$$P_w = \frac{P_{cl}}{1 + \frac{\rho . g . To}{P_o . T_m . Z_m} . L_g} \qquad (6\text{-}85)$$

حيث :

P_{cl} : ضغط حذاء مواسير الإنتاج (ضغط مطلق) .

أما بقية الرموز فهي نفسها أو مطابقة تماماً للرموز الواردة في العلاقة (6-75)، أما الطاقة النوعية المنسوبة إلى متر مكعب واحد من السائل فيمكن أن تعطى بالعلاقة التالية:

$$W = V . P_o . \ln \frac{P_1}{P} \qquad (6\text{-}86)$$

حيث :

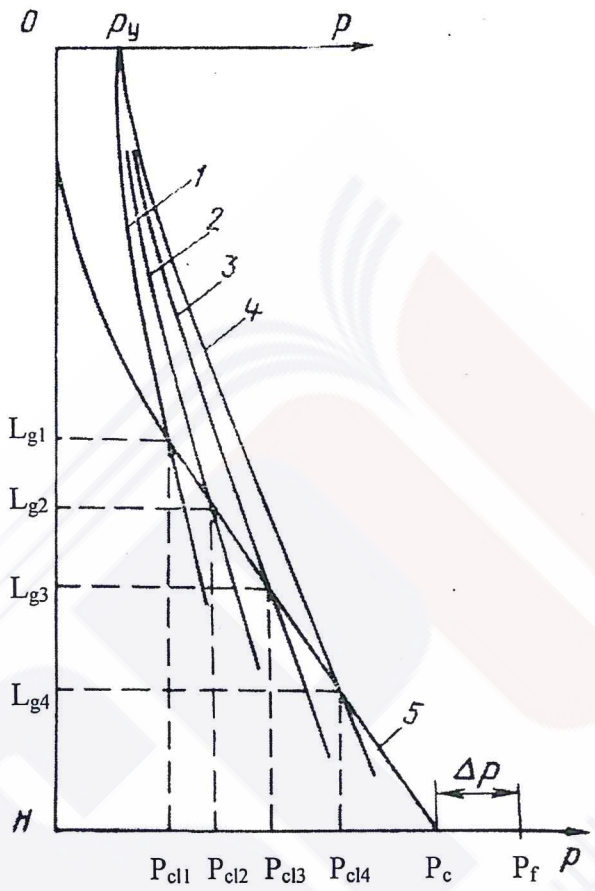
V: حجم الغاز اللازم حقنه وتعطى قيمتها بالعلاقة :

$$V = \frac{R_H . Z_m . T_m}{T_o}$$

أما في حالة الرفع الغازي فإن هذه الطاقة النوعية ستعطى بالعلاقة التالية:

$$W = \frac{R_H . P_o . Z_m . T_m}{T_o} . \ln \frac{P_w}{P_y} \qquad (6\text{-}87)$$

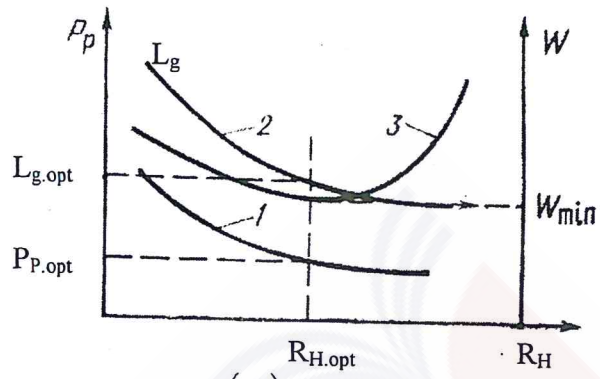
لتحديد العمق الذي يجب عنده حقن الغاز في مواسير الإنتاج من أجل قيم مختلفة للاستهلاك النوعي للغاز فإنه يمكن استخدام الطريقة البيانية المذكورة سابقاً والشكل (6-14) يوضح ذلك من أجل أربع قيم للاستهلاك النوعي للغاز.



الشكل رقم (6-14) – يوضح الطريقة البيانية لتحديد عمق إدخال (حقن) الغاز في مواسير الإنتاج وذلك عند أربع قيم للاستهلاك النوعي للغاز.

$$R_{H1} > R_{H2} > R_{H3} > R_{H4}$$

هناك علاقة ما بين ضغط العمل (P_w) منحنى (1) وعمق حقن الغاز (L_g) منحنى (2) والطاقة النوعية (W) منحنى (3) مع الاستهلاك النوعي للغاز المحقون (R_H) من أجل إنتاجية محددة (Q) هذه العلاقة موضحة بالشكل رقم (6-15) التالي:



شكل رقم (15-6) – يوضح علاقة ضغط العمل (P_w) منحني (1) وعمق حقن الغاز (L_g) منحني (2) والطاقة النوعية (W) منحني (3) مع الاستهلاك النوعي للغاز المحقون (R_H) من أجل إنتاجية محددة Q .

9-6 تجهيزات و معدات الرفع الغازي المستمر:

شجرة الميلاد المستخدمة في الإنتاج الذاتي هي نفسها التي تستخدم في الرفع الغازي ، كما يجب أن تتمتع بنفس مواصفات شجرة الإنتاج الذاتي ،هذه المواصفات أو الوظائف التي يجب أن تؤديها شجرة الميلاد هي التالية :

أ – إغلاق فوهة البئر بإحكام .

ب– تعليق و تثبيت مواسير الإنتاج .

ج– إمكانية تنفيذ مختلف العمليات التي تخص تغيير اتجاه حقن الغاز، عمليات غسل الآبار و تحسينها ...إلخ .

في حالة الرفع الغازي تستخدم عادة شجرة ميلاد خاصة أقل وزنا وأكثر بساطة منه في حالة الرفع الذاتي ، حيث أنه هنا في حالة الرفع الغازي لا يوجد احتمال اندفاع ذاتي ممكن للبئر، وهذا ما يغطي عيوب أو نواقص شجرة الميلاد الخاصة والمبسطة المستخدمة في عملية الرفع الغازي .

يتم غالباً التكيف بشجرة الميلاد عند حقن الغاز إما من خلال الفراغ الحلقي فقط و إما في المجموعة المركزية للمواسير .

