جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

الـرسم الصناعـــي

الصناعي / تكرير النفط ومعالجة الغاز

الـثـانـــــــي

المؤلفون

الدكتور المهندس
كاظم نوري عبد

الدكتور المهندس
محمد فاضل عبد علي

م.م. حيدر موسى حسين

م.م. أحمد جاسم محمد

م . علي محسن غضبان

الطبعة الرابعة

1447 هـ - 2025 م

المقدمة

يعد الرسم الصناعي بمثابة اللغة التي تمكن المتخصصين من التعبير عن أي تصميم بطريقة تمكن الآخرين من فهمه وتطويره. ويكون هذا الرسم وفقا لمعايير متفق عليها بالنسبة للشكل والتسمية والمظهر والحجم وما إلى ذلك. ويهدف الرسم الصناعي إلى استيعاب الخواص الهندسية كافة لنظام أو منتج ما بشكل واضح. والغاية الأساسية من الرسم الصناعي هي توصيل المعلومات الأساسية التي تمكن المصنع من إنتاج المكونات سواء أكانت أجهزة أم مكائن أم خطوط انتاج.

لقد درس الطالب في الصف الأول أساسيات الرسم الهندسي وما يتعلق بها من أنواع الخطوط وسمكها وأساليب التأشير على الأجزاء، مما يستوجب تطبيق تلك المفاهيم عند رسم الأجهزة والمعدات والمخططات التدفقية الواردة في هذا الكتاب، فضلا عن ان جميع الرسومات تتطلب فهماً دقيقاً لمحتواها العلمي والفني، وهي تمثل نماذج واقعية للأجهزة والمعدات المستخدمة في الصناعات النفطية أو مخططات تدفقية لعمليات تجري في مصافي النفط ومحطات معالجة الغاز، وبمجموعها تمثل الخطوة

الأولى والأساسية للرسومات التي سترد في كتاب الرسم الصناعي للصف الثالث، ومن بعدها التطبيقات العملية في ميادين العمل.

ان الرسم الصناعي هو لغة فنية وهندسية تستخدم في التفاهم ونقل الأفكار، سواء أكان ذلك عن طريق الكتابة (تحضير رسومات) أم عن طريق القراءة (دراسة رسومات سبق تحضيرها).

تحتاج قواعد الرسم الصناعي وأسسه إلى دراسة سليمة ومران كامل ودقة تامة وتعد الوسيلة الوحيدة التي تعتمد عليها العمليات الإنتاجية والصناعية، اذ لا يمكن تصنيع مبادل حراري لاستخدامه في الصناعات النفطية دون اجراء عمليات التصميم والرسم لكل جزء من أجزاء المبادل.

الكتاب الحالي (الرسم الصناعي للصف الثاني تخصص تكرير النفط ومعالجة الغاز) هو أحد الكتب المتخصصة في المجال المذكور

نرجو من الأخوة التدريسيين القائمين بتدريس الكتاب الاهتمام بشرح رسومات الأجهزة والمخططات التدفقية لكي يفهم الطالب ما يرسمه بالشكل الذي يؤدي إلى زيادة معلوماته وتطوير الجانب المعرفي لديه. فضلا عن تزويدنا بملاحظاتهم وآرائهم حول ما يحتويه الكتاب من مادة علمية وهذا جزء أساسي من عملية تطوير الكتاب في الطبعات اللاحقة.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

1442 هـ - 2021 م

الفهرست

ت	اسم الموضوع	رقم الصفحة
	المقدمة	3
	الفهرست	4
1	الفصل الاول	6
1-1	الرموز العالمية للمعدات والأجهزة المستخدمة في تكرير النفط ومعالجة الغاز	6
1-1-1	تمهيد	6
2-1-1	تطبيقات رموز المخططات	7
3-1-1	أنواع الرموز العالمية للمعدات والأجهزة المستخدمة في تكرير النفط	7
1-3-1-1	رموز المعدات الدوارة	7
2-3-1-1	رموز المبادلات الحرارية	12
3-3-1-1	رموز الخزانات	14
4-3-1-1	رموز اوعية التفاعل	14
5-3-1-1	رموز أعمدة الامتصاص والتقطير	17
6-3-1-1	رموز الصمامات والتوصيلات	20
4-1-1	تطبيقات الرموز في رسم المخططات	21
	أسئلة وتمارين	26
2-1	المبادلات الحرارية	27
1-2-1	تمهيد	27
2-2-1	مبادل الغلاف والانبوب الحراري	28
3-2-1	تصميم المبادل الحراري نوع الغلاف والانبوب	28
4-2-1	المبادل الحراري ذو الانبوب المزدوج	32
	أسئلة وتمارين	37
3-1	المراجل البخارية	38
1-3-1	أنواع المراجل البخارية	39
2-3-1	مرجل انابيب المياه	40
4-1	الانبوب والفلانجة	40
1--4-1	الربط بالفلانجة	45
	أسئلة وتمارين	52
5-1	المضخات (المضخة الطاردة المركزية ، المضخة الترددية)	52
1-5-1	المضخات الترددية ، المضخة الترددية ذات المكبس	52
2-5-1	المضخة الطاردة المركزية	57
	أسئلة وتمارين	62
6-1	الخزانات (الخزان الأسطواني، الخزان الكروي)	63

1-6-1	تمهيد	63
2-6-1	الخزانات النفطية	64
1-2-6-1	تعريف الخزانات	64
3-2-6-1	تصنيف الخزانات	64
4-6-1	الرسم الهندسي للخزانات	69
1-4-6-1	الخزانات الكروية	70
2-4-6-1	الخزانات الأسطوانية	71
7-1	الصمامات (الصمام البوابي ، الصمام الكروي)	75
1-7-1	تمهيد	75
2-7-1	تعريف الصمامات	76
3-7-1	أنواع الصمامات	77
1-3-7-1	الصمام الكروي الشكل (المكور)	77
2-3-7-1	الصمام البوابي	82
	الرسم الهندسي الميكانيكي للصمامات	83
2	الفصل الثاني/ المخططات التدفقية	87
1-2	عملية إزالة الكبريت من المشتقات النفطية بالهيدروجين	87
2-2	إزالة الأملاح من النفط الخام	89
3-2	عملية الاستخلاص بالمذيبات	91
4-2	إزالة الشمع بالمذيب	92
5-2	عملية كسر أو خفض اللزوجة	95
6-2	عملية التفحيم	97
7-2	عملية تهذيب النافثا	99
1-7-2	وحدة تهذيب النافثا	99

الفصل الأول

الرموز العالمية للمعدات والاجهزة

الأهداف

بعد إنهاء دراسة الفصل سيكون الطالب قادرا على أن:

1. **يميز الرموز العالمية للمعدات والاجهزة المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز.**
2. **يتفهم الرموز العالمية للمعدات والاجهزة المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز والمعلومات الفنية والعلمية التي تحتويها.**
3. **يرسم الرموز العالمية للمعدات والأجهزة المستخدمة في تكرير النفط ومعالجة الغاز وكذلك المستعملة في مخططات عمليات التدفق الخاصة بتكرير النفط و معالجة الغاز**

1-1 الرموز العالمية للمعدات والأجهزة المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز
The Universal Symbols of Equipment and Devices used in Oil Refining and Gas Treatment

1-1-1 تمهيد

يقصد بتقنية تكرير النفط ومعالجة الغاز بأنها العلم المتخصص بدراسة الطرائق والعمليات المتعلقة بتحويل النفط الخام والغاز المتكونين في الطبيعة إلى منتجات صناعية عن طريق عمليات التصنيع (processing operation) التي هي مجموعة العمليات والطرق الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية التي تُجرى على المواد الخام لتحويلها إلى المنتجات المطلوبة.

وتُجرى هذه العمليات في ماكينات وأجهزة وفق مخطط مدروس يعرف بمنحني السريان (Flow diagram) وهو المنحني الذي يوضح الخطوات الاساسية والأجهزة والمعدات وظروف التشغيل كافة التي تتضمنها العملية الصناعية وقد تُجرى كل عملية في وحدة واحدة أو تُجرى مجموعة من العمليات الصناعية في وحدة واحدة بحسب طبيعة العملية. ويرسم المخطط باستخدام رموز عالمية متعارف عليها للمعدات والأجهزة التي تحتاجها عمليات التكرير للنفط ومعالجة الغاز (المصاحب للنفط الخام) أثناء عمليات الاستخراج من الآبار و المكامن النفطية.

2-1-1 تطبيقات رموز المخططات

تعد رموز مخططات عمليات التدفق إحدى طرائق التعبير شائعة الاستعمال في الرسم الصناعي للدلالة على سريان وتتابع العمليات التي تنجز في المعدات الصناعية النفطية، إذ تعرض تلك المخططات العلاقة بين المعدات الرئيسية المكونة للعمليات النفطية دون اظهار التفاصيل الدقيقة للأنابيب، ولها تطبيقات عدة في كثير من المجالات الصناعية، الغاية منها تكون تصميمية أو تنفيذية.

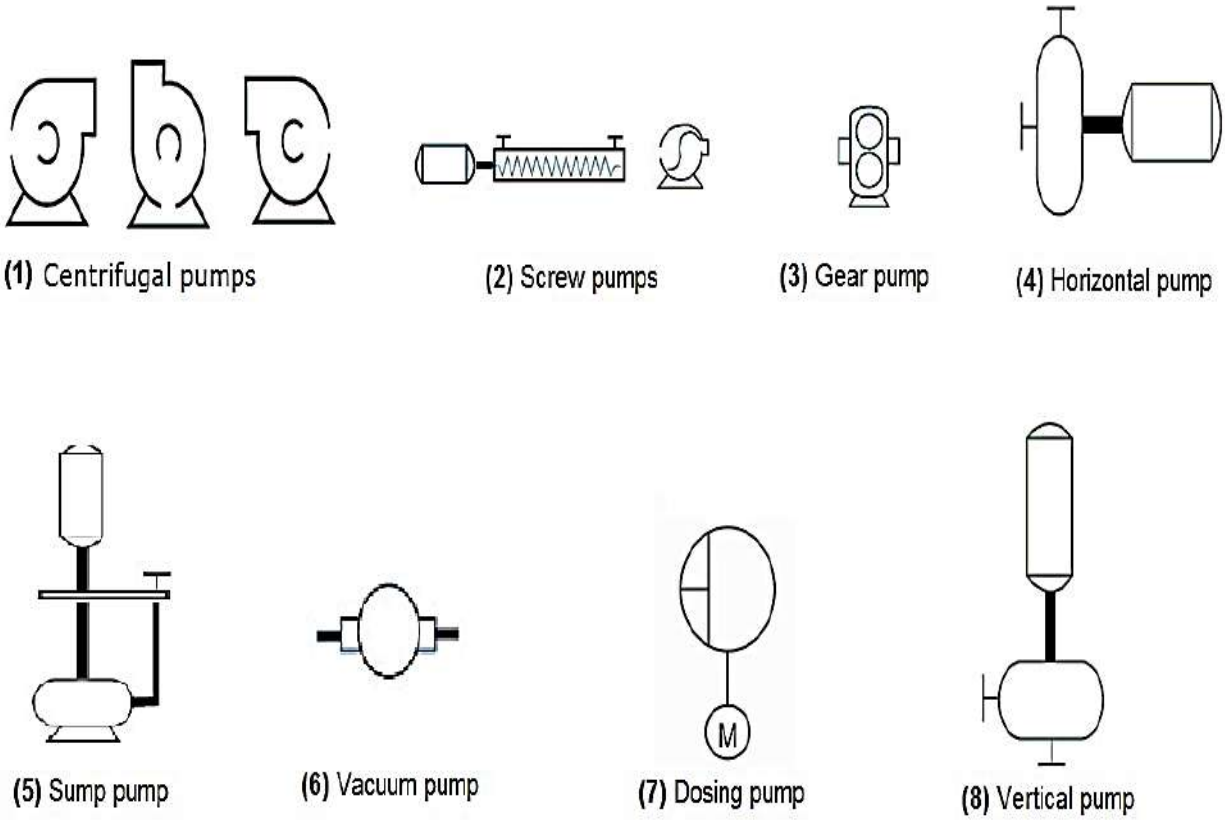
3-1-1 أنواع الرموز العالمية للمعدات والأجهزة المستخدمة في تكرير النفط ومعالجة الغاز (Types of the universal symbols of equipment and devices used in oil refining and gas Treatment)

من الممكن تقسيم أنواع الرموز العالمية للمعدات والأجهزة المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز على ست أقسام رئيسة تشمل ما يأتي :-

1. رموز المعدات الدوارة (Symbols of Rotary equipment) .
2. رموز المبادلات الحرارية Symbols of Heat Exchangers
3. رموز الخزانات وأوعية التفاعل (Symbols of Tanks & Reactors)
4. رموز اعمدة الامتصاص و التقطير (Symbols of Absorption & Distillation Columns)
5. رموز الصمامات والتوصيلات (Symbols of Valves & fittings)
6. رموز الأجهزة الدقيقة (Symbols of Instrumentation)

1-3-1-1 رموز المعدات الدوارة (Symbols of Rotary equipment)

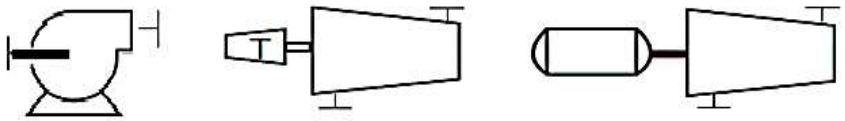
تُعدّ المعدات الدوارة من أساسيات أجهزة الصناعة النفطية، وتقسم المعدات الدوارة على قسمين، المضخات (Pumps) التي تستخدم لضغط السوائل ، فضلا عن الضواغط (Compressors) التي تستخدم لضغط الغازات. الشكل (1-1) يوضح رموز انواع المضخات أما الشكل (1-2) فيوضح أنواع الضواغط ، أما الجدولان (1-1) و (1-2) فانهما يحتويان ترجمة و تعريفا للرموز المبينة في الشكلين أعلاه. ومن الملاحظ في الأشكال (1-1) و (1-2) وجود أكثر من رمز لنفس نوع المضخة والضاغط ، وذلك لتعدد الشركات العالمية المتخصصة في إعداد المخططات التصميمية للصناعة النفطية.



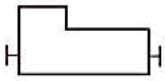
الشكل (1-1) رموز المضخات المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

جدول (1-1) تعريف رموز المضخات المستخدمة في مخططات الصناعة النفط

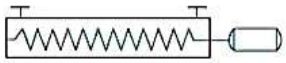
ت	المضخة	الترجمة	الاستخدام
1	**Centrifugal pump**	مضخة طاردة مركزية	تستخدم البشارة الدوارة لإضافة ضغط للسوائل
2	**Screw pump**	مضخة لولبية	تستخدم في تطبيقات الري والاطفاء.
3	**Gear pump**	مضخة ذات تروس	توفر تدفقًا مستمرًا غير نابضاً
4	**Horizontal pump**	مضخة أفقية	ذات مأخذ أفقي وقاعدة إفقية
5	**Sump pump**	مضخة غاطسة	تستخدم على نطاق واسع لإزالة المياه المتراكمة من الأحواض
6	**Vacuum pump**	مضخة فراغية	تستخدم لتحسين كفاءة أنظمة التدفئة والتبريد بالإزالة السريعة للغازات
7	**Dosing pump**	مضخة الجرعات	تدفع السائل بكميات دقيقة عن طريق محدد كمية فيها
8	**Vertical pump**	مضخة عمودية	يكون المحرك والشفت عموديين على جسم المضخة
9	**Progressive cavity pump**	مضخة التجاويف التدريجية	تنقل السائل عن طريق حركة التجاويف الصغيرة الموجودة على الشفت ، أثناء دورانه.
10	**Piston pump (Reciprocating)**	مضخة مكبسية (ترددية)	توفر ضغوط سائل عالية ولكن بتدفق قليل
11	**Positive displacement pump**	مضخة الازاحة الموجبة	تحرك السائل بالسرعة نفسها بغض النظر عن الضغط على طرف المدخل



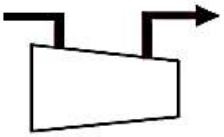
(1) Centrifugal compressors



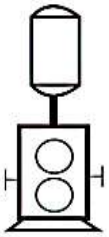
(2) Reciprocating compressor



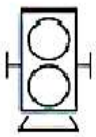
(3) Rotary screw compressor



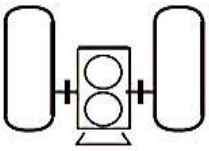
(4) Axial compressor



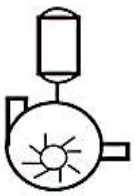
(5) Positive displacement blower



(6) Rotary compressor



(7) Silencer



(8) Liquid ring vacuum

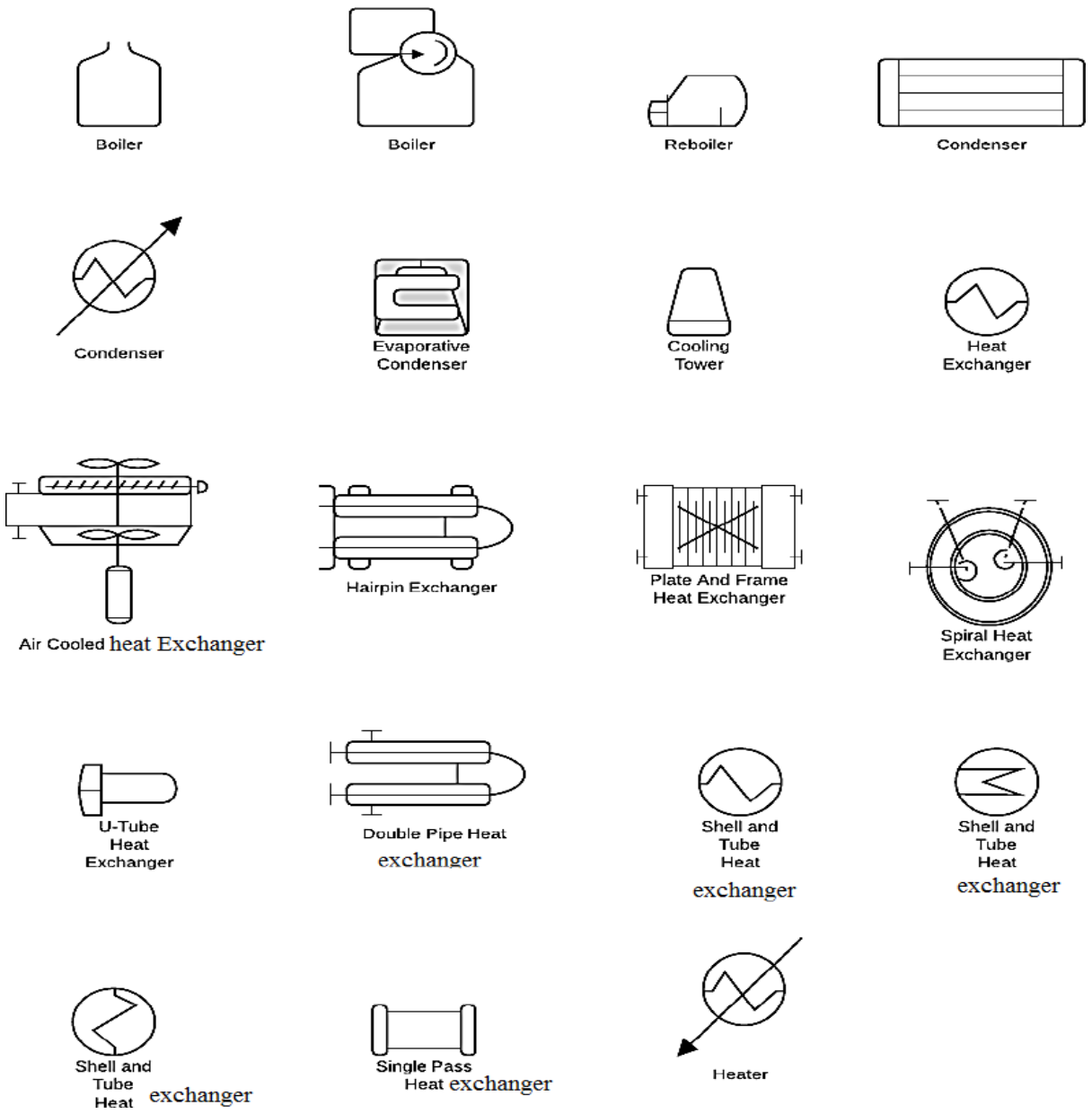
الشكل (2-1) رموز الضواغط المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

جدول (1-2) تعريف رموز الضواغط المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

ت	الضاغط	الترجمة	الاستخدام
1	**Centrifugal compressor**	ضاغط طارد مركزي	يُضغط فيه غاز أو بخار معين بواسطة تسارع شعاعي باستخدام البشارة
2	**Reciprocating compressor**	ضاغط ترددي	يُستخدم المكابس لتوصيل الغازات عند الضغط العالي.
3	**Rotary Screw compressor**	ضاغط دوار لولبي	تُستخدم آلية الإزاحة الإيجابية وتكون عملية ضغط الغاز مستمرة باستقرار، لذلك لا يوجد تذبذب في الضغط
4	**Axial compressor**	ضاغط محوري	يتدفق الغاز أو مائع العمل بشكل أساسي بالتوازي مع محور الدوران.
5	**Positive Displacement Blower**	دافعة غاز ذات إزاحة موجبة	تُستخدم لنقل الغاز أو الهواء لمجموعة متنوعة من التطبيقات.
6	**Rotary Compressor**	ضاغط دوار	يستخدم على نطاق واسع في توربينات الغاز ، مثل محركات الطائرات النفاثة ومحركات السفن عالية السرعة ومحطات الطاقة الصغيرة.
7	**Silencer**	كاتم صوت	كاتم الصوت أو المكثف الصوتي أو معدّل الصوت هو جهاز يقلل من شدة الصوت عند دفع غازات بضغط و سرعة عاليين
8	**Liquid Ring Vacuum**	حلقة السائل المفرغة	هي مضخة دوارة ذات إزاحة موجبة. تُستخدم عادةً مضخة تفريغ ، ولكن يمكن أيضًا استخدامها ضاغط غازٍ

2-3-1-1 رموز المبادلات الحرارية (Symbols of Heat Exchangers)

تعد المبادلات الحرارية (ومن ضمنها المبردات و المسخنات و المكثفات و الأفران و المراجل البخارية) من أكثر الاجهزة حضوراً في المصافي النفطية. الشكل (1-3) يوضح رموز أنواع المبادلات الحرارية، أما الجدول (1-3) فانه يتضمن ترجمة و تعريفاً للرموز المبينة في الشكل أعلاه. ومن الملاحظ في الشكل (1-3) وجود أكثر من رمز لنفس نوع المبادلة، وذلك لتعدد الشركات العالمية المتخصصة في إعداد المخططات التصميمية للصناعة النفطية.



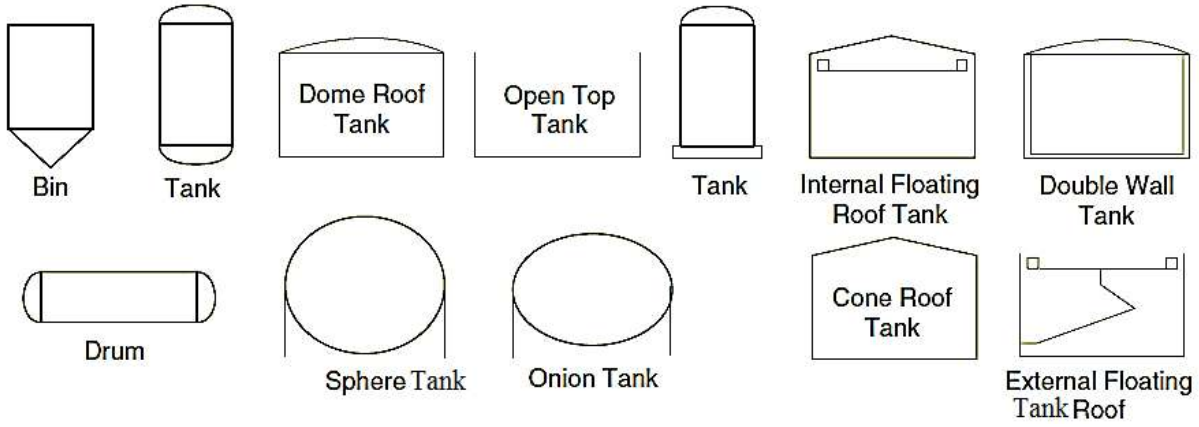
الشكل (1-3) رموز المبادلات الحرارية المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

جدول (1- 3) تعريف رموز المبادلات الحرارية المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

ت	المبادلات الحرارية	الترجمة	الاستخدام
1	Boiler	مرجل بخاري	يستخدم لإنتاج البخار عن طريق تزويد الماء بالطاقة الحرارية
2	Reboiler	معيد الغليان	يستخدم عادة لتوفير الحرارة في أسفل أعمدة التقطير الصناعية
3	Heat exchanger	مبادل حراري	يستخدم للتبادل الحراري بين مائعين مختلفين في درجات الحرارة
4	Shell & tube heat exchanger	المبادل الحراري ذو الغلاف و الأنبوب	يستخدم للتبادل الحراري بين مائعين مختلفين في درجة الحرارة
5	Heater	مسخن	يستخدم لتسخين المواد
6	Condenser	مكثف	يستخدم لتكثيف الابخرة
7	Spiral heat exchanger	مبادل حراري ذو انبوب لولبي	يستخدم للتبادل الحراري بين مائعين مختلفين في درجات الحرارة
8	Single pass heat exchanger	مبادل حراري ذو مرور واحد	يستخدم للتبادل الحراري بين مائعين مختلفين في درجات الحرارة
9	Air cooled heat exchanger	مبادل حراري تبريد بالهواء	يستخدم لتبريد الهواء
10	Evaporative condenser	مكثف تبخيري	يستخدم طاقة تبخير الماء لتبريد الهواء
11	Cooling tower	برج تبريد	يستخدم لتبريد المواد من ضمنها الماء او السوائل في العمليات الصناعية
12	U-tube heat exchanger	مبادل حراري ذو شكل U	يستخدم لنقل الحرارة من مائع ساخن إلى مائع بارد
13	Double pipe heat exchanger	مبادل حراري مزدوج الأنبوب	يستخدم للتبادل الحراري بين مائعين مختلفين في درجات الحرارة
14	Hairpin exchanger	مبادل دبوس الشعر	على شكل دبوس الشعر، يستخدم لنقل الحرارة من مائع ساخن إلى مائع بارد
15	Plate & frame heat exchanger	مبادل حراري ذو صفائح	يستخدم للتبادل الحراري بين مائعين مختلفين في درجات الحرارة

1-1-3-3 رموز الخزانات (Symbols of Tanks)

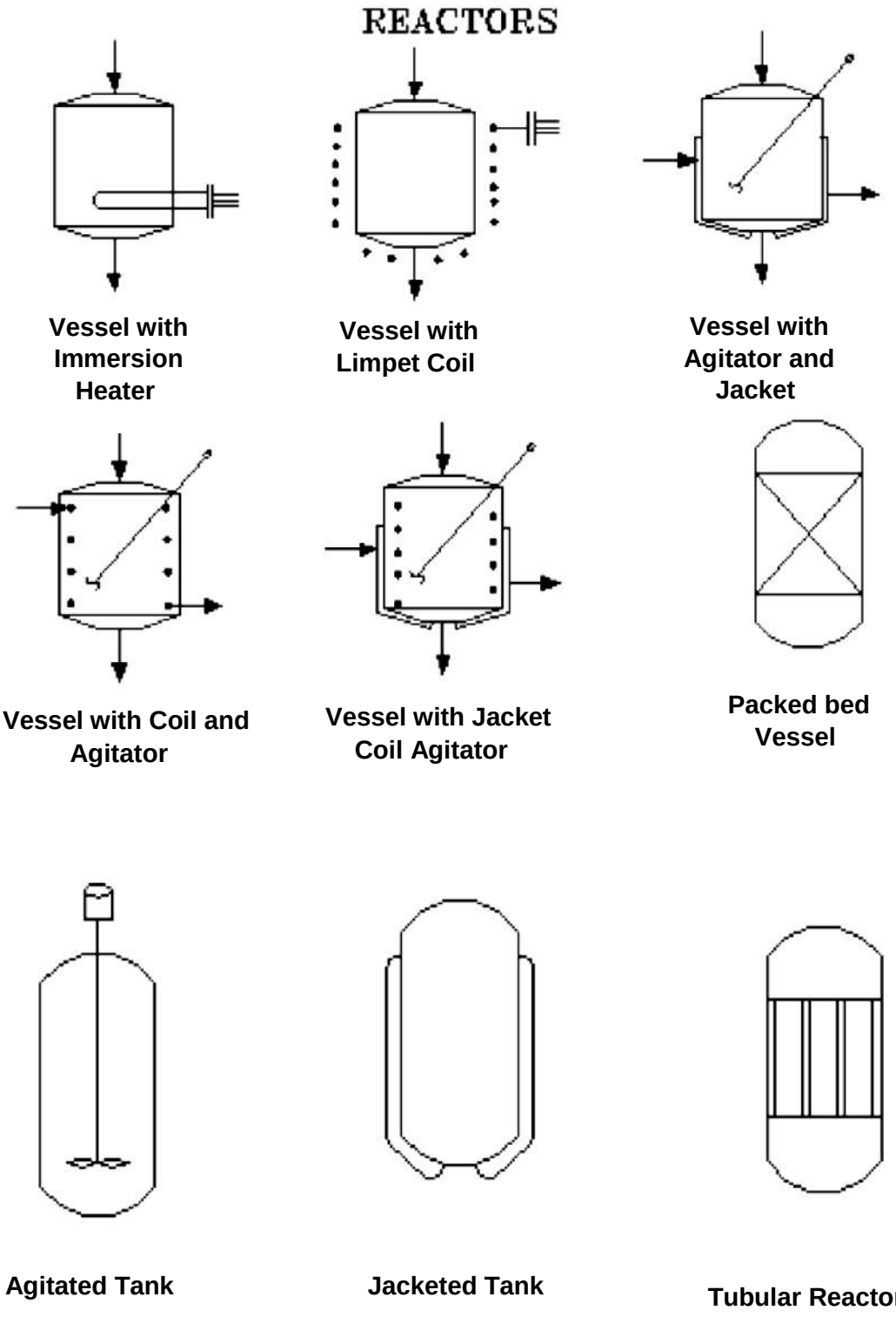
ان الخزانات بجميع أشكالها ضرورية لخزن ومناقلة النفط الخام ومشتقاته سواء أكان ذلك داخل المصافي النفطية أم في مجمعات الخزن والتصدير. أما أوعية التفاعل الكيميائي فتنتج فيها مواد كيميائية جديدة بمفاعلة المواد الخام تحت درجات الحرارة و الضغط المطلوب ، ويلاحظ التشابه (في الشكل الخارجي) بين بعض أنواع الخزانات وأوعية التفاعل. الشكل (1-4) يوضح رموز أنواع الخزانات وأوعية التفاعل ، أما الجدول (1-4) فإنه يتضمن ترجمة وتعريفاً للرموز المبينة في الشكل أعلاه. ومن الملاحظ في الشكل (1-4) وجود أكثر من رمز لنفس نوع الخزان أو وعاء التفاعل، وذلك لتعدد الشركات العالمية المتخصصة في إعداد المخططات التصميمية للصناعة النفطية.



الشكل (1-4) رموز الخزانات المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

1-1-3-4 رموز أوعية التفاعل (Symbols of Reactors)

يتم في أوعية التفاعل الكيميائي انتاج مواد كيميائية جديدة بمفاعلة المواد الخام تحت درجات الحرارة والضغط المطلوب، ويلاحظ التشابه (في الشكل الخارجي) بين بعض أنواع الخزانات وأوعية التفاعل. الشكل (1-5) يوضح رموز أنواع أوعية التفاعل، أما الجدول (1-4) فيدرج ترجمة وتعريفاً للرموز المبينة في الشكلين (1-4) و (1-5). ومن الملاحظ في الشكلين (1-4) و (1-5) وجود أكثر من رمز لنفس نوع الخزان أو وعاء التفاعل، وذلك لتعدد الشركات العالمية المتخصصة في اعداد المخططات التصميمية للصناعة النفطية



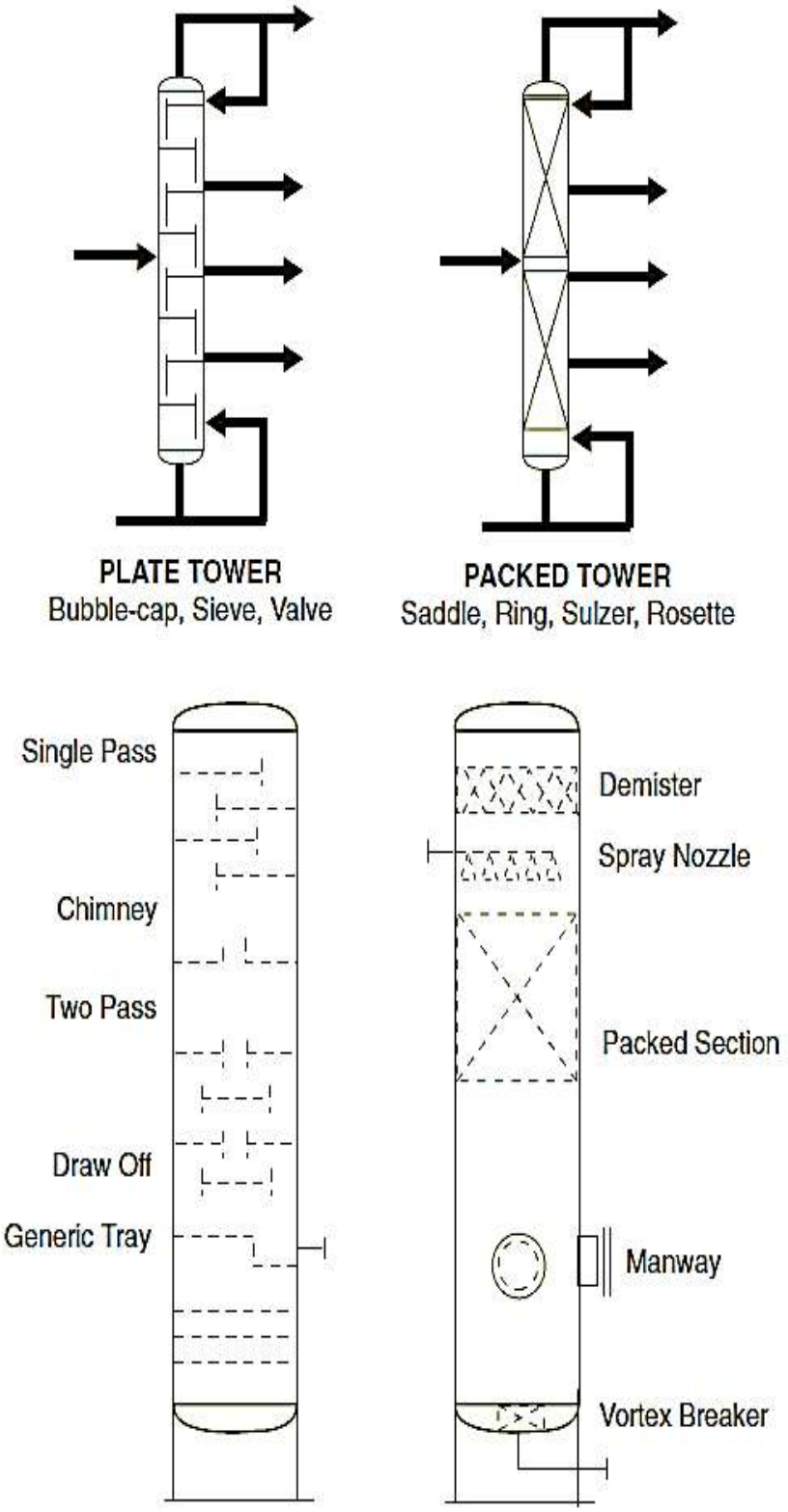
الشكل (1-5) رموز أوعية التفاعل المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

جدول (4-1) تعريف رموز الخزانات و أوعية التفاعل المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

ت	الوعاء	الترجمة	الاستخدام
1	Internal floating roof Tank	خزان ذو سقف داخلي متحرك	يستخدم لتجميع النفط الخام و المشتقات النفطية
2	Cone roof tank	خزان ذو سقف قمعي أو مخروطي	يستخدم لتجميع المشتقات النفطية
3	Double wall tank	خزان مزدوج الجدار	يستخدم لتجميع النفط الخام و المحافظة على درجة حرارته
4	Open top tank	خزان مفتوح السقف	يستخدم لتجميع النفط الخام وكذلك يستخدم في معالجة المياه التالفة من وحدات الإنتاج
5	Reactors	مفاعلات	تستخدم لمفاعلة السوائل و الغازات
6	Sphere Tank	خزان كروي	يستخدم للغازات المسالة تحت الضغط العالي
7	Vessel with Immersion Heater	وعاء مزود بمسخن داخلي	يستخدم للمحافظة على درجة حرارة المواد المتفاعلة
8	Vessel with Limpet coil	وعاء مزود بملف خارجي	يستخدم لتسخين او تبريد السوائل المتفاعلة
9	Vessel with coil and Agitator	وعاء مزود بملف و خلاط	يستخدم لخلط السوائل مع التسخين او التبريد للمواد المتفاعلة
10	Packed Bed Vessel	وعاء مزود بوسادة حشوة	يستخدم لتفاعل الغازات و السوائل تحت الضغط العالي
11	Tubular Reactor	مفاعل أنبوبي	يستخدم لتفاعل الغازات تحت الضغط العالي
12	Jacketed Tank	خزان محاط بغلاف	يستخدم لتسخين او تبريد السوائل
13	Agitated Tank	خزان مزود بخلاط	يستخدم لخلط السوائل
14	Bin	وعاء خزن	يستخدم لخزن السوائل المستعملة
15	Feed Vessel	وعاء تغذية	يستخدم لتغذية المفاعل او اعمدة الامتصاص او التقطير
16	Tank with Coil	خزان مزود بملف	يستخدم لتسخين او تبريد السوائل
17	Tank with Limpet Coil	خزان مزود بملف خارجي	يستخدم لتسخين او تبريد السوائل
18	Tank	خزان	يستخدم لخزن السوائل
19	Drum	خزان افقي أسطواني	يستخدم لخزن السوائل
20	Onion tank	خزان على شكل بصلة	يستخدم لخزن السوائل
21	Dome roof tank	خزان ذو سقف على شكل قبة	يستخدم لخزن السوائل
22	External floating tank	خزان ذو سقف خارجي متحرك	يستخدم لخزن السوائل

5-3-1-1 رموز اعمدة الامتصاص و التقطير (Symbols of Absorption & Distillation Columns)

في الصناعة النفطية، لا يمكن اجراء عملية فصل النفط الخام إلى مشتقاته أو عزل الغازات وتنقيتها بدون وجود أعمدة التقطير و أعمدة الامتصاص التي تلعب دوراً أساسياً في تصفية النفط و معالجة الغاز. الشكل (1-6) يبين رموز أنواع أعمدة الامتصاص والتقطير المستخدمة في مخططات سير العمليات للمصافي النفطية. اما الجدول (1-5) فيدرج ترجمة وتعريفاً للرموز المبينة في الشكل أعلاه. ومن الملاحظ في الشكل (1-6) وجود أكثر من رمز لنفس نوع العمود، وذلك لتعدد الشركات العالمية المتخصصة في إعداد المخططات التصميمية للصناعة النفطية.



