बायोगैस संयंत्र का निर्माण एवं उसके लाभ

डॉ. जय सिंह डबास, प्रधान वैज्ञानिक

भा. कृ. अनु. प.- भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली

संपर्कः फोनः 09968761898

ई मेलः jaiiari5@gmail.com

Biogas is primarily Methane and Carbon dioxide. It may have small amounts of hydrogen sulphide moisture and siloxanes. The gases methane, hydrogen and carbon monoxide can be combusted or oxidized with oxygen. This energy release allows biogas to be used as a fuel; it can be used for any heating purpose, such as cooking. It can also be used in a gas engine to convert the energy in the gas into electricity and heat. A family type biogas plant generates biogas from organic substances such as cattle –dung, and other bio-degradable materials such as biomass from farms, gardens, kitchens and night soil wastes etc. The process of biogas generation is called anaerobic digestion (AD). Biogas technology provides clean gaseous fuel for cooking and lighting. Chemical fertilizers can be done away with since the digested slurry obtained from the biogas plants can be used as enriched bio-manure. It is good for the climate and for sanitation problems since toilets can be linked directly with biogas plants.

Biogas dissemination in India experienced a number of set-backs as a large proportion of the plants erected were not used or only used to an insufficient extent. Reasons on the one hand, were the immature technical properties of plants themselves until the beginning of the eighties and on the other hand, a dissemination strategy which was only minimally developed and which did not recognize the importance of user training and follow-up services until much later.

Biogas dissemination is promoted centrally by the Ministry of Non-Conventional Energy Sources (MNES, formerly DNES). The seven different types of biogas plant have been officially recognized by the MNES. These are: i) the floating-drum plant with a cylindrical digester (KVIC model), ii) the fixed-dome plant with a brick reinforced, moulded dome (Janata model), iii) the floating-drum plant with a hemisphere digester (Pragati model), iv) the fixed-dome plant with a hemisphere digester (Deenbandhu model), v) the floating-drum plant made of angular steel and plastic foil (Ganesh model), vi) the floating-drum plant made of pre-fabricated reinforced concrete compound units and vii) the floating-drum plant made of fibre-glass reinforced polyester.

देश में लगातार बढ़ती जनसंख्या के लिए खाद्य एवं पोषण सुरक्षा, फसल उत्पादकता को टिकाऊ आधार पर बढ़ाकर तथा अपने प्राकृतिक संसाधनों जैसे कृषि उत्पादन आधार, विशेषकर भूमि और जल के समुचित प्रबंधन द्वारा सुनिश्चित की जा सकती है। सिंचाई जल के अत्याधिक दोहन और रासायनिक उर्वरकों एवं कृषि रसायनों के अविवेकपूर्ण इस्तेमाल के कारण मृदा स्वास्थ्य, जल की गुणवत्ता तथा पर्यावरण में कमी आयी है। गहन फ़सलीकरण व अत्यधिक रासायनिक खादों व कृषि रसायनो के अंधाधुंध प्रयोग के कारण मृदा में जैविक कार्बन की मात्रा तेजी से कमी आयी है और मृदा के भौतिक] रासायनिक एवं जैविक गुणों का अत्यधिक ह्रास हुआ है। मृदा स्वास्थ्य बिगड़ने के कारण किसानो की उत्पादन लागत में बढोत्तरी के अनुरूप कृषि उत्पाद का मूल्य न मिलने के कारण किसानो की कृषि से

आमदनी घटती जा रही है। अतः समय की मांग है की हमे फसल उत्पादन में ऐसी टिकाऊ तकनीकी को बढ़ावा दिया जाए जिससे उत्पादन लागत कम, मिट्टी के स्वास्थ्य में टिकाऊ सुधार आए, तकनीकी पर्यावरण अनुकूल हो व सभी किसान उसे आसानी से अपना सके। बायो गैस तकनीक से प्राप्त खाद फसल उत्पादन लागत कम करने के साथ साथ ही मृदा स्वास्थ्य में टिकाऊ सुधार लाता है और उत्पादन लागत कम होती है। यह तकनीकी पर्यावरण हितेषी होने के साथ साथ ही समय की बचत भी करती है। महिला इससे प्राप्त गैस का प्रयोग खाना बनाने, रोशनी करने व इंजन चला कर अपने अधिकांश घर व खेत के काम आसान कर सकते है।

बायोगैस प्रौद्योगिकी एक पर्यावरण अनुकूल प्रौद्योगिकी है जिसमें किसानों के घरेलू ईंधन की आवश्यकता की पूर्ति के लिए बायोगैस तथा मृदा फसल उत्पादकता बढ़ाने के लिए बायो स्लरी एक सर्वोत्तम खाद है जिसमे पौधे की आवश्यकतानुसार भी पोषक तत्वो के साथ साथ मृदा को काफी मात्रा में जैव कार्बन से मृदा के भौतिक गुणो में सुधार होता है। इसके साथ साथ इस खाद से सूक्ष्म जीवो की काफी संख्या होती है जो की मृदा की जैविक गुणो में सुधार करता है। अतः यह एक ऐसा खाद है जो की मृदा स्वास्थ्य में टिकाऊ सुधार करता है। इससे मृदा की जल उपयोग क्षमता में भी सुधार होता है और किसान कम पानी में अधिक फसल लेने में सक्षम होता है। इस तकनीक के अपनाने से कृषि की उत्पादन लागत कम करने व गुणवत्तापूर्वक अधिक उत्पादन लेने में मदद मिलती है। समय की मांग है की इस तकनीक को विकासशील देशों में बढ़ावा देने की विशेष आवश्यकता है जिससे किसानो का आर्थिक व सामाजिक विकास हो। विकासशील देशों में इस प्रौद्योगिकी का सीमित फैलाव हुआ है। स्वच्छता में भी इस तकनीक का विशेष महत्व है क्योंकि बिना ऑक्सिजन के किण्वन होने के कारण किण्वन प्रक्रिया के दौरान दुर्गंध उतपन्न नहीं होती है अपितु हानिकारक जीवाणु भी नष्ट हो जाते है। इस प्रक्रिया के फलस्वरूप अच्छा खाद प्राप्त होने के साथ साथ गैस भी प्राप्त होती है जिसका विभिन्न आवश्यकताओं में प्रयोग किया जा सकता है।

बायोगैस स्लरी से मृदा कणों को इकट्ठा बांधने में मदद मिलती है। मृदा में भौतिक गुणवत्ता में सुधार होता है जिससे जड़ों का विकास व फैलाव आसान व अच्छा हो जाता है। भू-परिष्करण कार्य आसान हो जाते हैं और मिट्टी में हवा का आवागमन अच्छा हो जाता हैं । इस बंधन प्रभाव से वायु एवं जल द्वारा होने वाला मृदा क्षरण भी घट जाता है। मृदा में कार्बनिक पदार्थ की वृद्धि के कारण जल एवं पोषक तत्व धारण क्षमता उल्लेखनीय रूप से बढ़ जाती है। कार्बनिक पदार्थों का पोषक तत्वों की आपूर्ति, धनायन विनिमय क्षमता बढ़ाने मृदा समुच्चयन में सुधार तथा ह्यूमस मात्रा बढ़ाने में भी लाभदायक भूमिका होती है। पूसा संस्थान द्वारा किसानो के खेत पर किए गए अध्ययन से यह पूर्णरूप से सिद्ध हो गया हैं की बायोगैस से प्राप्त खाद का तरल अवस्था में सिंचाई जल के साथ प्रयोग करने से फसलों की पैदावार बिना रासायनिक खादों के प्रयोग से भी अच्छी पैदावार ली जा सकती हैं

इस प्रकार उगाई जाने वाली फसल की सिंचाई में पानी का प्रयोग 25-30 प्रतिशत कम होता हैं तथा उत्पाद न केवल अधिक मिलता हैं बल्कि उत्पाद की गुणवत्ता में भी सुधार होता है, फसल में कीट, बीमारियों व खरपतवार का प्रकोप भी बहुत कम होता हैं। मृदा के जैविक सुधार से जैविक गतिविधियों

को बढ़ाने तथा जड़ रोगकारकों को नियंत्रित करने में भी मदद मिलती है। गोबर की खाद की तुलना में बायोगैस-स्लरी के खाद की गुणवत्ता उच्च साबित हुई है। अवपचित स्लरी में ज्यादा पोषक तत्व होते हैं, क्योंकि गोबर की खाद में सूर्य प्रकाश के संपर्क में आने के कारण विशेषकर नाइट्रोजन का वाष्पोत्सर्जन तथा जल निछालन द्वारा भी ह्रास हो जाता है। जब ताजा गोबर सूखता है तो लगभग 10 दिनों के अंदर उससे 30 से 50 प्रतिशत नाइट्रोजन उड़ जाता है। जबकि इसी अवधि में अवपचित स्लरी से केवल 10 से 15 प्रतिशत नाइट्रोजन उड़ पाता है। इसलिए यदि स्लरी को भंडारित कर सुखाने के बाद इस्तेमाल करने के बजाए संयंत्र से बाहर निकलते ही सीधे खेतों में सिचाई जल के साथ उपयोग किया जाए तो उर्वरक के रूप में इसका मूल्य अधिक होता है। देश में जैविक खेती का विकास बायोगैस के विकास से ज्यादा तेजी से व टिकाऊ हो सकता है तथा पौषक तत्वों का ह्रास नहीं हो पता हैं ।