عندما يترافق الرفع الغازي مع توضع كثيف للبارافينات و الشموع فإنه يتم تجهيز شجرة الميلاد (تجهيز فوهة البئر) بتجهيزات إضافية مثل تجهيزها بمزلاق يتم من خلاله إنزال كواشط البارافينات في مواسير الإنتاج، تنزل هذه الكواشط بواسطة كبل أو سلك وذلك من أجل التنظيف الميكانيكي للبارافينات المتوضعة على الجدران الداخلية للمواسير. من أجل مكافحة ترسيب البارافينات، تستخدم أيضاً طرق أخرى مثل طلي الجدران الداخلية للمواسير بطبقة صقيلة جداً من الزجاج أو معدن صقيل، حيث أنه يصعب ترسب و تماسك البارافينات على السطح الأملس و بالتالي يتم حمل البارافين أو جرفه مع تيار السائل أجهزة التحكم وتنظيم ضغط الغاز المحقون هي عبارة عن صمامات منظمة للضغط مجهزة بآلية عمل على شكل غشاء رقيق (طبلة) يمكن من تنظيم الضغط بعد هذا الغشاء و ذلك من أجل الحفاظ على ضغط ثابت للغاز المحقون في البئر، وعادة تثبت أو تركب مثل هذه الصمامات على فوهات الآبار المنتجة بالرفع الغازي ، طالما أنه توجد هناك تذبذبات أو تأرجحات للضغط في خطوط الغاز هذه التأرجحات تمنع أو تعيق عمل البئر بشكل طبيعي، وتؤدي أحياناً إلى توقف البئر عن الإنتاج.

توجد منظمات ضغط أو أجهزة تحكم بالضغط في الأنظمة المركزية التي تزود الآبار بالغاز المضغوط، كما توجد أجهزة قياس تدفق مختلفة ومعدات وتجهيزات تجميع الغاز، وهذه جميعها تركب على نقاط توزع الغاز أو موزعات الغاز .

تتحسن الفعالية و يزداد مردود العملية وبالتالي تتحسن نوعية الخدمة والصيانة عند وجود مثل هذه الأنظمة المركزية للتحكم وتنظيم وتوجيه عمل الآبار المنتجة بالرفع الغازي .

الإنجاز الأهم في مجال الإنتاج بالرفع الغازي هو تصميم وتصنيع وتطوير ما يسمى بتقنية إنزال ورفع الصمامات المستخدمة في عملية الرفع الغازي ، هذه الصمامات المثبتة ضمن حجر إهليلجية (بيضوية) الشكل وموزعة على أعماق أو مسافات محسوبة على طول مواسير الإنتاج . هذا الإنجاز جعل بالإمكان رفع وإنزال هذه الصمامات بدون رفع وإنزال مواسير الإنتاج بالكامل، وإنما يرفع الصمام نفسه فقط أثناء تعطله أو ضرورة تغييره أو إصلاحه .

يتم تركيب أو تثبيت حجر إهليلجية أو أسطوانية خاصة في أماكن محسوبة على طول مواسير الإنتاج، هذه الغرف مزودة بقميص من أجل إدخال الصمام ضمن الحجرة المخصصة له ،يثبت الصمام داخل الحجرة المذكورة بإحكام بواسطة حلقات إحكام عليا و سفلى مصنوعة من المطاط المقاوم للضغط والحرارة، أيضاً يوجد هناك موقف نابضي من أجل زيادة فعالية عملية الإحكام وتثبيت الصمام ضمن حجرته .

تثقب الجهة الخارجية للحجرة الأسطوانية بثقوب تتوضع بين حلقات الإحكام السفلى والعليا، يمر الغاز عبر هذه الثقوب من الفراغ الحلقي إلى حجرة الصمام وبعدها يمر عبر الثقوب الجانبية في الصمام نفسه وكرسيه ومن ثم إلى مواسير الإنتاج .

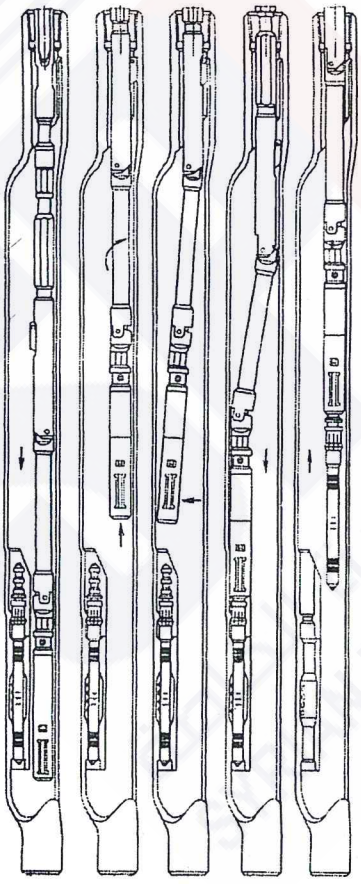
تصنع الحجرة الأسطوانية بحيث تتم المحافظة على مقطع العبور بشكل كامل ، وتركب في الجزء العلوي للحجرة الإهليليجية أو الأسطوانية سدادة خاصة موجهة وهي بمثابة الدليل الذي ينزل بواسطته الصمام، بحيث أن الصمام أثناء الانحراف يسقط مباشرة وبدقة في الحجرة المعدة له أو في الجيب المخصص لجلوسه .

يوجد على النهاية السفلية لجهاز (أداة) الإنزال جهاز نابضي لاقط هو الذي يحرر رأس الصمام بعد جلوسه في الحجرة المخصصة له .

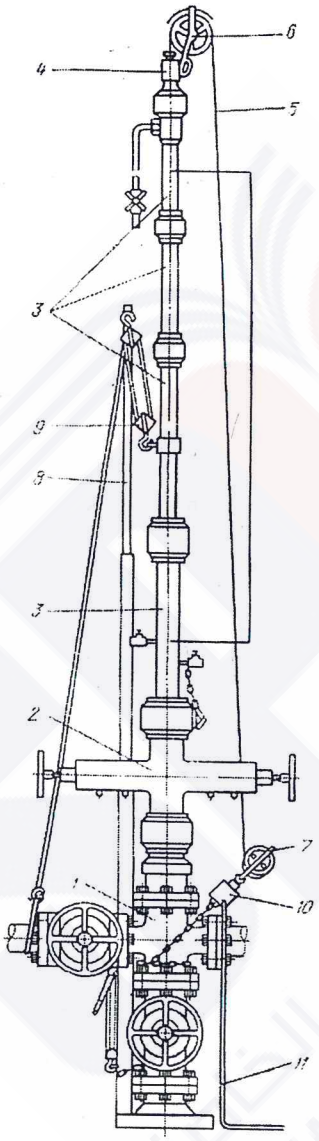
جهاز أو أداة الإنزال هذه تملك أو تحتوي على وصلات مفصلية ، بعد أن يتوجه الصمام بشكل صحيح بالسدادة الموجهة فإن هذه السدادة تتحطم ضمن هذه الوصلات المفصلية بواسطة أجهزة نابضية مع بقاء المحور الطولي للصمام المنزل متطابقاً مع المحور الطولي لحجرة الإنزال أو الجلوس . تنزل أداة الإنزال هذه ضمن مواسير الإنتاج بواسطة كبل يتراوح قطره مابين (1.8 _ 2.4 mm)عبر فوهة البئر، أيضاً تتم عملية رفع الصمام بواسطة كبل أو تقنية كابلية ومن أجل ذلك ينزل في البئر جهاز رفع الصمام الذي يسقط في الحجرة الإهليلجية، وبعد رفع أو شد غير كبير و متتالٍ يتوجه بواسطة السدادة الموجهة إلى مستوى حجرة الإنزال للصمام. بعد توجيهه جهاز الرفع هذا فإن حلقاته تنكسر وتطحن في الوصلات المفصلية وذلك بتأثير النوابض، هكذا بحيث تصبح في موضع مقابل لرأس اصطياد الصمام، عندها يمسك الموجه النابضي الاصطيادي بنهاية جهاز الإخراج (أو سحب الصمام) في أثناء النزول على رأس الاصطياد للصمام، أما أثناء الصعود فيمسك رأس الاصطياد هذا الصمام ويسحبه من حجرته.