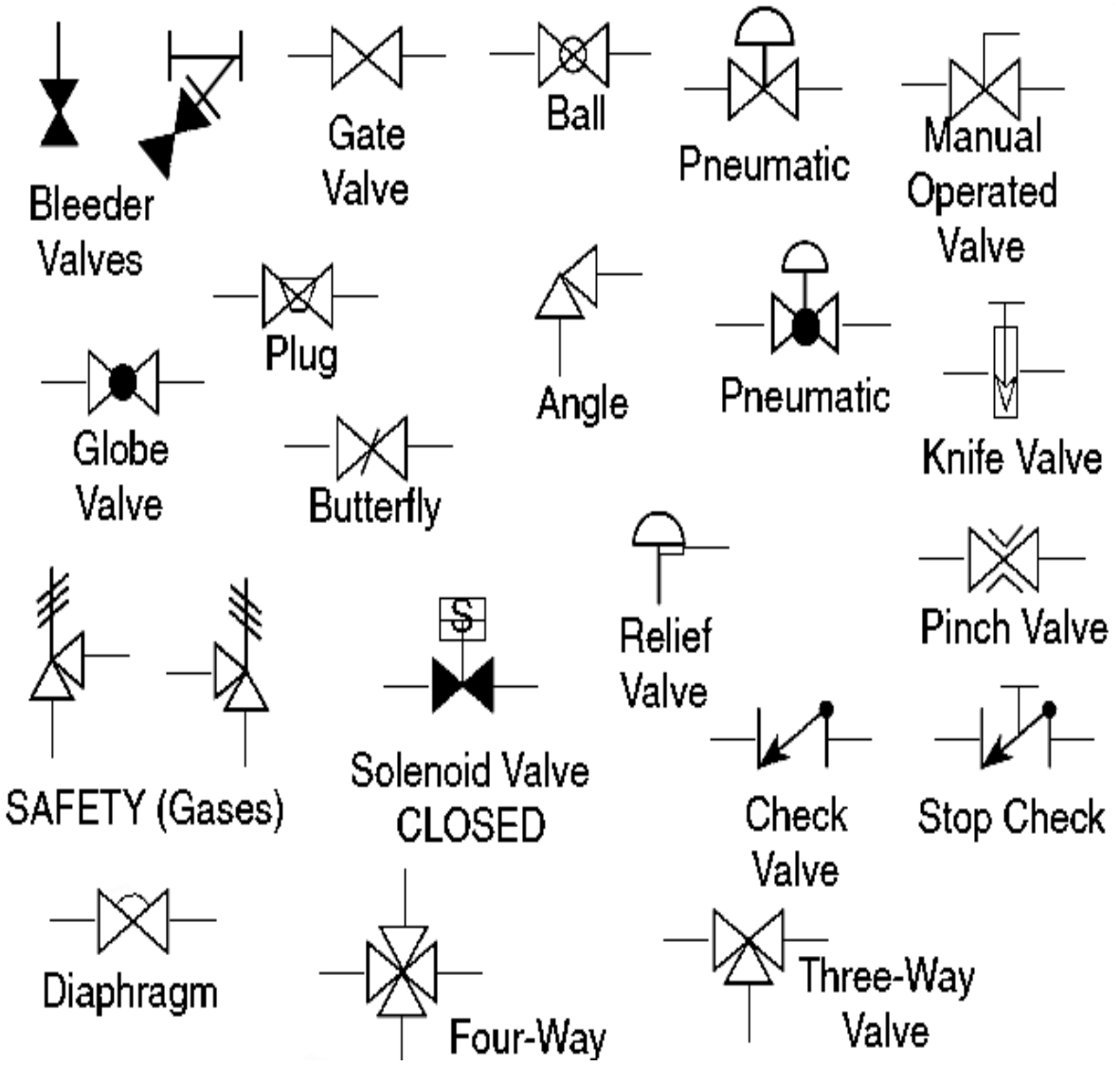
الشكل (1-6) رموز أعمدة التقطير والامتصاص المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

الجدول (1-5) تعريف لرموز اعمدة التقطير والامتصاص المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

ت	العمود\ الجزء	الترجمة	الاستخدام
1	Spray column	عمود ترذيذ	يستخدم لتكييف الغاز (التبريد والترطيب)
4	Pulse column	عمود نبضي	يستخدم في معالجة السوائل المشعة عالية التآكل
5	Plate tower	برج صواني	يستخدم لأداء عمليات الفصل ، مثل الامتصاص ، والتقطير
6	Packed tower	برج حشوة	يستخدم لأداء عمليات الفصل ، مثل الامتصاص
7	Bubble-cup	كأس الفقاعة	تستخدم في أعمدة الصواني
8	Sieve	منخل	يستخدم في أعمدة الصواني
9	Valve	صمام	يستخدم في أعمدة الصواني
10	Saddle	سرج	نوع من الحشوات المستخدمة في عمود الحشوة
11	Ring	حلقة	نوع من الحشوات المستخدمة في عمود الحشوة
12	Demister	مانع الرذاذ	يستخدم في قمة عمود الحشوة
13	Spray nozzle	فوهة الرش	تستخدم لرش السائل فوق الحشوات
14	Packed section	مقطع الحشوة	مقطع تواجد الحشوات في عمود الحشوة
15	Manway	فتحة الصيانة	تستخدم لاعمال الصيانة
16	Vortex breaker	كاسر الدوامة	يستخدم لمنع الدوامات في اسفل العمود
17	Chimney	مدخنة	هي ممر الأبخرة داخل عمود الصواني
18	Single pass	مرور مفرد	يستخدم في أعمدة الصواني
19	Draw off	سحب	يستخدم في أعمدة الصواني
20	Generic tray	صينية التجميع	يستخدم في أعمدة الصواني

6-3-1-1 رموز الصمامات والتوصيلات (Symbols of Valves and fittings)

تحتوي أنابيب مناقلة النفط الخام ومشتقاته على مئات الصمامات والتوصيلات المختلفة الأنواع اضافة إلى أعداد مماثلة على خطوط الخدمات (البخار وماء التبريد). الشكل (1-7) يبين رموز أنواع الصمامات والتوصيلات المستخدمة في مخططات سير العمليات للمصافي النفطية. الجدول (1-6) فيدرج ترجمة وتعريفاً للرموز المبينة في الشكل أعلاه. ومن الملاحظ في الشكل (1-7) وجود أكثر من رمز لنفس نوع المبادلة، وذلك لتعدد الشركات العالمية المتخصصة في اعداد المخططات التصميمية للصناعة النفطية.



الشكل (1-7) رموز الصمامات المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

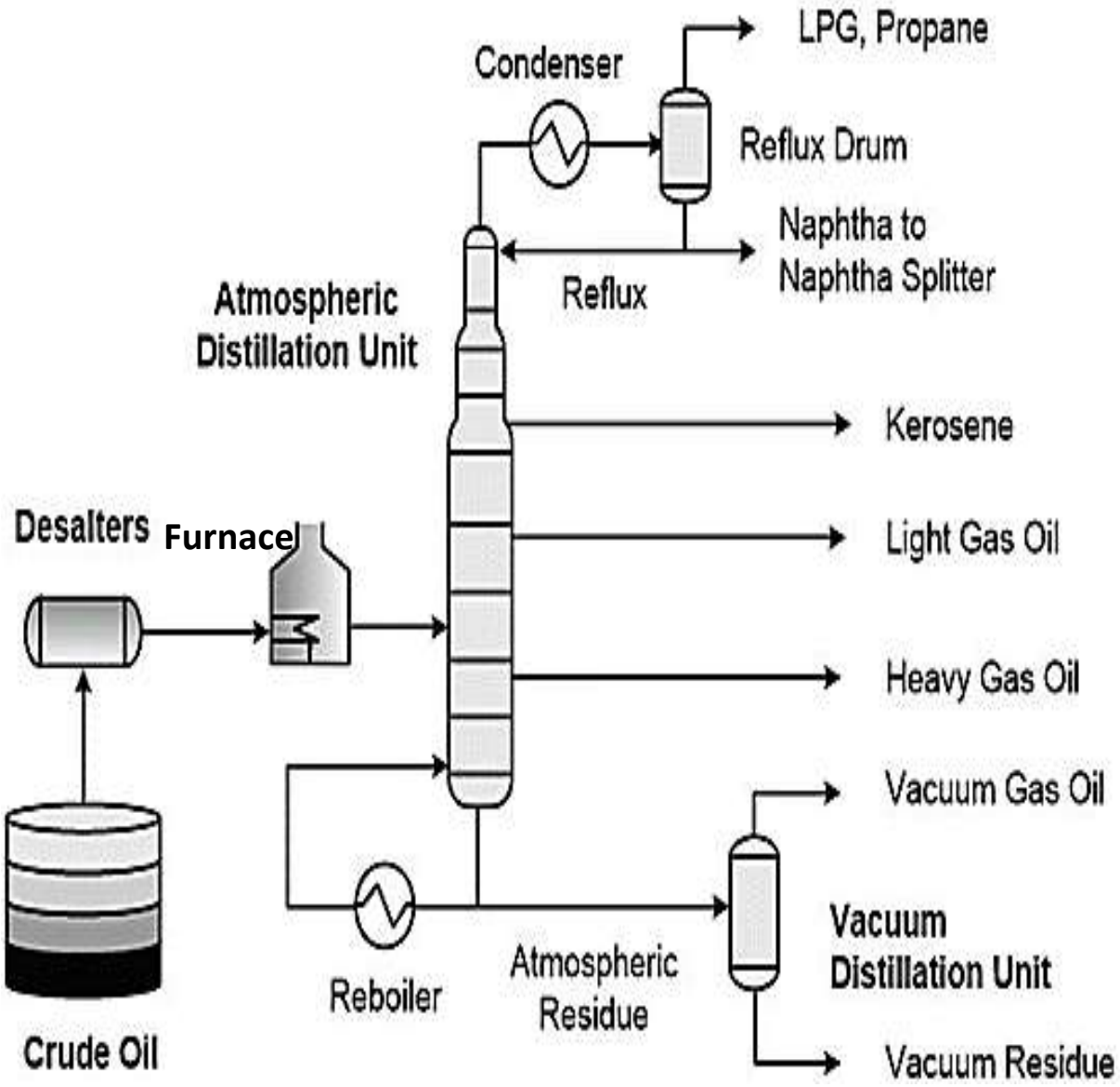
جدول (1-6) تعريف رموز الصمامات المستخدمة في مخططات الصناعة النفطية

ت	الصمامات و التوصيلات	الترجمة	الاستخدام
1	Globe valve	الصمام الكروي	يستخدم لتنظيم التدفق في خط أنابيب
2	Gate valve	صمام البوابة	يستخدم لبدء أو وقف تدفق السوائل
3	Knife valve	صمام سكينة	يسمح بالتنظيم الدقيق للتدفق
4	Butterfly valve	صمام الفراشة	يشبه صمام الكرة الذي يسمح بالإغلاق السريع للتدفق. يفضل الصمام عمومًا لأنه أقل تكلفة من تصميمات الصمامات الأخرى
5	Angle valve	صمام زاوية	يستخدم عندما تكون خطوط الدخول والخروج ليست بالاستقامة نفسها
6	Check valve	صمام اتجاه واحد	هو صمام يسمح عادةً للسائل (السائل أو الغاز) بالتدفق خلاله في اتجاه واحد فقط.
7	Plug valve	صمام سدادة	هذا النوع من الصمام مفيد بشكل خاص لاستخدامات الضغط العالي
8	Ball valve	صمام الكرة	يستخدم للفتح والغلق فقط وعندما يكون الحيز المتوفر للتنصيب محدوداً
9	Diaphragm valve	صمام الغشاء	يستخدم عندما تكون سرعة الاداء مطلوبة
10	Solenoid valve	صمام كهربائي	يستخدم عندما تكون عملية الغلق والفتح بإشارة كهربائية
11	Safety valve	صمام هيدروليكي	يستخدم عندما تكون عملية الغلق والفتح بإشارة هيدروليكية
12	Bleeder valve	صمام إزالة	يستخدم لإزالة السائل من الخزان أو الأنبوب ، أو لإزالة الغاز من السائل
13	Pneumatic valve	صمام هوائي	صمام تحكم باستخدام اشارات هوائية
14	Pinch valve	صمام القرصة	يستخدم النبضات الضغطية للفتح والغلق
15	3-way valve	صمام ذو ثلاثة اتجاهات	يستخدم لتوزيع خط الدخول إلى اتجاهين
16	4-way valve	صمام ذو اربعة اتجاهات	يستخدم لتوزيع خط الدخول إلى ثلاثة اتجاهات

1- 4-1 تطبيقات الرموز في رسم المخططات

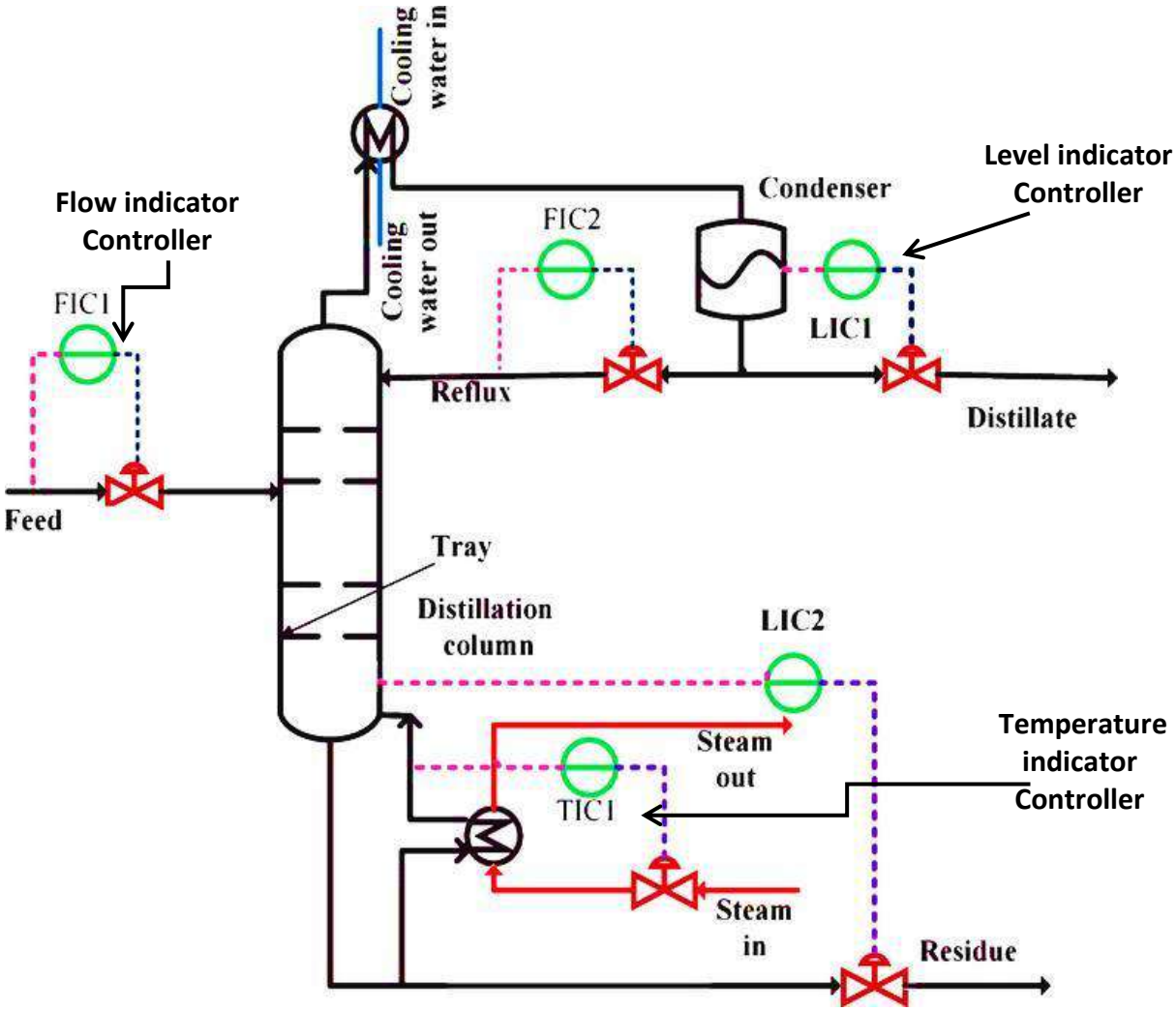
تعد مخططات عمليات التدفق A process Flow Diagrams (PFDs) إحدى طرائق التعبير شائعة الاستعمال في الرسم الصناعي للدلالة على سريان وتتابع العمليات التي تنجز في معدات الصناعة النفطية، إذ تعرض تلك المخططات العلاقة بين المعدات الرئيسية المكونة للعمليات الصناعية النفطية دون اظهار التفاصيل الدقيقة للأنابيب، ولها تطبيقات في كثير من المجالات الصناعية النفطية، الغاية منها تكون تصميمية أو تنفيذية. وترسم هذه المخططات باستخدام رموز المعدات التي تم الاشارة اليها في الفقرات السابقة. الشكل (1-8) مخطط تدفق لعملية تكرير النفط الخام تحت الضغط الجوي لإنتاج

مشتقات النفط (النفثا والكيروسين والكازويل الخفيف والكازويل الثقيل و زيت الوقود) حيث يدفع النفط الخام من الخزانات إلى مزيل الأملاح ثم إلى فرن لرفع درجة الحرارة إلى (500- 400^{0}C) ثم إلى برج التقطير. أما المواد الثقيلة الخارجة من أسفل عمود التقطير الجوي فترسل إلى وحدة التقطير الفراغي.

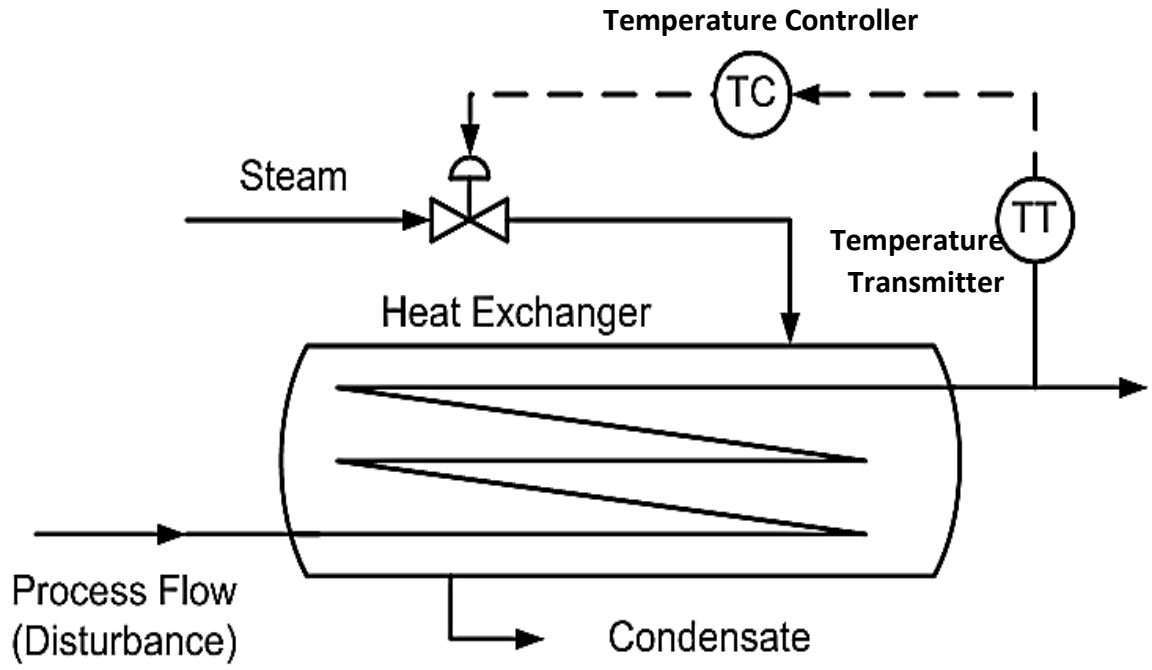


الشكل (1 - 8) مخطط التدفق (PFD) لعملية تكرير النفط الخام (اثرائي)

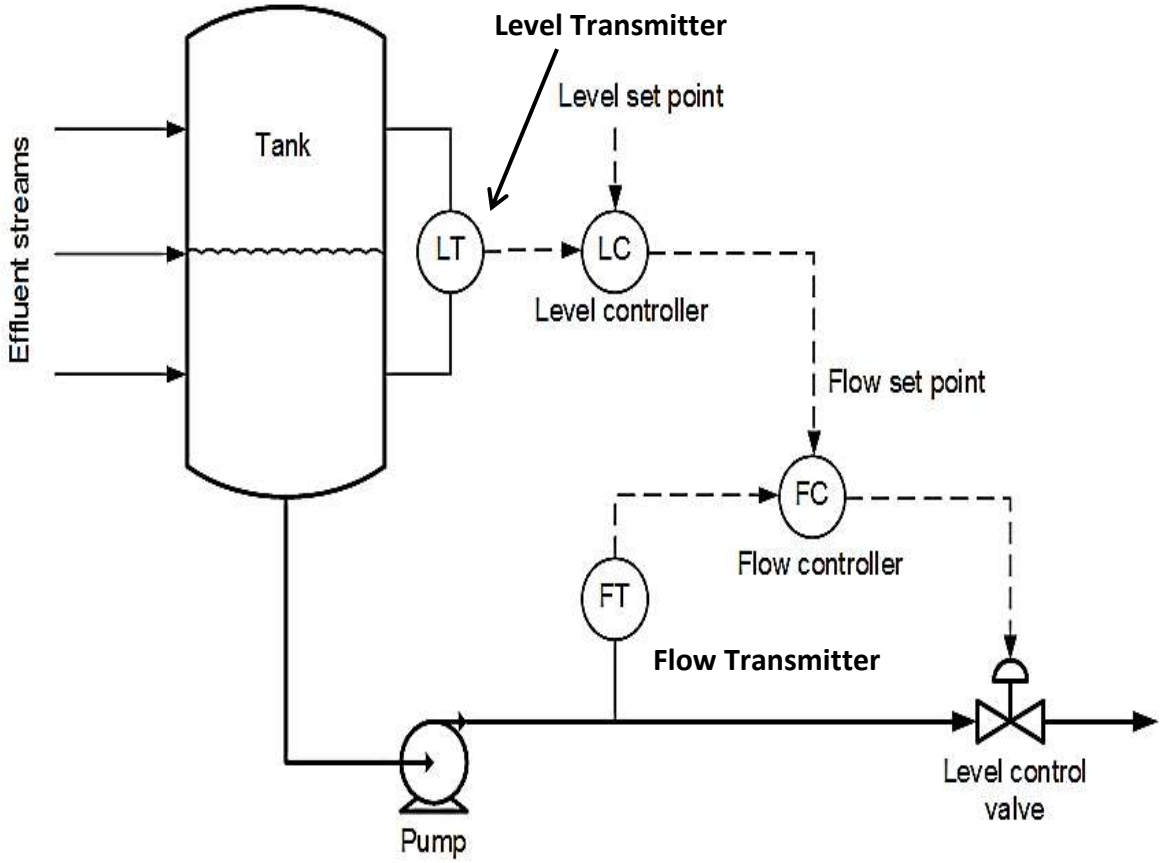
يبين الشكل (1-9)، مخطط الأنابيب والآلات الدقيقة P&ID لعمود تقطير المصنع. أما الشكل (1-10) فيوضح تسخين تدفق عملية انتاجية (Process Flow) بواسطة بخار (Steam) في مبادل حراري، حيث يتحول البخار إلى متكثف (Condensate) بينما ترتفع درجة حرارة الخط الانتاجي الخارج. وينظم المسيطر(TC Temperature Controller) درجة حرارة الخط الخارج وذلك بتخفيض كمية البخار الداخل للمبادل عن طريق التحكم بكمية البخار بواسطة غلق أو فتح صمام دخول البخار. أما الشكل (1-11) فيوضح مخطط السيطرة على مستوى السائل في الخزان بواسطة المسيطر (LC Level Controller) اذ يُحافظ على قيمة مستوى محددة (Level set point) في الخزان عن طريق صمام السيطرة على المستوى (Level control valve) الذي يتحكم فيه مسيطر تدفق خروج السائل (FC Flow Controller) الذي يثبت على قيمة تدفق محددة (Flow set point)



الشكل (1 - 9) مخطط الأنابيب والآلات الدقيقة (P&ID) لعمود تقطير (اثرائي)



الشكل (1-10) مخطط السيطرة على درجة حرارة مبادل حراري (لوحة)، مقياس الرسم 1:1



الشكل (1-11) مخطط السيطرة على مستوى السائل في خزان (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

جدول (1-7) تعريف الرموز في مخططات الصناعة النفطية

ت	الرمز\العبارة	الترجمة	ت	الرمز\العبارة	الترجمة
1	LPG	غاز النفط المسال	17	Tray	صينية تقطير
2	Crude oil	النفط الخام	18	FIC	مسيطر و مبين تدفق
3	Atmospheric distillation unit	وحدة التقطير تحت الضغط الجوي	19	LIC	مسيطر و مبين مستوى
4	Steam	بخار	20	TC	مسيطر درجة حرارة
5	Vacuum distillation unit	وحدة التقطير تحت الضغط الفراغي	21	TT	مرسل إشارة حرارة
6	Vacuum gas oil	زيت الغاز الفراغي	22	LC	مسيطر مستوى
7	Desalter	مزيل الأملاح	23	LT	مرسل إشارة مستوى
8	Reboiler	معيد الغليان	24	Flow controller	مسيطر تدفق
9	Residue	المواد المتبقية الثقيلة	25	Level controller	مسيطر مستوى
10	Feed	تغذية	26	condenser	مكثف
11	Cooling water	ماء تبريد	27	pump	مضخة
12	Reflux	راجع	28	distillate	متقطر
13	Influent streams	خطوط دخول الموائع	29	condensate	متكثف
14	Level set point	نقطة المستوى المرغوبة	30	Tank	خزان
15	Flow set point	نقطة التدفق المرغوبة			
16	Level control valve	صمام سيطرة مستوى			

أسئلة وتمارين .

س1: ارسم رموز الحاويات والخزانات الأساسية الآتية بمقياس رسم مناسب : مفاعل مزود بخلاط و ملف تبريد، منظومة متكاملة لخزان تخزين ، حاوية سوائل متصلة، برج تقطير، برج امتصاص، مفاعل انبوبي، خزان عمودي مفتوح، خزان أفقي، خزان كروي، عمود ترذيذ.

س2: ارسم الرموز الأساسية للمضخات والضاغطات الآتية وبمقياس رسم مناسب: مضخة طرد مركزي، مضخة إزاحة موجبة ترددية، مروحة تدفق محوري، ضاغط طرد مركزي، ضاغط ، ضاغط ترددي.

س3: ارسم الرموز الأساسية وبمقياس رسم مناسب لمعدات انتقال الحرارة الآتية: مبادل حراري، مبادل حراري ذو أنبوب لولبي ، مسخن، مبرد، مبادل تبريد بالهواء، مبادل صفائحي، مبادل ذو أنبوب مزدوج، ملف تبريد / تسخين، مبادل تسخين (غلاية).

س4: ارسم بمقياس رسم مناسب رموز الصمامات الآتية:- صمام بابي، صمام كروي، صمام ذو حاجز، صمام تنفيس، صمام ثلاثة طرق.

س5: ارسم بمقياس رسم مناسب الرموز الآتية: برج تبريد ، غلّاية، مفاعل خلط، برج التقطير ذو الصواني.

س6: ارسم مخطط السيطرة على مستوى السائل في خزان أفقي.

س7: ارسم مخطط السيطرة على درجة الحرارة في مبادل حراري يستخدم لتسخين خط انتاجي بواسطة البخار.

1 – 2 المبادلات الحرارية : (المبادل ذو الغلاف والأنبوب، المبادل المزدوج الأنابيب)

Heat exchangers (shell and tube exchanger, double pipe exchanger)

الأهداف

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادرا على أن **:**

1- يميز انواع المبادلات الحرارية المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز من خلال الرسم .

2 - يفهم عمل المبادلات الحرارية المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز والمعلومات التي تحتويها من خلال رسم اللوحات.

3 - يرسم المبادلات الحرارية و رموزها المستعملة في مخططات عمليات التدفق الخاصة بتكرير النفط و معالجة الغاز.

1 -2-1 تمهيد

المبادلات الحرارية معدات تستخدم في المصافي النفطية، ومصانع البتروكيمياويات، والصناعات الغذائية، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وفي العديد من المنظومات الأخرى بهدف نقل الطاقة الحرارية عبر سطح معدني يفصل بين مائعين لهما درجات حرارة مختلفة . وتصنف المبادلات الحرارية ذات الاستخدام الصناعي إلى أنواع رئيسية وكما يأتي **:**

1- المبادلات الحرارية الأنبوبية **Tubular Heat Exchange** ومنها ذات الأنبوب الثنائي **Double Pipe** أو تلك التي تحوي على الغلاف و الأنبوب **Shell and Tube** .

2- المبادلات الحرارية الصفائحية **Plate Heat Exchanger** وتشكل من صفائح مستطيلة تثبت بشكل متعاقب عموديا على محور أفقي مما يؤدي إلى زيادة سطح التبادل الحراري ، وزيادة كفاءة التبادل الحراري بين السائلين الموجودين بين الصـــفائح.

3- المبادلات الحرارية ذوات الأسطح الممددة **Extended Surface Heat Exchanger**وتستخدم فيها صفائح مركب عليها زعانف **Plate Fins** أو أن تكون على شكل أنابيب تركب عليها زعانف لزيادة المساحة السطحية للتبادل الحراري، كما هو الحال في مكيفات الهواء.

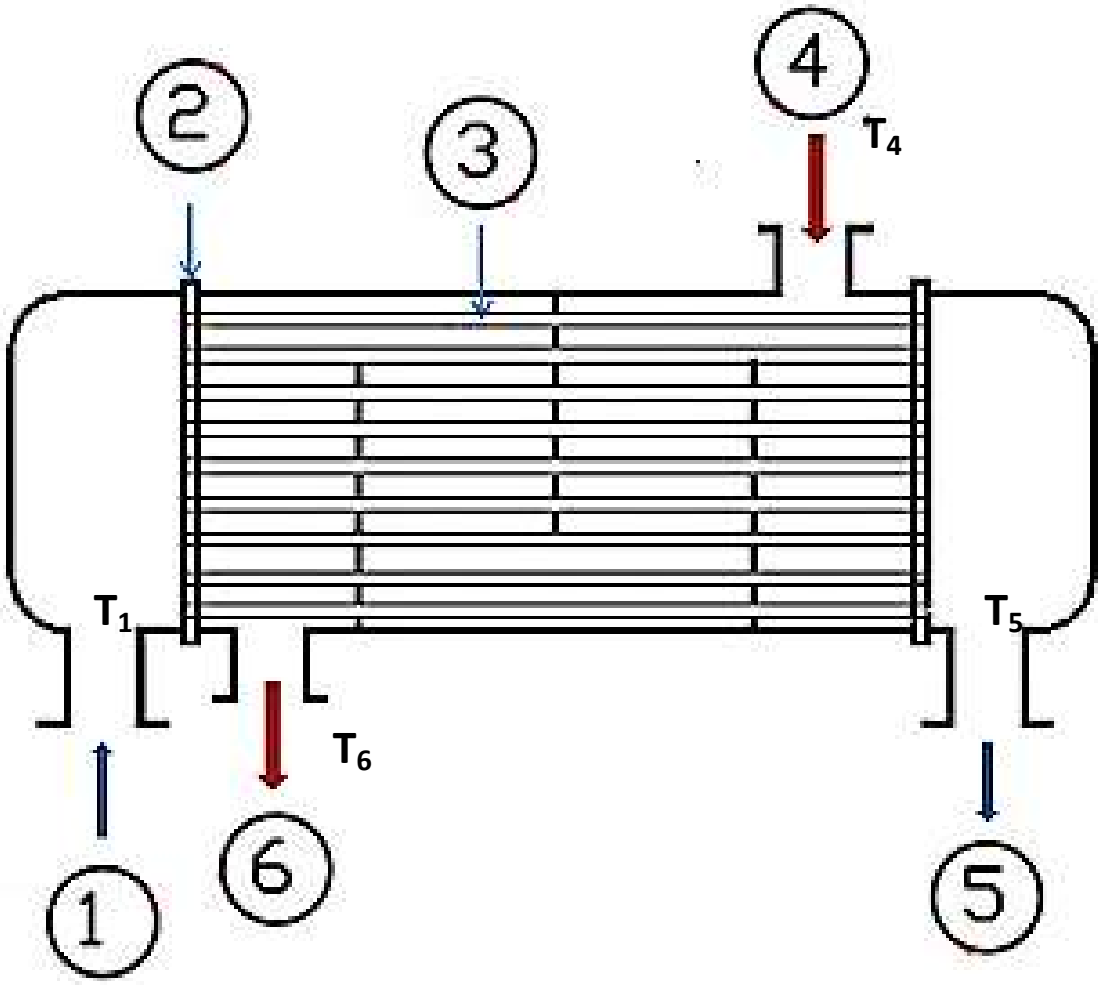
ويعد النوع الأول هو الأكثر استخداما في الصناعة النفطية وذلك لسهولة التصميم والتصنيع والصيانة فضلا عن كلفتها الواطئة مقارنة بالأنواع الأخرى .

