

جمع آوری، تصفیه و دفع لجن

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه i.elyasian@gmail.com

بطور کلی لجن عبارت است از مواد جامد معلق موجود در فاضلاب ورودی و همچنین مواد معلق ایجاد شده در طی فرایندهای بیولوژیکی یا شیمیایی تصفیه که از طریق ته نشینی جدا می‌شود.

حجم عمده لجن را آب تشکیل می‌دهد بطوریکه حسب نوع فرآیند و مرحله تصفیه، مقدار مواد جامد در لجن ممکن است ۰/۲۵ الی ۱۲ درصد وزنی باشد که ارقام بالاتر مربوط به مواردی است که لجن، تغلیظ شده باشد. لجن خام ایجاد شده در تصفیه خانه‌ها بعلت حجم زیاد، قابلیت ایجاد بوی مزاحم و غیر بهداشتی بودن آن یکی از مهمترین مسائل تصفیه خانه‌های فاضلاب است. لذا لازم است نسبت به جمع آوری، تصفیه و دفع بهداشتی آن توجه خاصی مبذول گردد. بنابراین هدف از تصفیه لجن آن است که لجن با توجه به نحوه دفع آن به حالتی در آید که دیگر بوی مزاحم و خطرات بهداشتی ایجاد ننماید بعبارت دیگر تثبیت شده باشد.

کمیت و ماهیت لجن بستگی به خواص فاضلاب، ماهیت و بازدهی فرآیندهای تصفیه دارد. درته نشینی اولیه، جزء ته نشین پذیر جامدات موجود در فاضلاب تصفیه نشده که معمولاً ۴۰ تا ۶۰ درصد جامدات جریان ورودی را تشکیل می‌دهند، ته نشین می‌شوند. لجن اولیه حاوی جامدات معدنی همراه با جزء درشت تر از کلوئیدهای آلی است. این لجن جزء قابل ملاحظه‌ای از BOD ورودی را به خود اختصاص می‌دهد و پس از چند ساعت، بی‌هوازی می‌شود و بنابراین برای جلوگیری از مشکلات آزار دهنده ناشی از آن باید جدا شود. جامدات خروجی قسمت ته نشینی اولیه یا به شکل محلول در می‌آیند و یا آنکه در حین تصفیه ثانویه در جرم زنده باقی می‌مانند. سایر جامدات در اثر تبدیل مواد آلی محلول به مواد سلولی به وجود می‌آیند. بدین ترتیب لجن ثانویه عمدتاً متشکل از جامدات بیولوژیکی است. لجن‌های فاضلاب متناسب با منبع آنها تغییر می‌کند. لجن اولیه نسبت به لجن ثانویه از لحاظ ماهیت، دانه‌ای تر بوده و غالباً غلظت بیشتری دارد. هماهنگی لجن ثانویه بستگی به فرآیندهای تصفیه داشته، دستخوش تغییرات بیشتری می‌شود. جامدات راکتورهای رشد متصل از لحاظ ماهیت، ذرات درشتی هستند که نسبت به ذرات سبکتر و لخته شونده در سیستم‌های رشد معلق دارای مزیت و برتری هستند. برای بهتر نمودن فرآیند، اختلاط لجن اولیه و ثانویه در برخی از موارد سودمند است. ۷۰ درصد لجن اولیه و ثانویه را مواد آلی تشکیل می‌دهند. چون دانسیته مخصوص این مواد تنها به مقدار اندکی بزرگتر از ۱ است بنابراین بدون آنکه خطای قابل ملاحظه‌ای پدید آید می‌توان فرض کرد که جرم واحد لجنی که دارای غلظت کمتر از ۱۰ درصد است جامدات ناشی از فرآیند تصفیه فاضلاب شامل آشغال‌ها، دانه، کفاب و انواع لجن می‌باشند. مقدار، تعداد و نوع لجن بستگی به ماهیت فاضلاب خام، نوع فرآیند تصفیه و واحد عملیاتی دارد. لجن‌ها می‌توانند به لجن‌های اولیه، لجن فعال یا بیولوژیک و لجن‌های شیمیایی دسته بندی شوند. با تغییر فرآیندهای تصفیه، لجن‌ها نه تنها از لحاظ نوع بلکه از لحاظ مقدار نیز تغییر می‌کنند.

معمولترین انواع جامدات حذف شده بوسیله واحدهای عملیاتی عبارتند از آشغال، کفاب، دانه و لجن.

Sludge Treatment

Thickening
Biological sludge stabilisation
Volume reduction
Sludge disposal

Goals of sludge treatment

Volume reduction

- Thickening
- Dewatering

Elimination of pathogenic germs

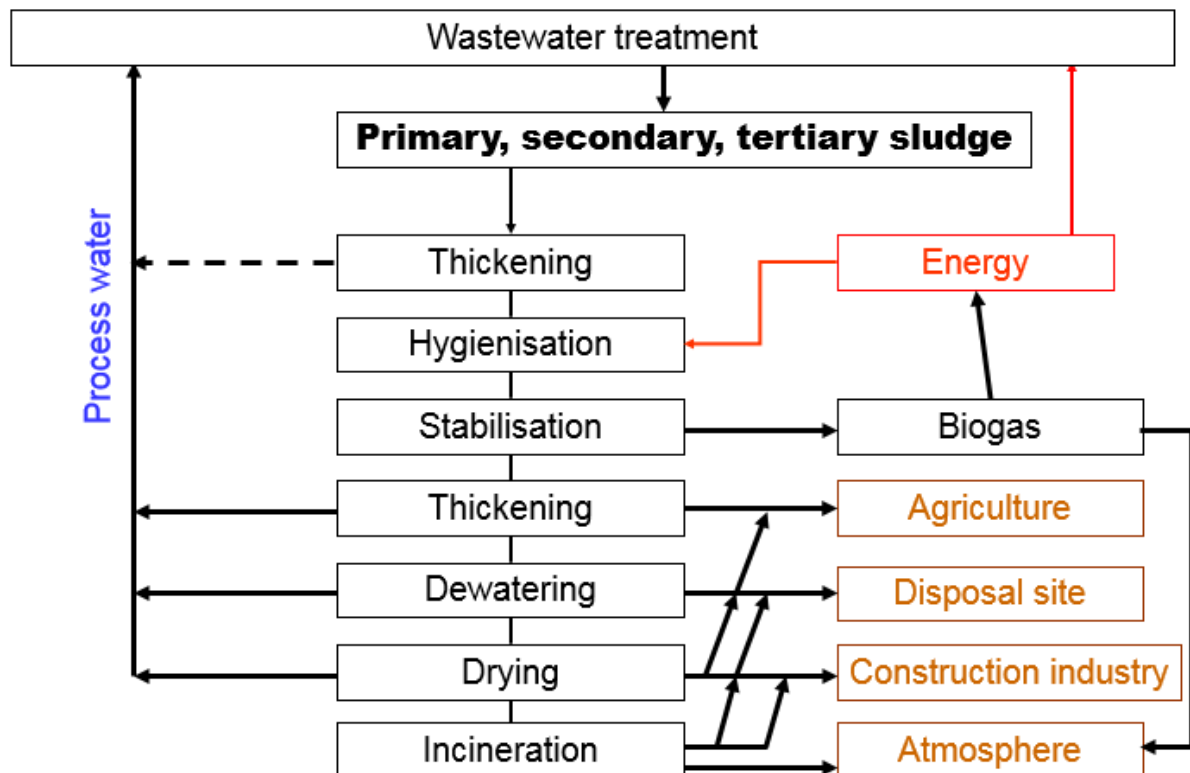
- If used in agriculture as fertiliser or compost

Stabilisation of organic substances

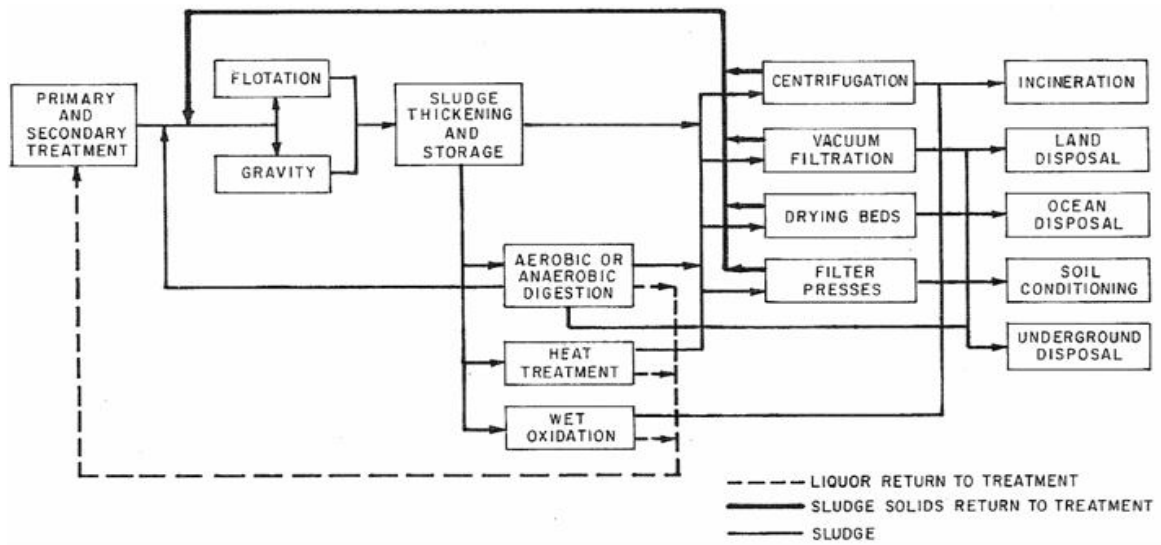
- Gas production
- Reduction of dry content
- Improvement of dewatering
- Reduction of odour

Recycling of substances

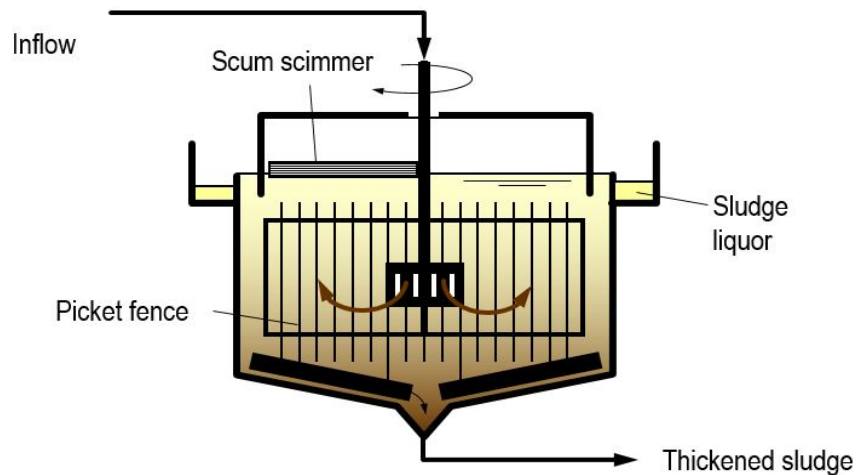
- Nutrients, fertiliser
- Humus
- Biogas



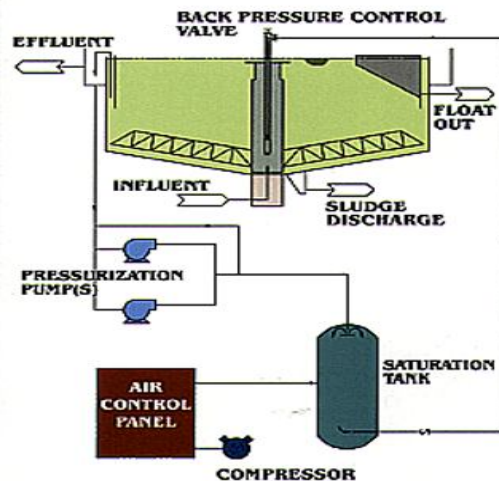
Sludge Treatment Alternatives



Gravity Thickener

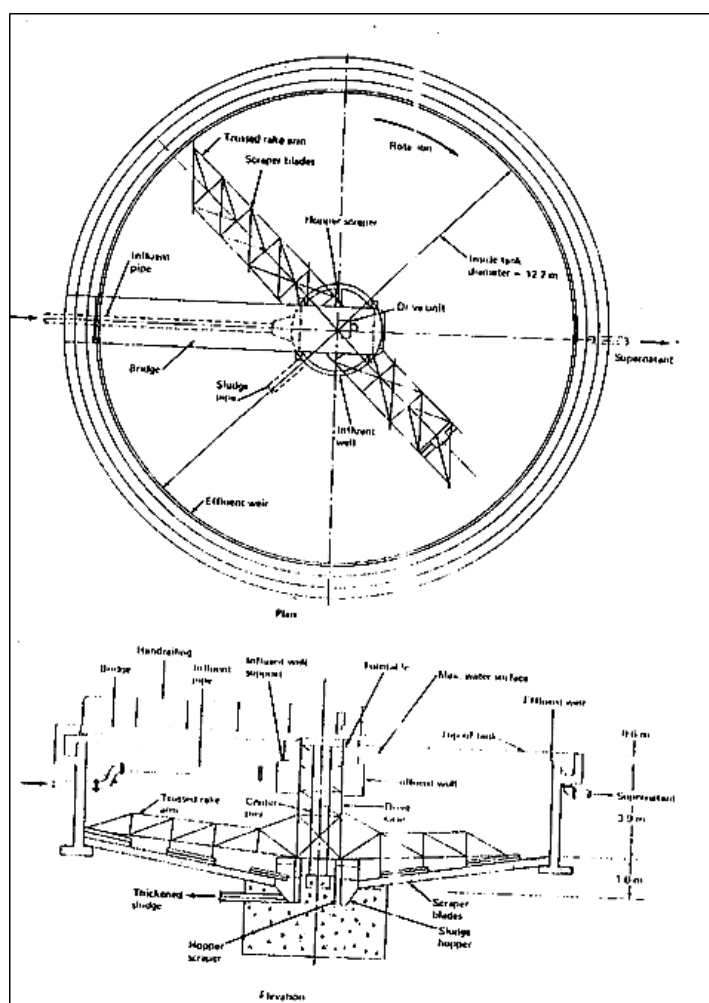


Thickening by Flotation



تغلیظ لجن

نظر بر اینکه غلظت لجن مازاد، ناچیز بوده و حجم عمده آن را آب تشکیل می‌دهد، اگر فاضلاب از واحد ته نشینی مستقیماً وارد بستر لجن خشک کن شود، مستلزم استفاده زمین زیاد و در صورتیکه وارد هاضم لجن گردد موجب افزایش حجم هاضم می‌گردد. به همین علت قبل از فرایند تثبیت، آب لجن اضافی بوسیله حوض تغلیظ لجن تا حدود زیادی گرفته می‌شود. از روش‌های متداول تغلیظ لجن می‌توان تغلیظ کننده ثقلی و تغلیظ توسط شناور سازی را نام برد. تغلیظ کننده ثقلی، ساده‌ترین و ارزاترین نوع فرآیند آبگیری می‌باشد. بطور معمول حجم حوض تغلیظ لجن بر اساس لجن اضافی تولیدی در یک شبانه روز در استخر ته نشینی، طراحی می‌گردد



پلان استخر تغلیظ لجن

تثبیت (هضم) لجن

لجن‌های غلیظ فاضلاب، تهدیدی جدی برای محیط زیست اند و باید قبل از دفع، خنثی شوند. متداول‌ترین روش تثبیت، تجزیه بیولوژیکی است. از آنجا که این فرآیند، جامدات را تبدیل به محصولات نهایی غیر سلولی

می‌نماید از اینرو به آن هضم گفته می‌شود. هضم لجن باعث کاهش حجم لجن تغلیظ شده و خنثی سازی جامدات باقی مانده که نسبتاً عاری از عوامل بیماری زا هستند، می‌شود. این اهداف توسط هضم هوازی و بی‌هوازی تأمین می‌شوند. هدف از تصفیه لجن، آن است که لجن با توجه به نحوه دفع آن به حالتی در آید که دیگر بوی مزاحم و خطرات بهداشتی ایجاد ننماید به عبارت دیگر تثبیت شده باشد.

فرآیند تثبیت، لجنی غیر قابل فساد و غیر فعال از لحاظ ارگانیزمهای بیماریزا تحویل می‌دهد. اگر لجن، آبگیری یا سوزانده شده باشد، تثبیت نیاز نخواهد بود. انتخاب روش تثبیت بستگی به دفع نهایی لجن دارد. اغلب فرآیندهای تثبیت خصوصاً هضم هوازی و بی‌هوازی به میزان قابل ملاحظه‌ای، مقدار جامدات لجن را کاهش می‌دهد. دیگر روش‌های تثبیت شامل کمپوست کردن و افزودن آهک (تا pH حدود ۱۲ برای دو ساعت) است.

هضم بی‌هوازی لجن

هضم بی‌هوازی، بخش قابل تجزیه انواع لجن را تثبیت می‌کند. در هضم بی‌هوازی، تثبیت در غیاب اکسیژن رخ می‌دهد. هضم لجن، بو و میزان باکتری در لجن ورودی را کاهش می‌دهد و یک لجن نسبتاً خنثی، ارائه می‌نماید. تثبیت، همچنین مقدار جامدات موجود در لجن را کاهش می‌دهد اگرچه حجم کلی لجن، بدون تغییر باقی می‌ماند مگر مایع سربار، حذف شود.

هضم بی‌هوازی، اغلب، اقتصادی‌ترین بخش تثبیت است زیرا این فرآیند می‌تواند انرژی بصورت گاز تولید نماید. هضم بی‌هوازی، یک فرآیند بیوشیمیایی چند مرحله‌ای است که می‌تواند بعضی از انواع مواد آلی را تثبیت نماید. هضم بی‌هوازی برای تصفیه لجن‌های فاضلاب که در برگیرنده لجن اولیه هستند، فرآیندی به مراتب متداول تر است. لجن اولیه حاوی مقادیر زیادی مواد آلی است که چنانچه به صورت هوازی تصفیه شوند سبب رشد سریع جرم زنده خواهند گردید. تجزیه بی‌هوازی نسبت به فرآیندهای هوازی به میزان قابل توجهی جرم زنده کمتر تولید می‌نماید. عملکرد اصلی هضم بی‌هوازی تبدیل لجن تا حد ممکن به محصولات نهایی نظیر مایعات و گازها با حداقل جرم زنده باقی مانده است. لجن فاضلاب حاوی مقادیری از ارگانیسمها بوده و بنابراین برای تجزیه شدن نیازمند ارگانیسمهای بسیاری است. معمولاً برای هضم لجن بی‌هوازی، ارگانیسم‌ها به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شوند. تولید کنندگان اسید و تولید کنندگان متان. تولید کنندگان اسید از باکتریهای بی‌هوازی و اختیاری تشکیل یافته اند و دربرگیرنده ارگانیسم‌هایی هستند که در اثر هیدرولیز، جامدات آلی را به شکل محلول در می‌آورند. محصولات حل شده در اثر تخمیر، به اسیدها و الکل‌های با جرم مولکولی اندک تبدیل می‌شوند. ارگانیسم‌های تولید کننده متان از باکتریهای بی‌هوازی که اسیدها و الکل‌ها را همراه با هیدروژن و دی اکسید کربن به متان تبدیل می‌کنند، تشکیل یافته اند. حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد مواد آلی، متابولیزه می‌شوند در حالیکه کمتر از ۱۰ درصد این مواد تبدیل به جرم زنده می‌گردند حجم هاضم با بار استاندارد بوسیله میزان بار، پیروید هضم، کاهش مقدار مواد جامد و حجم مورد نیاز ذخیره سازی لجن تعیین می‌شود.

هاضم‌های با شدت بار زیاد دارای بازده بیشتر اند و در مقایسه با هاضم‌های تک مرحله ای، حجم کمتری دارند. محتویات لجن به طریق مکانیکی به هم زده می‌شوند تا از ایجاد تماس میان مواد آلی و میکروارگانیسم‌ها به واحد مزبور اطمینان حاصل شود. برای افزایش سرعت متابولیکی میکروارگانیسم‌ها، به واحد مزبور حرارت داده می‌شود بدین ترتیب سرعت فرآیند هضم، افزایش می‌یابد. بهترین دما در حدود 35°C (95°F) است.

از آنجا که در سیستم‌های با شدت زیاد، آب زدایی انجام نمی‌گیرد اصولاً حجم لجن تغییر نمی‌یابد ولی مقدار مواد جامد، کم می‌شود. آب زدایی لجن، لازم بوده و ممکن است به وسیله هر کدام از عملیات، آب زدایی مکانیکی انجام گیرد.

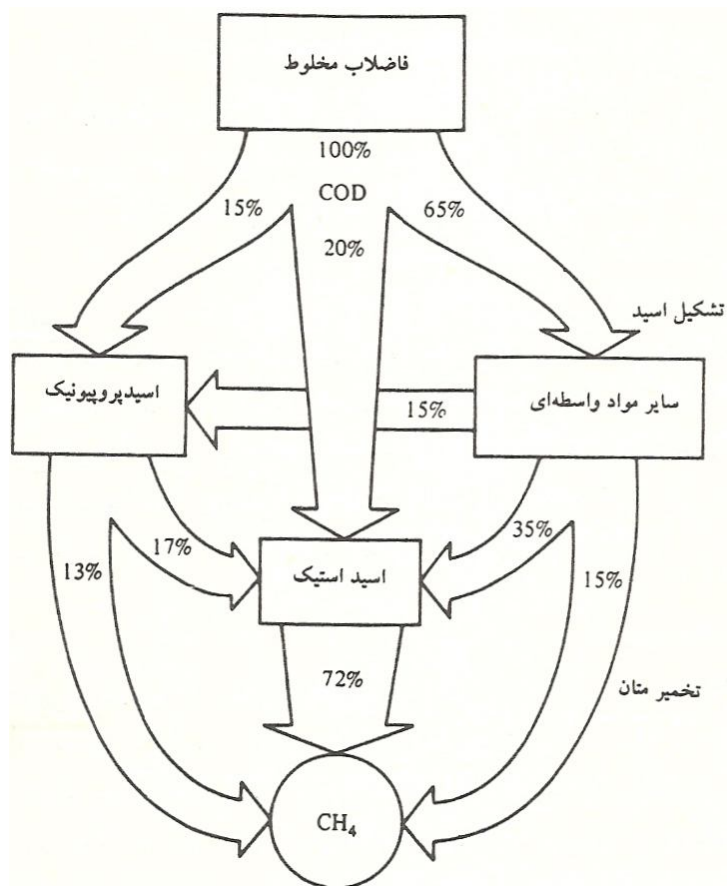
برای آب زدایی می‌توان از یک هاضم دو مرحله‌ای مشابه عملیات با شدت استاندارد استفاده نمود. در مرحله دوم اندکی گاز تولید می‌شود، اما جریان ورودی به این مرحله از گاز کاملاً اشباع است و گازها در راکتور مرحله دوم آزاد می‌شوند. در نتیجه راکتور مرحله دوم معمولاً در بسته بوده و برای بازیابی گاز، مجهز به تجهیزاتی است. راکتور مرحله دوم حرارت دهی نمی‌شود.

عملکرد هاضم‌های بی‌هوازی به علت ماهیت حساس ارگانیسم‌های تولید کننده متان دارای پیچیدگی است. این ارگانیسم‌ها منحصراً بی‌هوازی بوده در دامنه‌های کوچک pH از ۶/۵ تا ۷/۵ عمل می‌کنند. به علاوه نسبت به تغییرات ناگهانی سایر عوامل محیطی مانند دما، غذا و غیره نیز حساس می‌باشند. تغییرات شدید دبی حجمی ورودی (افزایش مقادیر زیاد لجن هضم نشده در پریودهای کوتاه زمانی)، برای هاضم‌های بی‌هوازی می‌تواند فاجعه آفرین باشد. ارگانیسم‌های تولید کننده اسید بطور سریع در برابر افزایش مواد غذایی واکنش نشان داده و اسید بیشتری تولید می‌نمایند. ارگانیسم‌های تولید کننده متان نمی‌توانند به سرعت ارگانیسم‌های تولید کننده اسید در مقابل افزایش مواد غذایی از خود واکنش نشان دهند. در نتیجه مقدار اسید، افزایش یافته و pH هاضم افت پیدا می‌کند. هنگامی که کاهش pH به حدی رسید که در آن امکان تولید متان در اثر فعالیت ارگانیسم‌های مربوط وجود ندارد، تولید متان متوقف می‌شود و pH تا آن اندازه کاهش می‌یابد که محیط حتی برای ارگانیسم‌های تولید کننده اسید نیز سمی می‌شود مگر آنکه سریعاً از بروز چنین حالتی جلوگیری شود. ظرفیت بافری هاضم بدین ترتیب از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. خوشبختانه قلیائیت لجن هضم شده به علت حل شدن CO_2 تولید شده در اثر فرآیندهای بیولوژیکی و تبدیل آن به کربنیک اسید (HCO_3)، زیاد است. کاهش ناگهانی قلیائیت موجب کاهش pH می‌گردد و برای حفظ ظرفیت بافری، لازم است تا ماده قلیایی به شکل آهک به سیستم افزوده شود. گازهای تولید شده از هضم بی‌هوازی در عمل حاوی ۶۵ تا ۷۰ درصد متان، ۲۵ تا ۳۰ درصد CO_2 و مقادیر اندکی از سایر گازها می‌باشند. تقریباً یک متر مکعب گاز به ازای هر کیلوگرم از جامد هضم شده، تولید می‌شود.

