

या प्रकाशनासाठी चर्चा, आकडेवारी आणि लेखक प्रोफाइल येथे पहा: <https://www.researchgate.net/publication/221700296>

बायोर्गॅस प्लांट बांधकाम

धडा · मार्च 2012

DOI: 10.5772/31987

उद्धरण

49

वाचतो

३०,७९६

1 लेखक:



मोहम्मद समीर

कैरो विद्यापीठ

127 प्रकाशने 1,710 उद्धरणे

प्रोफाइल पहा

या प्रकाशनाचे काही लेखक या संबंधित प्रकल्पांवर देखील काम करत आहेत:



कृषी कचऱ्यापासून बायोइथेनॉल उत्पादन: लेसर आणि नॅनोटेक्नॉलॉजीची अंमलबजावणी पहा प्रकल्प



जैवइंधन (MFBIO) तयार करताना वापरलेल्या सूक्ष्मजीवांवर चुंबकीय क्षेत्राच्या परिणामांची तपासणी प्रकल्प पहा

या पृष्ठावरील सर्व मजकूर मोहम्मद समीर यांनी अपलोड केला आहे 02 जून 2014 रोजी.

वापरकर्त्याने डाउनलोड केलेली फाईल वाढवण्याची विनंती केली आहे.

बायोगॅस प्लांट बांधकाम

एम. समेर कैरो

विद्यापीठ, कृषी विद्याशाखा, कृषी अभियांत्रिकी
विभाग, इजिप्त

1. परिचय

धडा व्यावसायिक बायोगॅस प्रकल्प तसेच लहान आणि घरगुती युनिट्सच्या बांधकामाशी संबंधित आहे. शिवाय, अॅनॅरोबिक डायजेस्टर्स आणि वापरलेल्या बांधकाम साहित्याच्या संरचना आणि बांधकामांचे स्पष्ट वर्णन प्रदान करणे हा धडा उद्देश आहे.

शेवटी, धडा एका महत्त्वाच्या प्रश्नाचे उत्तर देतो: व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्र आणि घरगुती युनिट कसे तयार करावे आणि बांधकामाचे टप्पे काय आहेत?

2. धडा वर्णन आणि सामग्री विहंगावलोकन

धडा बायोगॅस प्लांटच्या बांधकामाचे टप्पे आणि ऑपरेशनचे वर्णन करतो, ज्यामध्ये हे समाविष्ट आहे:

- बायोगॅस प्लांटच्या लेआउटचे नियोजन करणे आणि डायजेस्टर्सची रचना करणे, जिथे व्यावसायिक बायोगॅस प्लांटच्या लेआउटच्या नियोजनाचे नियम स्पष्ट केले जातात आणि डायजेस्टर आणि रेसिड्यू स्टोरेज टँक (चे) दोन्हीचे परिमाण निर्दिष्ट करण्यासाठी एक पद्धत स्पष्ट केली जाते, आणि ते आहेत: टाक्यांचा अंतर्गत आणि बाह्य व्यास, टाकीची भिंतीची जाडी, उंची ... इ.
- प्रकल्प हाती घेणे, म्हणजे उखनन (खणणे) कामे पार पाडणे, डायजेस्टरची तळाशी प्लेट तयार करणे, गरम नळ्या एकत्र करणे, फर्मेंटर बांधणे, इन्सुलेशन स्थापित करणे आणि तंत्रज्ञानाची स्थापना करणे.
- बायोगॅस संयंत्र चालवणे ज्यात बायोगॅस प्लांटचे यांत्रिकीकरण समाविष्ट आहे जसे की: सॉलिड फीडर, गॅस प्रोसेसिंग युनिट, मिक्सिंग टेक्नॉलॉजी ... इ.
- प्रणाली नियंत्रण, म्हणजे संगणक तंत्रज्ञानाद्वारे वैयक्तिक सुविधा घटकांचे निरीक्षण कसे केले जाते अगदी दूरवरून तसेच संगणक प्रणाली वापरून साइटवर.

3. विहंगावलोकन

3.1 बायोगॅस युनिटचे घटक

बायोगॅस युनिटचे घटक आहेत:

- रिसेप्शन टाकी 2. डायजेस्टर
- किंवा फर्मेंटर 3. गॅस होल्डर 4. ओव्हरफ्लो टाकी

3.2 बायोगॅस युनिटचा आकार

बायोगॅस युनिटचा आकार अनेक घटकांवर अवलंबून असतो, जे आहेत:

1. डायजेस्टरमध्ये विल्हेवाट लावल्या जाणाऱ्या सेंद्रिय कचऱ्याचे प्रमाण आणि प्रकार 2. सेंद्रिय कचऱ्यावर प्रक्रिया करण्याचे उद्दिष्ट (ऊर्जा आणि/किंवा सेंद्रिय उत्पादन खत)
3. नैसर्गिक वायूची मागणी आणि वापराचा नमुना 4. जागेवरच मातीचे स्वरूप आणि भूजलाची पातळी 5. प्रदेशातील हवेचे तापमान आणि विविध ऋतूंमध्ये वाऱ्याची दिशा
6. शेत आणि घरावरील कर्मचाऱ्यांचे प्रशिक्षण स्तर बायोगॅस युनिट चालविण्याबाबत

डायजेस्टरमध्ये दररोज किती खत दिले जाते त्याचा त्याच्या ऑपरेशनवर महत्वपूर्ण परिणाम होतो.

डायजेस्टरच्या व्हॉल्यूमच्या संबंधात जोडलेल्या व्हॉल्यूमद्वारे हे मोजले जाते, परंतु डायजेस्टरला दिले जाणारे वास्तविक प्रमाण डायजेस्टर कोणत्या तापमानावर राखले जाते यावर देखील अवलंबून असते. बायोगॅस युनिटचे एकक आकार निश्चित करण्यासाठी, खालील गणितीय समीकरण साध्य करणे आवश्यक आहे:

$$\text{डायजेस्टर आकार (m}^3\text{)} = \text{दैनिक फीड-इन (m}^3\text{ दिवस-1)} \times \text{धारणा वेळ (दिवस)} \quad (१)$$

डायजेस्टरचा आकार बायोगॅस युनिटचा एकूण आकार म्हणून परिभाषित केला जाऊ शकतो, ज्यामध्ये आंबलेल्या सामग्रीने व्यापलेल्या कोणत्याही व्हॉल्यूमचा प्रभावी आकार आणि गॅस स्टोरेजची मात्रा समाविष्ट असते. दैनंदिन फीड-इनचा आकार म्हणजे डायजेस्टरमध्ये दररोज एकदा किंवा अनेक वेळा जोडलेल्या शेणाच्या मिश्रणाचा आकार आणि एकूण घन पदार्थाचे सरासरी प्रमाण 10% आहे, जेथे सेंद्रिय कचरा पाण्यात मिसळणे त्याच्या पाण्याच्या सामग्रीवर अवलंबून असते. ओल्या प्राण्यांच्या कचऱ्याच्या बाबतीत, जसे की खत मिसळण्याचे प्रमाण 1:1 आहे. साधारणपणे, साठवण क्षमतेची गणना पशुपालन व्यवस्थेत ठेवलेल्या प्राण्यांचे सरासरी जिवंत वजन, जोडलेल्या पाण्याचे प्रमाण, पिकांच्या फलन न होण्याचा कालावधी आणि प्राण्यांच्या प्रजातीनुसार केली जाते.

बायोगॅस प्लांटची योजना करण्यासाठी आणि डायजेस्टरची रचना करण्यासाठी, अनेक डिझाइन पॅरामीटर्स निश्चित करणे आवश्यक आहे जे खालीलप्रमाणे आहेत: खताच्या कालव्यापासून एकत्रित कचऱ्याचे एकूण कचऱ्याचे गुणोत्तर, शेतातील गायींची संख्या, गायींद्वारे उत्पादित केलेल्या खताचे प्रमाण जे सामान्यतः 1.8 असते. m³ गाय-1 महिना-1, डायजेस्टरमध्ये दैनंदिन द्रव सेंद्रिय पदार्थ जमा होण्याचे प्रमाण, हायड्रॉलिक ठेवण्याची वेळ, घनता आणि दैनंदिन कोरडे सेंद्रिय पदार्थ डायजेस्टरमध्ये जमा होण्याचे प्रमाण आणि डायजेस्टरचा भार जो सामान्यतः 2-4 किलो m⁻³ दिवस असतो. -1. उपरोक्त डिझाइन पॅरामीटर्स टाकीमध्ये संग्रहित करण्याच्या उद्देशाने आणि टाकीच्या अंतर्गत व्हॉल्यूमच्या समान असलेल्या सामग्रीचे एकूण खंड निर्धारित करण्यासाठी वापरले जातात. याव्यतिरिक्त, डिझायनरने हे विचारात घेतले पाहिजे की टाकीचा एक भाग (सुमारे 10%) रिकामा आहे आणि सबस्ट्रेट्सने ते भरू नये, कारण ही अशी जागा आहे जिथे गॅस जमा होईल. इतर साठवण टाक्या (उदा. द्रव सेंद्रिय पदार्थ टाकी) डिझाइन करतानाही टाकीच्या व्हॉल्यूमच्या 10% रिकामे ठेवणे आवश्यक आहे.

3.3 डायजेस्टरचे प्रकार

गेल्या शतकात साध्या डायजेस्टरमध्ये अनेक प्रकारचे प्रवाह विकसित केले गेले आहेत आणि ते पुढील प्रकारचे असू शकतात: (1) बॅच फ्लो, (2) सतत प्रवाह, (3) सतत विस्तारणे, (4) प्लग प्रवाह, आणि (5) संपर्क प्रवाह. पारंपारिक डायजेस्टर म्हणजे घन पदार्थांमध्ये उच्च सामग्री असलेल्या द्रव कच्च्या मालावर प्रक्रिया करण्यासाठी वापरला जातो, ज्याला ग्रामीण डायजेस्टर देखील म्हणतात, किण्वन कक्ष 100 m³ पेक्षा कमी आहे. पारंपारिक डायजेस्टर

ज्या दरम्यान बायोमास आत राहते तो टिकवून ठेवण्याची वेळ कमी करण्यासाठी कोणत्याही प्रकारच्या यंत्रणेशिवाय स्थापित केले जातात; या प्रणालींना अखंडपणे फीड केले जाते आणि खंडित-प्रवाह म्हणजे बॅच डायजेस्टर म्हणून ओळखले जाते, किंवा वेळोवेळी दिले जाते आणि सतत-प्रवाह डायजेस्टर म्हणून ओळखले जाते.

बॅच डायजेस्टर एकाच वेळी लोड केले जातात, सोयीस्कर कालावधीसाठी बंद ठेवतात, आणि सेंद्रिय पदार्थ आंबवले जातात आणि नंतर नंतर अनलोड केले जातात. लहान ऑपरेशनल आवश्यकतांसह ही एक सोपी प्रणाली आहे. बायोगॅसची मागणी, उपलब्धता आणि वापरल्या जाणाऱ्या कच्च्या मालाची मात्रा यावर अवलंबून, ऑनारोबिक टाकीमध्ये किंवा टाक्यांच्या मालिकेत स्थापना केली जाऊ शकते.

कोरड्या सेंद्रिय पदार्थासाठी (घन पदार्थ), उदा. घन भाजीपाला कचरा यासाठी बॅच प्रवाह सर्वात योग्य आहे.

या प्रकारचे जैव कचरा एकाच बॅचच्या रूपात डायजेस्टरमध्ये दिले जाते. डायजेस्टर उघडले जाते, डायजेस्ट जैव खत म्हणून वापरण्यासाठी काढून टाकले जाते आणि डायजेस्टेची जागा नवीन बॅच घेते. नंतर टाकी पुन्हा सील केली जाते आणि ऑपरेशनसाठी तयार होते. टाकाऊ पदार्थ आणि ऑपरेटिंग तापमानावर अवलंबून, बॅच डायजेस्टर हळूहळू बायोगॅसचे उत्पादन सुरू करेल आणि वेळेनुसार उत्पादन वाढवेल आणि नंतर 4 ते 8 आठवड्यांनंतर ड्रॉप-ऑफ होईल. त्यामुळे बॅच डायजेस्टर हे गटांमध्ये उत्तम प्रकारे चालवले जातात, जेणेकरून किमान एक डायजेस्टर नेहमी बायोगॅस तयार करत असतो.

