

تسويق الغازات (الدائمة)

يتوقف تصميم وحدة فصل الهواء على نوعية المنتجات المطلوبة . كما يتوقف على الطريقة التي سوف يتم بها تصريف ونقل هذه المنتجات إلى مراكز الاستهلاك . ويعتمد التصميم بدوره على الاستخدام الذي تؤول إليه المنتجات . والنوعية المطلوبة كما يعتمد على نوعية الطلب هل هو وقى (متقطع) أو مستمر . وعلى المسافة بين موقع الإنتاج ومراكز الاستهلاك ويتبع توزيع الغازات الدائمة الأخرى مثل الهيدروجين والهليوم نمطاً مماثلاً وسوف يتم أفراد فصول قادمة في هذا الكتاب لوصف الطرق المختلفة لتوزيع الغازات الدائمة التي تهمننا في حياتنا العملية . وعموماً هناك طرق ثلاث تستخدم عادة لتسويق الغازات الدائمة ، وهى التسويق فى اسطوانات تحت ضغط ، والتسويق من خلال شبكة من خطوط الأنابيب ، والتسويق فى الحالة السائلة .

التسويق فى اسطوانات تحت ضغط :

يجرى تسويق الغاز فى اسطوانات من الفولاذ الطرى عندما يكون المطلوب

الإمداد بكميات صغيرة إلى المستهلك ، وفي هذه الحالة يتم نقل الاسطوانات التي تحتوي على الغاز تحت ضغط إلى المستهلك في موقع الاستهلاك ، حيث تترك هناك حتى يتم تجميعها مرة أخرى فارغة . ويصل ضغط الغاز داخل الاسطوانات عادة إلى ١٣٢ ضغطاً جويّاً ، ولكن حديثاً ، أمكن إنتاج اسطوانات يمكن شحنها بالغاز عند ضغط يصل إلى ١٦٠ ضغطاً جويّاً . ويستخدم لهذا الغرض تشكيلة كبيرة من الاسطوانات ، وتحدد سعة الاسطوانة بحجم الغاز الحر مقيساً عند ١٥,٥ م^٣ وتحت ضغط ٧٦٢ ملليمتر زئبق . ولكن الحجم الأكثر شيوعاً هو الاسطوانة سعة ٦٨٠٠ لتر من الغاز الحر ، وتزن حوالي ٦٤ كيلو جراماً ويصل وزنها وهي ممتلئة بغاز الأكسجين تحت ضغط ١٣٢ ضغطاً جويّاً إلى ٧٣ كيلو جراماً . ومن الواضح أن النسبة بين الوزن الكلي إلى وزن الأكسجين تساوي ٨ : ١ ، وفي حالة غاز الهيدروجين تصل النسبة إلى ١١٠ : ١ نظراً لصغر كثافته إلى حد كبير .

ولما كانت النسبة بين وزن معدن الاسطوانة إلى وزن الغاز كبيرة لهذه الدرجة ، لذلك فإن عملية نقل الهيدروجين في حالته المسالة عملية غير اقتصادية ، وذلك لارتفاع تكلفة الإسالة وأيضاً للفقد الزائد في التصعيد (التبخّر) في أثناء عملية المناولة لسائل نقطة غليانه منخفضة (مثل الهيدروجين) .

وبالرغم من أن النسبة بين وزن معدن الاسطوانة إلى وزن الغاز المتقول كبيرة لجميع الغازات ، الأمر الذي يعيب هذا الأسلوب . فإن لهذه الاسطوانة عدداً من المزايا ينجلي بوضوح أثناء استخدامها في التشغيل في الأغراض المختلفة ، فمن الممكن تخزين الغاز دون ما حدود دون حدوث أي فقد ، ومن ناحية أخرى ، فإن الاسطوانة يمكن تحريكها بسهولة ويسر من نقطة إلى أخرى في موقع العمل أينما كانت الحاجة إلى الغاز . ولكن