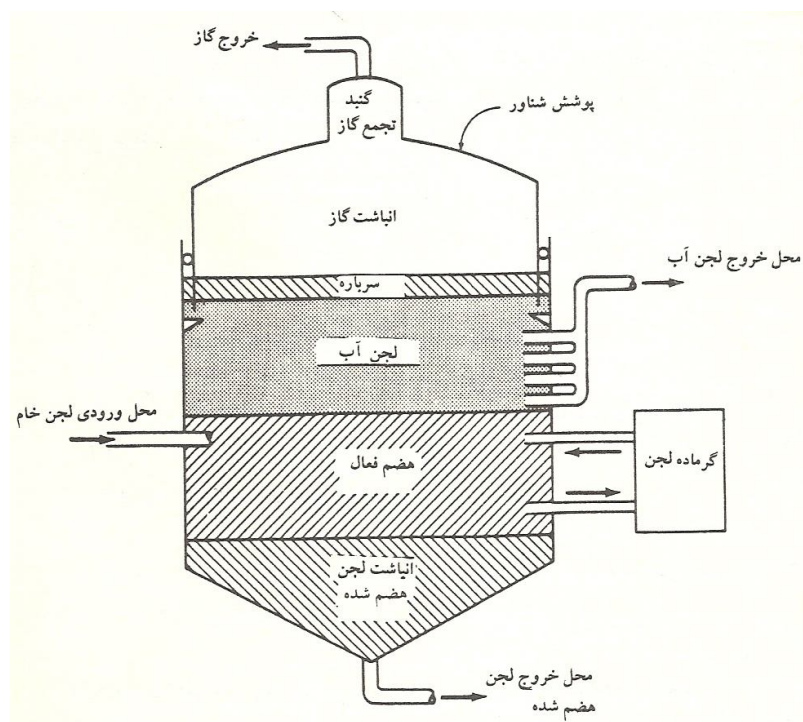
ظرفیت حرارتی متان تقریباً برابر است با 3600 kJ/m^3 . گاز هاضم معمولاً برای ایجاد گرما در ساختمان‌های واحد تصفیه، حرارت دادن آب برای مصارف آزمایشگاهی و گرمادهی هاضم در سیستم دو مرحله‌ای سوزانده می‌شود. در این مصارف، کمتر از نیمی از متان به مصرف می‌رسد. باقی مانده متان می‌تواند برای به حرکت در آوردن ژنراتور الکتریکی و ایجاد توان در واحد تصفیه، مورد استفاده قرار گیرد. بخش قابل ملاحظه‌ای از انرژی لازم برای کارکرد واحد تصفیه فاضلاب می‌تواند از متان تولید شده در هاضم‌های بی‌هوازی تأمین گردد. با این وجود فرآیند تبدیل احتیاج به تجهیزات گرانیقیمت داشته و از لحاظ عملیاتی و نگهداری، پرهزینه است. در بیشتر واحدهای تصفیه، متان اضافی به سهولت سوزانده می‌شود.

لجن آب خروجی از هاضم دارای مقادیر زیادی مواد آلی حل شده و جامدات معلق است و برای تصفیه بیشتر مواد باید مجدداً به واحد تصفیه بازگردانده شود. جامدات خروجی از انتهای هاضم باید نسبتاً خنثی شده باشند. هضم لجن در سه مرحله اتفاق می‌افتد. در مرحله اول، آنزیمهای خارجی (آنزیمهایی که در خارج از سلول عمل می‌کنند) مواد آلی جامد پیچیده، سلولز، پروتئین‌ها، لیگنین‌ها و چربی‌ها را به اسیدهای چرب آلی محلول، الکلهای دی اکسید کربن و آمونیاک می‌شکنند. در مرحله دوم، میکروارگانیسمها (اغلب باکتری‌های استوژنیک و اسید سازها) محصولات مرحله اول را به اسید استیک، اسید پیروپیونیک، هیدروژن، دی اکسید کربن و سایر اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم تبدیل می‌کنند. در مرحله سوم، دو گروه باکتریهای متان‌زا عمل می‌کنند. یک گروه دی اکسید کربن و هیدروژن را به متان و دیگری استات را به متان و بی کربنات (دی اکسید کربن محلول) تبدیل می‌کنند. چون هر دو گروه باکتریها بی‌هوازی هستند، هاضم‌ها بصورت بسته استفاده می‌شوند. در اغلب موارد باکتریهای متان‌زا کنترل کننده فرآیند می‌باشند. متان‌زاها به فاکتورهای محیطی (دما، pH و سموم) بسیار حساسند و خیلی آرام تکثیر می‌یابند. اصطلاحاً بطور ساده متان‌زاها راحت می‌میرند و سخت رشد می‌کنند بنابراین طرح فرآیند و بهره برداری بستگی به تأمین نیاز متان‌زاها دارد.

هاضم‌های بی‌هوازی به طور عمده به دو صورت طراحی و اجرا می‌شوند که شامل هاضم‌های اولیه و ثانویه است. برخی هاضم‌های بی‌هوازی خصوصاً برای تصفیه خانه‌های کوچک، تک مرحله‌ای هستند در حالیکه بقیه شامل دو مرحله‌اند. در یک سیستم هاضم دو مرحله‌ای، هضم در هاضم اولیه انجام می‌شود و اغلب، تثبیت و تولید گاز در این تانک صورت می‌گیرد. محتویات هاضم اولیه برای به حداکثر رساندن تثبیت، پیوسته گرم و مخلوط می‌شود. هنگام محاسبه میزان بارگذاری تنها ظرفیت هاضم اولیه در محاسبات منظور می‌شود. چون هاضم ثانویه گرم نمی‌شود هضم کمی، در آن صورت می‌گیرد و نیز چون هضم اولیه نیاز به اختلاط کامل دارد مایع سربار از تانک، قابل تخلیه نمی‌باشد



مسیرها و محصولات بی‌هوازی لجن فاضلاب



یک هاضم بی‌هوازی با درجه استاندارد

هاضم ثانویه برای چهار هدف زیر استفاده می‌شود :

- ۱- به عنوان ذخیره لجن هضم شده
- ۲- آماده سازی تانک اولیه
- ۳- منبع برای بذردهی لجن
- ۴- در بعضی موارد سکون لجن برای تخلیه مایع سرشار

هضم هوازی لجن

در غیاب لجن اولیه این فرآیند مختص لجن‌های بیولوژیکی است و دنباله فرآیند هوادهی به حساب می‌آید که در آن حجم در اثر تغلیظ در زلال سازهای ثانویه و تغلیظ کننده لجن، کاهش می‌یابد. متداول‌ترین کاربرد هضم هوازی عبارت است از تثبیت لجن زاید از سیستم‌های هوادهی ممتد. از آنجا که منبع غذایی خارجی وجود ندارد هضم هوازی یک فرآیند تنفسی خودخوری می‌باشد که در آن ارگانیسم‌ها مجبور به سوخت و ساز پروتوپلاسم خود به عنوان منبع غذایی هستند. در نتیجه لجنی معدنی باقی خواهد ماند که در آن مواد آلی باقی مانده عبارتند از دیواره‌های سلولی و سایر اجزای سلول که به راحتی قابل تجزیه نیستند.

هضم هوازی علیرغم هضم بی‌هوازی نسبت به تغییر عوامل محیطی دارای حساسیت نیست و در برابر این قبیل تغییرات، دچار اختلال نمی‌شود. بر خلاف فرآیند بی‌هوازی، هضم هوازی مصرف کننده انرژی هستند. لجن هضم شده نسبتاً خنثی است اما تنها مقدار اندکی از آب خود را از دست می‌دهد. معمولاً دفع تمام حجم لجن به شکل نسبتاً رقیق، ضروری است.

هضم هوازی یک فرآیند بیولوژیکی تصفیه لجن است که برای تصفیه جامدات حذف شده از فاضلاب و یا دفع شده از فرآیندهای تصفیه بکار می‌رود. این لجن دفعی شامل جامدات معلق می‌باشند که در طی زلال سازی گرفته شده اند و جامدات لجن حاصل از رشد توده بیولوژیک طی فرآیند تصفیه می‌باشد. هضم هوازی یکی از چندین روش تصفیه جامدات لجن دفعی قبل از آبگیری و دفع می‌باشد. در این فرآیند از هوادهی برای تثبیت لجن اولیه، لجن بیولوژیک و یا ترکیبی از آنها در یک مخزن باز یا بسته استفاده می‌شود. هضم هوازی، کل جرم جامدات لجن را بوسیله تخریب بخش فرار باکتریهای هوازی که نتیجه عمل بیولوژیک فرآیند می‌باشند، کاهش می‌دهد. علاوه بر کاهش توده کل، هضم هوازی لجن هضم شده‌ای که احتمالاً برای دفع، بدون بو است تولید می‌کند و خطرات باکتریولوژیک را به حداقل می‌رساند.

هضم هوازی اغلب بهترین فرآیند برای لجن فعال دفعی است اما علاوه بر تصفیه لجن‌های ثانویه برای لجن‌های اولیه نیز کاربرد دارد. در بعضی تصفیه خانه‌ها واحد هضم هوازی به عنوان مخزن لجن جهت

تأمین انعطاف پذیری فرآیند دفعی، پس از گذشتن از واحد تغلیظ ثقلی وارد مخزن نگهداری هوازی لجن و سپس وارد سیستم‌های آبگیری سانتریفوژ می‌گردد. همچنین، چون بسترهای خشک کننده در آب و هوای سرد به دلیل احتمال یخ زدگی نمی‌توانند برای آبگیری لجن بکار روند، واحد هضم هوازی بعنوان مخزن نگهداری در اینگونه تصفیه خانه‌ها نیز بکار می‌رود.

آبگیری از لجن

آبگیری برای کاهش رطوبت لجن به یکی از دلایل زیر می‌باشد :

- ۱- کاهش هزینه‌های حمل به محل دفع نهایی بدلیل کاهش حجم لجن
- ۲- کاربرد آسانتر لجن آبگیری شده نسبت به فرمهای مایع یا تغلیظ شده آن
- ۳- افزایش انرژی داخلی لجن وقتی که لجن را برای سوزاندن آماده می‌نمایند.
- ۴- کاهش عوامل تورم لجن قبل از تبدیل نمودن آن به کود
- ۵- کاهش بو
- ۶- کاهش نفوذ آب لجن به سطح زمین

آبگیری لجن به یکی از روش‌های زیر صورت می‌پذیرد :

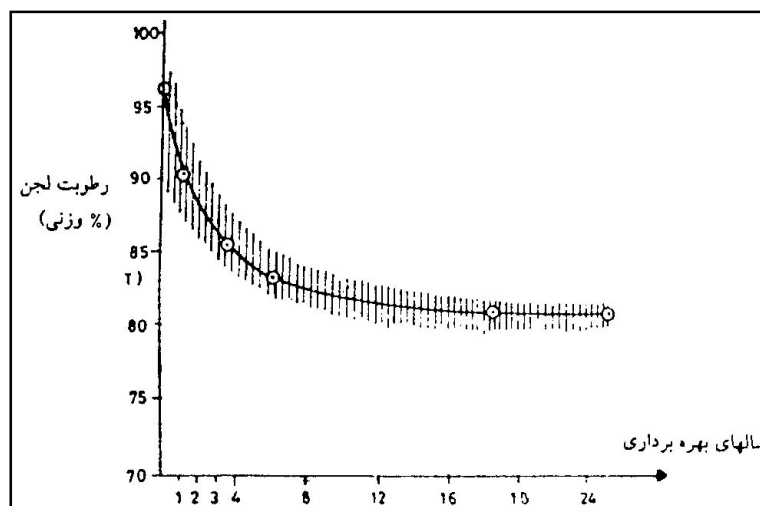
الف- روش‌های غیر مکانیکی شامل :

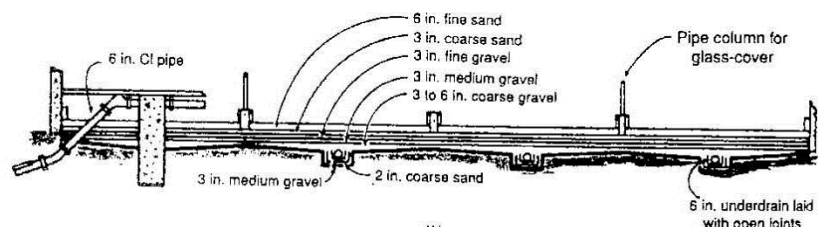
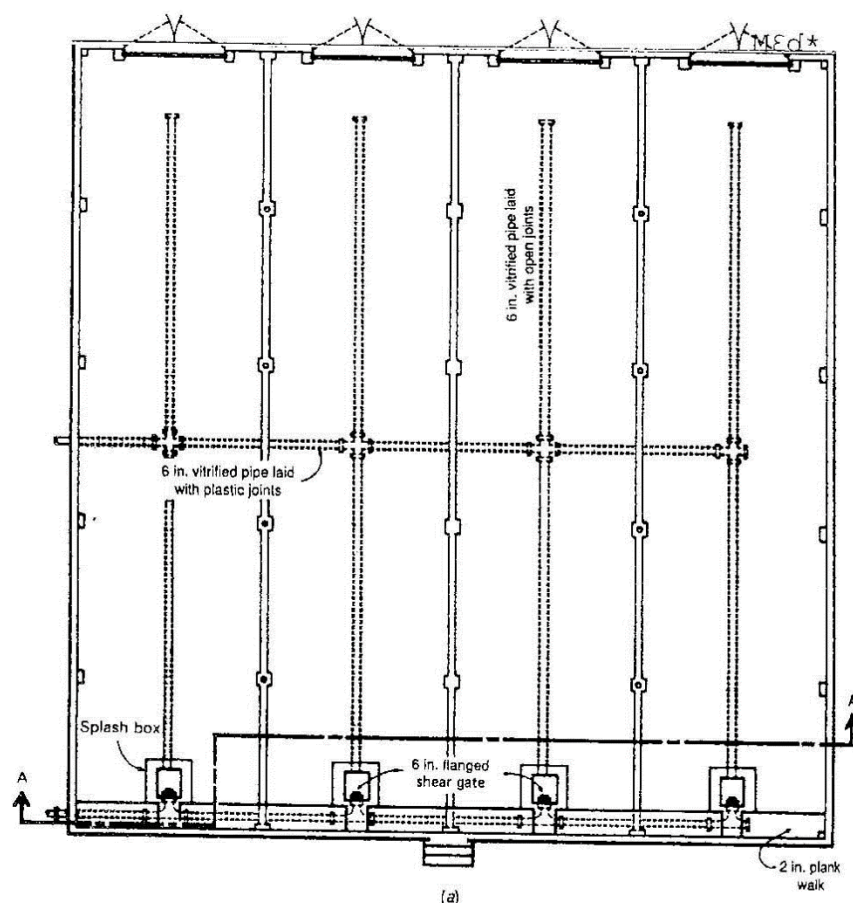
- بسترهای خشک کننده
- استخرهای لجن

ب- روش‌های مکانیکی شامل :

- صافی دوار خلاء
- سانتریفوژ
- صافی‌های تحت فشار (فیلتر پرس)
- صافی‌های نقاله‌ای

ارتباط زمان ماند و رطوبت لجن

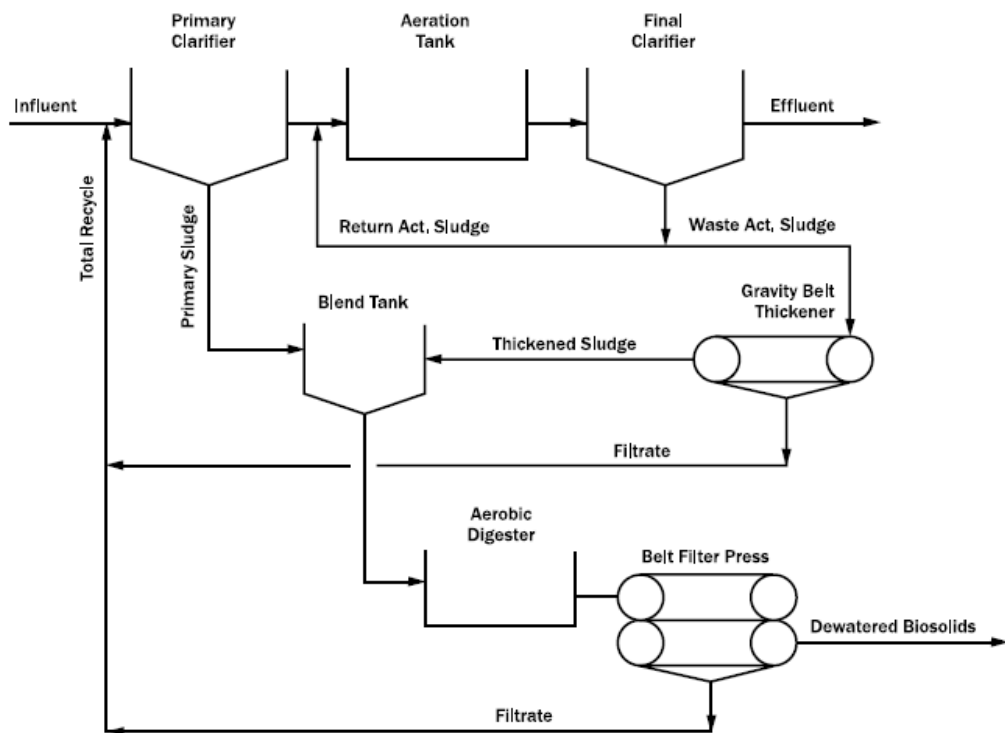
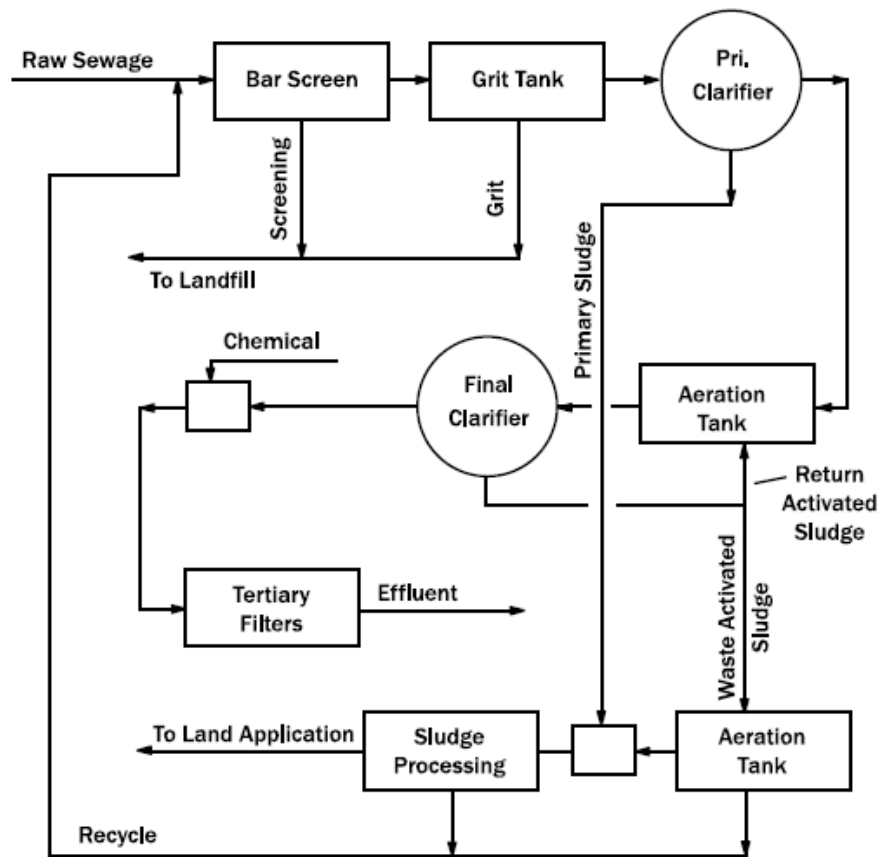


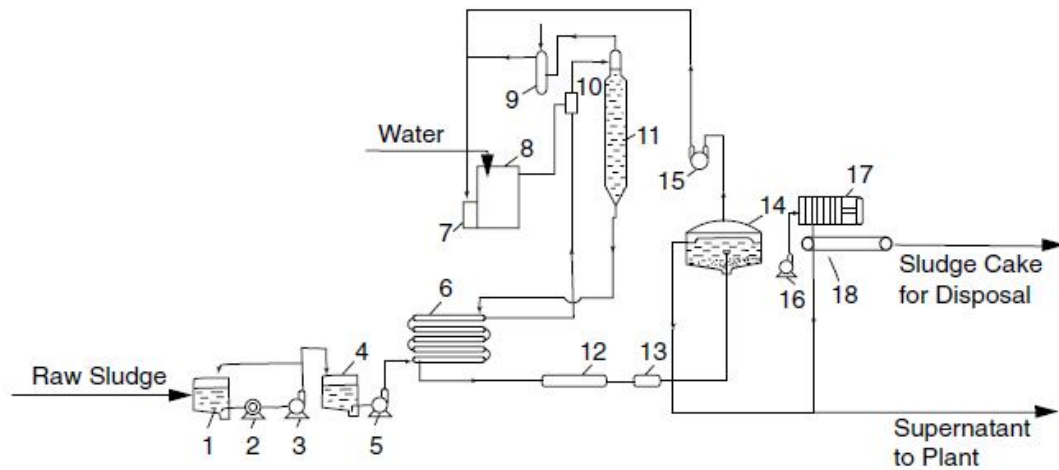


شمای کلی بستر لجن خشک کن

محتوای جامدات لجن آبگیری شده

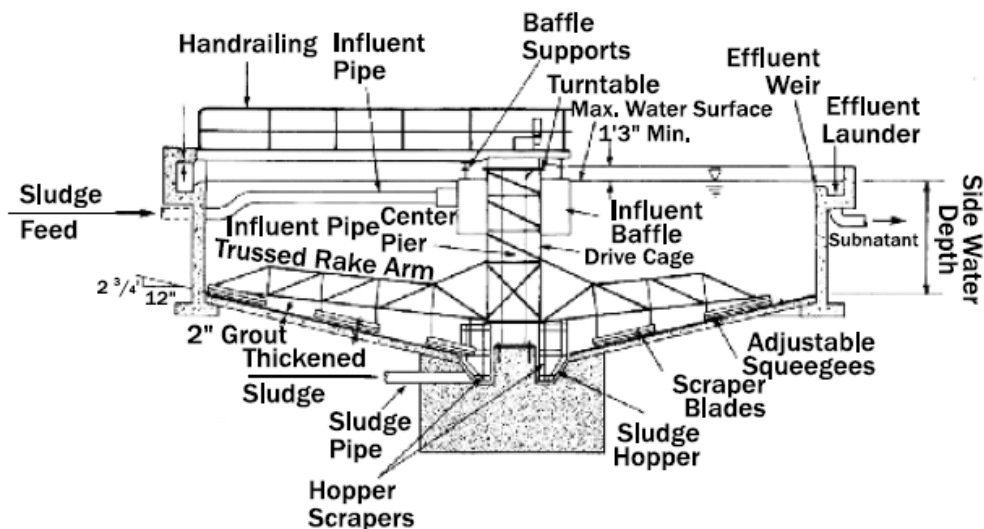
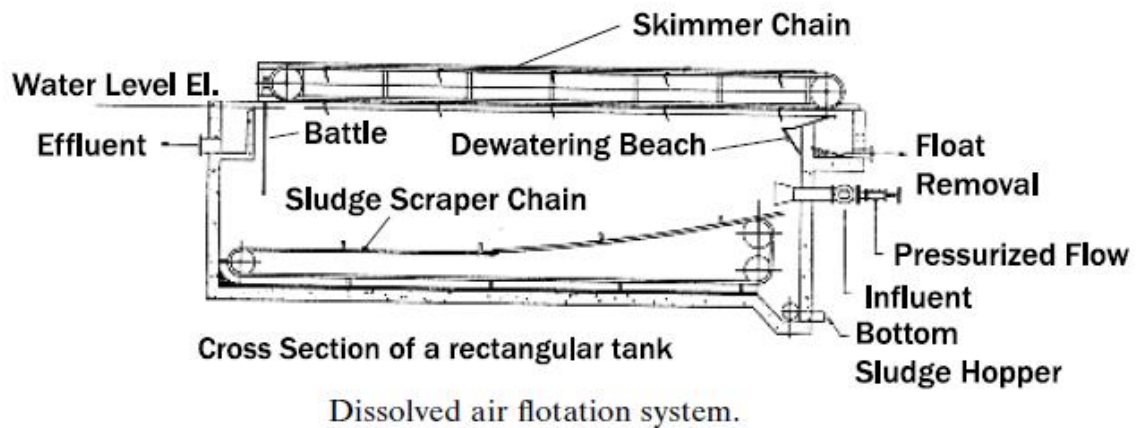
مواد جامد (%)	روش
۲۰-۳۰	فیلتر خلاء
۲۰-۲۵	سانتریفوژ
۳۰-۴۵	صافی فشاری
۴۰	بسترهای خشک کننده
۳۰	برکه ها

