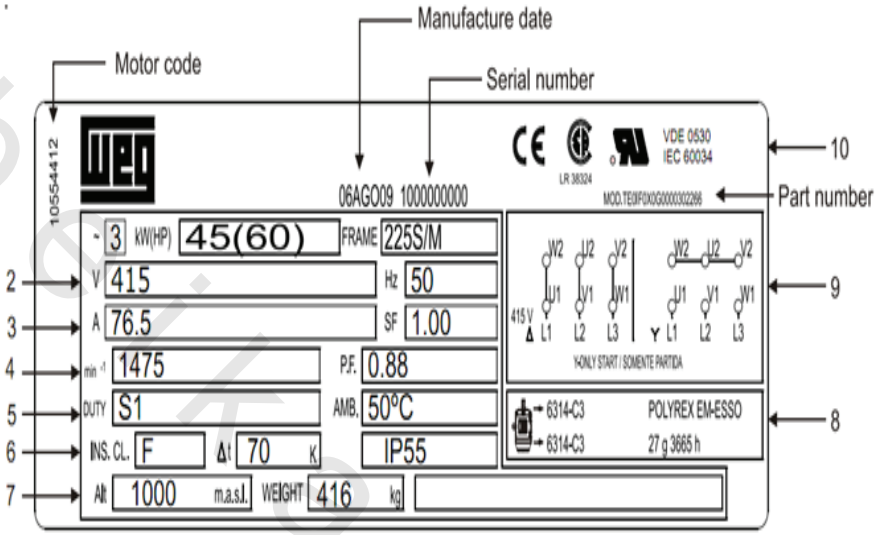
يتم استخدام أجهزة كهربائية مصممة لمنع وصول الألياف القابلة للاشتعال من الدخول إلى الصناديق الخاصة بها (Housing).

وفي هذه الحالة يتم الاختيار كالتالي:

Class I,	Divisions 1 or 2,	Groups A, B, C & D, T4 (T-Code)
Class II,	Divisions 1 or 2,	Groups E, F & G, T4 (T-Code)

obeikandl.com

الشكل التالي يوضح شرح للوحة بيانات محرك plate Name **ماركة** Weg:



شكل (38) لوحة بيانات محرك ماركة Weg

Line 1:
PH - Three phase: 3
kW (HP) - Motor rated power: 45 (60)
Frame - Frame size : 225S/M

Line 2:
V - Rated operating voltage: 415
Hz - Frequency : 50

Line 3:
A - Rated operating current: 76.5
SF - Service factor: 1.00

Line 4 :
min -¹ - Motor rated speed: 1475 RPM
P.F - Power factor: 0.88

Line 5:
DUTY - Duty Cycle: S1
AMB - Ambient temperature: 50°C

Line 6 :
INS CL - Insulation class : F
ΔT - Temperature rise: 70 K
IP55 - Degree of Protection

Line 7:
ALT - Altitude: 1000 m.a.s.l
WEIGHT - Motor weight: 141

Line 8:
6314-C3 - Drive end bearing specification
POLYREX EM-ESSO - Type of grease for bearings
6314-C3 - Non-drive end bearing specification
27 g 3665 h - Amount of grease and relubrication intervals in hours

Line 9 :
Δ - Connection diagram for rated voltage of 415
Y - Connection diagram for motor starting

Line 10 :
Standards/ Certifications

obeikandl.com

عاشرا: أبعاد المحرك Motor frame size :

أبعاد المحرك تكتب على لوحة بيانات المحرك كرقم كودي يتم تحديده من خلال جداول محددة:

1- **المواصفة** NEMA **يتم تفسيم أبعاد المحرك إلى ثلاث مجموعات وتكون الأبعاد بالبوصة كالتالي:**

- النظام القديم وهو ما قبل 1952 وهي تعمل في درجات حرارة منخفضة جدا.
- النظام بعد عام 1952 ويكون مزيل بالحرف U وهي تعمل في درجة عزل ClassA بحيث لا تزيد درجة الحرارة تكون حوالي 105 درجة مئوية.
- النظام الحديث بعد عام 1964 ويكون مزيل بالحرف T وهي تعمل في درجات حرارة عالية، وذلك يتيح الفرصة لزيادة قدرة المحرك بالحصان لنفس الـ Frame size.

