3-1-4 توليد الطاقة الكهربائية من الوقود الحيوي :

الأنظمة الرئيسية لتوليد الطاقة الكهربائية من الوقود الحيوي هي :

- الإحراق المباشر direct-fired
- الإحراق المركب cofiring
- النظام الغازي gasification
- نظام الامتصاص الهوائي aerobic digestion

معظم مشاريع توليد الطاقة الكهربائية من وقود حيوي تعتمد على النظام الأول direct-fired حيث يتم إحراق المخلفات العضوية مباشرة لتوليد البخار المستخدم لتدوير العنفة الكهربائية ، في بعض التطبيقات يستفاد من البخار مباشرة لأغراض التدفئة أو أغراض صناعية أخرى و تعرف ب الحرارة المركبة combined heat ، في مصانع الورق يتم استخدام مخلفات الأخشاب لإنتاج الكهرباء و البخار بنفس الوقت .

في النظام الغازي يتم استخدام وسط شره للأوكسجين بدرجة حرارة عالية لتحويل المخلفات العضوية إلى غاز (مزيج من الهيدروجين ، أول أوكسيد الكربون ، الميتان) من ثم يتم فصل غاز الميتان ليتم استخدامه كوقود غازي حيوي، في الأراضي الغنية بالغازات العضوية يمكن حفر آبار لإخراج هذه الغازات و نقلها عبر أنابيب إلى محطات الفلترة و التنقية ليتم استخلاص غاز الميتان ومن ثم حرقه .

في نظام الامتصاص الهوائي يتم استخدام بكتريا خاصة لتحليل المركبات العضوية ضمن وسط خال من الأوكسجين ويصدر غازات حيوية مثل الميتان ،ثاني أوكسيد الكربون ،الهيدروجين ، النتروجين ، الأوكسجين .

يتم استخدام غاز الميتان كمصدر للطاقة بطرق متعددة ، يمكن حرقة مباشرة لتوليد البخار وتوليد الكهرباء و هي الطريقة التقليدية كما مر معنا ، و هناك طريقتين حديثتين تعتمدان على التوربينات المصغرة microturbines و على خلايا الوقود fuelcells الأخيرة ستدرس بالتفصيل في الفصول القادمة .

التوربينات المصغرة تستطيع تقديم طاقة كهربائية تتراوح بين 25 إلى 500 كيلو واط و هي بحجم الثلاجة الكهربائية المنزلية يمكن استخدامها و لا سيما في المواقع التي لا تتوفر فيها مساحة كافية.

خلايا الوقود تشبه في آلية عملها المدخرات الرصاصية (البطاريات) لكنها لا تحتاج لأي عملية شحن وتستمر بتوليد الكهرباء طالما أن هناك وقوداً.

بالإضافة للطرق السابقة هناك طريقة التسخين للمخلفات العضوية بغياب الأوكسجين وتسمى Pyrolysis تتحول بعدها المخلفات العضوية لزيت حيوي يسمى pyrolysis oil و هو قابل للاحتراق مثل النفط و هذا النوع من الوقود الحيوي بدأ يأخذ دوره في مشاريع توليد الطاقة الكهربائية

يتم حالياً استخدام وحدات توليد للطاقة الكهربائية بالاعتماد على الوقود الحيوي و تسمى small modulars و هي قادرة على توليد طاقة كهربائية حتى استطاعة 5 ميغاواط و هي عملية للاستخدام في البلدات الريفية و المزارع و بعض أنواع هذه الوحدات يمكن ربطه مع الشبكة الكهربائية الرئيسية