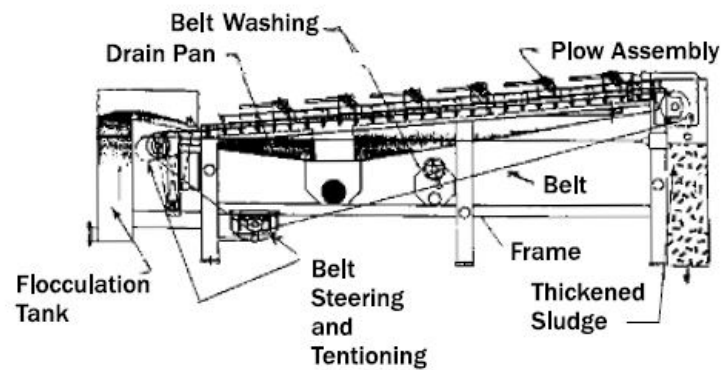
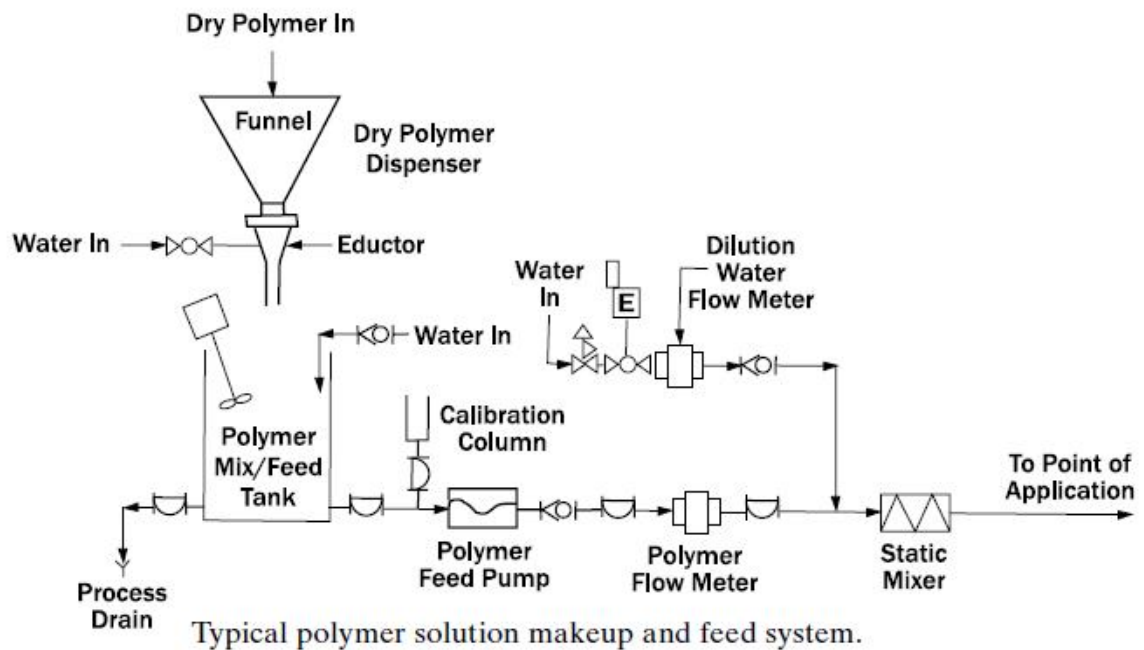
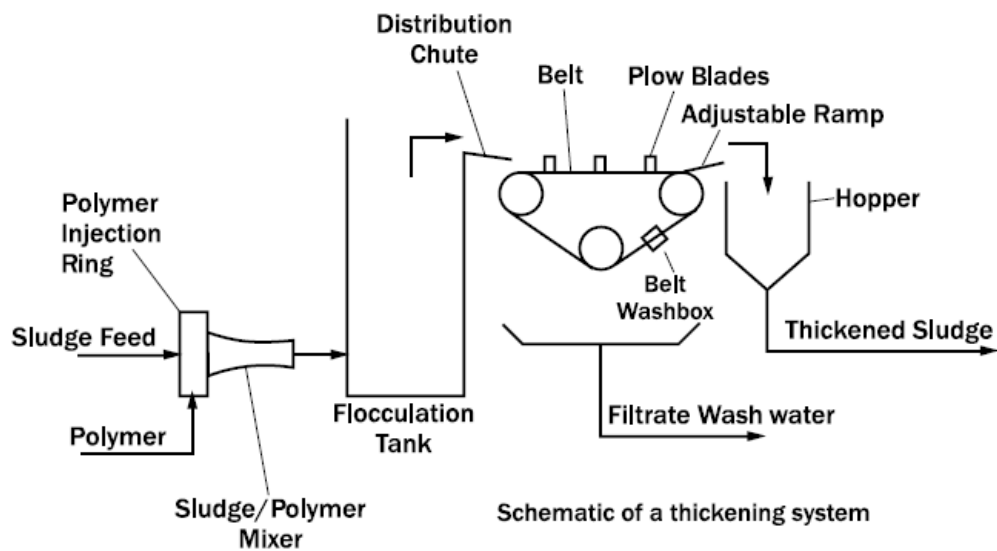




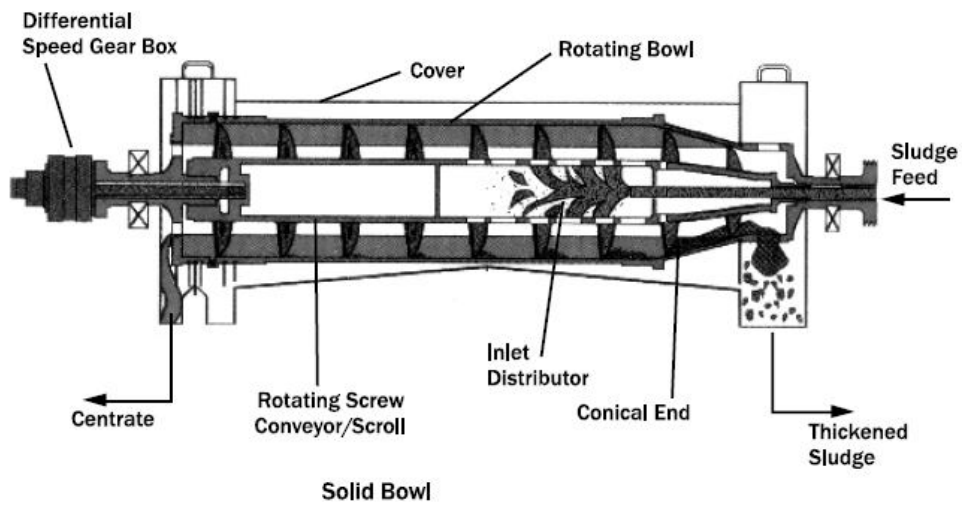
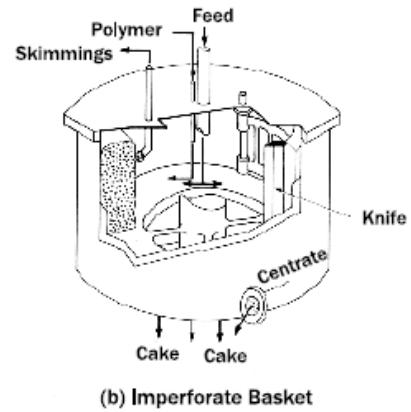
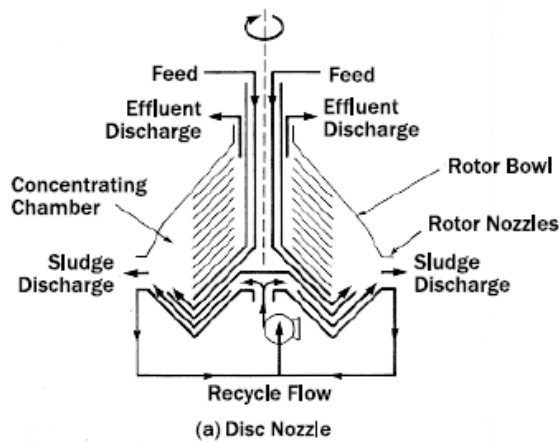
- 1 - Sludge storage, 2 - Grinder, 3 - Transfer pump, 4 - Day tank,
 5 - High pressure feed pump, 6 - Heat exchanger, 7 - Furnace,
 8 - Steam boiler, 9 - Separator, 10 - Eductor, 11 - Reactor, 12 - Reducer,
 13 - Cooler, 14 - Thickener, 15 - Ventilator, 16 - Thickened sludge pump,
 17 - Filter press, 18 - Conveyor.

Schematic of a thermal conditioning system.

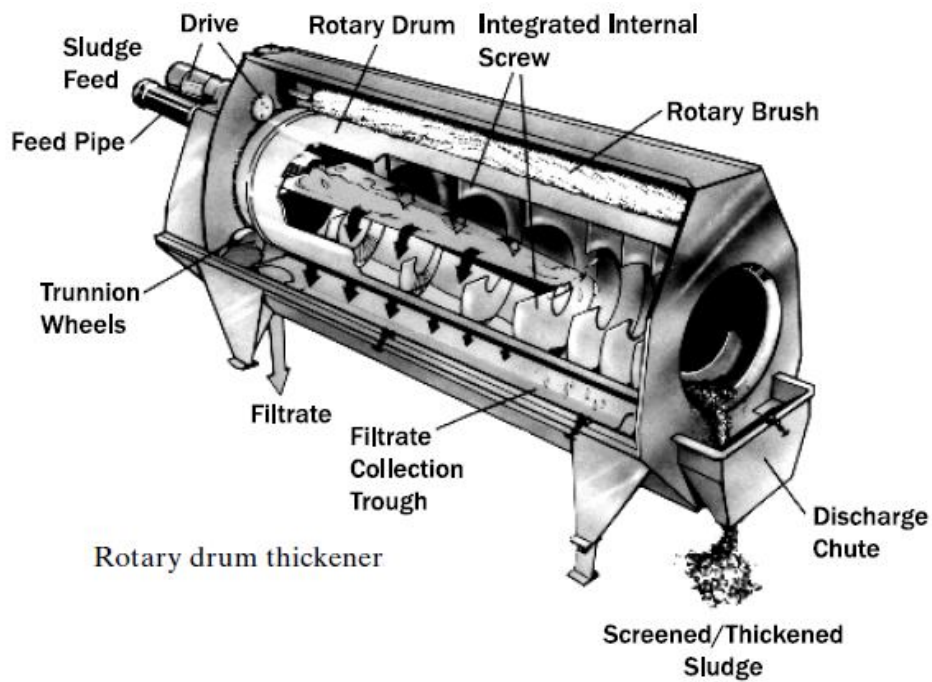


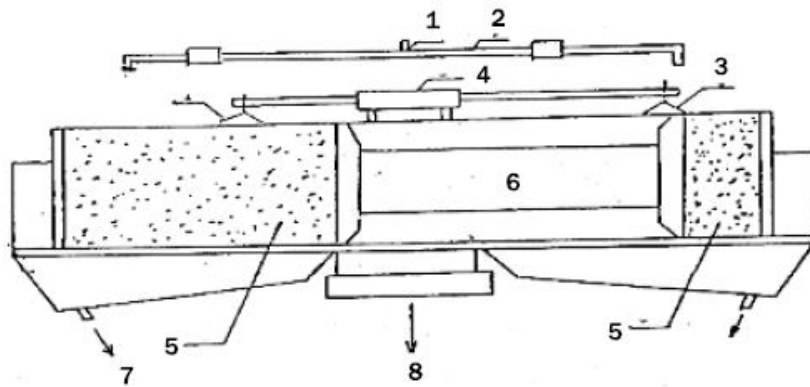


Schematic cross section of a thickener
Gravity belt thickening.



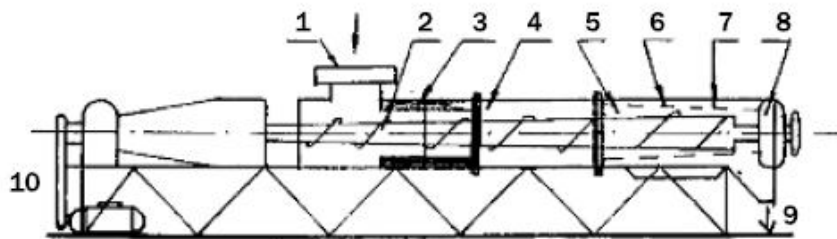
Schematics of centrifuges for thickening





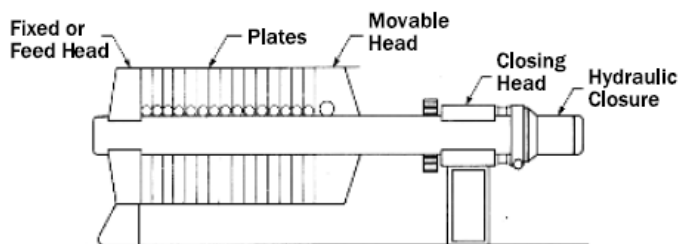
- 1 - Sludge feed, 2 - Distributor, 3 - Sludge scraper,
4 - Scraper drive, 5 - Porous media, 6 - Piston,
7 - Thickened sludge, 8 - Filtrate

Capillary thickener.

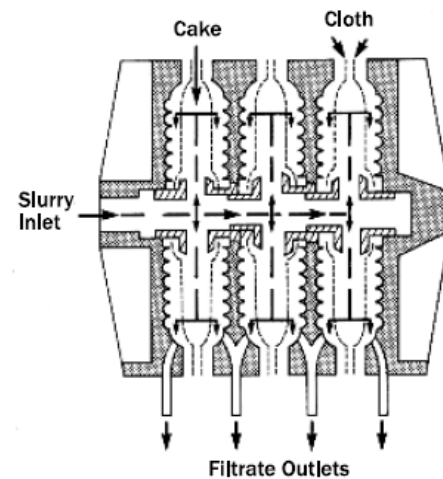


- 1 - Inlet, 2 - Screw conveyor, 3 - Porous media
4 - Heating zone, 5 - Final compression zone,
6 - Filter cloth, 7 - Perforated sieve, 8 - Locking
cone, 9 - Thickened sludge discharge, 10 - Drive.

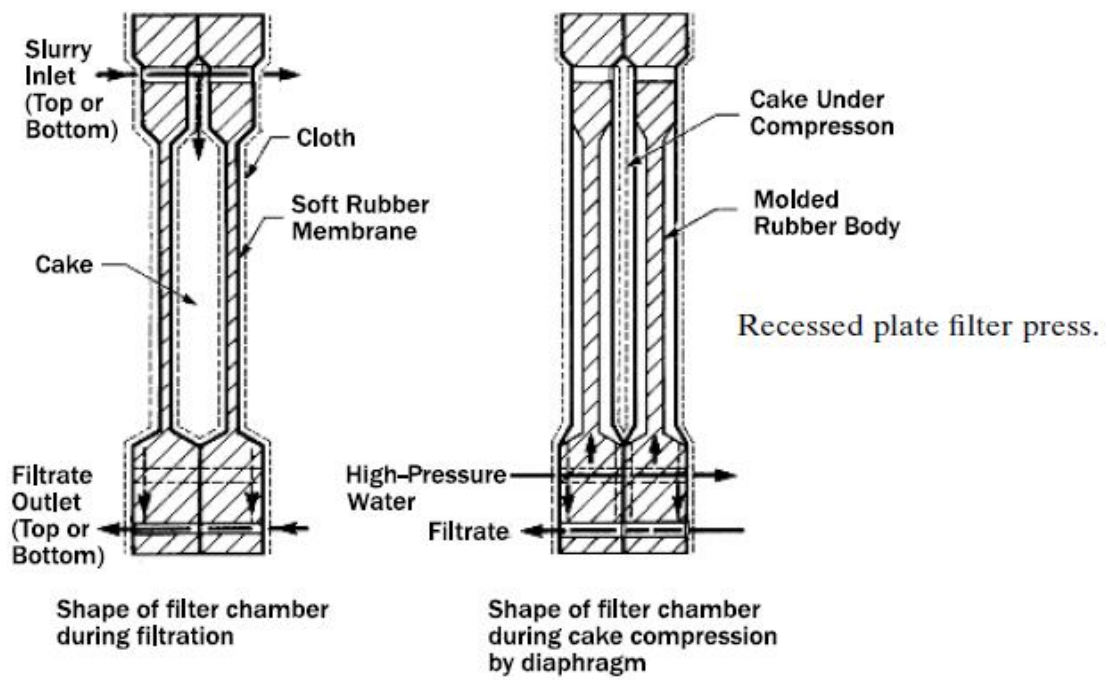
Screw porofilter thickener.



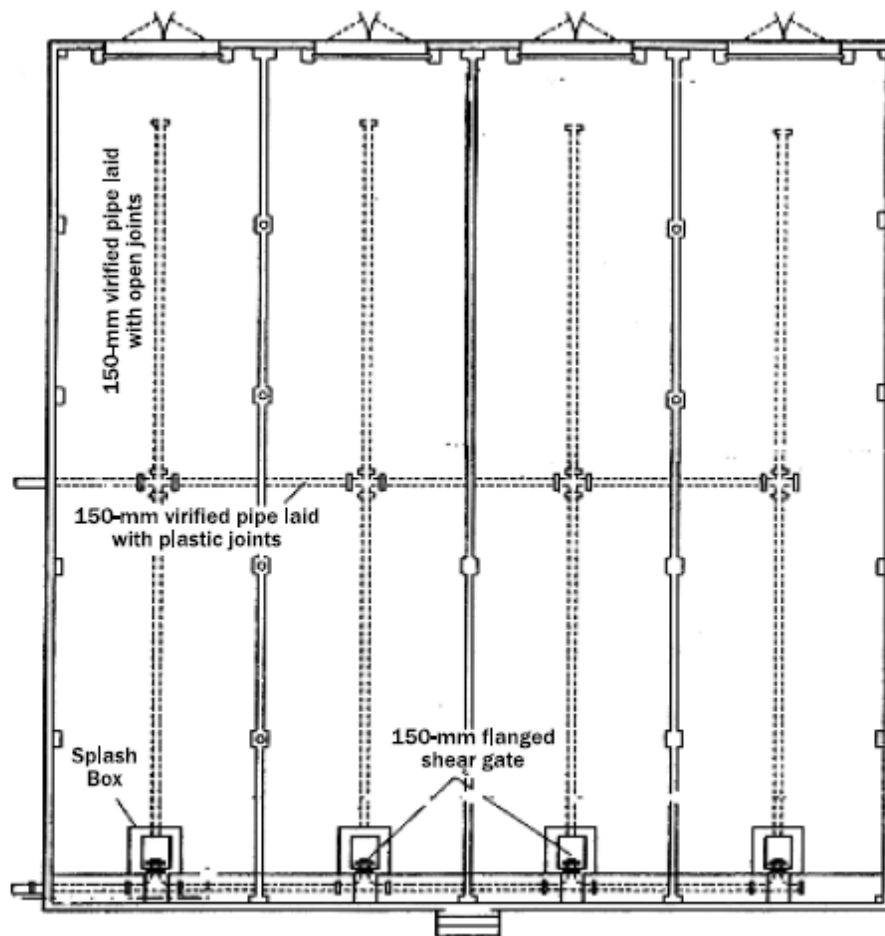
(a) Schematic side view of a press unit



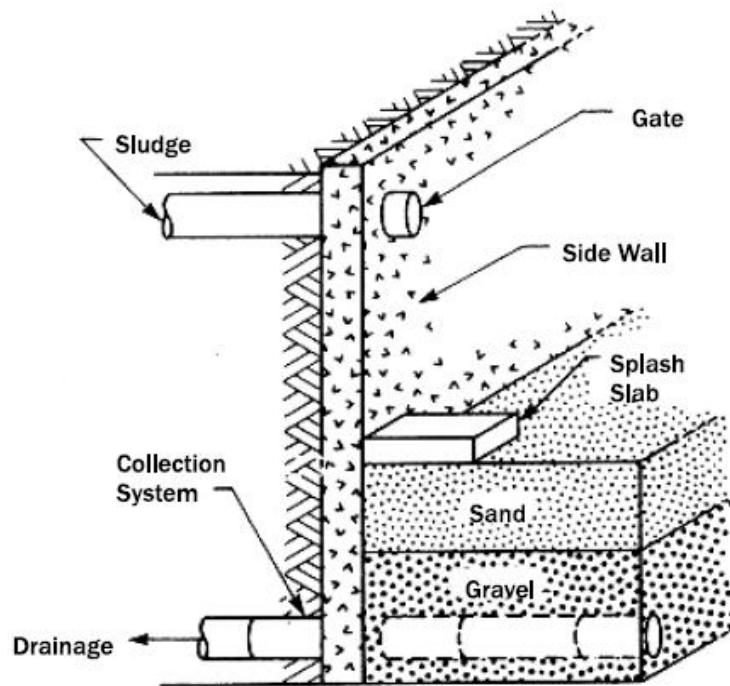
(b) Schematic of fixed-volume press assembly



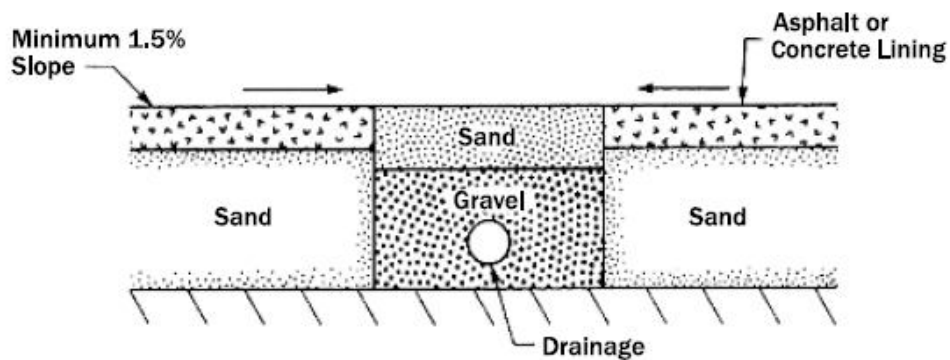
(c) Schematic of a variable volume press assembly



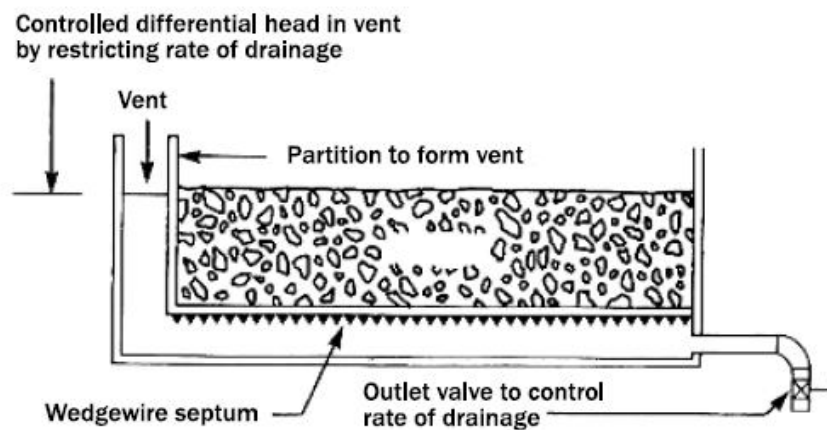
(a) Plan



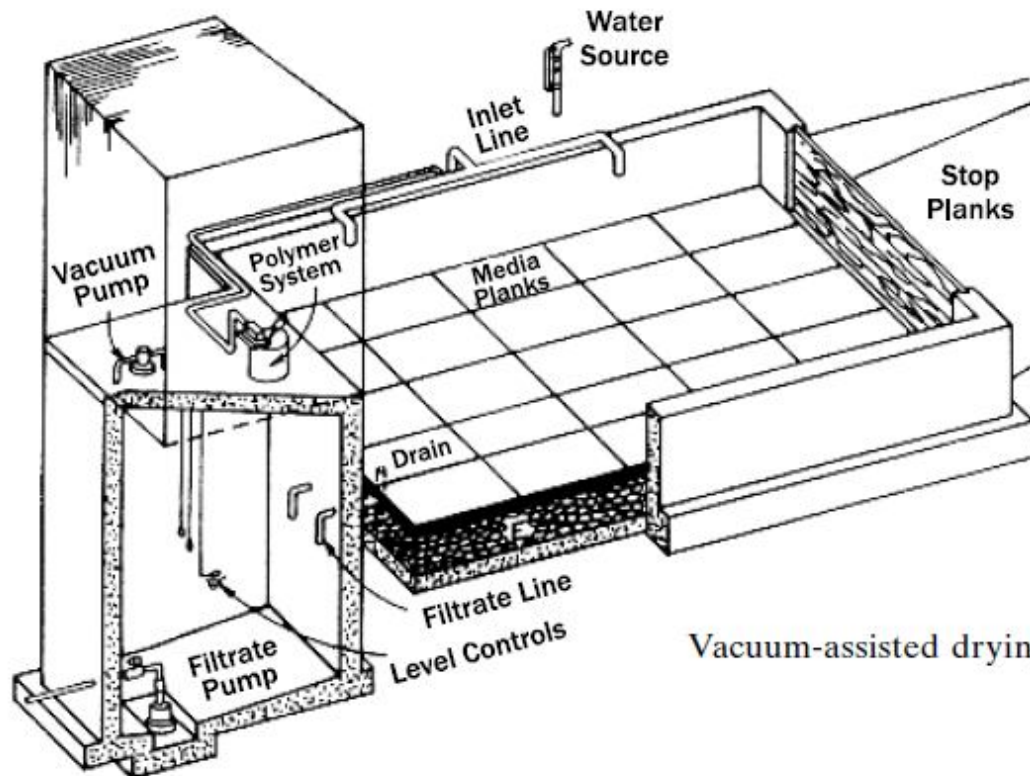
(b) Typical Section
Conventional sand drying bed.