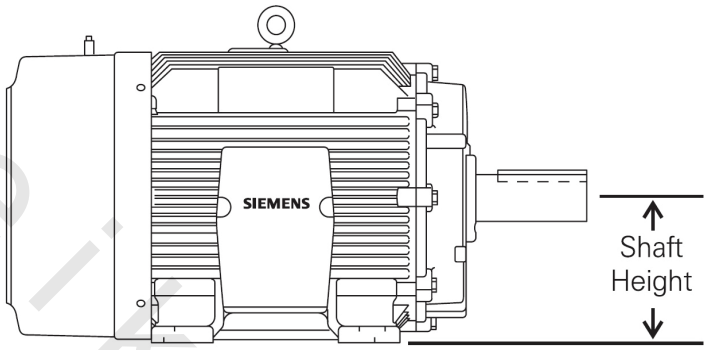
ويجب العلم أن المحركات في الثلاثة أنظمة التي لها نفس الأرقام تكون لها نفس ارتفاع العمود shaft height وكذالك لها نفس المسافة بين فتحتي القاعدة Base mounting hole spacing ولكن يختلف قطر العمود لأنه كلما زاد قطر العمود كلما زادت القدرة بالحصان.

ويمكن أن يكون الرقم الممثل للإطار مكونا من عددين 42 أو 48 أو 56 وهو يكون للمحركات ذات القدرات الصغيرة حتى 5 حصان، وفي هذه الحالة يتم حساب المسافة من منتصف العمود وآخر قاعدة المحرك (D) عن طريق قسمة الرقم على العدد 16 ويكون الناتج بالبوصة فمثلا المحرك الذي يكون له frame size يساوي 48 يكون ارتفاع العمود 48 مقسوما على 16 أي 3 بوصة. وبالمثل فإن محرك يكون له frame size يساوي 56 يكون ارتفاع العمود يساوي 5.3 بوصة.

أما إذا كان الرقم مكونا من ثلاثة أعداد فيتم حساب المسافة من منتصف العمود وآخر قاعدة المحرك عن طريق قسمة أول عددين على العدد 4 ويكون الناتج بالبوصة، فمثلا المحرك الذي يكون له frame size يساوي T 143 يكون

obeikandi.com

ارتفاع العمود 14 مقسوما على 4 أي 5.3 بوصة، أما باقي أبعاد المحرك فيتم حسابها من الجدول.



شكل (39) ارتفاع عمود المحرك

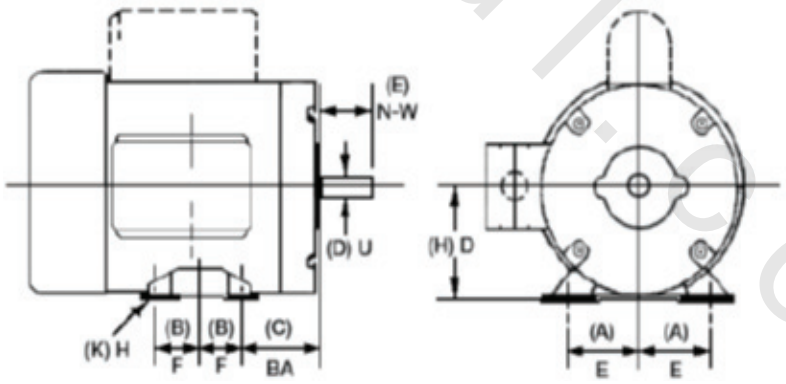
obeikandl.com

2- **المواصفة** IEC **يتم تقسيم أبعاد المحرك إلى أربعة مجموعات وتكون الأبعاد بالملليمتر كالتالي:**

- المجموعة الأولى ويكون الرقم مكون من عددين.
- المجموعة الثانية ويكون الرقم مذيلا بحرف L ويعني أن المحرك طويل.
- المجموعة الثالثة ويكون الرقم مذيلا بحرف S ويعني أن المحرك قصير.
- المجموعة الرابعة ويكون الرقم مذيلا بحرف M ويعني أن المحرك متوسط الطول.