مع ذلك فإنه متى كانت الحاجة ماسة إلى الغاز بكميات كبيرة وبصورة مستمرة ، فإنه يفضل أحياناً من الناحية الاقتصادية نقل الغاز سائلاً . ويجدر أن نضيف أنه في بعض الأحيان يتم نقل الغازات الخاملة : النيون ، والكريبتون ، والزينون في إسطوانات تحت ضغط منخفض . وقد يتم نقلها في أمبولات زجاجية إذا ما كانت الكميات المطلوبة صغيرة . وتفادياً للخلط بين الاسطوانات يجرى دهانها وطلاؤها بلون محدد ، أو مجموعة من الألوان التي يتفق عليها ، خاصة بكل غاز على حدة ، وعلى سبيل المثال تكون ألوان الاسطوانات للغازات الشائعة كما يلي :

الأكسجين	أسود
النروجين	رمادي / أسود
الأرجون	أزرق
الهلوم	بنى
الهيدروجين	أحمر
الأستلين	أحمر صفراوى
أكسيد النترóz	أزرق
النيون	بنى / أسود
الميثان	أحمر
الأيثلين	قرمزي / أحمر
أول أكسيد الكربون	أبيض / أحمر

وفي حالة وجود مخلوط من الغازات ، فإن الألوان تأخذ صورة أكثر تعقيداً .

تسويق الغاز المسال :

شاع تسويق الأكسجين في صورته السائلة كعملية صناعية في كثير

من بلدان العالم منذ عام ١٩٣٤ . ولكن شارك حالياً كل من النرويجين ، والأرجون ، والأكسجين في هذا الأسلوب للتوزيع التسويقي ، ولحق بهما غاز الهليوم ولكن على نطاق ضيق .

وتجرى عملية تسويق الغاز في صورته السائلة إما للحاجة إلى استخدام المنتج له كسائل وإما لميزة اقتصادية ، حيث يعاد تحويله إلى صورته الغازية مرة أخرى . ويعطى الجدول التالى الحجم النوعية النسبية للغاز المسال (حجم الطن منه) .

جدول (٤)

المسادة	حجم الغاز عند ١٥.٥ م° وتحت ضغط ٧٦٢ مم زئبق. (م ^٣)	حجم السائل عند نقطة الغليان (م ^٣)
الأكسجين	٧٤٣.١٢	٠ ٨٨١
النرويجين	٨٤٩.٢٤	١ ٢٥٧
الأرجون	٥٩٥.٢٨	٠ ٧٣١

من هذا الجدول يتضح الاقتصاد الكبير في الحجم ، حتى بضغط الغاز إلى ١٦٠ ضغطاً جويًا . بالإضافة إلى ذلك فهناك اقتصاد هائل في الوزن إذ يبلغ وزن الاسطوانة للغاز المسال الذى يتم نقله حوالى نصف وزن السائل في مقابل ثمانية أمثال في حالة نقل الغاز . ويتم نقل السائل من صهريج التخزين بمركز الإنتاج إلى خزان على عربة نقل (لورى) أو يستقر على عربة قطار ، وذلك بالاستعانة بقوة الجاذبية الأرضية أو بواسطة مضخة إذا لزم الأمر . وعند وصول السائل فى الخزان إلى نقطة استهلاك العميل ، يجرى ضخه إلى صهريج تخزين بالموقع ، وفى العادة يكون هذا الصهريج من كبر الحجم بحيث يسمح للغاز المسال بالتحول مرة أخرى بالتصعيد

فيعود سيرته الأولى غازاً من جديد . ومن الأهمية البالغة بمكان وجوب عزل كل هذه الأوعية بدرجة كافية ، حتى تكون بمعزل عن أى تدفق حرارى قد يصيبها . وهناك تكتيكان أساسيان يستخدمان فى العزل الحرارى ، الأول باستعمال الصوف الزجاجى أو مادة مشابهة ، والآخر بملء فراغ العزل بمسحوق مناسب ثم عمل طبقة مفرغة بعد ذلك . ومن المتعذر صنع أجزاء الوعاء الملامسة للسائل (الذى تنخفض درجة حرارته كثيراً) من الصلب الطرى (إذ يصبح قصيفاً للغاية عند هذه الدرجة المنخفضة من الحرارة) ولكن تصنع فقط الأجزاء الخارجية من الوعاء التى تكون تقريباً فى نفس درجة حرارة الغرفة .