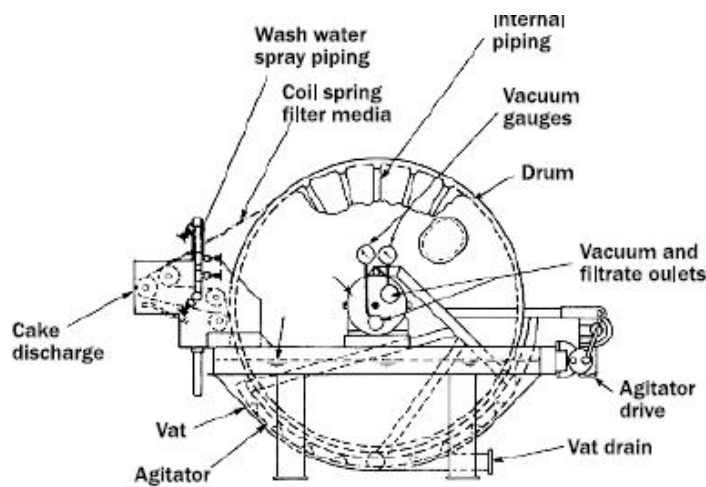
Cross section of a paved drying bed.



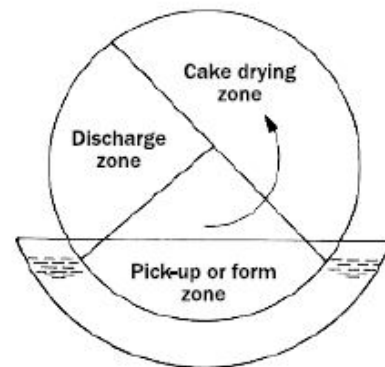
Cross section of a wedgewire drying bed.



Vacuum-assisted drying bed.



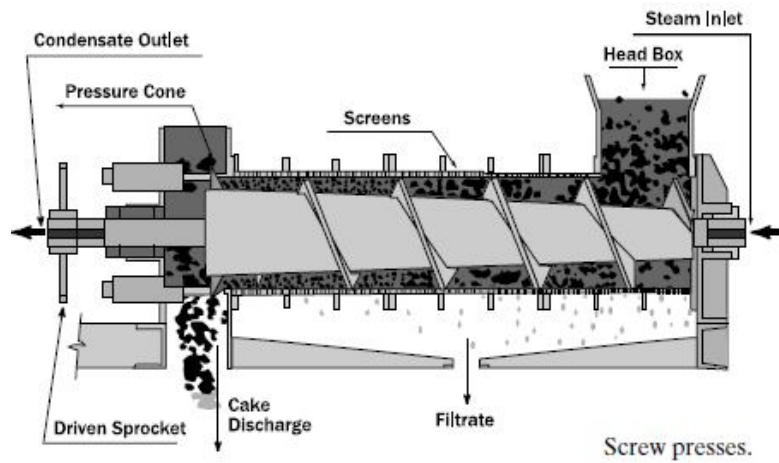
(a) Cross section rotary vacuum filter with coil spring media



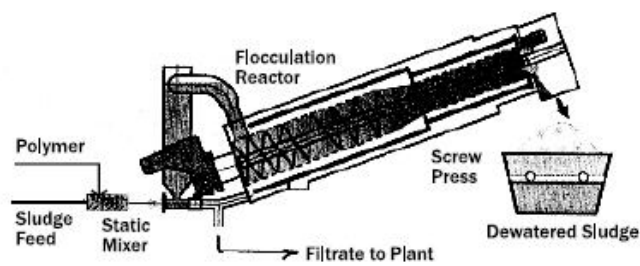
(b) Operation zones

Vacuum filter.

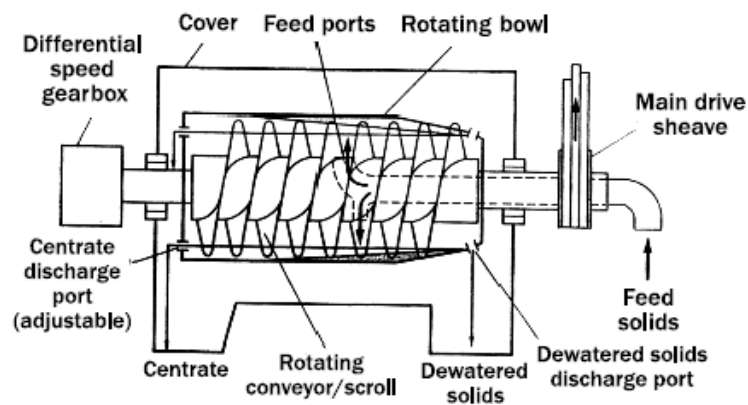
1. Aerobic digestion
2. Autothermal thermophilic aerobic digestion
3. Anaerobic digestion
4. Alkaline stabilization
5. Composting
6. Thermal drying



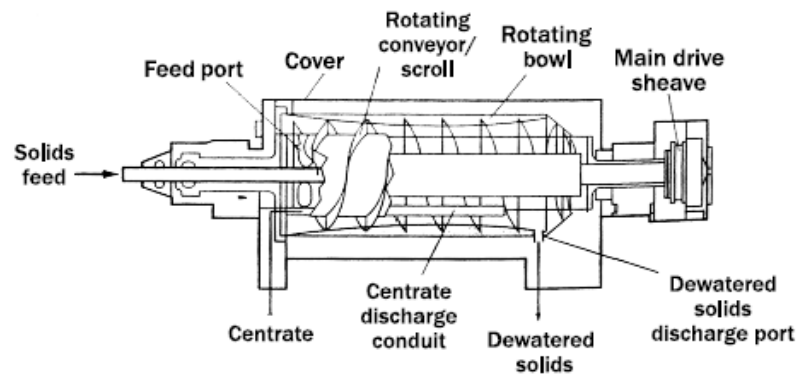
(a) Horizontal Press



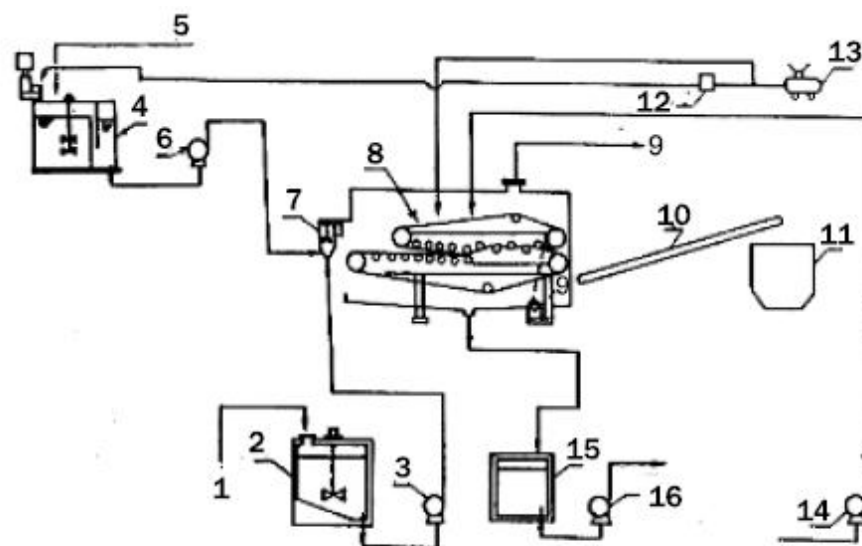
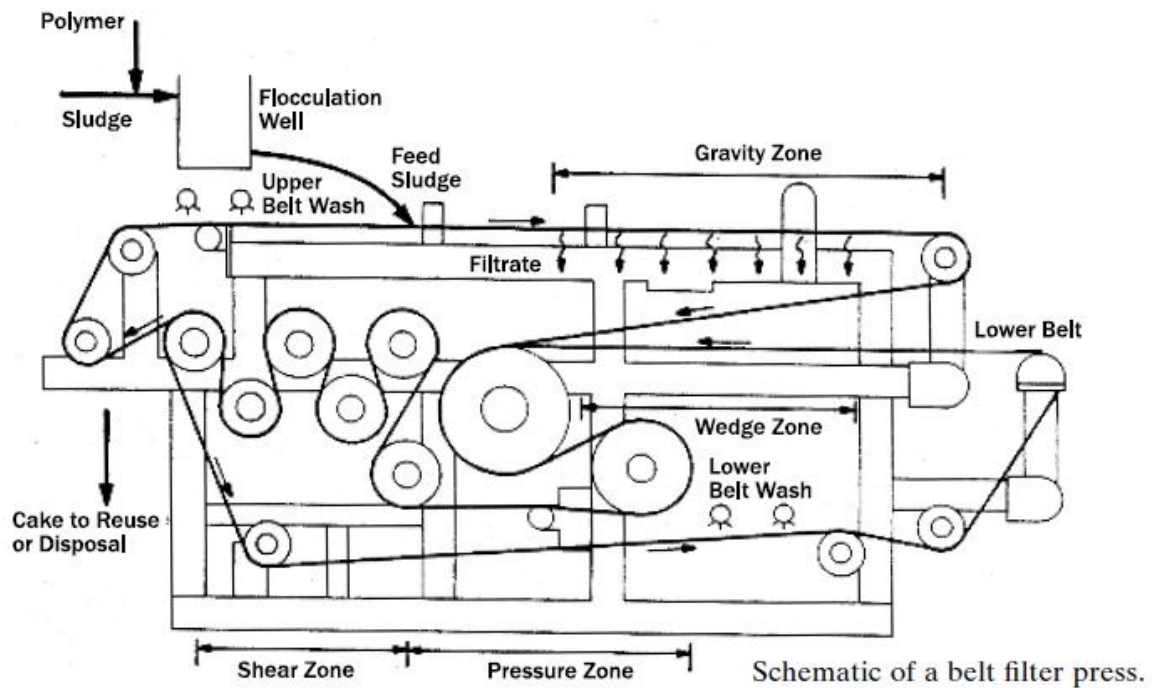
(b) Inclined Press



(a) Countercurrent

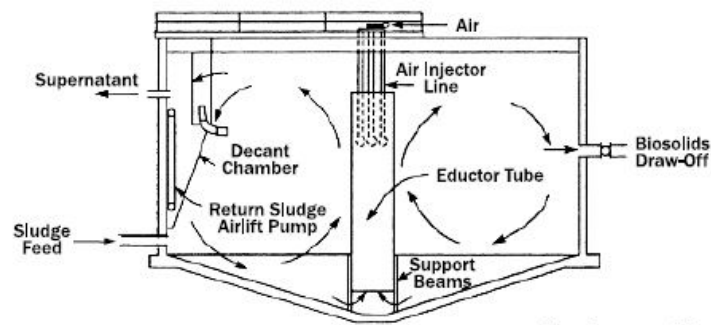


(b) Cocurrent



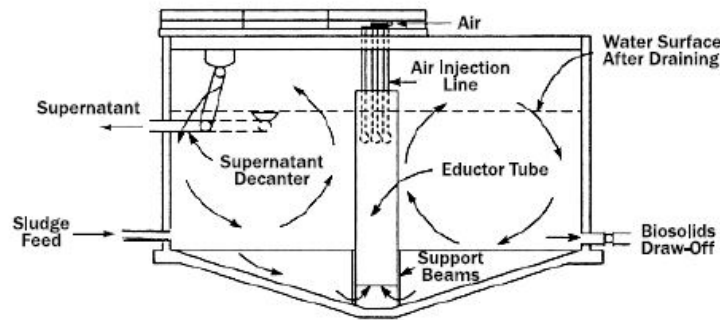
- 1 - Sludge Feed, 2 - Sludge day tank, 3 - Sludge feed pump,
- 4 - Polymer dilution tank, 5 - Polymer dilution water,
- 6 - Polymer feed pump, 7 - Flocculation tank, 8 - Belt filter press, 9 - Air to odor control system, 10 - Cake conveyor,
- 11 - Cake dumpster, 12 - Air filter, 13 - Air compressor,
- 14 - Washwater pump, 15 - Filtrate tank, 16 - Filtrate pump.

Schematic of a belt filter press dewatering system.

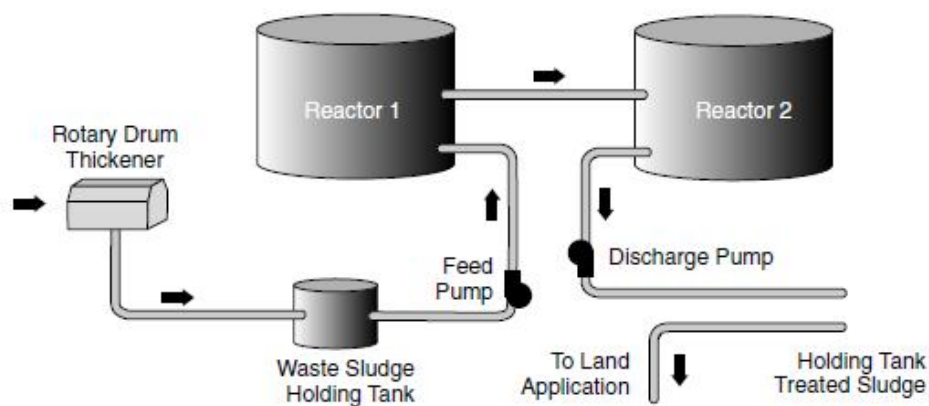


(a) Continuous Operation

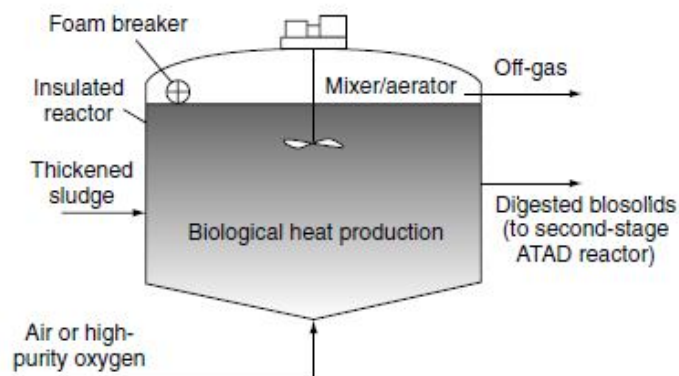
Circular aerobic digester.



(b) Batch Operation

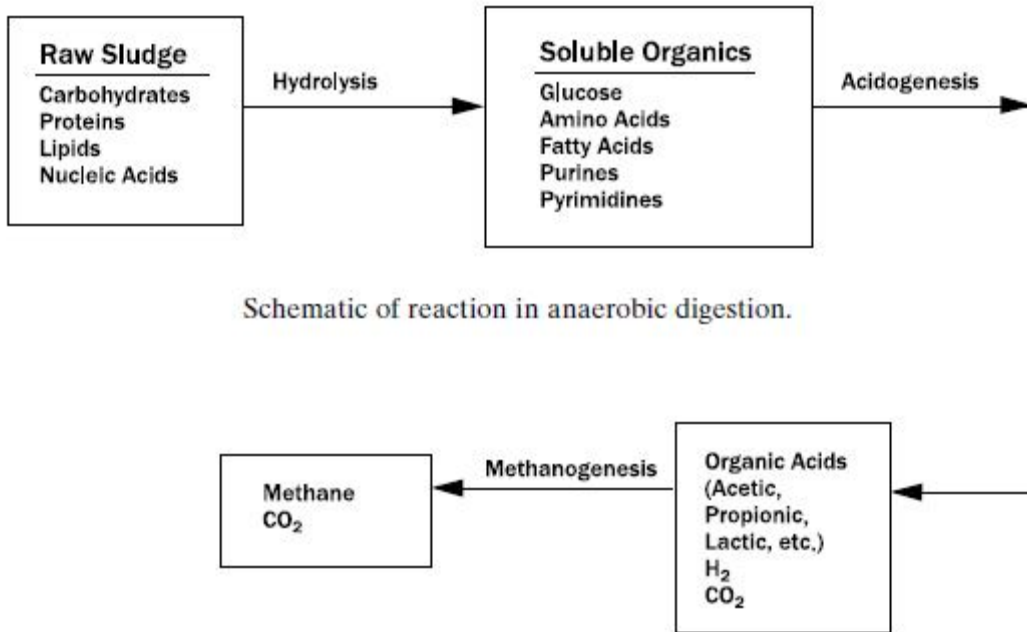


(a) Schematic of a System

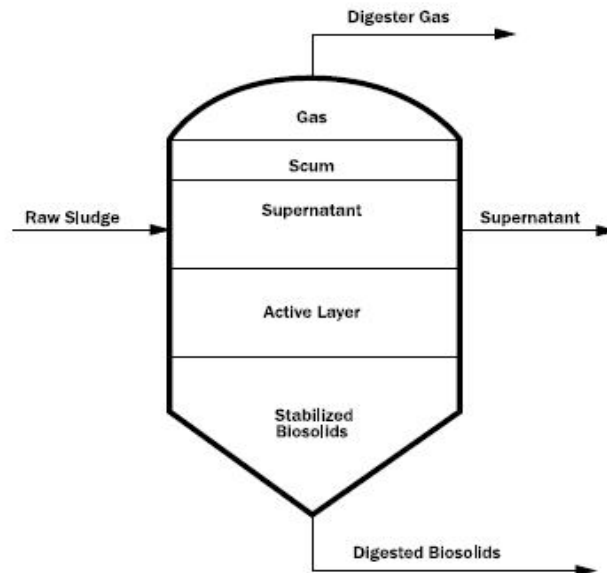


(b) Schematic of a Reaction

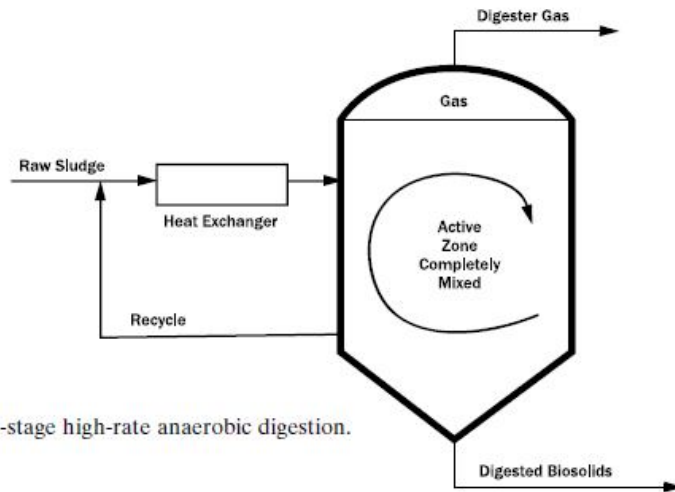
Autothermal thermophilic aerobic digestion system.



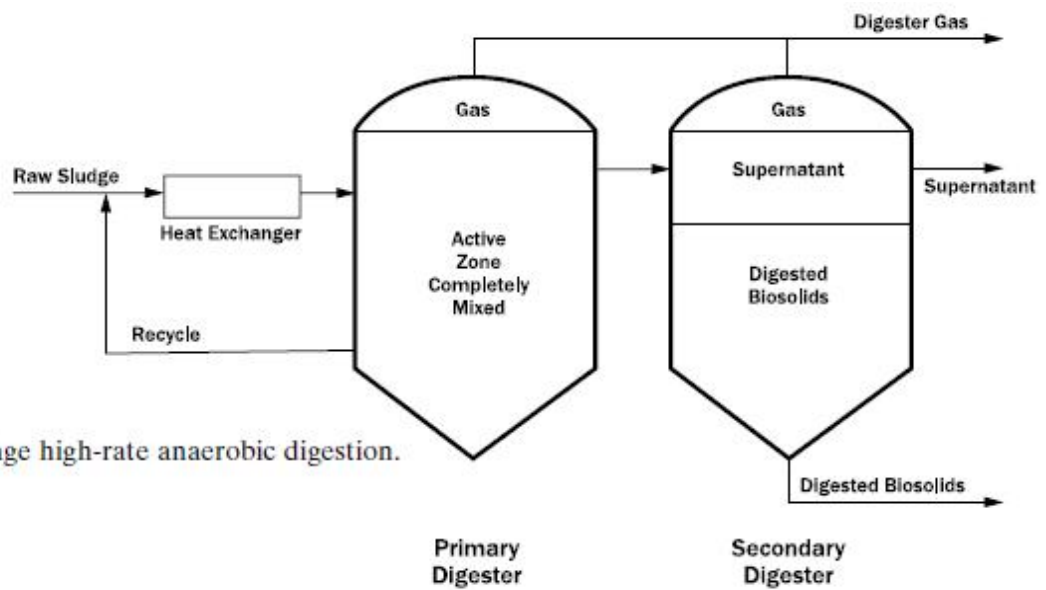
Schematic of reaction in anaerobic digestion.



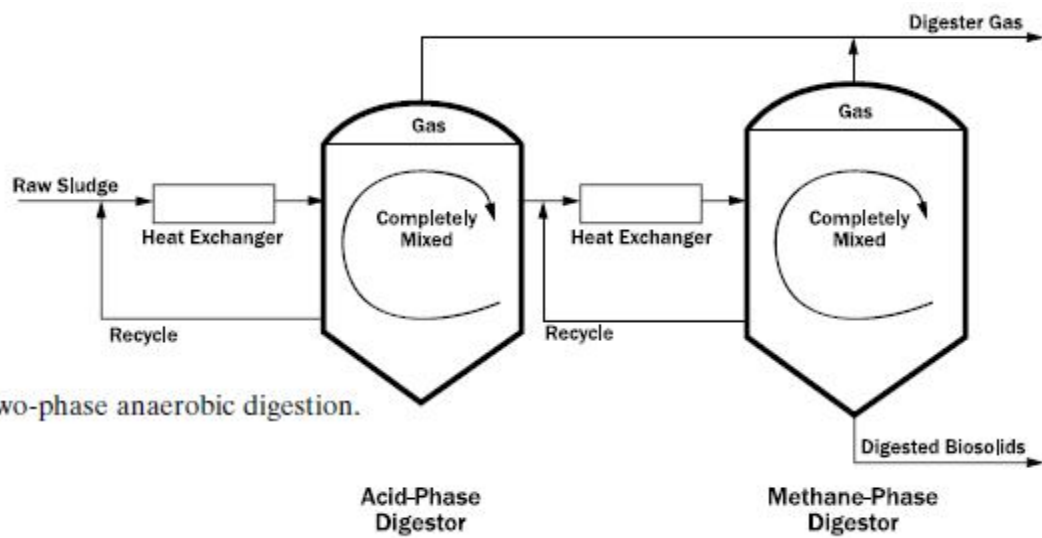
Low-rate anaerobic digestion.