बायोगैस संयंत्रों के प्रकार

भरण विधि के आधार पर बायोगैस संयंत्र को निम्न तीन प्रकार में बांटा जा सकता हैः

बैच संयंत्रः इन्हें एक बार भरा जाता है तथा उसके बाद एक तय धारण समय के बाद पूरी तरह खाली कर लिया जाता है। बैच भरण के लिए सभी प्रकार के डिजाइन एवं सभी प्रकार की किण्वन सामग्री उपयुक्त की जा सकती है, परंतु बैच संयंत्रों में उच्च श्रम निवेश की आवश्यकता पड़ती है। एक मुख्य नुकसान यह है कि इसमें गैस की प्राप्ति निश्चित मात्रा में नहीं होती तथा शुरू करने के समय अधिक व बाद में कम होती जाती है ।

सतत संयंत्रः जिन्हें लगातार भरा एवं खाली किया जाता है। वे नए पदार्थ भरने के साथ-साथ स्वचालित रूप से खाली होते जाते हैं, इसलिए इसमें क्रियाधार पदार्थ (सब्सट्रेट) तरल तथा एकरूप होना चाहिए।
सतत संयंत्र ग्रामीण घरों के लिए उपयुक्त होते हैं क्योंकि इनका आवश्यक कार्य किसानों की दिनचर्या में फिट बैठता है। गैस उत्पादन लगातार निश्चित मात्रा में तथा बैच संयंत्रों की तुलना में अधिक होता है। आजकल लगभग सभी बायोगैस संयंत्र सतत विधि से ही कार्य कर रहे हैं।

अर्ध बैच संयंत्रः यदि भूसे और गोबर को एक साथ अवपचित करना है तो बायोगैस संयंत्र को अर्ध बैच आधार पर चलाया जा सकता है। धीमे अवपचन होने वाले भूसा- जैसे पदार्थ को बैच लोड के रूप में वर्ष में दो बार भरा जाता है। गोबर को नियमित रूप से डाला और निकाला जाता है। इससे गैस की मात्रा समान्यतया लगातार व अच्छी मिलती हैं और खाद भी लगातार मिलता रहता है।

बायोगैस संयंत्र की बनावट

दुनियाभर में विशिष्ट जलवायु एवं सामाजिक-आर्थिक परिस्थितियों के अनुसार बायोगैस संयंत्र के अनेक बनावट के सयंत्र विकसित किए गए हैं। बायोगैस संयंत्र की बनावट व निर्माण स्थानीय परिस्थितियों पर निर्भर करता है, जैसे जलवायु, मृदा, अवपाचन के लिए उपलब्ध पदार्थ तथा निर्माण सामग्री की उपलब्धता। डिजाइन इन परिस्थितियों के अनुरूप होना चाहिए। आमतौर पर निम्न तापमान वाले क्षेत्रों में ऊष्मारोधन तथा ऊष्मन यंत्र महत्वपूर्ण हो सकते हैं। यदि भूमि के नीचे अकसर बेड राक आ जाती है तो गहरी खुदाई वाले डिजाइन से बचना चाहिए। अवपाचन के लिए प्रयोग किए जाने वाले

पदार्थों की मात्रा एवं प्रकार के अनुसार अवपाचन कक्ष तथा आवक एवं जावक नालियों का निर्माण किया जाता है। संयत्र की बनावट का विकल्प निर्माण सामग्री की उपलब्धता, विश्वसनीयता और उनकी लागत पर भी निर्भर करता है। बायोगैस संयंत्र संश्लेषित प्लास्टिक, धातुओं, रबर ईंटों तथा सीमेंट कंक्रीट एवं बांस से बनाए जा सकता है। विकासशील देशों में निर्माण के आधार पर बायोगैस संयंत्रों के दो सर्वाधिक लोकप्रिय प्रकार होते हैं, 1-तैरते ड्रम वाले संयंत्र, 2-स्थिर गुंबद वाले संयंत्र।

तैरते ड्रम वाले संयंत्रः तैरते ड्रम वाले संयंत्रों में एक बेलनाकार या गुंबद आकार का अवपाचक और एक चलायमान तैरता गैस धारक या ड्रम होता है। गैस धारक सीधे ही किण्वन स्लरी पर अथवा पृथक जल जैकेट में तैरते रहते हैं। जिस ड्रम में बायोगैस एकत्र होता है, उसके लिए एक अंदरूनी या बाह्य गाइड ढांचा होता है जो ड्रम को स्थायित्व देता है तथा सीधा बनाए रखता है। बायोगैस बनकर इक्कट्ठी होने पर ड्रम ऊपर उठता है, यदि गैस खर्च हो जाता है, तो गैस धारक वापस नीचे चला जाता है यह गैस का ड्रम बायोगैस के चूल्हे अथवा लालटेन में दबाव के साथ गैस भेजे जाने में सहायक रहता हैं। इस प्रकार की बनावट के संयंत्र में लागत अधिक आती हैं व रखरखाव में भी खर्च स्थिर गुंबद से अधिक आता हैं। इस प्रकार के सयन्त्र का जीवन काल भी छोटा होता है। इस प्रकार के सयन्त्र में गैस का उत्पादन बाह्य तापमान से प्रभावित होता है।

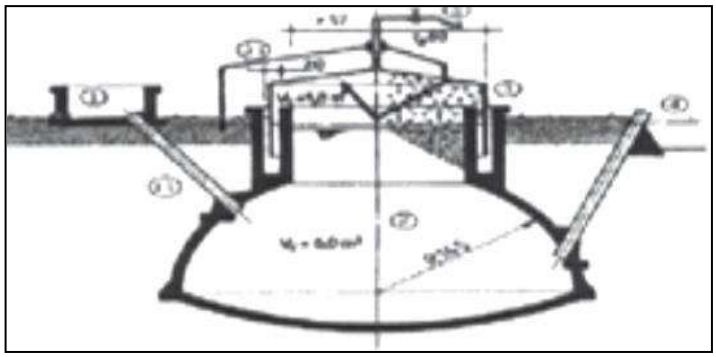
चित्र 1 ड्रम वाले बायोगैस संयंत्र

जल जैकेट युक्त तैरते ड्रम वाले संयंत्रः जल जैकैट संयंत्र हर जगह लगाए जा सकते हैं और इनका रखरखाव आसान होता है। इनके ड्रम स्कम में नहीं फंसते, भले ही पदार्थ में उच्च ठोस मात्रा हो। जल जैकेट संयंत्रों का उपयोगी पहले अधिक होता है और इनकी साफ सफाई भी अधिक होती है (गैस धारक ड्रम गंदा नहीं होता)। क्रियाधार पदार्थ पर अपनी बेहतर सीलिंग के कारण साफ-सफाई रहती है, और इनकी सिफारिश मनुष्य मल मूत्र के किण्वन के लिए की जाती है। जल जैकेट लगाने के लिए मिस्तरी को दी जाने वाली अतिरिक्त लागत अपेक्षाकृत कम होती है। **अवपाचक कक्ष एवं ड्रम की सामग्रीः** अवपाचक कक्ष सामान्यतः ईंटों, कंक्रीट या क्वारी-पत्थर की मैसनरी तथा प्लास्टर से बनता है। गैस ड्रम सामान्यतः किनारों पर 2.5 मि.मी और छत पर 2.0 मि.मी. इस्पात की चादर से बना होता है। इसे कोष्ठों में बनाया जाता है, जो ड्रम के घूमने के साथ-साथ सतह पर परत नहीं बनने देता। ड्रम को गलने

से बचाना आवश्यक है जिससे उस पर परत लगाने के लिए तैल पेंट, संश्लेषित पेंट या बिटुमिन पेंट उपयुक्त पदार्थ हैं। इसे समय-समय पर लगाने रहना चाहिए ।

गाइड ढांचाः गैस ड्रम के किनारों की दीवार उतनी ही ऊंची होनी चाहिए जितनी सहायक लैज के ऊपर की दीवार होती है। तैरते ड्रम का स्पर्श बाह्य दीवारों से नहीं होना चाहिए। इसे झुका नहीं होना चाहिए, अन्यथा इसका आवरण खराब हो सकता है या यह फंस सकता है। इसी कारण तैरते ड्रम को हमेशा गाइड ढांचे की आवश्यकता पड़ती है। गाइड ढांचे का डिजाइन इस प्रकार होना चाहिए कि गैस ड्रम को मरम्मत के लिए बाहर निकालने की सुविधा रहे। ड्रम को अवपाचक कक्ष के ऊपर केवल तैरता रहता हैं तथा एकत्रित होने पर ड्रम उठ जाता हैं। यह गैस ड्रम न केवल गैस को एकत्रित करके आवशयकतानुसार उपलब्ध करवाता हैं अपितु गैस एक खास दबाव बनाकर रखता हैं जिससे गैस उपयोग हेतु अच्छी दबाव पर चूल्हे व लैंप में आती रहती हैं।