أما بالنسبة لتسلسل العمليات السابقة الذكر في أثناء إنزال ورفع صمامات الرفع الغازي من الحجرات الخاصة بها بواسطة التقنية الكابلية فهي موضحة بالشكل رقم (16-6) المبين أدناه .

تركب على فوهة البئر تجهيزات خاصة بقطر عبور قدره(80، mm) وذلك من أجل تغيير صمامات الرفع الغازي أو تثبيت أقماع بسيطة مع صمامات الرفع الغازي دون اللجوء إلى قتل البئر أو إيقافها على العمل، هذه التجهيزات محسوبة عند ضغط قدره (35 , MPa)، وهي عبارة عن مزلاق ذي تصميم خاص موضح بالشكل رقم (6-17).



شكل (16-6) – يوضح تتالي أو تسلسل العمليات أثناء إنزال و رفع صمامات الرفع الغازي من الحجرات المخصصة لها وذلك بواسطة التقنية الكابلية .



شكل (6-17) – يوضح التجهيزات السطحية المستخدمة لإنزال ورفع صمامات الرفع الغازي بواسطة التقنية الكابلية .

يركب على الفلنجة العليا لشجرة الميلاد (فلنجة الفوهة) جهاز إغلاق ذو حجم صغير مزود بآلية عمل يدوية ويحوي عناصر إحكام مرنة مطاطية، يمكن بواسطتها إغلاق البئر بإحكام حتى في الحالة التي يبقى فيها كبل الإنزال داخل البئر .

تركب قطع أو أجزاء المزلاق على جهاز الإغلاق بواسطة وصلات سريعة الفك و التركيب .

يوجد على النهاية العليا للمزلاق حشوة عازلة لتمرير الكبل ذي المقطع العرضي الصغير و دولاب أو بكرة الكبل. تثبت بكرة الشد في أسفل التجهيزات والتي من خلالها يتم توجيه الكبل إلى ملفاف يدار أو يسير ميكانيكياً. تركب سارية (برج) صغيرة بشكل موازي لأجزاء المزلاق، هذه السارية سهلة الفك و التركيب و مجهزة بمجموعة من البكرات من أجل تسهيل رفع و تركيب و تجميع أجزاء المزلاق و إدخال الأجهزة الضرورية عبره و من أجل رفع و سهولة سحب الصمامات، بكرة الشد تكون متصلة مع عداد ميكانيكي يحول قوة شد الكبل إلى إشارة كهربائية ترسل بواسطة كبل كهربائي إلى جهاز مستقبل (عداد كهربائي).

يبين العداد الكهربائي توتر الكبل ويعطي معلومات عن اصطياد و سحب صمام الرفع الغازي من الحجرة المخصصة له.

بشكل عام وعند استخدام التقنية الكابلية فإنه يمكن بواسطة الشد التحكم بالعمليات التي تحدث عند عمق ما، لذلك فإن الدقة في تحديد توتر الكبل وقوة الشد التي تؤدي إلى انقطاعه أمر ذو أهمية بالغة ويجب أن يعطى أهمية قصوى أثناء استخدام التقنية الكابلية في عمليات رفع و إنزال الصمامات . يستخدم محرك هيدروليكي من أجل تشغيل الرافعة الدوارة وذلك من أجل السهولة في إنجاز عمليات رفع وإنزال الصمامات. تثبت و تسحب وتنزل وترفع الصمامات بواسطة رافعة هيدروليكية مركبة على آلية خاصة أو يمكن أن تركب على إطار خاص محمول بواسطة حوامة وذلك أثناء الضرورة في الأماكن الصعبة التي لا يمكن الوصول إليها بآليات نقل عادية.

تركب هذه الرافعة الهيدروليكية على هيكل سيارة شاحنة وهذه الرافعة تتألف من مضخة زيت تشغل من قبل محرك الشاحنة ومن رافعة أو ونش ذي سرعتين تدار هذه الرافعة من قبل محرك هيدروليكي وأنظمة التجهيزات الهيدروليكية، وأجهزة إغلاق و صمامات التحكم والتشغيل وأيضاً نظام هيدروليكي لقيادة الرافعة. يظهر أمام العامل في

غرفة القيادة مؤشر يدل على توتر الكبل ومؤشر يدل على العمق، يمكن للمحرك الهيدروليكي للرافعة أن يعمل كمضخة في أثناء نظام الكبح و يمكن أن يكون متوقفاً تماماً عند إغلاق الصمامات الموافقة .

نستخدم الرافعة المذكورة من أجل أعمال إنزال و رفع وتثبيت صمامات الرفع الغازي في الآبار حتى العمق (4600 , m) متر. قطر الكبل المستخدم يصل إلى(2,5 mm)، كما يمكن أن تستخدم في أثناء إنزال ورفع أجهزة القياس العميقة عند بحث الآبار حتى عمق (7000 , m) متر وبقطر كبل قدره (1.8 , mm)، وتنظم سرعة الرفع بحيث تقع ضمن المجال التالي: $0,2-16\ ,m/\sec$.

تبلغ استطاعة محرك الرافعة المذكورة حوالي 27.2 كيلو واط. ترفع مضخة الزيت الهيدروليكية الضغط حتى (13 , MPa) وتعطي غزارة قدرها $150\ ,\ell/Min$ أو $0,0025\ ,m^2/\sec$.

10-6 أنظمة الإمداد بالغاز و توزيعه:

إن أنظمة الإمداد المنظمة تكنولوجياً بشكل صحيح يجب أن تأخذ بعين الاعتبار إعادة استخدام الغاز ذي الضغط المنخفض الخارج من الآبار المنتجة بالرفع الغازي، أو ما يسمى بالدورة التكنولوجية المغلقة، جوهر هذه الدورة يتجلى في إعادة تجميع الغاز الراجع من الآبار المنتجة بالرفع الغازي وسحبه من جديد إلى مدخل الضواغط التي تزود آبار الرفع بالغاز ذي الضغط العالي.

تعد محطات الضغط العالي (مجموعة الضواغط) مصدراً للغاز المضغوط، كما أن الآبار الغازية تعد أيضاً من المصادر الجيدة للغاز الذي يتم حقنه في الآبار المنتجة بطريقة الرفع الغازي .

يكون الغاز الراجع محملاً أو مشبعاً بالغازات الهيدروكربونية الثقيلة وذلك بعد تماسه الكثيف مع النفط في مواسير الإنتاج، لذلك ومن أجل استخدامه مجدداً في عملية الرفع الغازي يجب إعادة تأهيله ومعالجته مسبقاً.

