المحطــة البخــارية

مـقدمـــــة :

الطاقة :← هي كل ما يمدنا بالنور ويعطينا الدفء وينقلنا من مكان إلى آخر وتتيح استخراج طعامنا من الأرض وتحضيره وتضع الماء بين أيدينا ويدير عجلة الآلات التي تخدمنا.
* وهي قدرة المادة على إعطاء قوى قادرة على إنجاز عمل معين.
* وهي مقدرة نظام ما على إنتاج فاعلية أو نشاط خارجي .
* وهي كيان مجرد لا يعرف إلا من خلال تحولاته .
* وهي عبارة عن كمية فيزيائية تظهر على شكل حرارة أو شكل حركة ميكانيكية أو كطاقة ربط في أنويه الذرة بين البروتون والنيترون.

أنواع الطاقة

1) ***الطاقة الكيميائية*** : وهي الطاقة التي تربط بين ذرات الجزيء الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية . وتتم عملية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية عن طريق إحداث تفاعل كامل بين المركب الكيميائي وبين الأكسجين لتتم عملية الحرق وينتج عن ذلك الحرارة . وهذا النوع من الطاقة متوفر في الطبيعة ، ومن أهم أنواعه النفط والفحم والغاز الطبيعي والخشب.

2) **الطاقة الميكانيكية** : وهي الطاقة الناتجة عن حركة الأجسام من مكان لآخر حيث أنها قادرة نتيجة لهذه الحركة على بذل شغل والذي يؤدي إلى تحويل طاقة الوضع (potential energy) إلى طاقة حركة (kinetic energy) ، والأمثلة الطبيعية لهذا النوع من الطاقة هي حركة الرياح وظاهرة المد والجزر ، ويمكن أن تنشأ الطاقة الميكانيكية بتحويل نوع آخر من الطاقة إلى آخر ، مثل المروحة الكهربائية " تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية .

3) **الطاقة الحرارية** : وتعتبر من الصور الأساسية للطاقة التي يمكن أن تتحول كل صور الطاقة إليها ، فعند تشغيل الآلات المختلفة باستخدام الوقود ، تكون الخطوة الأولى هي حرق الوقود والحصول على طاقة حرارية تتحول بعد ذ لك إلى طاقة ميكانيكية أو إلى نوع من أنواع الطاقة .
ولا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا في مصادر الحرارة الجوفية.
4) **الطاقة الشمسية** : وهي مصدر للطاقة لا ينضب ولكنها تصل إلينا بشكل مبعثر وتحتاج إلى تقنية حديثة (خلايا شمسية) لتجميعها والاستفادة منها ، وهي مصدر نظيف فلا ينتج عن استعماله أي غازات أو نواتج ضارة للبيئة كما هو الحال في أنواع الوقود الأخرى
5) **الطاقة النووية** : وهي الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات أو النيترونات) وهي تنتج نتيجة تكسر تلك الرابطة وتؤدي إلى إنتاج طاقة حرارية كبيرة جدا .
6) **الطاقة الكهربائية** : حيث لا يوجد مصدر طبيعي للكهرباء ، والسبب في ذ لك أن جميع المواد تكون متعادلة كهربائيا ، والطاقة الكهربائية لا تنشأ إ لا بتحويل نوع من أنواع الطاقة إلى طاقة كهربائية مثل تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في المولد الكهربائي ، أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في البطاريات .
7) **الطاقة الضوئية** : هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تحتوي كل منها على حزم من الفوتونات ، وتختلف الموجات الكهرومغناطيسية في خواصها الفيزيائية باختلاف الأطوال الموجيه ، ومن الأمثلة عليها الأشعة السينية : وهي عبارة عن أشعة غير مرئية ذات طول موجي قصير جدا وتستخدم في المجال الطبي ، وكذلك أشعة جاما : وهي أشعة لا تتأثر بالمجالات الكهربائية أو المغناطيسية ولها القدرة على النفاذ وتعتبر من الأشعة الخطرة.

أهمّ مصادر الطاقة المستخدمة حالياً

الوقود الأحفوري: ويتمثل في الفحم والنفط والغاز الطبيعي، ويختزن هذا الوقود (طاقة كيميائية) يمكن الاستفادة منها عند حرقه، والوقود الأحفوري هو مصدر الطاقة الرئيس حيث يسهم بما يربو على 90% من الطاقة المستخدمة اليوم، ولأنه مصـــدر قابل للنضوب، ويسبب مشاكل التلوث البيئي، فإن البحث حثيث لتوفير وتطوير مصادر أخرى للطاقة واصطلاح توليد الطاقة غير دقيق أي بمعنى أن لا يستطيع أي مخلوق أن يولد أو يختلق طاقة أنما يستطيع أن يغير شكل الطاقة ويقوم بتحويلها من شكل إلى أخر والتسمية الحقيقة هي تحويل الطاقة ولكن لكي لا نخرج عن المتعارف عليه نقول توليد الطاقة يتم عن طريق عدة طرق كما يلي .

1. محطات التوليد البخارية .
2. محطات التوليد النووية .
3. محطات التوليد المائية (المساق الطبيعية والصناعية).
4. محطات التوليد المد والجزر .
5. محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي (ديزل / غاز / وقود ثقيل).
6. محطات التوليد بواسطة الرياح .
7. محطات التوليد الشمسية .

نبذة عن الديناميكا الحرارية

- الديناميكا الحرارية هي علم يهتم بدراسة الطاقة (الحرارة والشغل) وتحولاتهما من شكل لأخر , أي التحول المتبادل بين الطاقة الحرارية والميكانيكية الذي يحدث في المحركات الحرارية , والتوربينات الغازية أو البخارية .....ألخ , وكذلك انتقال الحرارة بواسطة أجهزة التكييف باستعمال الطاقة الميكانيكية .
- دراسة التغيرات في خواص أو سلوك الموائع (fluid) عندما ينضغط أو يتمدد , يسخن أو يبرد وقد يكون المائع غازاً أو بخاراً أو سائلاً أو خليطاً من هذه المواد شريطة أن لا تتفاعل مع بعضها كيميائياً .
- دراسة العلاقة بين تغير خواص المائع وكميات الشغل والحرارة المسببة لهذا التغير .

يستند هذا العلم إلى مبادئ وقوانين أساسية وجدت بالتجربة وليس بالاشتقاق الرياضي .

تعريفات ومفاهيم أساسية

- النظام المغلق (غير معزول) Close System
- النظام المعزول Isolated System
- النظام المفتوح Open System
- كثافة الكتلة Mass Density

هي كتلة وحدة الحجوم تبقى ثابتة عند ثبوت درجة الحرارة والضغط $p = \frac{m}{v}$

- السرعة Velocity ← وهي معدل حركة جسم في خط مستقيم وهي نوعان

1. السرعة المنتظمة ← معدل حركة جسم في خط مستقيم بحيث يثبت مقدارها في كل وحدة زمنية
2. السرعة المتغيرة ← وهي حركة الجسم متغيرة من لحظة إلى أخرى إي أن المسافة التي يقطعها الجسم في أي وحدة زمنية غير مساوية لوحدة زمنية أخرى ويأخذ المتوسط دائما عند حساب السرعة في هذه الحالة .

- التعجيل Acceleration

وهو معدل تغير السرعة C في وحدة الزمن a ← $a_{avr} = \frac{c_{2}^{2} - c_{1}^{2}}{t}$

وتعجيل الجسم أما منتظماً عندما يكون التغير في سرعة الجسم منتظم وأما متغيرا عندما يكون التغير في سرعة الجسم غير منتظم ويسمى التعجيل موجبا أو سالبا (تباطوء) .

- القوة Force

أن العلاقة بين القوة والحركة مبنية على قوانين الحركة الثلاثة التي وضعها نيوتن .

≠(يستمر الجسم في حالة السكون أو الحركة المنتظمة على خط مستقيم إلا إذا اجبرعلى تغير تلك الحالة بفعل قوة خارجية)

≠ (القوة هي أي شئ يسبب تحريك جسم من السكون أو يوقف جسماً عن الحركة أو يعجل أو يبطأ او يحرف الجسم عن المسار المستقيم ويجعله يتحرك بمسار منحني) .

- الكتلة Mass هي مقدار ما يحتويه الجسم من مادة أو عدد جزيئات رمزها m قيمتها لا تتغير بتغير المكان .
- الوزن Weight

إذا وضع جسم ما على سطح معين فأن الضغط الذي يسلط على السطح هو دالة الوزن فالوزن هو التعبير عن قوة جذب الأرض للجسم .

التوازن الثرموديناميكي Thermodynamic Equilibrium

إذا كانت خواص نظام معزول مختلفة كالضغط ودرجة الحرارة والكثافة فأنها ستتغير مع الزمن .

1. عند اختلاف درجة الحرارة فستنتقل الحرارة تلقائياً من الموقع الأعلى إلى الأدنى حتى تتساوى درجة حرارة النظام أي يتزن حرارياً .
2. عند اختلاف الضغط , تتولد حركة وتيارات تنقل المادة من الجزء لأكثف إلى الجزء الأقل كثافة حتى تصبح الكثافة منتظمة وبالتالي يتزن النظام ميكانيكياً.

العملية أو الإجراء Process

يتحول النظام من حالة توازن إلى حالة توازن أخرى عندما تتغير خواص في أجزاء معينة فلو أزداد الضغط المسلط على غاز مثلا , فسيتغير الحجم والكثافة ودرجة الحرارة .....ألخ وممكن أيضاً أن تتغير خواص المادة مع بقاء خاصة أو أكثر ثابتة وعند عودة النظام إلى حالته الأصلية يكون قد مر بمجموعة عمليات وهذا هو المقصود .

المفهوم الميكانيكي للضغط :

إن درجة حرارة الانصهار للمواد الصلبة , ونقطة الغليان للسوائل والحجم المشغول بالغازات والأبخرة ومعظم خواص المواد تعتمد على الضغط المسلط عليها ولذلك يعرف الضغط ← بأنه القوة المسلطة عمودياً على وحدة السطوح ورمزه p

- الضغط الذي يسببه عمق المائع .
- الضغط الجوي Atmospheric Pressure ← الكرة الأرضية محاطة بالهواء الجوي يمتد إلى عدة كيلومترات فوق سطحها هذا الهواء يولد ضغطاً على سطح الأرض نتيجة لوزنه فوق هذا السطح يسمى بالضغط الجوي .
- درجة الحرارة ← تعد درجة الحرارة من أهم الخواص الثرموديناميكية المرتبطة بحواس الإنسان أي أن مفهوم الحرارة أو البرودة ينشا من الإحساس الذي نشعر به عند تلامس مختلف الأشياء .

Quantity الكمية	الرمز	Dimensions	Units	
			SI	English
Area المساحة	A	L^2	m^2	ft^2
Volume الحجم	V	L^3	m^3	ft^3
Velocity السرعة	C	L/t	m/s	ft/sec.
Acceleration التعجيل	a	L/t^2	m/s^2	ft/sec^2
Angular Velocity السرعة الزاوية	ω	t^{-1}	s^{-1}	sec^{-1}
Force القوة	F	$m.L/t^2$	$kg.m/s^2$ = N (newton)	$slug.ft/sec^2$ = Lb (pound)
Density الكثافة	ρ	m/L^3	kg/m^3	$Slug/ft^3$
Specific weight الوزن النوعي		m/L^2t^2	N/m^3	Lb/ft^3
Frequency التردد	f	t^{-1}	s^{-1}	Sec^{-1}
Pressure الضغط	P	m/Lt^2	N/m^2 = Pa (pascal)	Lb/ft^2
Energy, Work, Torque الطاقة، الشغل، العزم	E W T	mL^2/t^2	N.m = J (Joule)	Ft.Lb
Heat rate, Power معدل الحرارة، القدرة	$\dot{Q}$	mL^2/t^3	J/s = W (watt)	Btu/sec.
Mass Flux تدفق كتلي	$\dot{m}$	m/t	kg/s	Slug/sec.
Flow rate معدل التدفق	$\dot{\nu}$	L^3/t	m^3/s	$Ft^3/sec.$
Specific heat الحرارة النوعية	C	$L^2/t^2.T$	J/kg.K	Btu/slug.°R

الرموز والوحدات المستخدمة

الرمز	الكمية		الوحدة*	
			SI	BU
A	Area	المساحة	m^2	ft^2
a	Acceleration	التعجيل	m/s^2	$ft/sec.^2$
C	Velocity	السرعة	m/s	ft/sec.
C	Specific heat	الحرارة النوعية	J/kg.k	Btu/lbm.
D	Diameter	القطر	m	ft
E	Energy	الطاقة	J=N.m	Ft.lb,Btu
F	Force	القوة	$N=kg.m/s^2$	Lb_f=slug.ft/sec^2
g	Local acceleration of grafity	التعجيل الارضي	m/s^2	ft/sec^2
H	Enthalby	الانثالبي	kJ	Btu
h	Specific enthalby	الانثالبي النوعي	kJ/kg	Btu/lbm
J	Mechanical equivalent of heat	المكافئ الميكانيكي للحرارة	kcal=427kg.m	778,2ft.lbf/Btu
M	Molecular weight	الكتلة الجزيئية	kg/kg.mol	Lbm/lbm.mole
m	Mass	الكتلة	kg	Slug,lbm
$\dot{m}$	Mass flow rate	معدل التدفق الكتلي	kg/s	Slug/sec,lbm/sec.
N	Mole	الجزئي		
n	Polytropic index	الاس البولتروبي		
P	Pressure	الضغط	$Pa = N/m^2$	Lb_f/in^2=psi
P	Power	القدرة	W = J/s	Ft.lb/s,h.p
Q	Heat	الحرارة	kJ	Btu
$\dot{Q}$	Heat rate	معدل الحرارة	kJ/s = kW	Btu/sec.
q	Heat per unit	الحرارة لكل وحدة كتلة	kJ/kg	Btu/Lbm

R	Gas Constant	ثابت الغاز	kJ/.kg.K	Btu/ Lb. F
$\overline{R}$	Universal Gas Constant	الثابت العام للغازات	8.314kJ/kmol.K	1545 ft.lbf/mole.R
S	Entropy	الانتروبي	kJ / K	Btu /F
s	Specific Entropy	الانتروبي النوعي	kJ / kg . k	Btu/Lbm.ft
T	Absolute Temperature	درجة الحرارة المطلقة	K	F
T	Torque	العزم	N.m	Lbf . Ft
U	Internal Energy	الطاقة الداخلية	kJ	Btu
u	Specific Internal E .	الطاقة الداخلية النوعية	kJ / kg	Btu / Lbm
V	Volume	الحجم	m^3, Liter	Ft^3
W	Work	الشغل	J= N.m	Ft . Lb
$\dot{W}$	Work Rate	معدل الشغل	kJ/s =kW	Lbf . Ft/s
w	Work per Unit mass	الشغل لكل وحدة كتلة	kJ/kg	Btu / Lbm
X	Displacement.	ازاحة عامة	m	Ft
Z	Hight	الارتفاع	m	Ft

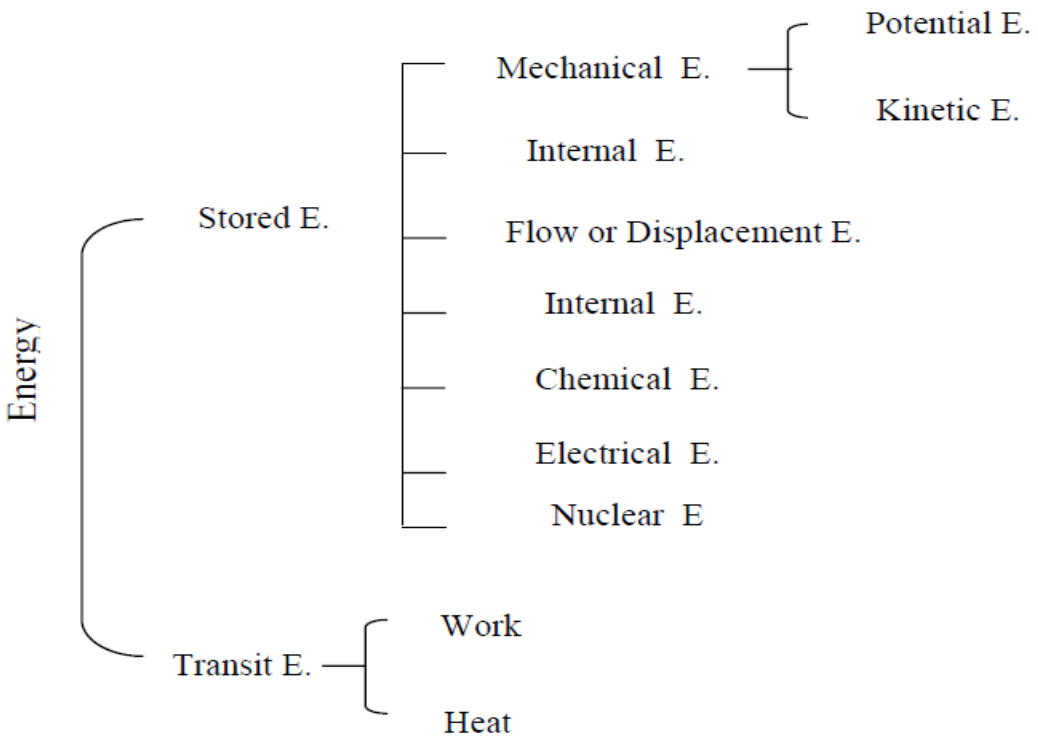
بعض التحويلات المهمة

Quantity	Units		to Convert from		Conversion
	English (E.)	SI	E. to SI	SI to E	
			multiply by		
Area	in^2 ft^2 acre	cm^2 m^2 ha	6,452 0,093 0,405	0,1550 10,76 2,471	m^2 =1550 in^2 = 10.76 ft^2 = 1.2 yd^2 = 2.471.10^{-4} acres = 10^{-4} ha
Length	In Ft Mile	cm m km	2,54 0,305 1,609	0,394 3,281 0,622	m =1.05.10^{-6} سنة ضوئية = 5.4.10^{-4} nmi = 1.1 yd = 0.55 fath yd = 3 ft nmi = 1.85 km
Volume	in^3 ft^3 US gallon =	cm^3 m^3 m^3 L	16.387 0.028 0.004 3.785	0.061 35.32 264.2 0,264	m^3 = 10^3 L=10^6 cm^3 = 1.31 yd^3 = 4 barely L =10^3 cm^3=dcm^3 Br.gal. = 4.546 L
Mass	Lbm Slug	kg kg	0.454 14.59	2,205 0,069	kg = 35.274 Ounce = 10^{-3} طن متري Lbm = 16 Ounce Carat = 1/24 kg Grain = 0.065 g
Force	Lbf Kip(10^3Lb)	N N	4,448 4448	0,225	N = 10^5 Dyn = 3.6 Ounce
Density الكتلية	$slug/ft^3$	kg/m^3	515,4	1,94.10^{-3}	kg/m^3 =0.001 g/cm^3
Density الثقيلة	Lbf/ft^3	N/m^3		0.064	= 0.063 Lbm/ft^3 = 0.008 Lbm/US gal.
WorK, Energy, Heat	$ft.Lb_f$ BTU BTU therm	J kJ kWh kWh	1.356 1.054 0.0003 29.3	0.738 0.948 3413 0.034	J = 0.239 Cal. = 10^7 dyn.cm = 10^7 Eng. = 0.102 kg.m therm = 10 Btu = 105.5 MJ Btu = 0.252kcaL $Lb_f.ft$ = 0.138 kg.m
Power	h.p	kw	0.746	1.341	W = 0.239 cal/s
Heat Rate	ft. Lbf/sec. BTU/hour	W W	1.356 0.293	0.738 3.414	= 0,057 BTU/min. metric h.p. = 0,736 kw 1Tref = 3kW=12000 BTU
Flow Rate	ft^3/sec =	m^3/s L/s	0.028 28.32	35.32 0.035	
Pressure	Lb_f/in^2 Lb_f/ft^2 Foot of H_2O Inches of Hg	kPa kPa kPa kPa	6.895 0.048 2.983 3.374	0.145 20.89 0.335 0.296	kPa = 10.2 cm H_2O = 4.015 in H_2O = 0.75 cm Hg = 0.01 atm. = 10^{-2} bar

Quantity	Units		to Convert from		Conversion
	English (E.)	SI	E. to SI	SI to E	
			multiply by		
					= 7.5 torr Pa = 10 dyn/cm^2 atm. = 76 cm Hg = 1034 cm H_2O torr = mm Hg = 1/760 atm. kg/cm^2 = 98100 Pa ≅ 0.1 MN/m^2
Velocity	ft/sec. Mile/hr =	m/s m/s km/hr	0.305 0.447 1.609	3.281 2.237 0.622	m/s = 3.6 km/h = 6.2.10^{-4} mi/s = 1.944 nmi
Acceleration	ft/sec^2.	m/s^2	0.305	3.281	
Temperature	°F °F	°C K	0.55 °(F-32) 0.55 °(F-460)	1.8°C-32 1.8K-460	
Torque	Lb$_f$.ft Lb$_f$.in	N.m N.m	1.356 0.113	0.738 8.85	
Viscosity, Kinematic, Viscosity	Lb$_f$.sec/ft^2 Ft^2/sec.	N.s/m^2 m^2/s	47.88 0.093	0.021 10.76	

نبذة عن الطاقة وأشكالها

باختصار هي القدرة على بذل شغل ومصادرها أما أن تكون محدودة كأنواع الوقود ومصادر غير محدودة مثل الشمس والبحر والرياح والجدول الأتي يبين إشكال الطاقة .



الطاقة المخزونة :

هي الإشكال المختلفة للطاقة الموجودة في المائع نفسه وتشمل .

