

چراغ دل به نور جان بر افروخت

به نام آن که جان را غنرت آموخت

سامانه‌هاک بیوگاز

اصول، طراحی، ساخت و بهره‌برداری

نویسندگان:

دکتر سید غلامرضا موسوی

استاد دانشگاه تربیت مدرس

مصطفی مهدویان پور

احسان آقایی

مجیدی پور اکبر

دانشجویان دکترای بهداشت محیط دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس

عنوان و نام پدیدآور	سامانه‌های بیوگاز (اصول، طراحی، ساخت و بهره‌برداری) / نویسندگان سیدغلامرضا موسوی... و دیگران.
مشخصات نشر	تهران: انتشارات یاررس، آتارسبجان ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۱۶۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-600-8501-05-3
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	نویسندگان سیدغلامرضا موسوی، مصطفی مهدویان‌پور، احسان آقایی، مجتبی پوراکبر.
موضوع	بیوگاز Biogas
شناسه افزوده	موسوی، سیدغلامرضا، ۱۳۵۴ -
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۶ س ۲ پ/ ۳۵۹ TP
رده‌بندی دیوینی	۶۶۵/۷۷۶
شماره کتابشناسی مل	۴۶۱۰۰۰

سامانه‌های بیوگاز

دکتر سیدغلامرضا موسوی، مهدویان‌پور، آقایی، پوراکبر

انتشارات یاررس (با همکاری انتشارات آتارسبجان)

محمد ایمانی

اول / فروردین ۱۳۹۶

۳۰۰ نسخه

سبجان

۱۱۸۰۰ تومان

۹۷۸-۶۰۰-۸۵۰۱-۰۵-۳

نام کتاب :

نویسندگان :

ناشر :

صفحه‌آرایی و طرح جلد :

نوبت و سال چاپ :

تیراژ :

چاپ :

قیمت :

شابک :

www.asaresobhan.com

mail:Info@asaresobhan.com

asaresobhan2006@yahoo.com

مرکز پخش: انتشارات آتارسبجان و یاررس

تهران: میدان انقلاب، خیابان انقلاب، نرسیده به خیابان ۱۲ فروردین،

ساختمان ولی عصر (عج) پلاک ۱۳۱۴، طبقه دوم

تلفن: ۶۶۹۷۱۱۱۲ - ۶۶۹۷۱۰۴۰ - ۶۶۴۹۳۷۹۶

فروشگاه

تهران: میدان انقلاب، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، پاساژ کتابسرای اندیشه، کتابفروشی آتارسبجان

تلفن: ۶۶۴۱۸۱۹۲

تمامی حقوق مادی و معنوی این اثر برای ناشر محفوظ می‌باشد.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت از طرفی افزایش تولید انواع مختلف پسماندها و مشکلات مدیریت و دفع بهداشتی مرتبط با آن را در پی داشته و از سوی دیگر منجر به افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای و مشکلات زیست محیطی ناشی از گرمایش جهانی شده است. بدون شک این مسائل تهدیدکننده رفاه زندگی بشری و مخرب اکوسیستم‌های زیست محیطی، می‌تواند با کاربرد فناوری بیوگاز به فرصتی بی‌بدیل برای دستیابی به یکی از انواع انرژی‌های پاک و مدیریت ایمن پسماندهای تولیدی و در نهایت توسعه پایدار زیست محیطی گردد.

استفاده از انرژی بیوگاز قدمتی نزدیک به دو قرن دارد و در کشورهای مختلفی چون چین، هندوستان، فیلیپین، هلند، آلمان و آمریکا حقیقاتی به منظور بهره‌گیری از بیوگاز و امکان توسعه و گسترش آن انجام شد. در سال‌های اخیر کشورهای توسعه یافته، سوئد، اتریش، آلمان، ایالات متحده آمریکا، هلند و دانمارک در ساخت نیروگاه‌های بیوگاز جزو پیشگامان این صنعت بودند.

متأسفانه با اینکه این انرژی پاک، حدیداً می‌تواند به منظور تامین انرژی دیگ‌های بخار صنایع، موتور ژنراتورهای تولید برق، مصارف خانگی، صنعت حمل و نقل به کار گرفته شود، تاکنون در ایران کاربرد عمومی نیافته است. با توجه به موارد ذکر شده در بالا و صورت توسعه استفاده از منابع غیرنفتی و انرژی‌های نو در کشور عزیزمان بر آن شدیم تا با تالیف مجموعه‌ای علمی، کاربردی و کوچکی که در حرکت به سوی توسعه پایدار کشور عزیزمان داشته باشیم.