यह एक गुब्बारे से प्रतिस्थापित किया जा सकता है। इससे निर्माण लागत घटती तो है, परंतु गुब्बारे के पाचक कक्ष के साथ जोड़ने में तथा बाह्य क्षति के प्रति सुग्राहिता के कारण हमेशा व्यावहारिक समस्याएं आ जाती हैं।



चित्र 2 जल जैकेट युक्त तैरते ड्रम वाले संयंत्र

तैरते ड्रम संयंत्रों के प्रकार: तैरते-ड्रम संयंत्रों के भिन्न-भिन्न प्रकार हैं

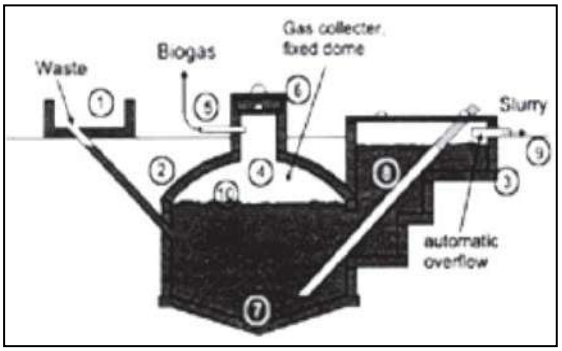
के.वी.आई.सी. मांडल बेलनाकार अवपाचक कक्ष वाला, भारत का सबसे पुराना तथा सबसे प्रचलित तैरते ड्रम वाला बायोगैस संयंत्र है।

- प्रगति मॉडल: यह अर्धगोलाकार अवपाचक कक्ष वाला है।
- गणेश मॉडल: यह कोणीय इस्पात एवं प्लास्टिक की परत से बनाया जाता है।
- तैरते ड्रम वाला संयंत्र जो पूर्व निर्मित रीइनफोस्ड कंक्रीट यौगिक इकाइयों से बना होता है।
- तैरते ड्रम वाला संयंत्र जो फाइबर कांच द्वारा रीइनफोस्ड पोलीस्टर से बना होता है।
- बड़ोदा मॉडल में अर्धगोलाकार अवपाचक कक्ष की स्थिरता, तैरते ड्रम वाली प्रक्रियात्मक टिकाऊपन, और जल जैकेट संयंत्र वाली लंबी जीवन अवधि, तीनों एक साथ मिलते हैं।

लाभः तैरते ड्रम वाले संयंत्र समझने तथा चलाने में आसान होते हैं। वे एक स्थिर दाब से गैस प्रदान करते रहते हैं, तथा संग्रहीत गैस का आयतन ड्रम की स्थिति से तुरंत जाना जा सकता है। गैस - रिसाव की कोई समस्या नहीं आती, बशर्ते गैस होल्डर जंगरहित रखा जाए और नियमित रूप से पेंट किया जाए।

हानियां इस्पात ड्रम अपेक्षाकृत महंगे होते हैं तथा अधिक रखरखाव मांगते हैं। जंग निकालने एवं पेंट करने का कार्य नियमित रूप से करना पड़ता है। ड्रम का जीवन काल छोटा (अधिकतम 15 वर्ष तक; ऊष्ण तटवर्ती क्षेत्रों में लगभग 5 वर्ष) होता है। यदि रेशेदार पदार्थों का उपयोग किया जाता है, तो गैस होल्डर में "फंस जाने' की प्रवृति पाई जाती है जिसके कारण तैरते ड्रम में कचरा आ जाता है। इस प्रकार के संयंत्र में ड्रम क्योकि धातु का बना होता हैं तो सर्दी के मौसम में किण्वन क्रिया धीमी होने से गैस कम बनती है व खाद भी कम बनता है तथा कभी कभी कच्चा भी निकल सकता है।

स्थिर गुंबद वाले संयंत्रः स्थिर गुंबद वाले बायोगैस संयंत्र की लागत अपेक्षाकृत कम आती है। यह साधारण होता है क्योंकि इसमें कोई भाग चलायमान नहीं होता। इसमें जंग लगने वाले इस्पात के प्रयोग नहीं होते, जिससे इनका जीवनकाल लंबा (20 वर्ष या इससे अधिक) माना जा सकता है। इन संयंत्रों को भूमिगत बनाया जाता है, जिससे बाह्य क्षति से बचाव एवं स्थान की बचत होती है। भूमिगत अवपाचन कक्ष को ठंड के मौसम में निम्न तापमान से सुरक्षा मिलती है वहीं गर्म मौसमों में सूर्य के प्रकाश एवं गर्मी से अवपाचक कक्ष के गर्म होने में भी अधिक समय लगता है। दिन/रात के तापमान के उतार-चढ़ाव से अवपाचक कक्ष में बैक्टीरिया प्रक्रियाओं में सकारात्मक मदद मिलती है। स्थिर गुंबद वाले संयंत्र के निर्माण में श्रम अधिक लगता है, अतः यह स्थानीय लोगों के लिए रोजगार का सृजन करता है। स्थिर गुंबद संयंत्र का निर्माण आसान तो होता है, परंतु इसका निर्माण पूर्णतया प्रशिक्षित मिस्तरी से कराना चाहिए। इन्हें केवल उन्हीं जगहों पर बनाना चाहिए जहां अनुभवी बायोगैस तकनीकीविदों द्वारा इनका पर्यवेक्षण किया जा सके, अन्यथा संभव है कि संयंत्र गैस-रिसावमुक्त न बन पाए और आपकी पूरी लागत खराब हो जाए। इस प्रकार के संयंत्रों में गैस का रिसाव रोकना आसान नहीं हैं। अतः संयंत्र का निर्माण कुशल व अनुभवी कारीगरों से ही करवाना चाहिए व उत्तम किस्म की भवन सामग्री का प्रयोग किया जाना चाहिए। भवन सामग्री कि गुणवत्ता भी गैस रिसाव का कारण बन सकती है। अतः उत्तम भवन सामग्री व अनुभवी कारीगर इसके निर्माण के लिए अत्यंत आवश्यक है।



चित्र 3 स्थिर गुंबद वाले संयंत्र

कार्यः स्थिर गुंबद वाले संयंत्र में एक बंद गुंबदाकार अवपाचक कक्ष, अचल मजबूत गैस-धारक तथा एक विस्थापन गड्ढा होता है, जिसे 'प्रतिपूर्ति टैंक भी कहते हैं। गैस अवपाचक कक्ष के ऊपरी भाग में संग्रहीत होती है। जब अवपाचक कक्ष में गैस बनना चालू होता है, तो स्लरी प्रतिपूर्ति टैंक में विस्थापित होती है।

एकत्रित गैस के आयतन बढ़ने के साथ गैस का दबाव बढ़ता है जो स्लरी के दो तलों के अंतर के बराबर होता है। यदि गैस धारक में कम गैस होती है, तो गैस दाब कम होता है। गैस का बाहर आना गैस दबाव से होता है। इस प्रकार के सयन्त्र मे गैस गैसधारक की क्षमता से अधिक होने पर स्वतः वातावरण में जाती रहती है।

अपपाचक कक्षः स्थिर गुंबदाकार संयंत्रों का अवपाचक कक्ष सामान्य मैसनरी ढांचा होता है जो सीमेंट तथा फेरो सीमेंट का बना होता है। सामग्रियों के चयन के निम्नलिखित मुख्य परिमाप हैं

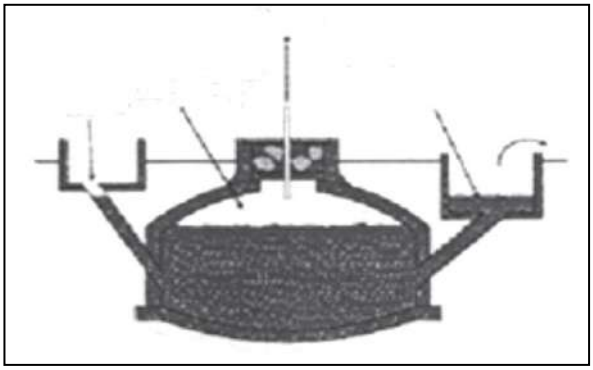
- तकनीकी उपयुक्तता (टिकाऊपन, गैस तथा द्रव-टाइट होना)
- कम लागत
- स्थानीय रूप से एवं परिवहन द्वारा उपलब्धता
- विशेष निर्माण सामग्रियों के साथ कार्य करने के लिए स्थानीय कौशल की उपलब्धता

स्थिर गुंबद संयंत्र यदि गैस-टाइट हों तो उतनी ही गैस उत्पन्न करते हैं जितनी तैरते ड्रम वाले संयंत्र करते हैं। फिर भी इसमें गैस का उपयोग कम प्रभावी होता है क्योंकि गैस दाब में काफी उतार-चढ़ाव होता रहता है। बर्नर एवं अन्य साधारण उपकरणों को उचित तरीके से सेट नहीं किया जा सकता। यदि स्थिर दबाव के साथ गैस चाहिए (जैसे इंजनों में), तो गैस दाब नियंत्रक या तैरते गैस धारक की आवश्यकता पड़ती है।