أيضاً يحتاج الغاز الطبيعي للمكامن الغازية إلى تحضير ومعالجة مسبقة تمكن في تخليصه من الكوندنسات والرطوبة التي يؤدي وجودها إلى تشكيل الماءات (الهيدرات)

البلورية في خطوط النقل وفي تجهيزات القياس والتحكم، وتؤدي هذه الماءات (الهيدرات) إلى إعاقة ومنع الاستثمار الطبيعي لنظام الإمداد أو التزويد بالغاز .

تتلخص معالجة الغاز بفصل الكوندنسات عنه وتجفيفه من الرطوبة، ويمكن أن تجرى بطرق مختلفة وتشكل هذه المعالجة مسألة خاصة ومميزة. تجهز معامل الغاز بمحطات معالجة الغاز وتحوي على محطات لفصل الغاز بدرجات الحرارة القليلة ومحطات امتزاز من أجل فصل القطفات البنزينية الثقيلة ومجففات الغاز من الرطوبة أثناء حقنه في شبكات جزيئية (سطوح إمتزاز صلبة _ شبكات جزيئية) ووحدات تنظيف الغاز من كبريت الهيدروجين والشوائب الميكانيكية ...إلخ، وسخانات الغاز من أجل التسخين البسيط. وتتم عملية تسخين الغاز في أفران غازية خاصة ليس فيها لهب وذلك قبل حقنه في الآبار المنتجة بالرفع الغازي.

أثناء استخدام الغاز الطبيعي من المهم عدم السماح بانخفاض الضغط إلى قيمة أقل من الحد الضروري في أثناء عملية التحضير أو المعالجة المسبقة للغاز.

تتم معالجة الغاز و تحضيره في وحدات معالجة خاصة تتألف عادة من الأقسام التالية:

1- مدخل لتوزيع أو حقن موانع تشكل الماءات عند فوهة البئر، هذه الموانع يمكن أن تكون عبارة عن محاليل كلور الكالسيوم أو أحد الغليكولات أو الميتانول .

2- تبريد الغاز بتخفيض الضغط بشكل مفاجئ وذلك عن طريق تمريره المتتالي عبر فواصل الغاز من أجل فصل قطرات الطور السائل المتكثفة .

3- الإفلات المفاجئ للغاز عبر مجموعة من الفالات المتتالية وذلك من أجل تخفيض ضغط الغاز حتى الحدود المطلوبة .

4- تسخين الغاز في أفران غازية حتى درجة الحرارة $^{\circ}C$ 60-90 .

5- إفلات الغاز عبر خزانات ذات ضغط عالي تحوي مصافي أو فلاتر لاصطياد الجزيئات الصغيرة مثل الغبار وذلك من أجل فصل الشوائب الميكانيكية التي تؤثر على الصمامات الغازية وأجهزة القياس والتحكم والمراقبة، كما تقود إلى مشاكل وتعقيدات أخرى في مجمل عملية الرفع بالغاز.

يركب منظم ضغط قبل محطة معالجة الغاز وذلك بهدف استقرار الضغط في شبكة توزيع الغاز الحقلية أو الصناعية.

أثناء حركة الغاز في شبكات التوزيع الحلقية فإنه يبرد و المكثفات التي تتشكل يتم اصطيادها في الفواصل وتساق بشكل آلي أثناء تجمعها بواسطة خط المكثفات إلى محطة تجميع النفط .

أثبتت تجربة استخدام طريقة الرفع الغازي أن الطريقة المبسطة والأكثر فعالية لمنع تشكل الماءات (الهيدرات) التي تسبب مشاكل وتعقيدات في نظام توزيع الغاز هي طريقة تسخين الغاز، لهذا الهدف تم تصميم سخانات متحركة مؤلفة من مجموعتين من أنابيب التسخين الحلزونية .

يتم التسخين في المجموعة الأولى من الأنابيب بالإشعاع الحراري المتولد عن اللوحات المتوهجة للسخانات الغازية غير الملتهبة. أما في المجموعة الثانية لأنابيب التسخين فيتم التسخين على حساب الحمل الحراري بواسطة الغازات المبتعدة .

تثبت أنابيب التسخين الحلزونية والعناصر المسخنة على هيكل معدني ملحوم ويكون هذا الهيكل مزوداً بعجلات من أجل سهولة التنقل والحركة. تتغذى العناصر المسخنة بالغاز ذو الضغط المنخفض يتم امتصاص الزيادة في درجة حرارة الغاز المبتعد بمنظم الحرارة المؤثر على صمام الغاز المسخن .عند زيادة درجة الحرارة فإن ضغط الغاز الساخن ينقص والعكس صحيح .

تزود محطة التسخين هذه بعناصر مؤتمتة وتعمل أتوماتيكياً. تؤخذ مميزات وحدة أو محطة التسخين من الدليل الخاص بها، نورد فيما يلي مميزات أحد محطات التسخين :

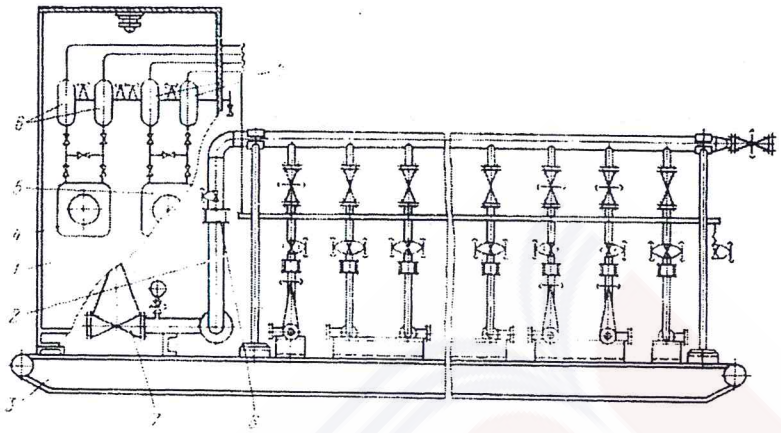
الإنتاجية	$15.10^4, \frac{m^3}{day}$
درجة حرارة التسخين	حتى $95\ C^{\circ}$
استهلاك الوقود عند الضغط 50-70.KPa	$20-30, m^3/h$
درجة حرارة الغاز الخارج	$215\text{-}230\ C^{\circ}$
الضغط الأعظمي للغاز المسخن	$20, MPa$
الضياع الهيدروليكي لضغط الغاز في أنابيب التسخين	$0,1-0,15, MPa$
معامل المردود	0,75-0,83
أبعاد المحطة بالمتر	$4,3 \times 2,5 \times 2,7$
كتلة المحطة بالطن	$7,5; ton$