امید است این کتاب بتواند به عنوان یک راهنمای کامل دانشجویان، محققان، پژوهشگران و مشاغل زیست محیطی مورد استفاده متخصصین قرار گیرد و تا حدودی کمبود کتاب‌های بررسی شده در این زمینه را جبران نماید.

نویسندگان

اسفند ۱۳۹۵

خواننده گرامی سلام

از این‌که به جای کپی برداری از این کتاب، آن را خریداری نموده‌اید و باعث ضرر و زیان نویسنده کتاب و انتشارات مربوطه نشده‌اید، از شما سپاسگزاریم.

لطفاً پیغام ما را به کسانی که از کتاب کپی برداری می‌کنند برسانید: کپی برداری از کتابی که با زحمت فراوان تهیه شده و با هزینه زیاد به چاپ رسیده است، موجب ضرر و زیان نویسنده و انتشارات مربوطه می‌شود.

همچنین، دریافت هزینه کتاب حق شرعی و قانونی نویسنده کتاب و انتشارات آن می‌باشد نه حق فردی که یک دستگاه چاپ و تکثیر خریده است و اکنون از طریق آن سود می‌برد.

و در ضمن، با کپی کردن کتاب باعث می‌شوند ناشر و مولف زیان ببینند و حتی باعث ورشکستگی شود. در نتیجه دیگر کتابی ترجمه، تالیف و تولید نخواهد شد!

امیدوارم موفق باشید
انتشارات آثار سبحان

فهرست مطالب

۹

۹

۱۴

۱۴

۱۶

۱۶

۱۶

۱۷

۱۹

۱۹

۲۰

۲۳

۲۴

۲۴

۲۵

۲۶

۲۶

۳۰

۳۰

۳۱

۳۲

۳۲

۳۳

۳۳

۳۴

۳۴

۳۴

۳۶

۳۶

۳۷

۳۷

۳۷

۳۹

۴۱

فصل ۱: کلیات

۱-۱. مقدمه

فصل ۲: مکانیسم‌های تولید بیوگاز

۲.۱. مکانیسم فرآیند هضم بی‌هوازی

۲.۲. بیولوژی تولید بیوگاز

۲.۲.۱. هیدرولیز

۲.۲.۲. اسیدوژن

۲.۲.۳. استوژن

۲.۲.۴. متانوژ

۲.۳. پارامترهای مؤثر بر فرآیند

۲.۳.۱. پارامترهای تابولی

۲.۳.۲. دما

۲.۳.۳. pH

۲.۳.۴. پتانسیل اکسیداسیون- احیا

۲.۳.۵. غلظت ماکرونوترینت‌ها و عناصر جزئی

۲.۳.۶. مواد تشکیل دهنده‌ی رسوب

۲.۳.۷. گاززدایی

۲.۳.۸. تأثیر مواد سمی روی فرآیند هضم بی‌هوازی

۲.۳.۹. کف بیولوژیکی

۲.۳.۱۰. فشار هیدروژن

۲.۳.۱۱. نوع، مقدار و خصوصیات ماده‌ی غذایی

۲.۴. پارامترهای بهره‌برداری

۲.۴.۱. غلظت میکروارگانیسم‌ها

۲.۴.۲. تخریب سلولی

۲.۴.۳. راه اندازه‌ی سیستم بی‌هوازی

۲.۴.۴. اختلاط

۲.۴.۵. بار حجمی

۲.۵. ابزارهای مهم جهت ارزیابی فرآیند هضم

فصل ۳: میکروارگانیسم‌های درگیر در تولید بیوگاز

۳.۱. مروری بر میکروارگانیسم‌های درگیر در هضم بی‌هوازی

۳.۱.۱. استوژنها

۳.۱.۲. باکتری‌های احیاکننده‌ی سولفات

۳.۱.۳. باکتری‌های متان‌ساز

۳.۲. تنفس سلولی

۳.۳. تخمیر

فصل ۴: کاربردهای هضم بی‌هوازی و مواد اولیه‌ی هاضم

- ۴.۱. کاربردهای مهم هضم بی‌هوازی
- ۴.۲. فضولات حیوانی دامپروری‌ها
- ۴.۳. پسماند کشاورزی
- ۴.۴. پسماند شهری و صنعتی
- ۴.۴.۱. دفع پسماند شهری
- ۴.۴.۲. پسماند قابل تجزیه‌ی خانگی، صنعتی شبه خانگی و تجاری شبه خانگی
- ۴.۴.۳. دفع پسماند صنعتی
- ۴.۵. هضم همزمان
- ۴.۶. استفاده از مواد 'پیه‌ی' خاص به عنوان ماده‌ی خام راکتور بیوگاز
- ۴.۶.۱. لجن فاضل به همراه سوبسترای کمکی
- ۴.۶.۲. فاضلاب صنعتی
- ۴.۶.۳. کشت جلبک
- ۴.۶.۴. پلانکتون‌ها
- ۴.۶.۵. رسوبات دریا
- ۴.۶.۶. چوب و کاه
- ۴.۷. ارزیابی ماده‌ی اولیه‌ی تولید بیوگاز