1) الطاقة الكامنة Potential energy

وتسمى طاقة الوضع ورمزها p_E تتوقف على وزن الجسم وارتفاعه , فمثلا طاقة مياه محجوزة على منسوب معين وراء أحد السدود .

$$p_E = F \times Z \rightarrow F = m \times G$$

2) الطاقة الحركية Kinetic Energy

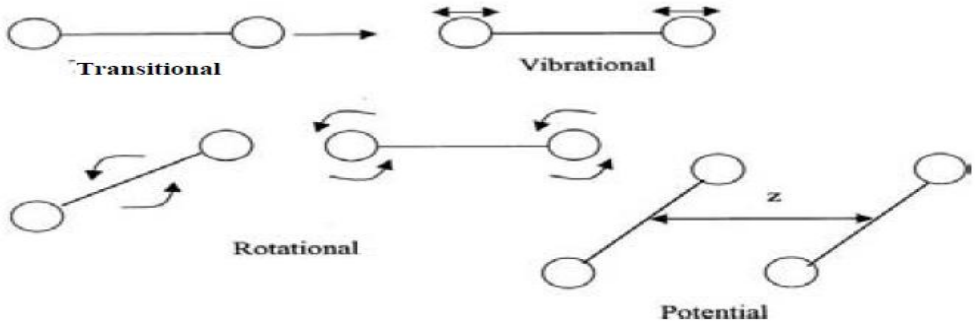
رمزها K_E هي طاقة الجسم أو المائع أي أن طاقة النظام تتوقف على وزن الجسم وسرعته إذا كان في حالة حركة أو عند تباطؤه يكون حدها الأقصى عندما يبطئ الجسم إلى حالة السكون $\mathbf{F = m.a = m \frac{dc}{dt}}$ التغير في الطاقة الحركية

$$\mathbf{KE = \frac{mc^2}{2}}$$

3) الطاقة الداخلية :

تتألف المادة من الذرات والجزيئات فعند التسخين ستحصل المادة على طاقة حركية بسبب حركة الجزئيات الانتقالية , الاهتزازية , الدورانيه

حركة الجزئيات داخل المادة



4)الطاقة الازاحية أو التدفقية (طاقة الجريان) Flow or displacement energy

هي الطاقة الناتجة بسبب إزاحة أو جريان (تدفق) المائع سواء كان غاز أو سائلاً (طاقة أو شغل أزاحي / طاقة أو شغل تدفقي)

الشغل الازاحي هو الشغل المبذول بواسطة قوة مؤثرة على مكبس تزيحه من مكان لأخر منجزا بذلك شغلا ازاحياً .

$$\mathbf{W_{12} = P\Delta V_{12} = P(V_2 - V_1)}$$

5) الطاقة المنتقلة أو العابرة Transit energy

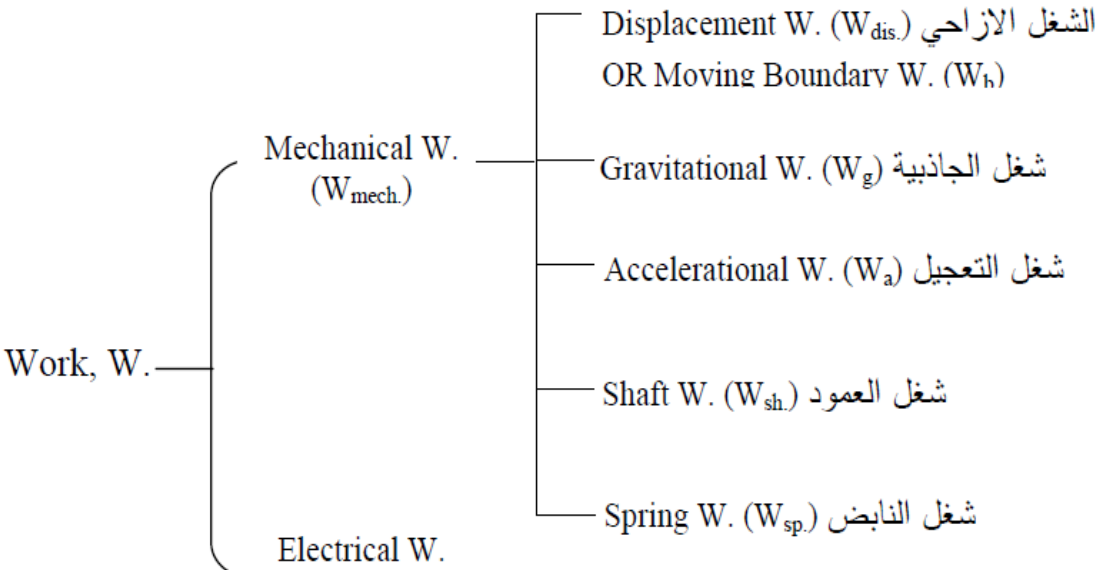
يمكن تشبيه هذه الطاقة بالمطر فعندما يهطل المطر على بحيرة يتحول المطر إلى ماء إضافي ضمن البحيرة ولا يسمى عندئذ مطراً , فالماء ضمن البحيرة يشبه الطاقة المخزونة بينما المطر يشبه الشغل أو الحرارة .. فبعد انتقال الشغل أو الحرارة إلى النظام يتحولان إلى طاقة مخزونة . فذلك من الخطاء أن يقال أن النظام يحتوي على كمية حرارة وإنما يقال انه يحتوي على طاقة مخزونة ,إذا كانت كمية الحرارة المنتقلة إلى النظام اكبر من الشغل الخارج فستزداد الطاقة المخزونة في النظام والعكس صحيح .

حفظ الطاقة The conservation of energy

ينص قانون حفظ الطاقة على ان الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتحول من شكل لأخر مثلما يحدث في محطات التوليد .

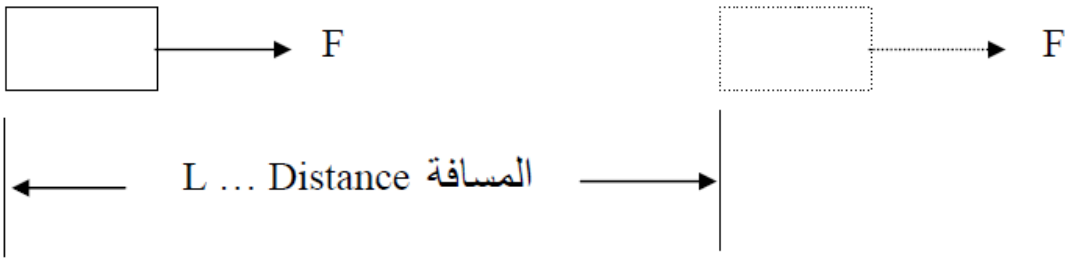
الشغل والحرارة ← عند انتقال الحرارة أو الشغل إلى النظام يتحولان إلى طاقة مخزونة بعد دخولهما إلى النظام لا يمكن تمييزهما أو فصلهما عن الطاقة التي يمتلكها النظام .

أشكال الشغل Forms of work



الشغل الميكانيكي

يعتمد على مبدءا (إذا لم تكن حركة ,لم يكن شغل) الشغل الميكانيكي هي الطاقة المبذولة للتغلب على قوة ما أو مقاومة ,فمثلا عند بذل طاقة لرفع كتلة فان الإحساس العضلي للتغلب على الجذب الأرضي (اي وزنها) هو شعور بوجود قوة . وعند بذل طاقة لضغط نابض باليد سيولد شعوراً بوجود مقاومة فالشغل ينجز حيين تتحرك عبر مسافة معينة



$$W_{mech.} = F \cdot L = \int_1^2 F dL$$

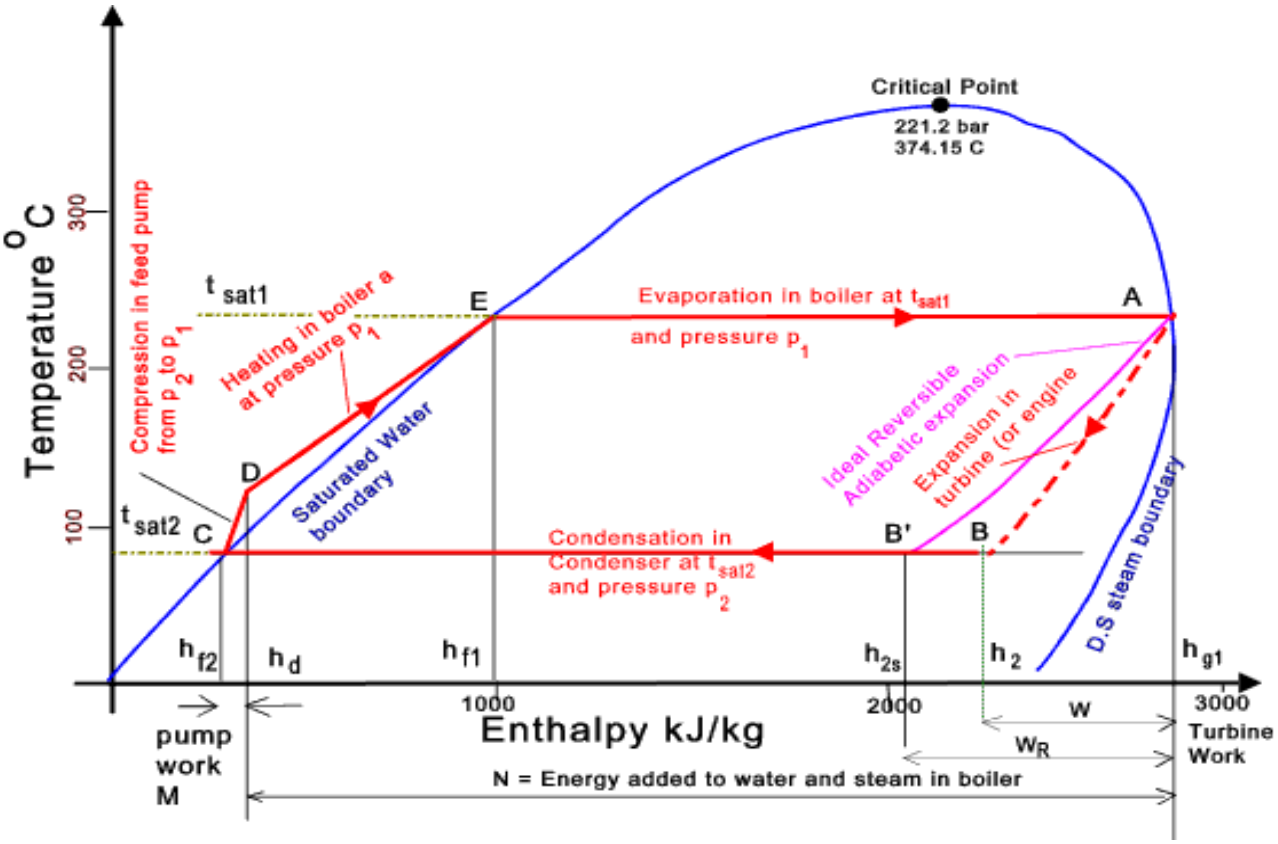
الشغل هو حاصل ضرب القوة في المسافة ←

القدرة الميكانيكية Mechanical power

هي المعدل الزمني لأنجاز شغل، أي ($P=\frac{w}{t}$) بوحدات الواط (W) او (KW) او (MW).

الواط هو شغل منجز (J) لكل ثانية (s)، أي ($W=\frac{J}{s}$) . وهو بديل للوحدة القديمة المسماة بالقدرة الحصانية (HP). ان التسمية واط نسبة الى جيمس واط (1736–1814) مخترع الماكنة البخارية.

تغير حالة الموائع والغاز



الحرارة الكامنة للانصهار *Latent heat of liquidation*

هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1kg من المادة الصلبة إلى السائلة بثبوت درجة الحرارة وحدتها KJ/Kg ورمزها hsL

الحرارة الكامنة للتبخر *Latent heat of Evaporation*

هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1kg من المادة السائلة إلى بخار بثبوت درجة الحرارة وحدتها KJ/Kg ورمزها hfg

الجول ← يعرف الجول علي أنه الطاقة اللازمة لرفع ثقل وزنة 453 جرام ارتفاعا قدرة 23 سنتيمتر.

كفـاءة تحويل الطـــاقة

عندما يتم تحويل الطاقة من شكل لآخر لسبب ما فإن الطاقة الناتجة بعد التحويل لن تكون مساوية للطاقة المتوفرة قبل التحويل، والنسبة بين الطاقة بعد وقبل التحويل تدعي الكفاءة. وتختلف قيمة الكفاءة بحسب طريقة تحويلها، فقد تصل إلي 90% كما هو الحال في التوربينات المائية أو الموتور الكهربي، أو تكون أقل من ذلك بكثير فتتراوح بين 10 – 20% في معدات الطاقة الشمسية وتحديدا الخلايا الشمسية، أو تتراوح بين 35 –40% في محطات توليد الطاقة الكهربية التي تستخدم الوقود الإحفوري أو طاقة الرياح كمصدر للطاقة.

المحطة البخارية

تعتبر المحطات البخارية من أعلى المحطات كفاءة نسبياً حيث تقدر كفاءة المحطات البخارية من 41-45% كما تعتبر من أكثر أنواع المحطات استعمالا نظرا لارتفاع كفاءتها وقلة أضرارها بالبيئة والاستفادة من البخار لتحلية مياه البحر كما لها عيوب وهي ارتفاع كلفة الإنشاء والاحتياج لرقعة ارض اكبر وعدد العاملين أكثر من أي محطة أخرى كما أن زمن التشغيل طويل بالقياس مع المحطات الأخرى .

الأجزاء الرئيسية للمحطة البخارية : التربينة البخارية /الغلاية (فرن , مولد بخار...)/ المكثف/ مساعدات التوربينة /المولد.

أولا : التربينة البخارية

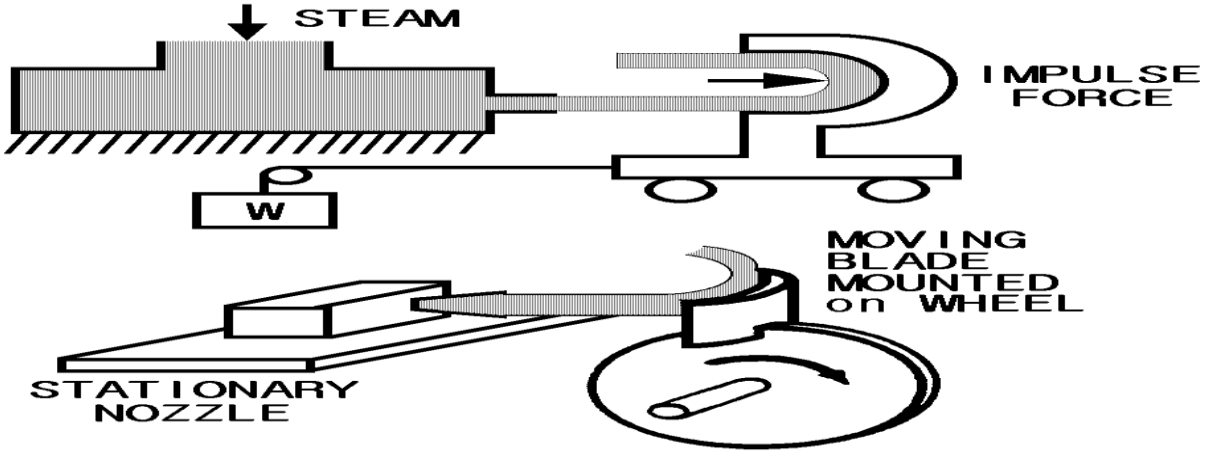
تتكون التربينة البخارية من عدة مراحل من الريش الثابتة والمتحركة ومنقسمة إلى مجموعات تسمى (HP الضغط العالي / IP الضغط المتوسط / LP الضغط المنخفض) وكل مجموعة مكونة من ريش ثابتة وريش متحركة مثبتة على عمود يدور على كراسي تحميل .

وتعتمد نظرية عمل التربينة البخارية على تمدد البخار على الريش المتحركة بالطاقة التي يحملها البخار وهي حرارة وضغط وسرعة مكونة قوة ضاغطة على العمود ليدور بالسرعة المطلوبة على حسب قوة وكمية البخار المسلطة . حيث تمثل الريش المتحركة طاقة الحركة والريش الثابتة طاقة وضع .وتصنف التربينة البخارية إلى نوعين بحسب نوعية الريش المستعملة .

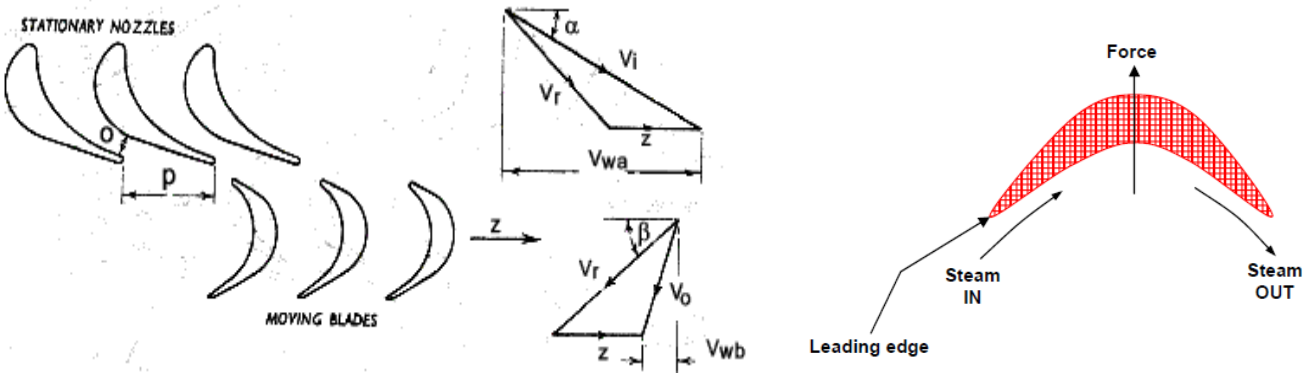
الريش الدافعة أو النابضة (Impulse turbine blade)

هذا النوع يعمل البخار كدافع مباشر للريش المتحركة وتعمل الريش الثابتة كأبواق توجيه للبخار تدفع البخار مباشرة على الريش المتحركة مسببة قوة تؤثر على الريش المتحركة مسببه عزم دوران لعدم إمكانية تحرك الريشة فيتحرك العمود باتجاه القوة المؤثرة مسببا عزم دوران تعتمد قوته على القوة المؤثرة وهي سرعة البخار ودرجة حرارته وبالطبع الضغط ويعتمد أيضا على عدم وجود مقاومة كبيرة للدوران أي سهولة دوران العمود وهو ينزلق بواسطة كراسي تحميل مغمورة بالزيت وحركة العمود في الواقع ليست منتظمة في هذا النوع من الريش ولكنها على شكل دفعات أو نبضات ولكن لسرعة العمود 3000 rpm لا ترى الحركة النبضية وإنما تظهر وكأنه دوران منتظم .

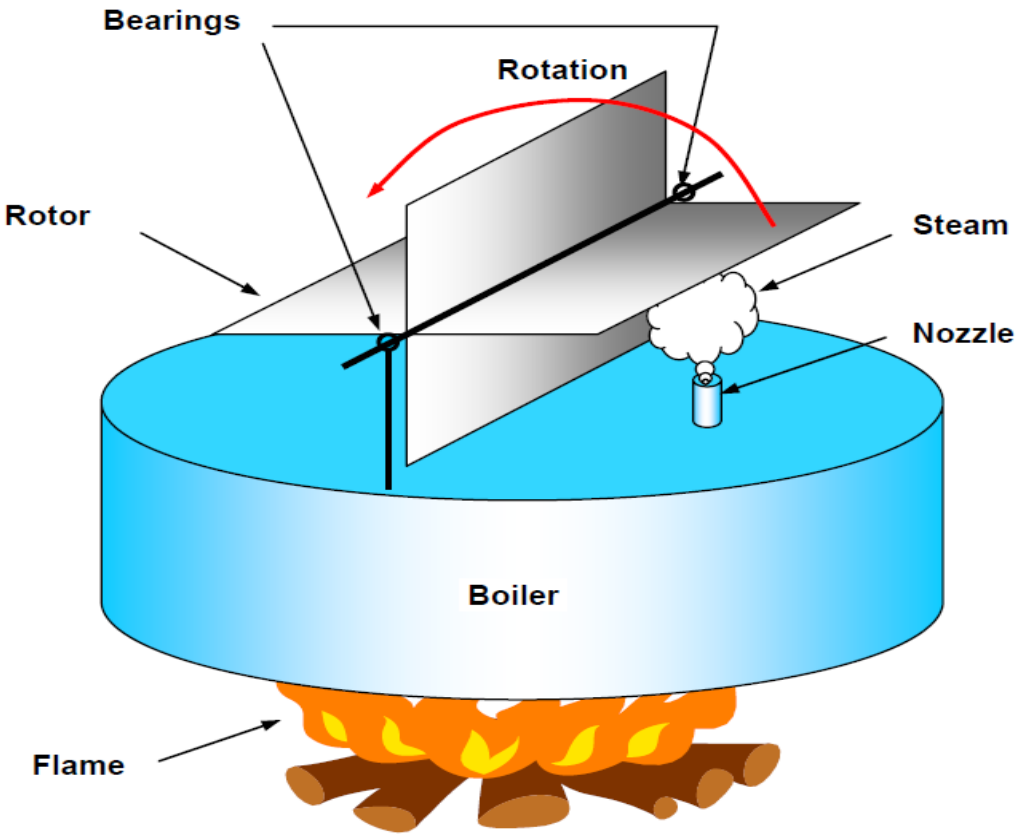
تكون حالة البخار في هذا النوع في تمدد من مرحلة لمرحلة من الريش الثابتة والمتحركة مع انخفاض الضغط وزيادة سرعة البخار كما هو مبين في الأشكال والرسومات التالية .