ويمكن أن يكون الرقم الممثل للإطار مكونا من عددين أو من ثلاثة أعداد وفي كلا الحالتين يكون هذا الرقم هو المسافة من منتصف العمود وآخر قاعدة المحرك بالملليمتر فمثلا المحرك الذي يكون له frame size يساوي 90 L أو 90 S يكون ارتفاع العمود 90 ملليمتر، أما المسافة الطولية بين منتصف فتحتي تثبيت القاعدة (B) ففي frame sizeالأول (90 L) تساوي 125 ملليمتر وفي الثاني تساوي 100 ملليمتر (من الجداول).

و الشكل التالي يوضح أهم أبعاد المحرك في كلا المواصفتين IEC **(الأبعاد بين القوسين) والمواصفة** NEMA**:**



شكل (40) أبعاد المحرك

والجدول التالي يوضح مقارنة بين أبعاد المحرك والـ size frame **لكلا المواصفتين بالملليمتر:**

IEC	(H)	(A)	(B)	(K)	(D)	(C)	(E)
NEMA	D	E	F	H	U	BA	N–W
56	56	45	35.5	5.8	9	36	20
NA							
63	63	50	40	7	11	40	23
42	66.7	44.5	21.4	7.1	9.5	52.4	28.6
71	71	56	45	7	14	45	30
48	76.2	54	34.9	8.7	12.7	63.5	38.1
80	80	62.5	50	10	19	50	40
56	88.9	61.9	38.1	8.7	15.9	69.9	47.6
90S	90	70	50	10	24	56	50
143T	88.9	69.8	50.8	8.7	22.2	57.2	57.2
90L	90	70	62.5	10	24	56	50
145T	88.9	69.8	63.5	8.7	22.2	57.2	57.2
100L	100	80	70	12	28	63	60
NA							
112S	112	95	57	12	28	70	60
182T	114.3	95.2	57.2	10.7	28	70	69.9
112M	112	95	70	12	28	70	60
184T	114.3	95.2	68.2	10.7	28	70	69.9
132S	132	108	70	12	38	89	80
213T	133.4	108	69.8	10.7	34.9	89	85.7

obeikandi.com

132M	132	108	89	12	38	89	80
215T	133.4	108	88.8	10.7	34.9	89	85.7
160M	160	127	105	15	42	108	110
254T	158.8	127	104.8	13.5	41.3	108	101.6
160L	160	127	127	15	42	108	110
256T	158.8	127	127	13.5	41.3	108	101.6
180M	180	139.5	120.5	15	48	121	110
284T	177.8	139.8	120.2	13.5	47.6	121	117.5
180L	180	139.5	139.5	15	48	121	110
286T	177.8	139.5	139.8	13.5	47.6	121	117.5
200M	180	159	133.5	19	55	133	110
324T	203.3	158.8	133.4	16.7	54	133	133.4
200L	200	159	152.5	19	55	133	110
326T	203.2	158.8	152.4	16.7	54	133	133.4
225S	225	178	143	19	60	149	140
364T	228.6	117.8	142.8	16.7	60.3	149	149.2
225M	225	178	155.5	19	60	149	140
365T	228.6	177.8	155.6	16.7	60.3	149	149.2
250M	250	203	174.5	24	65	168	140
405T	254	203.2	174.6	20.6	73	168	184.2
280S	280	228.5	184	24	75	190	140
444T	279.4	228.6	184.2	20.6	85.7	190	215.9
280M	280	228.5	209.5	24	75	190	140
445T	279.4	228.6	209.6	20.6	85.7	190	215.9

obeikandi.com