सतत डायजेस्टर्सना सहसा दररोज लोडिंग आणि अवशेष व्यवस्थापन आवश्यक असते. प्रत्येक दैनंदिन भार आंबलेल्या सामग्रीच्या समान आकारमानाच्या भाराशी संबंधित असल्याने प्रक्रियेस सतत म्हटले जाते. डायजेस्टरमधील बायोमास हायड्रॉलिक उष्णतेच्या फरकाने, डायजेस्टरमध्ये प्रवेश करणारा सबस्ट्रेट आणि अनलोड करताना बाहेर येणारा डायजेस्टे यांच्यात फिरतो. प्रत्येक लोडसाठी एक धारणा वेळ आवश्यक आहे, सामान्यतः 14 ते 40 दिवसांच्या दरम्यान.

सतत डायजेस्टरमध्ये आंदोलन आणि गरम होण्यामुळे त्यांचा धारणा कालावधी कमी होऊ शकतो. या मॉडेलचा तोटा म्हणजे कच्चा माल पातळ करणे आवश्यक आहे. बॅच प्रकारापेक्षा या डायजेस्टर्सचा मोठा फायदा असा आहे की एक युनिट बायोगॅस आणि जैव खतांचा सतत पुरवठा आणि अल्प प्रमाणात कचऱ्यावर सतत प्रक्रिया करण्यास परवानगी देते (फ्लोरेन्टिनो, 2003). दैनंदिन कमी प्रमाणात कचरा सतत डायजेस्टरला देऊन बायोगॅस निर्मितीला गती मिळू शकते. जर अशी सतत फीडिंग सिस्टीम वापरली गेली, तर संपूर्ण पचन चक्रात डायजेस्टरमध्ये दिले जाणारे सर्व पदार्थ ठेवण्यासाठी डायजेस्टर पुरेसे मोठे आहे याची खात्री करणे आवश्यक आहे. एक कळीचा मुद्दा म्हणजे दोन डायजेस्टर्सची अंमलबजावणी करणे, म्हणजे दोन टप्प्यांतून सेंद्रिय कचऱ्याचे जैवविघटन पूर्ण करणे, पहिल्या टप्प्यात बायोगॅसचा मुख्य भाग तयार केला जात आहे आणि दुसरा टप्पा मंद गतीने पचनाचा पूर्ण टप्पा म्हणून काम करतो. .

सतत विस्तारणाऱ्या प्रवाहाबाबत, डायजेस्टर एक तृतीयांश भरून सुरू होते आणि नंतर टप्प्याटप्प्याने भरले जाते आणि नंतर रिकामे केले जाते. प्लग प्रवाहाबाबत, एका टोकाला कचरा नियमितपणे जोडला जातो आणि दुसऱ्या टोकाला ओव्हर-फ्लो होतो. संपर्क प्रवाहात, एक समर्थन माध्यम प्रदान केले जाते.

दोन साध्या बायोगॅस डायजेस्टर डिझाइन विकसित केल्या आहेत, चायनीज स्थिर घुमट डायजेस्टर आणि भारतीय फ्लोटिंग कव्हर बायोगॅस डायजेस्टर. दोन्ही डायजेस्टरमध्ये पचन प्रक्रिया सारखीच असते परंतु प्रत्येकामध्ये गॅस गोळा करण्याची पद्धत वेगळी असते. भारतीय-प्रकार डायजेस्टरमध्ये, डायजेस्टरचे पाणी सीलबंद कव्हर गॅस तयार केल्यामुळे वाढते आणि स्टोरेज चॅबर म्हणून कार्य करते, तर चायनीज-प्रकार डायजेस्टरची गॅस साठवण क्षमता कमी असते आणि गॅस गळती रोखण्यासाठी कार्यक्षम सीलिंगची आवश्यकता असते. दोन्ही प्राणी कचरा किंवा शेण वापरण्यासाठी डिझाइन केले आहेत. याव्यतिरिक्त, फिलिपीन आणि श्रीलंका डायजेस्टर देखील आहेत.

3.3.1 भारतीय डायजेस्टर

भारतीय-प्रकारचे डायजेस्टर (चित्र 1) मूलतः दंडगोलाकार शरीर, गॅसोमीटर, फीड पिट आणि आउटलेट पिट (फ्लोरेन्टिनो, 2003) यांचा समावेश आहे. डायजेस्टर जळलेल्या-मातीच्या विटा वापरून बनवले जाते आणि

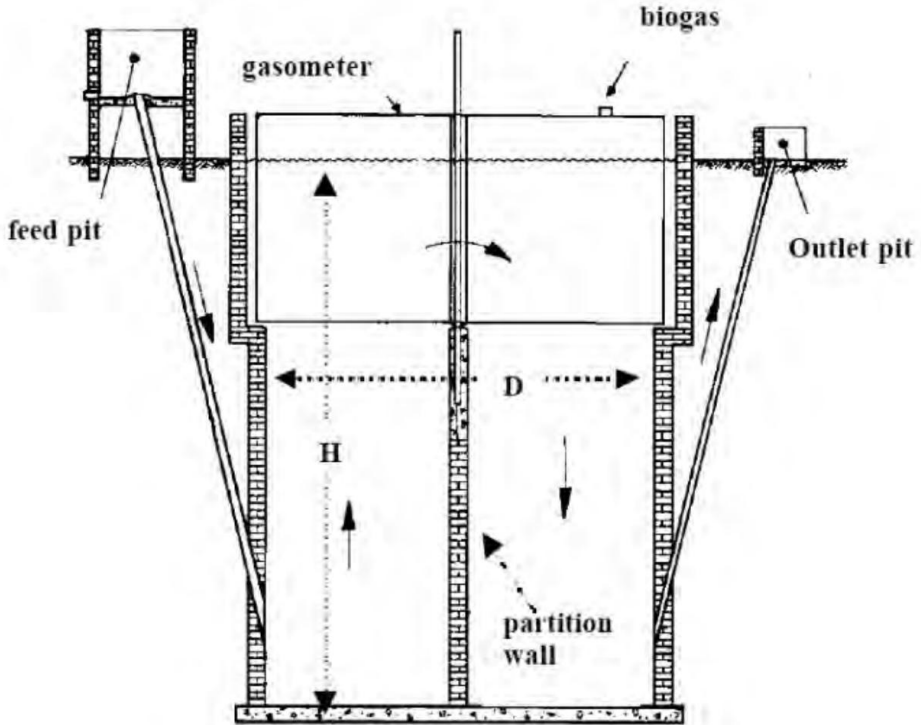
सिमेंट दंडगोलाकार घुमट धातूच्या शीटपासून बनलेला असतो आणि बायोगॅस साठवून ठेवत असताना वर खाली सरकतो. डायजेस्टर चालू पद्धतीत चालवले जाते आणि बहुतेक वेळा अनुलंब, जवळजवळ दंडगोलाकार बांधलेले असते. सडलेल्या जागेने जमीन भरली आहे आणि त्याला दुभाजक भिंत आहे.

ही विभाजक भिंत सुधारते आणि ताजे स्लाईम गॅस पुन्हा छोट्या मार्गाने धरून ठेवते.

वायू फ्लोटिंग गॅस लॉकमध्ये गोळा केला जातो. स्टील गॅस लॉकमध्ये ढवळणे घटक दिलेले आहेत.

स्विमिंग लेयरचा नियतकालिक विनाश गॅस लॉकच्या मॅन्युअल ढवळण्याचा वापर करून केला जातो. स्विमिंग गॅस लॉकच्या जडपणामुळे विनंती केलेला गॅस दाब उद्धवतो. गॅस लॉकवर वस्तू ठेवून सरावामध्ये गॅसचा दाब मुळात बदलता येतो.

हा प्रकार एकसंध सामग्रीसाठी योग्य आहे, जसे की प्राण्यांच्या मलमूत्रासाठी जे बुडणारे थर तयार करू शकत नाहीत. हिरवा कचरा विभाजित करणे आवश्यक आहे. जर ते मोठ्या प्रमाणात वाटपांमध्ये मिसळले गेले तर ते डायजेस्टरला अडथळा निर्माण करेल. सामान्यतः, भारतीय डायजेस्टर्सच्या अनेक डिझाईन्स आहेत: फ्लोटिंग गॅस होल्डर प्रकार बायोगॅस प्लांट (KVIC मॉडेल), दीनबंधू मॉडेल आणि प्रगती मॉडेल. केव्हीआयसी मॉडेल हे मेसनरी डायजेस्टर आणि मेटॅलिक डोमचे संमिश्र युनिट आहे, जेथे गॅस धारकाच्या वरच्या आणि खालच्या दिशेने सतत दाब राखला जातो. दीनबंधू मॉडेलमध्ये त्यांच्या पायथ्याशी जोडलेल्या वेगवेगळ्या व्यासाच्या दोन गोलाकारांचे विभाग असतात, जेथे या मॉडेलला KVIC मॉडेलच्या तुलनेत कमी खर्चाची आवश्यकता असते. प्रगती मॉडेल हे दीनबंधू आणि केव्हीआयसी डिझाइनचे संयोजन आहे, जिथे डायजेस्टरचा खालचा भाग अर्धगोलाकार आहे आणि शंकूच्या आकाराचा तळाशी आहे आणि फ्लोटिंग ड्रम गॅस स्टोरेज म्हणून काम करतो.



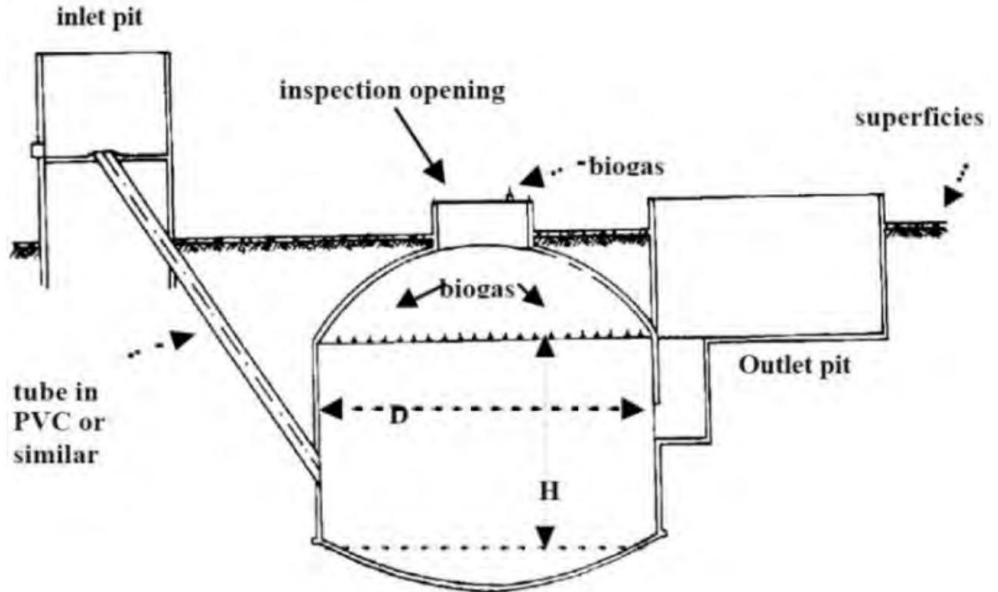
अंजीर 1. भारतीय-प्रकार डायजेस्टर (फ्लोटिंग, 2003)

३.३.२ चिनी डायजेस्टर

चायनीज-प्रकारचे मॉडेल डायजेस्टर (Fig. 2) मध्ये एक दंडगोलाकार शरीर, दोन गोलाकार घुमट, इनलेट पिट, आउटलेट पिट आणि एक तपासणी उघडणे (फ्लोरेन्टिनो, 2003) यांचा समावेश आहे. डायजेस्टर सिमेंट आणि विटा वापरून बनवलेले असून ते कायमस्वरूपी रचना आहे. ज्याप्रमाणे भारतीय डायजेस्टरमध्ये कचरा पोसण्यासाठी आणि कंपोस्ट केलेला कचरा गोळा करण्यासाठी दोन नाले आहेत.