गैस धारकः स्थिर गुंबद संयंत्र का शीर्ष भाग (गैस स्थान) गैस-टाइट होना चाहिए। कंक्रीट, मैसनरी एवं सीमेंट वाले संयंत्र गैस-टाइट नहीं होते। इसलिए गैस के स्थान को एक गैस-टाइट परत (जैसे जल रोधी लैटेक्स या संश्लेषित पेंट) से पेंट किया जाना चाहिए। गैस धारक के चटकने का जोखिम कम करने के लिए अवपाचक कक्ष की मैसनरी में एक कमजोर-रिंग का निर्माण किया जाता है। यह "रिंग अर्धगोलाकार ढांचे के निचले (जल-रोधी) तथा ऊपरी (वायु-रोधी) भाग के बीच का एक लचीला जोड़ होता है। जब निचले भाग वाला हाइड्रोस्टैटिक दबाव गैस धारक के ऊपरी भाग में जाता है तो इससे उत्पन्न होने वाली चटकन को यही रिंग रोकती है।

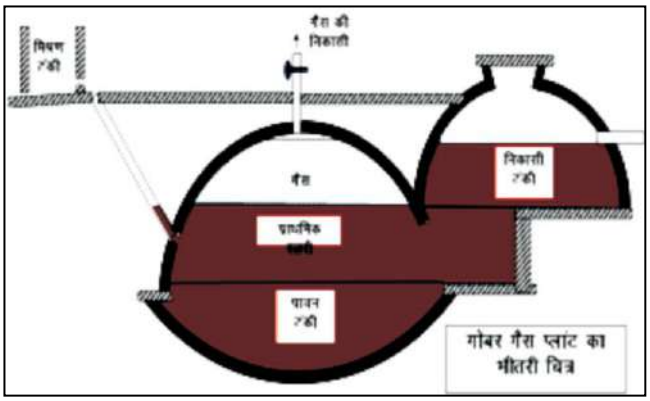
स्थिर-गुंबद संयंत्रों के प्रकारः

- चाइनीज स्थिर-गुंबद संयंत्र यह सभी स्थिर गुंबद वाले संयंत्रों का प्रेरणास्रोत है। चीन में इस प्रकार के लाखों संयंत्र बने हैं। इसका अवपाचक कक्ष बेलनाकार होता है जिसका तल और शीर्ष भाग गोलाकार होता है
- जनता मॉडल यह भारतवर्ष का प्रथम स्थिर-गुंबद डिजाइन था। यह अब और नहीं बनाया जाता। इसके बनाने की विधि के कारण गैस धारक में दरार आ जाती है - ऐसे बहुत कम संयंत्र ही गैस-टाइट बन पाए।



चित्र 4 चीनी स्थिर-गुंबद संयंत्र

- दीनबंधु, भारत में जनता मॉडल का उत्तराधिकारी डिजाइन है जिसे एफप्रो ने 80 के दशक में उन्नत अर्धगोलाकार अवपाचक कक्ष के साथ विकसित किया। यह जनता मॉडल से सस्ता है तथा इसकी निर्माण एवं रखरखाव की लागत भी जनता मॉडल से कम है। इसके डिजाइन का विकास चीन में बनाए जाने वाले स्थिर गुंबद की तरह किया गया। यह संयंत्र के.वी.आई.सी. मॉडल से 30-40 प्रतिशत सस्ता है तथा इसके रखरखाव की लागत भी नगण्य ही है। गैर-नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय ने 1-6 घन मीटर की क्षमता वाले बायोगैस संयंत्रों के निर्माण के लिए इस मॉडल को मान्यता दी हैं लेकिन इसकी सफलता व कम लागत के कारण बड़े संयंत्रों का भी निर्माण किया जा रहा है और ये बड़े संयन्त्र भी अच्छी सफलता पा रहे है।

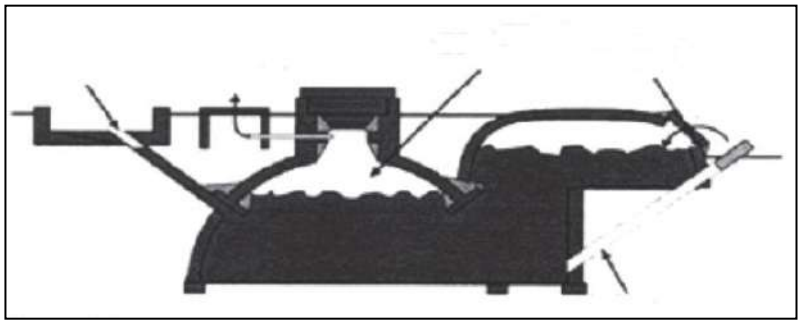


चित्र 5 दीनबंधु मॉडल

- कैमारटेक मॉडल इसमें अर्धगोलाकार गुंबद खोल का एक सरलीकृत ढांचा है जो केवल कठोर नींव वाली रिंग तथा नपी-तुली घर्षण वाले जोड़, जिसे कमज़ोर/मजबूत रिंग कहा जाता है, पर आधारित होता है। इसे 80 के दशक के उत्तरार्ध में तंजानिया में विकसित किया गया था। इसके अनेक दूसरे मॉडल भी हैं, लेकिन वे किसानों के बीच अधिक लोकप्रिय नहीं हुए।

लाभः कम आरंभिक लागत तथा लंबा व उपयोगी जीवनकाल, इसमें कोई चलायमान भाग या जंग खाने वाला पुर्जा नहीं होता है। इसकी मूल डिजाइन गठी हुई, जगह बचाने वाली तथा भली-भांति ऊष्मारोधी होती है; इसके निर्माण में स्थानीय रोजगार पैदा होता है।

हानियां मैसनरी गैस-धारकों के लिए विशेष रूप के सीलकारकों तथा गैस-टाइट निर्माण के लिए उच्च तकनीकी कौशल की आवश्यकता पड़ती है; गैस बार-बार लीक हो जाती है; गैस-दाब में उतार चढ़ाव के कारण गैस के उपयोग में जटिलता आती है; उत्पन्न गैस की मात्रा तुरंत दिखाई नहीं पड़ती, संयंत्र का संचालन जल्दी समझ में नहीं आता; स्थिर गुंबद संयंत्रों में स्तरों के सटीक नियोजन की आवश्यकता पड़ती है; जब नीचे बेडरॉक हो तो खनन कठिन और महंगा हो जाता है।



चित्र 6, कैमारटेक मॉडल

बायोगैस संयंत्रों के भाग

अंतः प्रवाह संग्रहण टंकी: ताजा क्रियाधार पदार्थ को अवपाचन कक्ष में डालने से पहले सामान्यतः अंतः प्रवाह संग्रहण टंकी में एकत्र किया जाता है। प्रणाली के प्रकार के अनुसार टंकी में एक या दो दिनों तक क्रियाधार पदार्थ रखा जा सकता है। अंतः प्रवाह संग्रहण टंकी का उपयोग विभिन्न क्रियाधार पदार्थों को एकसार करने तथा वांछित घनत्व वाला घोल बनाने के लिए किया जाता है, जैसे वानस्पतिक ठोसों (भूसा, घास आदि) के मिश्रण में जल मिलाकर पतला करने या जैवमात्रा बढ़ाने के लिए। अधिक ठोस मिलाने के लिए यदि जरूरी हो तो रेशेदार पदार्थ सतह से निकाल दिए जाते हैं और यदि कोई ठोस या रेत हो तो नीचे तल पर बैठ जाता है, जिसे घोल के अवपाचन कक्ष में डालने के बाद पहले साफ कर दिया जाता है। वांछित एकसारता के लिए चरखी, पंप या चप्पू का सहारा लिया जाता है। मिश्रण प्रक्रिया के दौरान प्रवेश पाइप का मार्ग बंद करने के लिए पत्थर या लकड़ी के प्लग का उपयोग किया जाता है। टंकी का आकार संयंत्र के आकार, उपयोग तथा पदार्थ पर निर्भर करता है। किसी भी डेयरी फार्म अपशिष्ट को अंदर डालने से पहले गोबर मिश्रित जल में 36-38 घंटों के लिए रखा जाना चाहिए।

प्रवेश एवं निकास द्वार: प्रवेश (भरण) एवं निकास (उत्सर्जन) पाइपें सीधे अवपाचक कक्ष की तरफ अधिक ढालू कोण पर लगाई जाती हैं। तरल क्रियाधार पदार्थ के लिए पाइप का व्यास 10-15 सें.मी. होना चाहिए, जबकि रेशेदार क्रियादार पदार्थ के लिए 20-30 सें.मी. व्यास की आवश्यकता पड़ती है। प्रवेश व निकासी पाइप सामान्यतः प्लास्टिक या कंक्रीट की बनी होती हैं। प्रवेश एवं निकास, दोनों पाइपें सुगम तथा सीधी होनी चाहिए ताकि अवरोधों को हटाने तथा अवपाचन सामग्री हिलाने के लिए रॉड से ढकेला जा सके। पाइप को अवपाचक कक्ष की दीवार में न्यूनतम स्लरी स्तर के नीचे (गैस संग्रहण वाले भाग पर नहीं) वाले बिंदु पर छेद करना चाहिए। छिद्र के बिंदु को सीमेंट मिश्रण से सील कर गारे से जोड़ देना चाहिए। प्रवेश पाइप का सिरा अवपाचक कक्ष में निकासी पाइप की तुलना में ऊपर खुलता है