Velocity diagram impulse turbine stage



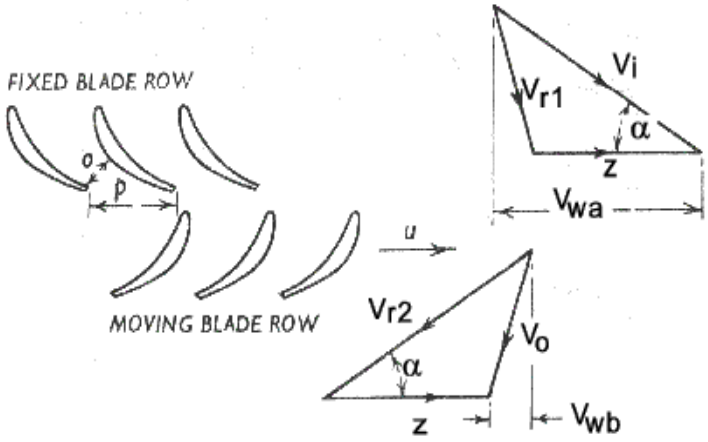
Power /stage= (V w a + V wb).z/1000 kW per kg/s of steam

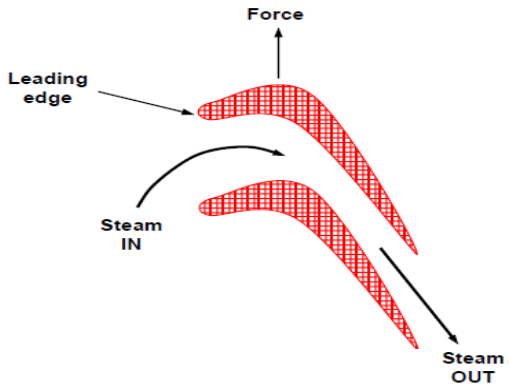


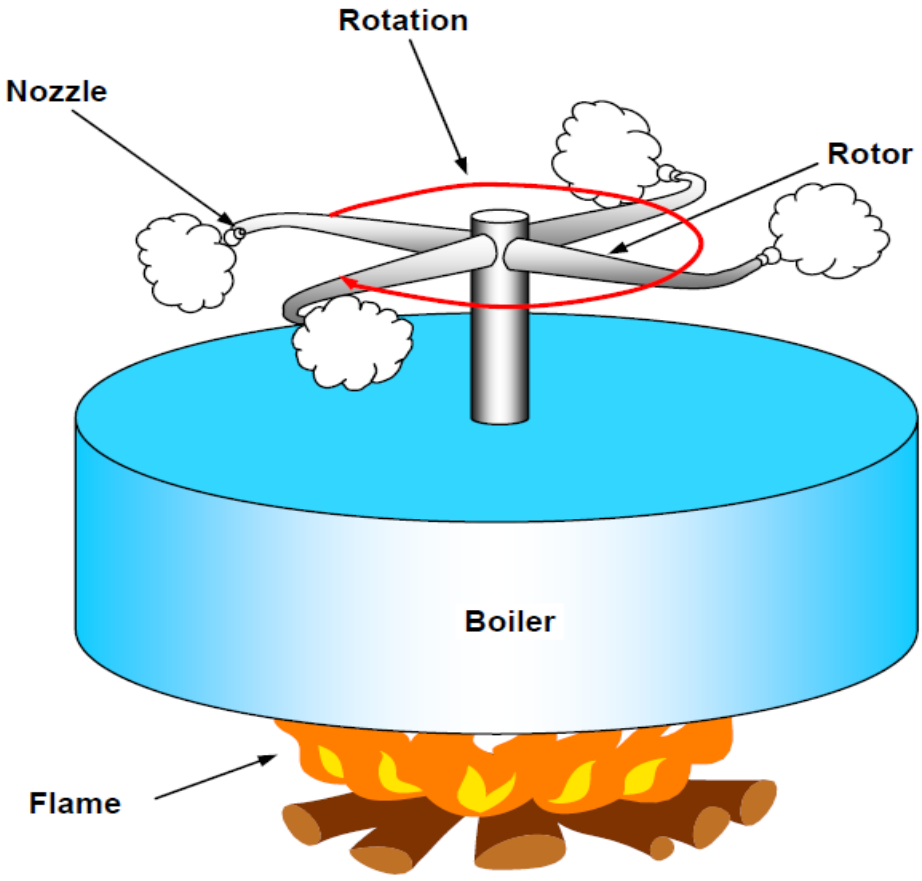
ريش رد الفعل (Reaction turbine blade)

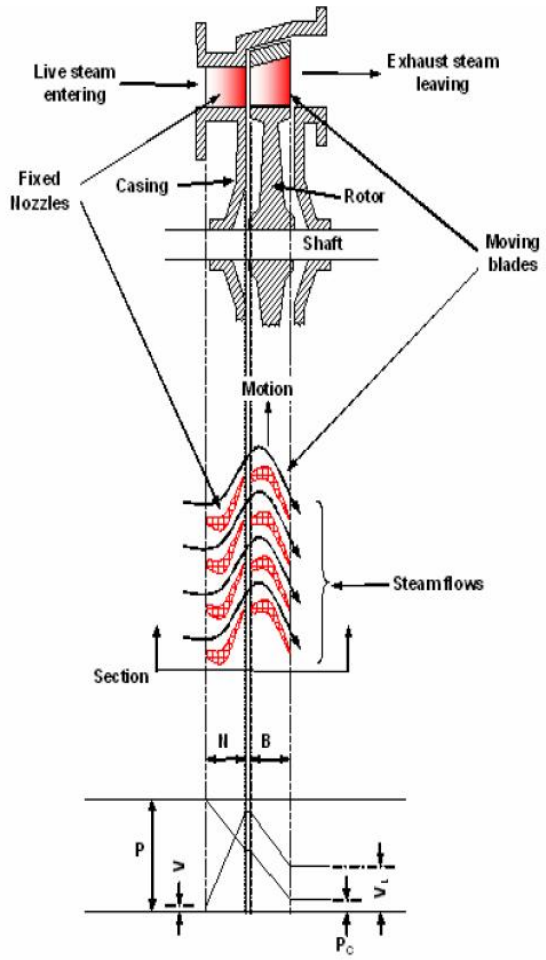
وهذا النوع يعمل البخار كدافع غير مباشر بزاوية ميل على الريش المتحركة ينتج عنها رد فعل لمسار البخار له قوة تدفع الريش المتحركة إلى الخلف ولكنها مثبتة على عمود متحرك فيدور العمود نتيجة هذه القوة وينتقل البخار إلى المرحلة الثانية من الريش الثابتة ليتوجه بزاوية أيضا إلى الريش المتحركة وهكذا ويكون البخار في هذه الحالة منتظم لا يتمدد لان مساره محدد مع اختلاف الضغط من مرحلة لأخرى وهبوط سرعة البخار تدريجيا .

Velocity diagram reaction turbine stage

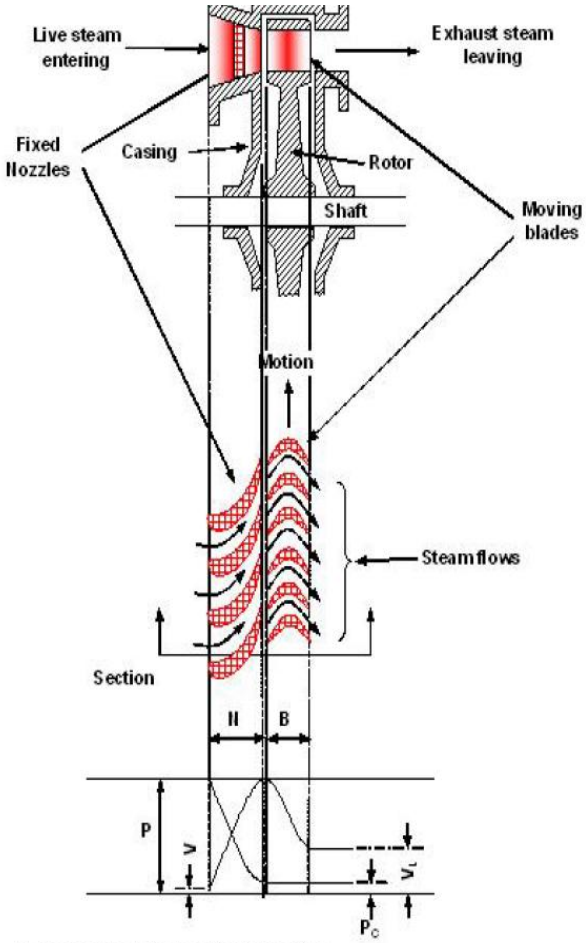

FIXED BLADE ROW
o
p
MOVING BLADE ROW
u
Vi
Vr1
α
z
Vwa
Vr2
α
Vo
z
Vwb


Force
Leading edge
Steam IN
Steam OUT


Rotation
Nozzle
Rotor
Boiler
Flame



P – pressure of steam entering turbine
V – velocity of steam entering turbine
N – nozzle (fixed)
B – blades (moving)
P_C – Condenser pressure
V_L – velocity of steam leaving turbine



P – pressure of steam entering turbine
V – velocity of steam entering turbine
N – nozzle (fixed blade)
B – blades (moving)
P_C – condenser pressure
V_L – velocity of steam leaving turbine

✓Impulse Turbine

- Symmetry
- Indifferent pr.

  → No thrust force
- Small size of blade
- A few Stages

✓Reaction Turbine

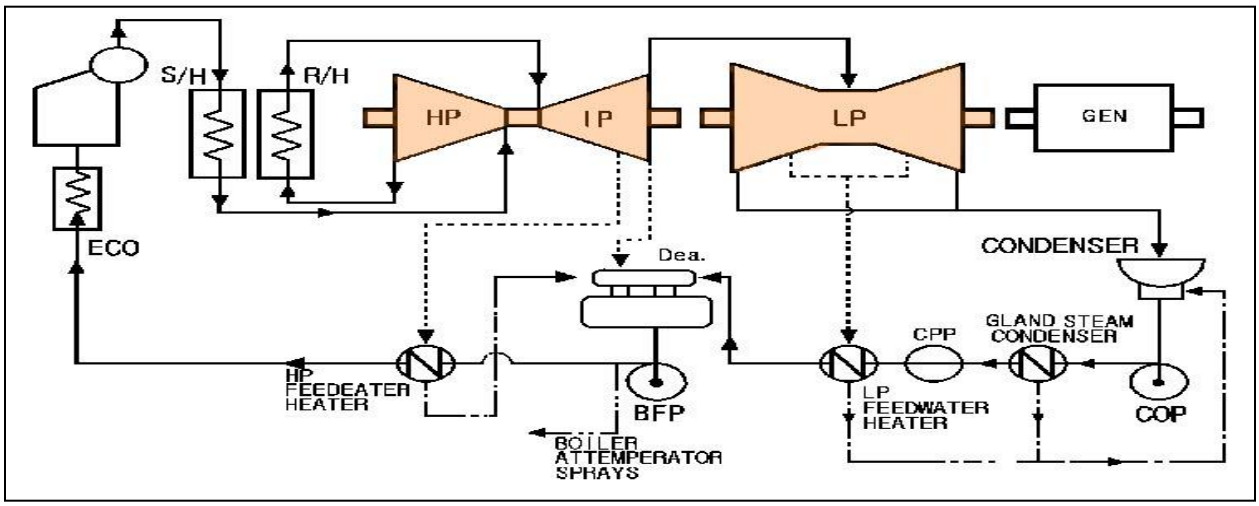
- Dissymmetry
- Different Pressure

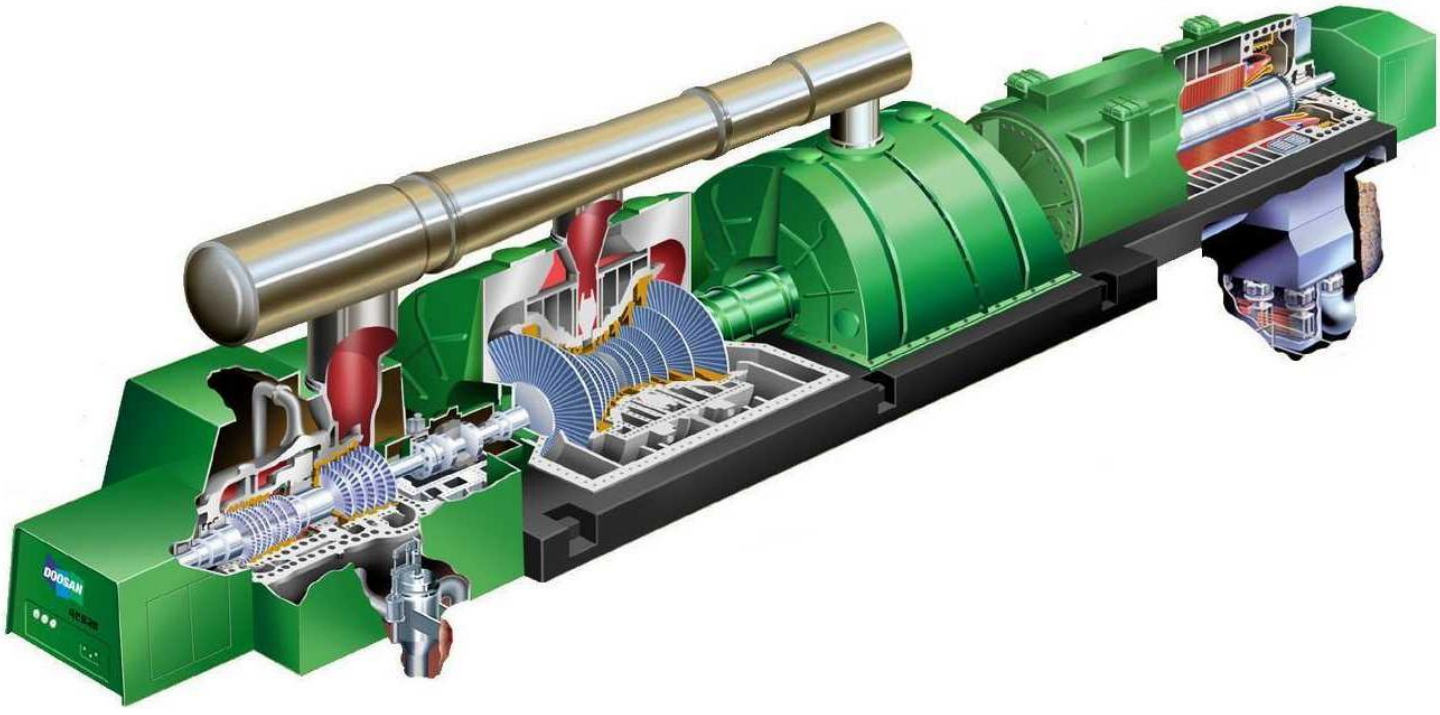
  → Thrust force
- Large size of blade
- Many Stages

تتميز ريش التربينة في مرحلة الضغط العالي HP (High Pressure) بصغر حجمها ويكون صمامين أو أربعة متقابلة للتحكم في بخار الضغط العالي الداخل للمرحلة الأولى من الريش وذلك للتوازن الميكانيكي ومنعا للإجهاد على جهة واحدة من التوربينة لكي لا يتسبب في زيادة الاهتزاز وتصل درجة حرارة البخار المحمص إلى 520 درجة مئوية والضغط إلى 140 Bar وتعتبر توربينة الضغط العالي هي ذات الجدوى الاقتصادية التي يعتمد عليها في تدوير العمود حيث تشكل تقريباً80 % من قدرة التربينة كلها .ثم تليها المرحلة المتوسطة التي تسمى IP (Intermediate Pressure) ويقل عندها ضغط البخار وكذلك الحرارة ويأخذ من أخر مرحلة من تربينة الضغط العالي البخار المتبقي ويدخل على أول مرحلة في التربينة المتوسطة وذلك للاستفادة من البخار الخارج كما تدعم التربينة المتوسطة بخط منفصل من الغلاية أيضا .

ملاحظة : قد لا توجد مرحلة متوسطة في التوربينات البخارية وخاصاً التي قدرتها اقل من 200 mw .

أما المرحلة الثالثة فهي التربينة منخفضة الضغط وتعمل بعكس التوربينتين العالية والمتوسطة حيث يكون الضغط اقل من 1 bar يعني فراغية (vacuum) حيث يصل البخار من المرحلتين قد فقد كل ضغطه وحرارته وتكون ريش التربينة معكوسة بحيث يستفاد من الظاهرة الفراغية وكذلك يمكن تكثيفه بتخفيض درجة حرارته عن تبريده بمياه البحر حيث يكون المكثف عادتاً تحت تربينة الضغط المنخفض وتعاد المياه المقطرة إلى الغلاية في دورة مغلقة للمياه .





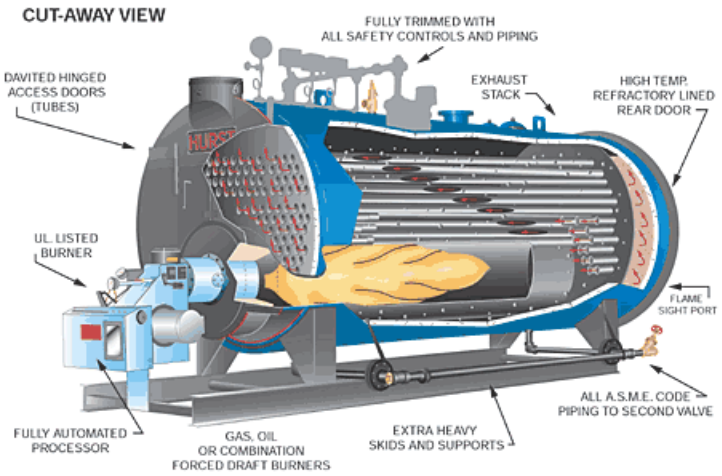
ثانياً : الغلايـــــة أو الفرن أو مولد البخار

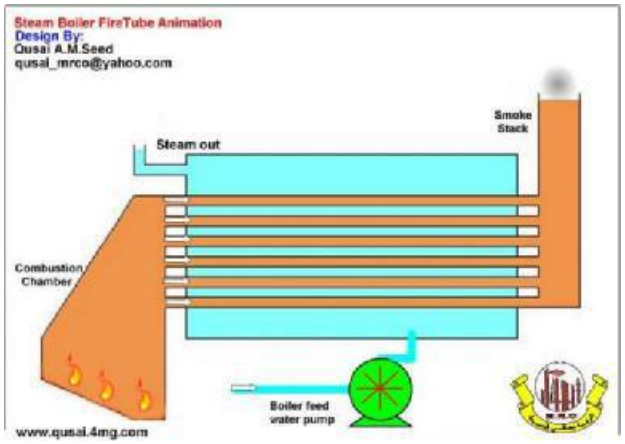
الغلاية هي مصدر أنتاج البخار وتوجد بإشكال وأنواع مختلفة حسب القدرة والتكلفة وهناك أيضاً غلايات بدون وقود مباشر وتعتمد على التسخين بواسطة عوادم توربينات أخرى وسوف نبين الأنواع المهمة والشائعة فقط .

أنواع البخار ← البخار الرطب (wet steam) وهو البخار الذي يحتوي على رذاذ الماء / البخار المشبع (saturated steam) تحويل كل الماء إلى بخار عند ثبوت درجة الحرارة / البخار المحمص (super heated steam) وهو البخار التي درجة حرارته اكبر من درجة حرارة البخار المشبع.

1 ≠ غلاية أنابيب النار :

تتكون الغلاية من وعاء أسطواني ويوجد في نهايته لوح مجمع مثبت بها أنابيب النار Fire tube وفي هذه الحالة يكون الماء بداخل الوعاء الاسطواني وملامس الأنابيب النار من الخارج في حين تصمم غرفة الاحتراق المتصلة بالغلاية حيث تمر نواتج الاحتراق الساخنة داخل أنابيب النار . وعند ذلك يتم التبادل الحراري ويتبخر الماء في وعاء الغلاف الخارجي للغلاية أكبر مما في غلاية أنابيب الماء ويستخدم عادتاً في الطاقات الصغيرة والمتوسطة لأنها تعمل على ضغط منخفض قليلا يصل إلى 16 بار .