बायोगॅस वरच्या चेंबरमध्ये गोळा केला जातो आणि खालच्या चेंबरमध्ये कचरा कुजतो. जर वायूचा दाब वातावरणीय दाब (1 बार) पेक्षा जास्त असेल आणि घुमटातून वायू काढला जात नसेल, तर रॉट सबस्ट्रेट रिअॅक्टरमधून भरलेल्या पाईपमध्ये पिळून काढला जातो, परंतु अनेकदा काउंटरपोईज पूलमध्ये. जर उत्पादित वायू वापरलेल्या वायूपेक्षा जास्त असेल तर स्लाईमची पातळी वाढेल. गॅस काढताना वापरलेल्या वायूचे प्रमाण उत्पादित वायूपेक्षा जास्त असल्यास, स्लाईमची पातळी बुडेल आणि रॉट स्लाईम परत वाहून जाईल. काउंटरपोईज पूलची मात्रा खूप मोठी असणे आवश्यक आहे जेणेकरून दाबलेले रॉट सबस्ट्रेट उच्च वायूच्या प्रमाणात पचले जाऊ शकते. प्रॅक्टिसमध्ये गॅसचा दाब स्थिर नसतो. साठवलेल्या वायूच्या प्रमाणात ते वाढते. गॅस नियमितपणे तयार करणे आवश्यक आहे; त्यामुळे गॅस प्रेशर ऑर्गनायझर किंवा स्विमिंग गॅस रिपॉझिटरी रूम महत्वाचे आहे.

बायोगॅस डोम डायजेस्टर पूर्णपणे जमिनीखाली गाडले गेले आहेत या वस्तुस्थितीमुळे, किण्वन तापमान दिवसा/रात्रीच्या तापमानात बदल केले पाहिजे, फक्त ± 2 °C च्या सहनशीलतेच्या श्रेणीमध्ये. उन्हाळा आणि हिवाळ्यातील फरक मोठा आहे आणि हवामान क्षेत्राच्या अधीन आहे. बायोगॅस डोम डायजेस्टरला ढवळणे प्रदान केले जाऊ शकते. लहान कौटुंबिक घरगुती युनिट्समध्ये, बायोगॅस डोम डायजेस्टरसाठी मिक्स कन्कोक्शन स्थापित केले जाते. बायोगॅस डोम डायजेस्टरचे वेगवेगळे बांधकाम आणि बांधकाम प्रकार चिनी डायजेस्टरसाठी सिद्ध झाले; जेणेकरून मोठ्या संख्येने बांधकाम पद्धती वापरल्या जातात.

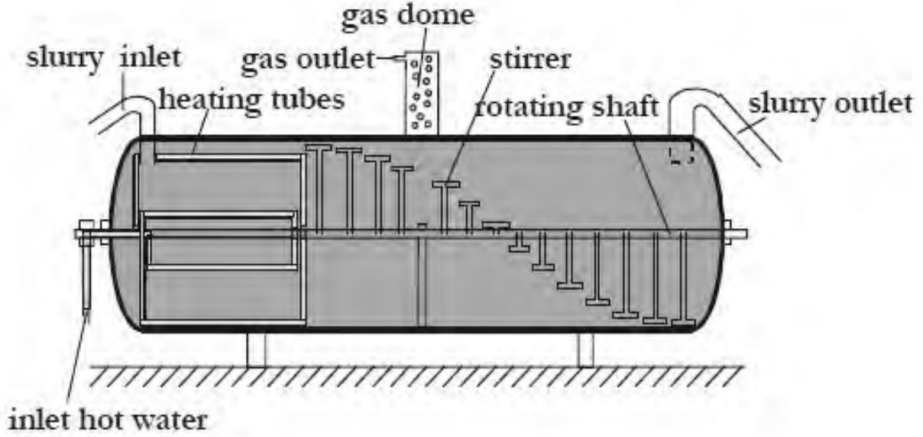


अंजीर 2. चायनीज-प्रकार डायजेस्टर (फ्लोरेन्टिनो, 2003)

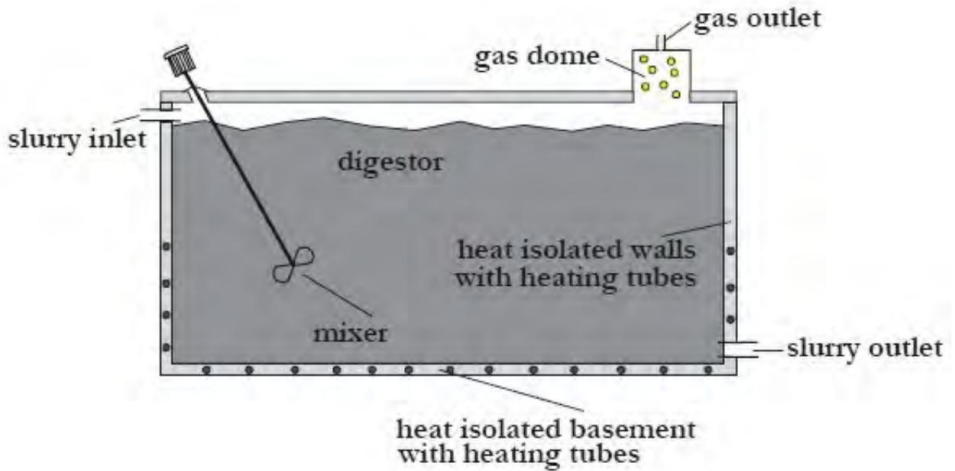
3.4 डायजेस्टरची रचना

सर्वात सामान्य डायजेस्टर डिझाइन बेलनाकार आहे. डायजेस्टर्सचे क्षैतिज आणि उभ्या डिझाइनमध्ये वर्गीकरण केले जाऊ शकते (चित्र 3). सध्या, एकजिनसीकरणासाठी फिरणारे प्रोपेलर किंवा विसर्जन पंप असलेले अनुलंब कॉंक्रीट किंवा स्टील डायजेस्टर व्यापक आहेत. उभ्या टाक्या फक्त एका बाजूला पाईपमध्ये फीडस्टॉक घेतात, तर दुसऱ्या बाजूला पाईपमधून डायजेस्टेट ओव्हरफ्लो होते. क्षैतिज प्लग-फ्लो सिस्टीममध्ये, अधिक घन फीडस्टॉक प्लग म्हणून वापरला जातो जो क्षैतिज डायजेस्टरमधून वाहतो त्या दराने त्याला दिले जाते. उभ्या टाक्या चालवायला सोप्या आणि स्वस्त असतात, परंतु फीडस्टॉक इष्टतम कालावधीसाठी डायजेस्टरमध्ये राहू शकत नाही.

क्षैतिज टाक्या बांधणे आणि चालवणे अधिक महाग आहे, परंतु फीडस्टॉक डायजेस्टरला फार लवकर सोडणार नाही किंवा डायजेस्टरमध्ये जास्त काळ आर्थिकदृष्ट्या दीर्घकाळ टिकणार नाही.



(अ)



(ब)

अंजीर 3. क्षैतिज (अ) आणि अनुलंब (ब) डायजेस्टर (ग्रोनाउअर आणि नेसर, 2003)

अॅनारोबिक डायजेस्टर जमिनीच्या वर किंवा खाली बांधले जाऊ शकतात. एक पर्याय म्हणजे डायजेस्टरचा एक भाग पुरला जाऊ शकतो. जमिनीच्या वर बांधलेले ऍनारोबिक डायजेस्टर हे दाब सहन करण्यासाठी स्टीलच्या संरचना आहेत; म्हणून, डायजेस्टर भूमिगत बांधणे सोपे आणि स्वस्त आहे. तथापि, जमिनीच्या वर बांधलेल्या डायजेस्टरसाठी देखभाल करणे खूप सोपे आहे आणि काळ्या कोटिंगमुळे काही सोलर हीटिंग प्रदान करण्यात मदत होईल.

4. बांधकाम साहित्य आणि परिमाणे

प्रबलित काँक्रीट विशिष्ट प्रमाणात समुच्चय (रेव आणि वाळू), सिमेंट आणि पाणी (बार्तली, 1999) यांचे पुरेसे मिश्रण करून मिळते.

पाणी:सिमेंट प्रमाण 0.53 L kg-1 आहे

आणि सिमेंट: वाळू: रेव वस्तुमान प्रमाण 1:2.2:3.7 आहे मजले, ड्राइव्हवे, स्ट्रक्चरल बीम आणि स्तंभांसाठी (लिंडली आणि व्हिटेकर, 1996). बायोगॅस प्लांटमध्ये सिलेंडरिकल कास्ट-इन-प्लेस काँक्रीट टाक्या सामान्यतः दीर्घ कालावधीत द्रव खत साठवण्यासाठी वापरल्या जातात. भूजल प्रदूषण आणि मजबुतीकरण रॉड्सची गंज टाळण्यासाठी सेवायोग्य टाकी जलरोधक असावी. म्हणून, या टाक्या वेगवेगळ्या डिझाइनचे भार सहन करण्यासाठी डिझाइन केल्या पाहिजेत, म्हणजे डायजेस्टरच्या बाहेरील मातीचा भार जो भूगर्भात गाडला गेला आहे आणि डायजेस्टरमध्ये साठलेल्या द्रवाचा भार. द्रव खत बहुतेकदा मोठ्या दंडगोलाकार काँक्रीट टाक्यांमध्ये साठवले जाते, जे अंशतः भूमिगत असतात. या टाक्यांची परिमाणे 18 ते 33 मीटर व्यासासह 2.4 ते 4.9 मीटर उंचीपर्यंत आणि भिंतीची एकसमान जाडी 150 ते 200 मिमी पर्यंत बदलते (गफूरी आणि फ्लिन, 2007; गॉडबाउट एट अल., 2003).

10% हेडस्पेस म्हणून टाकण्यासाठी 1.10 ने टॅकमध्ये साठवण्याच्या सबस्ट्रेट्सच्या व्हॉल्यूमचा गुणाकार करून टाकीच्या अंतर्गत व्हॉल्यूमची गणना केली जाऊ शकते. टाकी बांधण्यासाठी आवश्यक असलेले सिमेंट वस्तुमान (किलो), रेवचे प्रमाण (m³) आणि वाळूचे प्रमाण (m³) टाकीच्या काँक्रीटचे प्रमाण अनुक्रमे C, G, आणि S या स्थिरांकांनी गुणाकारून काढले जाऊ शकते, जेथे C दर्शवतो. 1 m³ काँक्रीट बनवण्यासाठी लागणारे सिमेंटचे वस्तुमान (325 kg m⁻³), G म्हणजे 1 m³ काँक्रीटसाठी आवश्यक रेवचे प्रमाण (0.8 m³ प्रति m⁻³ काँक्रीटचे रेव), आणि S म्हणजे वाळूचे प्रमाण 1 m³ काँक्रीटसाठी आवश्यक आहे (0.4 m³ वाळू प्रति m⁻³ काँक्रीट). लोखंडी सळ्यांचा प्रकार निवडावा. वेगवेगळे प्रकार (NØD m-1, जेथे N ही लोखंडी सळ्यांची संख्या प्रति मीटर लांबी आहे आणि D हा लोखंडी रॉडचा व्यास आहे) 6Ø6 m-1 (0.666 kg m-1) आणि 6Ø8 m-1 आहेत.

(0.888 kg m-1). काँक्रीट टॉपशिवाय टाकी बांधण्याच्या बाबतीत, दोन्ही प्रकारांचा वापर केला जाऊ शकतो.