ताकि क्रियाधार पदार्थ का अधिक एकसार प्रवाह किया जा सके। स्थिर गुंबद संयंत्रों में प्रवेश पाइप गैस धारक के निचले सिरे को परिभाषित करता है, तथा अति दाब को छोड़ने के लिए सुरक्षा वाल्व की तरह कार्य करता है। तैरते ड्रम संयंत्र में, निकास पाइप का सिरा अवपाचक के (स्थिर) स्लरी स्तर को निर्धारित करता है। प्रवेश एवं निकास पाइपें ईंटों की चुनाई के दौरान रखी जानी चाहिए। बाद में गोलाकार कोष को तोड़ने की सलाह नहीं दी जाती; जिससे मैसनरी ढांचा कमजोर हो जाता है। शौचालय को भी पृथक 15 सें.मी. से अधिक व्यास वाले प्रवेश पाइप द्वारा जोड़ा जा सकता है।

अवपाचक कक्ष: अवपाचक कक्ष में एक अर्धगोलाकार/बेलनाकार ढांचा होता है, जिसका तल और शीर्ष भाग गोल होता है। चाहे कोई भी डिजाइन चुना गया हो, अवपाचक कक्ष (किण्वन टैंक) को निम्न चार शर्तें पूरी करनी चाहिए ।

चित्र 7: डाइजैस्टर

- **जल / गैस-टाइटपन** - रिसाव रोकने के लिए जल टाइटपन होना चाहिए, क्योंकि इसके परिणामस्वरूप मृदा की गुणवत्ता को खतरा उत्पन्न हो सकता है क्योकि पानी के अंदर नाइट्रेट मिलने से वह पानी पीने योग्य नहीं रहता । गैस-टाइट इसलिए होना चाहिए कि संपूर्ण बायोगैस को संग्रहीत किया जा सके और वायु का अवपाचन कक्ष में प्रवेश रुक सके, क्योंकि ऐसा होने पर विस्फोटक मिश्रण बन सकता है। छोटे से छोटा रिसाव भी बायोगैस संयंत्र के विफल होने का कारण बन सकता है। सन् साठ एवं सत्तर के दौरान निर्मित 50 से 60 प्रतिशत संयंत्र रिसाव की समस्या के कारण विफल हो गए। अतः गैस टाइटपन सुनिश्चित करने के लिए सभी सावधानियां रखनी आवश्यक हैं और यही संयंत्र की सफलता का आधार होगा ।
- **ऊष्मारोधन की आवश्यकता** - वांछित प्रक्रिया ताप स्थानीय जलवायु और आर्थिक परिस्थिति पर निर्भर करती हैं। यदि बाहर का तापमान कम है, तो ऊष्मा का ह्रास न्यूनतम करना चाहिए। अवपाचक कक्ष को तब ऊष्मा देनी चाहिए जब दिन का तापमान उच्च होता है। संयंत्र का स्थान ऐसा होना चाहिए कि उसे सर्दियों के दौरान अच्छा सूर्य प्रकाश मिले। गैस धारक की भीतरी सतह में उत्तम गुणवत्ता का लेप लगा होना चाहिए गैस धारक की ऊपरी बाहरी सतह को मिट्टी से अच्छी तरह ढ़क कर रखना चाहिए ऐसा करने से इसकी सतह में तापमान का उतार चढ़ाव कम

होगा और सतह किसी भी प्रकार की दरार नहीं आएगी और अवपाचक कक्ष में तापमान अच्छा बना रहेगा

- **न्यूनतम सतह क्षेत्र** - निर्माण की लागत एवं पात्र की दीवारों के जरिए ऊष्मा का ह्रास कम करता है। गोलाकार ढांचे में आयतन एवं सतह क्षेत्रफल का सर्वश्रेष्ठ अनुपात होता है। व्यावहारिक रूप से निर्माण के लिए शंकुआकार फर्श युक्त अर्धगोलाकार निर्माण लगभग सर्वोत्तम होता है।
- **ढांचे का टिकाऊपन -** सभी चल एवं स्थिर भार को झेलने के लिए पर्याप्त सशक्त, टिकाऊ तथा क्षरण प्रतिरोधी होना चाहिए। अवपाचक कक्ष निम्न पदार्थों से बनाया जा सकता हैः
- **इस्पात का पात्रः** इस्पात के पात्र स्वयं में गैस-टाइट होते हैं, ये अच्छे मजबूत होते हैं तथा इन्हें बनाना अपेक्षाकृत आसान (वेल्डिंग आदि के द्वारा) होता है। कई बार इस्पात के अनुपयोगी किंतु उचित आकार के बर्तन को बायोगैस अवपाचक कक्ष का रूप दिया जाता है। इसमें बाहर (वातावरणीय आर्द्रता) और भीतर (परिवर्तनशील मीडिया) दोनों ओर से होने वाले क्षरण से गंभीर समस्या आ सकती है। ऐसे में हमेशा क्षरण रोधी परत अवश्य लगाएं और समय-समय पर उसका निरीक्षण भी करते रहें। इस्पात के पात्र तभी किफायती होते हैं जब पुराने पात्र (ट्रेन या ट्रक के टैंकर) लगाए जाएं। यदि इस्पात के पात्रों का उपयोग किया जाता है तो रखरखाव का खर्च ज्यादा होगा क्योंकि इनकी नियमित रूप से सफाई और मरम्मत आवश्यक है। ठंडे स्थानों में गैस का उत्पादन भी प्रभावित होता है क्योंकि इस्पात ऊष्मा का सुचालक है। ऐसी स्थिति में ऊष्मारोधन या गर्म करने की प्रणाली लगानी पड़ेगी ताकि संयंत्र का सुचारू रूप से चलना सुनिश्चित हो सके। संयंत्र के बनाने की लागत भी अधिक आएगी और रखरखाव खर्च भी अधिक होगा।

कंक्रीट के पात्रः कंक्रीट के पात्रों को हाल ही के वर्षों में व्यापक स्वीकृति मिली है। वांछित गैस-टाइटपन के लिए सावधानीपूर्वक निर्माण, तथा गैस-टाइट लेपन, रोधन और/या सील की पट्टियों की जरूरत पड़ती है ताकि गैस रिसाव से बचा जा सके। ज्यादातर दरारों की संभावना शीर्ष एवं किनारों के जोड़ों में हो सकती हैं। कंक्रीट के पात्रों का मुख्य लाभ व्यावहारिक तौर पर इनका जीवनकाल असीमित और अपेक्षाकृत सस्ता निर्माण होता है। औद्योगिक देशों में बड़े अवपाचक-कक्षों के लिए यह विशेष तौर पर सत्य है।

मैसनरीः छोटे अवपाचक-कक्षों के लिए मैसनरी निर्माण विधि सबसे ज्यादा अपनाई जाती है। अवपाचक कक्ष के निर्माण में केवल भली-भांति पकी ईटों, उच्च गुणवत्ता वाले पहले से ढले कंक्रीट के ब्लॉक या पत्थर के ब्लॉक का उपयोग किया जाना चाहिए। जहां गुंबद जैसे आकार की सिफारिश की गई हो वहां भूमिगत बायोगैस अवपाचक कक्ष बनाने के लिए सीमेंट-प्लास्टर/रैंडर की गई मैसनरी उपयुक्त तथा किफायती होती है। 20 घन मीटर से बड़े आयतन वाले अवपाचन कक्ष के गुंबद के निर्माण के लिए इसमें इस्पात के रीइनफोर्समेंट की सिफारिश की जाती है। मैसनरी से अवपाचक कक्ष बनाने वाले मिस्त्रियों को विशेष प्रशिक्षण तथा शुरूआत में बारीक निरीक्षण से गुजारा जाना चाहिए। जिन स्थानों पर श्रमिक सस्ते

में उपलब्ध हों, वहां के लिए ऐसे संयंत्र आदर्श हैं। इन संयंत्रों का रखरखाव आसान होता है और इनका गैस उत्पादन भी अच्छा होता है, जिस पर तापमान में बदलाव का बहुत कम प्रभाव पड़ता है।

प्लास्टिक: बायोगैस अभियांत्रिकी के क्षेत्र में लंबे अरसे से प्लास्टिक का व्यापक उपयोग हुआ है। लचीले पदार्थों (चादरों) तथा कठोर पदार्थों (पी.ई., जी.आर.पी. आदि) के बीच बुनियादी भिन्नता लाई जाती है। समूचे अवपाचक कक्ष (गुब्बारा गैस धारक) या गैस-टाइट "बोनेट के रूप में पात्र-आवरणों के निर्माण के लिए विविध प्रकार की प्लास्टिक की चादरों का इस्तेमाल किया जा सकता है। कैटआंटचांक (भारतीय रबर), पी.वी.सी. तथा पी.ई. से बनी विभिन्न मोटाई और विवरणवाली चादरों को अनेक तंत्रों में आजमाया गया है।