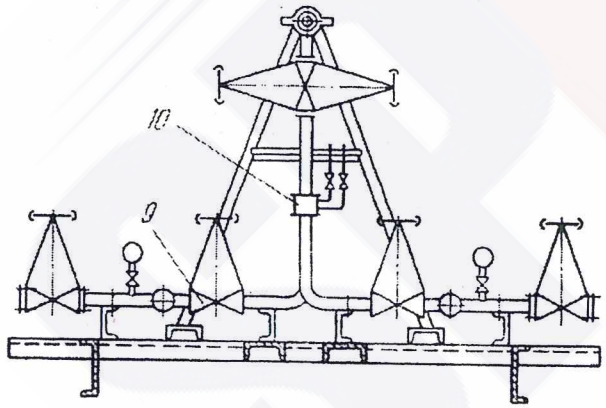
أكثر السخانات شيوعاً في حقول روسيا هي السخانات ذات النماذج :(PPG-1) والنموذج المعدل:(PPG-64)

تركب السخانات مباشرةً على أو قرب الآبار وأحياناً تثبت على طول خط نقل الغاز أو قبل مركز توزيع الغاز. تتجمع كل أجهزة القياس والتحكم والتوجيه في محطة توزيع الغاز وذلك بغية التحكم بعمل مجموعة الآبار القريبة منها والمنتجة بالرفع الغازي .

يتم عادةً إدخال خطين إلى محطة توزيع الغاز خط ذو ضغط عالي من أجل بداية تشغيل البئر و الخط الآخر ذو ضغط عادي أو طبيعي من أجل استمرار عمل البئر بشكل طبيعي .

ينظم ضغط العمل ويقاس تدفق الغاز إلى كل بئر منتجة بالرفع الغازي في محطة توزيع الغاز (مركز توزيع الغاز)، التي يركب فيها خزان موزع للغاز أو مجموعة خزانات موزعة للغاز أسطوانية الشكل وذات النموذج (GRB-14) .هذه الخزانات مسحوبة لتزويد أربع عشرة (14) بئراً بالغاز، تصنع هذه الخزانات وفق مواصفات صناعية خاصة، يركب خزان الغاز على إطار أو هيكل معدني، كما يركب على كل خط صمام إبري منظم وحلقة قياس الضغط التفاضلي قبل وبعد حلقة القياس. أبعاد خزان الغاز المستخدم في هذه الحالة هي m ,2×8، وكتلة بحدود (5) طن، أما تدفق الغاز اليومي إلى كل بئر فهو بحدود: (5.10^3 -12.10^3 ,m^3)، والشكل رقم (6-18) يوضح محطة توزيع الغاز المؤلفة من مجموعة خزانات اسطوانية الشكل ذات النموذج (GRB-14).





الشكل رقم (18-6) – يوضح محطة توزيع غاز مؤلفة من مجموعة خزانات لتوزيع الغاز على 14 بئر منتجة بالرفع الغازي.

الفصل السابع

الرفع الغازي الدوري أو المتقطع

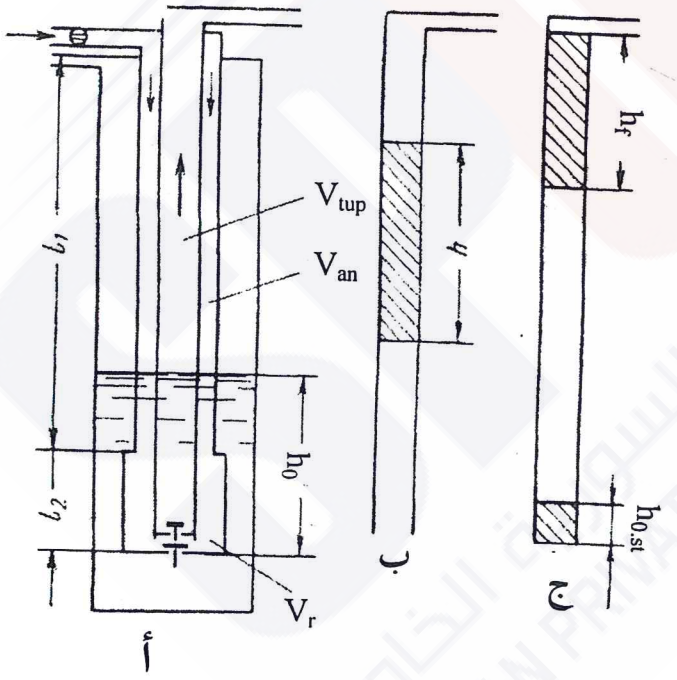
(Intermittent gas - Lift)

1-7 مبدأ نظام الرفع الغازي الدوري (المتقطع):

ينخفض الضغط الطبقي بعد مرور فترة زمنية على بداية عملية استثمار الطبقات المنتجة للنفط للحفاظ على معدل إنتاجية محدد للآبار المنتجة يتم اللجوء إلى تخفيض قيمة ضغط قاع هذه الآبار، وهذا بدورة يتطلب أو يحتم إنقاص الانغمار النسبي للمواسير ضمن مستوى السائل في البئر وزيادة ملموسة للاستهلاك النوعي للغاز، لكن هذه الزيادة الملموسة في الاستهلاك النوعي للغاز تؤدي إلى زيادة كبيرة في تكاليف إنتاج النفط. من أجل تخفيض تكاليف إنتاج النفط في هذه الحالة يتم تحويل أو تغيير طريقة الإنتاج بالرفع الغازي إلى طريقة الرفع باستخدام المضخات الجوفية، لكن ذلك ليس ممكناً دائماً، طالما أن طريقة الرفع بالمضخات الجوفية للآبار ذات المستوى الديناميكي المنخفض والتي تحوي أيضاً على كميات كبيرة من الغاز الحر المنفصل و الرمال تترافق دائماً بصعوبات جمة وهي ليست دائماً مجدية اقتصادياً (غير مربحة). لإنقاص الاستهلاك النوعي للغاز في الآبار قليلة الإنتاجية وذات المستوى الديناميكي المنخفض يتم اللجوء عادة إلى طريقة الرفع الغازي الدوري أو المتقطع، حيث يتم حقن الغاز المضغوط في البئر دورياً وليس بشكل دائم و إنما يتم الحقن خلال فترات زمنية محددة و بشكل دوري، يمكن تنفيذ طريقة أو عملية الرفع الغازي المتقطع في الآبار المجهزة بمجموعة واحدة عادية من مواسير الإنتاج. حيث يتم حقن الغاز في الفراغ الحلقي و هذا الغاز بدوره يقوم بضغط السائل و إزاحته إلى حذاء مواسير الإنتاج و من ثم إلى داخلها. بعد وصول سائل البئر إلى السطح يتم إيقاف حقن الغاز بواسطة صمام عكسي موجود على فوهة البئر وبالتحديد على خط حقن الغاز (أو على خط تزويد البئر بالغاز المضغوط)، عند ذلك يتم اتصال الفراغ الحلقي مع خط الطرد الأمر الذي يؤدي إلى حدوث توازن في الضغط في الفراغ الحلقي ومواسير الإنتاج. يتجمع السائل في البئر بعد إغلاق الصمام العكسي المذكور

ويفتح الصمام ثانية من جديد بعد استقرار أو ثبات مستوى السائل في البئر ويبدأ عندها الغاز المحقون (المضغوط) بالدخول ثانية إلى البئر وهكذا تتكرر دورة الإنتاج هذه خلال فترات زمنية محددة .