दुसऱ्या बाजूला, काँक्रीटच्या शीर्षासह टाकी बांधण्याच्या बाबतीत, दोन लोखंडी ग्रिड्ससह 6Ø8 m-1 प्रकार वापरला जाणे आवश्यक आहे (समेर, 2008, 2010, 2011; समेर एट अल., 2008). डायजेस्टरच्या भिंतीची जाडी 35 सेमी असावी आणि ती प्रबलित काँक्रीटचा वापर करून डायजेस्टरमध्ये साठवलेल्या सामग्रीचा भार सहन करण्यासाठी तयार केली जाते. तसे 1 ते 3 व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्रासाठी विशिष्ट डायजेस्टर वैशिष्ट्ये, डायजेस्टर तयार करण्यासाठी आवश्यक प्रमाणात बांधकाम साहित्य आणि सबस्ट्रेट्सचे प्रमाण दर्शविते.

तपशील	मूल्य	युनिट
डायजेस्टरचा अंतर्गत व्यास	23	मी
डायजेस्टरचा बाह्य व्यास	२३.७	मी
डायजेस्टरची अंतर्गत उंची	6	मी
डायजेस्टरचा भाग पुरला	2	मी
डायजेस्टरची भिंत जाडी	0.30	मी
क्षमता	11820	m ³

तक्ता 1. व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्रासाठी ठराविक डायजेस्टर वैशिष्ट्ये

साहित्य	प्रमाण 36	युनिट
रेबार		टन
सिमेंट	३२०	टन
वाळू	400	m3
रेव	800	m3

तक्ता 2. डायजेस्टर तयार करण्यासाठी आवश्यक प्रमाणात बांधकाम साहित्य

साहित्य	प्रमाण 18	युनिट
कच्ची स्लरी स्टोरेज 1		m3
द्रव सेंद्रिय पदार्थ 2	२१	m3
द्रव सबस्ट्रेट 3	80	m3
कोरडे सेंद्रिय पदार्थ 4	२६७	m3 दिवस-1
एकूण सबस्ट्रेट्स 5	10750	m3

1 मिश्रण आणि पंपिंगसाठी 3 दिवसांचा कालावधी विचारात घ्या, दररोज 6 मीटर 3 दिवस खत जमा करणे -1, 1.8 मीटर 3 गाय-1 महिना-1, आणि 100 गायी 2

7 दिवसांचा साठवण कालावधी आणि 3 मीटर 3 दिवस द्रव सेंद्रिय पदार्थ जमा करण्याचा विचार करा -1

40 दिवसांचा स्टोरेज कालावधी आणि लिक्विड सबस्ट्रेट डिपॉझिशन 2 m3 दिवस-1 विचारात घ्या

4 दिवस-1 4 kg m3 चा डायजेस्टर लोड आणि 1.2 kg m-3 घनता विचारात घ्या

5 एकूण सबस्ट्रेट्सचे प्रमाण (10750 m3) जे 11820 m3 क्षमतेच्या डायजेस्टरमध्ये साठवले जावे

तक्ता 3. सबस्ट्रेट्सचे प्रमाण

5. बांधकामाचे टप्पे

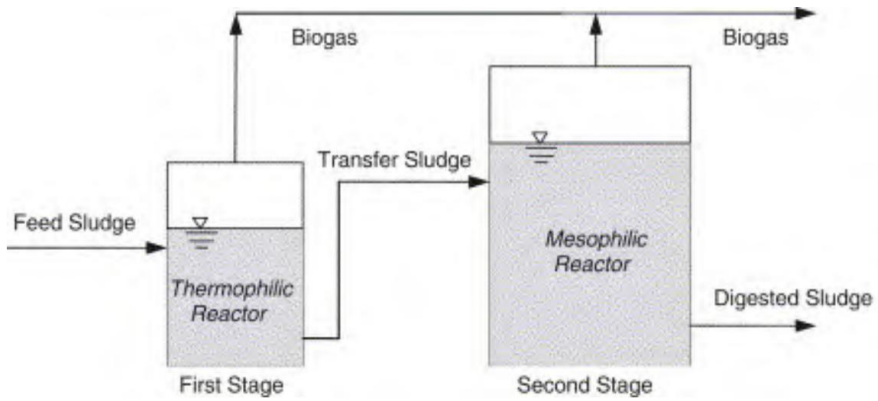
5.1 सुविधा लेआउट

एॅनेरोबिक पचन एका डायजेस्टरमध्ये पूर्ण केले जाऊ शकते आणि अशा प्रकारे या सुविधेला 'सिंगल-स्टेज बायोगॅस सुविधा' असे म्हणतात. इतर सुविधा मांडणीमध्ये, एॅनेरोबिक पचन दोन टप्प्यात केले जाऊ शकते, म्हणजे ऑपरेटिंग परिस्थिती अनुकूल करण्यासाठी दोन वेगवेगळ्या टाक्यांमध्ये, आणि अशा प्रकारे या सुविधेला 'टू-स्टेज बायोगॅस सुविधा' म्हणतात. सिंगल-स्टेज सुविधा ही दीर्घ ट्रॅक रेकॉर्डसह एक साधी रचना आहे, आणि कमी भांडवली खर्च आणि तांत्रिक समस्या आहेत. प्रत्येक स्टेज डिझाइन ऑप्टिमाइझ केल्यामुळे दोन-स्टेज सुविधेमध्ये ठेवण्याची वेळ कमी असते. द्वि-स्तरीय सुविधांमधून बायोगॅसचे संभाव्य उत्पादन जास्त आहे, परंतु त्यांना जास्त भांडवली खर्च आवश्यक आहे.

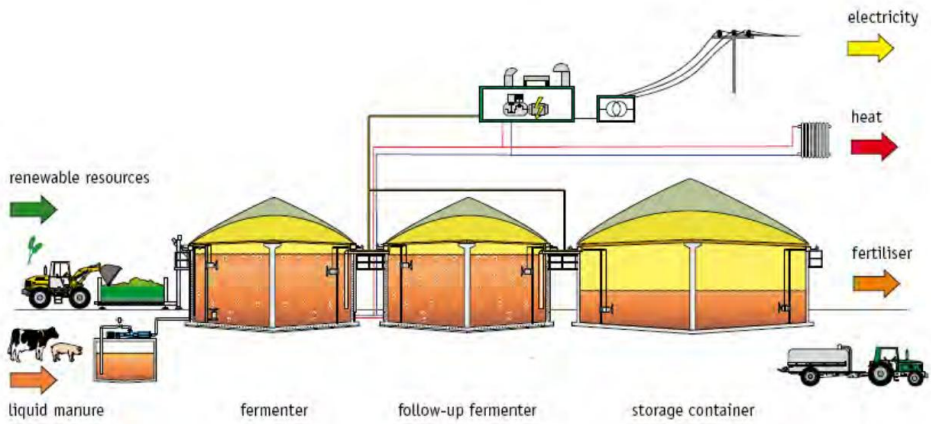
जमिनीची वैशिष्ट्ये भूजल पातळी यासारख्या साइटच्या तपासणीनंतर, सुविधा लेआउटचे नियोजन केले पाहिजे. व्यावसायिक बायोगॅस प्लांटमध्ये एक आंबणारा आणि दुय्यम आंबणारा किंवा तथाकथित "फॉलो-अप फर्मेंटर" यांचा समावेश असतो, जेथे दोन्हीचे परिमाण एकसारखे असतात, साधारणतः खालीलप्रमाणे: 6 मीटर उंची, अंतर्गत व्यास 23 मीटर आणि बाह्य व्यास 23.70 मीटर. याचा अर्थ असा होतो की fermenter च्या भिंतीची जाडी साधारणपणे 35 सेमी असते. एक अवशेष साठवण टाकी फर्मेंटर्सला जोडली जाते, जेथे टाकीचा अंतर्गत व्यास 25 मीटर, बाह्य व्यास 25.70 मीटर आणि उंची 6 मीटर (चित्र 4) आहे. सॉलिड फीडर हे फर्मेंटरच्या शेजारी स्थित आहे आणि टाक्या सर्व बाजूंनी हिरव्या पट्ट्याने वेढलेले आहेत जेथे क्षैतिज सायलो आहेत.



(a) MT-ENERGIE GmbH & Co. KG



(b) दोन-स्टेज अॅनारोबिक पचन प्रक्रियेची सामान्य प्रक्रिया योजना (ब्लुमेनसॅट आणि केलर, 2005)



(c) BIOGAS NORD GmbH

अंजीर. 4. दोन-स्टेज बायोगॅस प्लांटसाठी सुविधा लेआउट

5.2 परिमाण चिन्हांकित करणे

बायोडायजेस्टर युनिटसाठी आकारमानांचे चिन्हांकन (चित्र 5) उत्खनन कार्य सुरू करण्यापूर्वी केले पाहिजे. मार्किंग उत्खनन आणि बांधकाम कामांची तयारी मानली जाते. डायजेस्टरच्या सभोवतालच्या 3 मीटर रुंदीच्या कार्यक्षेत्राचा विचार केला पाहिजे, जेथे कामगार या क्षेत्राचा वापर टाकीच्या पायाभोवती बांधकाम कार्ये साध्य करण्यासाठी करतील.

कॉंक्रीट बेसची रचना तयार करण्यासाठी, म्हणजे डायजेस्टरच्या तळाशी.



अंजीर. 5. बायोडायजेस्टरसाठी परिमाण चिन्हांकित करणे

5.3 उत्खनन कामे

खोदण्याची खोली जमिनीच्या वैशिष्ट्यांवर अवलंबून असते. बाजूचा कल एकसंध जमिनीसाठी प्रत्येक मीटर खोलीसाठी 30 सेमी, हलक्या जमिनीसाठी 60 सेमी ते एक मीटर आणि वालुकामय जमिनीसाठी 90 सेमी असावा.



(a, b) बायोगॅस प्लांट डिझाइन

अंजीर. 6. घरगुती युनिट्ससाठी उत्खनन कार्य करते

खड्ड्याचा तळ अवतल असावा, जिथे डायजेस्टरचा मध्य सर्वात अवतल असावा. साधारणपणे, खड्ड्याचा आकार डायजेस्टरच्या डिझाइनवर अवलंबून असतो, जेथे गोल-आकाराच्या घरगुती युनिट्सच्या बाबतीत (Fig. 6a आणि b) खड्ड्याच्या तळाच्या मध्यभागी एक मार्गदर्शक लाकडी पोस्ट स्थापित केली जाते. एक स्ट्रिंग पोस्टशी जोडलेली आहे आणि खड्ड्याचा गोल-आकार सेट करण्यासाठी वापरली जाते. दुसरीकडे, व्यावसायिक बायोगॅस प्लांट्सच्या बाबतीत (चित्र 7), एकूण स्टेशन, टिओडोलिट किंवा लेझर लेव्हलिंगचा वापर सर्वेक्षणासाठी केला जातो. मोठ्या डायजेस्टरसाठी, म्हणजे व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्रासाठी, उत्खनन साध्य करण्यासाठी बुलडोजरचा वापर केला जातो (चित्र 7).



अंजीर 7. व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्रासाठी उत्खनन कार्य करते

5.4 डायजेस्टरच्या तळाची तयारी

खड्ड्याचा तळ साफ केला पाहिजे, आणि ग्राडिग तयार केला गेला आहे (चित्र 8) एकतर 606 m-1 किंवा 608 m-1 सारख्या पूर्व-निवडलेल्या लोखंडी सळ्या वापरून. त्यानंतर, काँक्रीट मिश्रण ओतले जाते (चित्र 9 आणि 10). पाणी:सिमेंट गुणोत्तर 0.53 L kg-1 आणि सिमेंट:वाळू:रेव वस्तुमान प्रमाण 1:2.2:3.7 आहे. काँक्रीट बेसची जाडी 10-25 सेंटीमीटर दरम्यान असते जी मातीची वैशिष्ट्ये आणि भूजल पातळी यावर अवलंबून असते.