2-2-1 مبادل الغلاف والأنبوب الحراري Shell and tube heat exchanger

مبادل الغلاف والأنبوب الحراري هو نوع من أنواع المبادلات الحرارية الأكثر شيوعا واستخدامًا في الصناعة النفطية و في العمليات الكيميائية المهمة و الكبيرة، كما أنه مناسب للتطبيقات المُعتمدة على الضغط العالي، وكما هو مُوضح من اسم هذا المبادل الحراري فإنه يتألف من الغلاف أو القشرة الخارجية وهي عبارة عن وعاء ضغط كبير يحوي بداخله حزمة من الأنابيب، يعمل هذا المبادل الحراري بمرور مائع ما داخل الأنابيب ومرور مائع آخر على الجدار الخارجي لتلك الأنابيب أي داخل الغلاف، و تتم عملية التبادل الحراري نتيجة لفرق درجات الحرارة بين المائعين . إن مجموعة الأنابيب الموجودة داخل الغلاف تسمى بحزمة الأنابيب وقد تتألف هذه الحزمة من أنواع مختلفة من الأنابيب، فبعض الأنابيب قد تأتي مستوية وبعضها الآخر قد يحوي زعانف حرارية طولية لزيادة انتقال الحرارة .

3-2-1 تصميم المبادل الحراري نوع الغلاف و الأنبوب

إن هذه النوعية من المبادلات الحرارية قد تتضمن العديد من الاختلافات في التصميم، ولكن ما تتفق عليه بشكل تقليدي هو أن نهاية كل أنبوب تتصل بحجرة (صندوق) للسوائل وهذه الحجرات مثبتة في الصفائح الأنبوبية، إن شكل الأنابيب قد يكون مستقيما أو منحنيا على شكل الحرف **(U)** الإنجليزي وتدعى أنابيب، وتستعمل هذه المبادلات لإنتاج البخار المحمص **(Superheated steam)** ليستخدم في توليد الطاقة الكهربائية ، تبريد الموائع الهيدروليكية وزيوت المحركات وزيوت التشحيم ، وتكثيف الابخرة والغازات ، كما تستخدم في الصناعات الصيدلانية والورقية والتعدينية . تتألف معظم مبادلات الغلاف والأنبوب من واحدة أو اثنتين أو أربع لفات بالجانب الأنبوبي، عدد هذه اللفات يرمز إلى عدد المرات التي يمر بها المائع الموجود داخل الأنبوب في القشرة، فمثلا يمر المائع الموجود داخل الأنبوب مرة واحدة في القشرة عندما يكون عدد اللفات لفة واحدة. وبصورة عامة فان معظم مبادلات الغلاف والأنابيب أما أن تكون ذات مسارات 2 , 1 او 4 ، وهذا يشير إلى عدد المرات التي يمر فيها المائع الموجود في الأنابيب خلال المائع الموجود في الغلاف شكل (1-12) يبين لوحة لمبادل حراري ذي جريان متعدد .



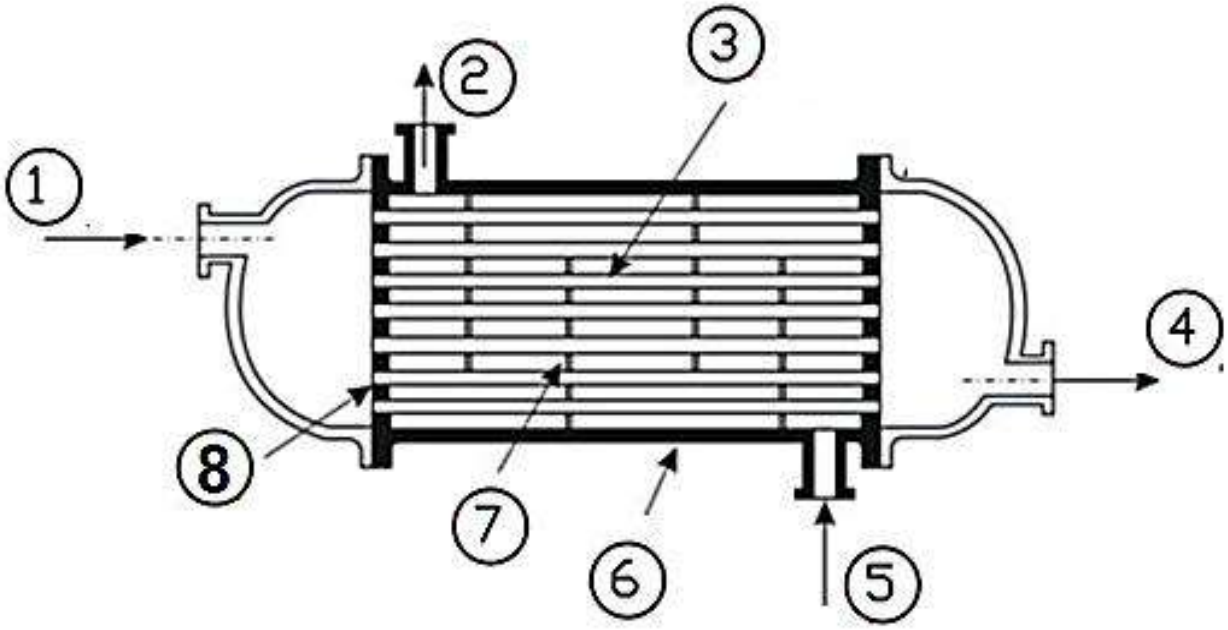
$T_1 < T_5$; $T_4 > T_6$

شكل (1-12) مبادل حراري نوع الغلاف والأنبوب يوضح السريان المتعاكس للموائع (لوحة)

مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1) فتحة دخول المائع إلى الأنابيب (2) صفيحة الأنابيب (3) حزمة الأنابيب (4) فتحة دخول المائع إلى الغلاف (5) فتحة خروج المائع من الانابيب (6) فتحة خروج المائع من الغلاف

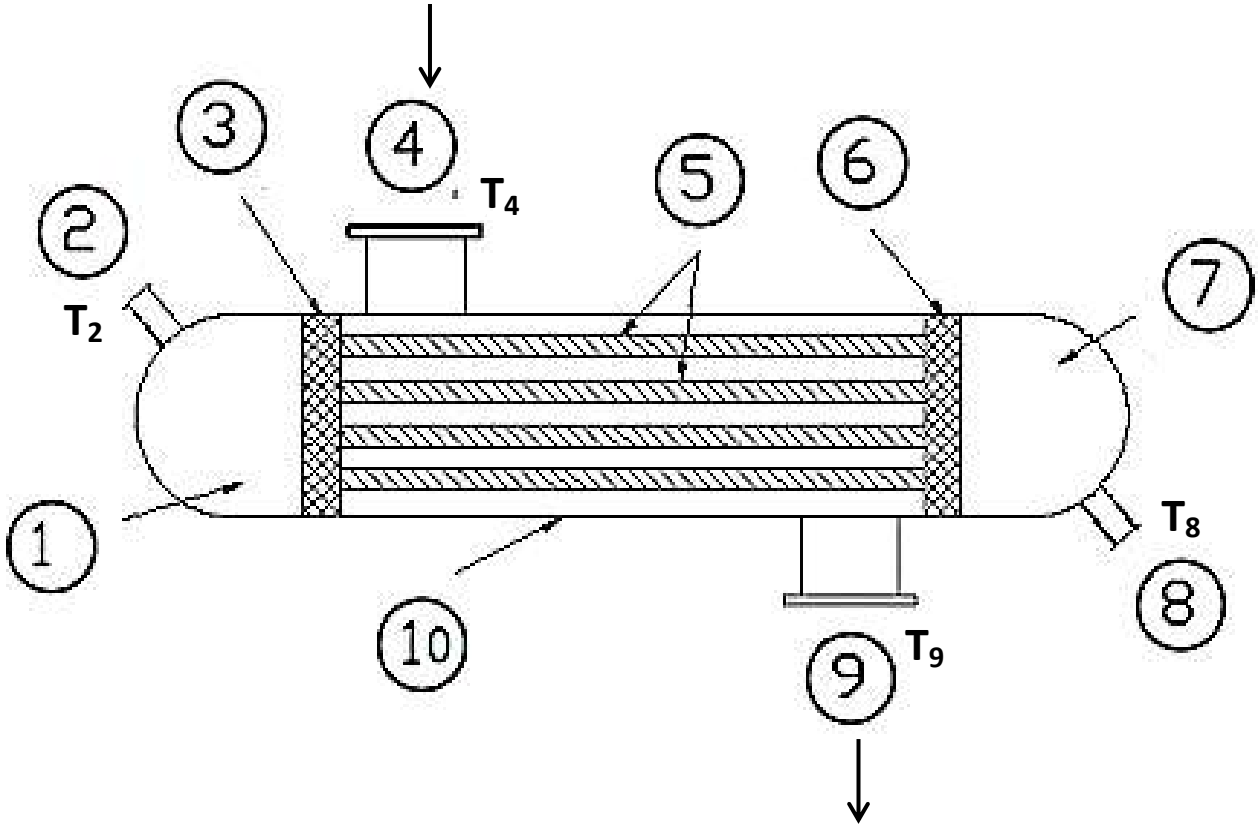


شكل (1 – 13) مبادل حراري نوع الغلاف والأنابيب يبين الجريان المتعدد في الأنابيب (لوحة)

مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1) المائع الداخل إلى الغلاف (2) المائع الخارج من الأنابيب (3) قفص الأنابيب (4)المائع الخارج من الغلاف (5) المائع الداخل إلى الأنابيب (6) الغلاف (7) الحواجز (8) صفيحة تثبيت الأنابيب

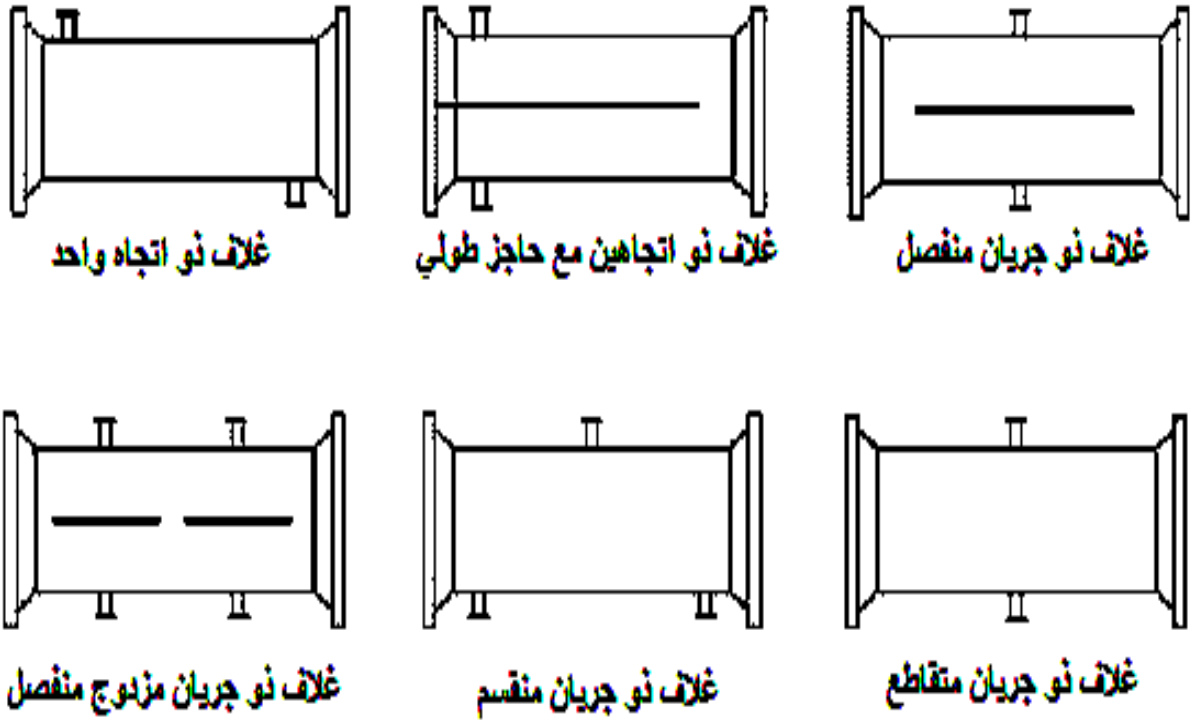


T4 > T9 ; T2 < T8

الشكل (1 - 14) **مبادل حراري نوع الغلاف والأنابيب (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1**

تسمية الأجزاء :

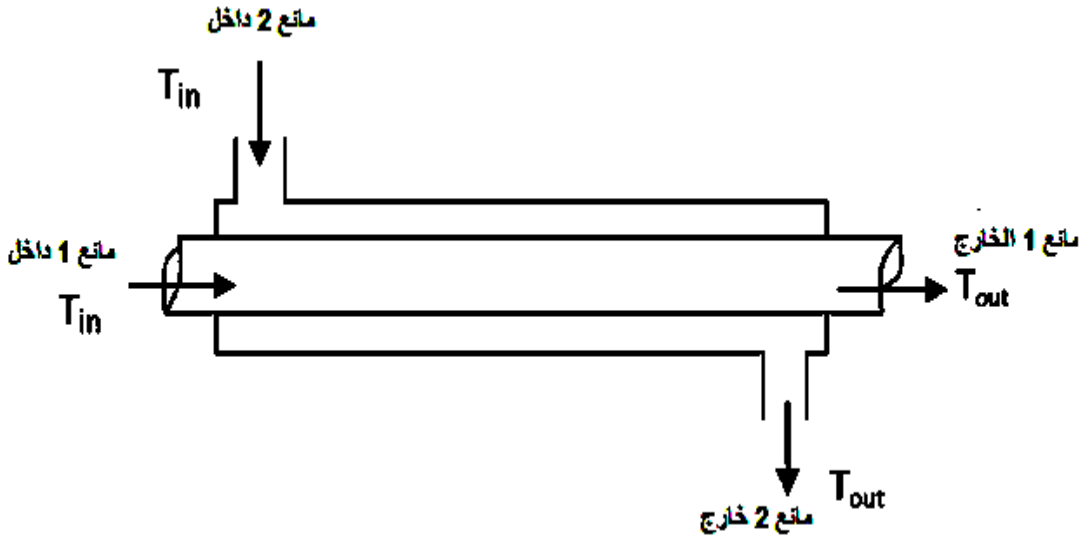
(1) صندوق السائل الداخل (2) الداخل إلى الأنابيب (3) صفيحة الأنابيب (4) الداخل إلى الغلاف (5) الأنابيب (6) صفيحة الأنابيب (7) خزان المادة الخارجة (8) الخارج من الأنابيب (9) الخارج من الغلاف (10) الغلاف الخارجي



شكل (1-15) أنواع الغلاف في المبادل الحراري نوع الغلاف والأنبوب (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

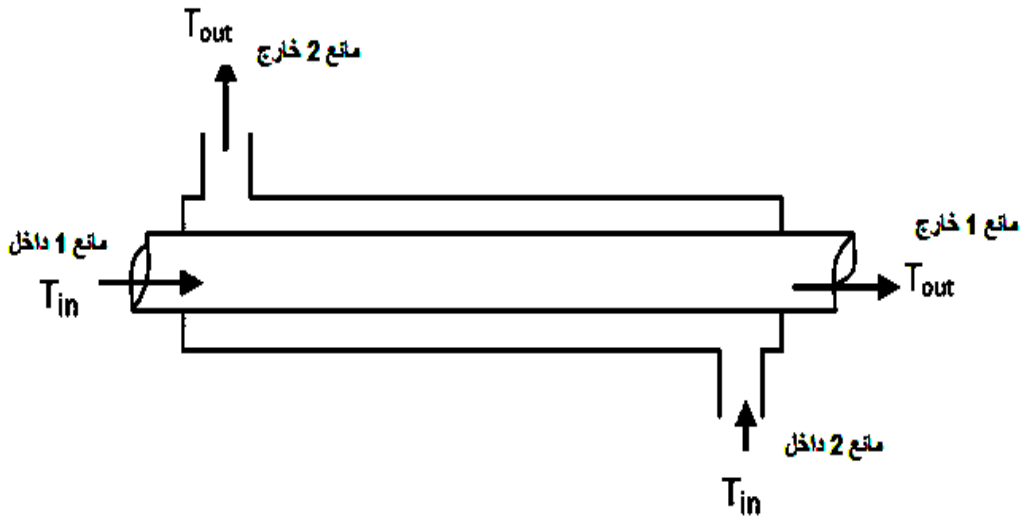
4-2-1 المبادل الحراري ذو الانبوب المزدوج

عند تصميم المبادل الحراري للأنبوب المزدوج ، هناك عامل مهم هو نوع نمط التدفق في المبادل الحراري .عادةً ما يكون المبادل الحراري للأنبوب المزدوج اما التدفق المتوازي (**Co-current**) الشكل (1-16) أو التدفق المتعاكس (**Counter-current**) ، (1-17) . يسمح نمط التدفق و الحمل الحراري المطلوب بحساب فرق درجة الحرارة .وباستخدام فرق درجات الحرارة اضافة إلى معامل انتقال الحرارة يمكن حساب مساحة سطح نقل الحرارة المطلوبة ثم يمكن تحديد أحجام الأنابيب ، وأطوال الأنابيب وعدد الانحناءات .وعادة يُعدً نمط التدفق المتعاكس هو نمط التدفق الأكثر كفاءة .وهذا يعني أنه يعطي أعلى معامل كلي لانتقال الحرارة لتصميم المبادل الحراري للأنبوب المزدوج.

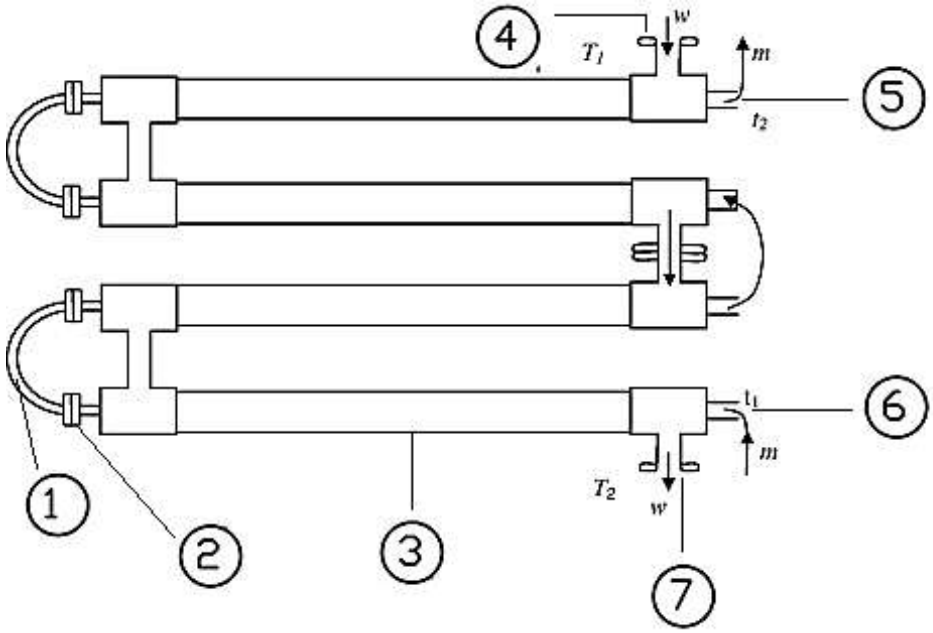


الشكل (1 - 16) مخطط لمبادل مزدوج الأنابيب ذي نمط تدفق متوازٍ (Co-current) (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تعد المبادلات الحرارية المزدوجة الأنبوب من أبسط أنواع المبادلات الحرارية تصميماً و تصنيعاً و أسهلها صيانة و أقلها كلفةً و أعلاها تحملًا للضغوط .



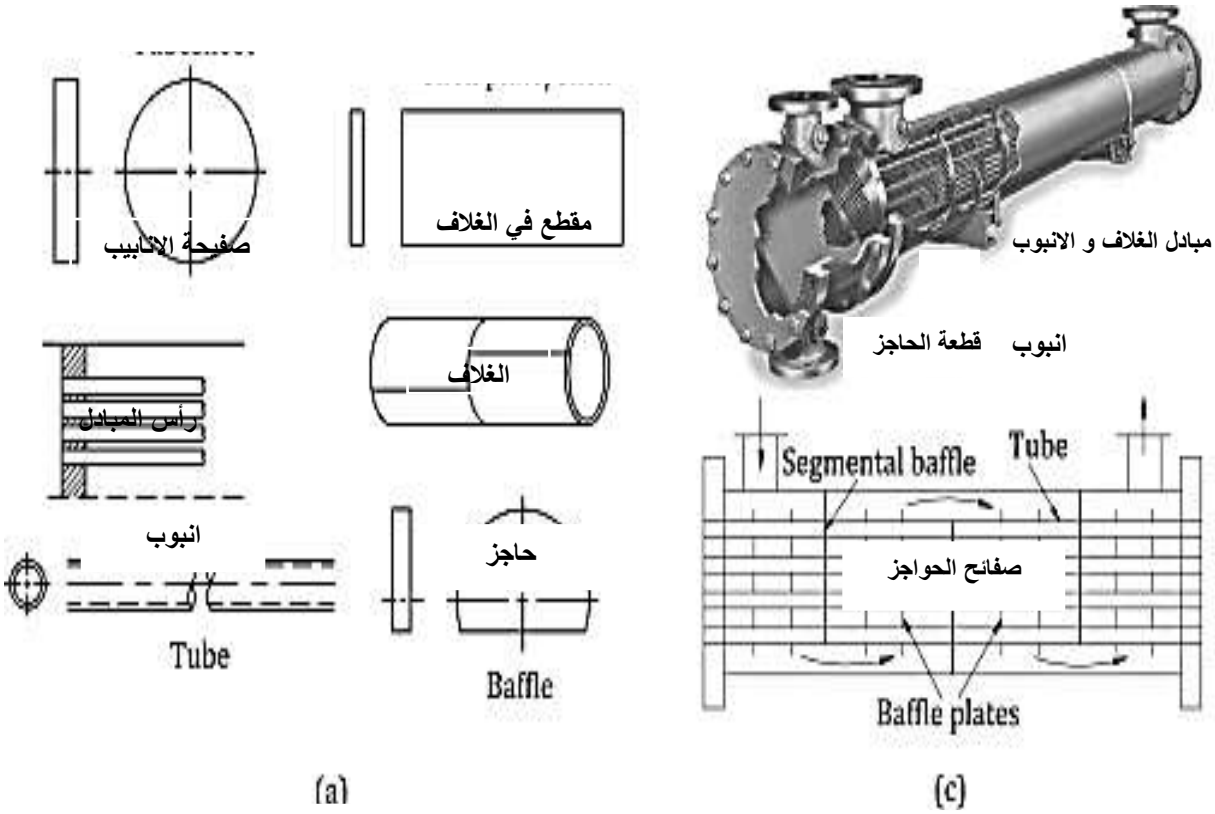
شكل (1- 17) مخطط لمبادل مزدوج الانابيب ذي نمط تدفق متعاكس (Counter-current)
(لوحة) مقياس الرسم 1 : 1



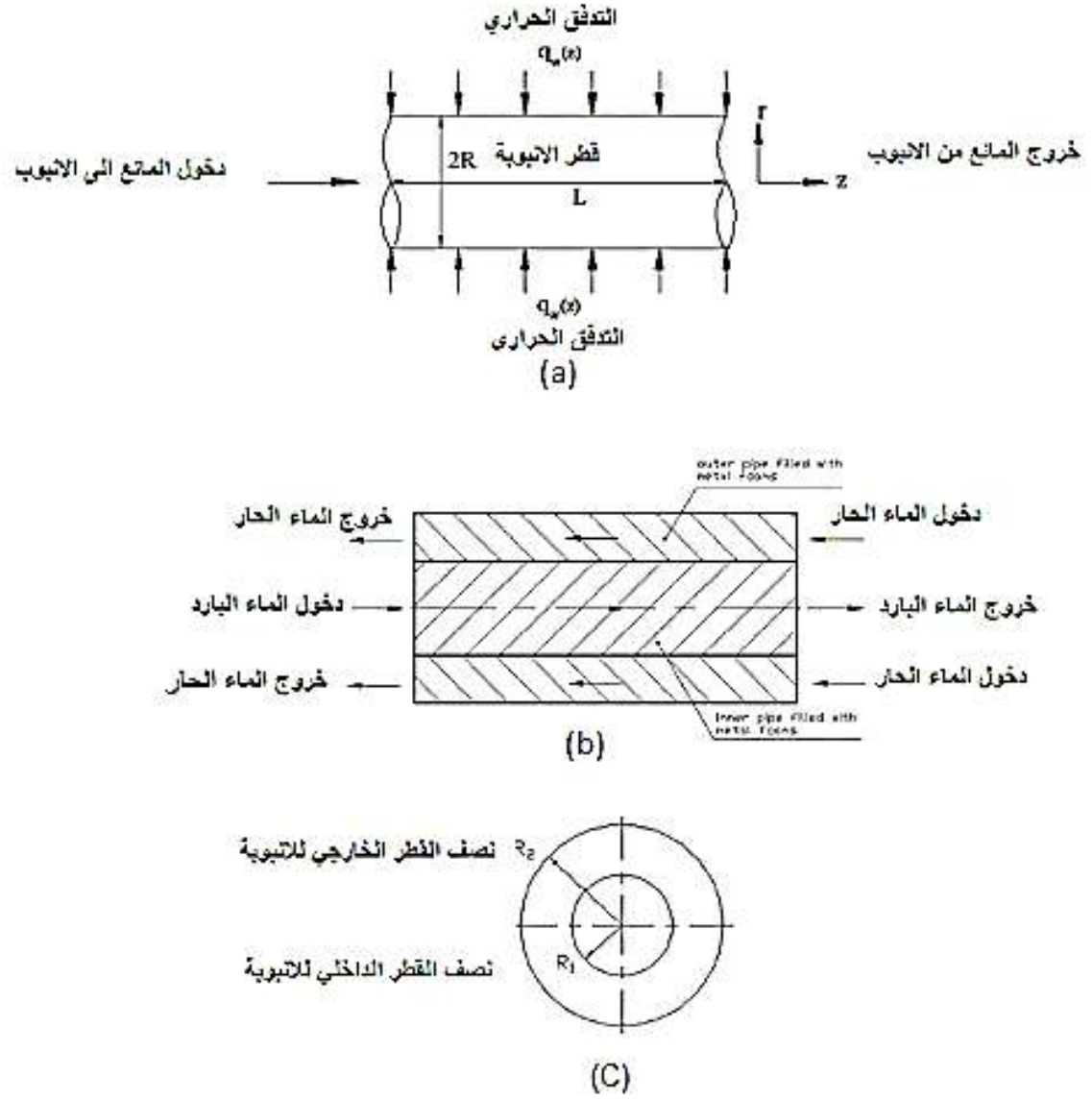
شكل (1 - 18) **مخطط لمبادل حراري مزدوج الأنبوب (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1**

تسمية الأجزاء :

(1) الأنبوب الداخلي (2) فلنجة مزدوجة (3) الأنبوب الخارجي (4) فتحة دخول المائع الحار
(5) فتحة خروج المائع البارد (6) فتحة دخول المائع البارد (7) فتحة خروج المائع الحار



شكل (1 - 19) مقاطع في الأجزاء الرئيسية للمبادل الحراري (لوحة) مقياس الرسم 1:1



شكل (1 - 20) **المبادل الحراري ذو الأنبوب المزدوج (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1**

(a) أنبوب منفرد في المبادل الحراري ذي الأنبوب المزدوج يوضح اتجاه الجريان والتدفق الحراري.

(b) مقطع عرضي للمبادل الحراري ذي الأنبوب المزدوج .

(c) مقطع عرضي يبين الأنبوب داخل الانبوب .

أسئلة وتمارين

س1 : ارسم بمقياس رسم مناسب أنواع الغلاف في المبادل الحراري نوع الغلاف والانبوب ، مع ذكر أسمائها.

س2 : اشرح مبدأ عمل المبادل الحراري، وارسم بمقياس رسم مناسب مبادل الغلاف و الأنبوب ذا المرور الواحد في الأنبوب.

س3 : باستخدام الرسومات بّين أهم الفروقات بين مبادل الغلاف و الأنبوب و المبادل مزدوج الأنابيب.

س4 : ارسم بمقياس رسم مناسب مبادلاً مزدوج الأنابيب ذا نمط تدفق متوازٍ وكذلك مبادلاً مزدوج الأنابيب ذا نمط تدفق متعاكس مؤشرا على الأجزاء.

س5 : ارسم بمقياس رسم مناسب مبادلاً حرارياً ذا غلاف وأنبوب يستخدم لتكثيف بخار الماء.

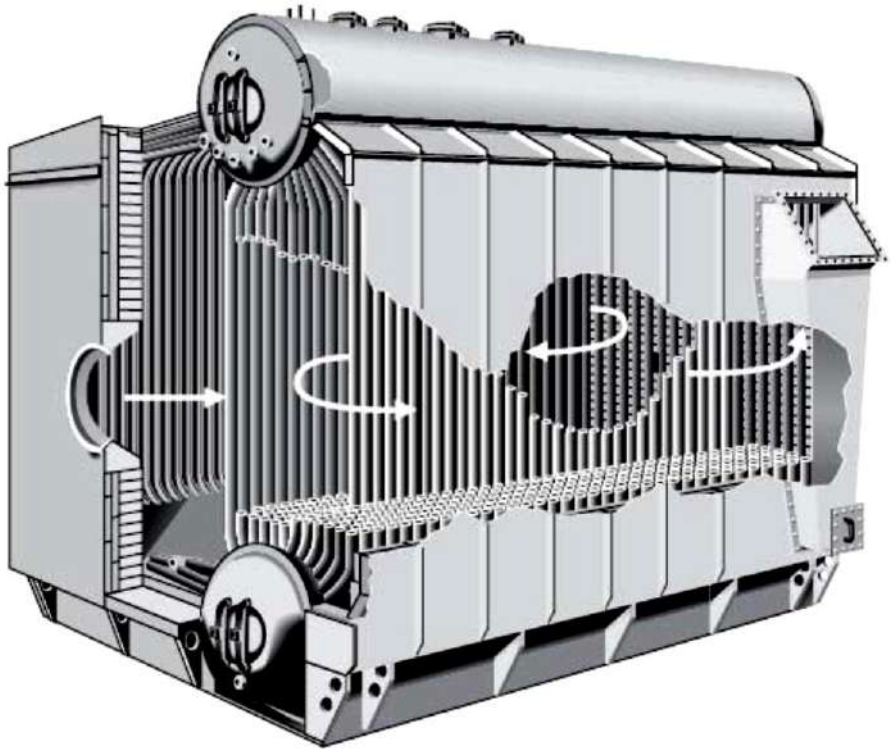
س6 : اشرح سبب استخدام المبادل الحراري ذي الرأس الطائف ثم ارسمه بمقياس رسم مناسب.

س7 : هناك عامل مهم في تصميم و تشغيل المبادل الحراري المزدوج .اشرح ذلك مع الرسم بمقياس مناسب .

1 – 3 المراجل البخارية (Steam Boilers)

تعد المراجل (الغلايات) البخارية وغلايات زيت نقل الحرارة من المعدات المهمة ضمن مرافق الانتاج المستخدمة غالبًا في صناعة تكرير النفط الخفيف، الشكل (1 – 21 - A) يبين مرجلاً بخارياً يعمل بالزيت . والمراجل البخارية مصدر لا غنىً عنها للحرارة والطاقة في عملية الإنتاج في مصافي النفط ، ولا يقتصر استخدامها في عمليات إنتاج البتروكيماويات فقط ، ولكن أيضًا في تسخين النفط وزيادة سيولته.

ان دخول المرجل للعمل مع وحدة التكرير هو لتوفير البخار الذي يساهم في عملية تجزئة النفط الخام وتحويله إلى المشتقات النفطية مثل البنزين والنفط الأبيض والديزل والنفثا وغيرها ، إذ يتم توفير الحرارة في خطوات التقطير الفراغي، الفصل بعد التقطير الفراغي، ومعالجة التفحيم العميقة للنفط الخام في تكرير النفط المكرر.

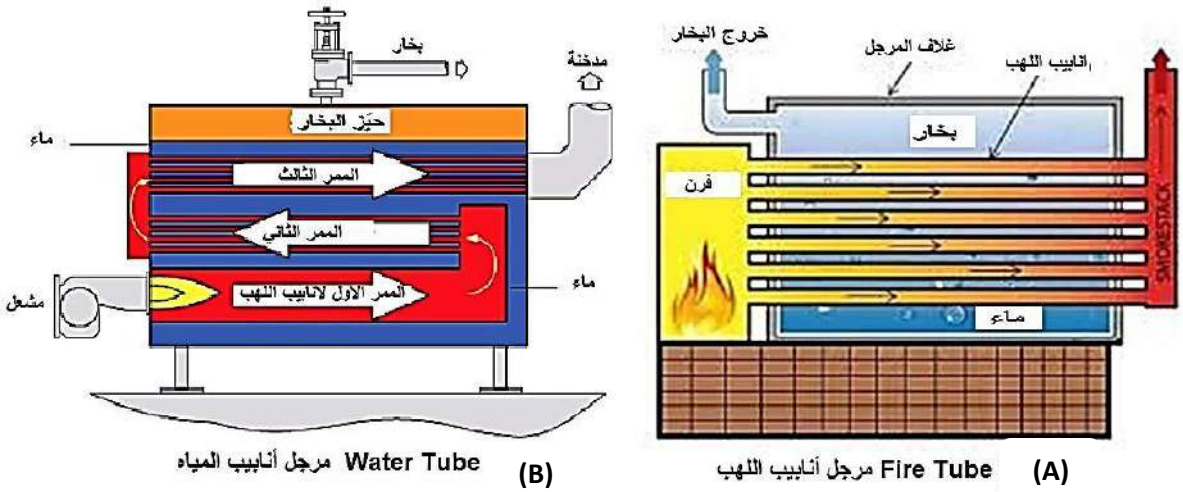


شكل (1 – 21 – A) مخطط لمرجل بخاري يعمل بالزيت

الشكل (1 -21 - B) مراجل بخارية تستعمل في مصافي تكرير النفط

1-3-1 أنواع المراجل (Types of Boilers)

يوجد كثيرٌ من التصنيفات للمراجل البخارية اعتمادا على الحجم أو المحتوى المائي وكذلك بحسب الوقود المستخدم (كيروسين – وقود الديزل - غاز طبيعي)، أو الشكل؛ مراجل رأسية وافقية وذلك من حيث محور وضع جدار الغلاية للأرض Vertical &Horizontal Boilers ونظام الانابيب. الشكل (1 - 22).



الشكل (1 -22) انواع المراجل البخارية الشائعة الاستعمال (اثرائي)

1. مرجل أنابيب اللهب Fire Tube :- وهى الغلايات التي تعتمد في عملها على ان تكون نواتج الاحتراق (اللهب) بداخل الأنابيب والمياه في الحيز الخارجي بين الأنابيب، الشكل (1 - 22- A).
2. مرجل أنابيب المياه Water Tube :- وهى الغلايات التي تعتمد في عملها على ان تكون المياه داخل الأنابيب ونواتج الاحتراق (الغازات الساخنة) تشغل الحيز الخارجي وحولها، الشكل (1 - 22 - B).
3. المرجل المركب Composite Boiler :- تقوم فكرة تصميم هذا النوع الحديث من الغلايات على دمج طريقة تشغيل مراجل انابيب اللهب مع انابيب المياه معا.