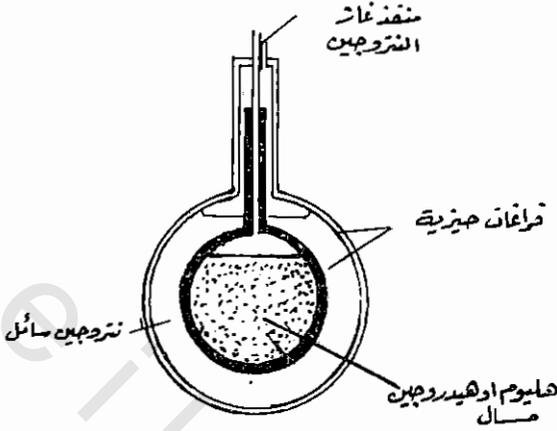
وقد تبلغ سعة صهاريج التخزين الكبيرة التى توجد بمواقع الإنتاج أكثر من ١٥٠٠ طن من الأكسجين المسال ، والذى يكافئ حجم حوالى ١,١٣٣ متر مكعب من الغاز . وفى مثل هذه الصهاريج يصل الفقد إلى ٠,١ - ٠,٢ يومياً . ومن الطبيعى أن كل غاز يفقد بالتصعيد ، يمكن أيضاً جمعه وضغطه فى اسطوانات أو إعادته إلى الوحدة لإسألته من جديد . وبالطبع يحدث تسرب الغاز كفاقد تصعيد (تبخر) فى أوعية النقل بصورة أكبر منه فى صهاريج التخزين الضخمة ، ولكن الخطورة تكمن عند الفقد أثناء نقل الغاز المسال من صهريج إلى صهريج . ويوجد أيضاً فقد عند تبريد خطوط النقل ، وفى المواسير وفى المضخات . وتفرض عملية التوزيع للغازات المسالة عناصر تكتيكية معقدة فى بناء هذه الأوعية والمعدات ، كما تفرض وجوب بذل حرص خاص حتى يكون الفاقد أقل ما يمكن بقدر الإمكان . ولكن برغم كل هذه الاحتياطات فإن الفقد فى أحسن الأحوال يمثل حوالى ١٥ ٪ فى أفضل تجهيزات التوزيع تصميماً ، وربما تعدى ذلك بكثير عند التطبيق عملياً .

وفى موقع العمل عند المستهلك يتعرض بعض الغاز للتصعيد مستمداً

الحرارة اللازمة من الهواء المحيط به ، كما يعتبر الماء الساخن أو البخار مصدراً غنياً بالحرارة يعمل على تصعيد جزء لا بأس به من الغاز المسال . وإذا كان التشغيل بالغاز تحت ضغط مطلوباً ، فإنه يمكن ضغطه بعد التصعيد ، أو ضغط السائل قبل التصعيد . وهناك طريقة بديلة لذلك ، إذ يمكن تصعيد الغاز المسال في وعاء مقفل ، حيث يستفاد من الضغط الناجم من عملية التصعيد . وبرغم ارتفاع تكلفة الأكسجين المسال من الأكسجين الغاز ، مع فقد التوزيع بالإضافة إلى تكلفة المعدات الخاصة ، فإن كل ذلك يهون بالمقارنة بالاختزال الكبير في نفقات النقل .

وكما رأينا مؤخراً ، فإنه يكون مطلوباً في بعض الأحيان استخدام غازي التروجين والهليوم في الحالة السائلة ، وغالباً ما تكون الكميات صغيرة مقارنة بتلك الكميات التي سبق ذكرها آنفاً ، وعليه كثيراً ما تكون سعة أوعية النقل ما بين ١٠ - ٢٠٠ لتر مناسبة للاستخدام . ويجرى توريدها إلى المصانع والعملاء ثم تجمع فارغة بعد ذلك . وفي العادة تصنع أوعية نقل التروجين السائل من دثار مفرغ من النحاس أو الألومنيوم أو الصلب وتقل نسبة الفاقد بالتصعيد (التبخر) إلى ٣٪ يومياً في وعاء يسع ٢٥ لتراً ، بينما تصل هذه النسبة إلى ١,٧٥٪ لوعاء يسع ٧٥ لتراً .