فصل ۵: اجزای یک سیستم کامل بیوگاز

- ۵.۱. سیستم‌های تک خانواری
- ۵.۲. سیستم‌های بیوگاز مزرعه‌ای
- ۵.۳. سیستم‌های بیوگاز متمرکز
- ۵.۴. اجزای یک سیستم بیوگاز
- ۵.۴.۱. واحد دریافت ماده‌ی اولیه
- ۵.۴.۲. ذخیره‌سازی ماده‌ی اولیه
- ۵.۴.۲.۱. ذخیره‌ی پسماند جامد
- ۵.۴.۲.۲. ذخیره مواد اولیه‌ی مایع و قابل پمپاژ
- ۵.۴.۳. آماده‌سازی مواد خام
- ۵.۴.۳.۱. تنظیم مقدار آب، خمیر کردن و همگن‌سازی ماده‌ی اولیه
- ۵.۴.۳.۲. دسته‌بندی و جداسازی مواد اولیه
- ۵.۴.۳.۳. خرد کردن ماده‌ی اولیه
- ۵.۴.۳.۴. بی‌خطر سازی ماده‌ی اولیه
- ۵.۴.۳.۵. تخریب سلولی (از هم پاشیدگی) سلول‌های آلی لجن
- ۵.۴.۴. تغذیه‌ی سیستم
- ۵.۴.۴.۱. پمپ‌های تغذیه‌ی مواد قابل پمپاژ
- ۵.۴.۴.۲. حمل و نقل مواد اولیه‌ی قابل انباشت (پسماند جامد)
- ۵.۴.۵. سیستم لوله‌کشی و انشعابات
- ۵.۴.۶. هاضم‌ها

۷۸	۵.۴.۶.۱ شکل هاضم
۸۱	۵.۴.۶.۴ عایق کردن حرارتی هاضم
۸۱	۵.۴.۶.۵ سیستم گرمکن هاضم
۸۳	۵.۴.۷ اختلاط
۸۳	۵.۴.۷.۱ اختلاط مکانیکی
۸۶	۵.۴.۷.۳ اختلاط هیدرولیکی
۸۶	۵.۴.۸ ذخیره‌ی گاز
۸۷	۵.۴.۹ مشعل بیوگاز

فصل ۶: طراحی و ساخت سیستم بیوگاز

۸۹	۶.۱ مطالعات اولیه
۸۹	۶.۲ اصول طراحی سیستم‌های خانگی و مزرعه‌ای
۹۰	۶.۲.۱ محفظه‌ی اختلاط
۹۰	۶.۲.۲ لوله‌های ورودی خروجی
۹۱	۶.۲.۳ هاضم
۹۱	۶.۲.۳.۱ سیستم‌های سقف‌شانه، حفظ گاز با سقف شناور یکپارچه
۹۶	۶.۳ سیستم‌های بزرگ بیوگاز یا سیستم‌های متمرکز
۹۶	۶.۳.۱ طراحی هاضم
۹۶	۶.۳.۱.۱ حجم هاضم
۱۰۰	۶.۳.۱.۴ ساخت راکتور
۱۰۲	۶.۴ راندمان سیستم بیوگاز

فصل ۷: بهره‌برداری و نگهداری سیستم بیوگاز

۱۰۳	۷.۱ الزامات راه‌اندازی سیستم
۱۰۳	۷.۱.۱ تست عایق بودن هاضم نسبت به آب
۱۰۳	۷.۱.۲ تست عایق بودن هاضم نسبت به گاز
۱۰۳	۷.۱.۳ تست فشار لوله‌های گاز
۱۰۳	۷.۲ راه‌اندازی سیستم
۱۰۴	۷.۳ جمع‌آوری ماده‌ی اولیه
۱۰۴	۷.۴ تعمیر سیستم
۱۰۵	۷.۵ کنترل سیستم بیوگاز
۱۰۶	۷.۶ پایش‌های متداول سیستم
۱۰۷	۷.۶.۱ غلظت جامدات خشک در سوپسترا و درصد آلی آن
۱۰۷	۷.۶.۲ اسیدیته و مواد مغذی
۱۰۷	۷.۶.۳ درجه‌ی اشتعال باقیمانده‌ی هضم، شاخص حجمی لجن و کمیت و کیفیت بیوگاز
۱۰۸	۷.۷ پایش فرآیند برای اطمینان از حذف عوامل بیماری‌زا
۱۰۸	۷.۷.۱ پایش مستقیم فرآیند
۱۰۸	۷.۷.۲ پایش غیرمستقیم فرآیند
۱۰۹	۷.۸ کنترل باقیمانده‌ی نهایی