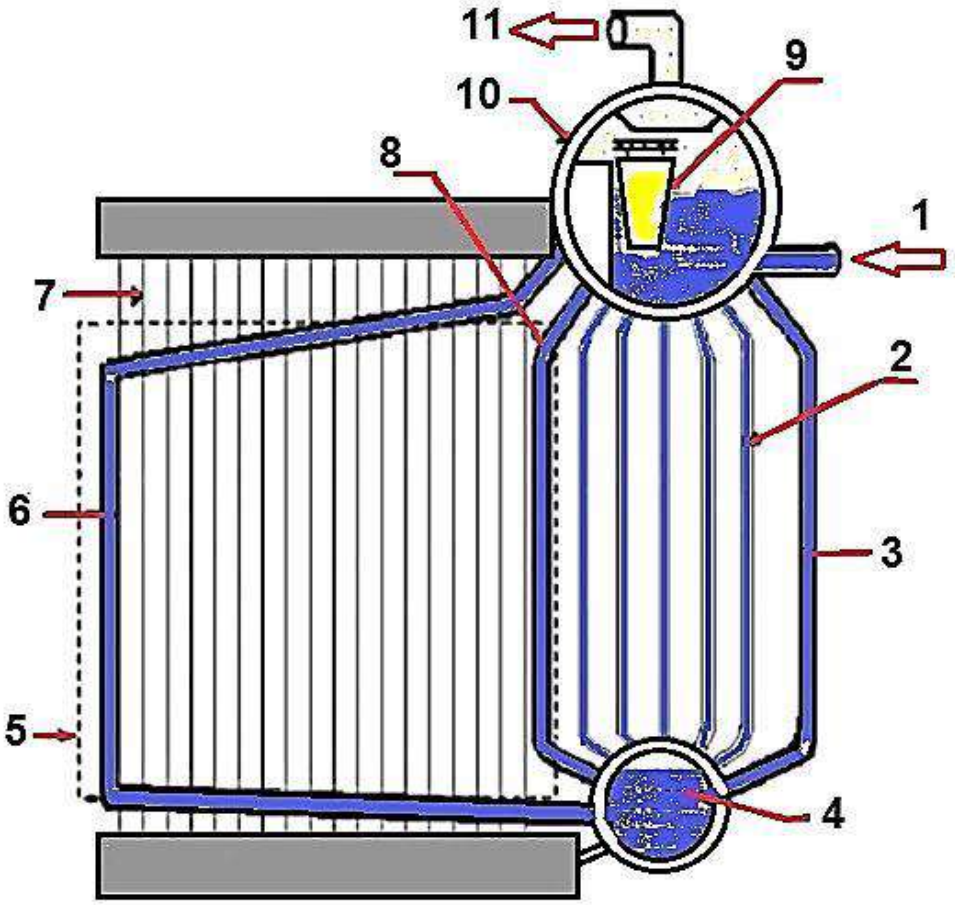
1-3-2 مرجل أنابيب المياه Water Tube Boiler

تستخدم صناعة النفط والغاز غلايات أنابيب المياه أكثر من غلايات أنابيب اللهب، والتي توفر عادة الحرارة لأسفل أعمدة التقطير الصناعية. إذ يغلي السائل من قاع عمود التقطير لتوليد أبخرة يتم إرجاعها إلى العمود لإنجاز عملية التقطير.

وتُزال الحرارة التي يتم يوفرها المرجل الموجود في أسفل العمود بواسطة المكثف الموجود أعلى العمود.

المكونات وطريقة العمل

يبين الشكل (1-23) الأجزاء الرئيسة للمرجل البخاري من نوع أنابيب المياه مزدوج الأسطوانة من النوع "D" والذي يتميز بالدوران الطبيعي للماء بين الاسطوانتين العلوية والسفلى بسبب اختلاف كثافة المياه بين التدفق إلى الأسفل وإلى الاعلى، إذ تبنى الغلاية بتصميم دائري بهيكل طولي يتكون بشكل أساسي من أسطوانة الماء وأسطوانة البخار وتتصلان بمجموعة أنابيب صممت لتوفير دوران طبيعي للماء.



الشكل (1 -23) مخطط يوضح أجزاء وطريقة عمل المرجل البخاري (اثرائي)

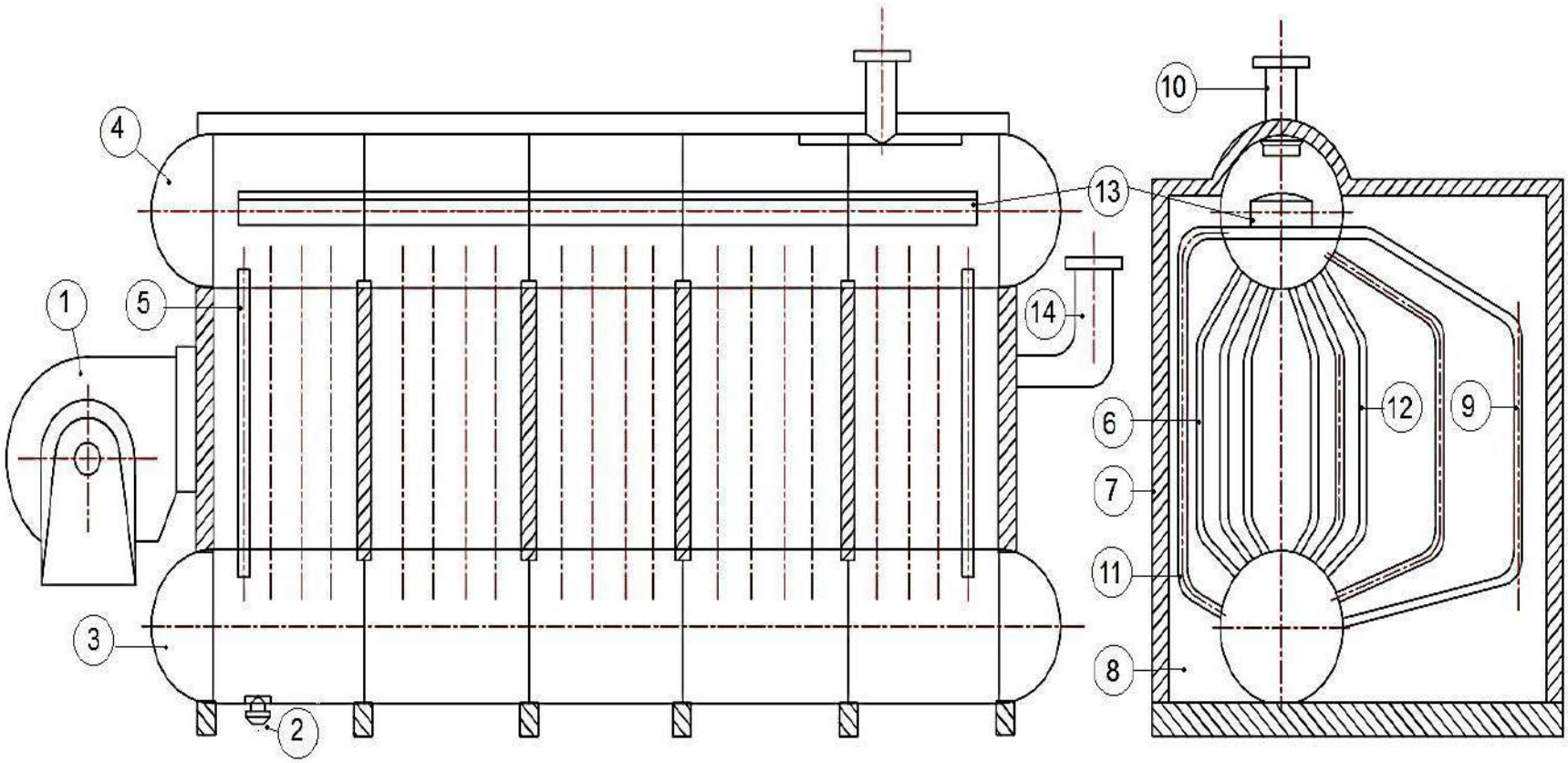
تسمية الأجزاء :

(1) مدخل تغذية المياه. (2) حزم الأنابيب العمودية. (3) الأنبوب النازل. (4) أسطوانة الماء. (5) حيّز التسخين. (6) الأنابيب الجانبية (نوع D). (7) الأنابيب الجدارية الأمامية والخلفية. (8) أنبوب صاعد داخلي. (9) الفاصل. (10) أسطوانة البخار. (11) خروج الغاز المشبع.

يتكون المرجل من حيزين الأول غرفة الاحتراق والثاني مجموعة أنابيب المياه، إذ يدخل ماء التغذية البارد إلى الجزء السفلي من أسطوانة البخار (10) عبر أنبوب التغذية الداخلي المثقب (1) مما

يسمح بخلط متجانس مع سائل إعادة التدوير الراجع من الفواصل (9) لينحدر الخليط المتدفق من خلال الأنابيب النازلة (3) ويدخل أسطوانة الماء (4) ثم من خلال حزمة أنابيب عمودية للتبخير (2) والأنابيب الرافعة (6 و 7 و 8) التي تمر عبر حيز التسخين (5) عندما يرتفع الخليط من خلال أنابيب التبخر، تنخفض كثافة الخليط وفقًا لذلك مما يؤدي لصعوده للأعلى في أسطوانة البخار، وفي المرحلة الثانية يتم حقن الخليط أولاً في مكونات الفاصل (9) حيث يخرج البخار المنفصل صعودًا إلى قبة البخار ثم يتم توجيه الماء إلى أسفل بسبب الجاذبية، ليندمج مع مياه التغذية . يتم إخراج البخار المنفصل من أسطوانة البخار إلى محمص البخار عبر المنفذ (11).

ويبين الشكل (1 - 24) المسقط الامامي والمقطع الجانبي لمرجل بخاري من نوع أنابيب المياه .



الشكل (1 - 24) المسقط الامامي والقطاع الجانبي لمرجل بخاري نوع أنابيب المياه. (لوحة) (تؤخذ القياسات من الرسم1:1) (اثرائي)

تسمية الاجزاء:

1) مشعل. 2) دخول مياه التغذية. 3) اسطوانة المياه. 4) أسطوانة البخار. 5) حزم الأنابيب العمودية. 6) انبوب صاعد داخلي. 7) غلاف المرجل. 8) حيّز التسخين. 9) الانابيب الجانبية لنوع (D). 10) خروج الغاز المشبع. 11) انابيب جدارية أمامية وخلفية. 12) انبوب نازل. 13) الفاصل. 14) خروج غازات الاحتراق.

أسئلة وتمارين

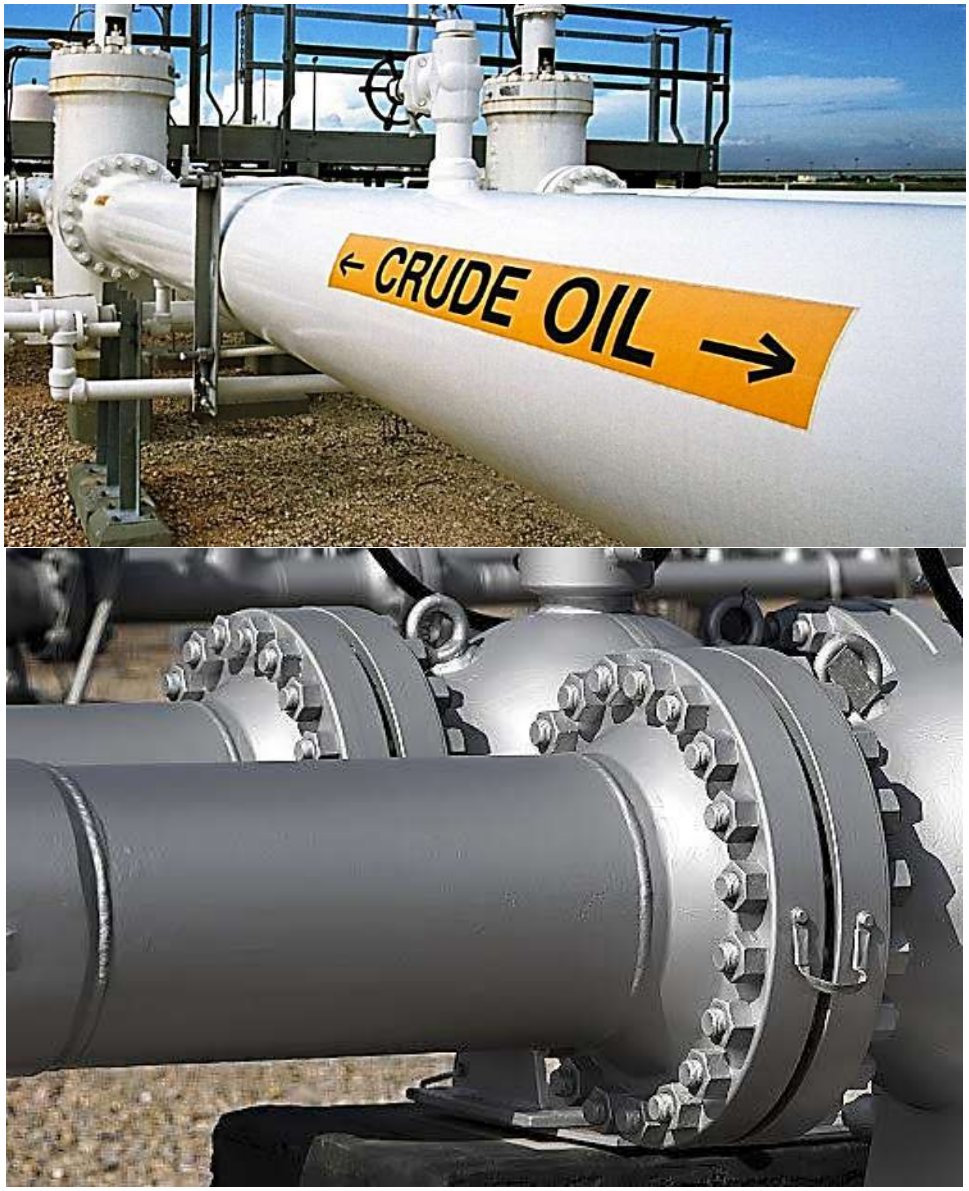
س 1 : ارسم بمقياس رسم مناسب المسقط الأمامي لمرجل بخاري نوع أنابيب المياه ،مع التأشير على الأجزاء وتسميتها .

س 2 : ارسم بمقياس رسم مناسب القطاع الجانبي لمرجل بخاري نوع أنابيب المياه ،مع التأشير على الأجزاء وتسميتها .

1 – 4 الأنبوب والفلنجة Pipe and Flange

تستخدم الأنابيب بكثرة في صناعة تكرير النفط لنقل المشتقات النفطية والمواد الكيميائية سواء أكانَ على شكل سائل أو غاز، فضلاً عن نقلها للماء والبخار عند مختلف درجات الحرارة لمتطلبات التشغيل المختلفة في تكرير النفط الخام. وتعاني الأنابيب من التدهور بمرور الوقت لأسباب مختلفة عند نقل السوائل والغازات المسببة للتآكل والاحتراق او الانسداد نتيجة الرواسب.

ويترتب عليه ضرر بمصفاة تكرير النفط ويعرض السلامة للخطر ويؤدي إلى الإغلاق وفقدان الإنتاج، مما يستوجب تبديل القطع التالفة وبذلك تتم الاستعانة بوسائل ربط بين الانابيب ببعضها وكذلك باقي المعدات مثل الأقفال وأجهزة السيطرة على الضغوط والتفرعات وغيرها بحيث تكون قابلة للربط وللتفكيك بسهولة عند اجراء الصيانة، الشكل (1 - 25) .



الشكل (1 –25) التوصيلات في انابيب نقل النفط

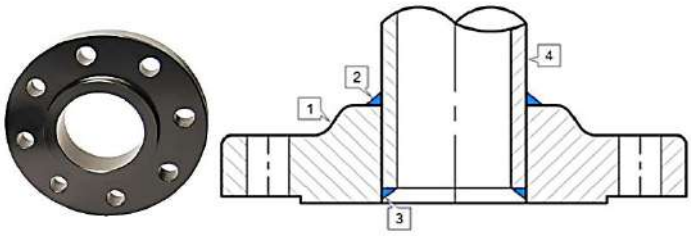
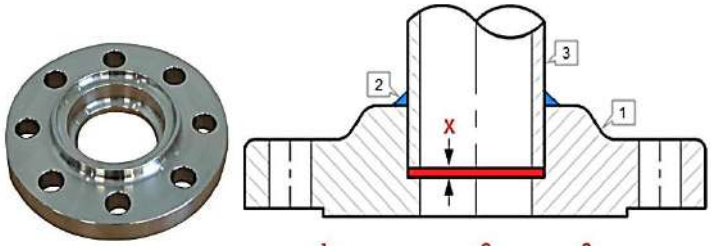
1 – 4 – 1 الربط بالفلانجات Flanges Connecting

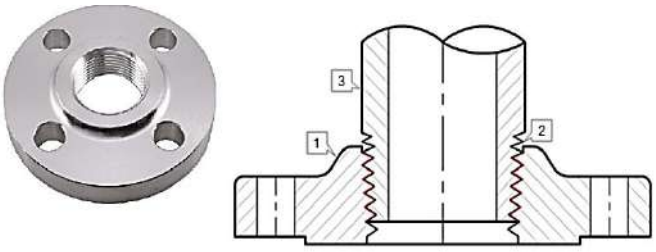
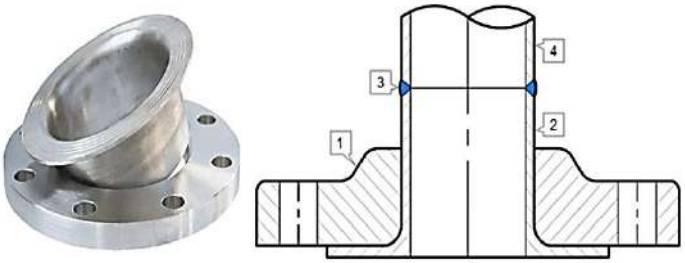
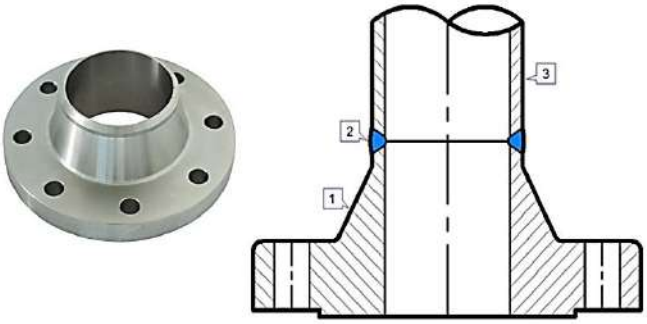
عادة ما يتم توصيل الأنابيب الناقلة للنفط الخام أو مشتقاته أثناء مدها عن طريق اللحام وعن طريق الوصلات القابلة للانفصال وتسمى بالوصلة ذات الفلانجة Flange، وهي الأوسع انتشارا في الربط ، إذ يتم استخدامها بشكل رئيس في المعدات والصمامات. في بعض خطوط الأنابيب حيث تكون الصيانة ميزة منتظمة، تتكون الوصلات ذات الفلانجات من ثلاثة مكونات منفصلة ومستقلة بالرغم من ترابطها ؛ الفلانجات Flanges، والحشوات Gasket ، ومسامير الربط (البراغي) Bolts. توجد ضوابط خاصة مطلوبة في اختيار وتطبيق كل هذه العناصر للحصول على وصلة مانعة للتسرب، تكون الحشوة ضرورية لإغلاق السطحين والتغلب على عيوب الربط ومنع التسرب عن طريق شد صواميل

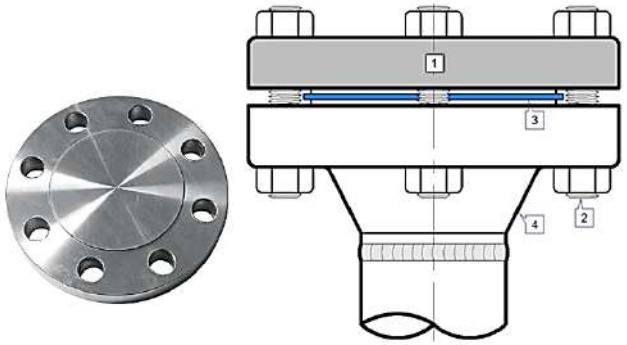
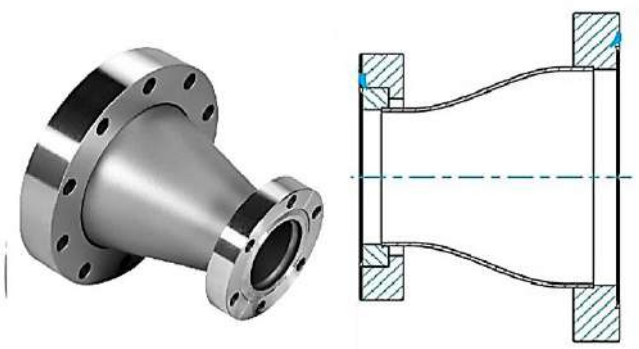
اللوالب بعزم كافٍ ، ليبقى الضغط على سطحها أكبر من قوة الضغط الداخلي للمائع المنقول الذي يعمل على فصل الفلانجات.

ويمكن أن تصنف الفلانجات اعتماداً على نوع الربط والتوصيل، ونوع الوجوه المتقابلة، ودرجات الحرارة والضغوط المستعملة، ومادة صنع الانابيب والتوصيلات وبهذا تصنف الفلانجات بحسب طريقة ربطها بالأنابيب على النحو الآتي :-

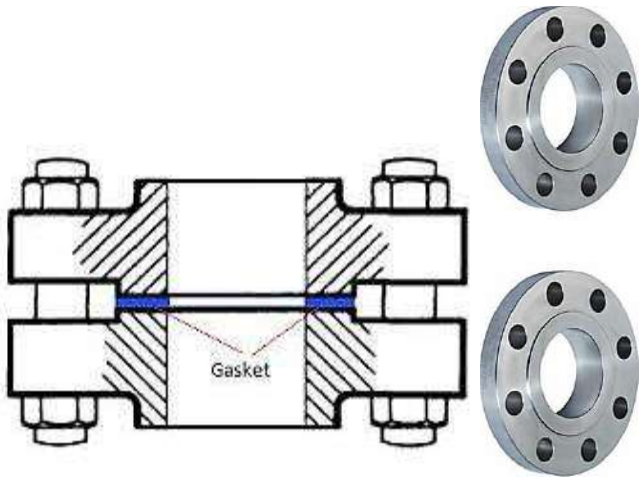
جدول (1 – 8) تصنيف الفلانجات حسب طريقة الربط و التوصيل

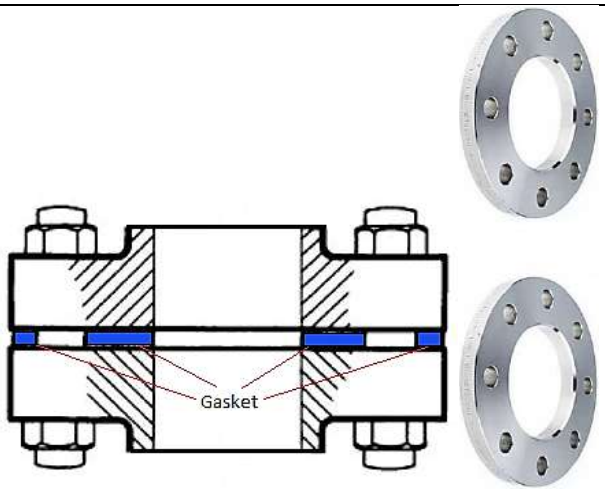
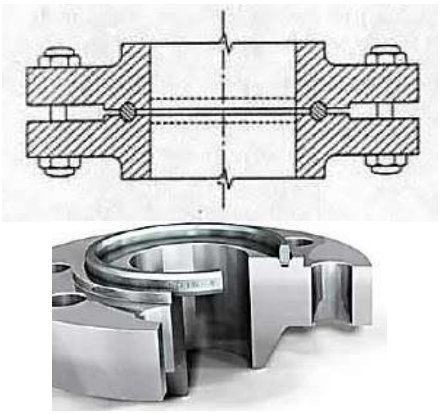
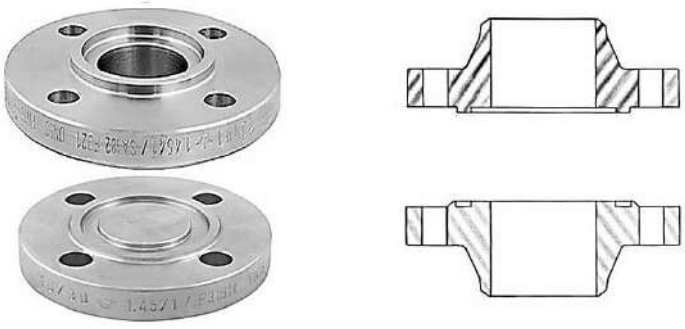
نوع الربط	التمثيل بالرسم	الملاحظات
الربط بلحام الفلانجة المنزلقة برقبة Slip On Flange	 1) فلانجة منزلقة 2) لحام ملء خارجي 3) لحام ملء داخلي 2) 4) أنبوب	يتم توصيل الفلانجات ذات النوع الانزلاقي من خلال لحامين على سطح الأنبوب، داخل وخارج الحافة، عادة تكون هذه الفلانجات مصنعة بواسطة الطرق Forged structure، ويوجد نوع مسطح بدون رقبة.
الربط بلحام فلانجة المقبس Socket Weld Flange	 1) فلانجة مقبس 2) لحام ملء 3) انبوب x) فجوة تمدد	يتم توصيل الفلانجات عن طريق خط لحام واحد بالمقبس من الخارج فقط، ولا يوصى بها للأعمال الثقيلة، ويتناسب سمك الأنبوب مع عمق التجويف الذي يصل اليه الأنبوب، ويصنع عادة من الفولاذ المقاوم للصدأ، قبل اللحام ، يجب إنشاء مساحة بين نهاية التجويف X لاستيعاب التمدد المحتمل.

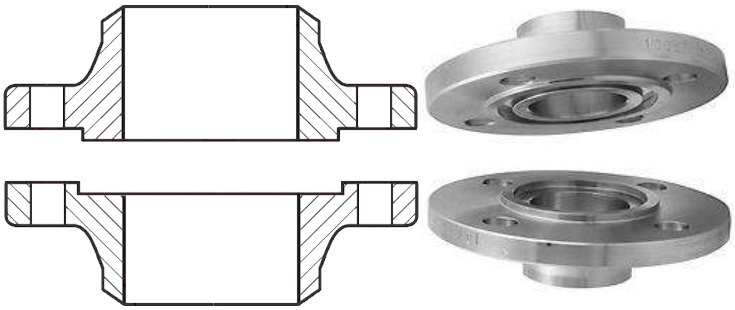
الربط بفلانجة ملولبة Screwed Flange	 1) فلانجة ملولبة 2) اسنان 3) انبوب	يتم استخدام الفلانجات الملولبة (المسننة)على خطوط الأنابيب عندما يتعذر اجراء اللحام. هذه التركيبة غير مناسبة للأنابيب ذات السماكة العالية لصعوبة استخراج السن فيها.
فلانجة الطية المتراكبة Lap Joint Flange	 1) فلانجة الطية المتراكبة 2) وصلة الطية 3) لحام ملء 4) أنبوب	يستخدم هذا النوع عندما تكون الأنابيب من مواد مكلفة. في نظام الأنابيب الفولاذية المقاومة للصدأ، يمكن تطبيق فلانجة من الصلب الكربوني. يتم لحام أطراف نهاية الأنابيب مع التركيبة ذات الطيّة وتستخدم في التطبيقات ذات الضغط المنخفض.
الربط بفلانجة الرقبة الملحومة Weld Neck Flange	 1) فلانجة الرقبة الملحومة 2) لحام ملء 3) انبوب	من الممكن تمييزها بأن تكون مسلوبة النهاية لتلتقي مع قطر وسمك الأنبوب المتناسب معها وتكون صالحة للضغوط المرتفعة ودرجات الحرارة العالية.

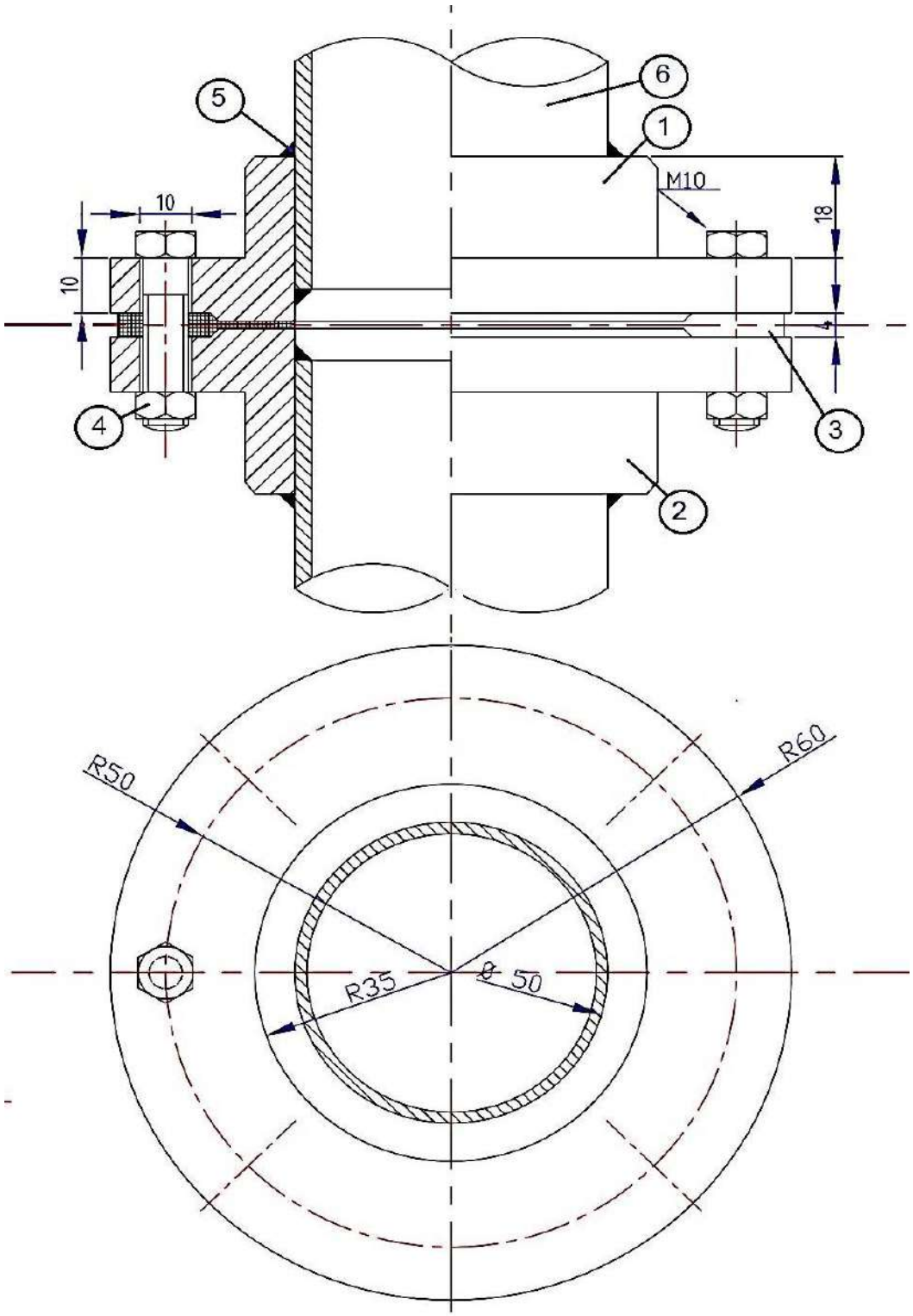
ربط الفلانجة الصماء Blind Flange	 1) فلانجة صماء 2) برغي وصامولة 3) حشوة 4) فلانجة أخرى	يتم تصنيعها بدون تجويف وتستخدم لتفريغ نهايات الأنابيب والصمامات وفتحات أوعية الضغط، إن هذه الفلانجات مناسبة لتطبيقات الحرارة العالية والضغط العالي.
الربط بالفلانجة المصغرة Reducing Flange		يتم استخدامها للتوصيل بين قياسات الأنابيب الكبيرة والصغيرة دون استخدام وصلات التصغير وتوفر بديلاً جيدًا لربط قياسين مختلفين من الأنابيب.

ويمكن أيضًا تصنيف الفلانجات بناءً على الوجهات المتقابلة على النحو الآتي :-

فلانجة الوجه البارزة Raised Face Flange		النوع الأكثر شيوعًا المستخدم في التوصيلات كافة وتتميز بالوجه المرتفع لكون سطح الحشوة يكون مرتفعا فوق وجه دائرة الإغلاق مما يسمح باستعمال تصميمات عديدة من الحشوات تتميز بزيادة قدرة احتواء الضغط للمفصل.

فلانجة الوجه المسطح Flat Face Flange		وتكون الحشوات المستعملة فيها ذوات أسطح بنفس المستوى. مما يلزم وجود حشوة للوجه بالكامل.
وصلة نوع الحلقة Ring Type Joint		يتم استخدامها في الضغط المرتفع وفي درجة الحرارة العالية وهي تتكون من أخاديد في الواجهة تحصر الحشوات ولا يمكن للاهتزاز والحركة أن يسحقا الحشوة أو يقللا من شد التوصيل.
اللسان والأخدود Tongue and Groove		يكون أحد الوجهين فيه حلقة مرتفعة (لسان) يقابلها بالوجه الآخر اخدود متطابق بالحجم وتكون الحشوة بالتصميم نفسه، توجد هذه عادة على أغطية المضخات وأغطية الصمامات.

ذكر وأنثى (ذكر / أنثى) Male and Female		مع هذا النوع، يجب أيضًا مطابقة الفلنجات. الوجه الأول فيه منطقة تمتد للخارج (ذكر)، والأخرى لديها تجويف (أنثى) بعمق يسع الحشوة واللسان، وكلاهما مصقولان بسلاسة. يعمل القطر الخارجي للوجه الأنثوي على تحديد مكان الحشوة والاحتفاظ بها.



الشكل (1 - 26) نصف قطاع أمامي أيسر ومسقط أفقي لربط انبوبين عن طريق الفلنجات (لوحة (اثرائي)

مقياس الرسم (1:1) تقدر الابعاد غير المذكورة بما يناسبها.

تسمية الأجزاء: 1) الفلنجة الأولى. 2) الفلنجة الثانية. 3) الحشوة. 4) برغي مع صامولة. 5) وصلات لحام ملء داخلية وخارجية Butt Weld. 6) أنبوب.

أسئلة وتمارين

س 1 : ارسم بمقياس رسم مناسب نصف قطاع أمامي أيسر لربط أنبوبين عن طريق الفلنجات ، ثم اذكر تصنيف الفلنجات حسب طريقة الربط والتوصيل .

س 2 : ارسم بمقياس رسم مناسب مسقط أفقي لربط انبوبين عن طريق الفلنجات .

1 - 5 المضخات (المضخة الطاردة المركزية، المضخة الترددية) Pumps (centrifugal pump, reciprocating pump)

تُعرف عمليّة الضخ بأنها إعطاء المواد السائلة طاقة معينة حتى تتحرك من مكان إلى مكان آخر، أو من مستوى واطئ إلى مستوى أعلى منه، ويتمّ هذا باستخدام جهاز يسمّى المضخّة، التي تستخدم لزيادة طاقة السائل التي تجعله ينجز شغلا وبالتالي تمكينه من الانسياب خلال شبكة الانابيب ونقله من منطقة ذات ضغط واطئ إلى منطقة ذات ضغط عالٍ. تستخدم المضخات في مجالات عديدة ومنها الصناعات النفطية والمصافي وبضغوط عالية أو متوسطة او منخفضة وتتحمل درجات حرارة عالية حسب طبيعة التصميم والاستخدام.

يتطرق الفصل إلى نوعين من المضخات هما :

1 – 5 – 1 المضخات الترددية Reciprocating Pump:

لها أهمية كبيرة في استخدامات متنوعة ومنها الصناعات النفطية ، وسميت كذلك لكون حركتها الرئيسية إلى الأمام والخلف اذا كانت أفقية والى الأعلى والأسفل اذا كانت عمودية وتكون انتاجيتها باتجاه واحد معتمد على مكبس . تستخدم لتحقيق ما يأتي :

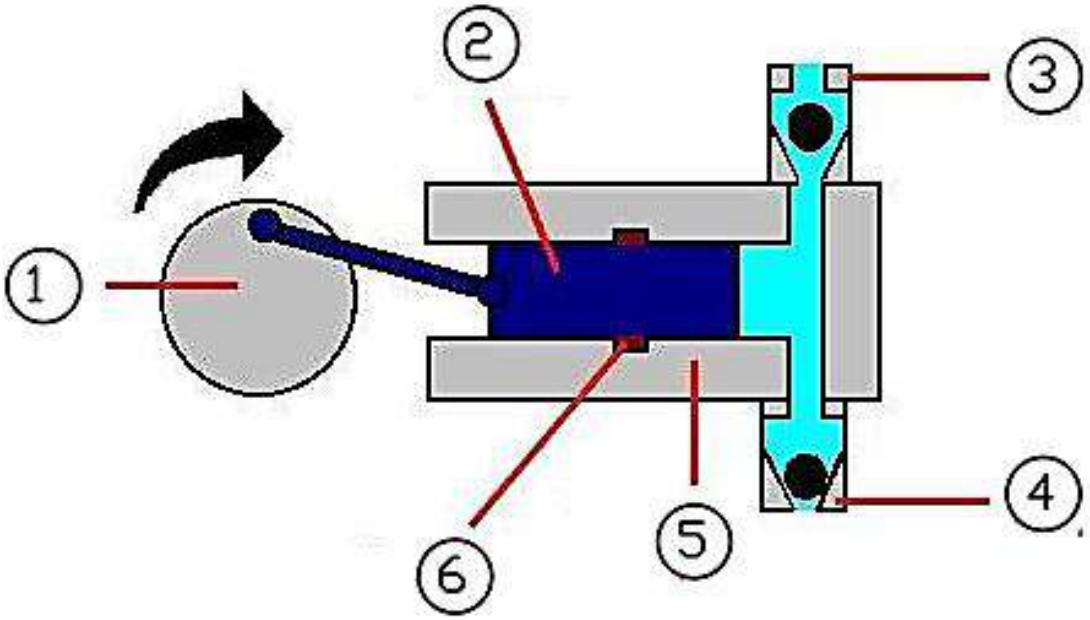
1 – تحريك السائل من نقطة إلى أخرى .