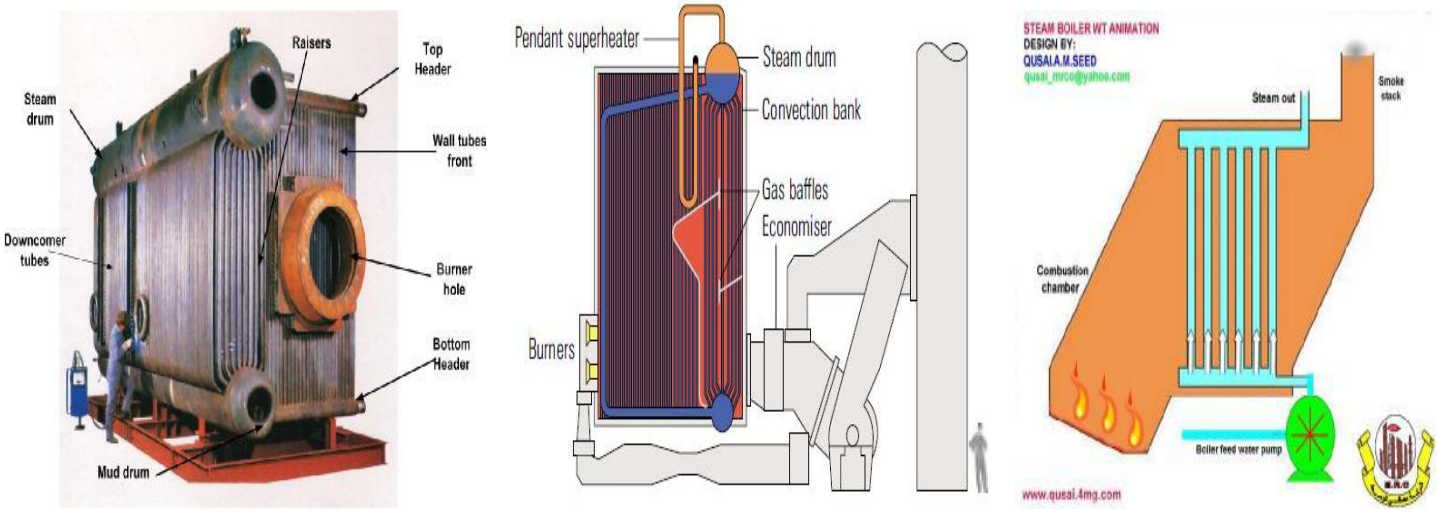




2 ≠ غلاية أنابيب الماء :

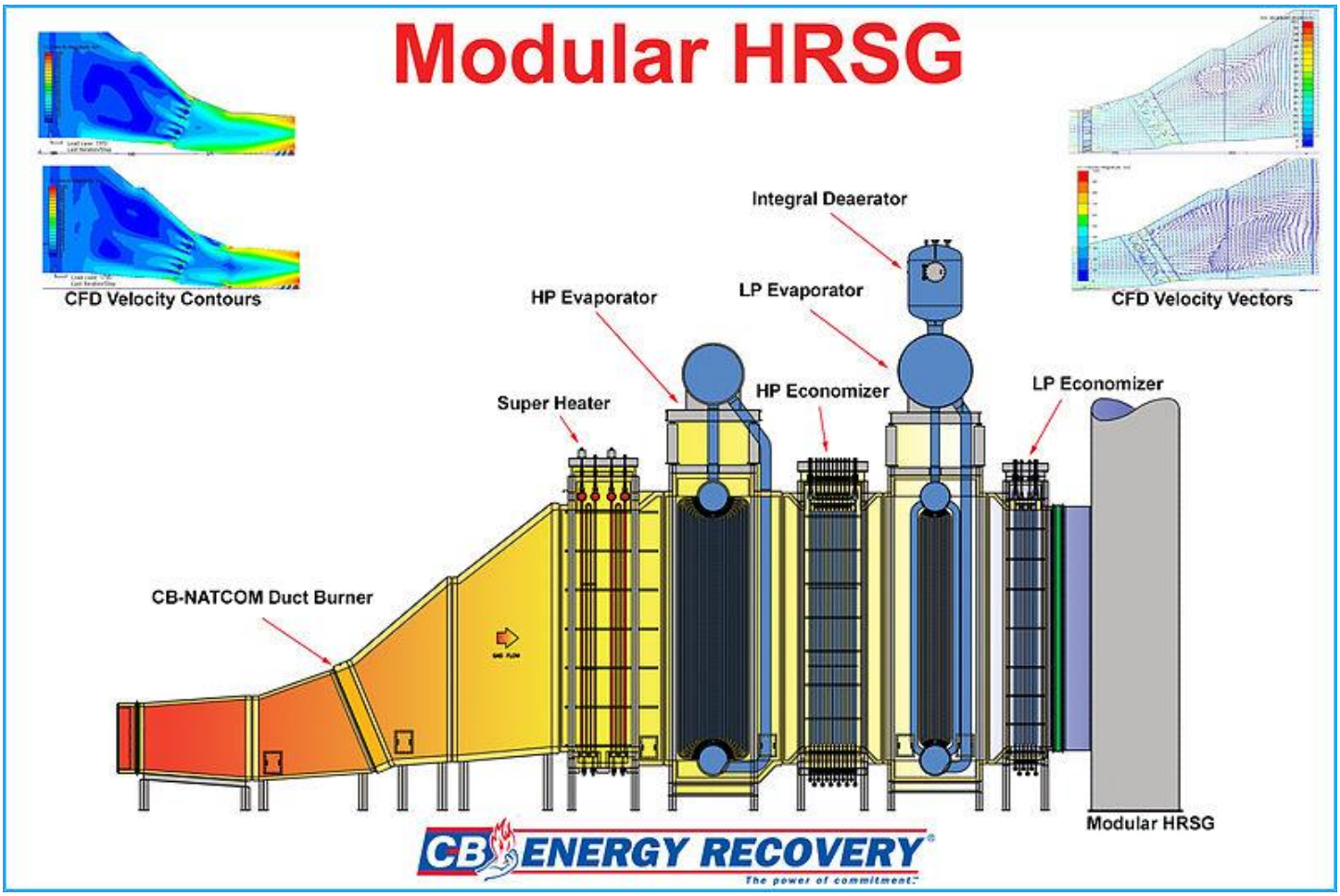
تتكون الغلاية من نوع أنابيب الماء من وعاء (Drum) أو أكثر و أنابيب تتكون من صف واحد أو أكثر ترتبط بنهاية الوعاء الواحد أو ترتبط بين الأوعية الأخرى إذا كانت الغلاية بها أكثر من وعاء ويجري الماء داخل أنابيب ثم تلامس غازات الاحتراق الساخنة سطح الأنابيب الخارجي ويستخدم هذا النوع من الغلايات البخارية غالباً في أنتاج طاقات كبيرة من بخار الماء .

في غلايات أنابيب الماء تكون الأنابيب اصغر نسبياً وبسبب حجم الوعاء الصغير بالإمكان إنتاج بخار الماء تحت ضغوط عالية ودرجات حرارة مرتفعة .



3 ≠ مولد البخار بدون مشاعل نار أو وقود :

هذا النوع يستخدم في محطات أنتاج الطاقة التي تحوي محطات غازية حيث درجة حرارة العادم تصل إلى C° 520 يتم تسليط هذا العادم على أنابيب تحوي مياه يتم فيها التبادل الحراري على طول مولد البخار وتنقسم هذه الحزم من الأنابيب إلى أنابيب بخار الضغط العالي ويكون عادتاً في أول صف مقابل لخروج العادم لأن درجة الحرارة تكون أعلى ما يمكن عند خروجها من التربينة الغازية ثم أنابيب الضغط المتوسط ثم المنخفض ثم أنابيب الموفر (Economizer) . وتسمى هذه الدورة combine cycle حيث تتم الاستفادة من حرارة العادم المهدرة في الهواء بحيث تستنزف كل الحرارة وتكون في أخر المدخنة 140ـــ160 C° بعد أن خرجت من التربينة الغازية C°.520 .



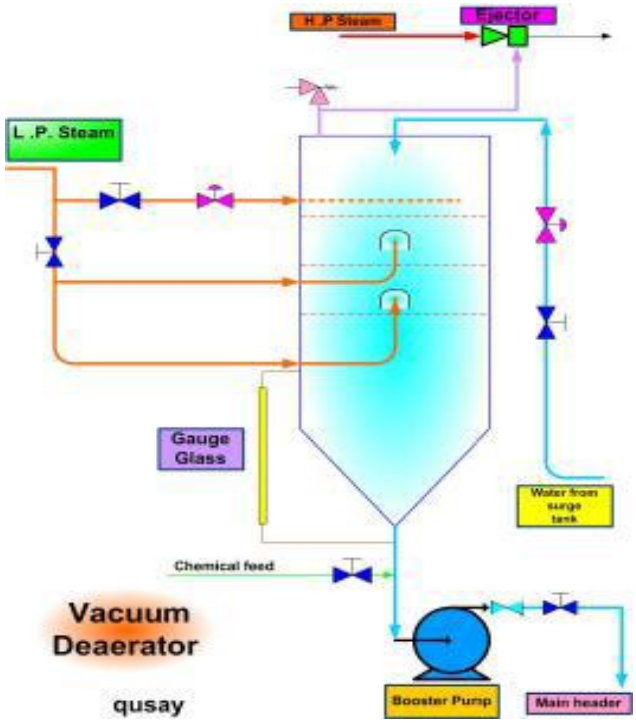
الموفر(Economizer)

عبارة عن مبادلة حرارية على شكل مجموعة من أنابيب تستخدم كمعدات إضافية لغرض تسخين الماء الداخل إلى الغلاية بواسطة الغاز العادم الخارج من الغلاية لكي تتم الاستفادة من درجة حرارة العادم المهدرة في الهواء وهذا يؤدي إلى توفير الوقود عند تسخين المياه بنسبة 15% على أن لا تقل درجة حرارة العادم عن 150 C° وذلك لاجتياز نقطة الندى (dew point) وهي درجة الحرارة التي يبرد فيها الهواء بمكوناته المختلفة عند ضغط جوي ثابت ليتكثف بخار الماء الى مياه المكثف. الماء المكثف يسمى الندى –درجة التكاثف هي نقطة التشبع.

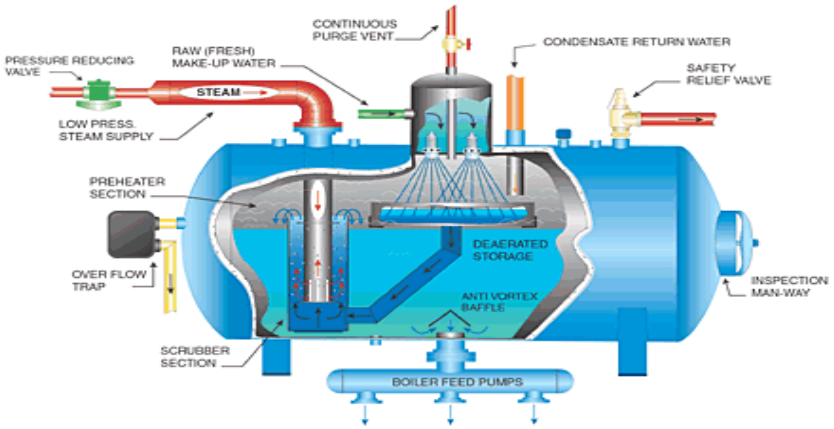
مزيلات الغازات :

بعد تصفية الماء في أجهزة إزالة الأملاح بصورة عامة ولغرض تزويد الغلاية بماء صالح للاستخدام ولإنتاج بخار خالي من الشوائب فان الماء المصفى لا يزال يحتوي على غازات مختلفة أكثرها ضرراً هو الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وعليه يجب التخلص منها قبل دخولها للغلاية بواسطة مزيلات الغازات حيث أن الأكسجين بسبب انطلاقة بسرعة عالية جداً عند تبخر الماء يكون حفر وندوب على المعادن التي تصطدم بها . أما مضار ثاني أكسيد الكربون فهو بسبب تكوينه لحامض الكربونيك الذي له تأثير سلبي على المعادن ويسبب التآكل .

1)مزيل الغاز الذي يعمل بالتسخين والضغط الفراغي :
يتكون هذا النوع من المزيلات من وعاء يحتوي على صفائح مثقبة لزيادة المساحة السطحية لانتقال المادة حيث تعمل عند درجة حرارة أقل من درجة غليان الماء عند الضغط الجوي يدخل الماء من الأعلى ويتم ترذيذه بواسطة الصفائح المعدنية المثقبة ويدخل البخار من أسفل هذه الصفائح أي بصورة عكسية حيث يتم إزالة الغازات الذائبة والأبخرة بواسطة مضخة فاكيوم ويتم طرد الغازات المسحوبة إلى الجو .



2)مزيل الغازات التي تعمل بالتسخين وبضغط أعلى من الضغط الجوي:
يتكون هذا النوع من جزئيين الأول يتم ترذيذ الماء فيه لزيادة المساحة السطحية لغرض الانتقال الحراري والجزء الثاني عبارة عن وعاء يحتوي على steam scrubber حيث يتم تسخين الماء إلى 130°C لغرض طرد الغازات الذائبة وهذا النوع ذو كفاءة أعلى من النوع الأول .



كما أن هناك معالجة كيميائية لنزع وتحسين البخار

وحدة المعالجة الكيميائية

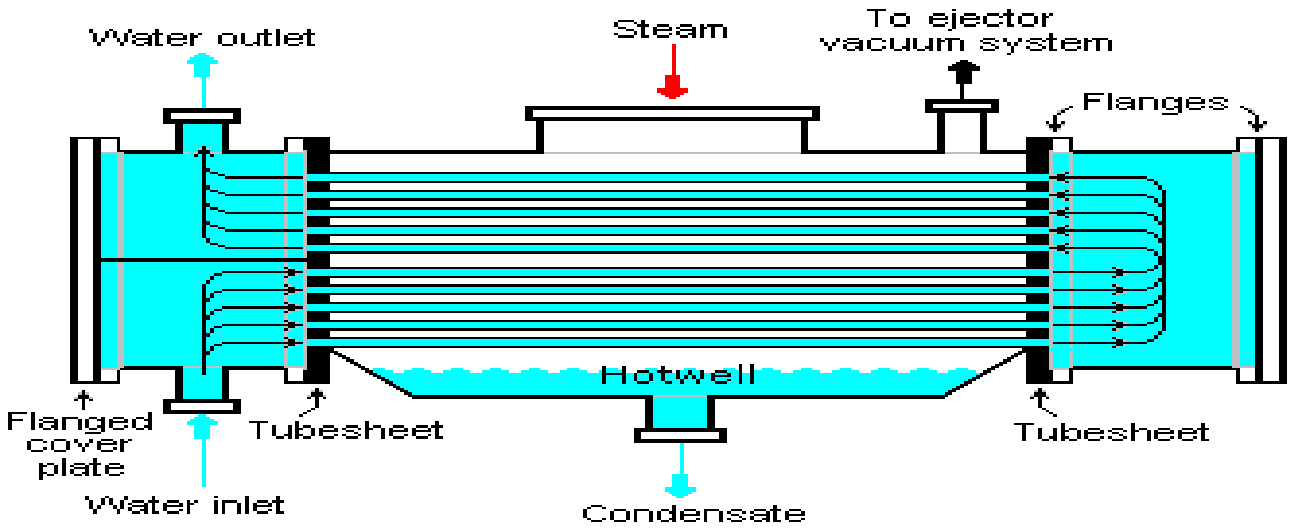
نوع المادة	الغرض منها
hydrogen	لغرض نزع الأوكسجين الذائب في الماء
Na3Po4	ثلاثي فوسفات الصوديوم لغرض التخلص من الأملاح
NaOH	الصودا لرفع أل PH لمياة التغذية

ثالثاً: المكثف Condenser

وبالنسبة للبخار الداخل للتوربينه فيسمى بالبخار المحمص وهو كما قلنا بخار ذو درجة حرارة عالية جدا تصل إلى 540 درجة وضغط عالي جدا يصل إلى 135 بار وكما قلنا فهذا البخار يطلق عليه بخار محمص أو بخار جاف super heated stem / Dry steam .

ولكن هذا البخار سرعان ما تقل درجة حرارته و ضغطه عندما يدخل على المرحلة الأولى من ريش التوربينه ولكن هذا البخار الذي قلت درجة حرارته وضغطه يمكن استغلاله عن طريق تدويره إلى المرحلة الثانية من ريش التوربينه ولكن بالطبع فهذا البخار لا يكفى فيعزز هذا البخار بكمية أخرى من البخار المحمص من الغلاية .

بمجرد تحول الطاقة الموجودة في البخار إلى طاقة حركة للتوربينه فإن هذا البخار الخارج ذو درجة الحرارة المنخفضة والضغط المنخفض يكون قد أدى دوره كاملا ولابد أن يكثف مرة أخرى إلى ماء لنعيد تسخينه من جديد لتكتمل الدورة ويتم ذلك عن طريق المكثف condenser وبرج التبريد Cooling Tower أو مياه البحر .



بمجرد تحول هذا البخار إلى ماء فإن مضخة مياه التغذية boiler feed pump - BFP تضخ هذا الماء من جديد إلى الغلاية Boiler ليعاد تسخينه من جديد وبالطبع هذه دورة مغلقة ولكن يجب إضافة القليل من الماء بسبب فقد بعض الماء المبخر خلال الدورة.

وفكرة عمل المكثف هو أنه يأخذ المياه الباردة من المحيط أو البحر أو النهر (بدون تنقية بعكس المياه التي تدخل الغلاية) ويمر البخار المراد تكثيفه على مواسير التي يتم تدفق مياه البحر الباردة وعن طريق التبادل الحراري يكتسب الماء البارد الحرارة الموجودة في البخار حتى يتكاثف البخار ويجمع في قعر المكثف كمياه محلاه متكاثفة مع ملاحظة أن دورة التبريد دورة مفتوحة أي أن الماء يتغير بشكل مستمر حتى يطرد الحرارة التي أكتسبها فى النهر أو البحر. وبما أن المكثف يكون تحت الضغط الفراغي بواسطة مضخات سحب الهواء أو نظام (reject) فان البخار الداخل على تربينة الضغط المنخفض من الغلاية ومن المرحلة التي قبلها ينسحب بقوة الفراغ الذي يتسارع حتى ويكتسب قوة وسرعة يؤثر بها على ريش توربينة الضغط المنخفض .

رابعاً: مساعدات التربينة Turbine auxiliaries

- **جهاز ألإدارة البطيئة Turning gear**

هو عبارة عن موتر يقع بين المولد والتوربينة أو في نهاية المولد ويتصل بعجلة مسننة وأحيانا يتكون من عدة تروس لتخفيض السرعة والغرض منه إدارة عمود التربينة على سرعة مقننة اقلها 3 rpm في الدقيقة بهدف منع حدوث أجهادات حرارية أو انحناءات لعمود التربينة ويستخدم في الحالات الآتية .

≠ عند إيقاف التربينة لتبريد العمود تدريجيا حيث يتم التوزيع الحراري للعمود إذا لف بسرعة منتظمة .

≠ أثناء إيقاف التربينة لمدة طويلة لمنع حدوث انحناء بسبب وزن العمود .

≠ عند بدء تشغيل التربينة لعمل موازنة للعمود عند بدء دوران العمود في التشغيل.

طريقة العمل ← تعمل المنظومة ألياً عند وصول سرعة العمود إلى الصفر .

← يعمل بأمر من المشغل من غرفة التحكم أو من الموقع عن طريق تعشيق ترس الدوران يدويا .

← تفصل المنظومة ألياً إذا وصلت سرعة العمود إلى 5 rpm ويدوياً من غرفة التحكم إذا درجة حرارة العمود تسمح بذلك.

- **صمام القفل الرئيسي Main stop valve**

يختلف عدد صمامات القفل باختلاف عدد صمامات التحكم أو بعدد خطوط الإمداد بالبخار والغرض من هذه الصمامات هو القفل السريع لقطع سريان البخار إلى التربينة لأي سبب من الأسباب ويتم القفل والفتح عن طريق برنامج تشغيلي أو يدويا يعتبر قسري أو يقفل عن طريق وقاية كهربائية ومهمته حماية التوربينة من جميع الأعطال بأنواعها وله وضعيتين فقط أما مفتوح بالكامل وأما مقفل .

- **صمامات التحكم Control valves**

عدد هذه الصمامات تختلف من تربينة لأخرى على حسب قدرة التربينة ونظام تشغيلها ولكن لابد ان يكون العدد زوجي وذلك لضمان الاتزان الديناميكي على العمود عن تدفق البخار داخل التربينة ومهمتها تحافظ على سرعة التربينة على 3000 rpm في جميع الظروف وذلك بزيادة كمية البخار أو نقصانها وبذلك فهو يفتح من 0% إلى 100%.

- **منظومة الزيت Oil system**

≠ خزان الزيت ← يستخدم لتجميع الزيت ويحوي خطوط الزيت إلى المضخات وأحيانا تكون المضخات موجودة فوق خزان الزيت بالإضافة لاحتوائه على مقاييس الحرارة والمستوى ومراوح نزع الأبخرة وأيضا مسخنات الزيت عند الحاجة .

≠ مضخة الزيت الرئيسية ← أحيانا تكون ميكانيكية مركبة على عمود التربينة في المقدمة أو في المؤخرة وتعمل عندما تصل السرعة إلى 3000 rpm لتوفر الضغط المناسب عند خط الطرد لها , و أحيانا تكون المضخة الرئيسية كهربائية ومعها مضخة احتياط تعمل عند هبوط الضغط وتؤدي نفس المهام .

≠ مضخة الزيت المساعدة A.O.P

تستخدم في بداية التشغيل عندما تكون المضخة الرئيسية ميكانيكية لتوفير ضغط زيت مناسب إلى حين وصول السرعة الى 3000 rpm وعادتا ما تكون صغيرة لأنها تعمل في وقت محدود ثم تفصل .

≠ مضخة الإدارة البطيئة ← تكون على خزان منفصل أو ملحقة لخزان القدرة أو على الخزان العام للزيت حيث توفر الضغط المناسب لتشغيل منظومة الإدارة البطيئة وتكون لها احتياط مضخة DC وذلك للإطفاء الأمن عند غياب التغذية الرئيسية AC بالإضافة إلى مضخات ذات ضغط عالي لرفع العمود عند كراسي التحميل ليسهل تدويره .

≠ مضخة الطوارئ E.O.P ← هي مضخة تعمل بالتيار المستمر تستخدم في أوقات الطوارئ عند انقطاع التغذية الرئيسية .

≠ مبردات الزيت Oil cooler ← عدد المبردات يعتمد على حجم كمية زيت التزييت وعدد كراسي التحميل وتبرد عن طريق التبادل الحراري مع الهواء عن مراوح أو عن طريق المياه للحفاظ على درجة حرارة الزيت مناسبة .

≠ مراوح سحب الأبخرة ← مركبة في أعلى الخزان لسحب أبخرة الزيت من الخزان وطردة في الجو وعادتا ما تكون واحدة في العمل والأخرى احتياط .