आक्रामक स्लरी, यांत्रिक तनावों तथा यू.वी. विकिरणों कें संपर्क में आई प्लास्टिक सामग्रियों का टिकाऊपन तथा उनकी गैस पारगम्यता, सामग्रियों तथा निर्माण के लिए अपनाई गई विधियों के अनुसार भिन्न-भिन्न हो सकती है। ग्लास-फाइबर रीइनफोस्ड प्लास्टिक (जी.आर.पी.) अवपाचक कक्ष तब बिलकुल उपयुक्त साबित हुए हैं जब इनकी निर्माण प्रक्रिया में कार्य के दौरान आने वाले स्थैतिक तनावों का ध्यान रखा जाता है। जी.आर.पी. के पात्र उत्तम गैस-टाइटपन तथा क्षरण प्रतिरोधता का प्रदर्शन करते हैं। इनकी मरम्मत आसान होती है तथा इनकी लंबी उपयोगी आयु होती है। सैंडविच सामग्रियों (जी.आर.पी.-फोम ऊष्मारोधन-जी.आर.पी.) के उपयोग से स्थल ऊष्मारोधन कार्य न्यूनतम होता है तथा परिवहन एवं बनाने की लागत घट जाती है।

गैसधारक: सामान्य बायोगैस संयंत्रों के गैसधारक, तीन विभिन्न डिजाइनों में बनाए जाते हैः

- **तैरने वाले ड्रम गैस धारक:** अधिकांश तैरने वाले ड्रम गैस धारकों को 2-4 मि.मी. मोटी इस्पात की चादर से बनाया जाता है, जिसमें शीर्ष की तुलना में किनारे मोटे होते हैं ताकि उच्च मात्रा में होने वाले क्षरण की भरपाई हो सके। ढांचागत स्थायित्व, एल आकार के सरियों के प्रकोष्ठों से प्रदान की जाती है जो ड्रम को घुमाकर सतह की गंदगी को भी साफ करने का कार्य करता है। गैस ड्रम को एक गाइड-फ्रेम स्थिर रखता है तथा उसे झुकने या दीवारों से रगड़ खाने से रोकता है। समान रूप से उपयुक्त और उपयोग में आने वाले इसके दो प्रकार हैं
  1. एक अचल (कंक्रीट युक्त) क्रांस खंभे के साथ एक आंतरिक छड़ तथा पाइप गाइड, (आंतरिक गैस निकासी से संबंधित एक लाभदायक संरचना है)।
  2. बाह्य गाइड ढांचा, जो काष्ठ या इस्पात के तिपाए पर टिका रहता है।

दोनों डिजाइनों के लिए ड्रम को घुमाने में काफी शक्ति लगानी पड़ती है, विशेषकर तब, जब वह गाद की भारी परत में फंस जाता है। 5 घन मीटर से बड़े गैस-धारक को दोहरे गाइड (आंतरिक एवं बाह्य) से युक्त होना चाहिए।

गैस-धारकों के लिए इस्तेमाल में आने वाले सभी ग्रेड के इस्पात में आंतरिक एवं बाह्य, दोनों ओर नमी-आधारित जंग लग सकता है। अतः लंबी सेवा अवधि के लिए समुचित सतही सुरक्षा हेतु, जंग एवं धूल-मिट्टी से बचाने के लिए कम से कम 2 तह प्राइमर की परत और प्लास्टिक या बिटुमिन पेंट

की 2 या 3 परत लगाने की आवश्यकता पड़ती है। ऐसे आवरण पर लेपन प्रतिवर्ष करना चाहिए। अच्छी संभाल वाला गैस-धारक नम तथा लवणीय वायु वाले इलाकों में 3 से 5 वर्ष के बीच या शुष्क जलवायु में 8-12 वर्ष तक चल जाता है। इस्पात के मानक ग्रेड के उचित विकल्प के रूप में गैल्वेनाइज्ड धातु की चादर, प्लास्टिक (ग्लास-फाइबर इनफोस्ड (जी.आर.पी.), प्लास्टिक चादरों) और गैस-टाइट परत वाली फेरो सीमेंट होती है। जल-जैकेट संयंत्र के गैस धारकों का सेवा काल अधिक होता है, विशेषकर तब, जब कोई इस्तेमालशुदा तेल की सील एक अटूट फिल्म बनाने के लिए जल पर डाली जाती है।

- **स्थिर-गुंबद गैस धारकः** स्थिर-गुंबद संयंत्र में गैस-धारक, अर्धगोलाकार अवपाचन कक्ष का ऊपरी भाग या बेलनाकार पाचन कक्ष (उदा. चाइनीज स्थिर-गुंबद संयंत्र) का एक शंक्वाकार शीर्ष होता है। स्थिर-गुंबद संयंत्रों में गुंबद के ऊपरी भाग में एकत्र होने वाली गैस समतुल्य आयतन की स्लरी को विस्थापित कर देती है। इसकी डिजाइन एवं संचालन के लिए निम्न पहलुओं पर ध्यान देना चाहिए

चित्र 8: स्थिर-गुंबद गैसधारक

1. प्रतिपूर्ति टंकी में एक ओवरफ्लो प्रवेश और निकास दिया जाना चाहिए ताकि संयंत्र में अतिभराव को रोका जा सके।
2. गैस निकास का स्थान ओवरफ्लो स्तर से 10 सें.मी. अधिक रखना चाहिए ताकि गैस पाइप अवरुद्ध न हो पाए।
3. गैस स्थान के भीतर 1 मी. डब्ल्यू.सी. गैस दाब विकसित हो सकता है। अतः संयंत्र को पर्याप्त मिट्टी से ढकना चाहिए जिससे समुचित प्रतिदाब मिलता है और साथ ही तापमान के उतार-चढ़ाव से बनने वाली दरारों से भी सुरक्षा मिलती है।

मुख्य छिद्र को बंद करने में विशेष सावधानी बरतनी चाहिए, जिसके लिए ढक्कन का भार 100 कि.ग्रा. या अधिक लग सकता है। बचाव के लिए ढक्कन को क्लैंप से सुरक्षित करना चाहिए। गैस-धारक को दरारों से बचाने के लिए निम्न संरचनात्मक उपाय सुझाए गए हैं

1. गुंबद (गैस-धारक) के आधार को स्थिर करने के लिए नींव का स्लैब इतने आगे तक डालना चाहिए कि सीमेंट मिश्रण की एक बाहरी रिंग बनाई जा सके।

2. न्यूनतम स्लरी स्तर के और 2-3 भाग के बीच एक दर-आधारित ब्रेक/पाइवट रिंग भी दिया जाना चाहिए। इससे गुंबद के आधार के निकटवर्ती क्षेत्रों में दरार पनपने में रोक लगती है। विकल्प के तौर पर गैस-धारक के निचले बिन्दू पर लोहे के छल्ले से सुदृढ करना चाहिए या फिर पूरे गैस-धारक को चिकन-वायर जाली से सुदृढ करना चाहिए।

- **प्लास्टिक गैस-धारकः** प्लास्टिक की चादरों से बने गैस धारक एकीकृत गैस-धारक के रूप में कार्य करते हैं, पहला पृथक गुब्बारा / थैला के तौर पर और दूसरा एकीकृत गैस-वाहक / भंडारण तत्वों के तौर पर । प्लास्टिक (चादर) गैस-धारकों के लिए संरचनात्मक विवरण से ज्यादा महत्वपूर्ण यह प्रश्न है कि किस पदार्थ का प्रयोग किया जा सकता है।

गैस पाइप, वाल्व एवं सहायक उपकरण

बायोगैस पाइपकरण: सभी बंद पड़ी बायोगैस इकाइयों में कम से कम 60 प्रतिशत, खराब गैस पाइपकरण के कारण बंद हैं। इसलिए, इसकी ठीक-ठीक स्थापना हेतु भरपूर सावधानी बरतनी चाहिए। मानकीकरण के लिहाज से यह सलाह दी जाती है कि सभी पाइपों, वाल्व और सहायक उपकरणों का आकार एक समान होना चाहिए। बायोगैस पाइपीकरण, वाल्वों तथा सहायक उपकरणों के लिए वही शर्तें लागू होती हैं जो दूसरे गैस संयंत्रों के लिए। तथापि, बायोगैस जल वाष्प से 100 प्रतिशत संतृप्त होती है और इसमें हाइड्रोजन सल्फाइड होता है। अतः पाइप, वाल्व या सहायक उपकरणों में किसी भी मात्रा में लौह धातुओं का उपयोग नहीं होना चाहिए। क्योंकि वे कम समय में ही जंग लगने से नष्ट हो सकते हैं। गैस लाइनें मानक गैल्वेनाइज्ड इस्पात पाइपों की बनी होनी चाहिए। ठोस पी.वी.सी. या ठोस पी.ई. से बने प्लास्टिक ट्यूब भी उपयुक्त (और सस्ते) होते हैं। खुले स्थानों से गुजरने वाले लचीले गैस पाइपों को यू.वी. प्रतिरोधी होना चाहिए।