2 – الحصول على ضغط عالٍ يصل لغاية (1400 bar) .

ويتم فيها ضخ مواد سائلة ذات لزوجة متوسطة باستخدام موتور كهربائي أو محرك بخاري، ويكون شكلها مكبسياً، وسمّيت بهذا الاسم لأنّ المكابس الأسطوانية فيها تتحرك حركة ترددية، وتستخدم على سبيل المثال في التزييت وفي مضخّات التغذية والحريق.

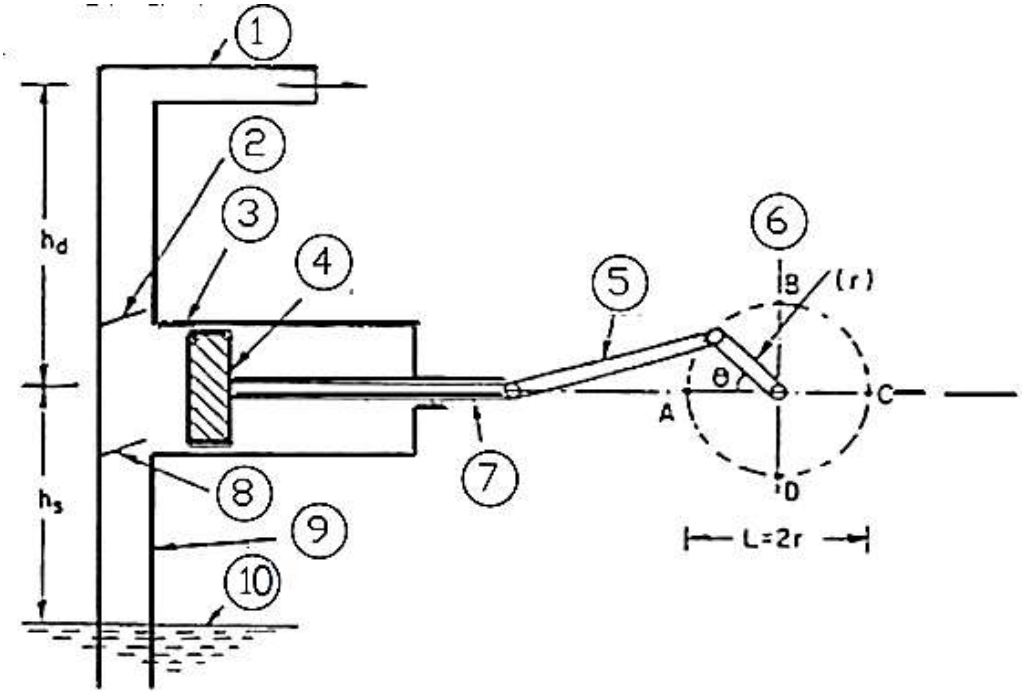
المضخة الترددية الموجبة ذات المكبس Positive Displacement Pump:

تتكون من مكبس يتحرك إلى الخلف وإلى الأمام داخل أسطوانة. توجد فتحة لأحد طرفي الأسطوانة يمر عبره ذراع التوصيل للمكبس. والطرف الآخر للأسطوانة، المُسمى الطرف المغلق له صمام دخول أو صمام خروج، أو كلاهما، وفق نوع المضخة. وفي بعض المضخات الترددية، يكون صمام الدخول أو صمام الخروج مركبًا على المكبس. وتتضمن المضخات الترددية الشائعة المضخات الرافعة، والمضخات الدافعة.



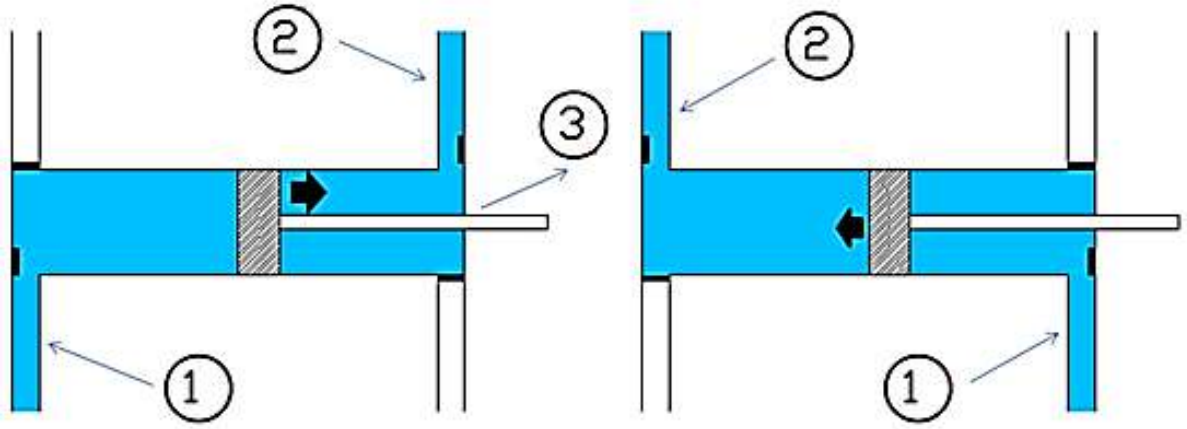
شكل (1 - 27) مقطع في مضخة ترددية ذات فعل أحادي (اثرائي)

تسمية الأجزاء : (1) أسطوانة نقل الحركة (2) مكبس (3) صمام تحكم لا رجوعي للمائع الخارج (4) صمام تحكم لا رجوعي للمائع الداخل (5) رأس المضخة (6) سدادة لمنع التسرب



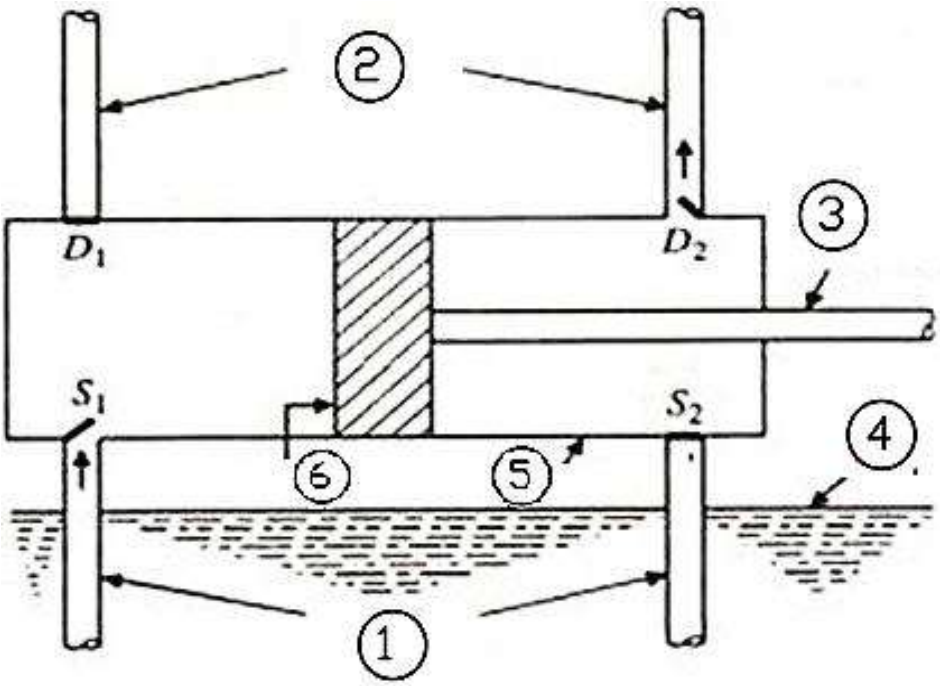
شكل (1 - 28) مقطع في المضخة الترددية أحادية الفعل أحادية المكبس (لوحة) مقياس الرسم 1 :1

تسمية الأجزاء (1) أنبوب توصيل (2) صمام خروج (3) أسطوانة (4) مكبس (5) ذراع توصيل (6) ذراع التدوير (7) ذراع المكبس (8) صمام دخول (9) أنبوب الامتصاص او الشفط (10) مستوى السائل



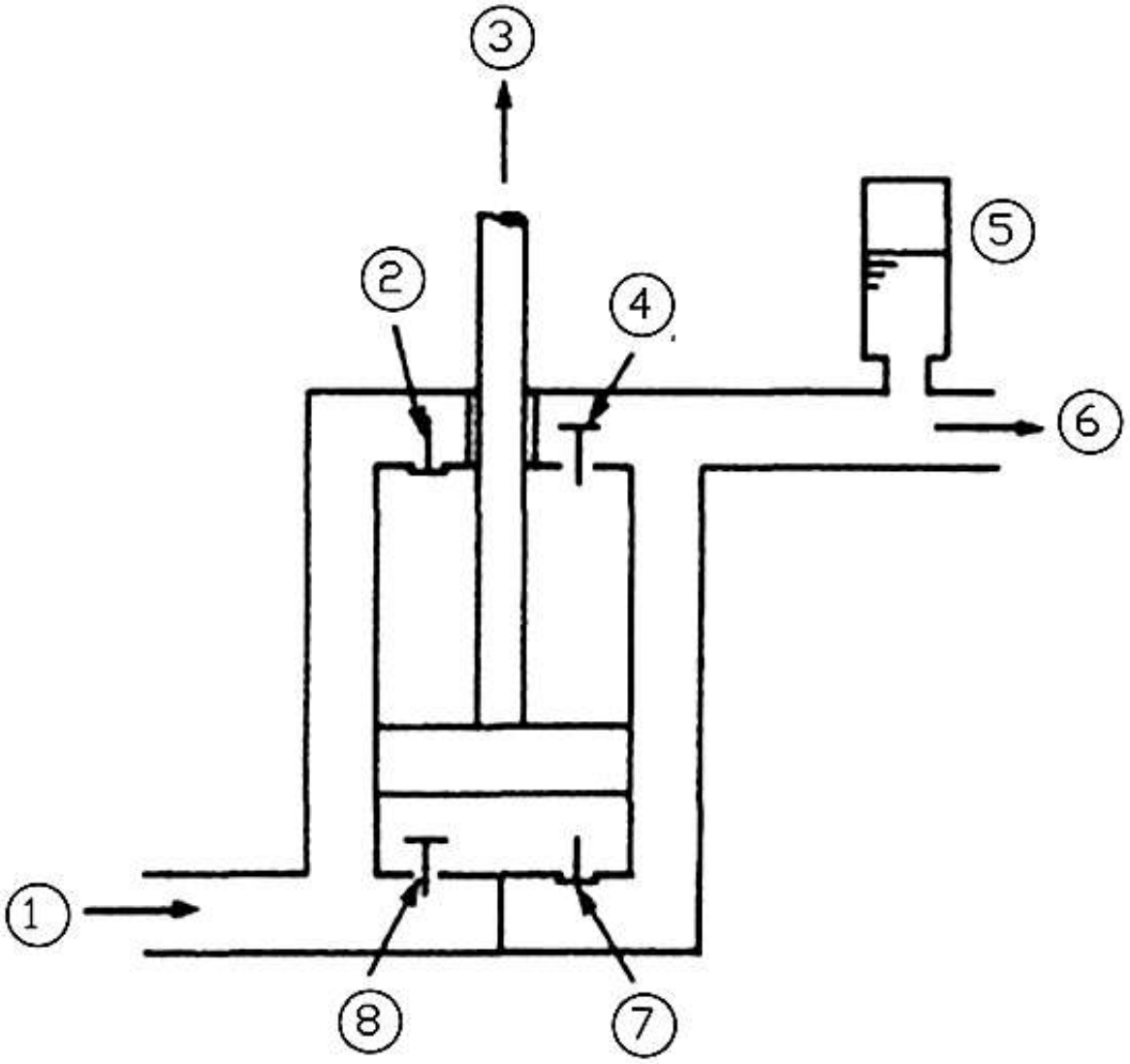
شكل (1 - 29) مضخة ترددية ذات فعل الثنائي (اثرائي)

تسمية الأجزاء : (1) أنبوب سحب الماء (2) أنبوب تصريف الماء (3) مكبس



شكل (1 - 30) مقطع في المضخة الترددية ثنائية الفعل أحادية المكبس (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

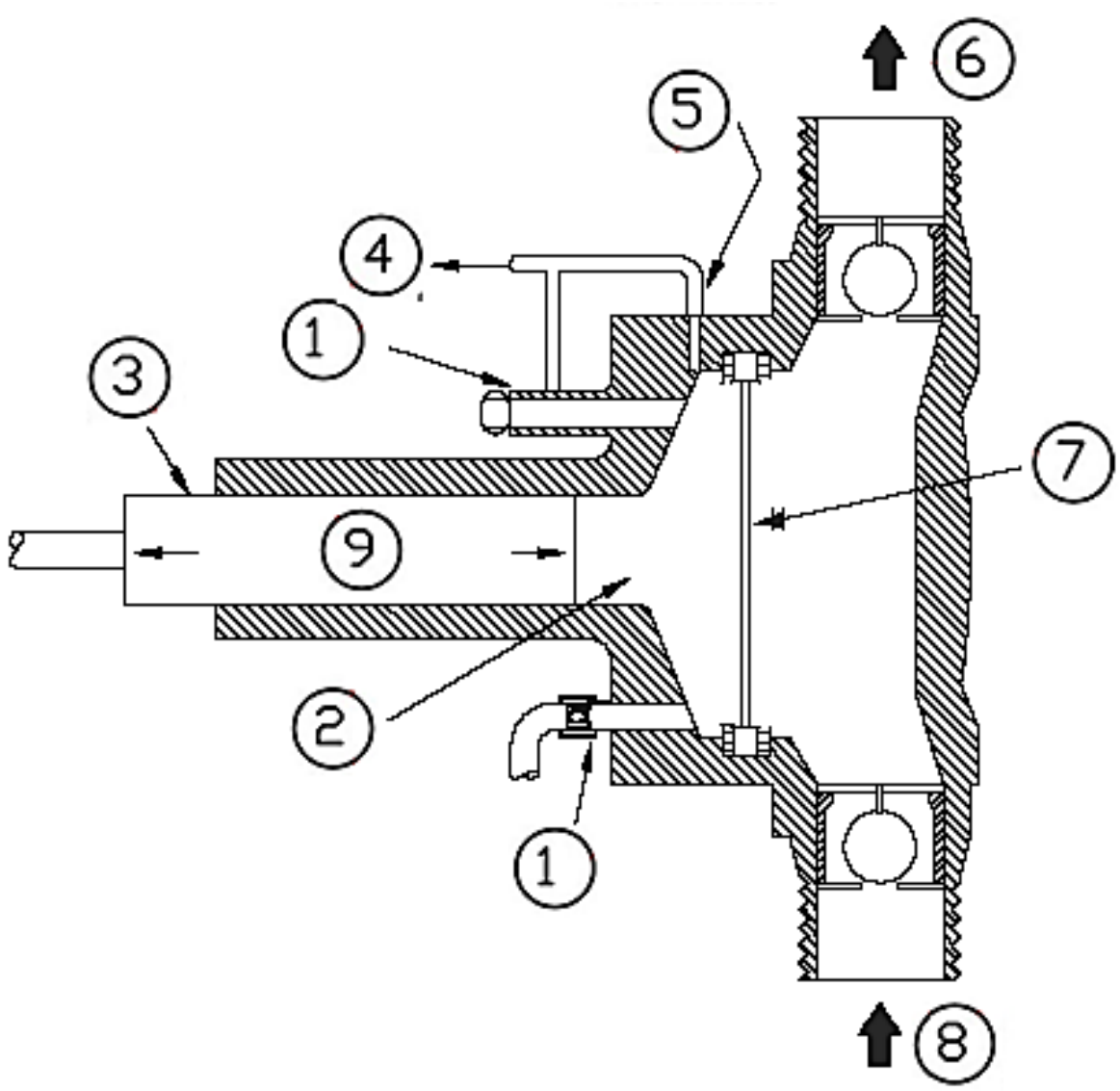
تسمية الأجزاء :(1)أنبوب الامتصاص (2) انابيب التوصيل (3) ذراع المكبس (4) مستوى السائل (5) أسطوانة (6) المكب



شكل (1 – 31) مخطط المضخة ذات المكبس (احدى أنواع المضخات الترددية) (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء

(1) فتحة دخول السائل (2) صمام الامتصاص (مغلق) (3) مكبس يتحرك إلى الأعلى (4) صمام التصريف (مفتوح) (5) وعاء تجمع الهواء (6) فتحة تصريف السائل (7) صمام التصريف (مغلق) (8) صمام الامتصاص (مفتوح)



شكل (1 - 32) مقطع في المضخة ذات الغشاء (احدى أنواع المضخات الترددية) (لوحة) مقياس الرسم1: 1

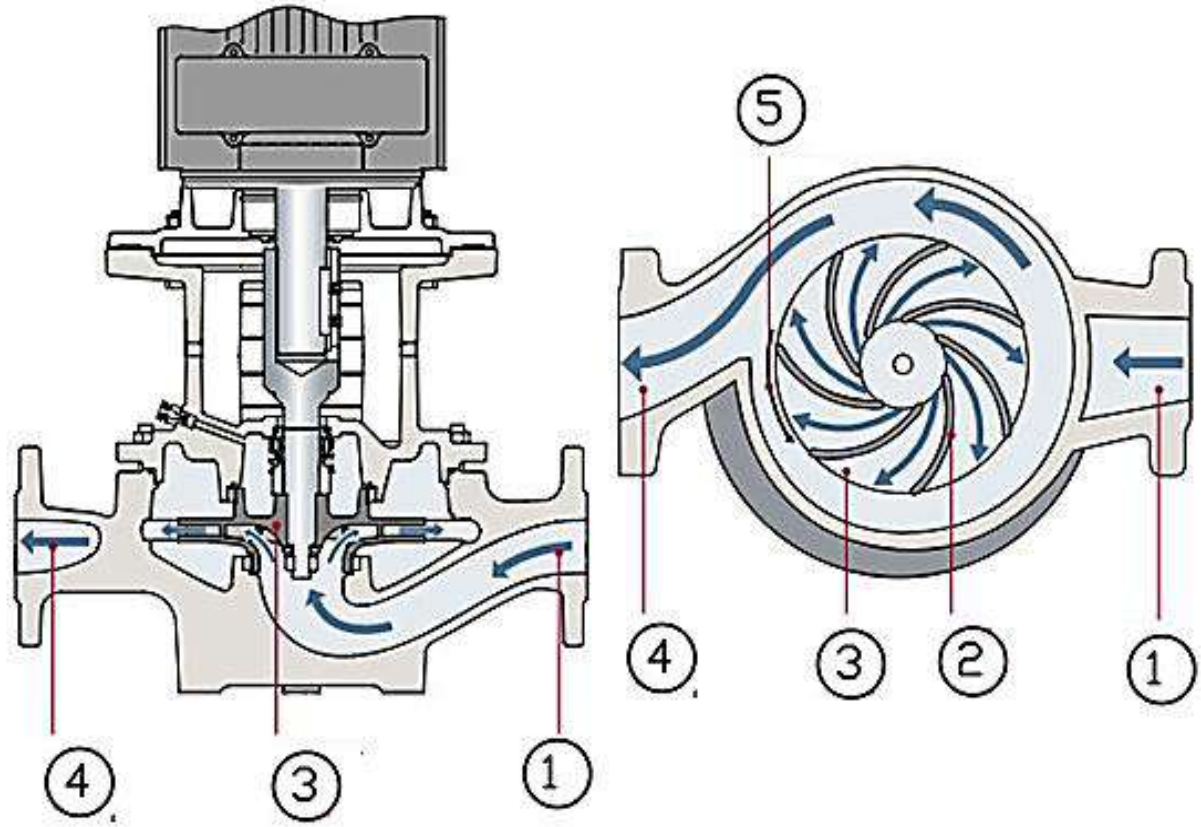
تسمية الأجزاء :

(1) صمام تفريغ (2) سائل هيدروليكي (3) مكبس (4) فتحة خروج الهواء (5) صمام التحكم بسرعة الهواء (6) فتحة تصريف السائل (7) غشاء (8) فتحة سحب السائل (9) حركة ترددية

1 – 5 – 2 مضخات الطرد المركزي Centrifugal Pump:

هي معدات تستخدم لتزويد السائل بالطاقة الحركية وذلك باستخدام قوة الطرد المركزي إلى طاقة حركية مكتسبة وتستخدم في الصناعات النفطية بالإضافة إلى الاستخدامات الأخرى ، وتستمد قدرتها من محرك كهربائي أو حراري ، وهي ذات دوران ديناميكي لتحريك دفاعة ووظيفتها زيادة ضغط السوائل وذلك عن طريق دفع السائل. تستخدم مضخات الطرد المركزي عادة لنقل السوائل خلال الأنابيب .

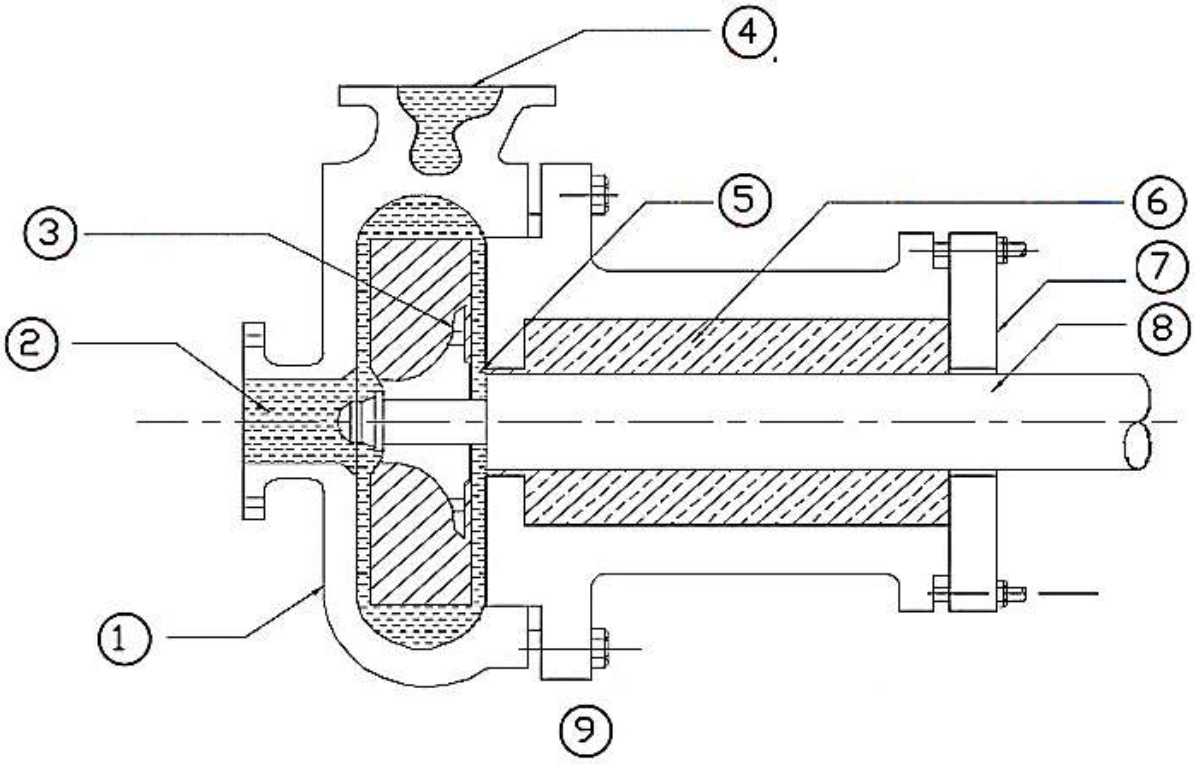
عند دخول السائل الي الدفاعة أو يكون بالقرب منها على طول محور الدوران يتم دفعهُ بواسطة الدفاعة حيث يتدفق السائل الي داخل غرفة حلزونية ويتم خروجه بعد ذلك إلى المصب ومنها إلى الأنابيب وتستخدم أيضاً مضخات الطرد المركزي لتصريف كمية كبيرة من المائع (السائل) خلال أنابيب ذات رؤوس صغيرة في نهايتها.



شكل (1 - 33) رسم توضيحي للمضخة الطاردة المركزية (اثرائي)

تسمية الأجزاء :

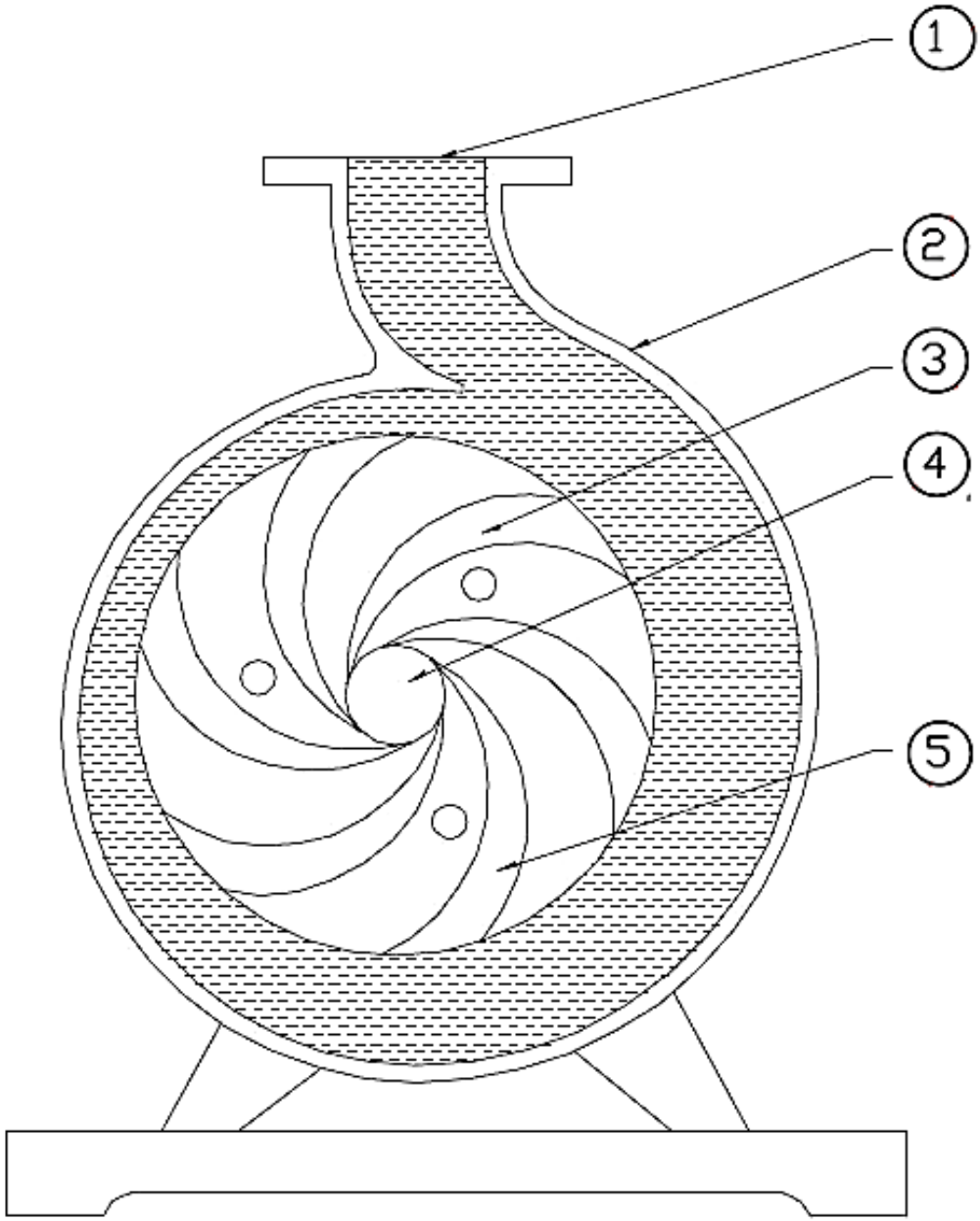
(1) السائل الداخل (2) ريش المروحة (3) المروحة (4) السائل الخارج



شكل (1 - 34) مقطع لمضخة طاردة مركزية (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

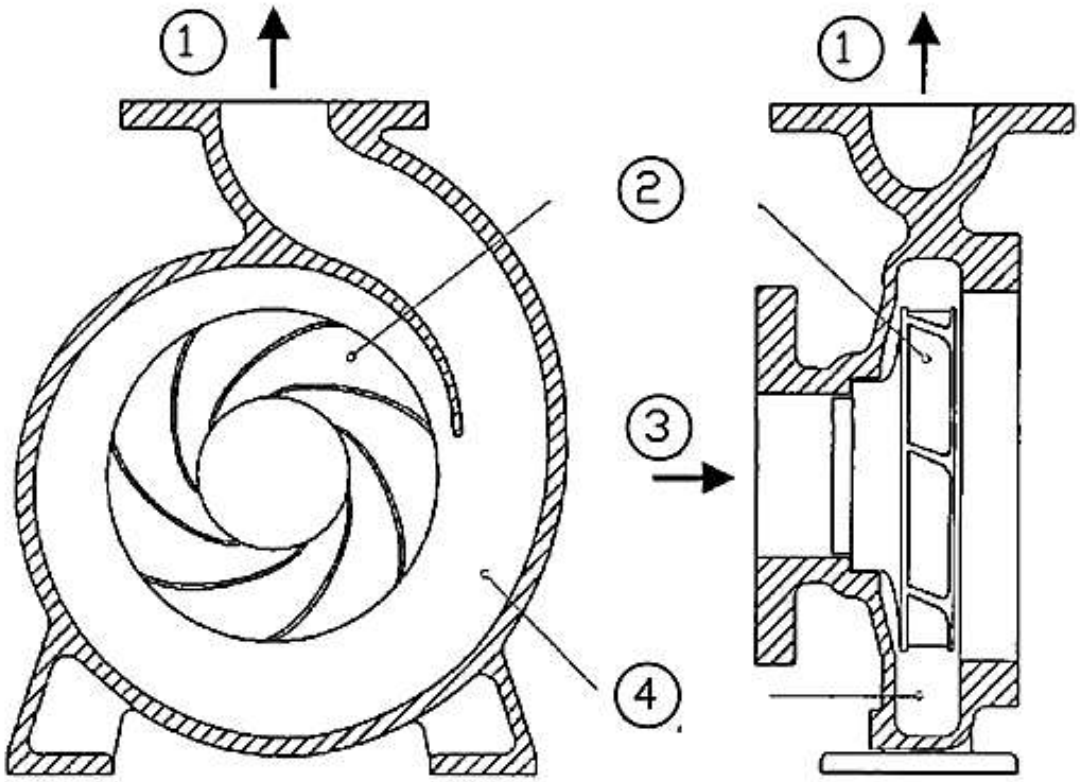
(1) الغلاف الخارجي (2) فتحة دخول السائل (3) مروحة دوارة (4) فتحة التصريف (5) قناة مرور السائل (6) حجرة الإغلاق (7) سدادة (8) عمود دوران (9) مسند تثبيت



شكل (1 - 35) مخطط لمضخة طاردة مركزية يبين حركة السائل داخلها (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1) فتحة التصريف (2) الغلاف الخارجي (3) ريش المروحة (4) مركز السحب (5) المروحة

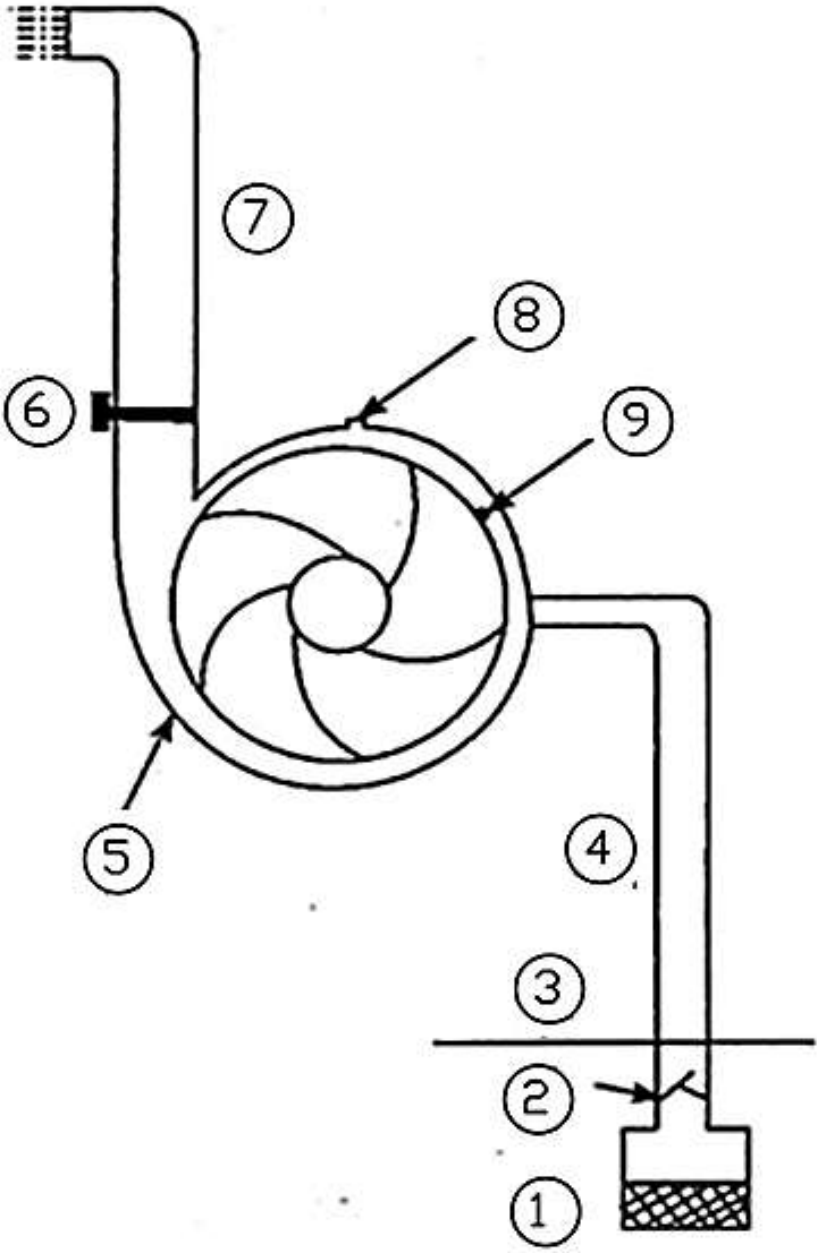


شكل (1 - 36) مسقط امامي ومسقط جانبي لمضخة طاردة مركزية (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1)فتحة خروج السائل (2) المروحة (3) فتحة دخول السائل (4) غلاف حلزوني

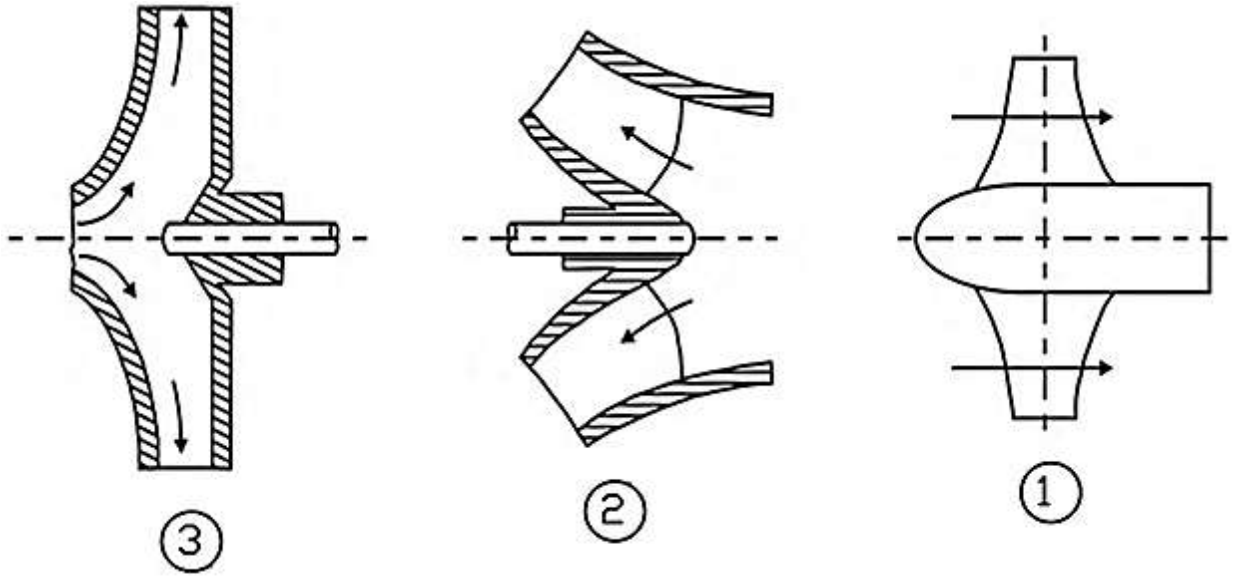
يتم ضخ المواد السائلة باستخدام قوة طرد مركزيّة ناتجة عن دوران ما يعرف بالريش التي تمر من خلالها المادة السائلة، ويضم عدة أنواع أبرزها المضخّات المحورية والمضخّات القطرية، فضلاً عن مضخّات المياه العذبة ومضخّات مياه البحر، ومضخّات تغذية الغلايات.