وفي حالة تخزين أو نقل الهليوم السائل لا يقتصر ذلك على استخدام دثار مفرغ ، ولكن يستخدم التروجين السائل كذلك بعد إحاطته بدثار مفرغ (شكل ٢٦) . وهناك أسلوب تكتيكي حديث يمكن بواسطته تجنب دثار التروجين ، ويتحقق باستخدام عاكس متعدد الطبقات تحت التفريغ كمازل ، ومن أمثلة ذلك استخدام طبقات متقاربة من الألومنيوم تفصلها ألياف صناعية . حيث تختزل طبقات الألومنيوم كثيراً من الانتقال الحراري بالإشعاع كما تعمل الألياف الصناعية على خفض الانتقال الحراري بالتوصيل .



شكل (٢٦)

وعاء صغير لتخزين الهليوم المسال

ويبلغ الفاقد النمطي للتصعيد (التخثر) من وعاء سعته ١٥ لتر دنار له من النتروجين ١.٥ ٪ يومياً ، في مقابل ٥ ٪ في حالة استخدام أسلوب الطبقات العاكسة . وينخفض الفاقد في حالة وعاء سعته ١٠٠ لتر . مع استمرار الطبقات العاكسة إلى أقل من ١.٥ ٪ يومياً .

التسويق باستخدام خط الأنابيب :

يمكن لسيارة النقل النمطية التي تبلغ حمولتها ١١ طناً من الأكسجين السائل أن تحمل ما يكافئ ٨٥٠٠ متر مكعب من الغاز . ويوجد عدد من مصانع الصلب على الصعيد العالمي يحتاج لكميات من الأكسجين تزيد عن ١٥٠ ألف متر مكعب يومياً ، بل تصل الاحتياجات إلى مليون من الأمتار المكعبة أحياناً . ومن ثم تتضح ضرورة الاهتمام بنقل مثل هذه الكمية الضخمة من الأكسجين السائل إلى جانب ارتفاع تكلفة المنتج عندما يتحتم تلبية جميع الاحتياجات المطلوبة في صناعة الصلب . ولذلك أصبح لزاماً إقامة وحدات ضخمة لتوليد الأكسجين الغازي بالقرب من

مصانع الصلب ، ودفعه في أنابيب حتى مراكز الاستهلاك . وقد وصل التطور بشأن هذه النقطة في بعض الدول المتقدمة إلى تكليف إحدى الشركات المتخصصة بإقامة وتشغيل وحدات لتوليد الأكسجين لتزويد العديد من مصانع الصلب باحتياجاتها منه . وعلى سبيل المثال يتم ضخ ١٠٠ طن من الأكسجين يومياً في بعض المراكز خلال شبكة أنابيب طولها ١٥ ميلا إلى ستة من مصانع الصلب ، يبلغ أقصى استهلاك لأحدها ١٠٠٠ من الأطنان يومياً .

ويستخدم الصلب الطرى كمادة إنشائية ، ولكن من الضروري مراعاة قابلية هذا الصلب للاحتراق في الأكسجين بدرجة كبيرة عندما تتركز الحرارة على موضع منه فتصل درجة حرارته إلى ١٢٥٠م ثم يستمر احتراقه . لذلك ، يعد من الضرورات التأكد من عدم بلوغ أى جزء من الصلب لهذه الدرجة من الحرارة سواء بالاحتكاك أو خلافاً . فيراعى أن تخلو خطوط الأنابيب من المواد الغريبة - مثل الأكاسيد أو الزيت أو الشحم - وأن تخلو كذلك من العقبات الداخلية عند الوصلات . ويمكن توزيع النروجين أحياناً ، في خطوط أنابيب شبيهة بتلك التي تستخدم لنقل الأكسجين .