≠ منظومة زيت القدرة hydraulic system

منظومة تختص بتوفير ضغط عالي جداً وذلك لتوفير ضغط مستمر لتحريك صمامات التحكم في البخار وصمامات القفل ولها فلاتر خاصة ومنظومة تبريد خاصة و فلاتر ويصل ضغط هذه المضخات إلى 140 بار وأعلى وذلك للحفاظ على ضغط معين لكل حمل للتربينة .

- **المضخات الفراغية Vacuum pump**

توجد عند تربينة الضغط المنخفض لتوفير فراغ 0.6 بار ووظيفتها سحب الهواء من المكثف تحت المرحلة الأخيرة من التربينة وذلك لزيادة سرعة البخار الداخل إلى تربينة الضغط المنخفض لزيادة القوة المؤثرة في البخار لكسب قدرة إضافية من البخار على الريش الثابتة والمتحركة حيث يتم كسب 6 mw من تربينة قدرتها 125mw على سبيل المثال ويتم تبريد البخار المستنزف وتكثيفه أسفل تربينة الضغط المنخفض عن طريق تمرير مياه البحر الباردة من خلال أنابيب صغيرة القطر في طريق سريان البخار المستنزف ليتكاثف ويعود مياه مرة أخرى وهذا الفراغ المتكون عن طريق مضخات سحب للهواء أو منظومة سحب بالمياه تسمى (rejecter) .

- مضخات سحب المتكاثف Condensed pump

تسحب المياه المتكاثفة من البئر الساخن بواسطة هذه المضخات وعدد هذه المضخات على حسب كمية المياه وحجم المكثف ونظراً لضغط المكثف اقل من الضغط الجوي توجد على خطوط السحب صمامات موازنة الضغط لتعادل الضغط بين المضخة والبئر الساخن ويتم تسخين هذه المياه بالمبادلات الحرارية مع خطوط بخار الخدمة ثم تذهب إلى خزانات التغذية بعد مرورها على خزان سحب الأكسجين المذاب (نزع الغازات) ثم تعاد هذه المياه إلى الخزان الرئيسي لتغذية مولد البخار او الغلاية لتكون شبه دورة مغلقة للمياه المعالجة . كما توجد صمامات ومضخات تعويض للمكثف للحفاظ على منسوب المياه في المكثف لكي لا يتكسر الفراغ بزيادة المياه داخل المكثف .

≠ منظومة تنظيف أنابيب المكثف ← توجد أنظمة متعددة لتنظيف أنابيب المكثف ألياً ويدوياً ومنها منظومة قذف الكرات المطاطية داخل الأنابيب أثناء عمل المكثف يتم فيها أطلاق الكرات بصورة منتظمة داخل الأنابيب فتمر الكرات كاسحة بطريقها كل الشوائب المتراكمة على أسطح الأنابيب من الداخل عن طريق ضغط مياه البحر بالأنابيب ويتم التقاطها في أخر مرحلة من المكثف وتجميعها مرة أخرى لان اتساخ الأنابيب بعوالق البحر من الداخل يقلل من كفاءة التبادل الحراري مع البخار وبالتالي تقل نسبة تكثيف البخار .

- **منظومة By bass**

وهي منظومة صمامات تصريف وتحكم في البخار المنتج من الغلاية أو مولد البخار قبل دخوله على التوربينة بحيث عندما ينتج البخار من البداية يكون بغير الضغط المناسب و الحرارة المناسبة وأحيانا جودة البخار ليس مسموح بها فيتم تصريف

ذلك البخار إلى المكثف مباشرة ليتم الاستفادة من المياه وتسمى هذه المرحلة بتحضير البخار وعندما يتم الحصول على البخار المحمص بالموصفات المطلوبة يتم غلق صمامات التصريف by bass ويذهب البخار مباشرة إلى التوربينة وتتم عملية التسارع وفق المنحنى التشغيلي .

- **منظومة مياه البحر .**

تتكون منظومة مياه البحر من مدخل لمياه البحر عبر أنابيب أو خليج صناعي إلى أحواض تسمى أحواض الترسيب وذلك ليتم ترسيب الرمال والإعشاب البحرية وتصفيتها عن طريق مضخات سحب الرمال ومصفيات دوارة للإعشاب البحرية بحيث تمنعها من الدخول إلى حوض سحب المياه تحت المضخات الكبيرة وهذه المضخات عادتاً ما تكون كبيرة جدا لتوفير كمية كبيرة من مياه البحر للمكثف ليتم تبريد البخار وتكثيفه داخل المكثف ثم تطرح في البحر هذه المياه إلى البحر مرة أخرى ويتم حقن مادة الكلور في أحواض الترسيب لقتل الأحياء البحرية لكي لا تدخل إلى المضخات وأنابيب المكثف .
وتوجد دائما مضختين واحدة احتياط والأخرى في العمل , كما توجد صمامات كبيرة في نهاية طرد المضخة وأيضا في بداية دخول المكثف .

- **مضخات التغذية الرئيسية Feed water pump**

وهي مضخات كبيرة الحجم ذات ضغط عالي تقوم بضخ المياه المعالجة والنقية إلى أنابيب الغلاية أو مولد البخار وتنقسم الى مضخات للضغط العالي خاصة بأنابيب الضغط العالي والمتوسط والمنخفض حيث كل مجموعة أنابيب داخل الغلاية مستقلة وتغذى بمضخة منفصلة كما في الشكل وهي مضخات لمحطة بخارية mw150 مولد بخار وليس غلاية.

خامساً: تحلية المياه والمعالجة الكيميائية :

وحدة التحلية Desalination unit

وفيها تتم تحلية مياه البحر عن طريق التبخير أو التناضح العكسي أو الترشيح ولكن في النهاية تتحصل على مياه صالحة للاستعمال الصناعي أو البشري حيث يتم تكثيف البخار الناتج عن تسخين مياه البحر داخل المبخرات ومن ثم الحصول على مياه مكثفة تخزن في صهاريج لتتم المعالجة الكيميائية لها قبل استعمالها بالإضافة إلى عدة منظومات تعمل على الحفاظ على الغلاية والمبخر من التآكل والترسبات سيأتي سردها .

منظومة طرد الهواء ejector unit ← وضيفتها طرد الهواء من مراحل التحلية عن طريق التدفق العالي للبخار المضغوط ليتم سحب الهواء من مراحل التحلية باستخدام خانق لتسريع البخار ويتم طرد الهواء من خلاله وذلك للحصول على اقل درجة تبخير الماء بحيث يصل التخلخل إلى 75 mbar تكون درجة التبخر عند 60 درجة مئوية .

وحدة المعالجة الكيميائية

وفيها يتم حقن بعض المواد الكيميائية ذات الأغراض المختلفة وذلك حسب الجدول التالي

نوع المادة	الغرض منها
مانعة الرغوة anti foam	منع حدوث رغوة لماء البحر داخل مراحل التحلية
مانع الترسب anti scale	منع ترسبات الأملاح داخل الأنابيب
Soclium sulfite	نزع الأوكسجين من في الماء

المعالجة الأولية لمياه التغذية لوحدة التحلية :

تتم معالجة المياه لحماية وحدات التحلية والأجهزة من التآكل ومن ترسب الأملاح scale deposits ومن ترسب العوالق والمواد العضوية وتختلف المعالجة طبق لنوع المياه المستخدمة بحر , أبار . .....وتشمل المعالجة

1) شبكات تصفية عوالق البحر Screening system .
2) إضافة الكلور (أو مواد أخرى تقتل الأجسام الحية الدقيقة).
3) إضافة المواد الكيميائية (ضد الترسبات anti scales) ومضاد للتآكل ومضاد للرغوة anti foam .
4) عمليات إزالة الغازات الذائبة في في ماء التغذية باستخدام طارد الغازات وقد تستخدم مواد كيميائية

(سلفات الصديوم) لامتصاص ما تبقى من الأكسجين ومنه إلى مبخرات وحدة التحلية Evaporators .

الكيماويات المضافة	السبب للإضافة
المعالجة الاولية :	-
- هيبوكلوريد الصوديوم (الهيبو)	لتطهير ماء التغذية (أو الماء المنتج)
- أو كبيرتات النحاس	لتطهير ماء التغذية (أو الماء المنتج)
- باي سلفات الصوديوم	لإزالة الكلور من ماء التغذية
- هيكسا ميتا فوسفات الصوديوم	لمقاومة الترسبات
- حامض الكبريتيك	لضبط الرقم الهيدروجيني ومقامة الترسبات
المعالجة النهائية :	
- هيبوكلوريد الكالسيوم / الصوديوم	لتطهير الماء المنتج
- الجير	لضبط الرقم الهيدروجين
التنظيف :	لضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف
- هيدروكسيد الامونيوم/ الصوديوم	لضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف
- حامض الهيدروكلويك	لإزالة الترسبات الكربونية والاكسيد
- حامض الستريك/ الفسفوريك/ الاكسليك	لإزلة المواد العضوية والترسبات
- فوسفات الصوديوم الثلاثي	الميكروبيولوجية
- الفورمالدهايد .	للتطهير والمحافظة على الأغشية

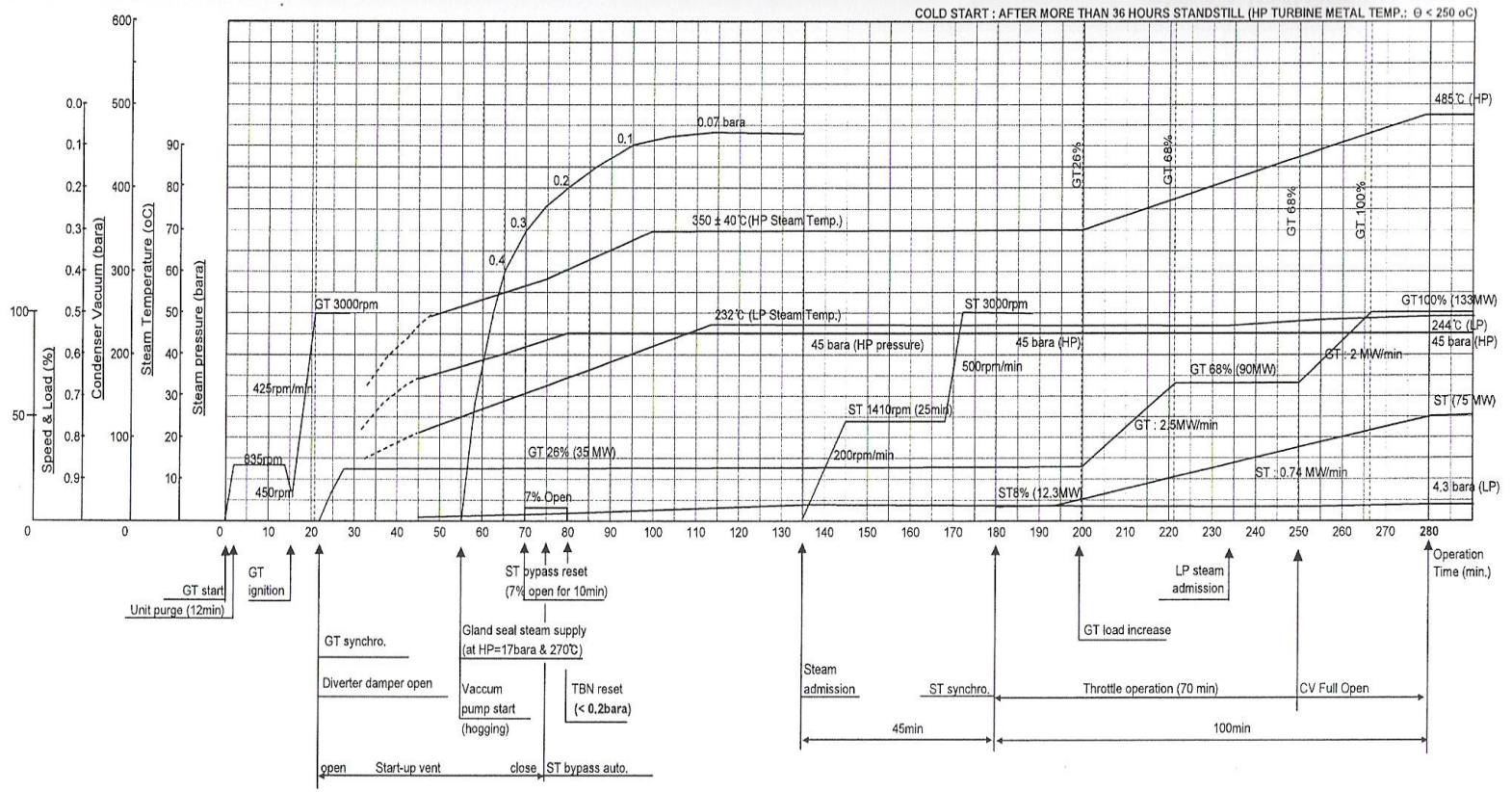
تشغيل التوربينة البخارية

التشغيل على البارد وعلى الساخن كما في المنحنيات التالية

PLANT START-UP CURVE (COLD)
for GT, HRSG and ST
at Site Condition (NG firing, 1+1+1) for Block 21

(HP DRUM PRESS. : P < 2 BAR)

COLD START : AFTER MORE THAN 36 HOURS STANDSTILL (HP TURBINE METAL TEMP.: Θ < 250 oC)



NOTES : 1. Reference Drawings

1) GT
- ABB Gas Turbine GT13E2 - Excepted Start-up Curve (HTCT607740 dated 12 Nov. 2003)
- GT Performance Data GT13E1 & GT13E2 (Ref. no. L024D-YA-GE dated Aug. 10, 2004)

2) HRSG
- HRSG start-up and shut-down curves (BG-HG-73-039, Rev.2)

3) ST
- Turbine start-up and shut-down curves (AM-ST-74-001, Rev.1)
- Design Concept of ST start-up and shut-down (AG-GE-71-018, Rev.2)

2. GT/ST Load Ramping Rate

No.	Load range	Duration (min)	GT ramping rate (MW/min)	ST ramping rate avg. (MW/min)
1	GT0% → GT26%	2.8	7.40	-
2	GT26% → GT68%	22.0	2.50	0.74
3	GT Load Holding	28.0	Until CV full open	0.74
4	GT68% → GT100%	16.5	2.00	0.74

FOR INFORMATION

Date : 30 June 2007, Rev.F

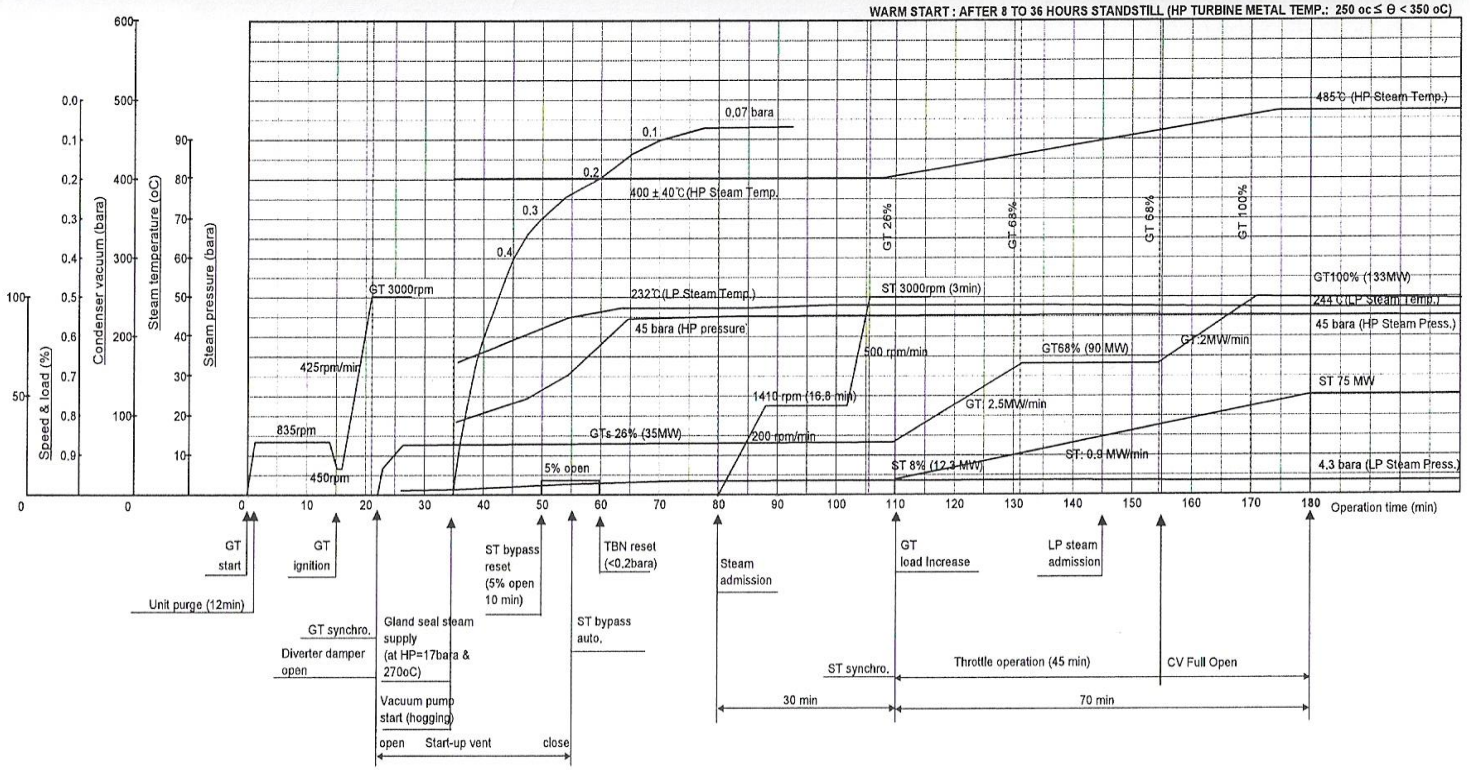
Attachment 2-5-1
Plant Start-up Curve (Cold Mode) for MODE 5 & 6

PLANT START-UP CURVE (WARM)
for GT, HRSG and ST
at Site Condition (NG firing, 1+1+1) for Block 21

GT26	75.00	ST5	12.50	44.0	318.0	3.8	238.0
GT26.4	80.00	ST25	38.00	44.0	335.0	4.2	238.0
GT89	120.00	ST32	50.00	45.0	443.0	4.3	240.0
GT100	135.00	ST50	75.00	45.0	485.0	4.3	244.0

(HP DRUM PRESS.: 2 BAR ≤ P < 25 BAR)

WARM START : AFTER 8 TO 36 HOURS STANDSTILL (HP TURBINE METAL TEMP.: 250 oc ≤ Θ < 350 oC)



NOTES : 1. Reference Drawings

1) GT
- ABB Gas Turbine GT13E2 - Excepted Start-up Curve (HTCT607740 dated 12 Nov. 2003)
- GT Performance Data GT13E1 & GT13E2 (Ref. no. L024D-YA-GE dated Aug. 10, 2004)

2) HRSG
- HRSG start-up and shut-down curves (BG-HG-73-039, Rev.2)

3) ST
- Turbine start-up and shut-down curves (AM-ST-74-001, Rev.1)
- Design Concept of ST start-up and shut-down (AG-GE-71-018, Rev.2)

2. GT/ST Load Ramping Rate

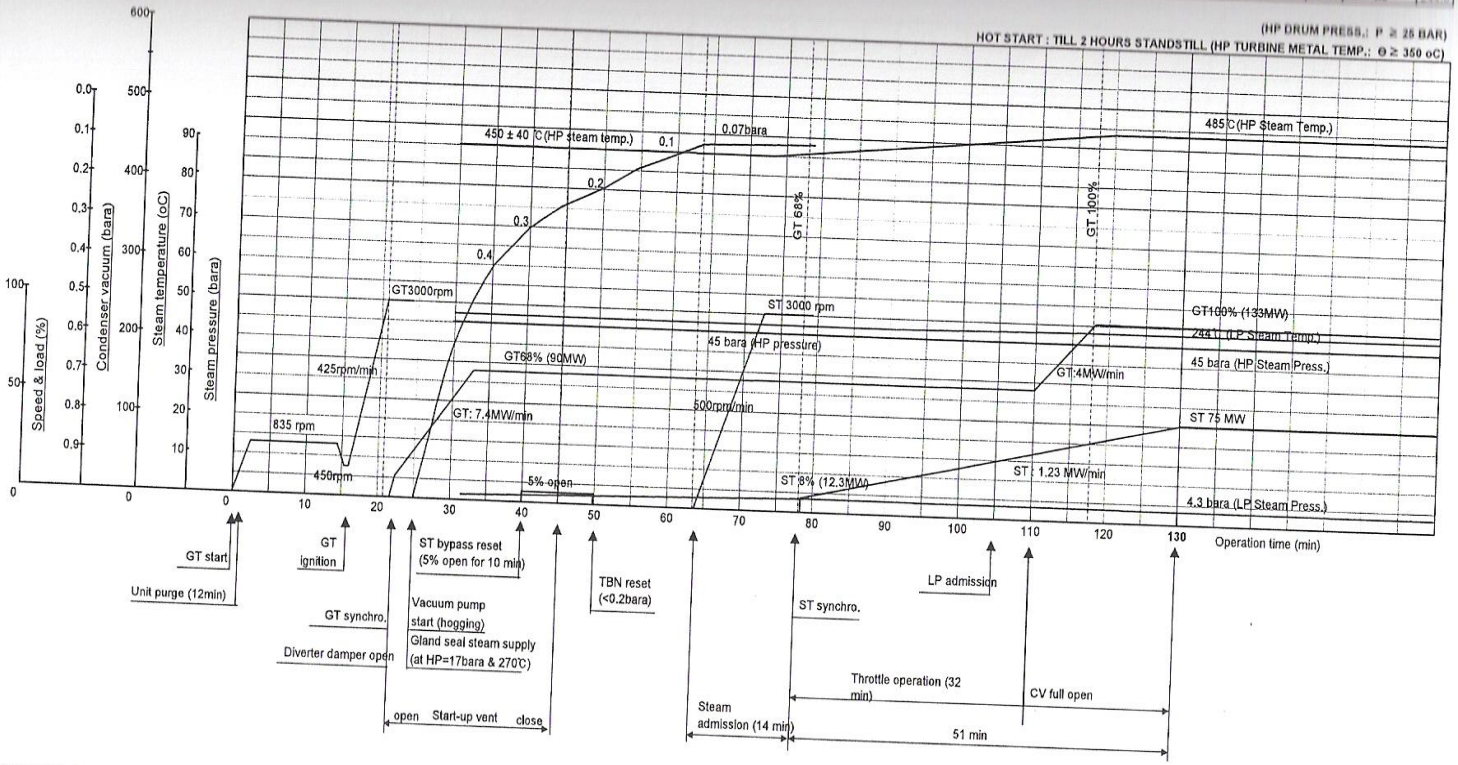
No	Load range	Duration (min)	GT ramping rate (MW/min)	ST ramping rate avg. (MW/min)
1	GT0% → GT26%	2.8	7.40	-
2	GT26% → GT68%	22.0	2.50	0.90
3	GT Load Holding	23.0	Until CV full open	0.90
4	GT68% → GT100%	16.5	2.00	0.90

FOR INFORMATION

Date : 30 June 2007, Rev.F

Attachment 2-6-1
Plant Start-up Curve (Warm Mode) for MODE 5 & 6

PLANT START-UP CURVE (HOT)
for GT, HRSG and ST
at Site Condition (NG firing, 1+1+1) for Block 21



NOTES : 1. Reference Drawings

1) GT
- ABB Gas Turbine GT13E2 - Excepted Start-up Curve (HTCT607740 dated 12 Nov. 2003)
- GT Performance Data GT13E1 & GT13E2 (Ref. no. L024D-YA-GE dated Aug. 10, 2004)

2) HRSG
- HRSG start-up and shut-down curves (BG-HG-73-039, Rev.2)

3) ST
- Turbine start-up and shut-down curves (AM-ST-74-001, Rev.1)
- Design Concept of ST start-up and shut-down (AG-GE-71-018, Rev.2)

2. GT/ST Load Ramping Rate

No.	Load range	Duration (min)	GT ramping rate (MW/min)	ST ramping rate avg. (MW/min)
1	GT0% → GT68%	12.0	7.40	-
2	GT Load Holding	76.0	Until CV full open	1.23
3	GT68% → GT100%	8.0	4.00	1.23

FOR INFORMATION

Date : 30 June 2007, Rev.F

Attachment 2-7-1

Plant Start-up Curve (Hot Mode) for MODE 5 & 6

تعريف الصيانة

- الصيانة هي عمل دوري مطلوب للحفاظ على إمكانية المؤسسة أو إي ملكية كالحالة التي يمكن الاستفادة منها في حالتها الأصلية أو بالطاقة والفاعلية التي صممت بها
الصيانة هي قابلية احد الأجزاء لتنفيذ أعمال الإصلاح خلال فترة زمنية محددة بهدف استرجاعه والوصول به إلى حالة معينة تسمح بإعادة قيامة بوظائفه المطلوبة منة بمواصفات مقبولة.