अंजीर 8. व्यावसायिक बायोगॅस प्लांटसाठी गिड इस्त्रीची रचना करणे (MT-ENERGIE GmbH & Co. KG)



अंजीर 9. व्यावसायिक बायोगॅस प्लांटसाठी काँक्रीटचे मिश्रण ओतणे (BIOGAS NORD GmbH)



अंजीर. 10. घरगुती युनिटचा काँक्रीट तळ

5.5 डायजेस्टर तयार करणे

व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्रांच्या बाबतीत, डायजेस्टर मोठा असतो कारण त्याचा व्यास 25 मीटरपर्यंत पोहोचू शकतो; म्हणून, काँक्रीटची रचना मजबूत केली पाहिजे (चित्र 11). म्हणून, डायजेस्टरच्या खालच्या प्लेटपासून सुरू होणारी डायजेस्टरची भिंत मजबूत करण्यासाठी 2 लोखंडी ग्रिड तयार करण्यासाठी लोखंडी सळ्या वापरल्या जातात.

लोखंडी रॉडची प्रमाणित लांबी 12 मीटर आहे. मानक लोखंडी सळ्या लहान लोखंडी सळ्यांमध्ये कापल्या जातात आणि नंतर त्यांचा वापर टाकी बांधण्यासाठी केला जातो. त्यानंतर, एकतर लाकूड पटल किंवा आधीपासून तयार केलेल्या धातूच्या शीटचा वापर लोखंडी ग्रिड्स बंद करण्यासाठी आणि द्रव काँक्रीटसाठी कंटेनर तयार करण्यासाठी केला जातो. जेव्हा डायजेस्टर भिंत बांधली जाते, तेव्हा टाकीच्या अंतर्गत भिंतीचा सुमारे एक तृतीयांश भाग संरक्षण थराने झाकलेला असतो जेणेकरून भिंतीच्या अंतर्गत मुखाचे क्षरण होण्यापासून संरक्षण होईल.



अंजीर 11. व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्रासाठी डायजेस्टर भिंत बांधणे

घरगुती युनिट्सच्या बाबतीत, डायजेस्टर (चित्र 12) बांधण्यासाठी जळलेल्या चिकणमातीच्या विटा वापरल्या जातात आणि डायजेस्टरच्या भिंती उघड झाल्याच्या कारणास्तव ते 100 किलो सेमी -2 पर्यंत दाब सहन करण्यास सक्षम असावेत. डायजेस्टरच्या जवळ मातीचा दाब आणि हलणारी उपकरणे. 1:4 ने सिमेंट आणि वाळूच्या मिश्रणाचा मोर्टार वापरला जातो. योग्य उंचीपर्यंत बांधकामाचा पाठपुरावा केला जातो आणि पाईप्सचे प्रवेश किंवा बाहेर पडण्याचे छिद्र भरण्याच्या सामग्रीद्वारे अवरोधित केले जातात.



अंजीर 12. जळलेल्या मातीच्या विटा वापरून घरगुती युनिटची डायजेस्टर भिंत बांधणे

5.6 गरम नळ्या एकत्र करणे

डायजेस्टर तयार करणे हे हीटिंग ट्यूब्सच्या एकत्रीकरणाशी संबंधित आहे. भिंत बांधण्याची सुरुवात लोखंडी ग्रिड्सच्या संरचनेपासून होते जी लाकूड पॅनेलने किंवा आधीपासून तयार केलेल्या धातूच्या शीटने बंद केली जाईल आणि काँक्रीट ओतण्यापूर्वी, गरम नळ्या एकत्र केल्या पाहिजेत (चित्र 11 आणि 13). हीटिंग ट्यूब पॉलिक्लिनॉयल क्लोराईड (PVC) च्या बनलेल्या असतात, या नळ्यांच्या आत गरम पाणी डायजेस्टर गरम करण्यासाठी वाहते. पाण्याचे तापमान अनुक्रमे 35 oC किंवा 55 oC असते जे वापरलेल्या जीवाणूवर थर्मोफिलिक बॅक्टेरियाचे मेसोफिलिक म्हणून अवलंबून असते. दुसरीकडे, इतर डिझाईन्समध्ये डायजेस्टर भिंतीच्या अंतर्गत पृष्ठभागावर हीटिंग ट्यूब स्थापित केल्या जातात.



अंजीर 13. हीटिंग ट्यूब्स एकत्र करणे (बायोगॅस नॉर्ड जीएमबीएच)

5.7 गॅस धारक तयार करणे

छत्रीच्या रूपात लाकूड किंवा स्टीलची रचना तयार केली जाते आणि नंतर छत्रीच्या संरचनेवर जाळीचे जाळे जोडले जाते (चित्र 14 आणि 15). हवा समर्थित दुहेरी पडदा कव्हर, ज्यामध्ये गॅस धारक समाविष्ट आहे, संरचनेवर आरोहित आहे. गॅस संग्राहकाचा लवचिक पडदा, म्हणजे धारक, वायू दाबाचे कार्य म्हणून वर आणि खाली हलतो. दुसरीकडे, स्टोरेज टँक कव्हर असंख्य आहेत: (1) बंद कव्हर (कोंक्रीट, प्लास्टिक आणि तंबू), (2) स्ट्रॉ कव्हर, (3) ग्रेन्युलेट (पर्लाइट), (4) स्विमिंग विनाइल कव्हरिंग आणि (5) ओपन लेगून आणि ओपन स्टोरेज टाक्या म्हणून उघडा.



अंजीर. 14. व्यावसायिक बायोगॅस प्लांट (MT-ENERGIE GmbH & Co. KG) मध्ये डायजेस्टरच्या गॅस धारकास समर्थन देणारी लाकडी रचना आणि जाळी नेटवर्क



अंजीर. 15. मेश नेटवर्क जे घरगुती युनिटच्या गॅस धारकास समर्थन देते

5.8 तंत्रज्ञान स्थापना

जे तंत्रज्ञान स्थापित केले जावे त्यात फिलिंग इंडिकेटर, नळ्या, मापन यंत्रे आणि मीटर, वीज नेटवर्क, फायबर केबल्स ... इ. त्यानंतर, गॅस कलेक्टर तसेच जास्त आणि कमी दाबाचे सेफगार्ड आणि एअर सपोर्ट फॅन स्थापित केले पाहिजेत.

आकृती 16 तंत्रज्ञानाच्या स्थापनेचे विहंगावलोकन दर्शवते.



(a) MT-ENERGIE GmbH & Co. KG (b) BIOGAS NORD GmbH

अंजीर 16. तंत्रज्ञान स्थापना

5.9 इन्सुलेशन स्थापित करणे

आकृती 17 प्रमाणे डायजेस्टरला मोटारने किंवा फोमच्या शीटचा वापर करण्याची ही प्रक्रिया आहे.

हे सर्वात महत्वाचे बांधकाम चरणांपैकी एक आहे आणि काळजीपूर्वक आणि अचूकपणे साध्य केले पाहिजे. अस्तरांच्या बाबतीत, प्रक्रिया 1% सिलिका असलेल्या मोटार वापरून केली जाते. अस्तर पूर्ण झाल्यानंतर, पेट्रोलियम अल्ब्युमेन वापरून डायजेस्टर पेंट केले जाते. इतर डिझाईन्समध्ये, भिंती नॉन-कॉरोडिंग आणि वेदर-प्रूफ अॅल्युमिनियम ट्रॅपेझॉइडल पॅनेल्सच्या आवरणाने उष्णतारोधक असतात. दुसरीकडे, ग्रामीण डायजेस्टर कोरड्या घाण आणि अभ्रकाच्या थरांनी लेपित आहेत.



अंजीर. 17. इन्सुलेशन स्थापित करणे (BIOGAS NORD GmbH)

6. माहिती तंत्रज्ञान आणि यांत्रिकीकरण

6.1 संगणक-सहाय्यित डिझाइन

बायोगॅस प्लांटचे नियोजन आणि डिझाइन करण्यासाठी, वेगवेगळ्या टाक्या (कच्ची स्लरी टाकी, द्रव सेंद्रिय पदार्थ टाकी, डायजेस्टर टाकी, दुय्यम डायजेस्टर टाकी आणि अवशेष साठवण टाकी) ची परिमाणे निर्दिष्ट करण्यासाठी आणि प्रमाणांची गणना करण्यासाठी समेर (2010) द्वारे सॉफ्टवेअर विकसित केले गेले. काँक्रीटचे बांधकाम करण्यासाठी लागणारे बांधकाम साहित्य (लोखंडी सळ्या, सिमेंट, वाळू आणि खडी). शिवाय, सॉफ्टवेअर भांडवली गुंतवणूक आणि निश्चित खर्च, परिवर्तनीय खर्च आणि एकूण खर्चाची गणना करण्यास सक्षम आहे. आकृती 18 इनपुट आणि आउटपुट डेटा विंडोचे वापरकर्ता इंटरफेस दाखवते.

Biogas Plant Sub-Model		Price of Fermenter Technology	
Ratio of gathered waste from manure canals to total waste	1	25000	Currency
Number of Cows in Farm	100 Cow(s)	Price of External Desulfurization System	50000 Currency
Manure Storage Volume per Cow and Month	1.8 m ³ /Animal Month	Price of Gas Purification Unit	15000 Currency
Duration of Mixing and Pumping (1-3)	3 Day	Volume of Daily Overflow from Secondary Fermenter	2 m ³ /day
Duration of Liquid Organic Matter Storage	7 Day	Price of Combined Heat and Power Plant	150000 Currency
Volume of Liquid Organic Matter	3 m ³ /Day	Duration of Residue Storage	15 Day
Number of Manure Pumps in Biogas plant	1	Biogas Plant Technology Lifetime	5 Year
Price of Manure Pump	4000 Currency	Variable Costs of Biogas Plant Technology	0 Currency/Year
Daily Liquid Substrate Deposition into Fermenter	2 m ³ /Day	Initialize storage Tanks:	
Residence Time (14 - 40)	40 Day	Initialize the raw slurry storage tank.	Initialize
Digester Load (2-4)	4 kg/m ³ Day	Initialize the Liquid Organic Matter Tank.	Initialize
Density of Dry Organic Matter	1.2 kg/m ³	Initialize the Fermenter Tank.	Initialize
Number of Solids Feeders in Biogas Plant	1	Initialize Residue Storage Tank.	Initialize
Price of Solids Feeder	25000 Currency	Calculations:	
Number of Mixing Devices in Biogas Plant	3	Calculate	Save
Price of Mixing Device	10000 Currency	Close	
Price of Fermenter Sump	12000 Currency		

(a) सामान्य इनपुट डेटासाठी वापरकर्ता इंटरफेस

Biogas Plant Sub-Model: Part Two

Initialize the calculations of Fermenter Tank

Number of Secondary Fermenter Tanks **Tank(s)**

Secondary Fermenter Tanks Lifetime **Year**

Volume of the Materials stored in the tank: m³

Internal Height of the Tank: m

Base Thickness of the Tank: m

Wall Thickness of the Tank: m

Width of the Operational Area (1 - 3): m

Height of the Buried Part of the Tank: m

Price of 1 m² of Tank Insulation: Currency/m²

Price of 1 m² of Protection Layer: Currency/m²

Price of Digging 1 m³: Currency/m³

Price of Bridging 1 m³: Currency/m³

Tank Top

With Tank Top Without Tank Top

Type of Iron Rods:

606/m 608/m

Number of Iron Rods per One Meter Length of Concrete:

Number of Gridrons:

Length of One Standard Iron Rod: m

Mass of 1 m Long of Iron Rod: Kg/m

Price of One Ton of Iron Rods: Currency/Ton

Price of 1 m³ Gravels: Currency/m³

Price of 1 kg Cement: Currency/kg

Price of 1 m³ Sand: Currency/m³

Employment Costs for 1 m³ of Concrete: Currency/m³

Price of Air Supported Double Membrane Cover: Currency

Price of Wood Structure Supporting Membrane Cover: Currency

Price of Steel Post Supporting Membrane Cover: Currency

Price of Heating System: Currency

Variable Costs of the Fermenter Tank: Currency/Year

Fermenter Tank Lifetime: Year

Volume of Required Gravels for Making 1 m³ Concrete: m³/m³

Mass of Required Cement for Making 1 m³ Concrete: kg/m³

Volume of Required Sand for Making 1 m³ Concrete: m³/m³

(b) डायजेस्टर टाकीच्या इनपुट डेटासाठी वापरकर्ता इंटरफेस

Fermenter Tank: Biogas Plant Sub-Model (4/5)