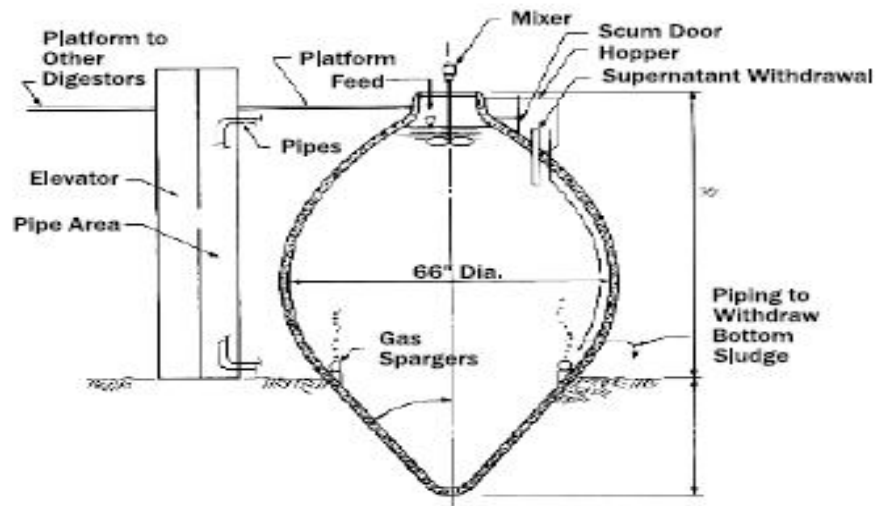
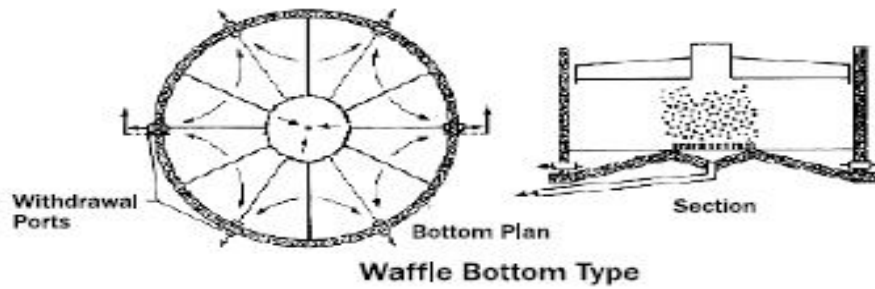
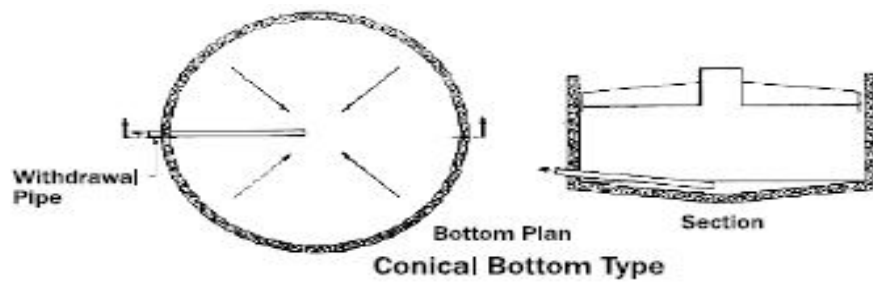
Single-stage high-rate anaerobic digestion.



Two-stage high-rate anaerobic digestion.

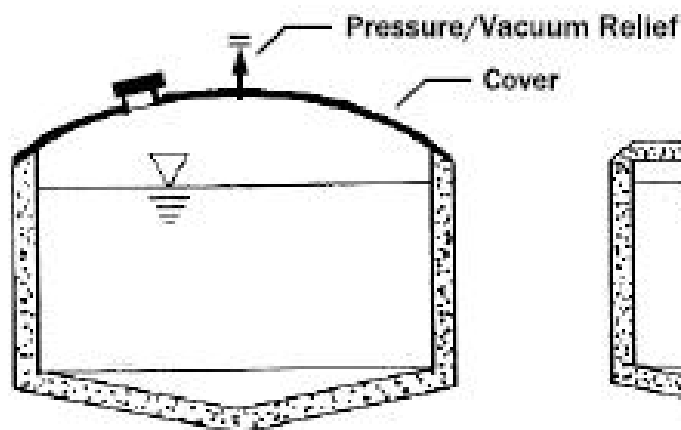


Two-phase anaerobic digestion.

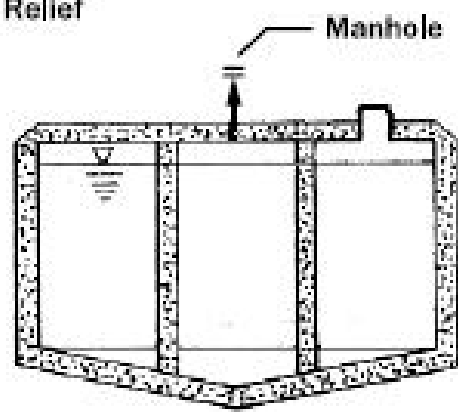


Egg-Shaped Type

Anaerobic digester tank design.

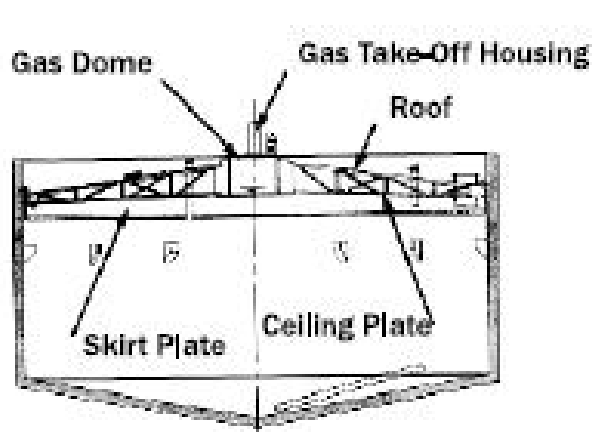


Domed

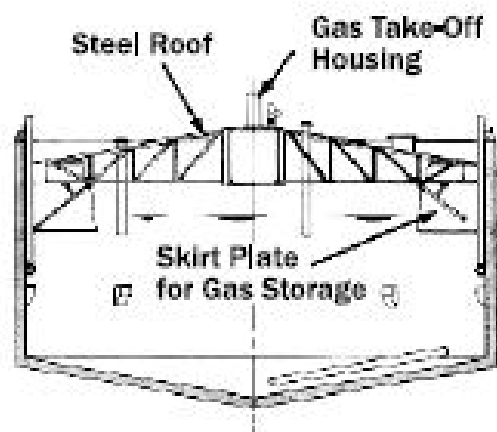


Flat

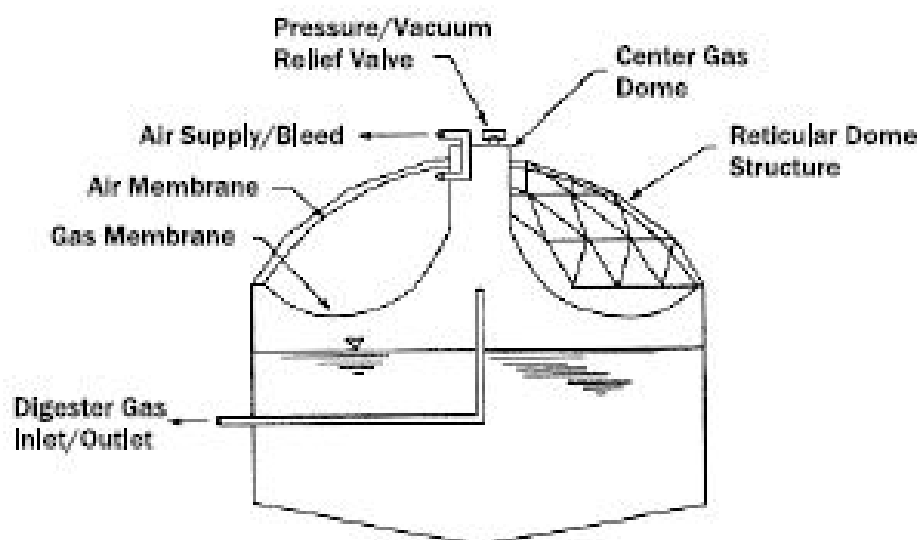
Fixed Covers



Floating Cover

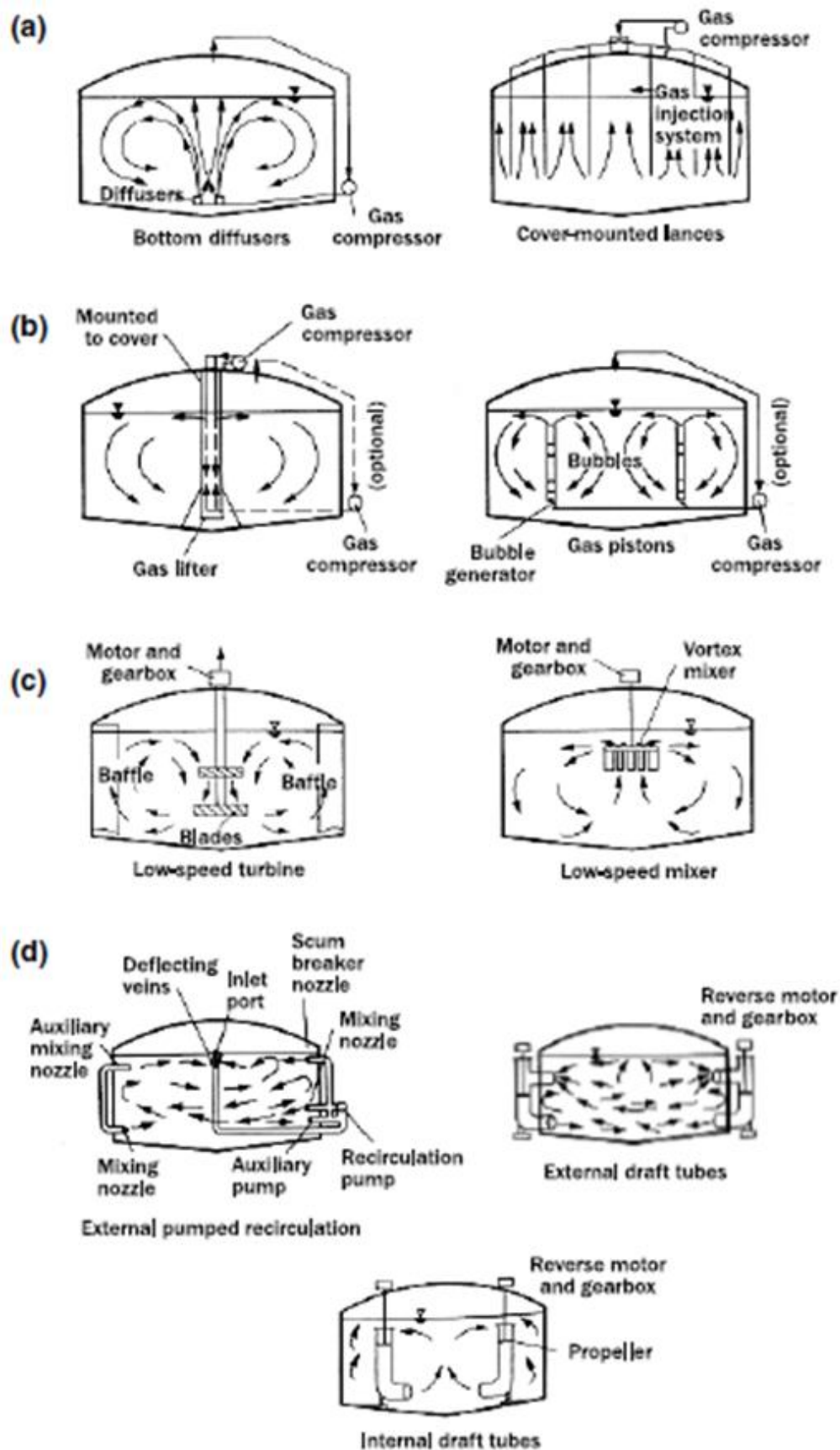


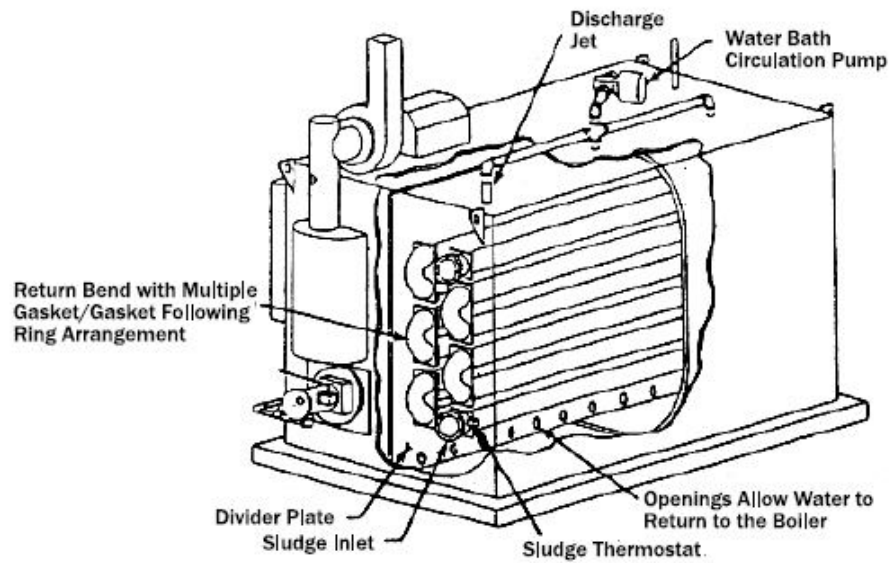
Floating Gasholder



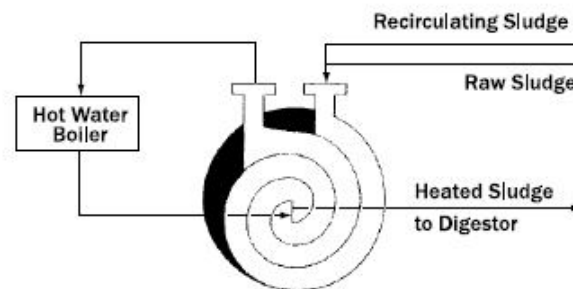
Membrane Gasholder
(from WEF, 1998)

Anaerobic digester covers.



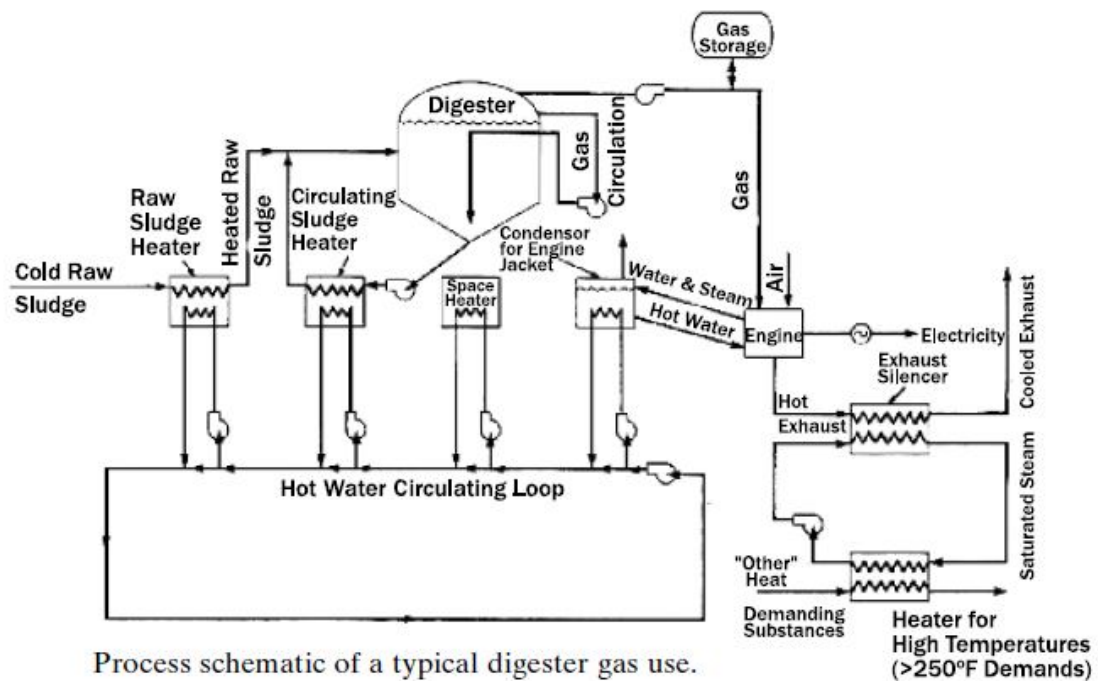


Water Bath Heat Exchanger

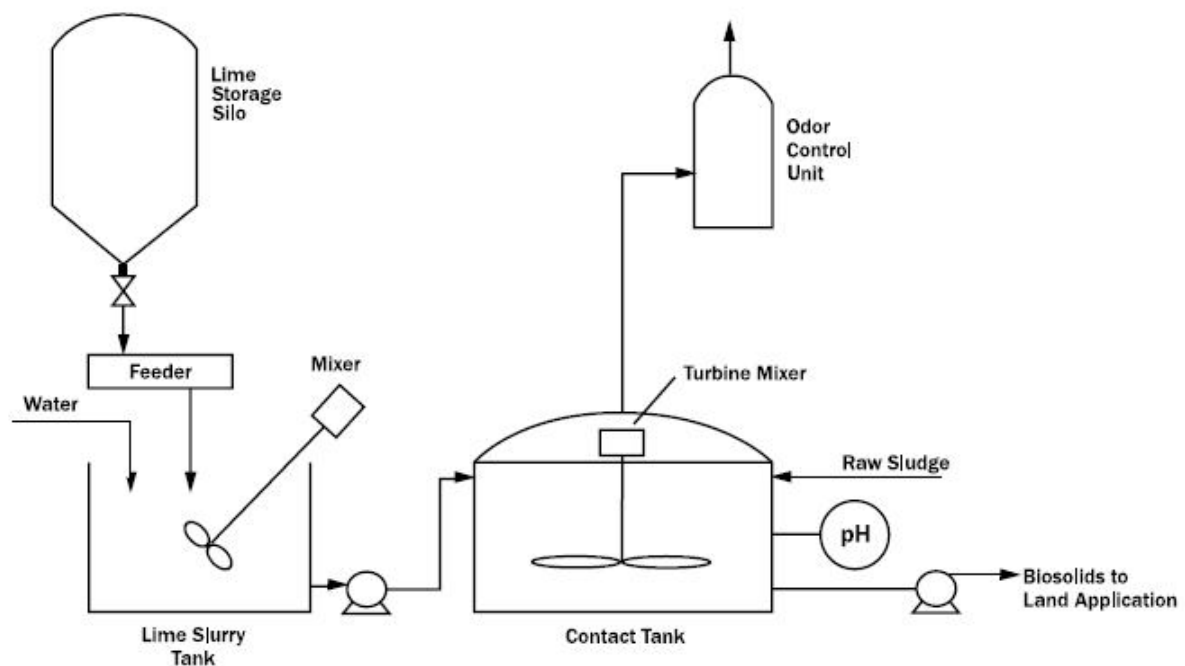


Spiral Heat Exchanger

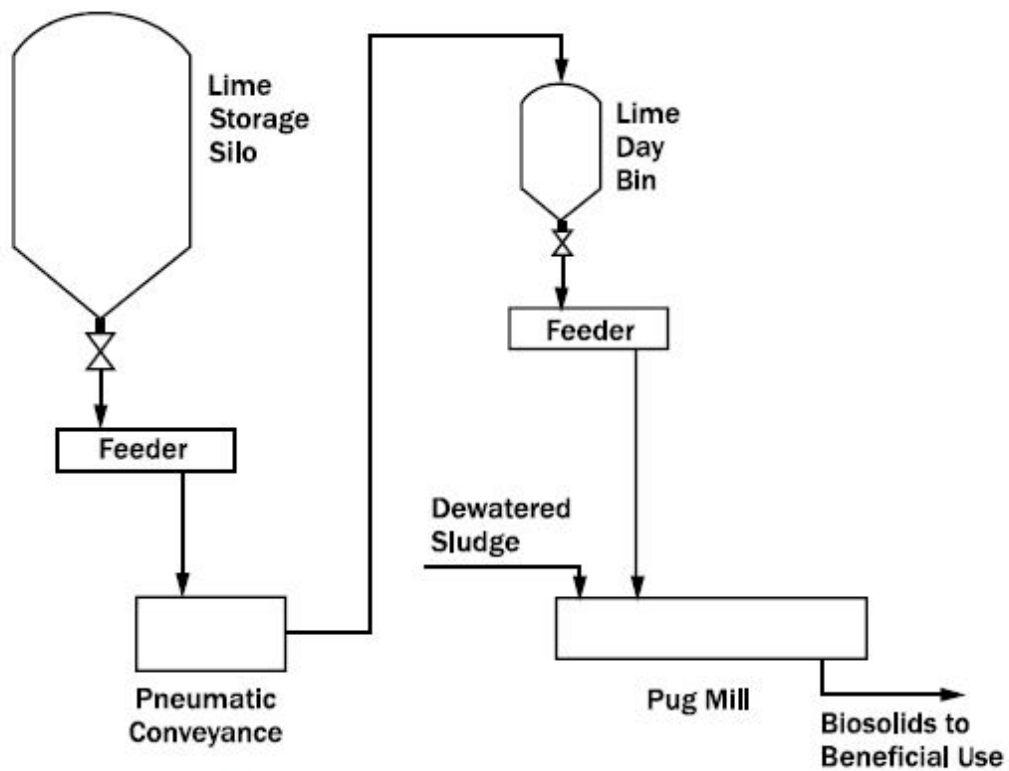
Sludge heating systems.



Process schematic of a typical digester gas use.



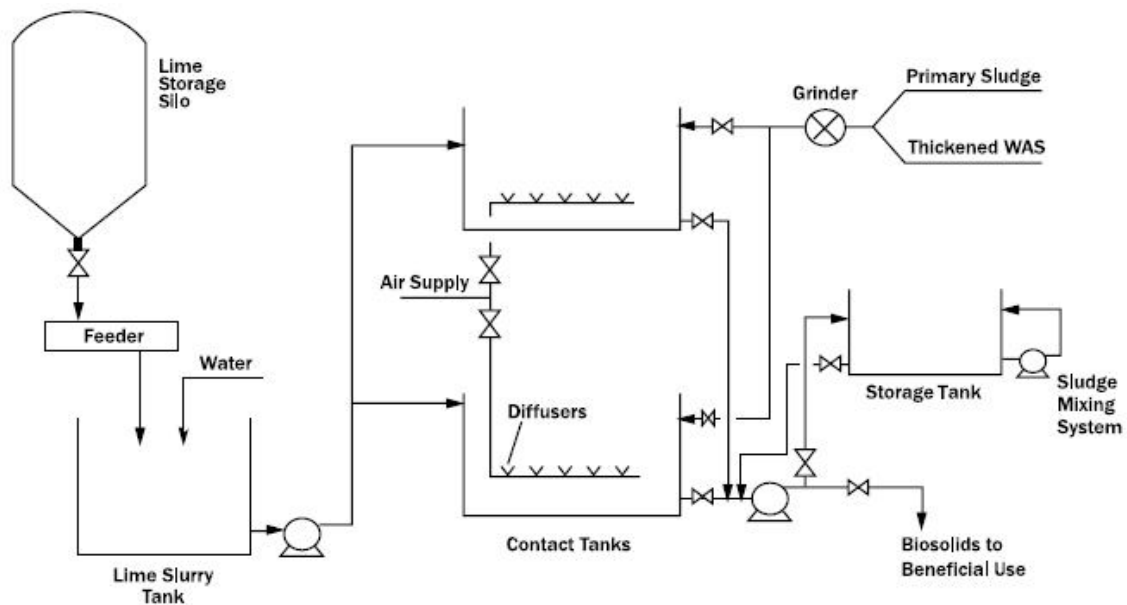
Typical liquid lime stabilization process schematic.