عملية التسييل الغازي :Gasification

يتم توليد الغاز من مصادر وقود صلب كالفحم الحجري أو المخلفات العضوية المختلفة باستخدام عملية كهروحرارية تسمى التسييل الغازي ،تتم هذه العملية تحت درجات حرارة تتراوح بين 500 و 800 درجة مئوية حيث يتم ضغط المخلفات العضوية ضمن حجرة أسطوانية حيث تحصل عملية احتراق داخلي بوجود الأوكسجين أو الهواء ، الغازات ضمن الحجرة الأسطوانية يمكنها التحرك من الأسفل للأعلى وبالعكس، تحت تأثير الحرارة والضغط تتحول الأجسام الصلبة إلى غازات قابلة للاحتراق الداخلي وتمتلك طاقة حرارية.
الغاز الناتج يحتوي بحدود 35% من غاز أول أوكسيد الكربون و65% من النتروجين ويختزن طاقة حرارية حجمية بحدود $4.35\ MJ/m^3$ وهذه القيمة تتأثر بتركيبة المخلفات العضوية ،سرعة الهواء ،قياس حوض التخمر ، كمية العضويات المستخدمة، الوقود الغازي الناتج يمكن استخدامه لتحريك المحركات ذات الاشتعال والمردود يكون بحدود 15 إلى 20% من الوقود الصلب إلى محور دوران المحرك .

4-1-4 إنتاج الغاز الحيوي Biogas production

الغاز الحيوي يتكون من الميثان وغاز ثاني أوكسيد الكربون بشكل رئيسي، حيث يحتوي نسبة 60% من الميثان و35% من ثاني أوكسيد الكربون و يحتوى أيضاً نسب صغيرة من الهيدروجين، الآزوت ،الأوكسجين، الأمونيا ،الرطوبة...الخ ،في المناطق الريفية يستفاد من الغاز الحيوي لأغراض الطهي والإنارة غير الكهربائية ويمكن استخدامه لتدوير المحركات وتوليد الطاقة الكهربائية.
إن عملية إنتاج الغاز الحيوي هي عملية غير هوائية وتتم بدون وجود الأوكسجين مع وجود بكتريا لا هوائية ، التفاعل البكتيري مع المواد العضوية من خلال ثلاثة أطوار :
طور التحلل المائي hydrolysis phase ، الطور الحمضي acid phase و طور إنتاج الميثان .
في طور التحلل المائي الجزيئات الكربوهيدرية يتم تحطيمها وتحويلها لجزيئات أصغرثم يتم تحويلها لحموض عضوية بواسطة البكتريا المشكلة للحمض.
في طور إنتاج الميثان تحدث عملية تخمر للحموض بوجود الهيدروجين وثاني أوكسيد الكربون لتنتج غاز الميثان .

$$4H_2 + CO_2 \longrightarrow 2H_2O + CH_4$$

$$\underset{\text{نواتج الطور الحمضي}}{CH_3CH(OH)COOH} + H_2O + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{حمض الخل}}{CH_3COOH} + \underset{\text{الميثان}}{CH_4}$$

الأطوار الثلاثة المذكورة تحصل على التوازي ضمن وحدة الغاز الحيوي كما يجب ان تتم العمليات الثلاث بكميات متساوية من أجل إنتاج وفير للغاز ،درجة القلوية pH ضمن المزيج العضوي الموجود داخل حجرة التخمر يجب أن تتراوح بين 6.8 و 7.2.
عملية تحويل المخلفات العضوية بالتخمر اللاهوائي إلى غاز حيوي تأخذ عدة أسابيع و تكون فترة احتباس الوقود الحيوي داخل أسطوانة التخمر 50 يوماً في حال تم استخدام روث الأبقار.