Biogas Plant Sub-Model: [The calculations of Fermenter Tank]

Item	Result
Internal Volume of the Tank	11821,33 m ³
Internal Radius of the Tank	25,04 m
External Radius of the Tank	25,34 m
External Perimeter of the Tank	159,23 m
Internal Perimeter of the Tank	157,25 m
Area of Protection Layer	314,7 m ²
Digging Works Volume	4697,49 m ³
Bridging Works Volume	662,07 m ³
Volume of the Buried Part of the Tank	4035,42 m ³
Tank Area	2017,71 m ²
External Area of Tank Wall	1011,13 m ²
Total Price of Tank Insulation	101113,23 Currency
Total Price of Protection Layer	92949,71 Currency
Total Price of Digging Works	92949,71 Currency
Total Price of Bridging Works	13241,33 Currency
Number of Iron Rods in Tank Perimeter	10259,05
Number of Iron Rods in Tank Height	10090,15
Total Number of Iron Rods in One Gridron	20357,2
Total Number of Iron Rods	40714,4
Total Number of Standard Iron Rods	3392,87
Iron Mass	36235,81 kg
Iron Mass	36,24 Ton
Total Price of Iron Rods	101460,28 Currency
Concrete Volume of the Tank	991,12 m ³
Gravels Volume	792,9 m ³
Total Price of Gravels	31715,91 Currency
Cement Mass	322114,66 kg
Total Price of Cement	112740,13 Currency
Sand Volume	396,45 m ³
Total Price of Sand	23786,93 Currency
Total Employment Costs for Concrete	24778,05 Currency
Capital Investment of the Tank	518520,41 Currency
Fixed Costs of the Tank	103704,08 Currency/year
Total Costs of the Tank	103704,08 Currency/year

(c) आउटपुट डेटासाठी वापरकर्ता इंटरफेस

अंजीर 18. बायोगॅस प्लांटसचे नियोजन आणि डिझाइन करण्यासाठी सॉफ्टवेअर (समेर, 2010)

6.2 गॅस प्रोसेसिंग युनिट

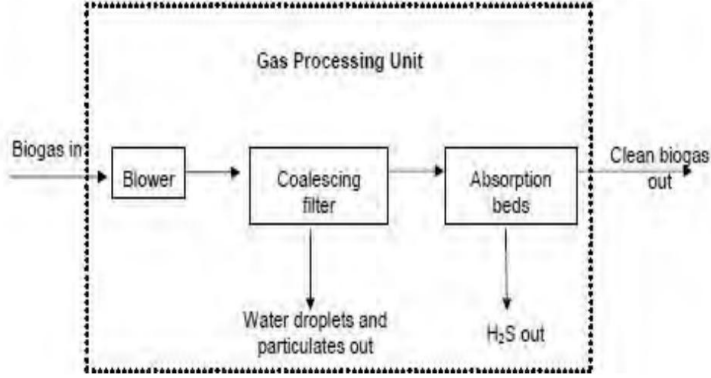
चंद्रसेकर (2006) यांनी गॅस प्रोसेसिंग युनिट (GPU) चे प्रात्यक्षिक दाखवले. पहिल्या टप्प्यात डायजेस्टरमधील बायोगॅस आर्द्रतेचे थेंब, कण आणि हायड्रोजन सल्फाइडपासून स्वच्छ केले जाईल. स्वच्छ केलेले वायू मिश्रण, ज्यामध्ये प्रामुख्याने मिथेन (CH₄) आणि कार्बन डायऑक्साइड (CO₂) असतात, नंतर स्टेज 2 मध्ये स्टीम रिफॉर्ममध्ये अति-उच्च शुद्धता हायड्रोजनमध्ये रूपांतरित केले जाईल. ही दृष्टी साकारण्यासाठी पहिली पायरी म्हणून, एक GPU स्थापित करण्यात आले (चित्र 19) जे बहुतेक पाण्याचे थेंब आणि कणांसह 99% पेक्षा जास्त हायड्रोजन सल्फाइड (H₂S) यशस्वीरित्या काढून टाकत आहे. स्टीम रिफॉर्म देखील स्थापित केला आहे.



अंजीर. 19. GPU चे सक्रिय कार्बन बेड (चंद्रसेकर, 2006)

डायजेस्टरमधील GPU बायोगॅसमध्ये ब्लोअरद्वारे 3 इंचापेक्षा जास्त पाण्याच्या स्तंभावर दाब दिला जातो. नंतर बहुतेक कण आणि पाण्याचे थेंब काढून टाकण्यासाठी ते कोलेसिंग फिल्टरमधून जाते. कोलेसिंग फिल्टरमध्ये गोळा केलेले पाणी एका विशिष्ट पातळीपर्यंत पोहोचले की आपोआप बाहेर पडते. बायोगॅस नंतर एका हीटरमध्ये सुमारे 85 °F पर्यंत गरम केले जाते आणि ते सलग दोन सक्रिय कार्बन बेडमधून जाण्यापूर्वी H₂S चे मूल सल्फरमध्ये रूपांतर होते.

प्रक्रिया ऑप्टिमाइझ केली गेली आहे जेणेकरून दर सहा महिन्यांनी एकदाच बेड बदलण्याची आवश्यकता आहे. ड्युअल बेडचे कॉन्फिगरेशन एक बेड बदलले जात असताना देखील सतत ऑपरेशन करण्यास अनुमती देते. बेड उत्पादकाला वापरलेले बेड बदलण्यासाठी करारबद्ध केले पाहिजे, ज्यामुळे शेतकऱ्याला सल्फर हाताळण्याची गरज नाही. डिझाइनसाठी किमान ऑपरेशन आणि देखभाल आवश्यक आहे आणि ते संगणकाद्वारे नियंत्रित करण्यासाठी सेट केले गेले आहे जे येणाऱ्या वायूच्या दाबाचे निरीक्षण करेल, ब्लोअरचे नियंत्रण आणि निरीक्षण करेल तसेच एक्झिट H₂S एकाग्रतेचे निरीक्षण करेल आणि बाहेर पडल्यास ब्लोअर/GPU बंद करेल. निर्धारित बिंदूपेक्षा मोठे आहे. GPU बंद झाल्यास, बायोगॅस आपोआप इंजिन जनरेटरला वीज निर्मितीसाठी पूर्वीप्रमाणे पुरवेल. GPU ची साधी योजना आकृती 20 मध्ये दर्शविली आहे.

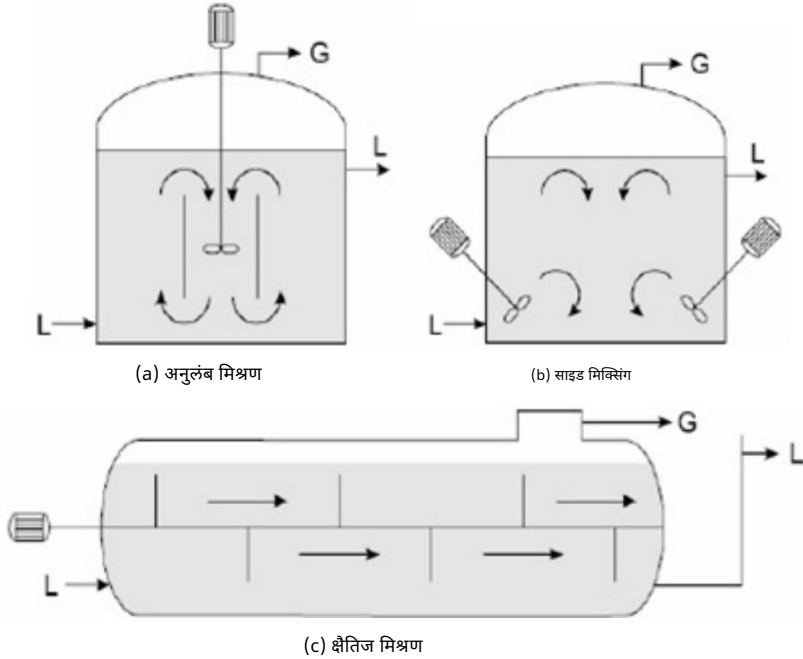


अंजीर. 20. GPU ची योजनाबद्ध (चंद्रसेकर, 2006)

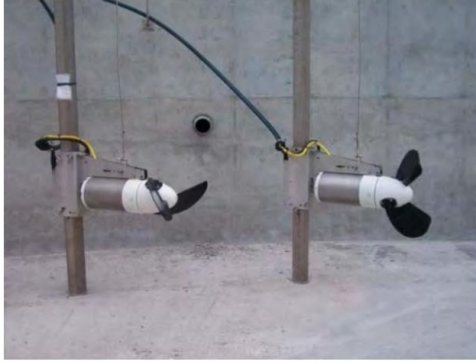
6.3 मिक्सिंग तंत्रज्ञान

यांत्रिक मिश्रणाचे प्रकार (चित्र 21) आहेत: अनुलंब मिश्रण, क्षैतिज मिश्रण आणि बाजूचे मिश्रण. सबमर्सिबल मोटर मिक्सिंग उपकरणे सहसा व्यावसायिक बायोगॅस संयंत्रांमध्ये वापरली जातात.

प्रत्येक उपकरण केबल आणि गियर संरक्षण प्रणालीद्वारे प्रदान केले जाते (चित्र 22). हलके आंदोलन पचनाचा वेग वाढवते, जड आंदोलनापेक्षा वेगळे ज्यामुळे प्रतिक्रियेचा वेग कमी होतो. 100 m³ पेक्षा जास्त क्षमता असलेल्या डायजेस्टरमध्ये, सामग्रीचे आंदोलन प्रदान करण्यासाठी उपकरणे स्थापित करणे आवश्यक आहे.



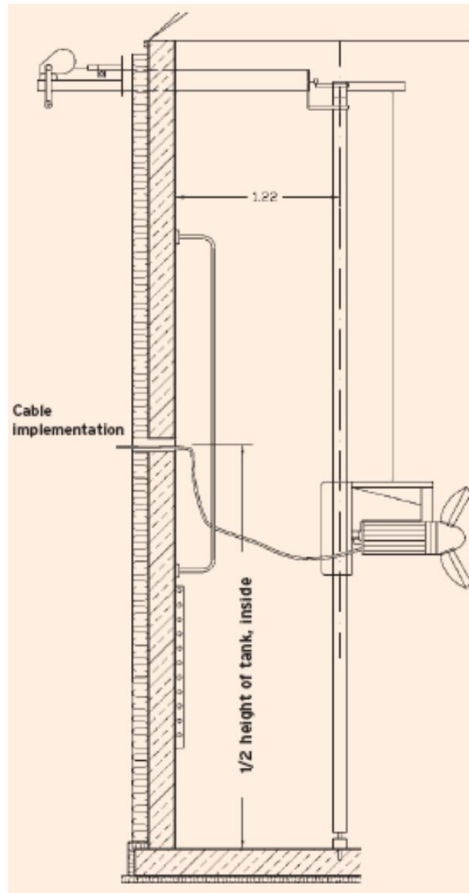
अंजीर 21. यांत्रिक मिश्रण



(a) सबमर्सिबल मोटर मिक्सिंग उपकरणे



(b) केबल आणि गियर संरक्षण प्रणाली



(c) मिक्सरवर केबलची अंमलबजावणी

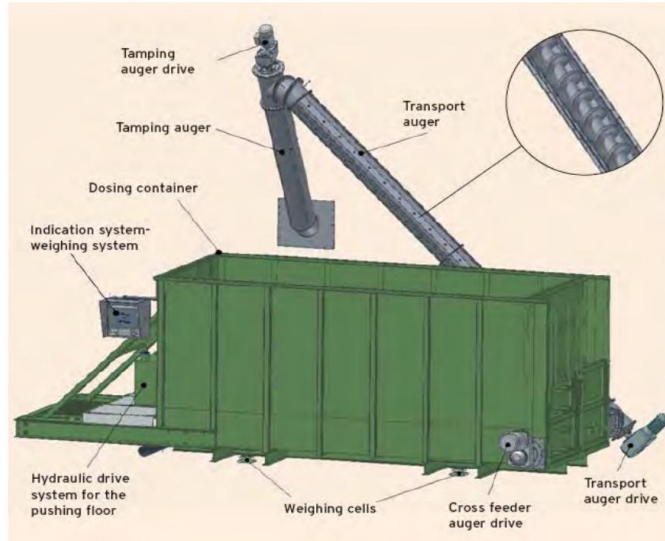
अंजीर. 22. गियर संरक्षण प्रणाली (MT-ENERGIE GmbH & Co. KG)

6.4 घन फीडर

सॉलिड फीडर (चित्र 23) हे एक साधन आहे जे घन बायोवेस्ट, म्हणजे कोरड्या सेंद्रिय पदार्थाद्वारे डायजेस्टरला फीड करते. सॉलिड फीडरमध्ये डोसिंग कंटेनर, पेरीचे वजन, ओळख/वजन प्रणाली आणि यांत्रिक प्रणाली असते. सॉलिड्स फीडरच्या यांत्रिक प्रणालीमध्ये पुशिंग फ्लोर, क्रॉस फीडर ऑगर ड्राइव्ह, ट्रान्सपोर्ट ऑगर ड्राइव्ह, ट्रान्सपोर्ट ऑगर, टॅपिंग ऑगर ड्राइव्ह आणि टॅपिंग ऑगरसाठी हायड्रॉलिक ड्राइव्ह सिस्टम असते.