इस्पात की पाइपें गैल्वेनाइज्ड इस्पात की जल आपूर्ति पाइपों का सर्वाधिक उपयोग किया जाता है क्योंकि पूरी पाइपीकरण प्रणाली (गैस पाइपें, वाल्वों एवं सहायक उपकरण) सभी जगह चलने वाली अंग्रेजी/यू.एस. परंपरा के पुर्जे, जो कि सभी इंचों वाले आकार में उपलब्ध हैं, से बनाई जा सकती है। छोटे से मध्यम आकार तक के सरल डिजाइन वाले संयंत्रों और 30 मी. से कम पाइप लंबाई के लिए सामान्य या = आकार की पाइपें पर्याप्त होती हैं। बड़े संयंत्रों, लंबी गैस पाइपों या न्यून दाब प्रणाली के लिए एक विस्तृत दाब-ह्रास (पाइप आकार संबंधी) गणना की जानी चाहिए। एक गैस पाइप स्थापित करते समय निम्न बातों पर विशेष ध्यान देना चाहिएः

1. गैस-टाइट, घर्षण वाले जोड़
2. ढालू पाइप के निम्नतम बिंदु पर जमा जल को निकालने के लिए जल ट्रेप वाली निकास लाइन
3. यांत्रिक आघात से बचाव

क्रियाधार पदार्थ एवं प्रबंधन

बायोगैस संयंत्रों के लिए जुगाली करने वाले पशुओं का गोबर सबसे उपयुक्त है क्योंकि उनके पेट में मीथेन उत्पादक जीवाणु पहले से ही मौजूद होते हैं। यद्यपि विशिष्ट गैस उत्पादन कम होता है और पेट में पूर्व किण्वन होने के कारण मीथेन का अनुपात लगभग 65 प्रतिशत ही होता है।

चित्र 9: क्रियाधार पदार्थ एवं प्रबंधन

यदि इसे समान मात्रा में जल के साथ मिलाया जाता है तो इसका एकसार गाढ़ापन लगातार चलने वाले संयंत्रों के लिए श्रेष्ठ होता है। ताजे गोबर को आमतौर पर टोकरी या बाल्टियों में एकत्र कर संयंत्र तक लाया जाता है। इसे लाकर अवपाचक कक्ष में भरने से पहले समान मात्रा में जल डालकर हाथों से मिलाया जाता है। डंठल, भूसा और बाकी चारा हाथों से निकाल दिया जाता है ताकि जाम न लगे तथा पपड़ी भी न बने। चूंकि अधिकांश साधारण गोशालाओं में फर्श कच्चा होता है, इसलिए सामान्यतः मूत्र एकत्र नहीं किया जाता। जहां एकत्र करते हैं, वहां खाद नाली में चला जाता है और नाली के अंत में रखे पात्र में एकत्र किया जाता है। इन पात्रों को अवपाचक कक्ष के लिए भरण तैयार करने वाले गड्ढे में उड़ेला जाता है तथा उसकी मात्रा अनुसार जल की लगने वाली मात्रा कम कर देते हैं। मूत्र से गैस उत्पादन में उल्लेखनीय वृद्धि होती है खाद की गुणवत्ता भी अच्छी हो जाती हैं। सीमेंट युक्त पक्के फर्श को सीधे ही मिश्रण गड्ढे से जोड़ देना उत्तम समाधान है जिससे गोबर और मूत्र का इष्टतम उपयोग होता है तथा अवपाचक कक्ष का भरण बनाने वाले समय की भी बचत होती है। मवेशियों के तरल खाद, गोबर और मूत्र के मिश्रण के लिए अतिरिक्त जल की आवश्यकता नहीं पड़ती। तथापि, विकासशील देशों के अधिकांश फार्मों के पशु आवासों में सामान्यतः संपूर्ण पशु उत्सर्जन एकत्र करने की सुविधा नहीं होती। अतः अधिकांश मूत्र, जिसमें पौधों के लिए बेशकीमती पोषक तत्व होते हैं, बेकार चला जाता है।

बायोगैस संयंत्र का संचालन एवं उपयोग

बायोगैस इकाई के रोजमर्रा संचालन के लिए उच्च अनुशासन तथा नियमितता की जरूरत पड़ती है ताकि गैस का अच्छा उत्पादन कायम रखा जा सके और बायोगैस संयंत्र का लंबा जीवनकाल सुनिश्चित किया जा सके। उपयोगकर्ता की गलतियों या संचालन के दौरान अनदेखी करने से बायोगैस संयंत्रों की

कार्यक्षमता में अनेक समस्याएं आती हैं। मुख्यतः इन समस्याओं को निम्न तरीकों से कम किया जा सकता हैः

- बायोगैस संयंत्र के सही स्थल का चुनाव करना चाहिए जो गोबर एवं जल स्रोत के निकट हो, सर्दियों के दौरान भरपूर धूप रहती हो। बायोगैस संयंत्र गैस उपयोग की जगह रसोई के पास होना चाहिए ।
- डिजाइन कम जटिल होना चाहिए जो क्रियाधार पदार्थ, जलवायु स्थितियों एवं उपयोगकर्ता की तकनीकी क्षमता के अनुकूल हो।
- उच्च गुणवत्ता वाले तथा आसानी से प्रयोग होने वाले उपकरण।
- बायोगैस का डिजाइन एवं संरचना इस प्रकार होनी चाहिए कि दैनिक कार्य में सुविधा कम से कम श्रम की आवश्यकता हो ।
- उचित प्रशिक्षण होना चाहिए तथा संचालन संबंधी समस्याओं के लिए सलाह सुलभ होनी चाहिए।
- संयंत्र में नियमित एवं उचित तरीके से भरण हो।
- पाइप लाइनों एवं उपकरणों की समय-समय पर जांच तथा रखरखाव किया जाए।
- ट्रैप बिंदु से साप्ताहिक जल निकाला जाए।
- उपकरणों का उचित समायोजन हो।

अवपाचक कक्ष का भरणः बड़ी बायोगैस इकाइयों में गोबर, मूत्र एवं अन्य क्रियाधार पदार्थ आमतौर पर पाइपों, नालियों, पट्टियों या पंपों से डाला जाता है। क्रियाधार पदार्थ के उपलब्ध होने के बाद उसे अवपाचक कक्ष में यथाशीघ्र डालना चाहिए ताकि कक्ष से बाहर पाचन न हो पाए। भरण प्रणाली की जांच नियमित रूप से की जानी चाहिए। अनुपयोगी सामग्रियों का पृथकीकरण होना चाहिए और उन्हें जांच के बाद निकालना चाहिए। अवपाचक कक्ष में भरे जा रहे क्रियाधार पदार्थ की मात्रा नियमित रूप से दर्ज की जानी चाहिए ताकि बायोगैस संयंत्र के निष्पादन पर निगरानी रखी जा सके। **विकासशील देशों में छोटे संयंत्रों में हाथों से भरण किया जाता है।** क्रियाधार पदार्थों को, जो गोबर तथा मूत्र होते हैं भली भांति मिश्रित किया जाना चाहिए, और यदि आवश्यक हों तो पादप अपशिष्ट कटे होने चाहिए। बाधक पदार्थ, जैसे पत्थर प्लास्टिक तथा रेत को, मिश्रण कक्ष से निकाल देना चाहिए। भरण कार्य को आसान बनाने के लिए गौशाला का फर्श पक्का और गौशाला से संयंत्र के बीच की दूरी कम रखी जा सकती है।

चित्र 10: अवपाचक कक्ष का भरणः

ओवरफ्लो को नियंत्रित करनाः छोटे स्तर के स्थिर गुंबद वाले संयंत्रों में विशेष समस्या यह है कि उनका ओवरफ्लो बिंदु जाम हो जाता है। इससे अति दबाव बन जाता है विस्तार कक्ष में स्लरी स्तर बढ़ने के साथ हाइड्रॉलिक दबाव बढ़ता है तथा अवपाचक कक्ष में बहुत ज्यादा स्लरी वापस जाने पर गैस निकासी में भी जाम उत्पन्न हो सकता है। इसलिए ओवरफ्लो बिंदु की जांच और सफाई नियमित रूप से होनी चाहिए।