إنتاج الإيثانول :
الإيثانول هو وقود سائل يمكن استحصاله من المخلفات العضوية الحاوية على :السكر ،النشاء والسيليلوز وذلك باتباع عملية تخمر هوائية ، يحتوي الإيثانول في مكوناته على الكربون ،الهيدروجين والأوكسجين ، ويمكن استخدامه كوقود سائل في وسائط النقل حيث يتم مزجه مع البنزين أو الديزل أو يستخدم بشكل منفرد.
عملية إنتاج الإيثانول من المواد العضوية تحتاج لمعالجة أولية لهذه المواد وتكون البداية بعملية تخمر وتنتهي بعملية تقطير ، عملية التخمر لمواد كربوهيدراتية صغيرة الجزيئات مثل السكر تكون سهلة نسبياً لهذا عندما تكون المواد العضوية المستخدمة حاوية على نشاء فالمعالجة الأولية تتطلب عملية تحلل مائي لتحويل جزيئات النشاء كبيرة الحجم إلى جزيئات سكر صغيرة الحجم سهلة التخمر.
المواد العضوية كالسيللوز تكون أصعب من حيث المعالجة من مادة النشاء وحتى يتم تحويلها لجزيئات صغيرة سهلة التخمر تستخدم الحموض والأنزيمات.
مدة عملية التخمر هي بحدود يوم واحد إلى ثلاثة أيام نسبة الإيثانول من أصل المواد الناتجة هي 8 إلى 10%، المرحلة الأخيرة في إنتاج الإيثانول هي التقطير متعدد المراحل وذلك لرفع نسبة تركيز الإيثانول إلى 95%.
في حال الحاجة لمزج الإيثانول مع البنزين أو الديزل عندها يجب أن يكون تلركيزه أعلى من99%

إنتاج الميثانول :
يتم إنتاج الميثانول من المواد السيللوزية (الأخشاب) وتتم العملية على نطاق غير صغير والتقنية المستخدمة لإنتاج الميثانول تختلف تماماً عن تلك المتبعة لإنتاج الإيثانول.
يتم تحويل مواد خام أولية إلى مواد غازية يتم تركيب وتصنيع الميثانول منها.

استخدامات الغاز الحيوي :

الطهي :
الغاز الحيوي له مزايا إيجابية مقارنة مع استخدام الحطب ومخلفات المحاصيل الزراعية : فالغاز الحيوي نظيف ولايترك بقع كربونية على وعاء الطهي ولا الأقمشة، سريع الاشتعال وصحي و لا يصدر دخاناً ضاراً بالعينين والرئتين وله مردود احتراق جيد .

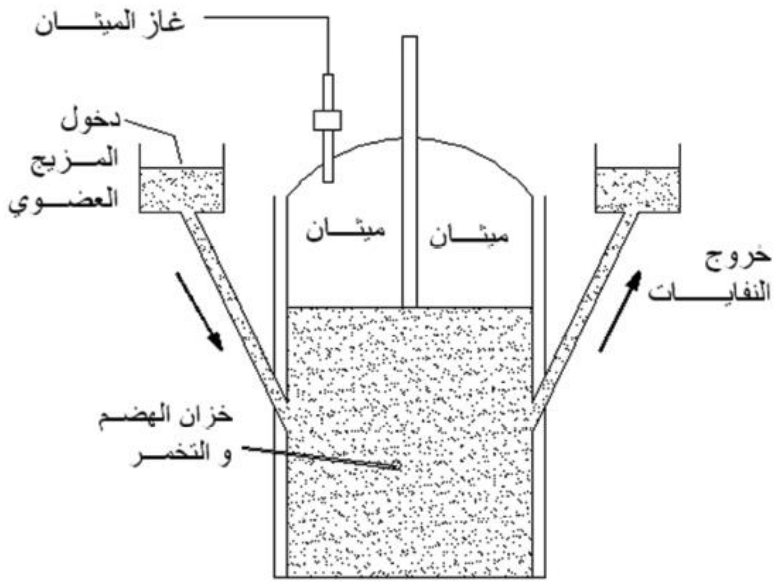
الإنارة :
في حال عدم توفر الكهرباء يمكن استخدام الغاز الحيوي حيث أن الإنارة تستهلك الغاز بنسبة كبيرة ويجب الحرص على بقاء المصباح في حالة احتراق مستمرة، مصباح إنارة واحد من نوع القميص الشبكي المتوهج والذي يعادل استطاعة مصباح كهربائي بسوية إضاءة تساوي 100 شمعة يستهلك كمية من الغاز بحدود 0.11 إلى 0.15 متر مكعب في الساعة الواحدة وهي تعادل استطاعة مصباح كهربائي 40 واط.