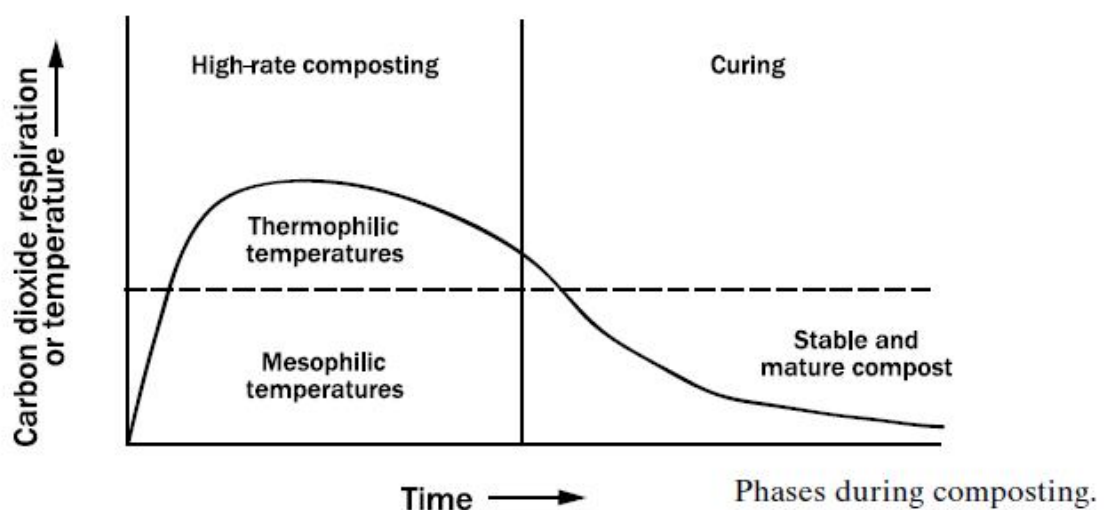
Typical dry lime stabilization process schematic.

PROCESS DESIGN

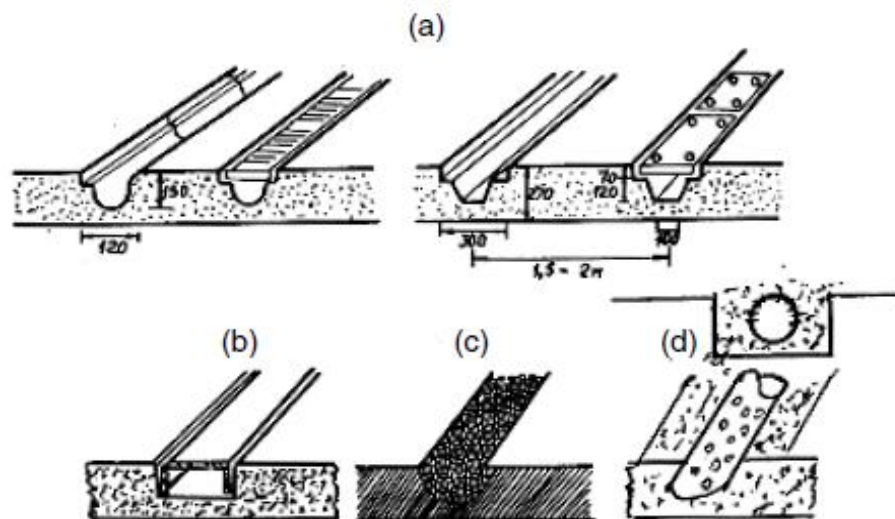
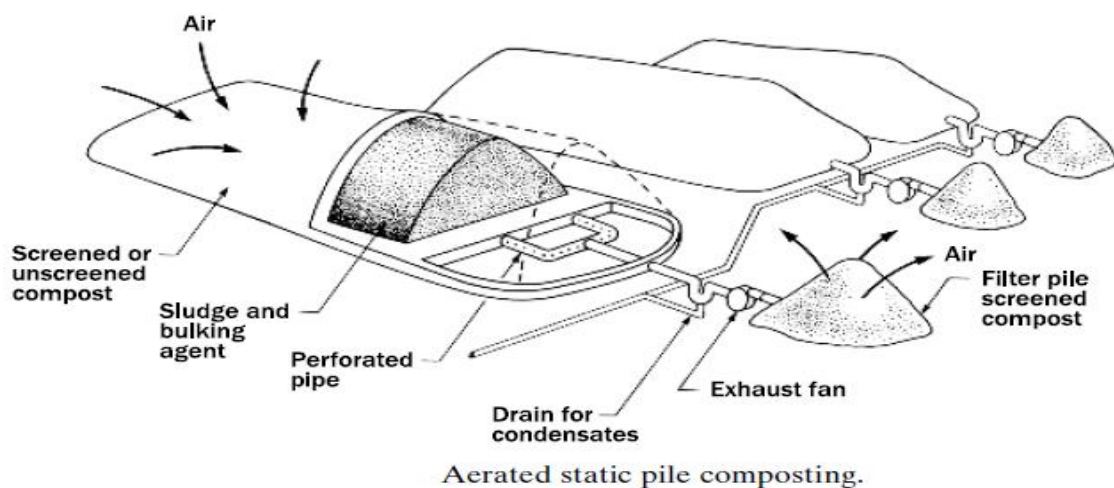
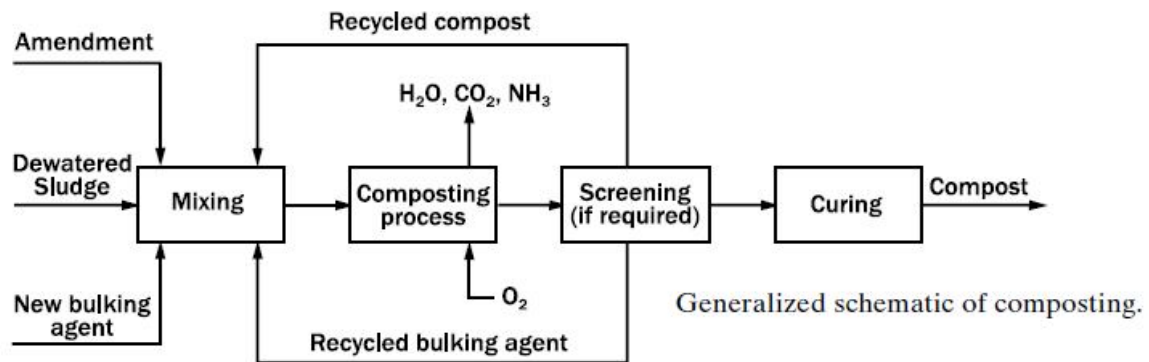
- Sludge characteristics
- Contact time and pH
- Lime dosage
- Alkaline material storage
- Lime feeding
- Liquid lime mixing
- Dry lime mixing



Schematic of lime stabilization in design example.

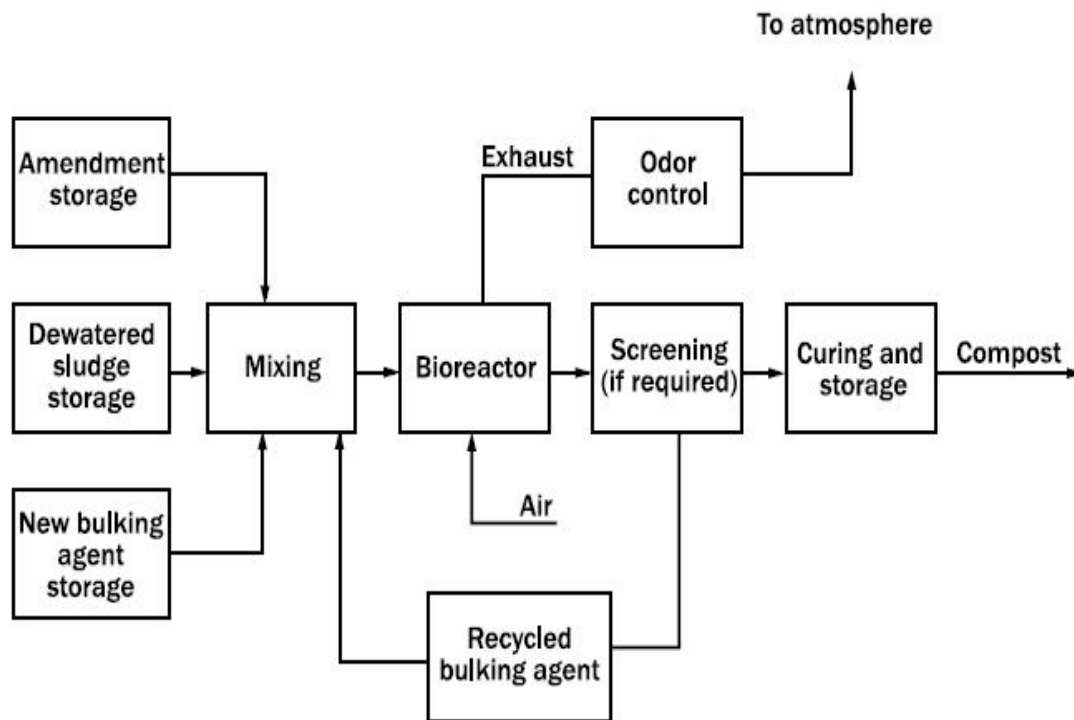


Phases during composting.

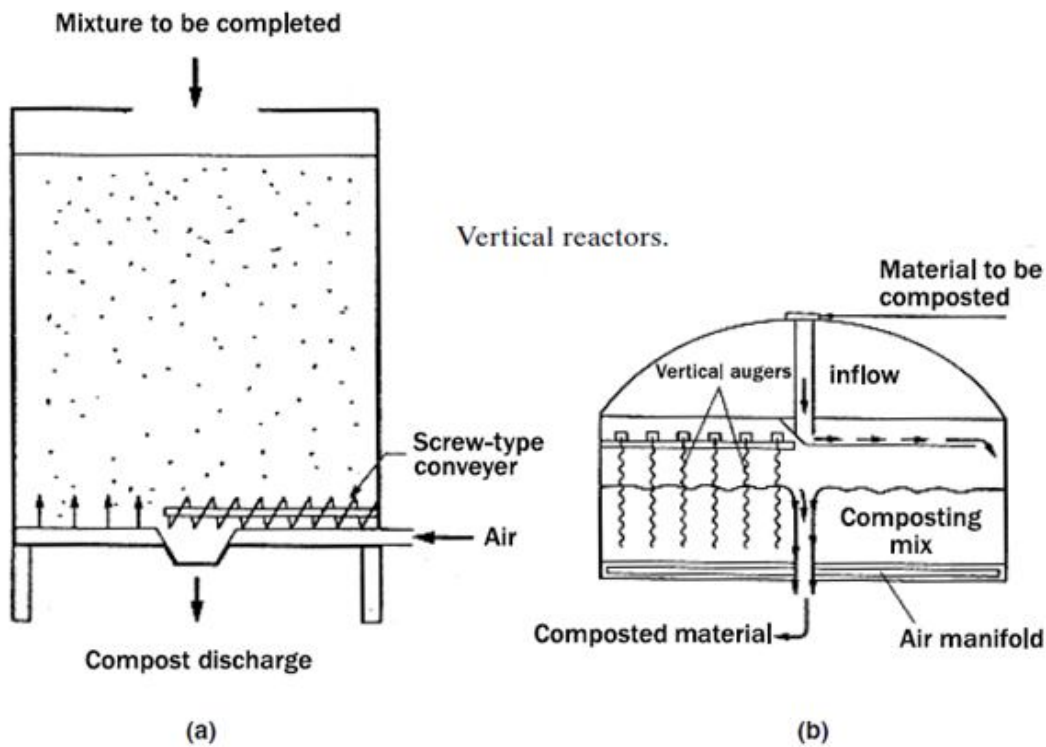


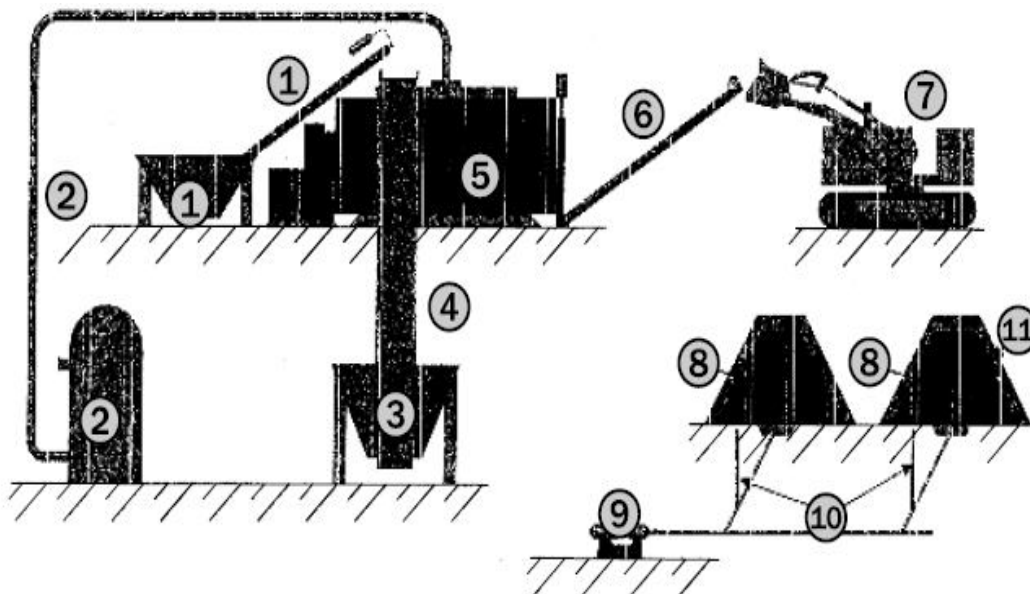
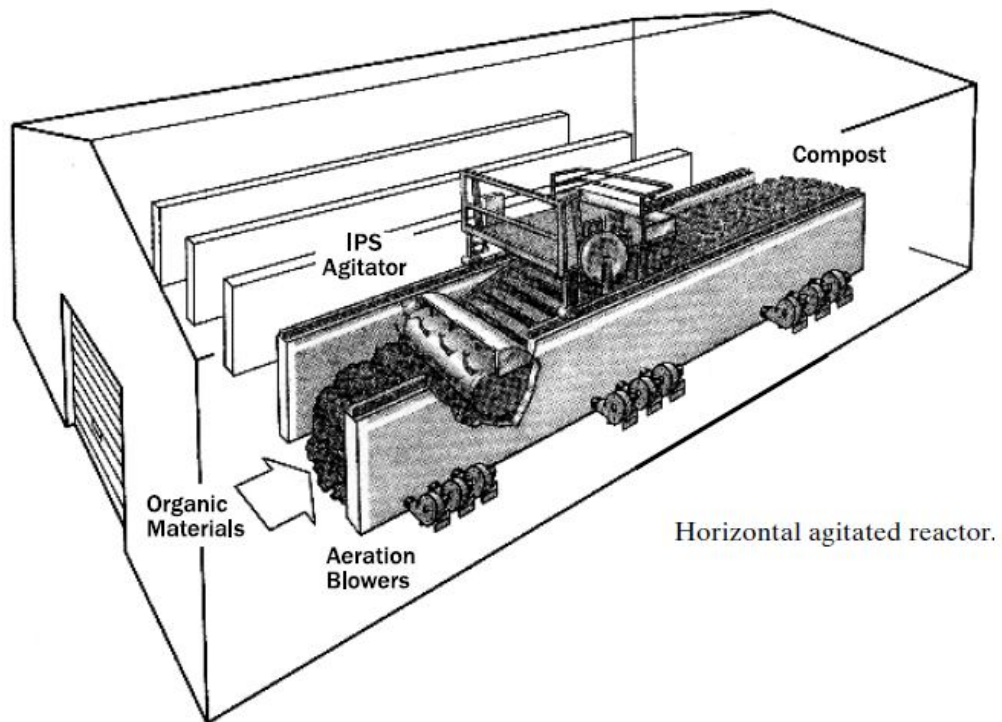
- (a) Concrete trench with ventilation
- (b) Asphalt trench with ventilation
- (c) Concrete trench with gravel
- (d) Concrete trench with perforated pipe and wood chips

Examples of aeration plenum in static pile composting.



Schematic of in-vessel composting process.

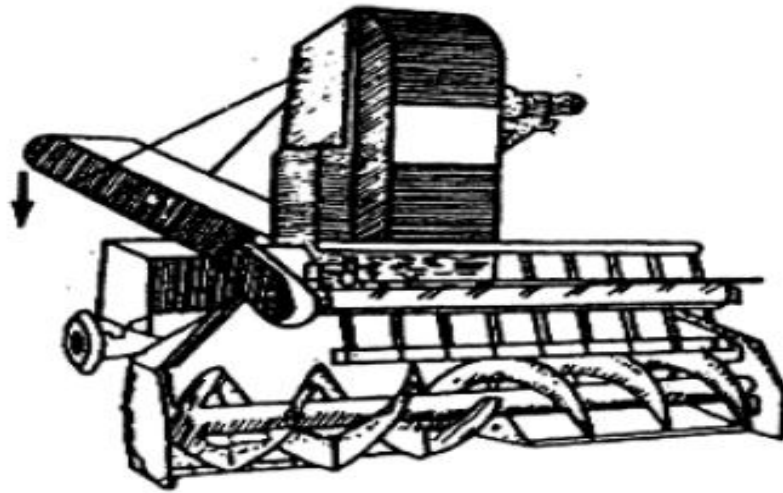




1. Hopper with conveyor for dewatered sludge
2. Silos for quicklime with processing unit and pneumatic pumping of lime
3. Hopper for bulking agents and recycled compost
4. Conveyor
5. Mixture device
6. Discharge conveyor for mixture to be composted
7. Loader
8. Composting piles
9. Air blowers
10. Air flowmeters
11. Cover over composting piles

Schematic of raw sludge composting.

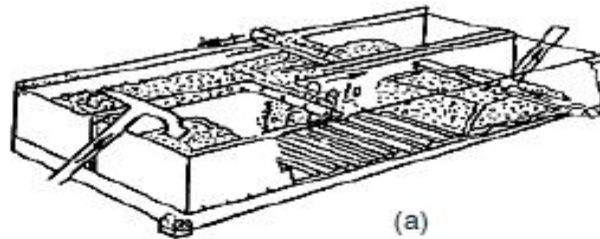
(a)



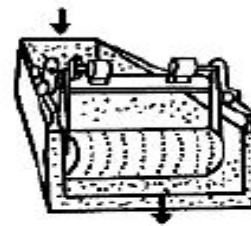
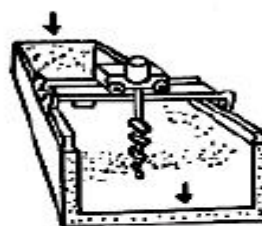
(b)



Machine for mixing and forming piles.

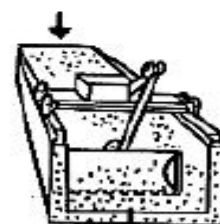
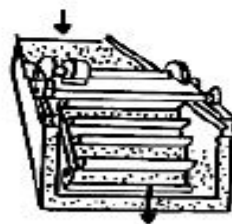


- (a) Conveyor mixer
- (b) Auger mixer
- (c) Drum mixer
- (d) Paddle mixer
- (e) Bucket mixer



(b)

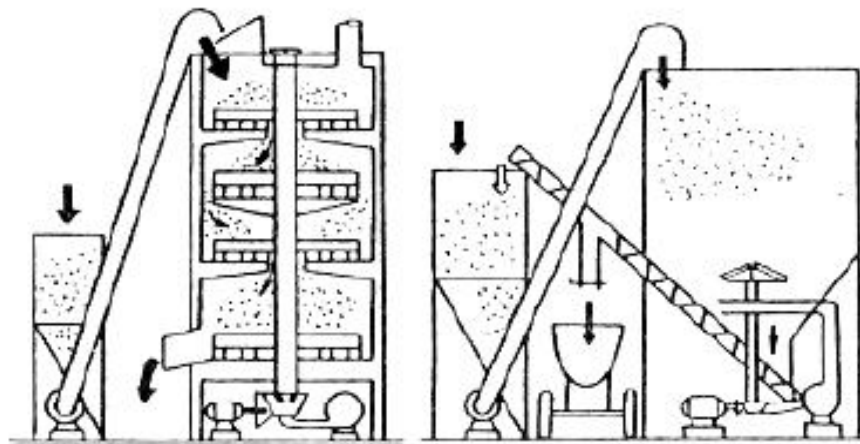
(c)



(d)

(e)

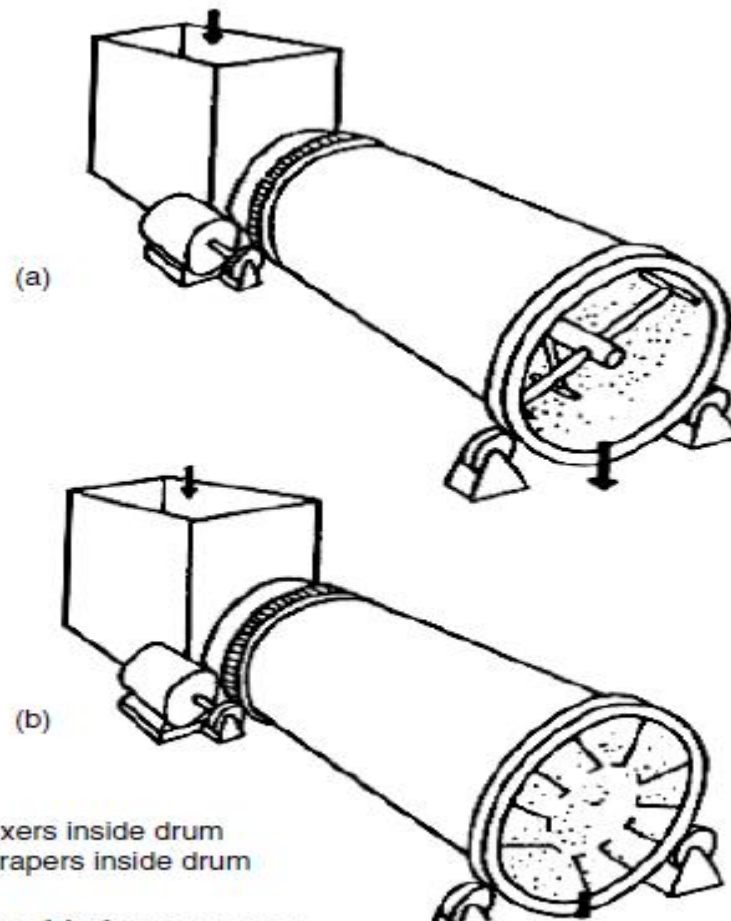
Composting in trenches and mixing systems.



a) Multiple stage

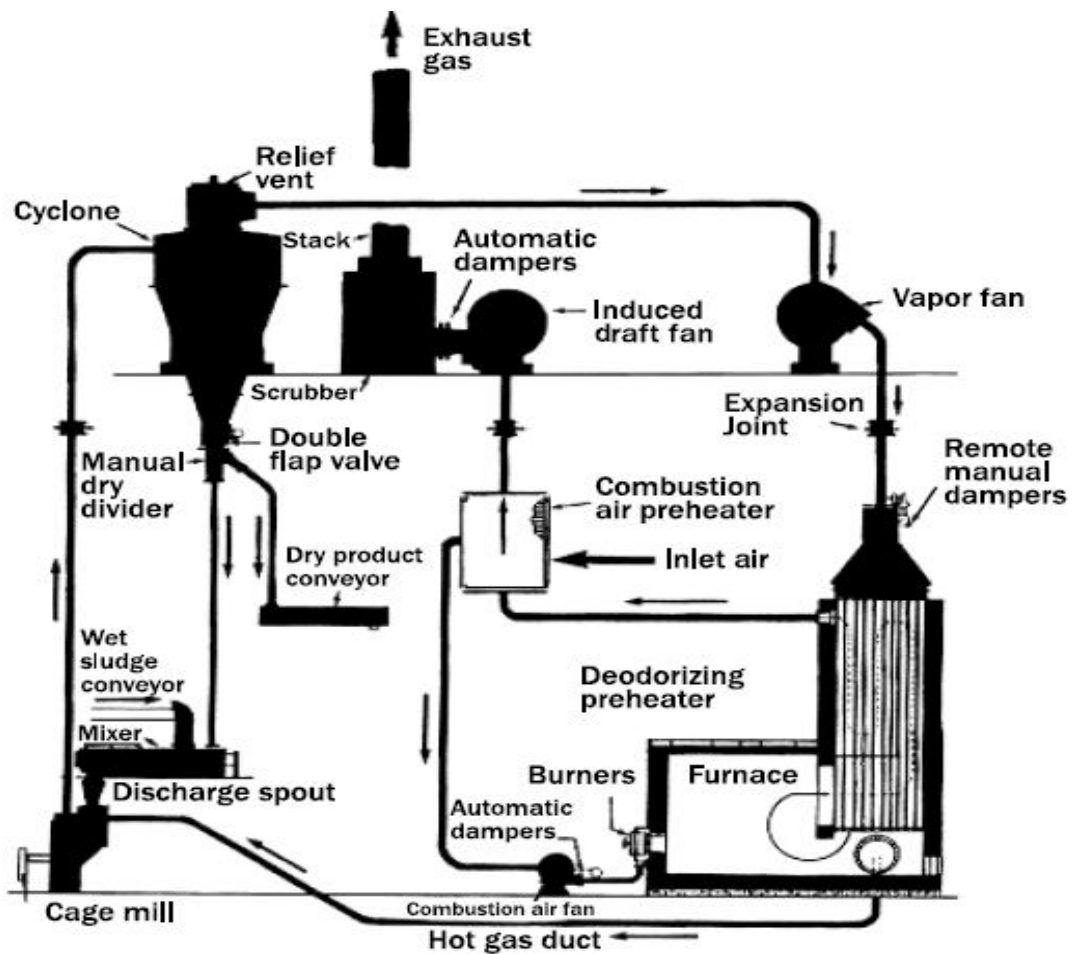
b) Single stage

Vertical composting reactors.