تحدد استمرارية حقن الغاز المضغوط (فترة حقن الغاز) والفترات الزمنية الفاصلة بين كل عملية حقن وأخرى تليها لكل بئر عن طريق التجربة والخبرة وذلك كتابع لكل من قطر البئر وعمقها وهيكلية وقطر مواسير الإنتاج وكميات الغاز المحقونة وكميات السوائل المرتشحة إلى قاع البئر.



شكل (1-7)- يوضح مخطط عمل طريقة الرفع الغازي الدوري أو المتقطع المجهز بحجرة إزاحة متتالية.

يتميز الإنتاج من البئر بالطريقة الموضحة في المخطط السابق بالسلبيات (بالمآخذ) التالية:

1- يزداد ضغط قاع البئر ويصبح أكبر من الضغط الطبقي وذلك نتيجة انضغاطية السائل الموجودة في الفراغ الحلقي، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث تهريب أو عودة السائل الموجودة في البئر إلى الطبقة (أي يحدث إرتشاح جزئي عكسي أو إزاحة للسائل المتجمع في البئر إلى الطبقة)، أما في الطبقات ذات النفوذية العالية فإنه يحصل هروب أو ابتلاع كميات كبيرة من سائل البئر من قبل الطبقة، لذلك فإن الرفع الغازي الدوري أو المتقطع بهذا النظام البسيط (بدون حجرة إزاحة متتالية أو خزان تجميع) يمكن أن يستخدم فقط في الطبقات ذات النفوذية الضعيفة أو القليلة جداً.

2- لا تستخدم كامل الطاقة الكامنة للغاز المحقون في عملية رفع السائل إلى السطح طالما أنه عند إغلاق الصمام العكسي يحدث صعود الغاز الموجود والمتبقي في الفراغ الحلقي ويدخل إلى فاصل الغاز. وبالنتيجة فإنه يزداد الاستهلاك النوعي للغاز المحقون.

من أجل تلافي السلبيات السابقة الذكر جزئياً، يتم اللجوء إلى استخدام طريقة الرفع الغازي الدوري المتقطع المجهز بحجرة إزاحة أو خزان تجميع موجود في النهاية السفلى للمجموعة الخارجية لمواسير الإنتاج .

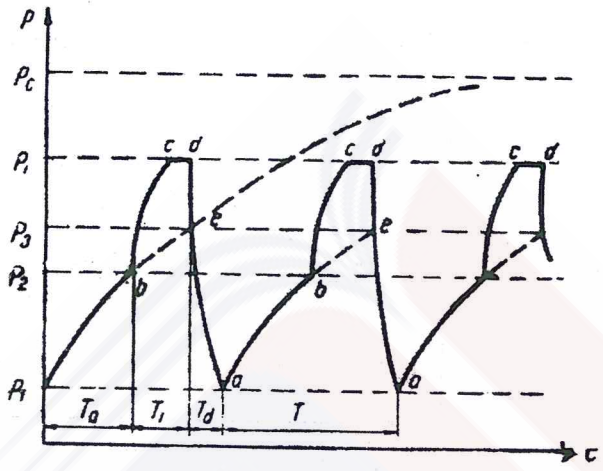
وبشكل عام فإن مبدأ طريقة الرفع الغازي الدوري يكمن في الحقن الدوري للغازات في البئر وأن كل دورة إنتاج تشمل ثلاث مراحل أساسية هي :

1- مرحلة تجميع السائل.

2- مرحلة حقن الغاز المضغوط .

3- مرحلة إنتاج السائل المتجمع وتمدد الغازات المحقونة .

والشكل (2-7) يوضح المنحنى النظري لتغير ضغط القاع بالعلاقة مع زمن كل مرحلة من المراحل السابقة الذكر.



الشكل (2-7) – يوضح تغير ضغط قاع البئر بالعلاقة مع الزمن.

_____ ضغط داخل النظام (ضمن التجهيزات).

---- الضغط مقابل المنطقة المثقبة (المجال المثقب).

يلاحظ من الشكل (2-7) أنه خلال مرحلة التجميع تتغير قيمة ضغط قاع البئر من القيمة (P_1) المقابلة لمستوى السائل عند قاعدة الخزان وحتى القيمة (P_2) التي تقابل مستوى السائل المتجمع في الخزان.

يتم حقن الغاز في لحظة وصول الضغط إلى القيمة (P_2) وهي توافق النقطة (b) على الشكل (2-7) وفي نفس اللحظة يتم قطع الصلة بين الطبقة والخزان بسبب إغلاق الصمام السفلي للخزان، ويستمر تزايد الضغط خارج الخزان (حجرة الإزاحة) وفقاً للمنحني (be). النقطة (d) تمثل ثبات ضغط القاع وتعادله مع ضغط الحقن وفي هذه اللحظة يتم إيقاف حقن الغاز بعد حدوث عملية الإنتاج يتمدد الغاز الموجود في مواسير الإنتاج وداخل الخزان وبالتالي يتناقص الضغط داخل الخزان حتى يصل إلى النقطة (e) عندها يفتح صمام الخزان من جديد.

يقابل الجزء $(e-a)$ ضغط عمود السائل المتجمع خارج الخزان خلال مرحلة التجميع والحقن أي خلال زمن التجميع والحقن. الزمن (T_d) يقابل تمدد الغازات في مواسير الإنتاج وفي عمود السائل المتجمع خلف الخزان.

يختلف الإنتاج بالرفع الغازي المتقطع (الدوري) عن الإنتاج بالرفع الغازي المستمر بأن حقن الغاز يتم بشكل دوري (متقطع) وليس بشكل مستمر كما في حالة الرفع الغازي المستمر، كما أن السائل يرفع إلى السطح بشكل كتل يدفعها الغاز المحقون وتتحول كتلة السائل إلى مزيج (سائل – غاز) قبل وصولها إلى السطح (الفوهة) ويتبع هذا التحول لعوامل عديدة منها سرعة صعود السائل ضمن المواسير، قطر وطول مواسير الإنتاج وضغط الغاز المحقون.

بعد إيقاف عملية حقن الغاز فإن الطبقة الرقيقة من السائل والتي تغطي جدران مواسير الإنتاج سوف تسقط ثانية داخل خزان التجميع أو (حجرة الإزاحة المتتالية) .

2-7 أنظمة الرفع الغازي الدوري وتجهيزاتها :

مختلف أنظمة الرفع الغازي الدوري يجب أن تحقق الشروط التالية:

1- رفع السائل المتجمع في حجرة الإزاحة المتتالية (خزان التجميع) بأقل ضغط حقن ممكن للغاز المستخدم في عملية الرفع .

2- استهلاك نوعي أصغري للغاز المحقون.