- الصيانة هي مجموعة من الأعمال الفنية التي يتم القيام بتخطيطها وتنظيمها والرقابة عليها والتي تهدف إلى المحافظة على أصول المشروع في حالة تسمح لها بأداء وظيفتها وفقا لطاقتها المحدودة بتكلفة اقتصادية محددة. و نقترح تعريف الصيانة على أنها ((عمل أو مجموعة من الأعمال المنظمة التي تتم على جزء معين أو مجموعة من الأجزاء بغرض استرجاع الأصل التالف أو الذي سيتلف إلى حالت الأولية التي كان عليها أو الحفاظ علية مما يضمن قيام الأصل بوظيفته وذلك بتكلفة اقتصادية اقل ما يمكن)).

نبذة عامة عن تطور الصيانة

منذ زمن بعيد كانت الصيانة وظيفة ثانوية وبدائية سيطر عليها الطابع التقليدي وهو الإصلاح وقت حدوث العطل أو ما يسمى بالصيانة الطارئة وعندها تدفع إدارة المنشأة أضعاف ما تم توفيره من أموال نتيجة تجاهل تطبيق الصيانة الصحيحة بجميع أنواعها.
ومع التطور العلمي والصناعي بدأت العديد من المؤسســات والهيئات المختلفة في الاعتراف بأهمية الصيانة والاهتمام بأساسياتها وكيفية التخطيط لتطبيقها والاتجاه نحو الاستغناء عن الطرق التقليدية القديمة والاقتنـاع بان الصيانة تساهم في ضبط التكاليف والتنبؤ بآي عطل مفاجئ وتفادى حدوث أي خطأ بشري.
وتطورت برامج الصيانـة لتشمل جميع أنواع الصيانة الوقائيـة والتوقعية والتصحيحية و (الطارئة) وغيرهـا من أنواع الصيانـة التي تضمن الحفاظ على مكونات المنشأة وزيادة عمرهــا الافتراضي
وتقليل التكلفة.
ومن ثم تم إخراج نموذج للصيانة قابل للتطوير والتغيير ليتم تطبيقه وتطويره في جميع المؤسسات التي تهتم بهذا الحقل من حقول المعرفة.وابتكار منظومات متطورة بخصوص الصيانة بأنواعها.

أهداف الصيانة

الصيانة عملية مستمرة حتى في حالة توقف الآلة أو المعدة عن العمل وذلك لما تتعرض له تلك المعدات والآلات من عوامل تؤثر عليها مثل التآكل والصدأ خلال فترة عمرهــا التشغيلي وتظهر أهمية الصيانة عندما تحقق الأهداف المرجوة منها ومن هذه الأهداف-:

1. المحافظة الدائمة على الحالة الجيدة للآلات أو المعدات وضمان حسن الأداء وبالتالي جودة وزيادة الإنتاج
2. زيادة العمر الافتراضي للآلات وبالتالي الحصول على عائد اقتصادي كبير.
3. الإقلال من حدوث الأعطال وما تسببه من خسارة اقتصادية نتيجة توقف عملية الإنتاج وتكـاليف إعادة التشغيل
4. تحقيق ظروف تشغيل مستقرة وبالتالي زيادة شروط ومناخ السلامة الصناعية لمواقع العمل
5. التقليل ما أمكن من استخدام العنصر البشري في عملية الصيانة وذلك لتقليل الإنفاق واستغلاله في الإنتاج والابتكار
6. .تحديد تكاليف الإصلاح وإدراجها ضمن الموازنة العامة للمنظومة.

وكذلك يوجد العديد من هذه الأهداف يتم تحديدها حسب احتياجات مواقع العمل المختلفة.

أساليب الصيانة

البند	النظرة القديمة	النظرة الحديثة
1-	إجراء الصيانة بعد حدوث العطل .	القيام بالصيانة قبل حدوث العطل.
2-	هدف الصيانة هو استمرارية عمل المعدات.	هدف الصيانة هو الاحتفاظ بعمل المعدات بكفاءات عالية وبمصاريف منخفضة.
3-	لا تخطيط ولا برمجة للصيانة.	تخطيط وبرمجة الصيانة واستخدام وسائل حديثة كالحاسوب .
4-	إجراء الصيانة ويغض النظر عن تكاليفها	يجب جعل المصاريف منخفضة .
5-	عدم الاهتمام بمعايير الإنتاجية في الصيانة .	قياس الإنتاجية والتحسينات في الصيانة
6-	إهمال عامل الوقت .	الوقت مهم جداً .
7-	الصيانة التنبؤية غير ضرورية .	الصيانة التنبؤية ترفع من مستوى الإنتاجية .
8-	لا توجد سياسة مراقبة الجودة	ضرورة الفحص ومراقبة الجودة .
9-	اختيار فنيي صيانة غير مؤهلين وعدم التركيز على التدريب ورفع الكفاءة .	التأني في اختيار الفني المناسب وتوفير التدريب ورفع الكفاءة.
10-	متابعة الإدارة للأعمال محدودة وعند حدوث المشاكل فقط .	المتابعة مستمرة لتطوير الأساليب وتذليل العقبات وتحسين مستوى الخدمات الأساسية المساعدة .
11-	لا توجد سياسة وأسلوب موحد لأساليب الصيانة وعناصرها .	توجد سياسات واضحة لعناصر الصيانة المختلفة مثل قطع الغيار، مواعيد الصيانة، القوى العاملة الخدمات الاستشارية وخدمات المقاولون.
12-	لا يوجد تخطيط على مستوى المؤسسة.	التخطيط استراتيجي متكامل والعلاقات بين أقسام الصيانة واضحة

برمجة أعمال الصيانة

إن عدم التخطيط لبرمجة الصيانة من شأنه أن يزيد في عدد التوقفات الطارئة والذي يؤدي إلى خسائر مادية عالية ، كما أن من شأن كثرة تلك التوقفات العمل على زيادة الاستهلاك الطاقة لمحطات التوليد حيث تنشأ الحاجة لتشغيل أجهزة مساعدة كثيرة سواء بعد التوقفات أو عند إعادة التشغيل ودون أن يتم توليد طاقة كهربائية وبهذا يظهر جلياً ضرورة تخطيط وبرمجة أعمال الصيانة على مستوى النظام الكهربائي و إن التوقفات المفاجئة بسبب نقص الصيانة الوقائية عادة ما تؤدي إلى خلل كبير ويكون مكلفاً سواء بسبب إطالة مدة التوقف لوحدة التوليد حيث تنشأ الحاجة لتبديل قطع غيار مكلفة بينما لو تم إجراء الصيانة الوقائية قد لا تكلف سوى جهداً بسيطاً لوقف تسرب بسيط من الزيت أو التشحيم أو إبدال زيوت المعدات.

أساليب وتقنيات تنظيم الصيانة

أولا. أساليب تنظيم الصيانة:

(1) **تنظيم مركزي**-:

وفية تسند جميع إعمال ومسؤولية صيانة الآلات والتجهيزات بأقسام المنشأة بالكامل إلى تنظيم مركزي واحد اى أنة يوجد إدارة صيانة واحدة بالشركة هي المسئولة عن الصيانة بالكامل من مباني ومعدات وآلات وتجهيزات مثلا:: الصيانة المركزية وهذا هو الحل الصحيح الغير مكلف ولكن بشرط أن تكون هذه الصيانة المركزية قوية في جميع إمكانياتها ولا يسع المجال في التوسع فيها ألان والتخلي على فكرة تكدس العمالة والمخازن والورش في كل محطة وكل المحطات تتبع شركة واحدة.

(2) **تنظيم لا مركزي**-:

وفية يملك كل قسم من أقسام المنشاة فريق صيانة خاص بها وعلية فإن مسؤولية الصيانة في هذا القسم تعتبر جزء لا يتجزآ من عملة ومسؤولياته.

ورغم سهولة تطبيق النظام اللامركزية إلا أنة من الأفضل استخدام النظام المركزي لأنة يستحيل على اى قسم من أقسام المنشاة أن يلم ويتابع جميع أخطاء الإنتاج والتشغيل لان إمكانيات فريق الصيانة التباع له لا يمكن مقارنتها بالإمكانيات الكبيرة المتوفرة في قسم صيانة مركزي داخل الشركة

ثانيا. تقنيات تنظيم الصيانة:

(1)**الطريقة البدائية اليدوية.-:**

وهي الطريقة السائدة ألان خصوصاً في الصيانة الطارئة حيث يكثر أفراد الصيانة في مكان العطل ويحدث تضارب في الآراء لأجراء الصيانة وتخبط في الأوامر مما يسبب أخطاء في الصيانة وإضاعة الوقت وعدم تحديد المسؤوليات وعدم توثيق للأعطال وطريقة صيانتها وأحياناً يحدث فساد في المعدة بسب عدم استعمال المعدات الصحيحة لإصلاح العطل وأجراء الحلول التلفيقية التي تؤدي الي فساد المعدة بعد فترة زمنية .

(2)**معالجة البيانات الكترونيا-:**

ويستخدم هذا النظام عادة عند اكتشاف مشكلات في العملية اليدوية وهذا النظام هو عبارة عن وسيلة فعالة للسيطرة على أداء الآلات والتجهيزات من خلال غرف ولوحات قيادة وتحكم يقودها عامل أو أكثر لمراقبة الإنتاج وتجهيزات المحطة بالكامل ومن مميزات هذا النظام أنة يفرض سيطرة قوية على عمليات الصيانة بالكامل.حيث تسهل متابعة الأداء بعد الإصلاح ومعرفة تاريخ المعدة وتحديد المسؤوليات من خلال تسجيل الأحداث قبل وبعد الصيانة.

(3)**الصيانة باستخدام الحاسوب**-:

ويتم ذلك من خلال استخدام برامج الصيانة باستخدام الحاسوب والتي طرحت مؤخرا من قبل بعض الشركات المتخصصة في المجال ويعد هذا النظام من أحدث الأنظمة التقنية الموجودة ومن مميزاته

التذكير بجميع أعمال الصيانة ومواعيدها.و توزيع الأعمال على فرق العمل وتخصيص مسؤولية هذه الفرق

حصر وجمع معلومات الصيانة بطريقة منهجية سليمة و تزويد العاملين بمعلومات كافية حول أسلوب انجاز العمل .

ويكون تنفيذ الصيانة محدد وفقا لخطوات صحيحة معدة من قبل متخصصين وهذا الأسلوب يمنع حدوث الأخطاء البشرية أثناء الصيانة وعادتا ما تكون بملء فراغات في نموذج معد للصيانة ويضمن تاريخ صحيح موثق للمعدة تفيد في اتخاذ قرارات صحيحة بناءً على معطيات صحيحة.

وذلك بالاشتراك في منظومة الاستشارات الحية التي تقوم بها اغلب الشركات المصنعة مثل شركة ABB & Alstom وغيرها عبر الشبكة العالمية للمعلومات عن طريق اشتراك سنوي .

أنواع الصيانة

أولا: الصيانة الطارئة(emergency maintenance)

هي مجموعة العمليات التي تتم لإصلاح الآلات نتيجة حدوث تلف أو عطل مفاجئ أدى إلى توقف الآلة عن العمل وعادة ما يكون السبب في هذا عدم إتباع تعليمات المصنع وتطبيق الصيانة الوقائية الصحيحة ويعتبر هذا النوع من الأنواع غير مرغوب به كونه يحدث عادة بشكل مفاجئ مما يترتب علية زيادة كلفة التشغيل حيث عادة ما تنشأ الحاجة للتعويض عن الطاقة المفقودة بطاقة بديلة ذات كلفة إنتاجية مرتفعة .

ثانيا**: الصيانة الروتينية**:**(routine maintenance)**

وهي الصيانة التي تتم دون الحاجة إلى إيقاف المعدات أو وحدات التوليد مثل تشحيم الأجزاء الدوارة ، التزييت ، التنظيف أو العمل على المعدات الاحتياطية وتكون طبقا لسجلات المصنع لكي تتمكن من معرفة تغير القيم إذا حدث فيها تغير وتكون موثقة للرجوع إليها كتاريخ للمعدة

ثالثا: ـ صيانة التوقفات عن العمل :- (shut down job)

وهي مجموعة أعمال الصيانة التي يتم تجميعها والقيام بها بعد إيقاف المعدة أو وحدة التوليد سواء كانت بصفة دورية أو الناشئة لاستغلال توقفات لأسباب أخرى

رابعا:**الصيانة التصحيحية** : (corrective maintenance)

هي مجموعة العمليات التي تتم لإصلاح الآلات حسب خطة زمنية موضوعة تحدد من قبل مصنعي الآلة أو من قبل الفنيين ذو الخبرة القائمين بالصيانة ويتم فيها إجراء عمليات الإصلاح على بعض الأجزاء بهدف إعادة استعمالها مرة أخرى مثل إصلاح الجزء المتآكل أو المتشقق باللحام ويتم فيها أيضا عمليات الضبط والمعايرة لبعض أجزاء الآلة التي تحتاج إلى ذلك.

خامسا:الصيانة التنبؤية : (predictive maintenance)- وهي الصيانة التي يتم تحديدها من خلال استخدام أجهزة قياس القيم التشغيلية وأجهزة الفحص مثل قياس الاهتزاز ، قياس السماكة والتصوير الصناعي ويعتبر هذا النوع من أساليب الصيانة الحديثة والتي تحتاج لمعرفة علمية وخبرة فنية متطورة وهي تمنع حدوث الأعطال الطارئة وتحد من استخدام قطع الغيار وتوفير الوقت بوضع خطط للصيانة الإصلاحية .

سادسا:.الصيانة الوقائية :(preventive maintenance) هي مجموعة الفحوصات والخدمات التي تتم للآلة بصفة دورية حسب خطة زمنية محددة من قبل لمعالجة اى قصور إن وجد قبل حدوث العطل أو التوقف عن العمل وتحدد عمليات الصيانة الوقائية يومية أسبوعية شهرية حيث يتم عمل الفحص الدوري الظاهري لأجزاء ووحدات الآلة وإجراء عمليات التنظيف والتشحيم والتزييت وتغيير بعض الأجزاء البسيطة إذا لزم.

طبيعة الأعطال وعلاقتها بنوع الصيانة

إن العشوائية في تصنيف أنواع الصيانة يؤدى إلى تحميل إدارة الشركة أعباء وتكاليف مادية من الممكن توفيرها والاستفادة منها في مجال أخر فمثلا العشوائية في تطبيق نوع الصيانة الوقائية على كل الآلات يؤدى إلى زيادة في التكاليف ولا يحل مشاكل وعيوب الآلة والتي يمكن تلافيها عن طريق تطبيق الصيانة التنبؤية على سبيل المثال.
ولتحديد نوعية الصيانة المناسبة وجد من خلال الخبرة إن هناك ثلاثة إشكال رئيسية للأعطال والتي تؤثر في الآلات خصوصا التي تحتوى على أجزاء دوارة والتي طبيعة عملها لا تتوقف وتتطلب مراقبة مستمرة من المشغل على مدار الساعة

الأعطال المبكرة

هي التي عادة ما تحدث للآلة نتيجة للإصلاحات السيئة أو تركيب قطع غيار بطريقة خاطئة أو تشغيل غير سليم للآلة وطبيعة هذا النوع من الأعطال أنة يخل ببرامج الصيانة الوقائية أو التنبؤية فالصيانة التي يجب أن تطبق في هذا النوع من الأعطال هي الصيانة التصحيحية.

الأعطال العشوائية

تحدث عادة نتيجة اضطرابات في عملية التشغيل أو نتيجة أخطاء بشرية وهذا النوع غير معتمد على الزمن إي انه لا توجد علاقة بين الزمن والأعطال وأما نوع الصيانة الواجب تطبيقه في هذه الحالة هي الصيانة الطارئة أو تصحيحه ويمكن تلافي هذه الأعطال بتكثيف التدريب لإفراد التشغيل ورفع الكفاءة المستمر وتبادل الخبرات مع المحطات الأخرى وتعميم الأخطاء التي تحدث في محطة ما على المحطات الأخرى بكل صدق وشفافية من دون ذكر الأسماء والمحطات وهذا لا يتسنى إلا بوجود دائرة مستقلة على مستوى الإنتاج مثلا تعنى فقط متابعة الأعطال ومنع تكرارها. ويجب الحد من الأعطال العشوائية بتكليف لجان متكونة من أفراد ذوي خبرة في مجال التشغيل ويكون الهدف الأول من هذه اللجان هو دراسة هذه الأخطاء وتعميم الخطاء وطريقة تفادي هذه الأخطاء في نفس المكان الذي حدث فيه وأيضا في المحطات الأخرى الشبيه بها

الأعطال الزمنية

هي الأعطال التي تحدث نتيجة تقادم الزمن كالتآكل والإجهاد في أجزاء الآلة والصيانة المناسبة في هذه الحالة هي الصيانة الوقائية والتنبؤية ويفضل التطوير والتجديد بالمنظومات الحديثة وليس اصلاح نفس المنظومات وتجديدها وذلك لمجاراة التحديث والتطور .

تحليل أسباب الصيانة الاضطرارية ووضع الحلول لمعالجتها

من الأسباب التي تؤدي إلى نشوء ا لصيانة الاضطرارية هي خلل وعيوب في الأجهزة .

عيوب في التصميم أو التصنيع أو سوء التشغيل للمعدة وقلة خبرة وكفاءة التعامل مع المعدة ، مما يؤدي إلي استهلاك المواد ثم نقص في أعمال الصيانة .

وللتقليل من التوقفات القسرية لا بد من دراسة كل سبب على حده ثم وضع الحلول الكفيلة بعدم تكراره ، وللحد من مشاكل سوء التصميم والتركيبات لا بد من وضع مواصفات دقيقة قبل شراء المعدات والتعاقد .يعني العمل بسياسة تجزئة العطاء للحصول على أفضل الشركات المنافسة بالإضافة إلى وجود المواد في أكثر من مكان حيث يمنع من احتكار الشركات .

أما النقص في الصيانة فلا بد من التخطيط له وتوفير وتأهيل الكوادر الفنية له والتركيز على النوعية وهذا يتأتى بتوفير فنيين من ذوي الخبرة المتخصصة ثم التركيز على التدريب العملي فلا بد من التركيز على وسائل التدريب المناسبة بتوفير النماذج والقيام بالتطبيقات العملية في ورش الصيانة .

أن مجالات التدريب واسعة جداً إلا أن أهم ما في الأمر هو أن تناط هذه المسؤولية بجهة مختصة ومتفرغة تتولى أعمال المتابعة سواء على المستوى المركزي أو المحلي .يجب ايجا د آلية معينة لإنهاء الأعطال الطارئة أو التقليل منها بحيث يمنع تكرارها في أماكن أخرى من الشركة وذلك بتعميم الخطاء وتعميم كيفية تلافيه قبل حدوثه .