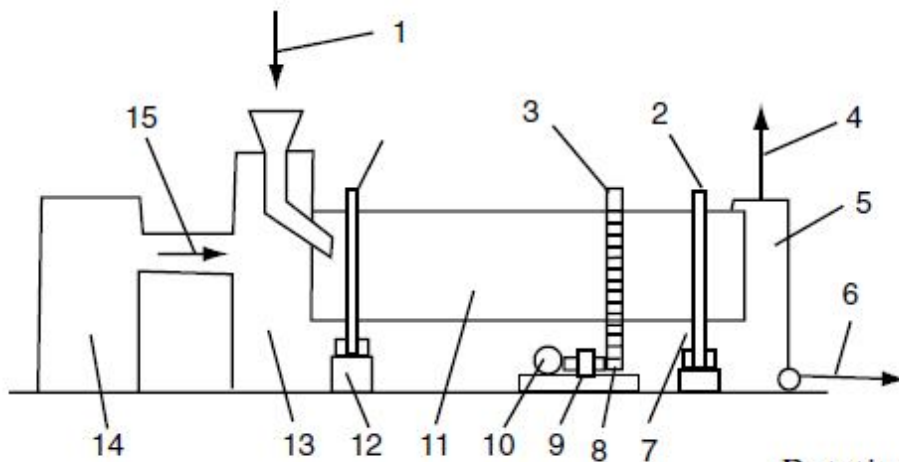


(a) With mixers inside drum
(b) With scrapers inside drum

Rotating biodrum reactors.

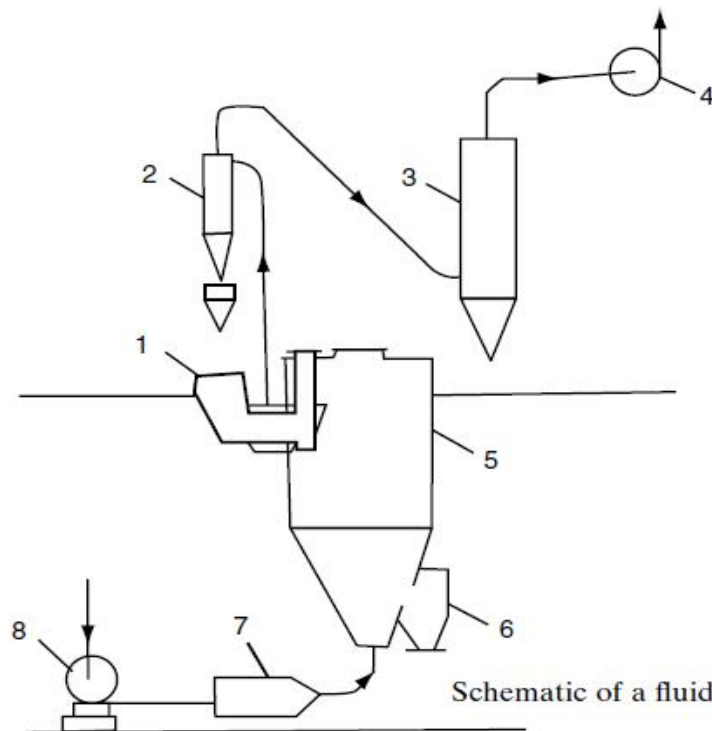


Schematic of a flash drying system.



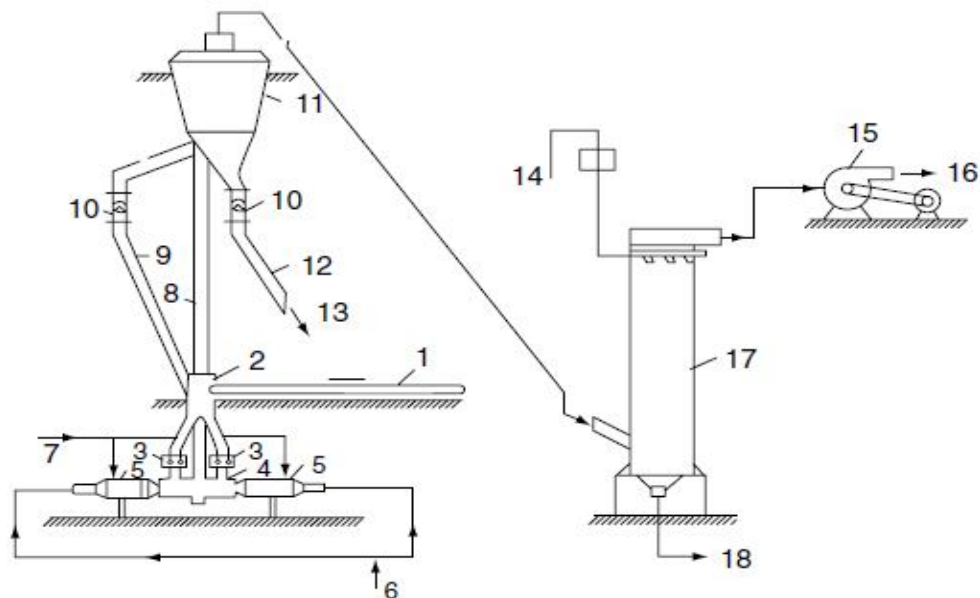
Rotating dryer system.

- 1 - Cake charge, 2 - Band, 3 - Drum drive, 4 - Spent gases
 5 - Discharge chamber, 6 - Dry sludge discharge, 7 - support
 rollers, 8 - Drive gear, 9 - Reducer, 10 - Variable speed electric
 motor, 11 - Rotating drum, 12 - Rotating rollers, 13 - Charging
 chmber, 14 - Furnace, 15 - Furnace gases



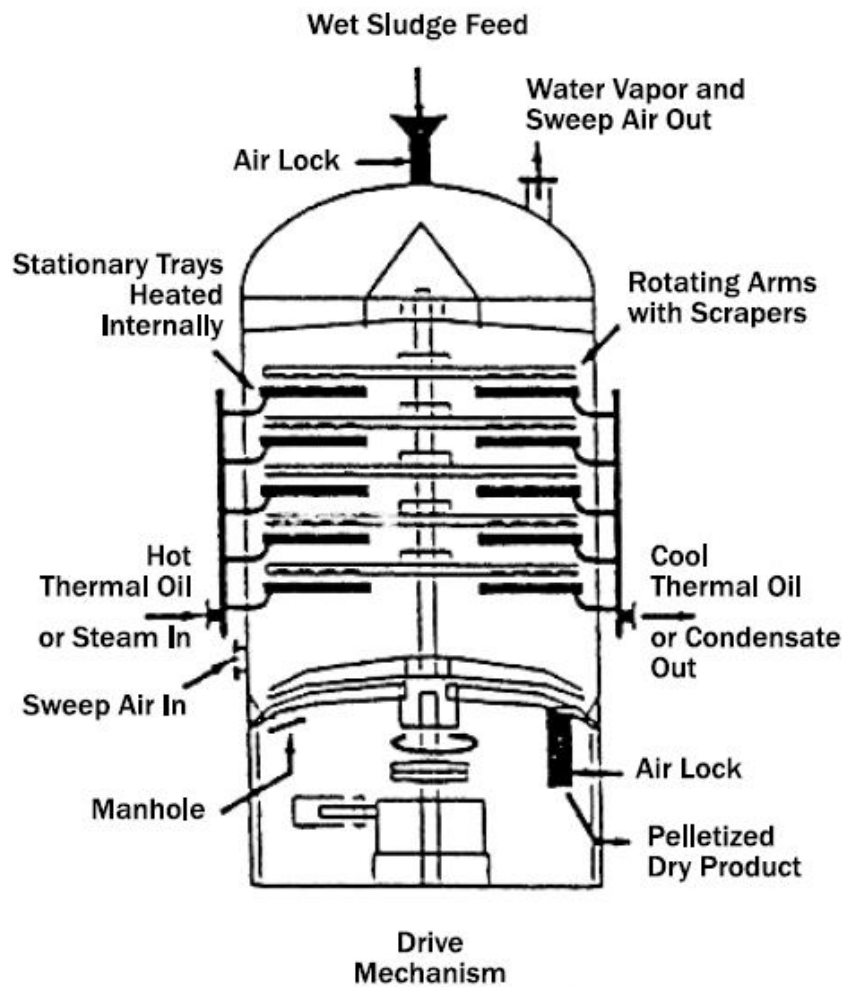
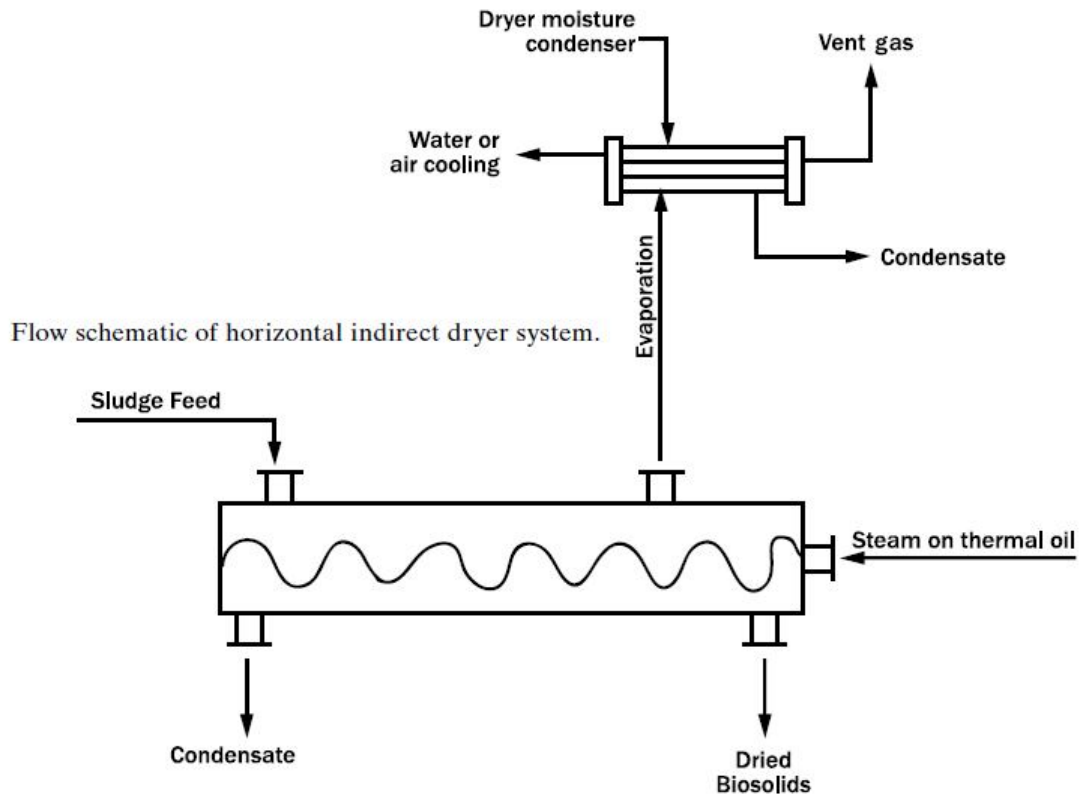
Schematic of a fluidized-bed drying system.

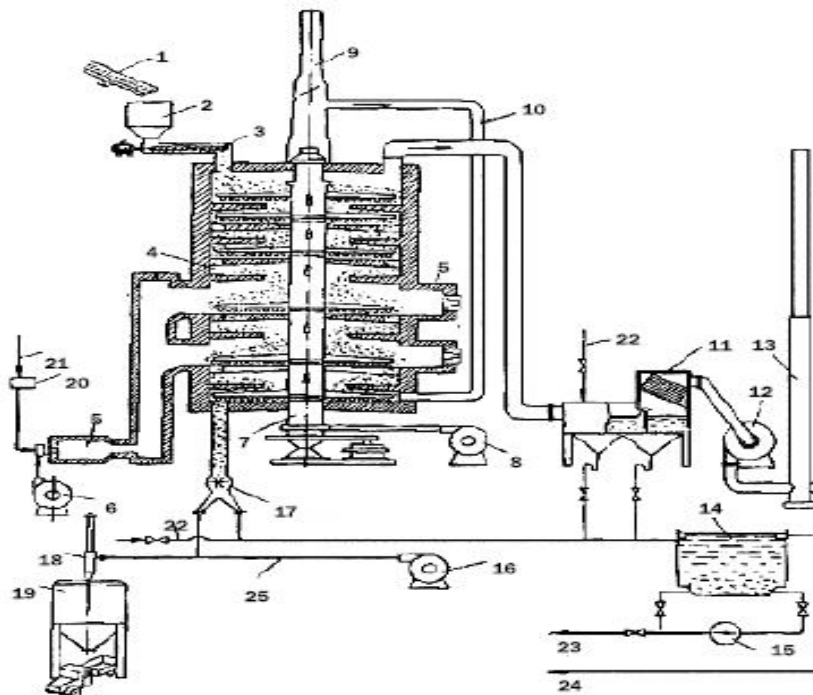
1 - Dewatered sludge hopper, 2 - Cyclone, 3 - Wet scrubber, 4 - Discharge ventilator (exhaust), 5 - Cylindrical dryer, 6 - Dry sludge discharge hopper, 7 - Furnace, 8 - High pressure ventilator (air blower).



Schematic of opposing jet dryer.

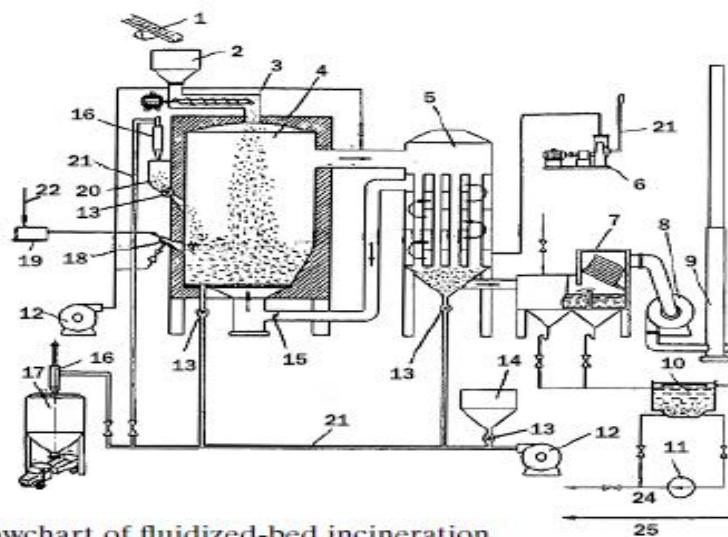
1 - Belt conveyor to feed the sludge, 2 - Receiving chamber, 3 - Double-axle screw feeders, 4 - Dryer chamber with jet pipes, 5 - Combustion chamber, 6 - Air inflow, 7 - Fuel (gas), 8 - Standpipe, 9 - Return pipe, 10 - Rotating gates, 11 - Airflow separator, 12 - Dry sludge pipe, 13 - Dry sludge feed to final product hopper, 14 - Water supply, 15 - Ventilator, 16 - Purified gases to atmosphere, 17 - Water scrubber, 18 - Sludge discharge.





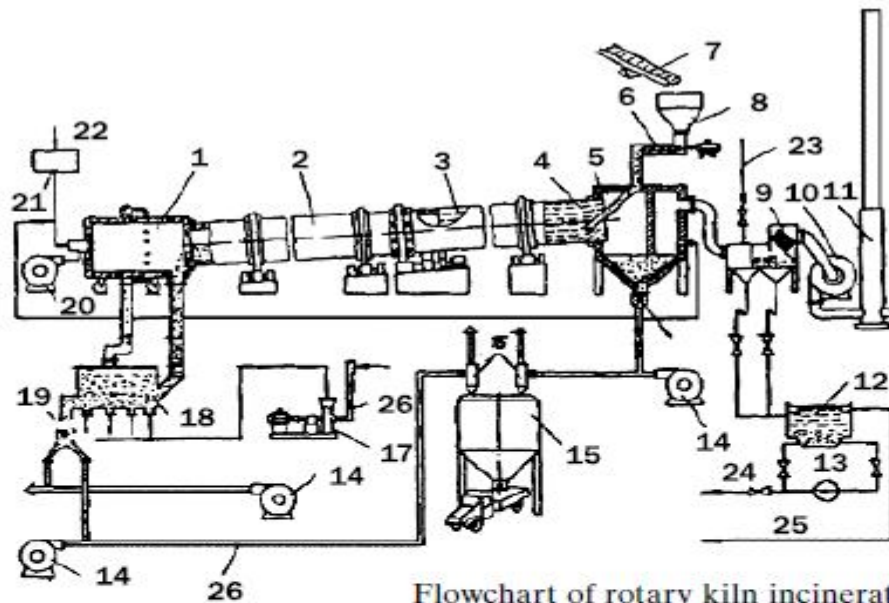
Flowchart of multiple-hearth incineration.

1 - Belt conveyor, 2 - Sludge charging hopper, 3 - Screw feeder, 4 - Multihearth furnace, 5 - External furnace, 6 - Draft blower, 7 - Furnace shaft, 8 - Cooling blower, 9 - Vent, 10 - Recirculation pipe, 11 - Scrubber, 12 - Blower, 13 - Stack, 14 - Ash tank, 15 - Ash slurry pump, 16 - Pnuematic transport blower, 17 - Gate feeder, 18 - Cyclone discharge device, 19 - Ash discharge hopper, 20 - Gas regulator unit, 21 - Fuel gas pipe, 22 - Water pipe, 23 - Ash pipe, 24 - Wastewater pipe, 25 - Air pipe.



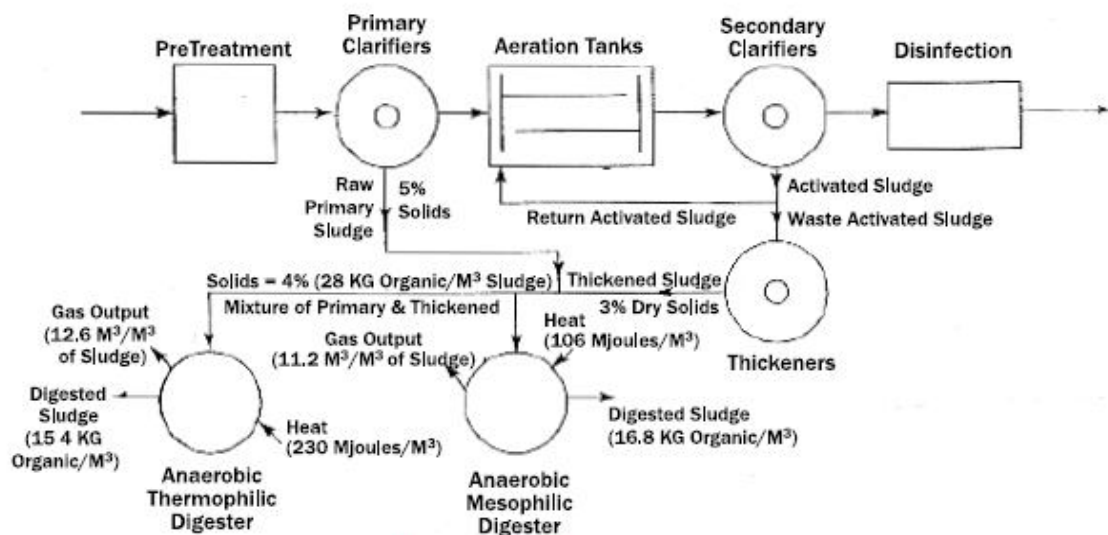
Flowchart of fluidized-bed incineration.

1 - Belt conveyor, 2 - Sludge charging hopper, 3 - Screw feeder, 4 - FB furnace, 5 - Recuperator, 6 - Air blower, 7 - Wet dust trap, 8 - Blower, 9 - Stack, 10 - Ash tank, 11 - Ash water pump, 12 - Ventilator, 13 - Gate feeder, 14 - Sand hopper, 15 - Gate valve, 16 - Cyclone discharge device, 17 - Ash discharge hopper, 18 - Gas burner, 19 - Gas control unit, 20 - Hopper-feeder, 21 - Air duct, 22 - Fuel gas pipe, 23 - Water pipe, 24 - Ash duct, 25 - Wastewater pipe.

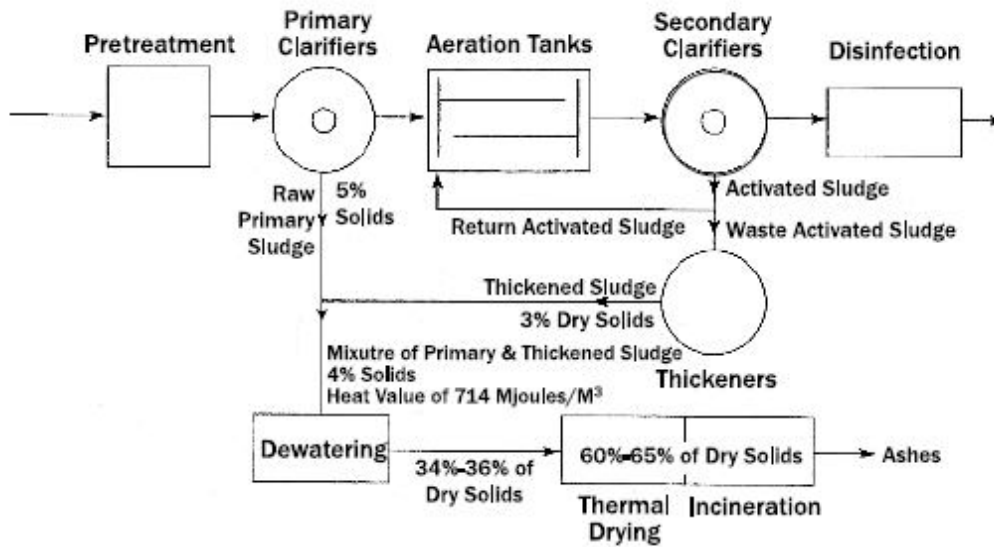


Flowchart of rotary kiln incineration

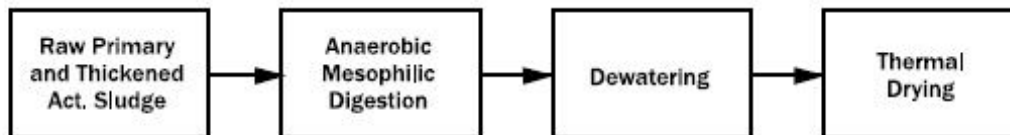
- 1 - External furnace, 2 - Rotating kiln, 3 - Vane fin,
 4 - Spiral intake fin, 5 - Final combustion chamber,
 6 - Screw feeder, 7 - Belt conveyor, 8 - Sludge charging
 hopper, 9 - Scrubber, 10 - Blower, 11 - Stack, 12 - Ash
 tank, 13 - Ash slurry pump, 14 - Pneumatic transport
 blower, 15 - Ash discharge hopper, 16 - Cyclone
 discharge device, 17 - Air blower, 18 - Air cooler,
 19 - Gate feeder, 20 - Draft blower, 21 - Gas control
 unit, 22 - Gas pipe, 23 - Water pipe, 24 - Ash pipe,
 25 - Wastewater pipe, 26 - Air pipe.



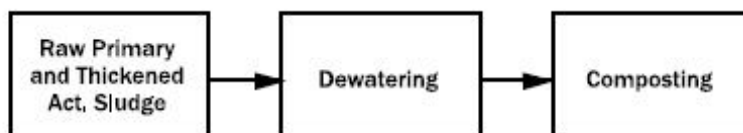
Technical scheme of anaerobic digestion.



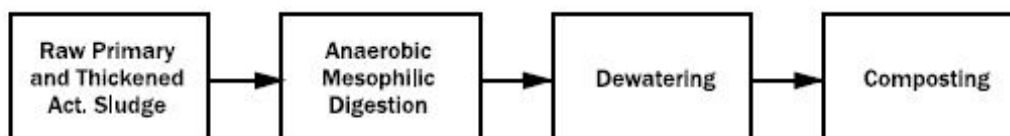
Schematic of autothermic incineration of sludge.