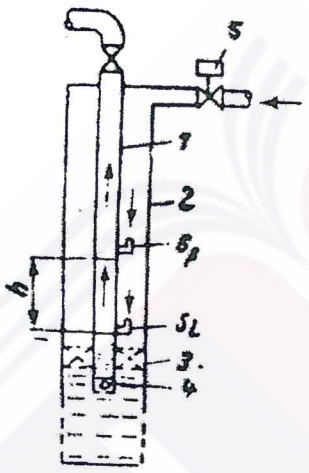
3- منع عودة أو رجوع كميات كبيرة من السائل إلى خزان التجميع بعد إيقاف حقن الغاز.

4- أكبر سرعة ممكنة لتمدد الغازات بهدف زيادة زمن مرحلة التجميع.

5- أن لا يؤثر ضغط الحقن في الطبقة المنتجة.

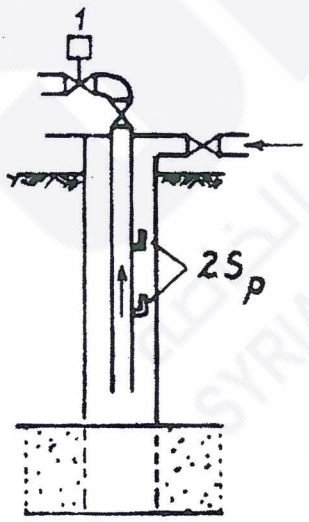
بشكل عام تصنف أنظمة الرفع الغازي الدوري إلى المجموعات الرئيسية التالية:

1- نظام مجهز بصمامات تعمل بتأثير فرق الضغط وهو موضح بالشكل (7-3) .



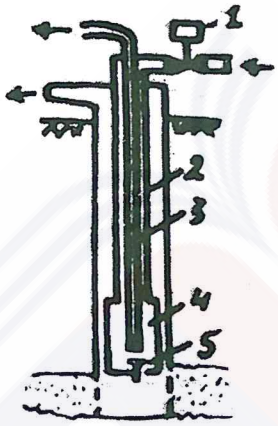
الشكل (7-3)

2- نظام مجهز بصمامات ميكانيكية تنزل بواسطة أجهزة إنزال سلكية وهو موضح بالشكل (7-4)



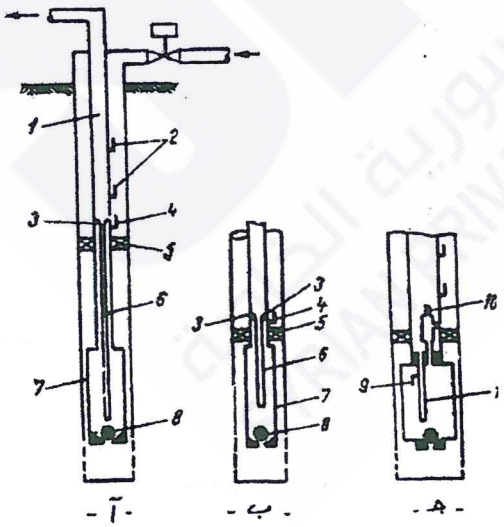
الشكل (7-4)

3- نظام مجهز بحجرة إزاحة (خزان تجميع) وبدون باكر وهو موضح بالشكل (7-5) .



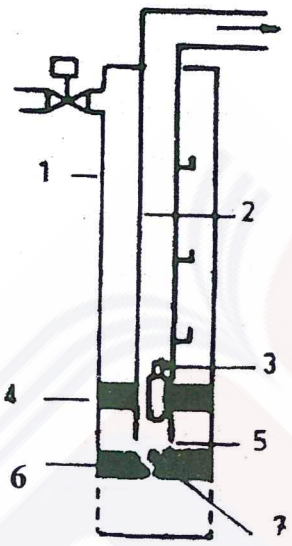
الشكل (7-5)

4- نظام مجهز بحجرة إزاحة (خزان تجميع) وباكر واحد وهو موضح بالشكل (7-6)



الشكل (أ- ب- ج- 7-6)

5- نظام مجهز بباكرين وهو موضح بالشكل (7-7) التالي:



الشكل (7-7)

يتألف النظام الأول (1) الشكل (7-3) من التجهيزات التالية :

1- مواسير إنتاج مجهزة بصمامات بدء تشغيل وصمامات تشغيل.

2- مواسير التغليف الإنتاجية.

3- باكر.

4- صمام سفلي (4) يقع أسفل مواسير الإنتاج لقطع الاتصال ما بين الطبقة المنتجة وداخل مواسير الإنتاج خلال فترة حقن الغاز.

5- منظم أوتوماتيكي لحقن الغاز يتم بواسطة التحكم بضغط الحقن وكمية الغاز المحقون.

يمكن الاستغناء عن وجود الباكر والصمام السفلي كما هو موضح بالشكل (7-4) وذلك في حالة الآبار ذات معامل الإنتاجية الضعيف والضغط الطبقي المرتفع .

لتشغيل البئر تحقن الغازات في الفراغ الحلقي للنظام المذكور شكل (7-3) وعندها يبدأ صمام بدء التشغيل بتمرير الغاز المحقون وينغلق عندما يصل الغاز المحقون إلى مستوى صمام التشغيل.

يركب المنظم الأوتوماتيكي (5) بهدف التحكم بحقن الغاز وإيقافه عندما تصل قيمة الضغط (ضغط الحقن) إلى القيمة المحددة للنظام ويوجد هذا المنظم عند استخدام صمامات تشغيل نابضية.

ينخفض الضغط داخل مواسير الإنتاج عند مستوى صمام التشغيل وذلك بعد عملية الإنتاج ويزداد فرق الضغط ما بين الفراغ الحلقي ومواسير الإنتاج حتى يصل إلى قيمة فرق الضغط اللازم لإغلاق الصمام. وتبدأ مرحلة تمدد الغازات ضمن مواسير الإنتاج بعد التوقف عن حقن الغاز، يفتح الصمام السفلي (4) في نهاية هذه المرحلة (مرحلة تمدد الغازات)، وتبدأ مرحلة التجميع من جديد، حيث يرتفع السائل ضمن المواسير ويزداد الضغط داخلها عند مستوى صمام التشغيل، وبما أن الضغط في الفراغ الحلقي ثابت (P_i) فإن فرق الضغط بين الفراغ الحلقي ومواسير الإنتاج سوف يتناقص حتى يصل إلى القيمة التي تؤدي إلى فتح صمام التشغيل وعندها تبدأ دورة حقن جديدة.