شكل (1 - 37) مخطط منظومة طرد مركزي لرفع السوائل (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1)مصفاة (2) صمام دخول لا رجوعي (3) مستوى السائل (4) أنبوب الامتصاص (5) الغلاف الخارجي (6) صمام تنظيم التصريف (7) أنبوب الاستلام (8) صمام التحكم بشروع اندفاع السائل (9) المروحة



شكل (1 - 38) أنواع مضخات الطرد المركزي استنادا إلى اتجاه جريان السوائل (لوحة) 1 : 1

تسمية الاجزاء:

(1)جريان مختلط (2) جريان محوري (3) جريان قطري

أسئلة وتمارين

س 1 : بمقياس رسم مناسب ارسم مقطعاً في المضخة الترددية ثنائية الفعل أحادية المكبس ، مع تسمية الأجزاء .

س 2 : بمقياس رسم مناسب ارسم مقطعاً في المضخة ذات الغشاء ، مع التأشير على الأجزاء .

س 3 : بمقياس رسم مناسب ارسم مقطعاً لمضخة طاردة مركزية ، مع التأشير على الأجزاء .

س 4 : ارسم بمقياس رسم مناسب مسقطاً امامياً ومسقطاً جانبياً لمضخة طاردة مركزية ، مع التأشير على الأجزاء .

س 5 : ارسم بمقياس رسم مناسب أنواع مضخات الطرد المركزي استنادا إلى اتجاه جريان السوائل .

1 – 6 الخزانات (الخزان الاسطواني، الخزان الكروي
Storage tanks (cylindrical & spherical storage tanks)

الأهداف

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادرا على أن:-

1. **يميز انواع وخصائص الخزانات المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز.**
2. **يتعرف على انواع الخزانات النفطية وتصنيفاتها المختلفة.**
3. **يفهم اسلوب الرسم الصناعي للخزانات الاسطوانية و الكروية للنفط الخام و مشتقاته.**
4. **يرسم بعض أنواع الخزانات .**

1-6-1 تمهيد

لا تخلو منطقة نفطية من هذا الهيكل الأسطواني أو الكروي الكبير الذي يقوم بمهمة خزن النفط الخام أو مشتقاته لغرض تصريفه حسب الحاجة في الصناعة النفطية سوأءً أفي المصافي النفطية أم في موانئ التصدير. الشكلان (1 - 39) و (1 - 42) يمثلان مجموعة خزانات اسطوانية و كروية في حقل العمل.

الشكل (1-39) خزانات كروية للغازات المسالة

1- 6-2 الخزانات النفطية.

1-6 -2-1 تعريف الخزانات:

تعرف الخزانات النفطية بأنها الوعاء المعدني الأسطواني أو الكروي الشكل الذي يتواجد في المصافي النفطية أو محطات العزل أو في مستودعات النفط للخزن و التصريف. وللتعريف العام لكلتا الحالتين لابد من التطرق بشكل سريع لمعنى المحطة النفطية ومعنى المستودع.

أولاً - المحطة النفطية (محطة عزل الغاز) (Degassing Stations) :

هي المحطة التي ترتبط بها آبار النفط عندما يتم استخراجه وعزل الغاز منه في هذه المحطة وذلك بتجميع النفط وارساله إلى عازلات الغاز (separators) ويتم فيها التخلص من الغاز المصاحب للنفط الخام .

ثانيا - المستودعات النفطية :

هي المكان الذي يتم خزن النفط به بخزانات كبيرة عمودية أو أسطوانية الشكل قد يصل حجم أحدها إلى (100000) متر مكعب لغرض ضخه بواسطة منظومة الضخ الخاصة بالمستودع إلى أنابيب التصدير والمنصات العائمة في البحر.

ونستدل مما تقدم أعلاه ان الخزانات موجودة في المحطات النفطية وفي المستودعات. وأن أحجام الخزانات في المستودعات النفطية أكبر بكثير من أحجامها في المحطات النفطية مع وجود اختلاف في تفاصيل المنظومات لكل نوع من أنواع الخزانات.

1-6-3 تصنيف الخزانات (Tanks classification)

هناك عدة تصنيفات واشكال للخزانات المعروفة في حفظ النفط الخام و مشتقاته السائلة و الغازية هي كالاتي:

أولا - الخزانات الكروية وشبه الكروية

تُستخدم الخزانات الكروية Spherical Tanks لتخزين المنتجات الهيدروكربونية ذات الضغط البخاري العالي مثل البروبان والبيوتان وغاز النيتروجين السائل ، ونسبة الفاقد من المنتجات المخزنة بها قليلة جداً إلا في حالة ارتفاع الضغط عن الحد المطلوب. وفي بعض الاحيان يتم استخدام جدارين توضع بينهما مادة عازلة لزيادة العزل الحراري ويستخدم الخزان في حفظ النيتروجين أو ألاوكسجين المسال.

وفي ادناه أنواع الخزانات الكروية :

أ- خزانات كروية Spherical Tanks يتساوى فيها عرض الخزان مع ارتفاعه (كلاهما هو قطر الكرة).

ب- خزانات شبه كروية Spheroid Tanks وفيها يختلف البعدان.

والشكلان (1-40) و (1-41) يوضحان النوعين.

الشكل (1-40) الخزان الكروي

الشكل (1-41) الخزان شبه الكروي

ثانيا - الخزانات الاسطوانية

هنالك عدة أسس لتصنيف الخزانات الأسطوانية وقد يجتمع تصنيفان أو أكثر في خزان واحد وسيتم توضيح تصنيف هذه الخزانات بالتفصيل وكما يأتي:

أولا -: التصنيف على أساس الضغط

1- خزانات ذات ضغط داخلي جوي

2- خزانات ذات ضغط داخلي منخفض

الخزانات ذات الضغط الداخلي المنخفض تعتمد طريقة تصميم معينة تؤهلها لاستخدام النفط الخام الذي تم عزل الغاز عنه في محطات العزل وفي مستودعات تصدير النفط ويكون تصميمه حسب المواصفات العالمية.

أما الخزانات ذات الضغط الداخلي الجوي فتعتمد طريقة مختلفة للتصميم تؤهلها لاستخدام المشتقات ذات الضغط البخاري العالي وكذلك الأبخرة و الغازات ولكن على ألّا يزيد الضغط الداخلي على (15 psi) وتسمى المواصفة التي يُصمم بموجبها هذا النوع من الخزانات (API 650) ، (API 620).

ثانيا: التصنيف على أساس القطر :

1- خزانات ذات أقطار صغيرة .

2- خزانات ذات أقطار متوسطة .

3- خزانات ذات اقطار كبيرة .

الخزانات ذات الأقطار الصغيرة يصل أقصى قطر لها 60 متراً أما الخزانات ذات الأقطار الكبيرة فقد تصل أقطارها إلى 120مترا .

ثالثا : التصنيف على أساس شكل السقف .

1- خزانات ذات سقف مخروطي

2 - خزانات ذات سقف بيضوي .

الشكلان (1-42) و (1-43) يوضحان هذا التصنيف.

الشكل (1 -42) خزانات ذات سقف مخروطي

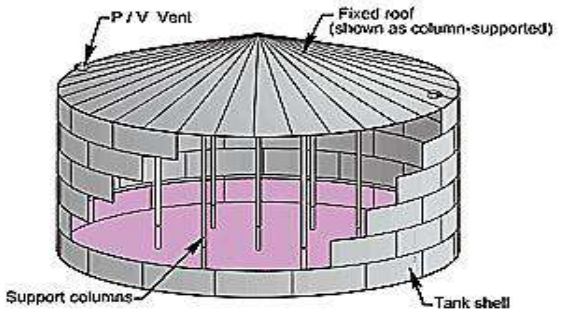
الشكل (1 - 43) خزانات ذات سقف بيضوي

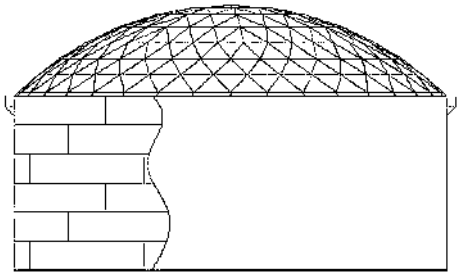
رابعا : التصنيف على أساس نوع السقف :

1 - خزانات ذات سقف ثابت .

يستخدم هذا النوع من الخزانات لتخزين المواد النفطية التي لا تحتوي على مركبات خفيفة تسبب ضياعات كبيرة بسبب تنفس الخزان . تستخدم هذه الخزانات لتخزين الأنواع الثقيلة من النفط الخام و زيوت التزييت . وهنا يتم تثبيت السقف مع جدار الخزان عن طريق اللحام و بمساعدة الدعامات أو بمساعدة عمود ارتكاز لحمل السقف و تثبيته .

الشكل (1-44) والشكل (1-45) يوضحان هذا التصنيف.





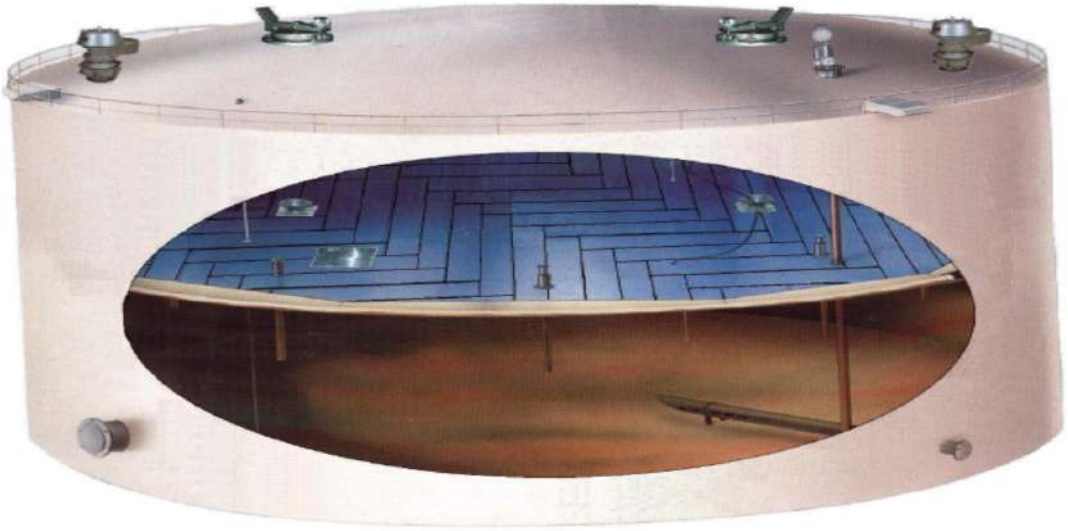
الشكل (1-44) خزان ذو سقف مخروطي ثابت

الشكل (1-45) خزان ذو سقف قبة ثابت

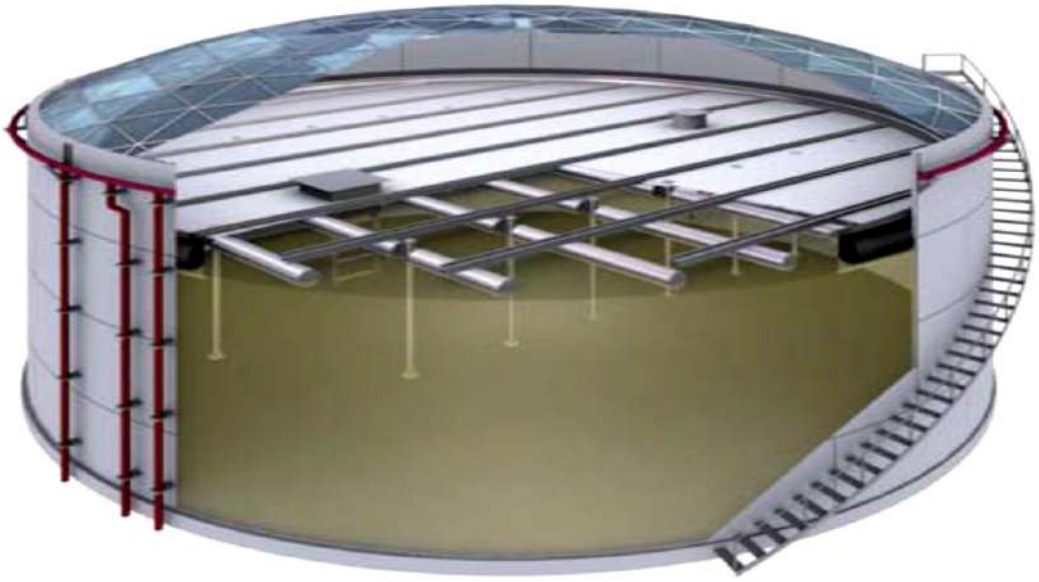
2 - خزانات ذوات اسقف عائمة (متحركة)

هي الخزانات التي لا يكون سقفها ثابتا بل يكون عائمًا فوق المنتج الذي في الخزان وذلك لتقليل التبخير في المساحات السطحية الكبيرة فيما إذا كبر قطر الخزان والتقليل من المخاطر التي قد تنجم من حالة التبخير والتي تكون في ذلك الموقع مكلفة أكثر من مواقع اخرى والتي قد تسبب توقف العملية التصديرية .

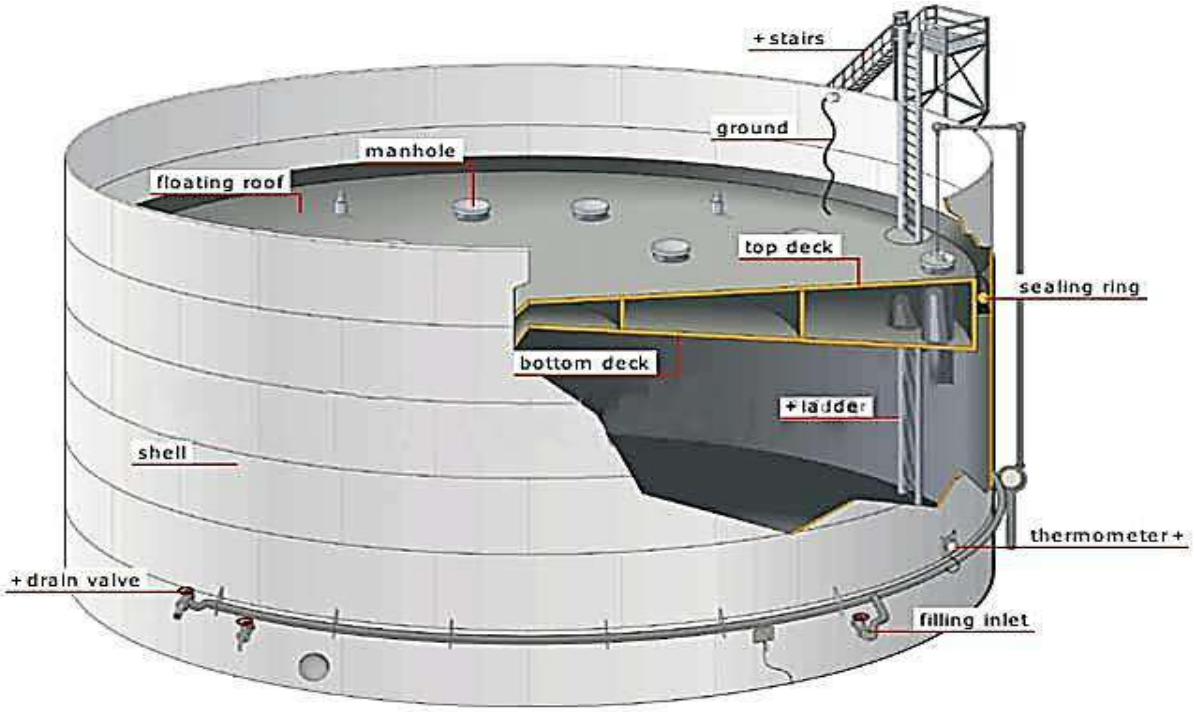
يكثر استخدام هذا النوع من الخزانات في المستودعات الخاصة بتصدير النفط كون الخزانات ذوات أقطار كبيرة ، وتتراوح أقطارها من 120 m –60. والشكل (1 -46) يبين خزاناً ذا سقف داخلي عائم وسقف خارجي ثابت.أما الشكل (1- 47) فيمثل مجسماً لخزان بيضاوي القبة ذي سقف داخلي عائم. والشكل (1-48) يمثل مجسماً لخزان ذي سقف عائم مزدوج وبدون سقف خارجي ثابت .



الشكل (1 -46) خزان ذي سقف داخلي عائم وسقف خارجي ثابت



الشكل (1-47) مجسم لخزان بيضوي القبة ذي سقف داخلي عائم وسقف خارجي ثابت.

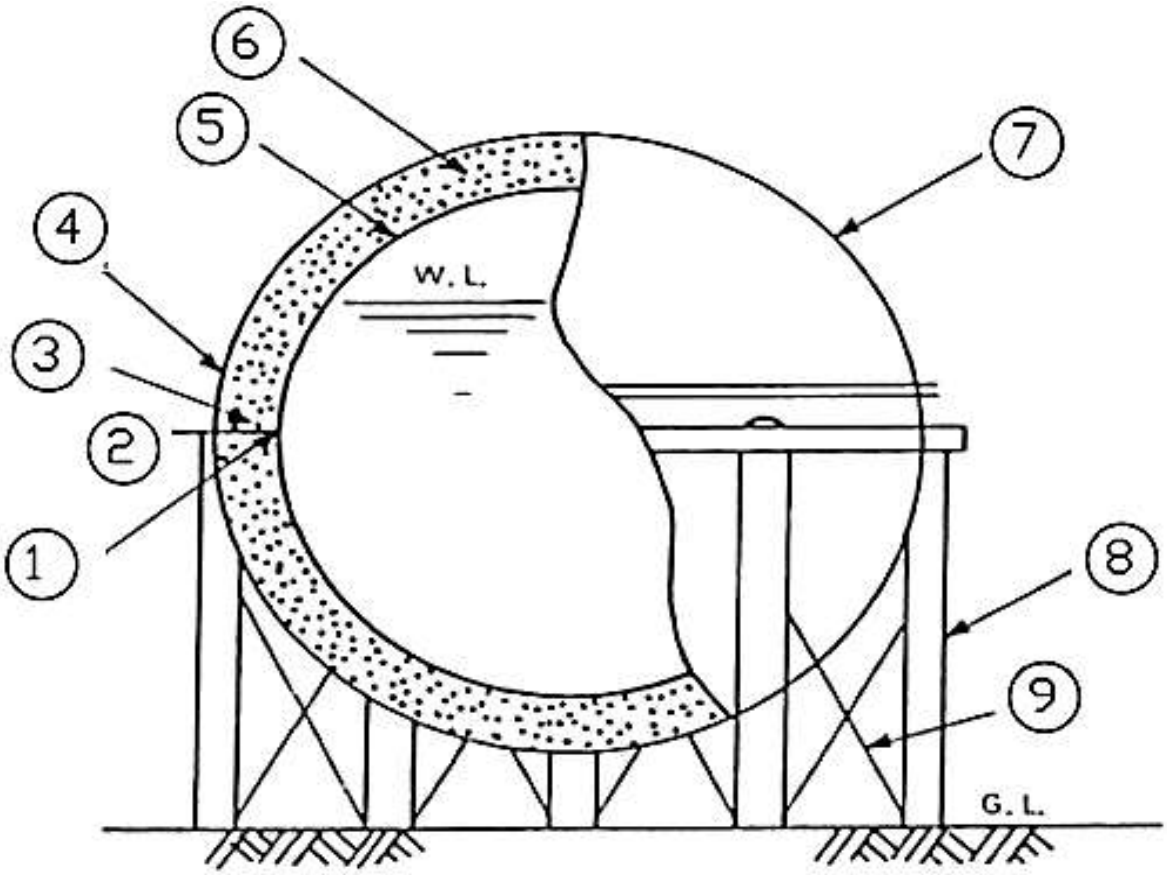


الشكل (1-48) مجسم لخزان ذي سقف عائم مزدوج وبدون سقف خارجي ثابت

1-6-4 الرسم الهندسي للخزانات

يكتسب الرسم الهندسي الميكانيكي للخزانات أهمية للفنيين العاملين في مجالات التشغيل والصيانة في المصافي النفطية كون هذا النوع من الرسومات يبين شكل الأجزاء الداخلية للخزان وأبعاده ونوعه مما يساعد في عمليات الصيانة وتوضيح طبيعة العطل التشغيلي. والرسم الهندسي الميكانيكي للخزانات يكون بأخذ مقاطع طولية وعرضية لجسم الخزان. الاشكال (1-49) ، (1-50) ، (1- 51) توضح الرسم الهندسي الميكانيكي لخزانات كروية و اسطوانية مختلفة.

1-4-6-1 رسم الخزانات الكروية



الشكل (1-49) مقطع في خزان كروي لحفظ النيتروجين والأوكسجين المسالين (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

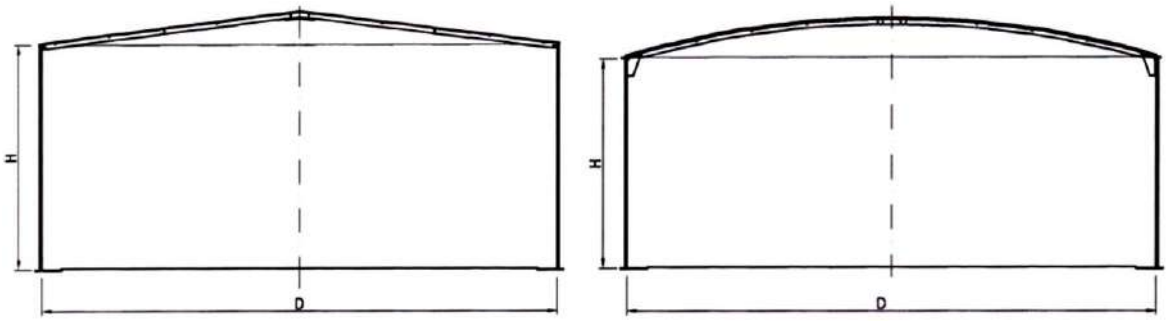
تسمية الأجزاء :

(1) قضيب مقاوم للاهتزاز (2) حلقة تحكم ضد الزلازل (3) مسند تعليق (4) حلقة ضغط (5) الجزء الكروي الداخلي من الخزان (6) عازل حديدي (7) الجزء الكروي الخارجي من الخزان (8) مسند عمودي (9) قضبان تقوية للمساند

. G . L : مستوى سطح الأرض

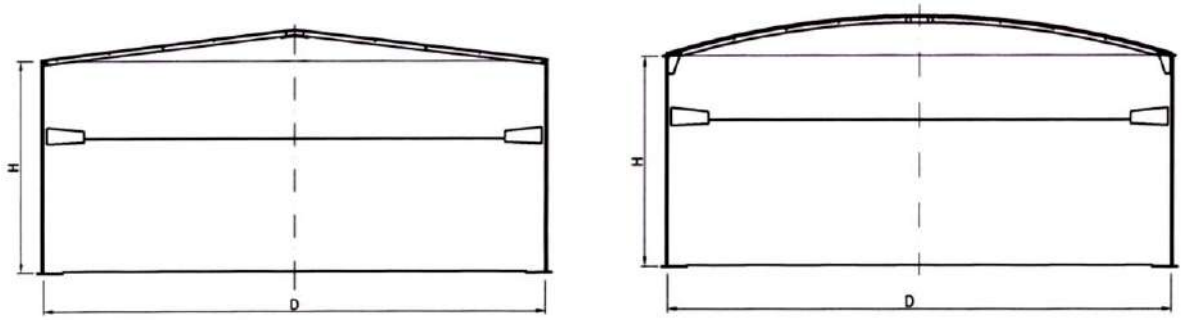
. W . L : مستوى المائع (النتروجين أو الأوكسجين السائل)

2-4-6-1 رسم الخزانات الاسطوانية



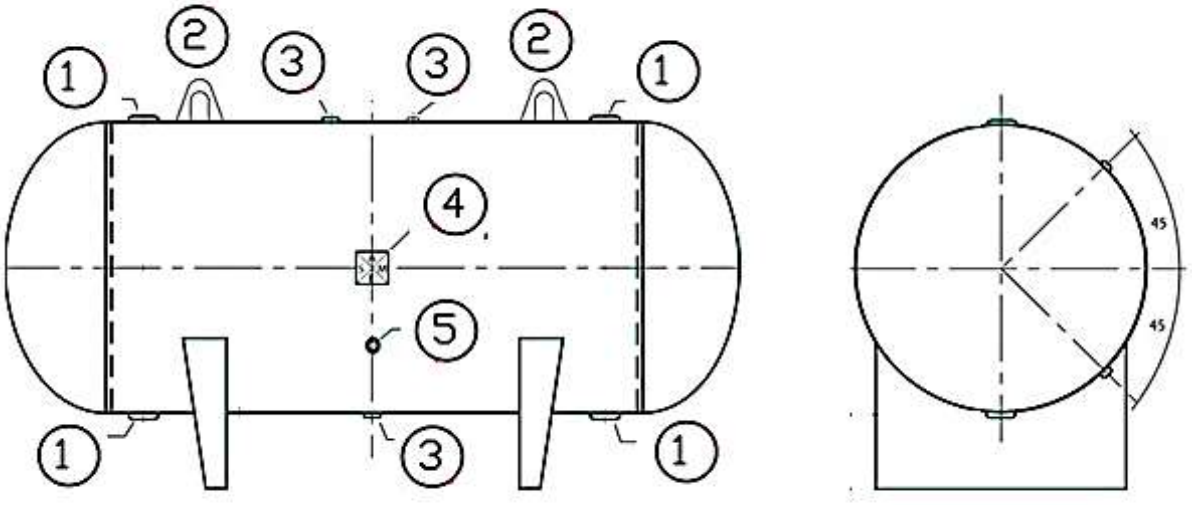
خزان بيضوي ثابت السقف **خزان مخروطي ثابت السقف**

الشكل (1-50) خزانات ذات سقف ثابت (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1



خزان بيضوي ذو سقف عائم **خزان مخروطي ذو سقف عائم**

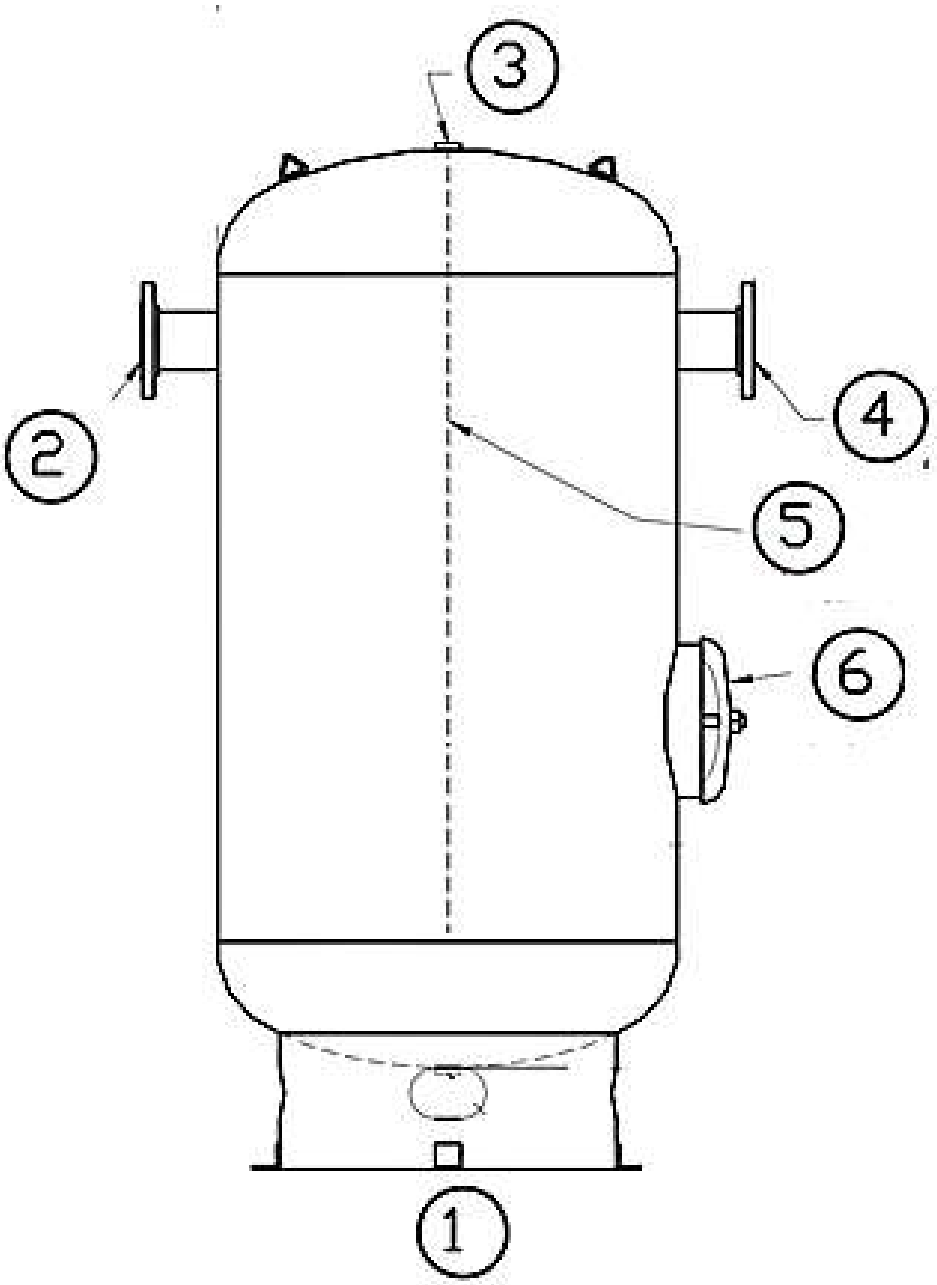
الشكل (1-51) خزانات ذات سقف عائم (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1



شكل (1 –52) مخطط لخزان أفقي (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1) فتحة تفريغ (2) حلقات تعليق (3) صمام منظم درجة الحرارة والضغط (4) فتحة الصيانة (5) فتحة مراقبة مستوى السائل



شكل (1 – 53) مخطط لخزان عمودي (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1)فتحة تصريف (2) فتحة دخول السائل (3) فتحة تنفيس (4) فتحة خروج السائل (5) صفيحة تقسيم الخزان (6) فتحة تنظيف

اسئلة وتمارين

س1: ارسم بمقياس رسم مناسب خزاناً كروياً يستخدم لحفظ النتروجين والأوكسجين المسالين ، مع التأشير على الأجزاء .

س2: ارسم بمقياس رسم مناسب خزاناً افقياً ، مع التأشير على الأجزاء.

س3 :ارسم بمقياس رسم مناسب خزاناً عمودياً ، مع التأشير على الأجزاء.

س 4 – بمقياس رسم مناسب ارسم مخططات الخزانات الاتية :

1 – خزان بيضوي ثابت السقف .

2 – خزان مخروطي ثابت السقف .

3 – خزان بيضوي ذو سقف عائم .

4 – خزان مخروطي ذو سقف عائم .

1 - 7 الصمامات (الصمام البوابي ، الصمام الكروي)

الأهداف:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادرا على أن:-

1 - **يميز من خلال الرسوم أنواع الصمامات المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز.**
2 - **يتفهم عمل الصمامات المستخدمة في تكرير النفط و معالجة الغاز والمعلومات التي تحتويها.**
3 - **يرسم الصمامات المستعملة في مخططات عمليات التدفق الخاصة بتكرير النفط و معالجة الغاز**

1-7-1 تمهيد

الصمامات تركيبات ميكانيكية يتم تنصيبها على الخطوط الإنتاجية في المصافي النفطية، ومصانع البتروكيمياويات، والصناعات الغذائية، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وفي العديد من المنظومات الأخرى بهدف تنظيم كمية تدفقات الخطوط الانتاجية بما يضمن المحافظة على الظروف التشغيلية المطلوبة لاستمرار الإنتاج. تقسم الصمامات بشكلٍ عام، وفق الضغط التشغيلي إلى مجموعتين:

أولا - صمامات الضغط العالي.

ثانيا - صمامات الضغط المتوسط والمنخفض .

الشكل (1-54) يبين أنواعاً من الصمامات المستخدمة، الا أن من أكثر أنواعها المستخدمة في المصافي النفطية:

1 - الصمام البوابي (Gate Valve)
2 - الصمام الكروي (Globe Valve)

الشكل (1-54) أنواع من الصمامات المستخدمة في المصافي النفطية (اثرائي)

1-7-2 تعريف الصمامات

تُعد الصمامات Valves مكوناً مهماً في محطات الإنتاج وهي أدوات ميكانيكية يمكنها التحكم والاعتراض والعزل الكامل للسريان في الأنابيب، وتتوفر الصمامات في العديد من الأنواع والأشكال ويمكن تصنيف الصمامات طبقا للخدمة المطلوبة على النحو الآتي :

1 - **الفتح والغلق.**
2 - **الخنق أو التحكم في السريان .**
3 - **منع السريان العكسي.**
4 - **التحكم في الضغط.**

يتكون الصمام الذي يحتوى على ضغط من جزءين رئيسيين هما :

أ. الجسم Body .

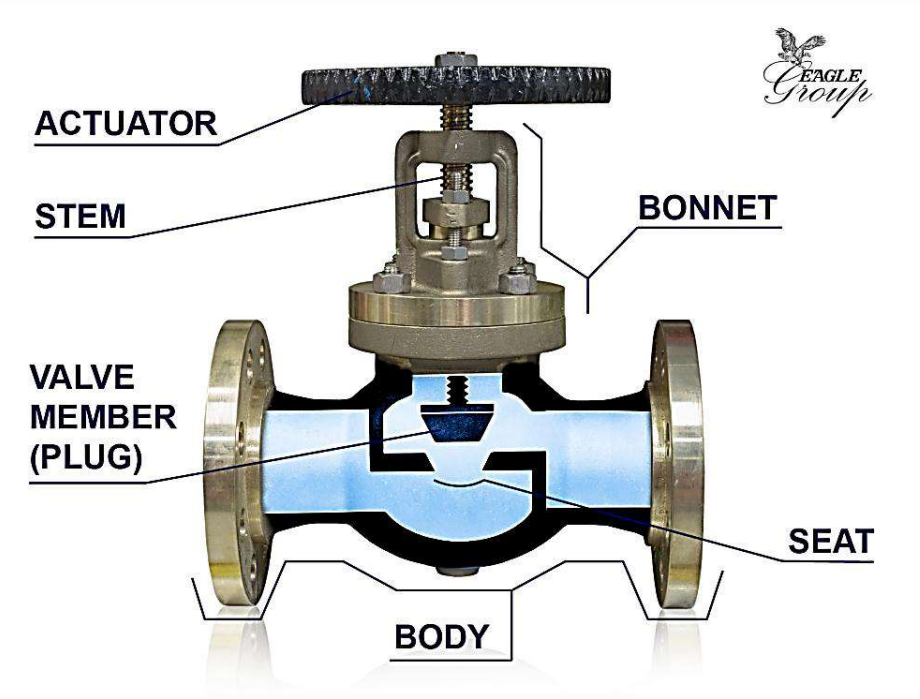
ب. الغطاء Bonnet .