وفي حالات كثيرة جدا تعزى أسباب الأعطال الطارئة إلى عدم السرعة في تطبيق الصيانة اللازمة وذلك يعود لسببين هما عدم التقدير الصحيح للأعطال التي تؤدي إلي التوقف القسري أو عدم استجابة المعنيين بتوفير ما يمنع من حدوث الأعطال الطارئة ومن هنا فإن عملية التدريب هي عملية متكاملة فحسن التشغيل يؤدي إلى تقليص أعمال الصيانة الطارئة والاضطرارية.

كما أن إتقان الصيانة تؤدي إلى سهولة في التشغيل وبالتالي إلى رفع عامل الأداء والاعتمادية لوحدات التوليد .

والمصداقية وعدم المبالغة في طلب القطع الغيار يكسب ثقة المسئولين علي توفير اللازم بسرعة تمنع حدوث الأعطال لان كثرة طلب قطع الغيار الطارئة تقلل من حالة الانتباه لدى المسئول ويحدث عدم تصديق خصوصاً إذا تم طلب قطع غيار بطريقة عاجلة جدا ولم يتم التوفير لسبب ما ولم يحدث ما تم التنبيه عليه الناتج عن عدم التقدير الصحيح لحالة الطلب عاجل أو عاجل جدا أو .....

وتجميع الأعطال وإصلاحها في وقت مبرمج واحد يؤدي إلى تقليص عدد مرات التوقف وبالتالي يؤدي إلى خفض الاستهلاك الداخلي في محطات التوليد على جميع الأوجه.

الصيانة الوقائية.

مميزات تطبيق الصيانة الوقائية-:

1. الصيانة تتم بنظام مخطط يضع الآلة دائما في حالة الاستعداد التام للعمل.
2. خفض تكاليف الصيانة. 3. تحديد الإجراءات والتكلفة. 4. تخفيض مخزون قطع الغيار
5. التقليل والحد من ساعات العمل الإضافية . 6. استغلال تنفيذ الصيانة الوقائية كتدريب .

7. إنهاء أو تقليل ما أمكن الصيانة الطارئة التي تسبب خسائر كثيرة في كل شيء.

8 .تحديد المسؤولية على الأعطال وكشف سوء الصيانة إذا سبقت الصيانة لمعدة اجري عليه صيانة وقائية كتركيب خاطئ لقطع الغيار مثلا.

عيوب تطبيق الصيانة الوقائية-:

1. التدخل في آلة قد يولد خطا ما. 2 .استبدال قطع قد يسبب أخطاء أساسية 3. قد تتطلب الصيانة الوقائية إيقاف آلة عن العمل 4 .زيادة استهلاك قطع الغيار.

5. المبالغة في الصيانة الوقائية لها مردود عكسي في إهدار الوقت والمال.

خطة الصيانة الوقائية Maintenance Plan of Preventive

هي جميع الخطوات اللازم اتخاذها لوضع نظام متكامل للصيانة الوقائية لأي مشروع . وتختلف هذه الخطة من مشروع لأخر ، فخطة صيانة وقائية لمصنع تختلف عن تلك لمجمع إنتاج طاقة . كما وتتفاوت خطط الصيانة الوقائية من حيث التعقيد بتفاوت حجم المشروع وتعقيده . ويمكن في المشاريع الصغيرة والمتوسطة تنفيذ وإدارة والتحكم بخطط الصيانة الوقائية بالوسائل التقليدية . أما في المشاريع الكبيرة والتي تشمل عادة على أنظمة كثيرة ومعقدة فلابد من استخدام الحاسب الآلي

لتنفيذ خطة الصيانة الوقائية بشكل فعال واقتصادي ، الأمر الذي سنشرحه فيما بعد. و يقتضي وضع أي خطة صيانة وقائية اتخاذ الخطوات التالية :

1. -حصر جميع الآلات والمعدات المراد صيانتها وقائيا Equipments of
2. تسمية الآلات المراد صيانتها Equipments Identification of
3. تحديد توابع الآلات Association of Equipments
4. تنظيم قوائم الفحص لكل فئة من الآلات Categories Check Lists of Equipments
5. تحديد فترات الفحص الزمنية Frequencies check
6. تنظيم بطاقات الصيانة الوقائية Cards Preventive Maintenance
7. وضع برنامج الصيانة الوقائية Preventive Maintenance Program

فوائد استخدام برنامج الصيانة الوقائية :

-خفض تكاليف الصيانة:

يمكن خفض تكاليف الصيانة عندما تكون الصيانة مبرمجة ومخطط لها من قبل وباستخدام المقاييس الدولية المتداولة والحصول على المواد اللازمة للصيانة قبل بدء العمل.

إجراء الصيانة في الفرصة المناسبة:

قبل أخذ قرارات لإجراء الصيانة يجب حساب عامل الزمن لتوقيف المعدات عن العمل، ويجب أخذ في الاعتبار توافر المواد والأدوات اللازمة والقوى البشرية.

التقليل من طلب وسحب قطع الغيار :

إذا كان بالإمكان تكثيف استعمال الصيانة الوقائية فإنه يمكن استباق أوامر العمل والحصول على قطع الغيار من منبعها قبل إجراء الصيانة ، وهذا يقلل من عدد قطع الغيار التي يجب شراؤها وتخزينها بسبب توقعات استعمالها في الصيانة الطارئة .

قلة الحاجة لمعدات احتياطية:

عندما تكون أعمال الصيانة متوقعة في وقت مسبق عندها يكون الأمر ممكناً لإيقاف المعدات في الوقت المناسب بحيث لا تعيق من مجرى العمليات ولا داعي لاستعمال الالآت الاحتياطية

قلة الحاجة للعمل الإضافي:

إن الصيانة المتوقعة تجعل الأمر ممكناً لتخطيط وجدولة الأعمال بدقة متناهية بحيث يمكن تقدير الوقت الذي تستغرقه الصيانة يمكن تقليل العمل الإضافي .

زيادة عوامل السلامة :

يمكن تطبيق قواعد السلامة للعمل المتوقع بطريقة أفضل منه في العمل الطارئ والمفاجئ.

تحسين الوضع البيئي : بتطبيق برامج الصيانة الوقائية يمكن التخلص من الملوثات الناتجة من تفاعل المواد الكيماوية المنتجة للدخان وخاصة خلال الأعمال الطارئة .

خطوات تطبيق الصيانة

1) .تحديد الآلات والأجهزة المراد صيانتها

وذلك من خلال تحديد وحصر جميع مكونات المنشأة ومعرفة جميع المعلومات المهمة اللازمة للتعرف على مكون كل وحدة تتطلب إجراء الصيانة لها .

2). التأكد من توفير جميع وثائق المصنع

عادة ما يقوم مصنع الآلة بعمل كتب خاصة بعمليات التشغيل والصيانة وقطع الغيار القياسية وتوفير هذه الكتب والخرائط لجميع المكونات المراد عمل الصيانة لها من أهم الأمور التي يجب عدم إغفالها في تطبيق عمليات الصيانة

≠ إما في حالة عدم وجود خرائط وكتب المورد أو المصنع يجب إتباع الخطوات الآتية : مخاطبة المورد أو المصنع من اجل الحصول على الكتب اللازمة (as built) أو زيارة منشأة مماثلة ومحاولة الحصول على خطة الصيانة للآلات والمعدات المماثلة حيث يتم الاستعانة بخبراء الصيانة الموجودين في المنشأة أو خارجها .

3). تحديد عمليات الصيانة

يقصد بعمليات الصيانة أنه كل إجراء لابد أن يقوم به فريق الصيانة نحو جزء معين في الآلة؛ ويتم ذلك بعد الإطلاع على تعليمات المورد أو الشركة الصانعة المذكورة في الكتب الخاصة بالصيانة ويجب أن يكون فريق الصيانة على إطلاع دائم ومستمر بهذه الكتب وقراءتها واستيعابها جيدا والرجوع أليها كل ما دعت الحاجة لذلك خاصة وان المصنَع أو المورد هو الجهة الموثوق فيها التي يستطيع فريق الصيانة الاعتماد عليها في تطبيق الصيانة الصحيحة واللازمة لكل معدة

4)عمل خطة الصيانة

بعد حصر جميع عمليات الصيانة المطلوبة لجميع مكونات المنشأة وتحديد أنواع الصيانة التي سوف يتم تطبيقها يتم وضع خطة مستقبلية لعمليات الصيانة (أسبوعية-شهرية-سنوية) تحدد فيها مواعيد الصيانة

ويجب عن إعداد هذه الخطة مراعاة الاتى :

توفر العمالة المحلية والأجنبية / توفير قطع الغيار والعدد والآلات المناسبة . / أوقات الذروة والمواسم / أجازات الأعياد وإجازات الفنيين .وغيرها من العوامل المؤثرة في عمليات الصيانة

5).عمل نماذج وجداول الصيانة

بعد تحديد عمليات الصيانة يتم تفريغها في نماذج تصمم حسب نوع العمل وحسب الخطة الموضوعة ويتم إعطاء تلك النماذج إلى فريق الصيانة للبدء في تنفيذ العمليات المذكورة فيها ويتم المراجعة على هذه النماذج من قبل مسئول الصيانة للنظر في الملاحظات المدونة بها وإجراء اللازم نحوها ثم يتم حفظها في السجلات الخاصة بالآلة وإذا كانت هذه النماذج اكترونية كانت أكثر وضوحا ودقة كما سيتم عرض بعض النماذج لمعدات .

6).اختيار وتدريب العمالة الفنية

إن من أهم العناصر التي ترفع كفاءة عملية الصيانة للمعدات وخفض تكاليفها هو عنصر العمالة المدربة فبعد استحداث خطة الصيانة يكون على مسئول الصيانة انتقاء الإفراد التي يرى أنها تصلح لتطبيق هذه الخطة بشكل جيد

7)توفير قطع الغيار

اي آلة مكونة من أجزاء وكل جزء يؤدى وظيفة خلال فترة عمرة الافتراضي ويختلف هذا العمر الافتراضي طبقا لظروف التشغيل ومما لا شك فيه إن توافر المواد المساعدة مثل الزيوت والشحوم وقطع الغيار اللازمة له تأثير مباشر في نجاح خطة الصيانة كما إن عدم توافر قطع الغيار يؤدى إلى تفاقم الأعطال وزيادة مدة خروج الآلة عن العمل وبالتالي يؤثر ذلك في النهاية على ضعف الإنتاج ويتم توفير قطع الغيار بناء على خطة شراء مدروسة تعتمد على

أ- تحديد أنواع قطع الغيار

قطع غيار أساسية في الآلة أو ثانوية

قطع غيار ذات عمر افتراضي كبير أو صغير

ب- تحديد حجم الاحتياج من قطع الغيار

يمكن تحديد حجم قطع الغيار التي يجب إن تتوافر في المنشأة من وثائق المصنع حيث أن غالبية المصنعين يقوموا بتحديد الحد الأدنى لتواجد قطع الغيار خاصة الاستهلاكية منها أما في حالة عدم وجود هذه المعلومات في الكتب فانه يتم عمل متابعة للآلات خلال ساعات تشغيلها ومن خلال ملف الصيانة الخاص بها يمكن معرفة المعدلات الفعلية لاستهلاك قطع الغيار

ويمكن استخدام المعادلة الآتية لتحديد عدد القطع المطلوبة في السنة للآلة

n = (d * y) / m

n عدد القطع المطلوبة في السنة

d عدد ساعات العمل الفعلية

y عدد أيام العمل الفعلية في السنة

m متوسط العمر الاستهلاكي لقطعة الغيار

ج- تحديد حجم الطلب الاقتصادي لمخزون قطع الغيار

بعد تحديد معدل الاستهلاك السنوي يتم تحديد حجم الطلب الاقتصادي لمخزون قطع الغيار والذي يعتمد على قيم عديدة لابد من توافرها منها أوامر التوريد وتكلفة التخزين وحجم الاستهلاك.

ويمكن إتباع السياسة العامة للتخزين والتي تتلخص في أنه قطع الغيار المتوفرة محليا لا يتم شراؤها وتخزينها لإمكانية شراؤها في أي وقت أما القطع التي لا تتوافر محليا والتي تحتاج وقت طويل لتوريدها يتم طلب المهم منها وتخزينه في المخزن لحين الحاجة إليها.

8.العدد والأجهزة المطلوبة لإجراء الصيانة-:

مما لا شك فيه إن العدد والأدوات المستخدمة في عمليات الصيانة لها أهمية كبيرة في تنفيذ خطة الصيانة الموضوعة للموقع في الوقت المحدد وبنجاح.

وأيضا توفر عدد متنوعة ومتطورة يكون له تأثير كبير في تسريع وقت انجاز مهام الصيانة وبالتالي زيادة أوقات التشغيل ويتم تحديد العدد والأدوات المناسبة لكل عمل من واقع تعليمات المصنعين أو من خلال الخبرة والتجربة ويتم تسجيل هذه العدد والأدوات في سجلات خاصة بها ويمكن تحديد الأشخاص المسئولين عنها

9.عمل واستحداث نظام تسجيل المعلومات-:

لابد من إن يكون لدى كل إدارة صيانة نظام كامل لتسجيل المعلومات الخاصة بكل عمليات الصيانة لكل آلة بالموقع حيث إن هذه المعلومات المسجلة هي التي تكون بمثابة المرجع الأول والأخير لتقارير الصيانة التي ترفع إلى الإدارات العليا ويتم تقدير الموازنات وخطة الصيانة وشراء قطع الغيار وخطة المراقبة من خلالها.

وعلى سبيل المثال يعتبر نظام أمر العمل إحدى أنظمة التسجيل المهمة والمفيدة .

{توضيح العمل المراد انجازه . توضيح العمل المنجز .رصد عمالة وزمن العمل المنجز .رصد المواد المستخدمة في العمل المنجز .رصد التكاليف (يملئ من خلال المختصين)}.

الدورة التنظيمية التي يأخذها تصريح العمل داخل إدارة الصيانة-:

1:يتم ملئ نموذج أمر العمل يدويا أو أليا حسب النظام المستخدم داخل إدارة الصيانة مع توضيح العمل المراد انجازه .

2: يتم إرساله إلى مشرف العمال في فريق الصيانة لإنجاز العمل وبعد انجاز العمل المطلوب يقوم مشرف العمل أو من ينوب عنه لكتابة العمل المنجز وقطع الغيار المستخدمة إن وجدت وكذلك أسماء منجزين العمل وعدد ساعات العمل وفى الأماكن المحددة لذلك في نموذج أمر العمل المذكور

3:يقوم مشرف العمل بالتوقيع على صحة هذه المعلومات و أرسالة إلى مسئول الصيانة الذي يقوم بدورة بالإطلاع علية و إرساله إلى قسم التسجيل الخاص بالصيانة .

يجب أن تراعى الدقة والمصداقية في كتابة البيانات لأنها من المفترض أن تقوم على صحة هذه البيانات قرارات وافتراضات وسياسات عليا في الاستيراد والتعاقد بناء على المعلومات في تقارير الصيانة واعتماد الجهات العليا على هذه المعلومات هو عين الصواب في اتخاذ القرارات فيجب أن تكون في غاية الدقة والصحة .

هذا نموذج للصيانة الوقائية لمضخة وقود في محطة إنتاج الطاقة

Weekly inspection of the fuel oil pump (M.D)

Benghazi POWER PLANT

Weekly inspection of (M.D)

K.K.S No. : 14MBN32AP001

Pump checklist:

1- Visual check :……(OK/not OK).
2- Oil level: ……..……(OK/not OK).
3- Leakage: ……...(OK/not OK).
4- Noise :……(OK/not OK).
5- Vibration:

DE		NDE	Max	Remarks
H			7mm/s	
V			7mm/s	
A			7mm/s	

*** DE: drive end, *NDE: non-drive end**

***V: vertical, *H: horizontal, *A: axial**

6- Bearing temperature:

DE	NDE	Max		Remarks
		Alarm	Switch off aggregate	
		>90 C	>100 C	

7- Thermodynamic readings:

Before			After		
T1	P1	T1	P1	T1	P1

***T: Temperature, *P: Pressure, *M: Mass flow rate**

Inspected by:…….. Date:…….. signature:……..…….

10 :تنظيم الإعمال وتوزيع المسؤوليات

1) تنظيم من الناحية الفنية:

وأفضل طريقة لتنظيم أعمال الصيانة من الناحية الفنية هي عمل بطاقات وصف لإعمال الصيانة الكبيرة منها والصغيرة ويجب أن تشمل هذه البطاقات على. (عناصر العمل المراد انجازه / الوقت المطلوب لانجاز كل عنصر/ جميع العدد والأدوات المطلوبة لإجراء العمل / عدد العمالة المطلوبة لانجاز العمل .جميع قطع الغيار المتوقع احتياجها لانجاز العمل)

2) التنظيم من الناحية الإدارية:

يجب أن يكون هناك نظام شامل لجميع العاملين في قسم الصيانة وذلك من خلال تحديد مسميات الوظائف في كل قسم

ودرجة تبعية كل وظيفة للأخرى ويتم توزيع العاملين على هذه الوظائف وتعريف كل موظف بمسؤوليات ومهام هذه الوظيفة ويجب اختيار الأشخاص المناسبين كلا حسب متطلبات وظيفته ويتم توزيع الأعمال والمسؤوليات وإصدار أوامر العمل وغيرها من الأعمال التنظيمية التي تضمن سير عمليات الصيانة بشكل جيد داخل المحطة وتحقيق الأهداف المرجوة من ورائها.

11.مراقبة تنفيذ الخطة

مراقبة تنفيذ الخطة من أهم العناصر التي تضمن سير عملية الصيانة داخل المنشأة بأسلوب جيد حسب الخطة الموضوعة مسبقا ويمكن إتباع ثلاث خطوات يتم تنفيذهم بشكل جيد لضمان جودة عملية المراقبة:

1) تحديد الاختلافات بين ما تم تحديده في خطة الصيانة وبين ما تم انجازه بالفعل ويتم ذلك بإصدار تقرير شهري عن جميع انجازات أعمال الصيانة ومقارنتها بالأعمال الموضوعة في الخطة مسبقا.

2) تحديد وتحليل أسباب الاختلاف ودراستها من قبل مسؤولى الصيانة ومعرفة أسبابها مثل تقصير وإهمال فريق الصيانة أو نقص العمالة أو نقص في العدد والأدوات أو حتى نقص في قطع الغيار

3)اتخاذ الإجراءات التصحيحية في ذلك وبمجرد إن يتعرف مسؤولى الصيانة عن أسباب الفروق يمكن رفع التوصيات والإجراءات التصحيحية لكل الأقسام المختلفة التي لها علاقة بالأمر في المحطة للمساهمة في إنهاء هذه الأسباب أو عدم حدوثها بعد ذلك.

<u>أهم عوامل نجاح الصيانة.</u>

. القوى البشرية:

تتم عمليات الصيانة الرئيسية في الدول الصناعية سواء لوحدات التوليد أو لمعداتها من قبل مقاولين من خلال عقود للصيانة التي تبرم مع الشركات الصانعة أو من خلال شركات صيانة أخرى أما في الدول النامية فلا تتوفر المصادر المناسبة لحد كبير ومن هنا تلجأ إلى استخدام أعداد كبيرة نسبياً على مدار العام و عادة ما تفتقر هذه الأعداد إلى الخبرة الجيدة ومن هنا لا بد من التركيز على التخطيط الشامل لهذه القوى سواء على المستوى المؤسسة الواحدة أو على المستوى القومي إلاّ أنه وبالرغم من معرفة نقاط الضعف إلاّ أنه لا يتم تحقيق نتائج جيدة للافتقار للسياسات الواضحة ، ومن هنا لا بد من رسم سياسات واضحة لأساليب الصيانة والتحكم في عناصرها جميعا ومنها القوى البشرية وبسبب ذلك تنشأ الحاجة لتطوير إدارات وهياكل أنظمة الصيانة وتحديثها باستمرار . كما لا بد من الأخذ في الاعتبار الاستفادة من الخبرات العالمية والمحلية من خلال مقاولين متخصصين بعد إجراء دراسات تحليلية للنفقات ويجب عدم التردد في هذا الأمر حيث أنه إضافة إلى تحقيق المردود الاقتصادي فإن عمل موظفو الصيانة مع أولئك الخبراء جنباً إلى جنب سيسهم في عملية تدريب جماعي للعاملين المحلين .

قطع الغيار : -

تعتبر قطع الغيار من العوامل الصعبة في عناصر الصيانة ففي الوقت الذي ينظر إليه كاستثمار مالي باهظ التكاليف نتيجة التخزين وركوده لسنوات طويلة مما ينتج عن ذلك تجميد مبالغ مالية طائلة إلا أنه أمر لا مفر منه عند النظر إلى تحقيق عوامل توفير عالية لوحدات التوليد ، ومن هنا لا بد من التركيز على هذا الموضوع وأخذ الأمور التالية في الاعتبار : -

أ - استخدام الحاسوب في رصيد ومتابعة قطع الغيار ومن المفيد جداً توحيد أرقام المخزون على مستوى المحطة ثم على المستوى الشركة وذلك لتقليل حجم الاستثمار الباهظ والمحافظة في نفس الوقت على حدود آمنه لهذا المخزون ولابد من الأخذ في الاعتبار عند توحيد أرقام قطع الغيار(stock code) تحضير مواصفات فنية كاملة ثم مواصفات تجارية وذلك لتوفير عوامل المرونة عند التعامل لاستخدام بدائل لقطع الغيار والتحلي بالشفافية الكاملة والصدق في إدخال المعلومات وأوجه صرفها .