بالنسبة للنظام الثاني النظام المجهز بصمامات ميكانيكية فإن صمامات بدء التشغيل وصمامات التشغيل تبقى مفتوحة لمرور الغاز من خلالها إلى داخل مواسير الإنتاج، وتثبت هذه الصمامات بواسطة ذراع (قضيب) ويتم إنزالها بواسطة كابل (سلك) حيث يثبت الكبل (السلك) بقضيب مكبس يتحرك ضمن إسطوانة (قميص) مضخة الرفع والإنزال. يرتفع المكبس داخل الأسطوانة في أثناء حقن الغاز (أو السائل) تحته وترتفع معه الذراع المعلقة الموجودة في البئر وبذلك يفتح الصمام. وبعد إنتاج (رفع) الغاز والسائل الموجود تحت المكبس تسقط الذراع (القضيب) وتعود إلى وضعها الأول مغلقة الصمام. تتم عملية الحقن والرفع (الإنتاج) آلياً (أوتوماتيكياً) بواسطة منظم آلي على السطح، كما تثبت صمامات الحقن (أسفل) تحت خزان التجميع (حجرة الإزاحة)، بحيث يتم رفع السائل ضمن مواسير الإنتاج بتأثير الغاز عند فتح الصمام.

لهذا النظام بعض المساوئ منها:

أ- تعمل المياه على تآكل واهتراء السلك والصمامات بسرعة وذلك في الآبار الاماهة.

ب- صعوبة وكلفة عمليات رفع وإنزال السلك (الكبل) والصمامات وخاصة في حالات اللزوجة العالية لمنتجات البئر.

تتألف التجهيزات المستخدمة في النظام الثالث (المجهز بخزان تجميع بدون باكر) كما هو مبين بالشكل (5-7) من خزان التجميع (حجرة الإزاحة) .

وهو مجهز في نهايته السفلى بصمام (5) لدخول منتجات البئر إلى داخله، ويتم حقن الغاز في الفراغ الحلقي بين مجموعتي المواسير، ويكون الضغط داخل حجرة الإزاحة أكبر من الضغط خارجها أثناء حقن الغاز لذلك ينغلق الصمام السفلي (5) ويزاح السائل المتجمع في حجرة الإزاحة من خلال الفراغ الحلقي بين مجموعتي مواسير الإنتاج، بعد ذلك يغلق المنظم الآلي (1) ويوقف دخول الغاز المحقون وبذلك تنتهي مرحلة الحقن بعد أن تتم إزاحة السائل المتجمع في الخزان، وتبدأ مرحلة تمدد الغازات الموجودة ضمن خزان التجميع ومجموعتي مواسير الإنتاج وبالتالي ينخفض الضغط داخل الخزان ويفتح الصمام (5) ويبدأ السائل من جديد بالتجمع ضمن الخزان (حجرة الإزاحة) .

من مساوئ هذا النظام هو وجوب إنزال مجموعتين من مواسير الإنتاج (مركزية ومحيطية)، كما أن قيمة ضغط الحقن أكبر بكثير من ضغط القاع وبالتالي تتم عودة جزء كبير من السائل المتجمع في البئر إلى الطبقة.

أثناء تصميم تجهيزات هذا النظام يتم الحرص على أن يكون الفراغ الحلقي ما بين مجموعتي مواسير الإنتاج أصغر ما يمكن وذلك بهدف التقليل من الاستهلاك النوعي للغازات المحقونة .

يتمتع النظام الرابع (المجهز بخزان تجميع وباكر واحد)
والمبين بالشكل (أ- ب- ج-6-7) بالمميزات التالية :

1- وجود عمود واحد من مواسير الإنتاج.

2- إمكانية استخدامه في الآبار ذات الأقطار القليلة هذا بالمقارنة مع الأنظمة السابقة.

3- يمكن استخدامه في الآبار العميقة المجهزة بمواسير تغليف قليلة المقاومة.

4- استهلاك نوعي أصغري للغاز المحقون لأن دخول الغاز إلى مواسير الإنتاج يتم عن طريق صمامات مثبتة فوق حجرة الإزاحة (خزان التجميع) .

ويعتبر هذا النظام أكثر الأنظمة السابقة شيوعاً وتتألف تجهيزاته كما هو موضح بالشكل (أ- ب- ج-6-7) من:

1- مواسير الإنتاج .

2- صمامات بدء التشغيل .

3- لاقط أو نبل تثبيت الأنبوبة المركزية (6) ضمن مواسير الإنتاج (3).

4- صمامات التشغيل (4) .

5- باكر تثبيت مواسير الإنتاج .

6- أنبوبة مركزية شعرية لعبور المزيج (سائل - غاز) من خلالها إلى مواسير الإنتاج.

7- خزان تجميع (حجرة إزاحة) (7) .

8- صمام حجرة الإزاحة (صمام خزان التجميع) (8) .

9- صمام الإزاحة .

10- صمام متحرك.

11- أنبوبة ثابتة مثبتة في أعلى حجرة الإزاحة (خزان التجميع) .

يثبت الباكر أعلى خزان التجميع كما في الشكل (أ- 6-7) .

وهنا يلاحظ وجود الأنبوبة المركزية (6) التي تنزل حتى قاعدة خزان التجميع يثبت صمام التشغيل (4) في هذه الحالة تحت نقطة تثبيت الأنبوبة المركزية (6)، ويتم حقن الغازات ضمن الفراغ الحلقي ما بين مواسير الإنتاج والتغليف، ويعبر الغاز المحقون من خلال الصمام (4) إلى خزان التجميع (حجرة الإزاحة) مزيحاً السائل المتجمع فيه

من خلال الأنبوبة المركزية (6) إلى مواسير الإنتاج (1) ثم إلى الفوهة. تستخدم في بعض تجهيزات هذا النظام صمامات متحركة (10) كما هو مبين بالشكل (ج- 6-7) يمكن إنزالها ورفعها ضمن مواسير الإنتاج بمساعدة عمليات تسمى بالعمليات السلكية وهنا في هذه الحالة تستبدل الأنبوبة المركزية (6) بأخرى ثابتة (11) مثبتة في أعلى حجرة الإزاحة ويتوضع في أعلاها صمام إزاحة نابضي (9) يعمل بتأثير فرق الضغط. في النظام الخامس المجهز بباكرين والموضح بالشكل (7-7).

يلاحظ أن خزان التجميع (حجرة الإزاحة) هو عبارة عن الفراغ المحدد والمحصور ما بين الباكرين اللذين يثبتان على مواسير التغليف الإنتاجية (1)، ويتصل صمام التشغيل (3) (يمكن أن يكون ثابتاً أو متحركاً) مع حجرة الإزاحة بواسطة ثقب في الباكر العلوي (4)، يوجد الصمام الثابت السفلي (7) في أسفل مواسير الإنتاج التي تجهز بدورها بثقب (5) موجود فوق الباكر السفلي لتأمين الاتصال بين خزان التجميع ومواسير الإنتاج، يستخدم هذا النظام في الآبار المنتجة من طبقات ذات ضغوط منخفضة وفي الآبار التي يمكن إنزال الباكر فيها وتثبيته دون أية صعوبات، وعلى الصعيد العملي فإن استخدام الأنظمة الخمسة المذكورة هو قليل وغير شائع، ويستعاض عنها عادة بنظام الإنتاج باستخدام الرفع المكبسي الذي سنتطرق إليه في هذا الفصل بعد تحديد مؤشرات أو معاملات الرفع الغازي الدوري (المتقطع) .