إدارة المحركات :
الغاز الحيوي يعتبر وقوداً ممتازاً لكل من محركات البنزين والديزل، محركات البنزين تحتاج لنسبة قليلة من الغاز أما محركات الديزل فهي بحاجة لبعض التعديلات في نظام السحب الهوائي لتصبح قابلة العمل على الغاز الحيوي ، نحتاج فقط لكمية قليلة من الديزل لإشعال المزيج الغازي ضمن المحرك ليعمل بالشكل الطبيعي ،بالنسبة لمحركات الديزل مزدوجة الوقود (تعمل على الديزل والغاز الحيوي معاً) فهي تحتاج بحدود 0.6 إلى 0.7 متر مكعب من الغاز الحيوي لواحد كيلوواط ساعي.

المحركات العاملة على الغاز الحيوي تستخدم كمضخات زراعية أو لتوليد الكهرباء، من أجل توليد واحد كيلوواط ساعي نحتاج ل 0.7 متر مكعب من الغاز الحيوي.

مفاعل الغاز الحيوي Biogas plant

الشكل(43) يوضح مكونات وطريقة العمل لمفاعل الغاز الحيوي



الشكل(43)

يتم مزج المخلفات العضوية والتي هي غالباً روث بقري مع الماء ومن ثم يتم إدخالها إلى خزان أو حجرة التفاعل، حيث يخضع المزيج العضوي لسلسلة من التفاعلات تنتهي بإنتاج الغاز الحيوي والذي يعتبر أساسه الميثان.
بعد إنتاج الميثان جميع المخلفات الناتجة تخرج من الخزان عبر فتحة تصريف خاصة وتتجمع ضمن خزان خاص بها ، هذه المخلفات العضوية تكون غنية بالمغذيات ويستفاد منها كسماد زراعي.
الغاز المتولد يتم حصره ضمن خزان علوي يسمى خزان حجز الغاز Gas holder tank يمثل القسم العلوي من المفاعل الذي يحتوي الميثان ،بناء على أساسات خزان الحجز.

المفاعلات تقسم لصنفين رئيسين :
المفاعل ذو القبة الثابتة Fixed dome plant
المفاعل ذو البالون العائم Floating drum plant

وحدة الهضم Digester : وهي تمثل خزان التخمر ويتم بناؤها تحت الأرض بشكل كامل أو جزئي وهي عادة أسطوانية الشكل وتبنى من القرميد والاسمنت، وهي تحتفظ بالمواد العضوية حتى انتهاء فترة التخمر.
خزان الحجز : بعد انطلاق غاز الميثان من وحدة الهضم يتم جمعه ضمن خزان الحجز من الممكن أن يكون من نوع البالون العائم فيأخذ شكل حاوية لها شكل الطبل يعوم فوق المزيج العضوي الموجود ضمن خزان الهضم أو من نوع القبة الثابتة ، الحاوية العائمة أو البالون تصنع من الفولاذ أو الحديد

بينما تصنع القبة الثابتة من الإسمنت ،في قمة خزان الحجز يتجمع الغاز الحيوي حيث يتم تركيزه في هذا الحيز الفراغي ثم نقله عبر أنبوب خاص إلى الحراق .

مزايا ومساوىء الطاقة الحيوية :

مزايا	مساوىء
متوفرة في كل مكان	الطاقة من المخلفات العضوية ذات تكلفة أعلى من الوقود التقليدي
المخلفات الزراعية والصناعية يمكن الاستفادة منها في توليد الطاقة	هي شكل من أشكال الطاقة قليلة التركيز
مصدر للطاقة لا ينضب في حال التوازن بين الإنتاج والاستهلاك	صدوربعض الانبعاثات الغازية عند حرقها بطريقة غير ملائمة
انبعاثات الكربون والنتروجين والكبريت يمكن تخفيضها باستخدام هذه الطاقة	