ب - لا يكفي استخدام الحاسوب لرصد قطع الغيار بقدر ما يعني أهمية ربطة مع نظام برمجية الصيانة ونظام المشتريات كما لا بد لمخطط ومبرمج الصيانة الأخذ في الاعتبار توافر قطع الغيار وكمياتها سواء أكانت في الموقع أم في مرحلة الشراء أو في موقع أخر يمكن الاستفادة منه بسهولة .

تصنيع قطع الغيار :-

ضرورة التركيز على التصنيع المحلي سواء في السوق المحلي أو في الورش والمشاغل المحلية الأخرى ، وبتوسيع قاعدة التصنيع يمكن تحقيق فوائد اقتصادية كبيرة نتيجة تخفيض النفقات حيث يصبح بالإمكان تخفيض الحد الأدنى للمخزون كما يمكن التأثير على عوامل برمجة الصيانة ونوعيتها عن طريق توفير قطع الغيار في أوقات قصيرة .

استبدال وترميم المعدات :

من الظواهر الشائعة أن يلجأ موظفو الصيانة لاستبدال القطع الكاملة دون معرفة السبب الحقيقي للتلف وعند ذلك يتم استبدال قطع متكاملة أحيانا وذات كلفة عالية ومن هنا تنشأ الحاجة إلى ضرورة تحديد الأعطال وإجراء الدراسات الفنية لتجنب تكرار هذه الأعطال وقد يكون من المفيد جداً استخراج تقارير تكلفة الصيانة وفقاً للأسباب ثم التركيز على المعدات ذات الكلفة العالية والعمل على تخفيضها ، كما أن متابعة وتحليل أسباب الأعطال وتقديم التقارير الفنية وتعميمها أمور مفيدة ومهمة إضافة إلى تطبيق التخطيط المؤسسي بما يتعلق بتوفير الأيدي العاملة المؤهلة وتداولها بين محطات التوليد وقد خطت مؤسسات الكهرباء العالمية خطوات هامة في أعمال بحث وتطوير الصيانة واهتمت اهتماما بالغاً باحتساب (life cycle cost) للمعدات بحيث يتم دراسة المشكلة من جميع جوانبها ثم تقديم تقرير يحدد أسلوب الصيانة سواء بإجراء الصيانة المستمرة والمتكررة أو استبدال المعدة أو بعض قطعها .

<u>ومن أهم العوامل التي يتم أخذها في تحديد هذه التكلفة هي :</u>

أ - تكلفة الصيانة .
ب -الطاقة المفقودة نتيجة التوقفات الطارئة .
ت -الاستهلاك في عمر المعدة .
ث -القيمة المتبقية للمعدة .
ج -النفقات المتبقية للمعدة .
ح -النفقات التشغيلية .
خ -تكلفة القطع المستبدلة .

أسس تصاريح العمل :

أ - القيام بالصيانة الضرورية فقط .
ب -تحديد أولوية العمل .
ت -التنسيق بين أقسام التشغيل والصيانة لتحديد مواعيد العمل من خلال تخطيط الصيانة .
ث -برمجة الأعمال على مدار الأسبوع .
ج -أولوية الأعمال المخطط لها والمبرمجة والمعتمدة من قبل ، عدا الحالات الطارئة .
ح -يتم اعتماد العمل الإضافي في الحالات التالية فقط .
(التأثير على الاستطاعة التوليدية أو التوقف المفاجئ / التسبب في زيادة المخاطر سواء كانت شخصية للعاملين أو إلحاق الأذى في المعدات/ وجود مؤشرات واضحة لخفض التكلفة الإنتاجية في حالة عدم اعتماد العمل الإضافي)

ز_ عدم السماح بالعمل الإضافي غير المبرر.

أهداف تصاريح العمل:

أ - وصف كامل العمل .
ب -تحديد الموارد المطلوبة.
ت -تحديد تكلفة العمل. (بالنسبة للشركات الأجنبية)
ث -وضع الأولويات .

ج -مراقبة الطلبات المعتمدة من المخولين .
ح -المساعدة في أعمال البرمجة .
خ -إعداد التقارير ومتابعتها.
د - تحديد ومعرفة ومتابعة الأعطال.
ذ - التدريب المستمر للعاملين من خلال وضع الوصف الصحيح للقيام بالعمال (JOB DECRIPTION).
ر -تحديد القوى البشرية وقطع الغيار في الأعمال المستقبلية .
ز -معرفة تواريخ المعدات .
س -عمل سجل تاريخي للمعدة .

أساليب المراقبة الحديثة :-

المراقبة المستمرة (Continues Monitoring)

أ- استخدام الحاسوب لمراقبة القيم التشغيلية (الحرارة ، الضغوط ، التمدد والاهتزاز) .

ب- استخدام الحاسوب لأغراض احتساب مؤشرات ألاجهادات.

المراقبة الدورية (Period Supervision):

أ- تسجيل وتحليل قراءات الاهتزازات لجميع المعدات الدورية مرة واحدة شهريا على الأقل.

ب- الكشف على ريش التوربين الممكن الوصول إليها بشكل دوري باستخدام (ENDSCOPE)

ج – قياس واحتساب الكفاءة الحرارية لوحدات التوليد وأجزائها وتحديد الفواقد وأسبابها .

د- فحص سنوي لعازليه ملفات المولد .

هـ- إجراء الفحوصات اللاإتلافية **Non destructive tests**.

أصلاح الأعطال

***1)*.الوقت ثمين جدا**.....

وقت فني الصيانة يساوي مالاً لذا حاول أن تصل إلى العطل بسرعة ولا يأخذ منك ساعات طويلة لان اكتشاف العطل هو إصلاحه إي أحيانا عند اكتشاف العطل يأخذ وقت طويل ولكن تغير ريلي أو كونتك تر لا يأخذ سوى دقائق.

***2)*.**الحواس الثلاثة مهمة : فباستخدام البصر والسمع والشم أحيانا تهتدي للعطل دون أهدار وقت ولكن معرفة السبب الذي أدى إلى هذا العطل مهم جدا لتفاديه مرة أخرى أو في معدة متشابه له

***3)*.**عزل العطل:

لتحديد مكان العطل في الجهاز قم أولا بفهم ودراسة الدائرة الخاصة بالجهاز و أستخدم الرسم التخطيطي block diagram ثم قم بتجزئة الدائرة إلى دوائر أذا كانت الدائرة مركبة او متصلة بدوائر أخرى. وابدأ بدائرة التي لم تؤدي مهمتها وعندها توقف التسلسل التطبيقي لمهمة الدائرة

مثلا (دائرة تحكم في فتح صمام وخطوات عمل الدائرة كلها طبقت وتوقفت لعدم فتح صمام معين , تبدأ إذا بدائرة الصمام لما لم يفتح الصمام وتدرس شروط فتح الصمام وما هي عوائق تشغيل الصمام وهكذا) وتدرس خرج ودخل كل دائرة وحدها وبذلك تحد إي الدوائر المسئولة عن العطل .

وعند تحديد الدائرة المسئولة عن العطل قم باختبار صلاحية كل معدة بها وقياس أدائها .

أجهزة القياس المستخدمة في الصيانة

أجهزة القياس تعتبر عين الفني للصيانة وبدونها يصبح الفني عاجز عن تحديد العطل.

1.جهاز الافوميتر الرقمي:

حيث يقوم هذا الجهاز بقياس كل من (الجهد,التيار,ألعازليه, المقاومة,السعة,التردد) ويعتبر دقيق القراءة ونسبة الخطأ ظئيله

2.جهاز الاسيلسكوب:

يعتبر من أهم أجهزة القياس والاختبار للدوائر الالكترونية وأكثر الأجهزة دقة حيث يمكنه رسم أشارة الدخل والخرج بمنتهى الدقة ويمكن به اختبار مرحلة بالكامل في ثواني ويعتبر القياس الأساسي له هي العلاقة البيانية بين الجهد والزمن ورسم منحنى أداء المعدة ومنها تستنتج العطل ويستعمل في نطاق واسع للتردد من 10 MHz إلي 40 MHz .

3.جهاز اختبار الدايود والثايرستور(Diod & SCR Tester)

4.جهاز اختبار المكثفات (Capacitance meter):

5.جهاز اختبار الجهد العالي (ويتم به اختبار ألعازليه للكوابل)

6. عصا اختبار الجهود المنخفضة والمتوسطة.

7. جهاز حقن للجهد والتيار(Secondary injection): ويتم اختبار محولات التيار والجهد واختبار الأجهزة المختلفة وهي خارج الدائرة.

8. محول عزل متغير(Autotransformer):

ويسمى فارياك وهو عبارة عن محول له دخل 220 v ومتعدد الخرج من 0 الي 220 v ويتم تغذية الدائرة وهي خارج العمل واختبار أدائها.

*ويمكن اختبار المنصهرات بالافوميتر عن طريق توصيله وقياس المقاومة فإذا كانت صفر كان صالحا وان كانت مقاومته عالية إذا عاطل.

*ويمكن قياس المقاومة ومعرفة قيمتها بالافوميتر وهل القيمة مطابقة للمقومة أم لا وتعرف المقاومة من الألوان الموجودة عليها.

9. جهاز قياس التذبذب :

السلامة والصحة المهنية

تعتبر السلامة الوقائية والصحة المهنية من أهم الركائز الأساسية والمهمة التي تسعى إلى توفيرها البلدان والجهات ذات العلاقة العمة منها والخاصة في بيئات العمل.

مفهوم السلامة العامة والصحة المهنية ← تعرف بأنها العلم الذي يهتم بالحفاظ على سلامة وصحة الإنسان العامل وذلك بتوفير بيئة عمل آمنه خالية من مسببات الحوادث أو الإصابات أو الأمراض المهنية .

الأهداف التي تسعى السلامة والصحة المهنية إلى تحقيقها .

1. حماية العنصر البشري من الإصابات الناجمة عن مخاطر بيئة العمل وذلك بتأمين عدم تعرضهم للحوادث والإصابات والأمراض المهنية .
2. الحفاظ على مقومات العنصر المادي المتمثل في المنشآت وما تحتويه من أجهزة ومعدات ثمينة من التلف والضياع نتيجة للحوادث أو سوء الاستخدام .
3. الحرص على توفير وتنفيذ كافة اشتراطات السلامة والصحة المهنية التي تكفل توفير بيئة آمنه تحقق الوقاية من المخاطر للعنصرين البشري والمادي .
4. تستهدف السلامة والصحة المهنية كمنهج علمي يعمل على ترسيخ الأمان والطمأنينة في قلوب العاملين أثناء قيامهم بإعمالهم والحد من نوبات القلق والفزع وهم يتعايشون مع أدوات ومعدات خطرة الاستعمال.

ولكي تتحقق الأهداف السابق ذكرها لابد من توافر المقومات التالية :

≠ التخطيط الفني السليم الهادف لأسس الوقاية في المنشآت .

≠ التشريع النابع من الرغبة الصادقة إلى تنفيذ التخطيط الفني السليم .

≠ التنفيذ المبني على الأسس العلمية السليمة الحديثة عند عمليات الإنشاء مع توفير الأجهزة الفنية لضمان استمرار خدمات السلامة والصحة المهنية .

السلامة بالمنشآت الصناعية

السلامة مسؤولية كل فرد في موقع عمله ومرتبطة بعلاقته مع من حوله كالأشخاص والآلات والأدوات والمواد وطرق التشغيل وغيرها فالسلامة مجموعة من الإجراءات الهادفة إلى منع وقوع الحوادث وإصابات العمل وهي لا تقل أهمية عن عملية الإنتاج وجودته والتكاليف المتعلقة به .

الهدف من السلامة هو تحقيق إنتاج من دون حوادث وإصابات ولقد أصبحت السلامة أنظمة وقوانين يجب على العاملين معرفتها كما يجب على الإدارة تنفيذها وعدم السماح للعاملين بتجاوزها . كما يجب أن يكون هناك تدريب وإشراف مستمر وصحيح للعاملين على هذه الأنظمة حتى يمكن تلافي العديد من الإصابات والوفيات التي تحدث للعمال في بيئات العمل المختلفة بإذن الله .

البيئة السليمة للعمل:

1. أن يكون تصميم المنشأة ملائم لطبيعة العمل وإجراءات السلامة.
2. تحديد مخاطر العمل من قبل الإدارة وشرح للعاملين والتدابير الوقائية المتخذة لضمان عدم تعرض العاملين للإصابة
3. ضمان عدم توظيف الأفراد إلا بعد التأكد من قدرتهم على أداء العمل بشكل صحيح.
4. توفير وسائل الوقاية من الحريق والانفجار في مواقع العمل مع تدريب المستخدمين على أسلوب استخدامها .
5. ان تكون صيانة وتشغيل المعدات بشكل صحيح مما يضمن عملها بشكل امن .

واجبات ومهام مسئول السلامة المهنية

- التفتيش المنتظم على أماكن العمل واكتشاف مواطن الخطر.
- التحقيق في حوادث العمل وتعميم النتائج وإجراء تفادي مثل هذا الحادث مرة أخرى .
- الإشراف على اختيار معدات الوقاية الشخصية المناسبة .

- العمل على نشر الثقافة الوقائية باستمرار.
- عمل الإحصائيات الدقيقة لحوادث العمل وعمل أرشيف يتم فيها دراسة الحوادث المتكررة ومطالبة الإدارة بوضع الحلول المناسبة لها .
- الإشراف على تنفيذ برامج السلامة المهنية المقررة من قبل لجنة السلامة والإدارة .

مسئولية العامل في تأمين السلامة المهنية

- ألتزام العامل بأتباع التعليمات والإرشادات المقررة عليه وعدم مخالفتها أو التهاون في تنفيذها .
- أخذ الحيطة والحذر عند القيام بتنفيذ المهام المكلف بها لتجنب الإصابة أو المرض المهني.
- الالتزام بارتداء وسائل الحماية الشخصية عند القيام بكل عمل يتطلب ذلك (التأكيد على صاحب العمل بان يوفرها).
- أبلاغ صاحب العمل أو المشرف بمواطن الخطر لتلافي وقوعه .

أدوات الوقاية الشخصية :

خوذة الرأس← يجب أن تستخدم من قبل العاملين طيلة تواجدهم بمواقع العمل ويجب أن يتناسب مقاس الخوذة مع كل عامل
واقيات الوجه والعينين ←يجب أن يكون واقي الوجه والعينين بناءً على الخطر المتوقع من طبيعة العمل (لحام .كيمياء....)
القفازات ←يجب لبس القفازات فهي تحمي من العديد من الإصابات المحتملة .
حذاء السلامة ←يستخدم لحماية الأقدام من الإصابات ويجب أن يكون مناسب لطبيعة العمل .
واقيات السمع ←يجب استخدامها باستمرار طيلة تواجد العامل في مواطن الضوضاء .
الكمامات (واقي الجهاز التنفسي)←يجب استخدامه في المناطق التي يحتمل أن يكون بها غازات مضرة أو أبخرة كيميائية
حزام السلامة ←يجب استخدامه أثناء العمل في الأماكن المرتفعة وان يكون مثبت جيدا في أماكن التثبيت المعتمدة .
سترة واقية لكامل الجسم ← تستخدم عند التعامل مع الأشعة أو المواد الكيميائية الضارة أو الحرارة العالية .

الإصابات المهنية يمكن منعها

ان أفضل طريقة لمنع وقوع الإصابات هي الانتباه باستمرار من أجل تجنب الإخطار والاستعداد لتحمل المسئولية الشخصية عن تصحيح الأوضاع الخطرة قبل أن يصبح وقوع الخطر حتمياً لا يمكن تفاديه .
إن معنى أسلوب السلامة هو القدرة على تحمل مسئولية سلامة العمل دون الحاجة إلى وجود شخص أخر يذكرك باستمرار.
فالالتزام بأصول السلامة يعني اتخاذ كل الأحتياطات الوقائية لمنع وقوع الخطر وتحمل المسئولية .

منع وقوع الخطر

ندرك جيداً أن معظم الإصابات المهنية يمكن منعها ولا نحمل عدم المبالاة والاستهتار على القضاء والقدر فمفهوم القضاء والقدر واضحاً لا يحتاج لكثرة تفسيرات أو مجادلات فالقضاء والقدر يحدث إن قدره الله بعد أن تأخذ جميع الإجراءات والاحتياط الواجب اتخذها فمثلاً عندما تكون تسير بالسرعة الآمنة بالسيارة ومنتبها للطريق وسقط عليك حجر من الأعلى هذا قضاء وقدر عليك وفي نفس الوقت سيحاسب المسئول عن هذه الطريق نتيجة إهماله لحجز الأحجار المحتملة السقوط وأما أن توقد ناراً في مكان تعلم أن به مواد قابلة للاشتعال فهذا إهمال وانتحار فعند حدوث الحريق تكون أنت السبب فيه وما ينتج عنه أنت المسئول وليس قضاء وقدر.

مثال ←وجود بقعة زيت في مكان العمل أدت إلى سقوط احد العاملين وانكسرت رجله !! من المذنب وهل هذا قضاء وقدر المذنب الأول هو من تسبب في حدوث هذه البقعة ولم يتخذ الإجراءات الفنية لمنع حدوثها وان حدثت بظرف قاهر فالمذنب من رائها ولم يتخذ الإجراءات الاحترازية كمسحها أو حجزها بأشرطة منبهة أو التبليغ عنها فوراً مع وضع التحذيرات اللازمة. والمذنب الأخر من وقع بها لعدم ارتدائه حذاء الأمان أو لعدم انتباه لموضع قدمه .

المسئولية

بصفة عامة فان الشركة أو صاحب المصنع مسئول عن توفير بيئة عمل مأمونة لموظفيه من خلال وضع ضوابط فنية وإدارية ومن خلال توفير معدات الوقاية الشخصية المناسبة .

إن السلامة جزء لا يتجزأ من منهاج الشركة و لكن التزام الموظفين هو أساس نجاح الشركة , وبما أن الشركة مسئولة عن توفير البيئة السليمة الآمنة كذلك الموظف مسئول عن ممارسة أعماله بأمان ومسئول عن تطبيق الإجراءات اللازمة والمعايير الآمنة التي وضعتها لجنة السلامة .

عند اندلاع الحريق

تعتمد الاستجابة السريعة والمأمونة للحرائق على حسن الاستعداد لها ووضع خطط للإخلاء والإطفاء مسبقاً.

≠ التعرف على خطة الاستجابة لحالات الحريق الخاصة بكل مصنع أو مبنى (بحيث توضع الخطة في مكان ظاهر واضح في كل مكان)

≠ المشاركة في التدريبات الدورية على حالات الحريق حتى يتعرف كل العاملين على المخارج ومواقع معدات الإطفاء .

≠ وضع أرقام الطوارئ بجانب الهواتف وفي أماكن واضحة .

≠ التعرف على مواقع الإنذار ومعرفة كيفية استخدامه .

≠ التعرف على مخارج الطوارئ وضرورة وضع أنوار عليها ساطعة لكي تظهر عند نشوب الحريق وحدوث الدخان .

¥ كثرة التدريب على حالات الحريق وكيفية التعامل مع الحريق يجعل العاملين واثقين وغير مرتبكين في حالة حدوث حريق حقيقي .

لا تستخدم مطفأة الحريق إلا في الحالات التالية :

≠ أن تكون على دراية بنوعية الاسطوانة واستخدامها لنوعية الحريق فالحريق الكهربائي تختلف وسائل الإطفاء وهكذا.

≠ أن تكون على علم كيف تستخدم هذه الأنبوبة .

≠ أن تكون الأنبوبة كافية لإطفاء الحريق وألا يكون إهدارها وضياع الوقت سبب في اتساع الحريق .

≠ أن يكون المكان محصور ومغلق إذا كان الإطفاء بثاني اكسيد الكربون وإلا تتنفس أثناء الإطفاء لكي لا يغمى عليك وتقع.

≠ التأكد من وجود مخرج لك قبل الشروع في الإطفاء لضمان السلامة حين الفشل في الإطفاء فسلامة الإنسان أهم من سلامة المعدات .

إصابة العمل

يعرف الضرر الذي يصيب العامل بسبب وقوع حادث معين بأنه (إصابة) أي أن الإصابة هي النتيجة المباشرة للحادث الذي يتعرض له العامل.

وتعرف إصابة العمل بأنها الإصابة التي تحدث للعامل في مكان العمل أو بسببه وكذلك التي تقع في طريق العمل عند الذهاب أو الرجوع بشرط ألا يكون قد خالف قواعد المرور والطريق الذي سلكه مباشر معتمد من العمل كما تعتبر الأمراض المهنية من إصابات العمل.

الأمراض المهنية

هي أمراض محددة ناتجة عن تأثير مباشر لعمليات الإنتاج وما تحدثه من تلوث البيئة وما يصدر عنها من مخلفات مضرة قاتلة أو مسببة للإمراض ومن أسباب الأمراض المهنية أيضا الغير مباشرة وتسبب في أمراض على المدى الطويل بسبب بيئة العمل (الضوضاء, الاهتزازات , الإشعاعات , الحرارة , الرطوبة.....).

النتائج المباشرة المترتبة عن إصابات العمل

تعتبر إصابات العمل والإمراض المهنية التي تسبب في العجز الكلي أو الجزئي أو الوفاة الناجمة عن حوادث داخل العمل هي النتائج لظروف العمل الخطرة التي افتقرت لاشتراطات السلامة المهنية .

النتائج الغير مباشرة المترتبة عن إصابات العمل

الخسائر المادية على مستوى الشركة والدولة بسبب فقدان عناصر مدربة منفقة الشركة عليهم أموالا لتأهيلهم بالإضافة لفقدان لعنصر منتج مساهم في رفع مستوى دخل الدولة بالإضافة إلى هدر الوقت من جراء وقف عملية الإنتاج الذي كان يقوم بها المفقود وضياع الوقت والمال لتأهيل فرد أخر يقوم مقام المفقود.

م. عبدالعاطي العقيب