(अ)



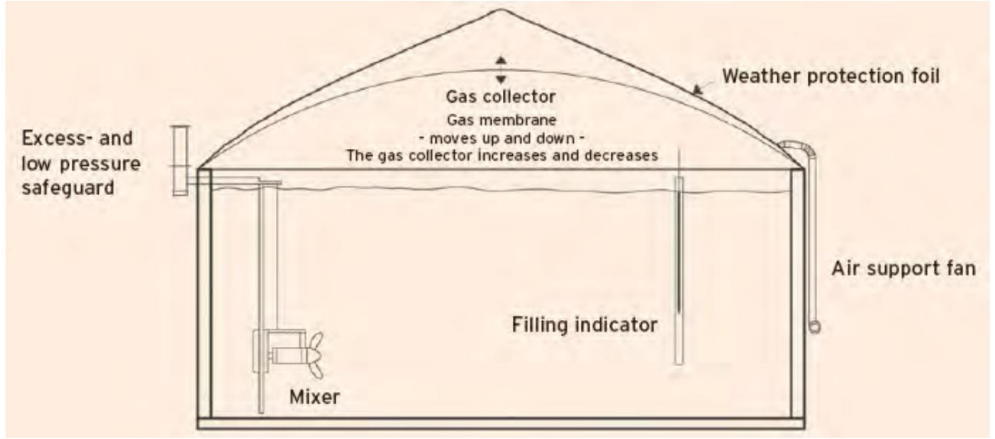
(ब)

अंजीर 23. सॉलिड्स फीडर (MT-ENERGIE GmbH & Co. KG)

6.5 आवरण पडदा

कव्हर मेम्ब्रेनमध्ये हवामान संरक्षण फॉइल, गॅसहोल्डर मेम्ब्रेन किंवा गॅस कलेक्टर, क्लॅम्प होज, गॅस कलेक्टरसाठी लेव्हल इंडिकेटर, जास्त आणि कमी-दाब सेफगार्ड आणि सपोर्टिंग स्ट्रक्चर (चित्र 24) यांचा समावेश होतो. हायड्रोजन सल्फाइड (H₂S) कमी करण्यासाठी डिसल्फुरायझेशन युनिट आतील पडद्यामध्ये (गॅशोल्डर) समाकलित केले जाते. कलेक्टर दोन शंकूच्या आकाराचे फॉइल आणि क्लॅम्प रेलसह गॅस-टाइट सीलबंद केले आहे.

कव्हरला आधार देण्यासाठी तीन रचना प्रकार आहेत, जे आहेत: (१) स्टील पोस्ट थेट कव्हरला समर्थन देते, (२) लाकडाची रचना (बुड पोस्टसह) कव्हरला समर्थन देते आणि (३) स्टील पोस्ट कव्हरला समर्थन देते. लाकडाची रचना जी कव्हरला आधार देते.

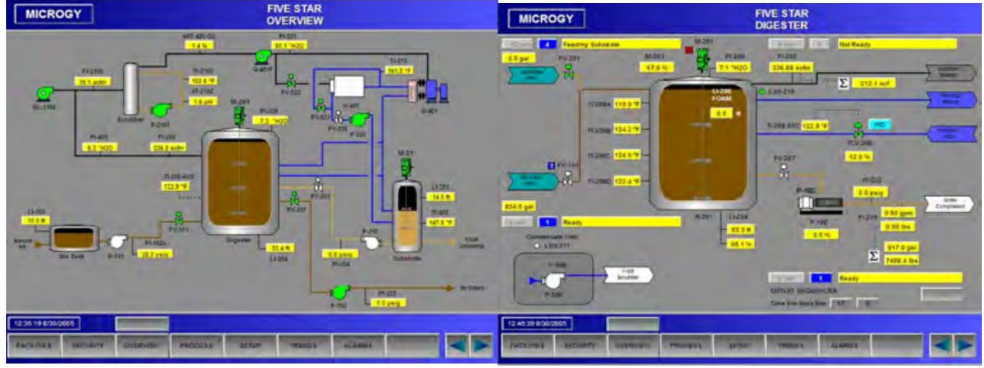


अंजीर. 24. एअर सपोर्टेड डबल मेम्ब्रेन कव्हर (MT-ENERGIE GmbH & Co. KG)

6.6 देखरेख आणि नियंत्रण

वैयक्तिक सुविधा घटकांवर संगणक तंत्रज्ञानाद्वारे दुरूनही निरीक्षण केले जाते. त्याच वेळी तांत्रिक प्रक्रिया, तसेच इनपुट आणि आउटपुटचे प्रमाण व्यवस्थितपणे दस्तऐवजीकरण केले जाते. संगणक प्रणालीमध्ये संगणकावर स्थापित केलेली साइटवरील नियंत्रण प्रणाली असते आणि कधीकधी साइटपासून दूर असलेल्या दुसऱ्या संगणकावर दुसरी रिमोट ऍक्सेस प्रणाली असते, उदा. कंपनीच्या मुख्यालयात. रिमोट कॉम्प्युटर राउटर (ISDN किंवा DSL) द्वारे साइटशी कनेक्ट केलेले आहे, ज्यामुळे साइटच्या रिमोट कंट्रोलची परवानगी मिळते.

वरीलपैकी कोणतेही संगणक डायजेस्टर चालणारे घटक (आंदोलक, पंप, फीडिंग सिस्टीम ... इ.), सहनिर्मिती युनिट आणि बायोगॅस विश्लेषक यांच्याशी जोडलेले केंद्रीय संयंत्र नियंत्रण प्रणाली नियंत्रित करून बायोगॅस संयंत्रावर नियंत्रण ठेवण्यास सक्षम आहे. नियंत्रण प्रणाली रिअल-टाइम स्थानिक आणि रिमोट ऑपरेशन आणि मॉनिटरिंग तसेच डेटा गोळा करण्यास परवानगी देते (चित्र 25).



अंजीर. 25. देखरेख आणि नियंत्रण प्रणाली (पर्यावरण पॉवर कॉर्पोरेशन)

7. बायोगॅस संयंत्र चालवणे

बायोगॅस वनस्पतींमध्ये बायोमासचे नियंत्रित किण्वन एक वायू तयार करते ज्याचा वापर मिथेनच्या उच्च टक्केवारीमुळे विद्युत आणि औष्णिक ऊर्जा तयार करण्यासाठी केला जाऊ शकतो. बायोगॅस प्लांट्स किंवा त्यांच्या मुख्य सबस्ट्रेट्समध्ये वापरण्यात येणारा कच्चा माल बहुतेकदा द्रव खत, कृषी उत्पादने आणि काही कृषी-औद्योगिक कचरा असतो. बायोगॅस प्लांट त्याच्या नूतनीकरणयोग्य कच्च्या मालांपैकी एक म्हणून सायलेज मका वापरू शकतो, व्हील लोडरच्या मदतीने, मका एकतर स्टोरेज बिन किंवा सॉलिड फीडरमध्ये दिला जातो, जे दिवसातून अंदाजे एकदा भरते.

सायलेज मका उर्जेने समृद्ध आहे, आणि त्याचे उत्पादन उच्च प्रमाणात असल्याने ते बायोगॅस कंपन्यांमध्ये वापरण्यासाठी अतिशय योग्य आहे. स्टोरेज बिन हायड्रॉलिक फ्लो डिस्चार्जरने सुसज्ज आहे जो सतत कन्व्हेयर बेल्टवर मका खातो. कन्व्हेयर बेल्ट अंतर्गत एक स्केल मक्याच्या सायलेजचे वजन नोंदवते. द्रव खत हे बायोगॅस प्लांट्समध्ये वापरले जाणारे सर्वात महत्वाचे मूलभूत सबस्ट्रेट आहे, मोठ्या टाकीमध्ये कमी प्रभावाने साठविल्यानंतर, ते पाईपद्वारे थेट मका कन्व्हेयर बेल्टच्या बाजूला असलेल्या ब्लेंडिंग पंपमध्ये पंप केले जाते, त्याच वेळी मका कन्व्हेयर बेल्टमधून खाली पडतो. विभाजक, जे दोन मिक्सिंग रोलर्ससह सुसज्ज आहेत, अशा प्रकारे मक्याचे सायलेज किण्वन करण्यापूर्वी मिसळले जाते. या तंत्रज्ञानाद्वारे, अनेक किण्वन टाक्या (ज्यांना फर्मेटर्स आणि डायजेस्टर म्हणूनही ओळखले जाते) ताजे सबस्ट्रेट्स पुरवणे शक्य आहे जरी ते एकमेकांच्या जवळ नसले तरीही. अन्न उद्योगातील द्रव कचरा हा बायोगॅस प्लांटमध्ये वापरला जाणारा तिसरा सबस्ट्रेट आहे, कारण अशा कचऱ्याची उपलब्धता लक्षणीयरीत्या बदलते, वास कमी करण्यासाठी आणि साथीच्या रोगांना प्रतिबंध करण्यासाठी मदत करण्यासाठी संपूर्ण सर्किटमध्ये एकत्रित करण्यासाठी एक मोठा स्टोरेज पिट स्थापित केला पाहिजे. काउंटर करंट प्रक्रियेचा वापर करून ट्यूबलर हीट एक्सचेंजरमध्ये द्रव कचरा गरम पाण्याने 70 डिग्री सेल्सियसमध्ये गरम केला जातो. एका तासासाठी गरम केल्यानंतर, सबस्ट्रेटचे हायड्रोजनेशन पूर्ण होते जेणेकरून ते fermenters मध्ये ओतले जाऊ शकतात.

फर्मेटर म्हणजे बायोगॅस तयार होण्याचे ठिकाण, थर सतत ढवळत राहतात ज्यामुळे वरच्या बाजूला किंवा तळाशी पदार्थाचे थर तयार होऊ नयेत, गरम पाण्याच्या नळ्या मिथेनच्या निर्मितीला गती देण्यासाठी सबस्ट्रेट 35 ते 55 oC दरम्यान गरम करतात. . गॅस निर्मिती प्रक्रिया पूर्ण करण्यासाठी आणखी 30 दिवस दुसऱ्या किण्वनात भरण्यापूर्वी थर सुमारे 30 दिवसांच्या कालावधीसाठी आंबायला ठेवा. किण्वन पूर्ण झाल्यावर पातळ द्रव सबस्ट्रेट दोन प्रबलित कॉंक्रीट टाक्यांमध्ये पंप केला जातो, जिथे तो शेतात बाहेर येईपर्यंत साठवला जातो.