الشكل (1-55) أجزاء الصمام الذي يحتوى على ضغط (اثرائي)

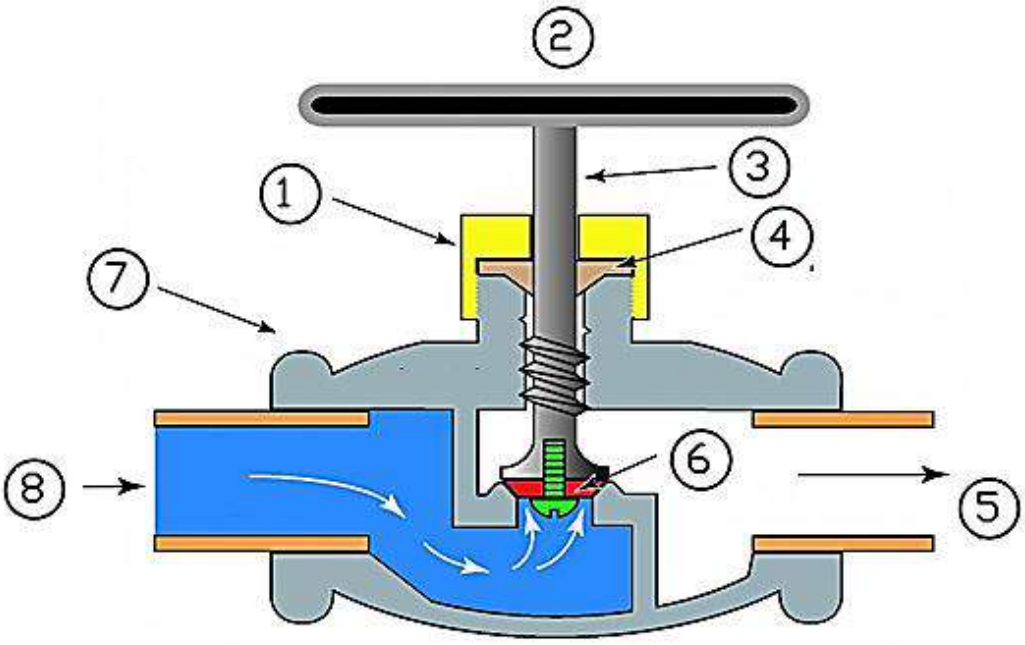
1-7-3 أنواع الصمامات

1-3-7-1 الصمام الكروي الشكل (المكور) Globe Valves

في هذا النوع من الصمامات يتم اعتراض السريان بواسطة قرص عمودي على المقعد Seat ويكون السريان على شكل حرف S مما ينتج عنه فرق ضغط عالٍ . يسمح هذا النوع من الصمامات بالتحكم في السريان من العزل التام إلى الخنق الدقيق اعتماداً على نوع القرص المستعمل (القرص الحر أو الإبرة أو نوع حرف V). الشكل (1-56) يوضح مجسماً للصمام الكروي ، اما الشكل (1-57) فيوضح سلوكية سريان المائع في الصمام الكروي .



الشكل (1-56) مجسم للصمام الكروي (اثرائي)



الشكل (1-57) مخطط يوضح سلوكية سريان المائع في الصمام الكروي (اثرائي)

تسمية الأجزاء :

(1)صامولة تثبيت الحشوة (2) مقبض يدوي للغلق والفتح (3) ساق الصمام (4) حشوة (5) فتحة خروج السائل (6) حلقة مانع التسرب (7) جسم الصمام (8) فتحة دخول السائل

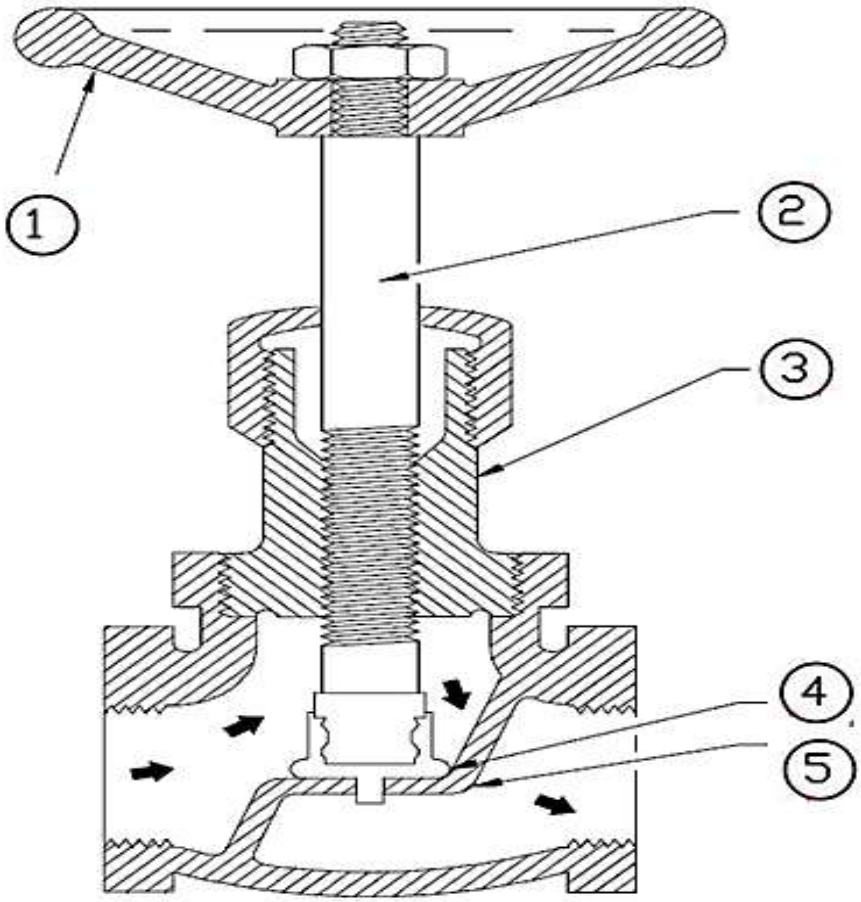
تصميم جسم الصمام الكروي

توجد ثلاثة أنواع من تصاميم جسم الصمام الكروي وكما يأتي :

أولا – الجسم على شكل حرف (Z): وهو شائع في تطبيقات المياه . يحتوي على غشاء او حاجز . يتم التحكم بجريان الماء عند صعود ونزول الساق . الشكل (1 - 58) .

ثانيا – الجسم المائل بزاوية : يستخدم في إيقاف وانطلاق وتنظيم الجريان . الشكل (1 - 59)

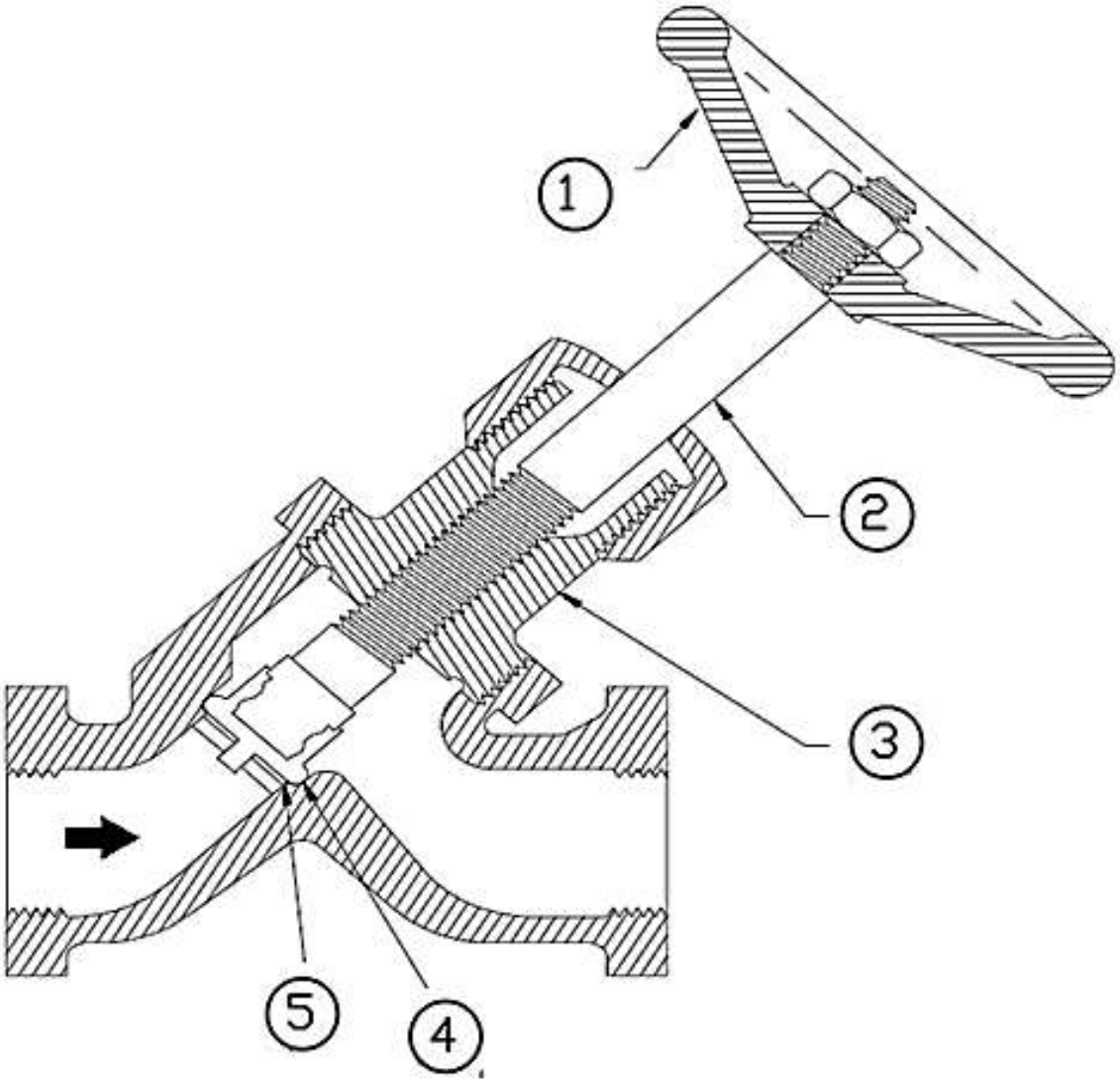
ثالثا – الجسم على شكل الحرف (Y) : يستخدم في الضغوط العالية والجريان المتقطع ويكون فقدان الضغط قليلاً . الشكل (1 - 60)



شكل (1 – 58) مقطع في جسم صمام كروي على شكل حرف (Z) (لوحة) مقياس الرسم 1:1

تسمية الاجزاء

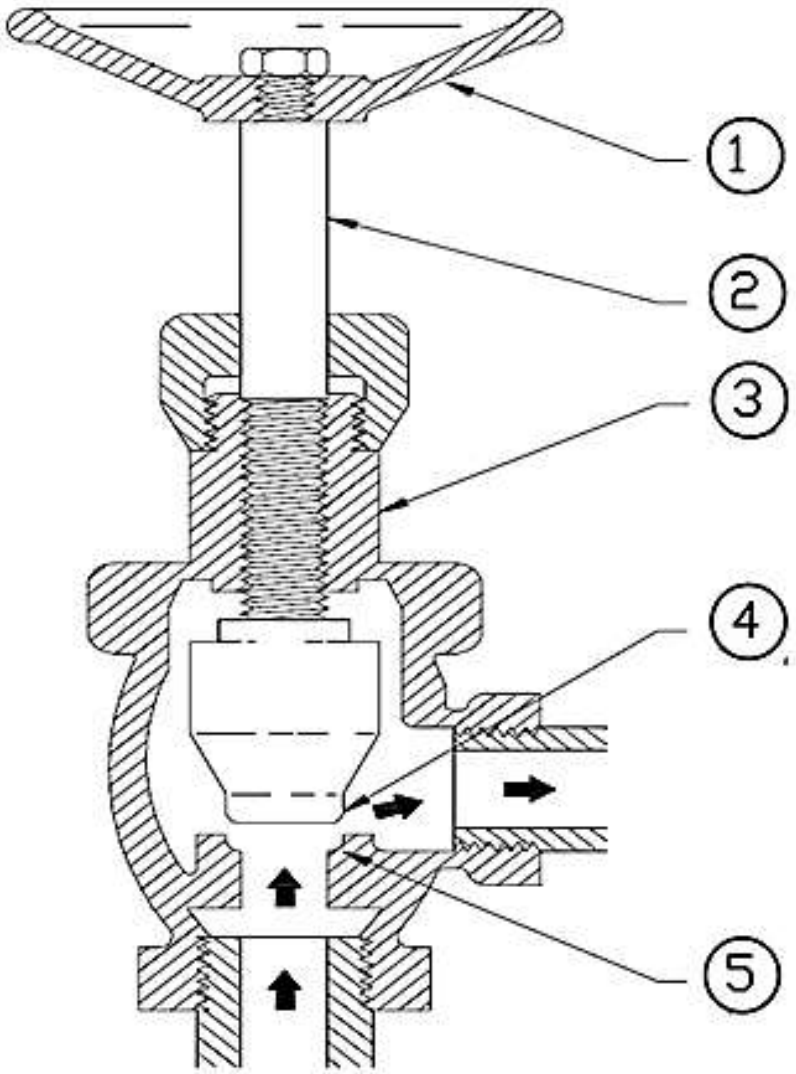
(1) عتلة دوران (2) ساق (3) غطاء الصمام (4) قرص (5) مقعد



شكل (1 -59) مقطع في جسم صمام كروي مائل الزاوية (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء

(1) عتلة دوران (2) ساق (3) غطاء الصمام (4) قرص (5) مقعد



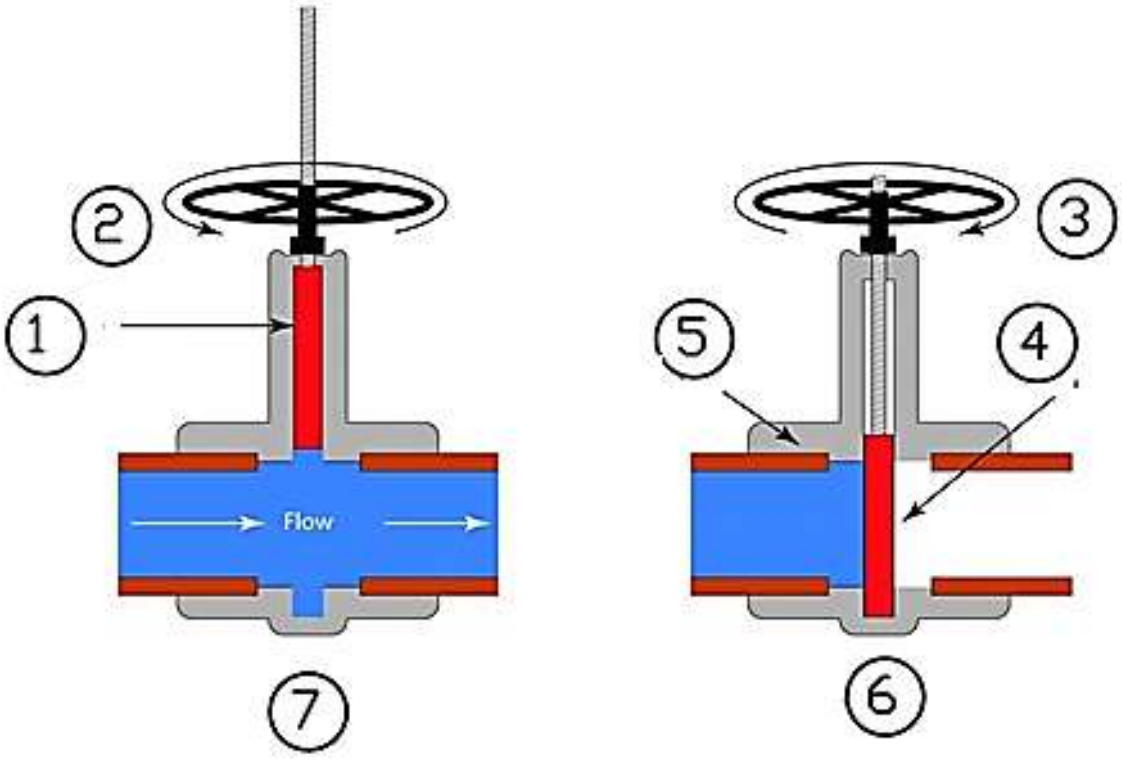
شكل (1 – 60) مقطع في جسم صمام كروي على شكل حرف (Y) (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء.

(1) عتلة دوران (2) ساق (3) غطاء الصمام (4) قرص (5) مقعد

2-3-7-1 الصمام البوابي Gate Valve

هذا النوع من الصمامات شائع الاستخدام، و كما يوضح الاسم تتحرك البوابة بزاوية قائمة على تيار الجريان حتى تتقابل مع المقعد Seat الموجود في جسم الصمام. الغرض الأساسي من استخدام الصمام هو الفتح الكلي أو الغلق الكلي، و تكون المقاومة أقل ما يمكن عندما يكون الصمام مفتوحاً و يصلح هذا النوع من الصمامات في العمليات التي تستدعى أن يكون فيها الصمام مفتوحاً أو مغلقاً لفترات طويلة. كما انه لا يصلح للخنق أو التحكم في السريان. الشكل (1-61) يوضح اسلوب عمل الصمام البوابي.



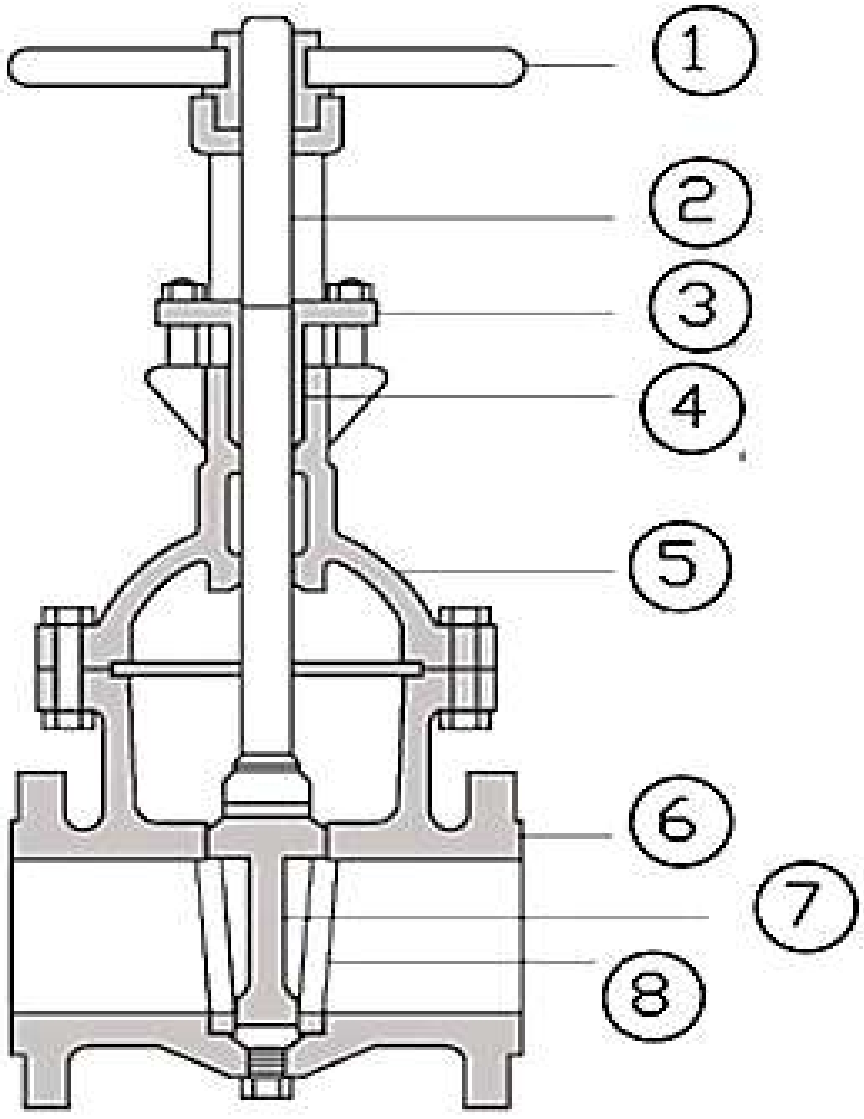
الشكل (1-61) مخطط يوضح طريقة عمل الصمام البوابي (اثرائي)

تسمية الأجزاء :

(1) البوابة مرفوعة إلى الأعلى (2) محور الدوران للغلق والفتح (3) محور دوران (4) البوابة إلى الأسفل (5) جسم الصمام (6) الصمام مغلق (7) الصمام مفتوح

الرسم الهندسي الميكانيكي للصمام البوابي

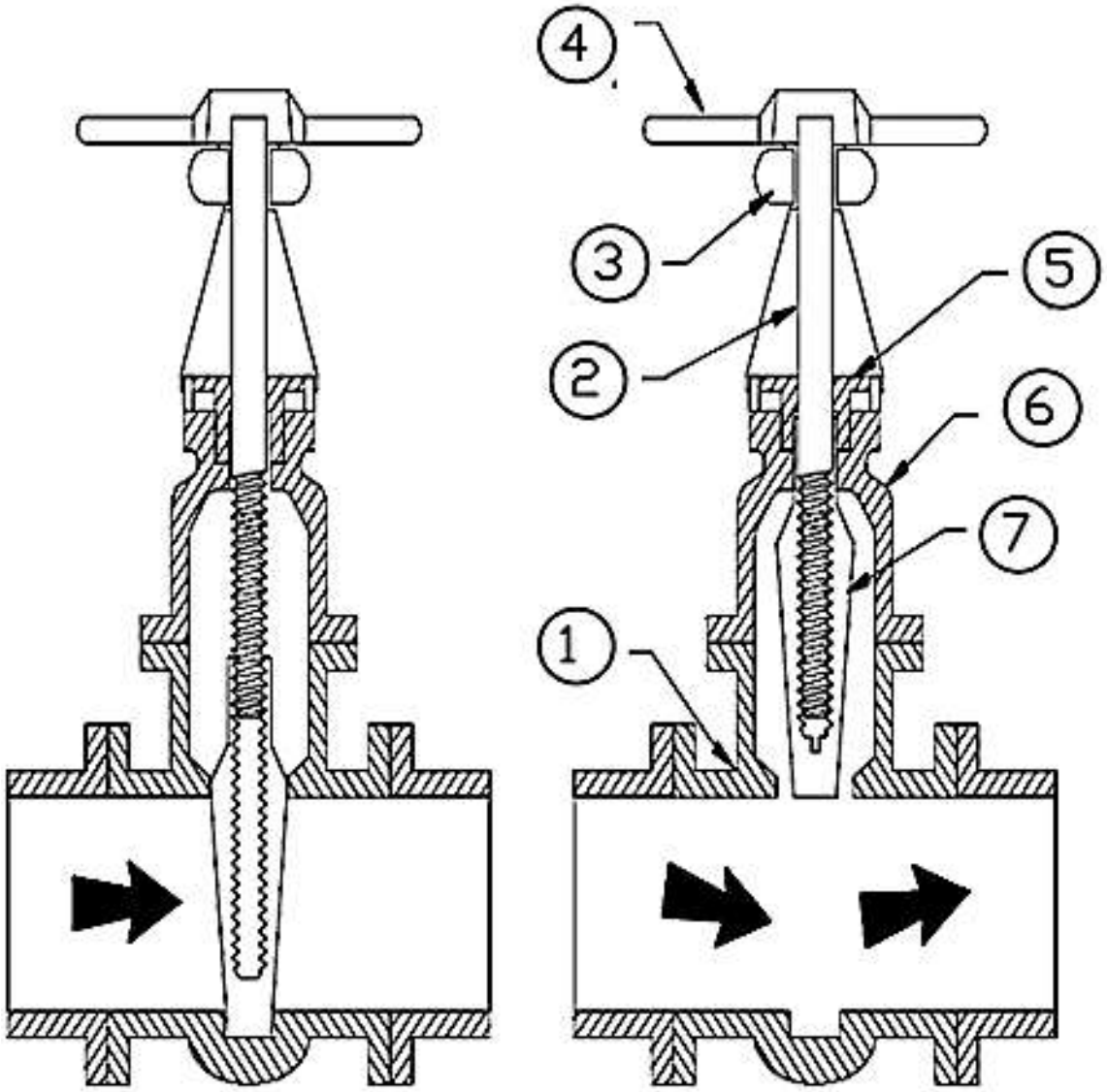
يكتسب الرسم الهندسي الميكانيكي للصمامات أهمية لمهندسي التشغيل والصيانة في المصافي النفطية كون هذا النوع من الرسومات يبين شكل الأجزاء الداخلية للصمام وأبعادها ونوعها مما يساعد في عمليات الصيانة وتوضيح طبيعة العطل التشغيلي وكذلك امكانية تطوير الصمام لزيادة كفاءته عن طريق تغيير شكل وأبعاد الأجزاء الداخلية للصمام. والرسم الهندسي الميكانيكي للصمامات يكون بأخذ مقاطع طولية وعرضية لجسم الصمام.



الشكل (1– 62) الشكل العام للصمام البوابي (اثرائي)

تسمية الأجزاء :

(1) محور الدوران (2) الساق (3) قناة (4) حشوة (5) غطاء الصمام (6) جسم الصمام (7) بوابة (8) حلقة تنظيم البوابة

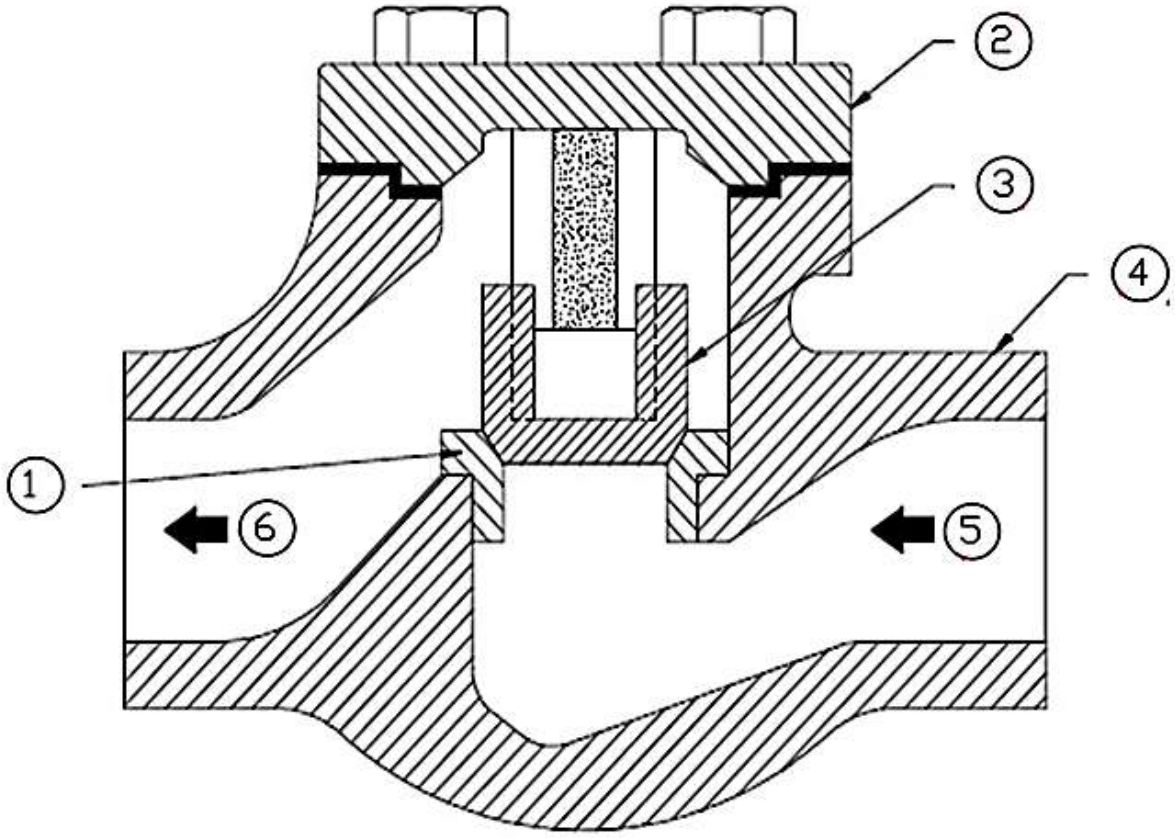


مغلق مفتوح

الشكل (1-63) مقطع في الصمام البوابي في حالتي الفتح والاغلاق (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1)جسم الصمام (2) ساق (3) مسند محور الدوران (4) محور الدوران (5) قناة (6) غطاء الصمام (7) بوابة



الشكل (1 – 64) مقطع في صمام الاتجاه الواحد (أحد أنواع الصمام البوابي) (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

تسمية الأجزاء :

(1)كرسي الغلق (2) غطاء الصمام (3) قرص (4) جسم الصمام (5) فتحة دخول السائل (6) فتحة خروج السائل

أسئلة وتمارين

س1: ارسم بمقياس رسم مناسب مقطعاً في جسم صمام كروي على شكل حرف (Z) ، مع التأشير على الاجزاء.

س2 : ارسم بمقياس رسم مناسب مقطعاً في جسم صمام كروي مائل الزاوية ، مع التأشير على الأجزاء .

س3 : ارسم بمقياس رسم مناسب مقطعاً في جسم صمام كروي على شكل حرف (Y) ، مع التأشير على الأجزاء .

س4 : ارسم بمقياس رسم مناسب رسم مقطعاً في الصمام البوابي في حالتي الفتح والإغلاق ، مع التأشير على الأجزاء .

س5 : ارسم بمقياس رسم مناسب مقطعا في صمام الاتجاه الواحد ، مع التأشير على الأجزاء .

الفصل الثاني

المخططات التدفقية

الأهداف:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

1 – يدرك أهمية المخططات الانسيابية في الصناعة النفطية .

2 – يدرك أهمية الدقة في رسم المخططات الانسيابية .

3 – يفهم تفاصيل العملية التصنيعية من خلال الرسم .

4 – يتمكن من استخدام الرموز العالمية للمعدات والأجهزة واستخدامها في المخططات الانسيابية .

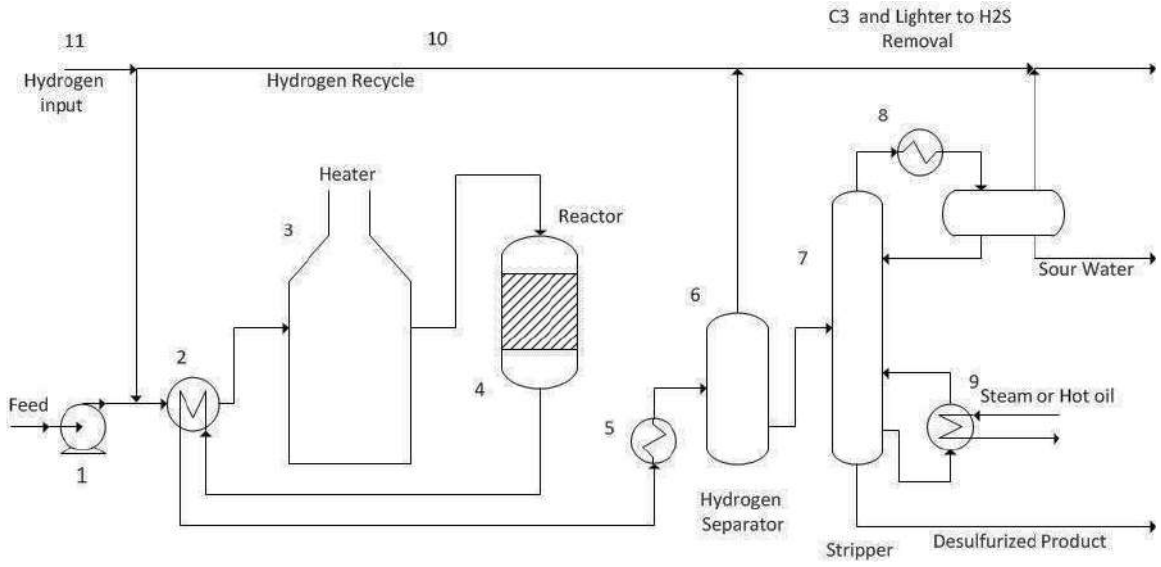
يُعد المخطط الانسيابي أحد أهم الوسائل المستخدمة لتمثيل سير العمليات والاجراءات التي يمكن القيام بها لغرض حل المسائل ، وهو أداة مهمة لتحسين العمليات من خلال تَشخيص العناصر المختلفة للعملية والعلاقة بين خطواتها .تستخدم المخططات الانسيابية في العمليات التصنيعية الكيمياوية لبيان التدفق العام في المصنع والأجهزة المستخدمة ، كما انه يوضح أسلوب إنجاز العمليات منذ البداية وحتى النهاية . كما أن المخططات الانسيابية تساعد في إعداد دراسة متكاملة حول العمليات من حيث تعاقبها وزيادة كفاءتها وإنجاز تحليلها .

1-2 المخطط التدفقي لعملية ازالة الكبريت من المشتقات النفطية بواسطة الهيدروجين . Hydro desulfurization from oil fractions

وجود الكبريت في المشتقات النفطية يسبب أضراراًعديدة مثل تآكل الأجهزة والمعدات وتغيير خواص المشتق النفطي ، لذلك يجب التخلص منه واحدى الطرق المستخدمة هي عملية ازالة الكبريت من المشتقات النفطية بواسطة الهيدروجين وكما مبين في الشكل (2– 1) ، حيث تضخ مادة التغذية (Feed)التي تخلط مع نسبة معينة من الهيدروجين إلى المسخنة (Heater) ثم إلى الفرن لتسخينه إلى درجة حرارة 700 ^{o}F ثم يدخل إلى المفاعل (Reactor) من الأعلى ويخرج الناتج من الأسفل راجعاً إلى المبادل الحراري لتبريده ثم ، يخرج إلى مبردة (Cooler) لتبريده إلى 100 ^{o}F بعدها يدخل إلى خزان الفصل (Hydrogen Separator) لفصل الهيدروجين والذي يخرج من أعلى الخزان عائدا مرة أخرى لمزجه مع مادة التغذية . أما الناتج فإنه يخرج من أسفل وعاء الفصل حيث يذهب إلى برج النزع (Stripper Tower) لنزع القطفات الخفيفة منه التي تخرج من اعلى البرج والتي تبرد

بالمكثف(Condenser) إلى $100\ ^{o}F$ وعن طريق خزان فصل تنفصل إلى قسمين ، اولهما يخرج من الأعلى يحمل القطفات الخفيفة مثل $C_3 + H_2S$ أما الناتج (Product) الثاني وهو الخالي من الكبريت فيخرج من أسفل البرج وقسم منه يخرج جانبا ليدخل إلى معيد التسخين للتسخين والتخلص من الغازات والكبريت المتبقي مع المنتج واعادته إلى البرج ليخرج من الأعلى .

المخطط يمثل عملية ازالة الكبريت من المشتقات النفطية بواسطة الهيدروجين .عند رسم هذا المخطط يجب اتباع سير العملية ابتداء من دخول مادة التغذية (Feed) وانتهاء بخروج المنتج .