۱۰۹	۷.۹. مشکلات بهره‌برداری از سیستم بیوگاز
۱۱۰	۷.۱۰. ملاحظات ایمنی
۱۱۱	فصل ۸: تصفیه‌ی نهایی بیوگاز و استفاده از آن
۱۱۱	۸.۱. مقدمه‌ای بر الزامات تصفیه‌ی بیوگاز
۱۱۳	۸.۲. حذف سولفید هیدروژن
۱۱۳	۸.۲.۱. سولفورزدایی بیولوژیکی
۱۱۶	۸.۲.۲. ترسیب سولفید
۱۱۶	۸.۲.۳. جذب در یک محلول کلاته‌ی آهن
۱۱۷	۸.۲.۴. جذب روی، واد حاوی آهن
۱۱۸	۸.۲.۵. جذب روی کربن فعال
۱۱۹	۸.۲.۶. واکنش یمیایی با روی
۱۱۹	۸.۲.۷. استفاده از ریفکتاها
۱۱۹	۸.۲.۸. اکسیداسیون کاتاستیسم
۱۱۹	۸.۲.۹. شستشوی گاز فشرده شده
۱۱۹	۸.۲.۱۰. الک‌های مولکولی
۱۱۹	۸.۳. حذف دی‌اکسیدکربن
۱۲۱	۸.۳.۱. جذب در مایع
۱۲۲	۸.۳.۲. جاذب‌های بر پایه‌ی گلیکول و اتانول آمین
۱۲۳	۸.۳.۳. جذب توسط فناوری نوسان فشار (PSA)
۱۲۴	۸.۳.۴. فرآیند غشایی
۱۲۵	۸.۳.۵. ترسیب با آهک
۱۲۵	۸.۳.۶. تصفیه‌ی برودتی بیوگاز
۱۲۵	۸.۴. حذف اکسیژن
۱۲۶	۸.۵. حذف رطوبت
۱۲۶	۸.۶. حذف آمونیاک
۱۲۶	۸.۷. حذف سیلوکسان‌ها
۱۲۷	۸.۸. مایع‌سازی و فشرده‌سازی بیوگاز
۱۲۷	۸.۸.۱. مایع‌سازی بیوگاز
۱۲۸	۸.۸.۲. فشرده‌سازی بیوگاز
۱۲۸	۸.۹. استفاده از بیوگاز
۱۲۹	۸.۹.۱. استفاده‌ی خانگی
۱۳۰	۸.۹.۲. استفاده برای تولید حرارت
۱۳۰	۸.۹.۳. استفاده از بیوگاز برای تولید برق و حرارت
۱۳۲	۸.۹.۳.۱. نیروگاه سیکل ترکیبی
۱۳۵	۸.۹.۳.۱.۲. کنترل سیکل ترکیبی
۱۳۹	۸.۹.۴. تزریق بیوگاز به شبکه‌ی گاز طبیعی
۱۴۰	۸.۹.۵. استفاده از بیوگاز به عنوان سوخت وسایل نقلیه

فصل ۹: تصفیه‌ی نهایی باقیمانده و استفاده از آن

۹.۱. مقدمه

۹.۲. جنبه‌های ارزیابی کیفیت باقیمانده‌ی هضم

۹.۳. مدیریت آب موجود در باقیمانده هضم

۹.۴. فاضلاب ناشی از آبگیری

۹.۵. تثبیت باقیمانده هضم

۹.۶. کاربردهای باقیمانده هضم

پیوست‌ها

پیوست ۱. مثال طرح یک سیستم کوچک یا خانگی

طراحی

مقایسه‌ی روش‌های طراحی مختلف

پیوست ۲. مثال طراحی یک سیستم متوسط تا بزرگ

تانک آماده‌سازی

حجم تانک آماده‌سازی

پمپ تانک آماده‌سازی

انبار (سیلو) برای ذخیره‌ی ذرت یا سب

حمل مواد از سیلو به تانک آماده‌سازی

هاضم

سیستم تامین حرارت

تانک ذخیره باقیمانده

مصرف برق و حرارت در کل سیستم

منابع