7.1 गॅस मार्गदर्शन

जर किण्वन नियमितपणे बायोमासने भरले गेले जे हवाबंद गरम केले जाते आणि नियमितपणे ढवळले जाते, तर बायोगॅस काही दिवसात तयार होईल जेथे बायोगॅस तयार करणे ही एक जटिल आणि नाजूक प्रक्रिया आहे. सब्स्ट्रेटमध्ये असलेले उच्च दर व्यापणारे सेंद्रिय चरबी विविध प्रकारच्या जीवाणूंद्वारे पचले जातात, हा वायूच्या विकासाचा प्रारंभ बिंदू आहे, त्यातील सामग्री सतत ढवळत राहते, वायू हळूहळू कंटेनरच्या शीर्षस्थानी जातो आणि त्यात समाविष्ट असते. अंदाजे 50 ते 70% मिथेन, कार्बन डायऑक्साइड, पाण्याची वाफ, हायड्रोजन आणि हायड्रोजन सल्फाइड. पाण्याची वाफ आणि हायड्रोजन सल्फाइड गॅस निर्मात्याच्या वापरासाठी समस्याप्रधान असल्याने, बायोगॅस शुद्ध करणे आवश्यक आहे.

वायू प्रथम पाण्याच्या वाफेपासून स्वच्छ केला जातो. कंडेन्स पाणी गोळा केले जाते आणि कंडेन्सेशन शाफ्ट ते पंप करते. दुसरीकडे, आक्रमक ट्रेस गॅस हायड्रोजन सल्फाइड आता बायोलॉजिकल डिसल्फ्युरायझेशन युनिटमध्ये बायोगॅसमधून काढला जातो, कंटेनरमध्ये हवेचा परिचय करून काही जीवाणू संस्कृती जो साखळ्यांवर वसाहती स्थापित करण्यास सक्षम आहे. द

जीवाणू हायड्रोजन सल्फाइडचे विघटन करून निरुपद्रवी सल्फा आणि पाण्यात टाकतात. जवळजवळ दाब नसलेला बायोगॅस नंतर कंप्रेसरमध्ये टाकला जातो जेथे नंतर जळण्यासाठी आवश्यक असलेल्या 70 mbar दाबापर्यंत पाणी दिले जाते. कोणत्याही सस्पेंडिंग बाबींचा बायोगॅस मुक्त करणाऱ्या पाण्याची वाफ पूर्णपणे घनीभूत करण्यासाठी, बायोगॅस वॉशिंग ब्राइन प्रक्रियेच्या अधीन आहे, हे जवळजवळ अतिशीत बिंदूवर केले जाते, जेणेकरून वायू 5 अंश तापमानात थंड केला जातो. गॅसच्या शुद्धीकरणावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी, बायोगॅसची सतत ऑनलाइन मोजमाप प्रणालीद्वारे चाचणी केली जाते जी मिथेन, हायड्रोजन सल्फाइड आणि कार्बन डायऑक्साइडचे प्रमाण नोंदवते. हे उच्च दर्जाची कार्यक्षमता आणि सुरक्षिततेची हमी देते. बायोगॅसचे जास्त उत्पादन झाल्यास, जळत नसलेल्या मिथेन वायूसाठी गॅस फ्लेम चालवणे आवश्यक आहे जे वातावरणात बाहेर पडते जे बायोगॅससाठी हानिकारक आहे.

वातावरण

प्रतिवर्षी 15,000 टन बायोमास वापरून, वनस्पती एकूण 500 किलोवॅट वीज आणि उष्णता निर्माण करते. इष्टतम गॅस प्रोसेसिंग इंजिने किमान देखभाल खर्चासह अनेक वर्षे चालू शकतात. इंजिनला थंड करणाऱ्या पाण्यापासून 30% पर्यंत कचरा उष्णता एक्सचेंजर आणि फरमेंटरमध्ये वापरला जातो जेणेकरून अतिरिक्त उष्णता आवश्यक नसते, उर्वरित उष्णता औद्योगिक वनस्पती आणि घरे गरम करण्यासाठी देखील फायदेशीरपणे वापरली जाऊ शकते. कंबाईंड हीट अँड पॉवर प्लांट (CHP) द्वारे व्युत्पन्न केलेली विद्युत उर्जा उच्च व्होल्टेजमध्ये रूपांतरित केली जाते आणि त्यानंतर सुमारे 1000 घरांची वार्षिक गरज पूर्ण करणाऱ्या ग्रीडमध्ये वीज पुरवली जाऊ शकते.

7.2 उपकरणे आणि नियंत्रण

15,000 टन वार्षिक कार्य क्षमता असलेल्या बायोगॅस संयंत्राला नियंत्रण तंत्रज्ञानाच्या प्रभावी मोजमापाचा वापर करून कामाचे प्रमाण कमीत कमी ठेवण्यासाठी दररोज 3-5 तास काम करावे लागते. डेटाच्या सुरक्षित देवाणघेवाणीसाठी साइटवर नसलेल्या व्यक्तीला युनिटचे निरीक्षण आणि नियंत्रण करणे देखील शक्य आहे, म्हणजे युनिट दूरस्थपणे नियंत्रित केले जाऊ शकते. उदाहरणार्थ, आंदोलकांना चालू आणि बंद केले जाऊ शकते आणि सर्व घन पुरवठा उपकरणांचे निरीक्षण केले जाऊ शकते. खराबीबद्दल माहिती संगणक सेवेवर किंवा ऑपरेटरच्या मोबाइल फोनवर नोंदणीकृत केली जाऊ शकते, जेव्हा काहीही अनपेक्षित घडते तेव्हा ते अल्प प्रतिक्रिया वेळेची हमी देतात.

बायोगॅस प्लांट उच्च दर्जाचे जैव खते तसेच वीज तयार करतो, सब्स्ट्रेटमध्ये असलेले पोषक घटक टिकून राहतात आणि प्रवाहाप्रमाणे झाडांना सहज उपलब्ध होतात.

द्रव खताची शक्ती आणि त्यातील अमोनियाचे प्रमाण वाढले आहे, किण्वनामुळे द्रव खताचा अप्रिय वास आणि सेंद्रिय कचरा नाहीसा झाला आहे, कारण सेंद्रिय ऍसिडचे विघटन झाले आहे. त्यामुळे बायोगॅस प्रकल्प ऑपरेटर आणि त्यांचे शेजारी या दोघांसाठी उपयुक्त आहे.

8. निष्कर्ष

उपलब्ध डायजेस्टर डिझाईन्सचा प्रकारांमध्ये लवचिकता आहे. डायजेस्टरचे प्रकार आणि डिझाईन्स पचण्यासाठी फीडस्टॉकच्या प्रकारांसाठी निवडले जातात. टाकी डिझाइन, मिक्सिंग सिस्टम आणि इलेक्ट्रिकल जनरेशन सिस्टमसाठी सामान्य दृष्टीकोन आहेत. व्यावसायिक डायजेस्टरच्या तुलनेत घरगुती आणि शेती-आधारित बांधकाम गुणवत्ता पद्धती भिन्न आहेत.

9. संदर्भ

- बार्ताली, ई. (1999). बांधकाम साहित्याची वैशिष्ट्ये आणि कार्यप्रदर्शन, यामध्ये: CIGR हँडबुक ऑफ अॅग्रिकल्चरल इंजिनिअरिंग: अॅनिमल प्रोडक्शन अँड एक्वाकल्चरल इंजिनिअरिंग, E. Bartali, A. Jongebreur, and D. Moffitt, (eds.), 3-29, ASAE, ISBN 0-929355-98-9, सेंट. जोसेफ, मिशिगन, यूएसए
- Blumensaat, F. & Keller J. (2005). IWA अॅनारोबिक डायजेसन मॉडेल क्रमांक 1 (ADM1) वापरून दोन-स्टेज अॅनारोबिक डायजेसनचे मॉडेलिंग. जल संशोधन, खंड. 39, क्रमांक 1, पृ. 171-183, ISSN 0043-1354
- बायोगॅस प्लांट डिझाईन. <http://bio-gas-plant.blogspot.com/> BIOGAS NORD GmbH, Werningshof 2-4, 33719 Bielefeld, Germany. <http://www.biogas-nord.com/>
- चंद्रशेकर, ए. (2006). डेअरी खतापासून बनवलेल्या बायोगॅसपासून हायड्रोजन उत्पादनाचे प्रात्यक्षिक, 2006 ASABE वार्षिक आंतरराष्ट्रीय बैठकीची कार्यवाही, पेपर क्रमांक: 067065, पोर्टलँड, ओरेगॉन, यूएसए, 9-12 जुलै, 2006 पर्यावरण पॉवर कॉन्फरेंस, 120 व्हाईट प्लेन्स, NY1, Rd59 संयुक्त राज्य.
- www.environmentalpower.com
- फ्लोरेटिनो, एच. (2003). ग्रामीण डायजेस्टरला आकार देण्यासाठी गणिती साधन. Scientia Agricola, Vol. ६०, क्रमांक 1, पृ. 185-190, ISSN 0103-9016
- गफूरी, ई. आणि फ्लिन पीसी (2007). अॅनारोबिक डायजेस्टरचा आकार अनुकूल करणे. ASABE चे व्यवहार, Vol. 50, क्रमांक 3, पृ. 1029-1036, ISSN 2151-0032 गॉडबाउट, एस.; माकिविस, ए.; फाफर्ड, एम. आणि पिकार्ड, ए. (2003). माती, द्रव आणि वाहनांच्या भारांमधून दंडगोलाकार टाकीच्या भिंतीमध्ये अंतर्गत शक्तीचे विश्लेषणात्मक निर्धारण.
- कॅनेडियन बायोसिस्टम अभियांत्रिकी, व्हॉल. 45, pp. 5.7-5.14, ISSN: 1492-9058
- Gronauer, AG आणि Nesper S. (2003). फार्मस्वरील शाश्वत स्लरी व्यवस्थापनासाठी संकल्पना आणि तंत्र, प्राणी, कृषी आणि अन्न प्रक्रिया कचऱ्यावरील नवव्या आंतरराष्ट्रीय परिसंवादाची कार्यवाही, पेपर क्रमांक: 701P1203, नॉर्थ कॅरोलिना, यूएसए, ऑक्टोबर 12-15, 2003
- लिंडले, जेए आणि व्हिटेकर, जेएच (1996). कृषी इमारती आणि संरचना, ASAE, ISBN 0-९२९३५५-७३-३, सेंट जोसेफ, मिशिगन, यूएसए
- MT-ENERGIE GmbH & Co. KG, Vor dem Seemoor 1, 27404 Rockstedt, Germany. <http://www.mt-energie.com/>
- समेर, एम. (2011). खत साठवण आणि हाताळणी प्रणाली कशी तयार करावी? बायोसिस्टम्स आणि कृषी अभियांत्रिकीचे IST व्यवहार, खंड. 1, क्रमांक 1, पृ. 1-7, ISSN 1913-8741

समेर, एम. (2010). बायोगॅस प्लांट्सचे नियोजन आणि डिझाइन करण्यासाठी सॉफ्टवेअर प्रोग्राम.

ASABE चे व्यवहार, Vol. 53, क्रमांक 4, पृ. 1277-1285, ISSN 2151-0032

समेर, एम. (2008). गरम हवामानात डेअरी फार्म्सचे नियोजन आणि डिझाइन करण्यासाठी एक विशेषज्ञ प्रणाली, प्रबंध, VDI-MEG, ISSN

0931-6264, Script 472 Samer, M.; ग्रिम, एच.; हातम, एम.; Doluschitz, R. & Jungbluth T. (2008). एरोबिक उपचार

प्रणाली आणि त्यांच्या खत हाताळणी प्रणालीच्या बांधकामासाठी गणितीय मॉडेलिंग आणि स्पार्क मॅपिंग, कृषी अभियांत्रिकीवरील आंतरराष्ट्रीय

परिषदेची कार्यवाही, अॅब्सट्रॅक्ट्सचे पुस्तक पृ. 28, EurAgEng, Hersonissos, Crete, ग्रीस, जून 23-25, 2008