شكل (2 - 1) المخطط التدفقي لعملية إزالة الكبريت من المشتقات النفطية بواسطة الهيدروجين (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

ويبين الجدول أدناه أسماء رموز الأجهزة والمنتجات

جدول (2 – 1) تعريف رموز الشكل (2 – 1)

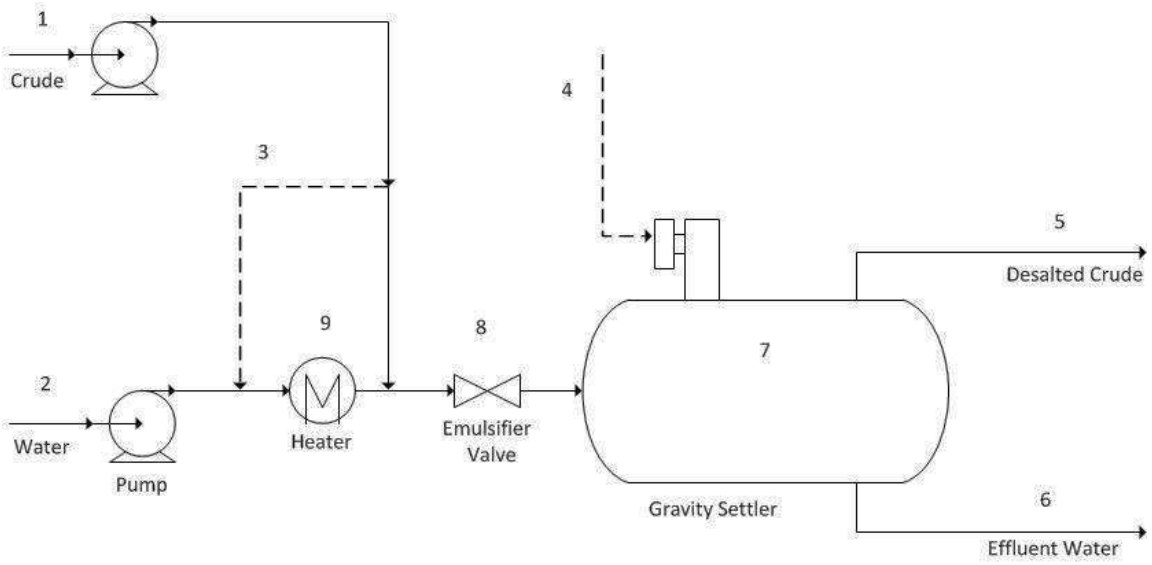
برج النزع	Stripper Tower	7	مضخة	Feed Pump	1
مكثفة	Condenser	8	مبادل حراري	Heat Exchanger	2
معيد التسخين	Reboiler	9	فرن	Furnace	3
مدورة الهيدروجين	Hydrogen Recycle	10	مفاعل	Reactor	4
دخول الهيدروجين	Hydrogen Input	11	مبردة	Cooler	5
			خزان فصل	Hydrogen Separator	6

2 – 2 إزالة الاملاح من النفط الخام Crude oil desalting process

إن الماء الأملاح و الرمل والطين تصاحب النفط دائماً أثناء استخراجه ، ويفصل الماء عن النفط في بعض الأحيان بسهولة ولكنه يكوّن مستحلبات ثابتة مع النفط في أحيان اخرى ، هذه الحالة يجب أن يخضع النفط لمعالجة خاصة معقدة نسبيا لفصله . إن تكرير النفط ذي الشوائب يعقد تشغيل الوحدات الصناعية إلى حد كبير، فإذا سخن مثلا نفط يحتوي على الشوائب في مبادل حراري فإنها تترسب على سطح التسخين مما يؤدي إلى خفض كفاءة المبادل الحراري، وتحتك الشوائب بالأجهزة فتبليها قبل الأوان ، ويؤدي تواجدها في المتبقيات النفطية بعد التقطير إلى خفض جودة هذه الأخيرة وزيادة نسبة الرماد فيها.

يحتوي الماء الموجود في النفط على كمية كبيرة من الأملاح التي تتوفر بصورة أساسية على هيئة كلوريدات $CaCl_2$ ، $MgCl$ ، $NaCl$ ويتكون حامض الهيدروليك من تحلل كلوريد الكالسيوم و كلوريد المغنيسيوم أثناء عملية التقطير الذي يسبب التآكل ، وتستخدم معظم مصافي النفط مزيلات الأملاح ، لتتم عملية تكرير النفط الخام بمراحله اللاحقة.

يتم التخلص من الأملاح بواسطة رفع درجة حرارة النفط الخام إلى $140\ ^oC$ وبعدها يتم الحقن في وحدة إزالة الأملاح وتتم عملية الإزالة بواسطة حقن ماء ومادة كاسر الاستحلاب إلى النفط الخام وبعدها يدخل المزيج إلى خزان يحتوي على أقطاب.



الشكل (2 – 2) يمثل المخطط التدفقي لعملية إزالة الأملاح من النفط الخام (لوحة)
مقياس الرسم 1 : 1

ويبين الجدول ادناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات

جدول (2 – 2) تعريف الرموز في الشكل (2 – 2)

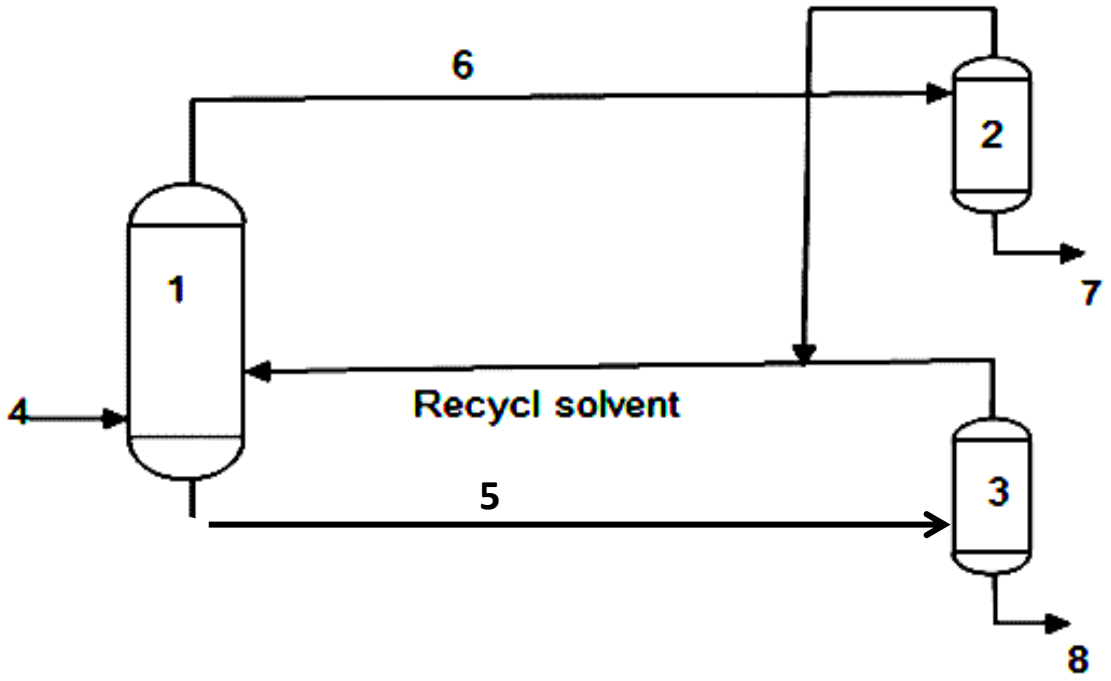
مضخة النفط الخام	Crude Pump	1
مضخة الماء	Water pump	2
الراجع	Alternate	3
الطاقة الكهربائية	Electrical power	4
نفط بدون املاح	Desalted crude	5
الماء المتدفق	Effluent water	6
خزان الترسيب بالجاذبية	Gravity settler	7
صمام المستحلب	Emulsifier Valve	8
المسخنة	Heater	9

2 – 3 عملية الاستخلاص بالمذيبات Solvent extraction

هذا المخطط يمثل عملية استخلاص المذيب (Solvent extraction) في هذا المخطط خزانات تمثل عملية الاستخلاص وبين تلك الخزانات هناك مسارات لسير المواد ويجب ملاحظة تقاطع تلك المسارات والابعاد بينهن وكذلك أسهم الدخول والخروج وحجم كل خزان.

يتم الفصل فيها حسب النوع الكيميائي للجزيئات، مثل بارافينات، اوعطريات أو نافثينات .يدخل في نطاق هذه العملية إنتاج زيوت التزييت، إذ أن المقطرات الشمعية الناتجة من عمليات التقطير تحت الضغط المخلخل "التفريغي "التي يمكن الحصول عليها من مستويات مختلفة من البرج، يمكن معالجتها لإنتاج زيوت التزييت .وكذلك بالنسبة للمتبقي في قاع البرج، وكل ذلك يتم في حالة معالجة الخامات البارافينية .فهذه المقطرات تشكل المواد الأولية اللازمة لإنتاج زيوت التزييت الخفيفة والمتوسطة والثقيلة .كما يعد المتبقي في قاع البرج المادة الأولية لإنتاج الزيوت المتبقية .

ومن الضروري أن تكون هذه الزيوت على درجة عالية من النقاء، وأن تتوفر فيها المواصفات القياسية العالمية نظرا لاستخداماتها الواسعة، ولتحقيق ذلك يلزم معالجة المقطرات الشمعية والمتبقي باستخدام مذيبات خاصة لاستخلاص الشوائب من زيوت التزييت.



شكل (2 – 3) مخطط يمثل عملية الاستخلاص بالمذيب (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

ويبين الجدول ادناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات

جدول (2 – 3) تعريف الرموز في الشكل (2 – 3)

1	Extraction tower	برج الاستخلاص
2	Raffinate Separation	خزان فصل للتنقية
3	Extract Separation	خزان فصل المستخلص
4	Distilled product	الناتج المتقطر
5	Solvent + Extract	المذيب +المستخلص
6	Solvent + Raffinate	المذيب +رافينيت
7	Raffinate	رافينيت
8	Extract	المستخلص

2 - 4 إزالة الشمع بالمذيب (Solvent Dewaxing)

وهي عملية إزالة الشمع من نواتج التقطير في أي مرحلة من مراحل تكرير النفط . هنالك العديد من الطرق المستخدمة في الوقت الحالي لإزالة الشمع بالمذيب ، لكن جميعها تتم بخطوات اساسية متشابهة وهي:

هنالك العديد من المذيبات التي يمكن استخدامها في هذه العملية مثل (البروبان ، وثنائي كلوريد الاثيلين ، وثنائي اوكسيد الكبريت ، ومثيل ايزو بيوتايل كيتون و مثيل اثيل كيتون (MEK) وهو الاكثر شيوعا.

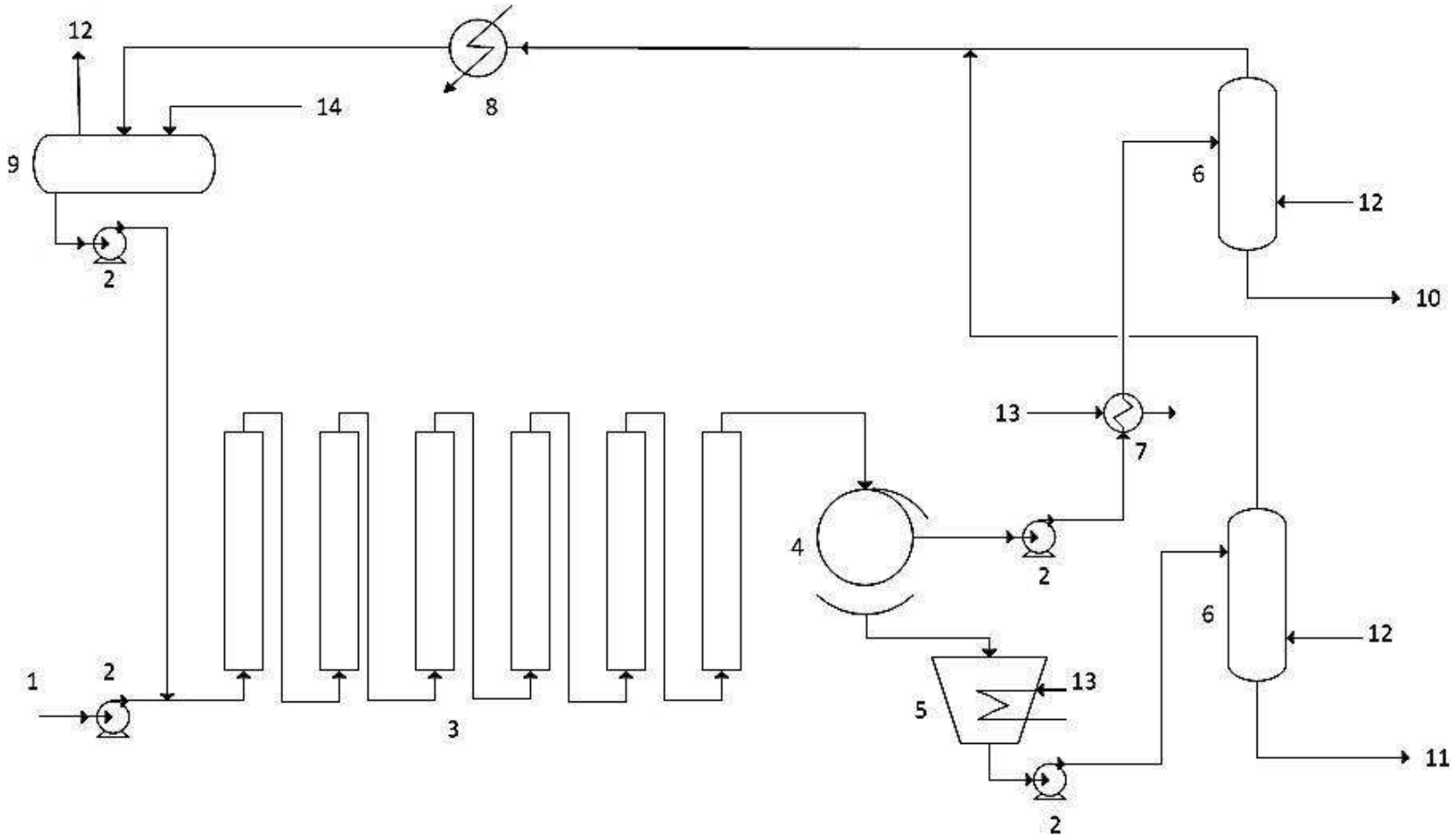
في وحدة إزالة الشمع بالمذيب يتم مزج نواتج التقطير التي تحتوي على الشمع مع المذيب قبل أن يتم إدخالها إلى وحدة التبريد، بعد عملية التبريد يدخل المزيج إلى المرشح الدوار حيث تغطى الأسطوانة الخارجية للمرشح بقماش ترشيح ويكون جريان الشمع من خلال القماش إلى داخل الاسطوانة ثم يضخ بعدها إلى مسخن ثم إلى برج النزع الذي يستخدم فيه غاز خامل لفصل المذيب عن الناتج النهائي الذي يخرج من أسفل البرج. أما الشمع المترسب في المرشح فيتم نقله إلى مسخن لصهر الشمع ثم يضخ إلى برج النزع لفصل المذيب عن الشمع ثم يجمع من أسفل البرج كشمع نقي .

يجمع المذيب من كلا برجي النزع في خزان تجميع المذيب لإعادة تدويره إلى العملية . مخطط العملية كما مبين في الشكل أدناه.

ويبين الجدول أدناه أسماء الاجهزة والمنتجات

جدول (2 – 4) تعريف الرموز في الشكل (2 – 4)

1	Feed	تغذية	8	Cooler	مبرد
2	Pump	مضخة	9	Solvent Tank	خزان المذيب
3	Chilling Unit	وحدة التبريد	10	Dewaxed oil	زيت منزوع الشمع
4	Rotary Filter	مرشح دوار	11	Wax	شمع
5	Heater	مسخن	12	Inert Gas	غاز خامل
6	Stripper	برج نزع	13	Steam	بخار ماء
7	Heat Exchanger	مبادل حراري	14	Make Up solvent	إدخال المذيب



شكل (2-4) المخطط التدفقي لعملية إزالة الشمع بالمذيب (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

2 - 5 عملية كسر أو خفض اللزوجة (Viscosity Breaking Process)

وهي عملية تكسير حراري تنتج وقوداً منخفض اللزوجة من النفط عالي اللزوجة . يتم عادة تغذية وحدة خفض اللزوجة بمنتجات التقطير الفراغي عالية اللزوجة .

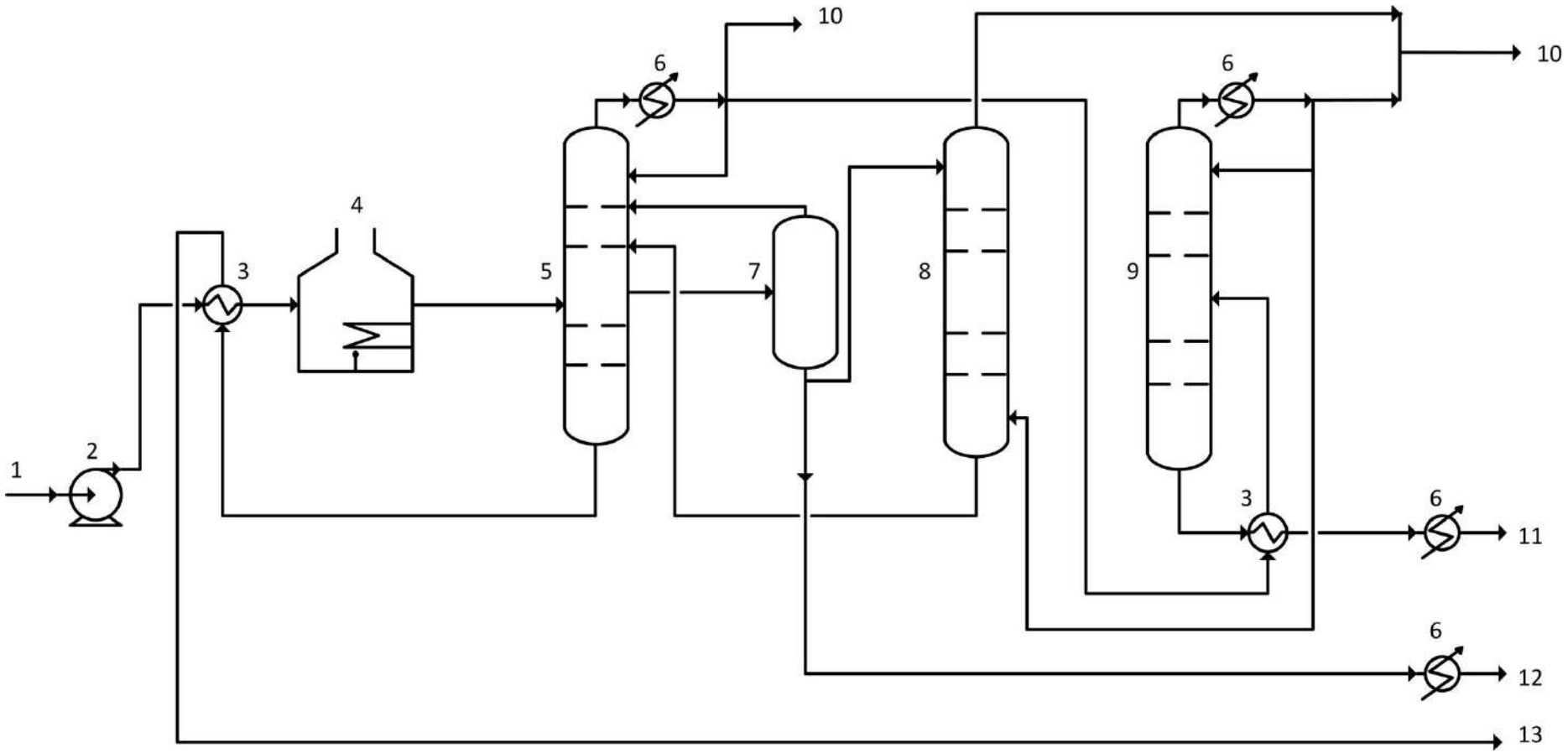
تبدأ هذه العملية بتسخين المواد الداخلة تسخيناً اولياً بواسطة مبادل حراري ثم تسخن في فرن إلى درجة التكسير (أعلى بقليل من $400\ ^0C$) وضغط أعلى من الضغط الجوي لوقت قصير ثم تبرد بسرعة ويتم استعمال كمية كافية من بخار الماء لفصل الهيدروكربونات الخفيفة التي تم تكسيرها وتشمل الغازات والكازولين منخفض اللزوجة وزيت الغاز منخفض اللزوجة والوقود منخفض اللزوجة حيث يتم فصل النواتج بواسطة برج التقطير . أما نواتج اعلى البرج فيتم ادخالها إلى برج تثبيت لفصل الغازات النقية حيث يكون الناتج الرئيسي من اسفل برج التقطير هو القار (النفط الأسود) منخفض اللزوجة الذي يعد وقوداً رخيصاً للأفران.

النواتج الثانوية هي : (الكازولين منخفض اللزوجة ، وزيت الغاز منخفض اللزوجة و النافثا)

يبين الجدول أدناه أسماء الأجهزة والمنتجات

جدول (2 – 5) تعريف الرموز في الشكل (2 – 5)

1	Viscose distillate , asphalt as Feed	ناتج التقطير عالي اللزوجة او اسفلت كتغذية	8	Absorber	برج امتصاص
2	Pump	مضخة	9	Stabilizers	برج تثبيت
3	Heat Exchanger	مبادل حراري	10	Fuel Gas	وقود غازي
4	Furnace	فرن	11	VB naphtha or gasoline	نافثا او كازولين مكسور اللزوجة
5	Distillation Tower	برج تقطير	12	VB gas oil	زيت الغاز مكسور اللزوجة
6	Condenser	مكثف	13	VB Tar (Black oil)	قار (نفط اسود) مكسور اللزوجة
7	Stripper	برج النزع			



شكل (2-5) المخطط التدفقي لعملية كسر أو خفض اللزوجة (لوحة) مقياس الرسم 1:1

2 -6 عملية التفحيم (Delayed Coking)

وهي وحدة من وحدات المصافي النفطية يتم من خلالها تسخين متبقيات النفط إلى درجة التكسير بواسطة أفران لإنتاج الفحم.

إن وحدات التفحيم في المصافي النفطية تنتج الفحم البترولي الذي يكون عبارة عن هيدروكربونات متكثفة تحتوي على 90% من الكاربون. يستخدم هذا الكاربون في عمليات استخراج المعادن من خاماتها في صناعة الكرافيت وكذلك كوقود نقي .

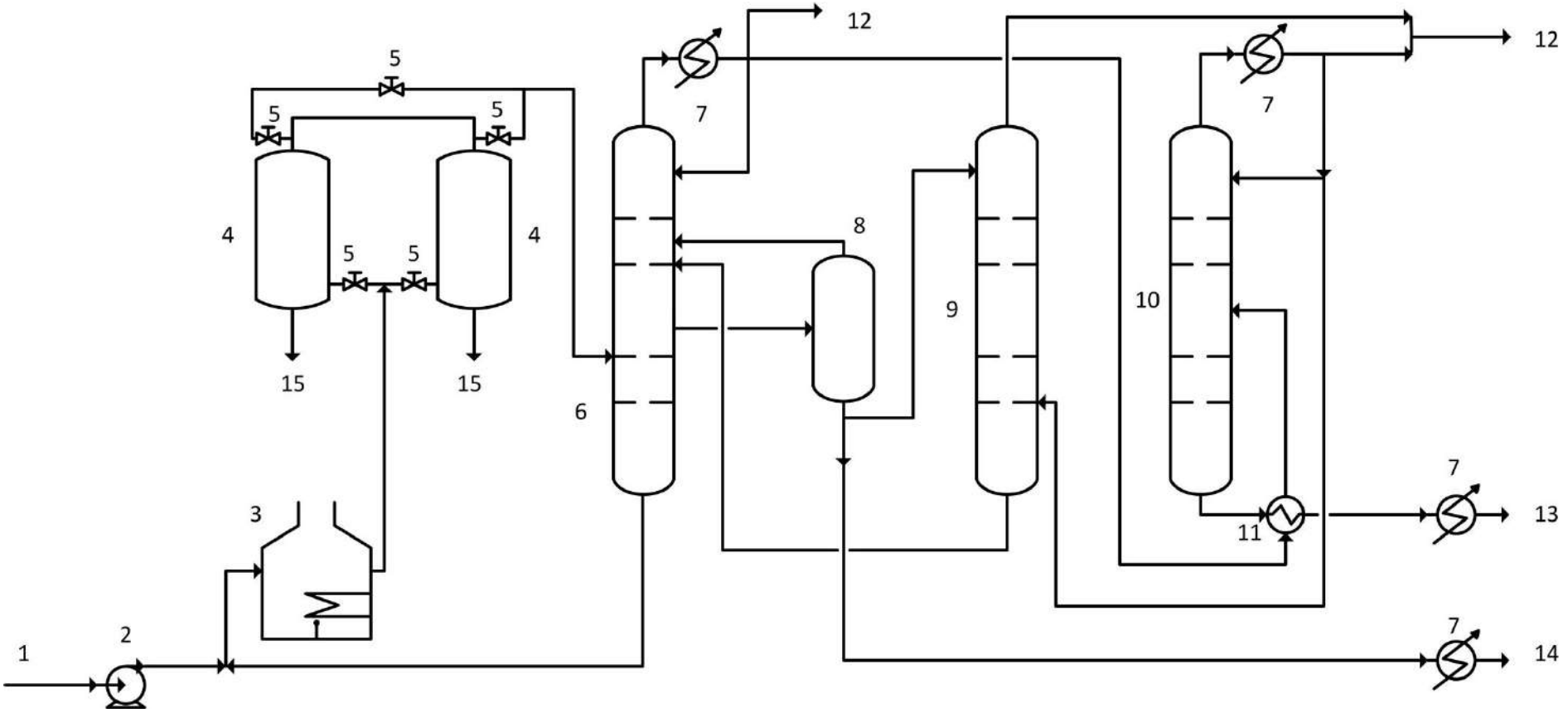
يعد الأسفلت قليل المحتوى من المعادن والكبريت مادة مناسبة كتغذية لعملية انتاج الفحم البترولي وفي وحدات التفحيم تستعمل عدة طرق اعتمادا على المواصفات المطلوبة من قبل المستهلك للفحم ، وان من اكثر الطرق استخداما هي (Delayed Coking) .

في وحدة التفحيم (Delayed Coking) يتم تسخين المواد الداخلة في الفرن إلى ما يقارب (^{0}C 500 – 400) بسرعة عالية قبل ارساله مفاعل التفحيم الذي يكون فيه زمن الاستبقاء طويلاً لضمان اتمام التفاعل مما يؤدي إلى زيادة إنتاج الفحم و يتم فصل نواتج التكسير الحراري بواسطة برج تقطير وهي الغازات والكازولين و زيت الغاز والوقود الغازي أما نواتج أعلى برج التقطير فيتم إدخالها إلى برج تثبيت لفصل الغازات النقية .

يجب أن تحتوي وحدة التفحيم على مفاعلين على الاقل فعندما يكون احد المفاعلات ممتلئا يكون الآخر فارغاً ويتم سحب الفحم من المفاعل بشكل دفعي بواسطة تيار مائي نفاث عالي السرعة . عندما تكون كمية الإنتاج المطلوبة عالية يمكن زيادة عدد مفاعلات التفحيم وكذلك زيادة أحجامها. يبين الجدول أدناه أسماء الأجهزة والمنتجات

جدول (2 – 6) تعريف الرموز في الشكل (2 – 6)

1	Distillate as Feed	ناتج التقطير كتغذية	9	Absorber	برج امتصاص
2	Pump	مضخة	10	Stabilizers	برج تثبيت
3	Furnace	فرن	11	Heat Exchanger	مبادل حراري
4	Reactor	مفاعل	12	Fuel Gas	وقود غازي
5	Valve	صمام	13	Gasoline	كازولين
6	Distillation tower	برج تقطير	14	gas oil	زيت الغاز
7	Condenser	مكثف	15	Batch coke removal	ازالة الفحم بشكل دفعي
8	Stripper	برج النزع			



شكل (2-6) المخطط التدفقي لعملية التفحيم (لوحة) مقياس الرسم 1 :1

2 – 7 عملية تهذيب النافثا Flow Diagram of Naphtha Catalytic Reforming

التهذيب (Catalytic Reforming) هو آلية إصلاح تحفيزي تحدث عند تلامس نواتج التقطير الخفيفة (النافثا) للبترول (المقطر من النفط الخام) مع البلاتين المحتوي على عامل محفز في درجات الحرارة العالية وهيدروجين مضغوط في المدى من 345 kPa إلى 1450 kPa لتنتج سائلاً له رقم أوكتان عالٍ وغنيٌ بالمركبات الأروماتية. وينتج من هذه العملية أيضا الهيدروجين الكيميائي، والغاز الخفيف، وغاز البترول المسال كنواتج ثانوية للتفاعل. توجد هذه العملية بشكل ضروري في مصافي تكرير النفط لإنتاج ما يعرف في اللغة الإنجليزية بالـ (Reformate) وهو خليط من المواد الأروماتية العطرية التي تحتوي على رقم أوكتان عال كمكونات البنزين عالٍ الأوكتان إذ يستعمل فيما بعد لإنتاج سائل وقود السيارات.

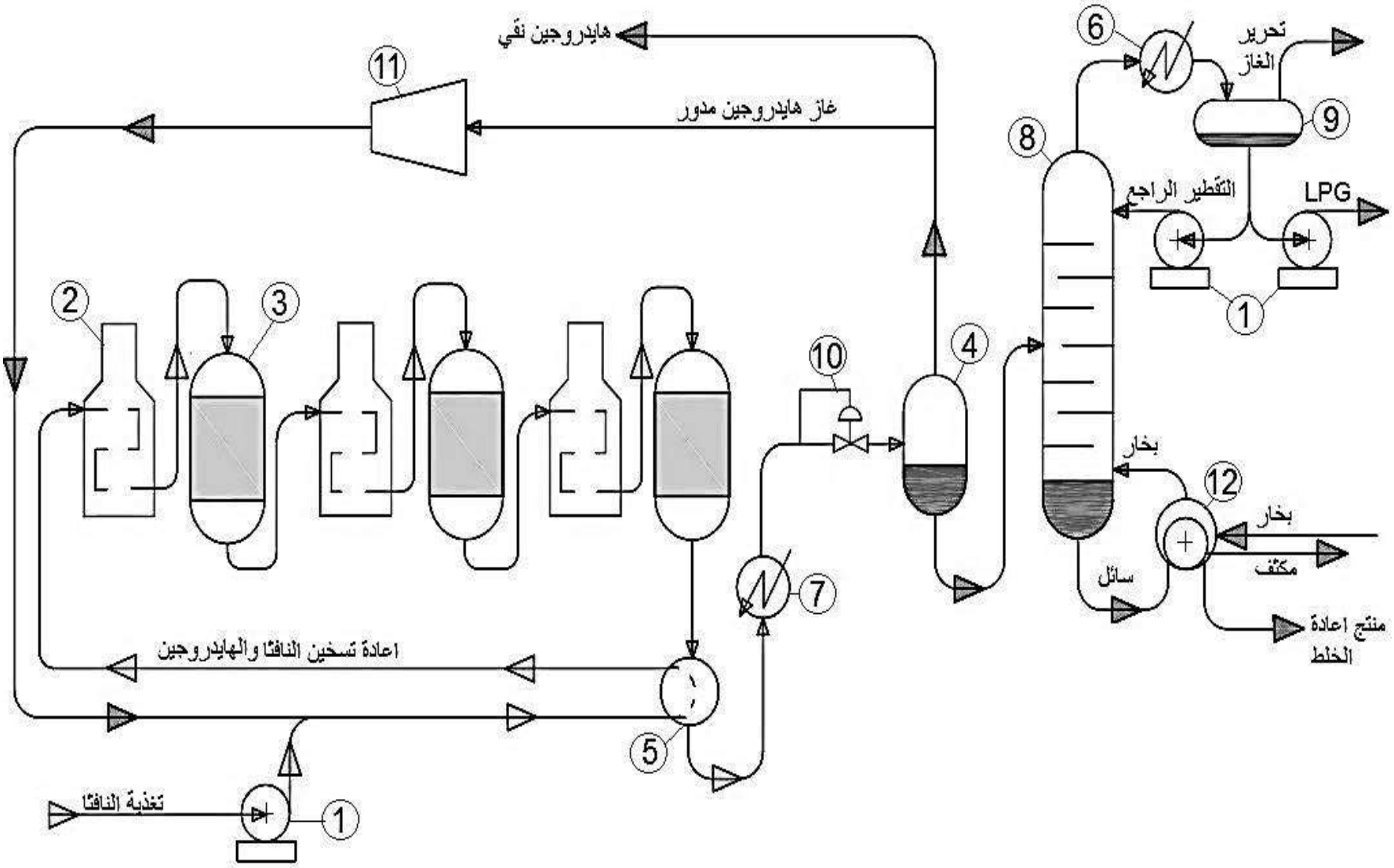
1-7-2 وحدة تهذيب النافثا Catalytic Naphtha Reforming Unit

يتم في هذه الوحدة تخليص النافثا من الشوائب المختلفة والمركبات الكيمياوية غير العضوية وهي: الكبريت ومركباته المختلفة، والنيتروجين والأوكسجين والمركبات الاوليفينية غير المشبعة، فضلا عن المعادن، إذ تعيد العملية ترتيب أو إعادة هيكلة جزيئات الهيدروكربون في مخزون تغذية النافثا وكذلك كسر بعض الجزيئات إلى جزيئات أصغر. ويبين الشكل (2 - 7) المخطط التدفقي لوصف النوع الأكثر استخدامًا لوحدة التهذيب التي تحتوي على ثلاثة مفاعلات، لكل منها طبقة ثابتة من المحفز، و يعزل كل مفاعل على حدة بحيث يمكن لأي مفاعل أن يخضع لعملية تجديد في الموقع بينما بقية المفاعلات قيد التشغيل.

يتم ضخ التغذية السائلة (في أسفل اليسار) حتى ضغط التفاعل (5-45 atm) ويتم ربطها بتيار من غاز إعادة التدوير الغني بالهيدروجين، إذ يتم تسخين خليط الغاز السائل الناتج عن طريق التدفق عبر مبادل حراري، يتم بعد ذلك تبخير خليط التغذية المسخن تمامًا وتسخينه إلى درجة حرارة التفاعل 495-520°C قبل دخول المواد المتفاعلة المتبخرة إلى المفاعل الأول. عندما تتدفق المواد المتفاعلة المتبخرة عبر طبقة العامل المساعد الثابتة في المفاعل، فإن التفاعل الرئيس هو نزع الهيدروجين من النافثينات إلى العطريات وهو ماص للحرارة بدرجة كبيرة، وينتج عنه انخفاض كبير في درجة الحرارة بين مدخل ومخرج المفاعل. وللحفاظ على درجة حرارة التفاعل المطلوبة ومعدل التفاعل، يتم إعادة تسخين التيار المتبخر في سخان ثان قبل أن يتدفق إلى المفاعل الثاني. تنخفض درجة الحرارة مرة أخرى عبر المفاعل الثاني ويجب إعادة تسخين التيار المتبخر مرة أخرى في السخان الثالث قبل أن يتدفق إلى المفاعل الثالث، (تستخدم بعض التركيبات سخانًا منفردًا بثلاثة ملفات تسخين منفصلة).

يتم تبريد منتجات التفاعل الساخن من المفاعل الثالث جزئيًا عن طريق الضخ عبر المبادل الحراري إذ يتم تسخين التغذية إلى المفاعل الأول ثم تدفقها عبر مبادل حراري مبرد بالماء قبل التدفق من خلال وحدة تحكم الضغط (PC) إلى فاصل الغاز. يعود معظم الغاز الغني بالهيدروجين من وعاء فصل الغاز ليدخل إلى ضاغط غاز الهيدروجين المعاد، ويتم تصدير صافي إنتاج الغاز الغني بالهيدروجين من تفاعلات إعادة التشكيل للاستخدام في عمليات التكرير الأخرى التي تستهلك الهيدروجين، في حين يتم توجيه السائل من وعاء فصل الغاز إلى عمود تجزئة يسمى عادةً المثبتّ. يحتوي منتج غاز التسوية العلوي من المثبت على منتج ثانوي من الميثان، والإيثان، وغيرهما، وقد يحتوي أيضًا على كمية صغيرة من الهيدروجين.

يتم توجيه هذا الغاز للمعالجة في المصفاة لمزيد من إزالة واستعادة البروبان والبيوتان (مكونات غاز البترول المسال). وعادة يصبح الغاز المتبقي بعد هذه المعالجة جزءًا من نظام غاز الوقود في المصفاة. منتج القاع من المثبت هو إعادة تشكيل السائل عالي الأوكتان الذي سيصبح مكونًا من بنزين منتج المصفاة LPG.



الشكل (2 -7) المخطط التدفقي لوصف وحدة تهذيب النافثا (لوحة) مقياس الرسم 1 : 1

جدول (2 – 6) أسماء رموز الأجهزة والمعدات

الرقم	الوصف	الرقم	الوصف
1	مضخة Pump	7	مبرد Cooler
2	مسخن (ثلاث مراحل) Fired Heater	8	عمود تقطير Distillation Column
3	مفاعل الطبقة الثابتة (ثلاث مراحل) Fixed-bed Reactor	9	اسطوانة اعادة السريان Reflux Drum
4	فاصل الغاز Gas Separator	10	وحدة تحكم الضغط Presser Controller
5	مبادل حراري Heat Exchanger	11	ضاغط Compressor
6	مكثف Condenser	12	معيد غليان Reboiler