बायोगैस-स्लज प्रबंधन

- **स्लज भंडारणः** पाचित स्लरी की उर्वरता, (जैसे नाइट्रोजन की मात्रा) अधिकतम बनाए रखने के लिए इसे थोड़े समय के लिए एक गड्ढे या टैंक में संग्रह कर जल्द खेतों में अनुप्रयोग करना चाहिए। प्राथमिकता यह होनी चाहिए कि इसे खेत की मिट्टी में दबा या मिला देना चाहिए ताकि पोषक तत्वों का ह्रास कम हो सके। स्लज भंडारण निम्न तीन तकनीकियों में किसी से भी प्रभावित हो जाता है।
- **तरल भंडारणः** बायोगैस संयंत्र से निकलने वाले पदार्थ को सीधे एकत्रण टंकी से जोड़ दिया जाता है। वाष्पीकरण या रिसाव से होने वाली तरल पदार्थ की हानि रोकना आवश्यक है। जब स्लज की आवश्यकता हो, उसके ठीक पहले टंकी की सामग्री को भलीभांति हिलाते हैं और उसके बाद तरल खाद प्रसारक में डालते हैं, और यदि यह तरल पूर्णतया एकसार है तो सिंचाई स्प्रिंकलर द्वारा फैला देते हैं। तरल भंडारण का मुख्य लाभ यह है कि इसमें नाइट्रोजन का ह्रास बहुत कम होता है। वहीं दूसरी ओर, तरल भंडारण के लिए एक बड़े, जलरोधी भंडारण सुविधा की आवश्यकता पड़ती है जिसके लिए प्रारंभिक पूंजी निवेश अधिक करना पड़ता है यदि तरल खाद प्रयोग सिंचाई के साथ खड़ी फसल में प्रयोग करते समय व मानव श्रम की बचत होती हैं । और खड़ी फसल में प्रयोग करने से फसल अच्छी रहती हैं ।

चित्र 11 स्लरी का भंडारण

- **शुष्क करनाः** अवपाचित स्लज को शुष्क करना तभी संभव है जब वाष्पन की दर स्लज बनने की दर से अधिक हो। शुष्क करने से मुख्य लाभ यह है कि इसके कारण आयतन और भार में काफी कमी आ जाती है। शुष्क करने से, इसे श्रमिकों के हाथों खेत में फैलाना आसान हो जाता है। मिट्टी के बने कम गहरे शुष्क के निर्माण की लागत बहुत अधिक नहीं होती। लेकिन दूसरी तरफ

शुष्क करने से अकार्बनिक नाइट्रोजन की लगभग पूरी हानि (90 प्रतिशत तक) तथा कुल नाइट्रोजन मात्रा में भारी हानि (लगभग 50 प्रतिशत) होती है।

- कंपोस्ट बनानाः अवपाचित स्लज को कार्बनिक पदार्थों के साथ मिश्रित कर नाइट्रोजन ह्रास कम किया जा सकता है। कंपोस्टिंग के लिए, फसल अपशिष्टों के साथ मिश्रण के रूप में बायोगैस स्लरी इस प्रक्रिया को तेजी देने के लिए नाइट्रोजन के उत्तम स्रोत के रूप में कार्य करती है। साथ ही यह कंपोस्ट को नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा अन्य पोषक तत्वों से समृद्ध बनाती है। इसके अतिरिक्त वायवीय कंपोस्टिंग प्रक्रिया अपने तापमान द्वारा उन रोगकारकों और परजीवियों को प्रभावी रूप से नष्ट करती है जो अवायवीय पाचन उपचार के दौरान बच गए थे। ताजा कंपोस्ट नम तथा सुगठित होता है और इसे सरल उपकरणों से फैलाया जा सकता है। विकासशील देशों में उपलब्ध अधिकांश परिवहन माध्यमों के मद्देनजर इसका परिवहन तरल खाद की तुलना में आसान होता है।

बायोगस संयंत्र की क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक

I. जलवायु का तापमान- इष्टतम तापमान: 35^0C

II. अवपाचित किए जाने वाले पदार्थ का कार्बन नाइट्रोजन अनुपात- इष्टतम मान 25:1 से 30:1

III. अवपाचित किए जाने पाले पदार्थ का PH मान- इष्टतम 7-8 होना चाहिएः

IV. क्रियाधार पदार्थ की तनुता एवं तरलता इष्टतम अवायवीय किण्वन के लिए भरण पदार्थ में सामान्यत 8-10 प्रतिशत कुल ठोस चाहिए, जिसे गोबर को पानी के साथ 1: 1 अनुपात में घोलकर बनाया जा सकता है।

V. भरण की दर: प्रति दिन भरण के लिए कच्चे माल की मात्रा अवपाचक कक्ष क्षमता पर निर्भर करती है। अवपाचक कक्ष की प्रति घन मीटर क्षमता के लिए रोजाना 16 कि.ग्रा. तरल योग्य ठोस भरने पर प्रत्येक कि.ग्रा. गोबर से 0.40-0.074 घन मीटर गैस उत्पन्न होती है।

VI. जल अवधारण समय भारत जैसे उष्णकटिबंधीय देशों में चल रहे अवपाचक कक्षों के लिए यह समय सामान्यत 40-60 दिन माना जाता हैं।

VII. साथ में डाले जाने वाले पूरक कुछ खनिज आयन तथा 50 से 200 मि.ग्रा. प्रति लीटर अमोनिया की उपस्थिति से अवायवीय सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को मदद मिलती है जबकि इन आयनों, क्षारीय डिटर्जेंट, प्रतिजैविक या कार्बनिक विलायकों की अधिक सांद्रता के कारण मीथेन उत्पादक जीवाणुओं की गतिविधियां बाधित होती हैं।

VIII. अवपाचक कक्ष की सामग्री को चलाना या मिश्रित करना इससे किण्वन में उल्लेखनीय वृद्धि होती है।

सुरक्षा हेतु सावधानियां

बायोगैससंयंत्र के संचालन के दौरान निम्न सावधानियां बरतनी चाहिएः

- बायोगैस की अधिक सांद्रता में लंबे समय तक सांस लेने से विषाक्तता और दम घुटने से मृत्यु हो सकती है। बायोगैस में पाई जाने वाली हाइड्रोजन सल्फाइड अत्याधिक विषाक्त होती है। अशोधित बायोगैस में सड़े हुए अंडे की विशेष गंध होती है। शोधित बायोगैस गंधहीन तथा उदासीन होती है। इसलिए, बायोगैस से चलने वाले सभी उपकरणों को हवादार स्थान में रखना चाहिए। गैस पाइपों एवं फिटिंग की गैस-टाइटपन की नियमित रूप से जांच करनी चाहिए तथा उन्हें क्षति से बचाना चाहिए। संचालन के दौरान गैस उपकरणों को हमेशा निगरानी में रखना चाहिए। बायोगैस के साथ कार्य करने वाले प्रत्येक व्यक्ति, विशेषकर बच्चों को भली-भांति समझाना चाहिए और बायोगैस के संभावित खतरों से अवगत कराना चाहिए।
- बायोगैस संयंत्रों को मरम्मत के लिए रिक्त करने के बाद, उनमें प्रवेश करने से पहले भली-भांति हवा का आवागमन होना चाहिए। यहां आग एवं विस्फोट (गैस/वायु मिश्रण) का खतरा बहुत बड़ा है। पर्याप्त हवादार है या नहीं इसकी गारंटी करने के लिए तथाकथित चूजा परीक्षण (टोकरी में एक चूजा रखकर संयंत्र में डाला जाता है) पर्याप्त होता है।
- यदि गैस-वायु मिश्रण में बायोगैस का भाग 5 से 12 प्रतिशत हो तथा 600^{O}C या अधिक ताप होने पर आसानी से विस्फोट हो सकता है। यदि गैस-वायु मिश्रण में बायोगैस 12 प्रतिशत से अधिक हो तो आग लगने का खतरा होता है। इसलिए बायोगैस संयंत्र में तथा इसके आस-पास धूम्रपान तथा आग जलाने से बचना चाहिए।
- बायोगैस संयंत्र के आरंभिक भराव में एक विशेष खतरा तब होता है, जब बायोगैस खाली वायु वाले बड़े रिक्त स्थानों में फैलता है और किसान यह देखने के लिए, कि संयंत्र गैस से कितना भरा है, जलती हुई लौ से जांच करें तो विस्फोट हो सकता है।
- एक बायोगैस संयंत्र के अवपाचक कक्ष और स्लरी भंडारण सुविधा को इस प्रकार बनाया जाना चाहिए या ढकना चाहिए कि इसमें कोई व्यक्ति या पशु गिरने का खतरा न हो।
- चलायमान एवं चल पुर्जों को एक सुरक्षात्मक खोल में रखना चाहिए ताकि व्यक्ति या पशु न पकड़ सके।
- सामान्यतः बायोगैस से कार्य कर रहे उपकरणों का सतही तापमान उच्च होता है। इससे विशेषकर बच्चों एवं अजनबियों के जलने का खतरा अधिक होता है। एक ऊष्मा के गैर-सुचालक पदार्थ का खोल लगाने की सिफारिश की जाती है।
- गैस लैंप का मेंटल रेडियोसक्रिय होता है। मेंटल को बदलने में पूरी सावधानी बरतनी चाहिए। विशेषकर टूटे चूर्ण कणों को सांस में जाने से बचाना चाहिए। कार्य समाप्त होने के तुरंत बाद हाथों को साफ कर लेना चाहिए।
- पाइपिगं प्रणाली से फार्म के परिसर मे उलझाव बन सकता है। यथासंभव पाइपों को भूमि में 30 सें.मी. दबा कर रखना चाहिए। जल ट्रैप, गैस मीटर, मुख्य वाल्व या जांच इकाइयों के लिए गड्ढे को एक कंक्रीट के ढांचे से घेरकर भारी कंक्रीट के ढक्कन से ढक देना चाहिए।

==========