Scheme 1

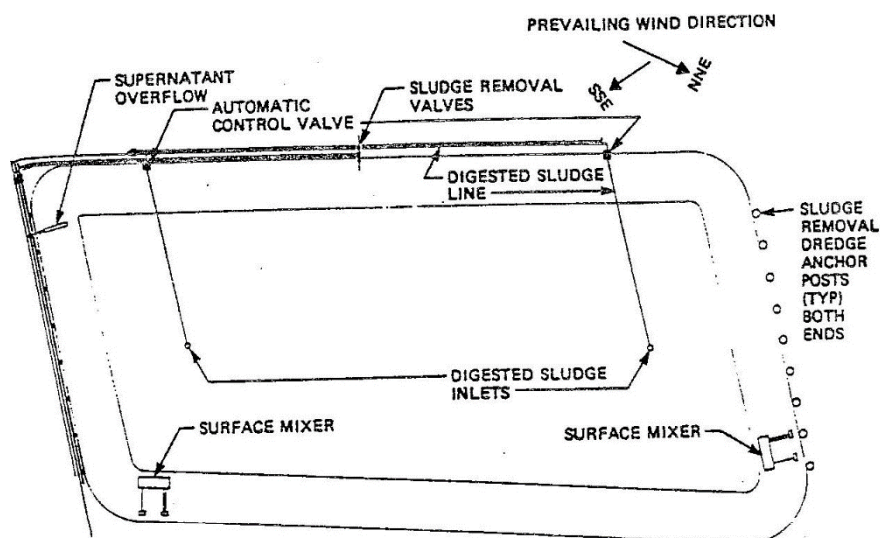


Scheme 2

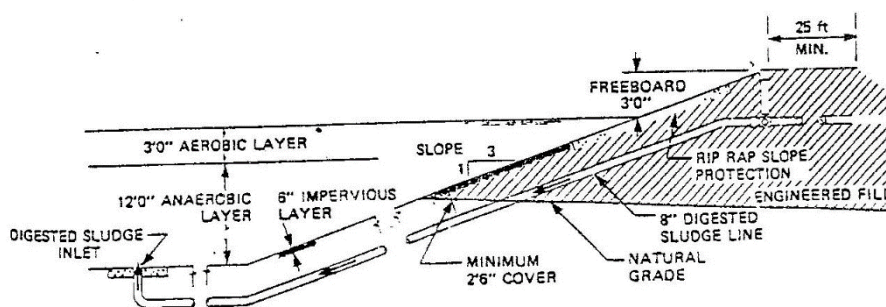


Scheme 3

Sludge processing schemes.



TYPICAL FSL LAYOUT



پلان و مقطع استخر لجن

دفع لجن در سیستم‌های اصلی تصفیه فاضلاب

عملیات معمول در خصوص لجن				تناوب دفع	سیستم‌های تصفیه فاضلاب
دفع نهایی	آبگیری	هضم	تغلیظ		
*	*	*	*	متغیر*	تصفیه اولیه
*				بیشتر از ۲۰ سال بیشتر از ۲۰ سال ۱۰ سال کمتر از ۵ سال	برکه اختیاری برکه بی‌هوازی - برکه اختیاری لاگون‌های هوادهی اختیاری هوادهی با اختلاط کامل - برکه ته نشینی
*	*	*	*	مداوم	لجن فعال متعارف - MLE
*	*		*	مداوم	انواع هوادهی گسترده - کاروسل
*	*		*	مداوم	صافی چکنده کم بار
*	*	*	*	مداوم	صافی چکنده پر بار

فرایندهای تصفیه و دفع لجن

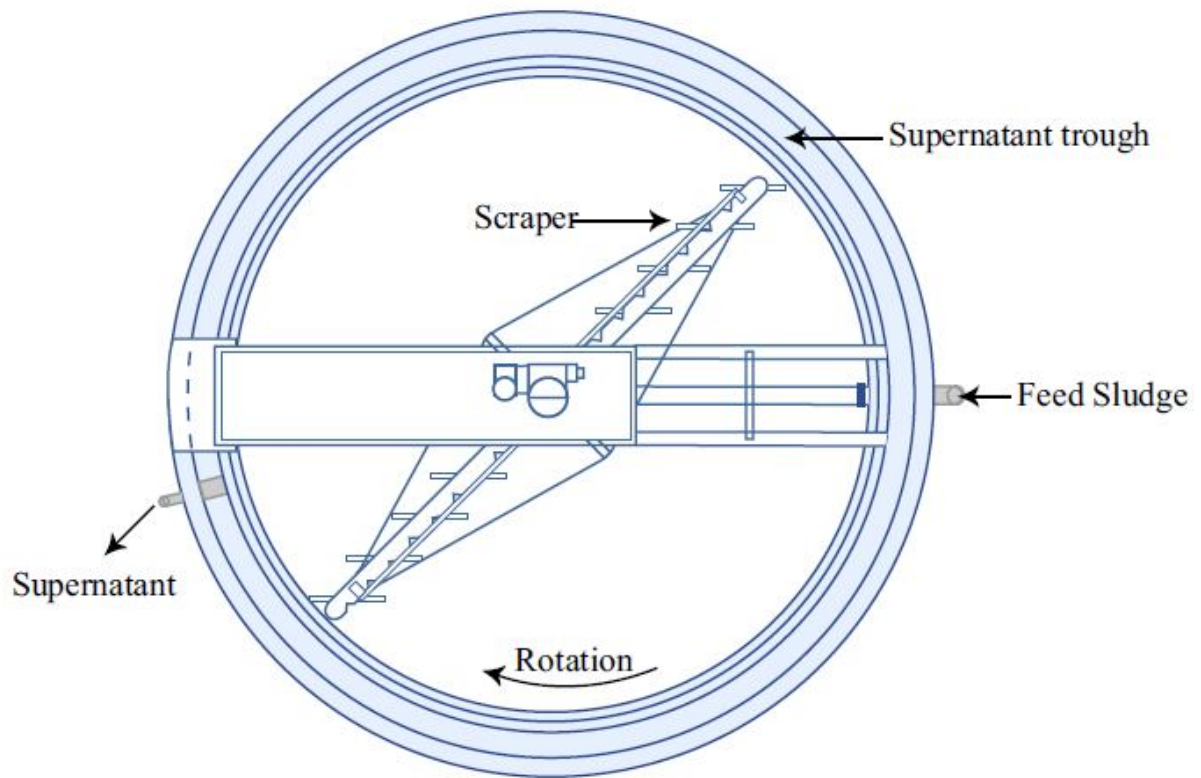
اهداف و نتایج	نوع فرآیند
کاهش حجم لجن و در نتیجه کاهش ابعاد واحدهای بعدی افزایش بازده فرآیندهای بعدی (در بعضی موارد)	تغلیظ لجن
کنترل بو از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماریزا کاهش حجم و وزن لجن تولید گاز بعنوان یک منبع انرژی	تثبیت لجن
جدا کردن آب و در نتیجه کاهش حجم لجن و هزینه‌های مربوطه تبدیل لجن مایع به لجن جامد کاهش انرژی لازم در صورت سوزاندن لجن در زباله سوزها و خشک کننده‌های حرارتی	گرفتن آب از لجن
استفاده در مزارع استفاده بعنوان منبع انرژی استفاده برای بهبود کیفیت اراضی کشاورزی دفع در زمین دفع در دریا	دفع نهایی لجن

روش‌های تصفیه و دفع لجن

فرآیند واحد، یا روش تصفیه	عمل تصفیه یا دفع
تلمبه کردن لجن (انتقال لجن)	عملیات مقدماتی
آسیا کردن	
مخلوط و انبار کردن لجن	
دانه گیری لجن	
تغلیظ به روش ثقلی	تغلیظ
تغلیظ به روش شناوری	
گریز از مرکز	

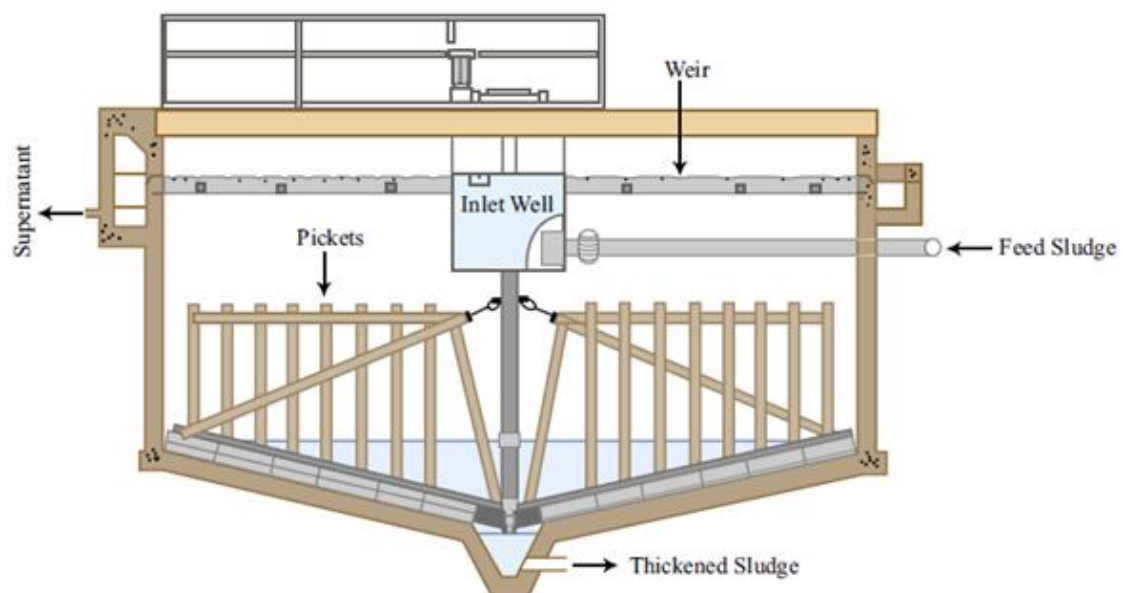
تغلیظ با نقاله ثقلی	تثبیت
تغلیظ با شبکه چرخان	
تثبیت مواد آهکی	
عملیات گرمایی	
تجزیه بی‌هوازی	
تجزیه هوازی	
کود سازی	
آماده سازی شیمیایی	آماده سازی
عملیات گرمایی	
پاستوریزه کردن	ضد عفونی کردن
انباشت دراز مدت	
صافی خلا	آبگیری
گریز از مرکز	
صافی پرس نقاله ای	
پرس نقاله ای	
بسترهای خشک کن لجن	
استخر لجن	
انواع خشک کن	خشک کردن گرمایی
تبخیر کننده چند منظوره	
سوزاندن چند کوره ای	احیای گرمایی
سوزاندن بستر سیالی	
همسوزی با مواد زاید جامد	
اکسایش با هوای مرطوب	
راکتور عمودی عمیق	

عملیات واحد، فرآیند واحد، یا روش تصفیه	عمل تصفیه یا دفع
کاربرد در کشاورزی	دفع نهایی
توزیع و بازاریابی	
دفن در زمین	
استخر سازی	
تثبیت شیمیایی	



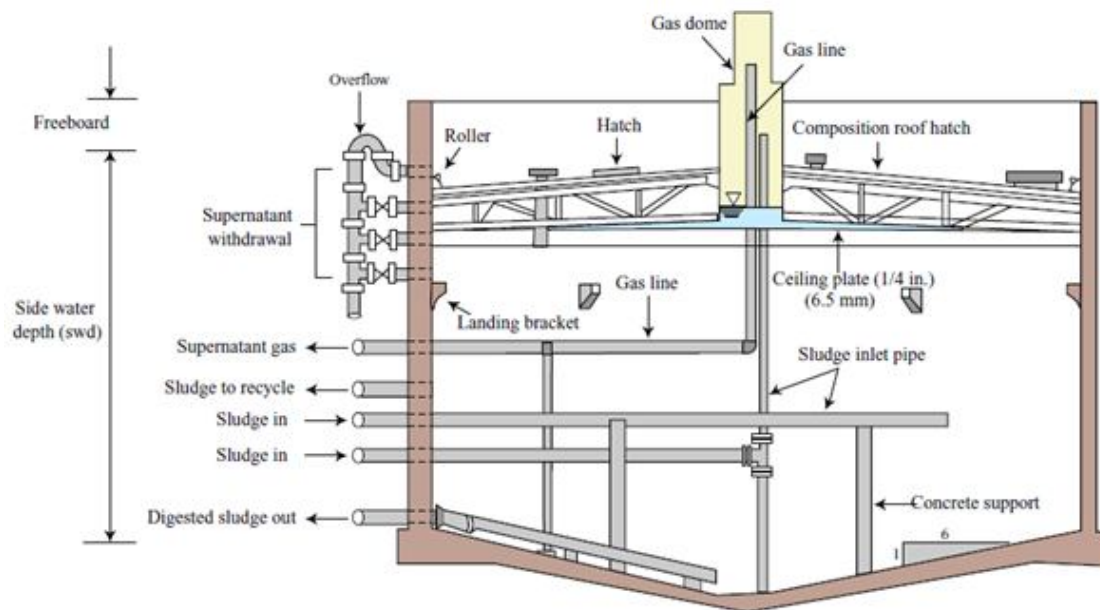
(A) PLAN

GRAVITY-TYPE SLUDGE THICKENER

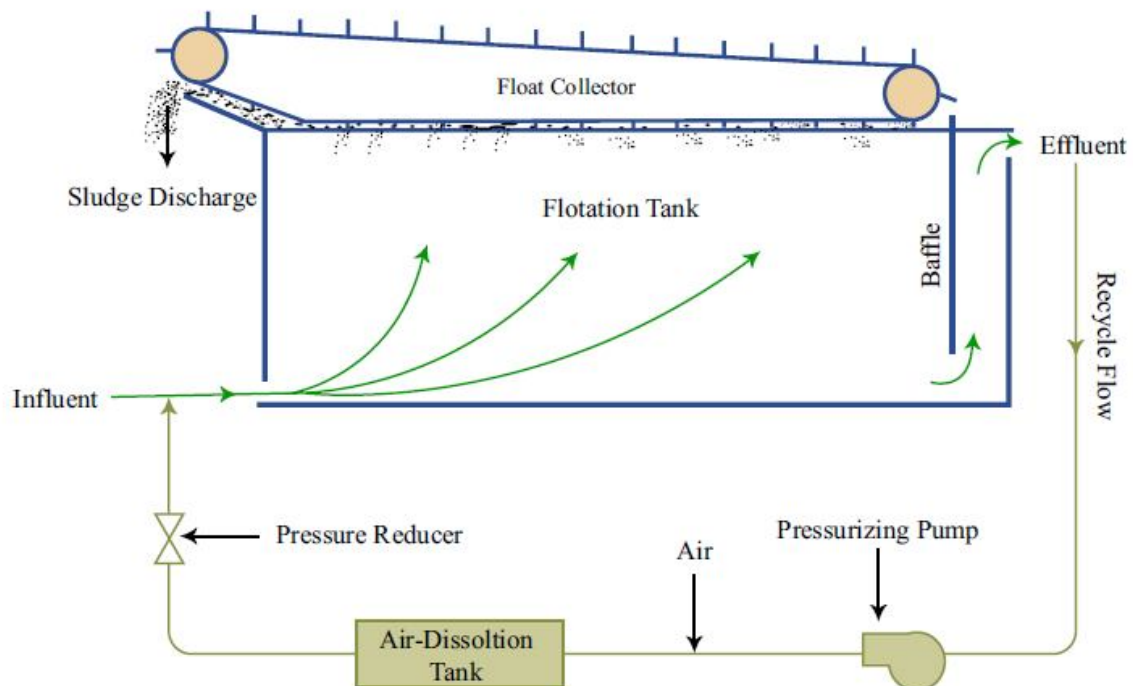


(B) Elevation

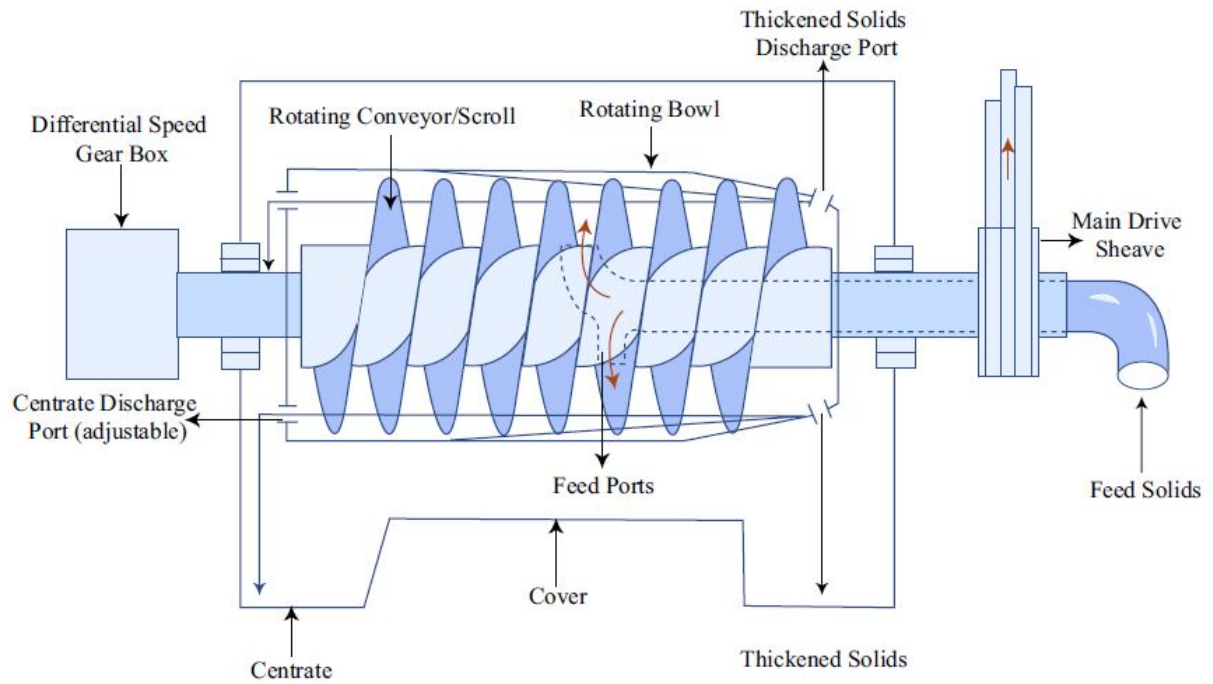
Section Through an Anaerobic Digester with a Floating Cover



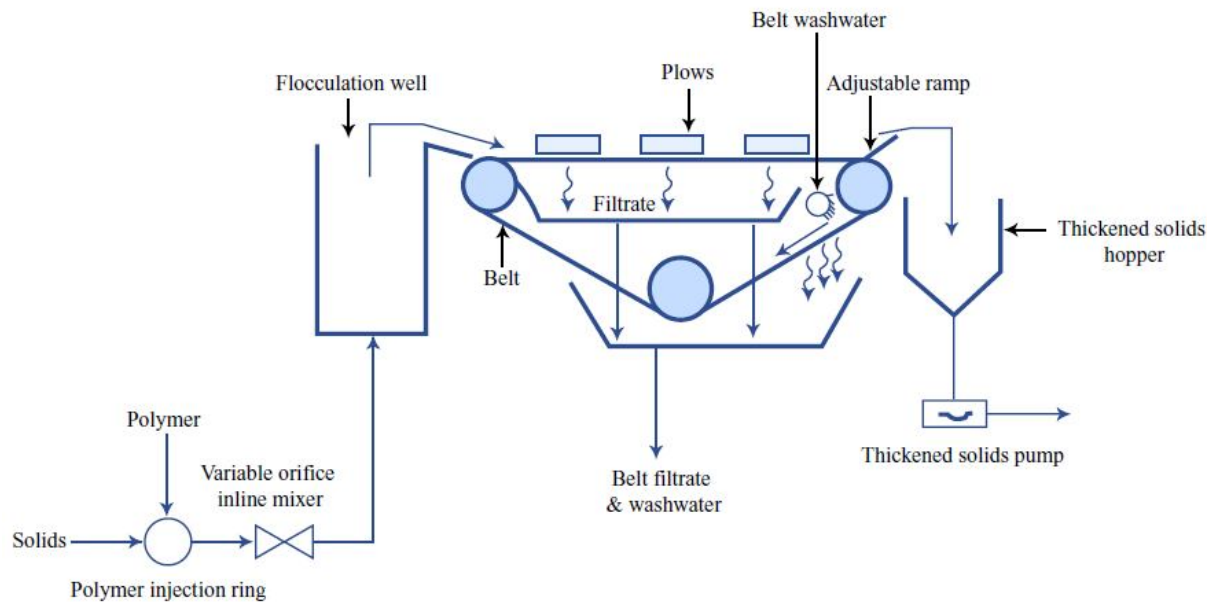
Schematic Diagram of a Dissolved-Air Flotation System



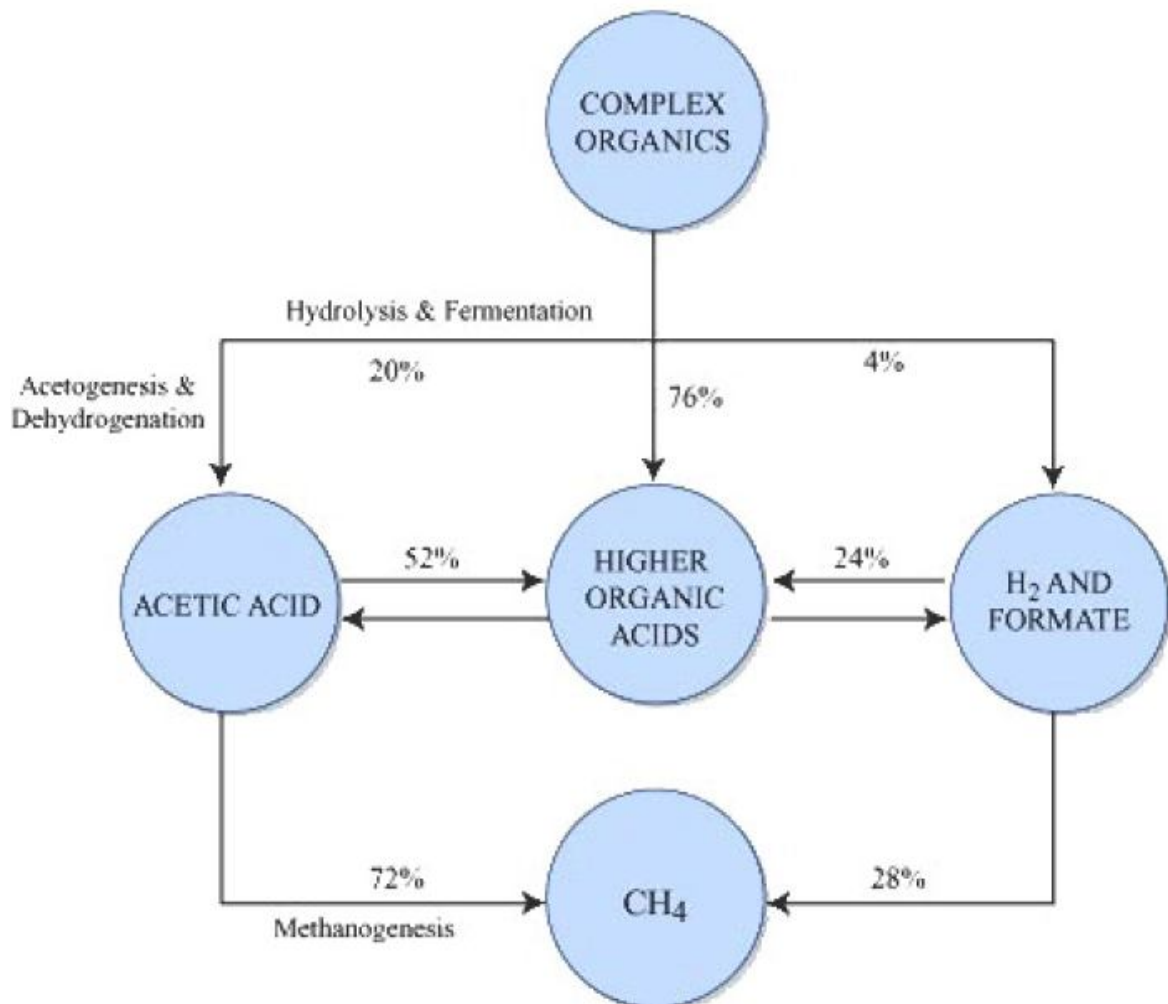
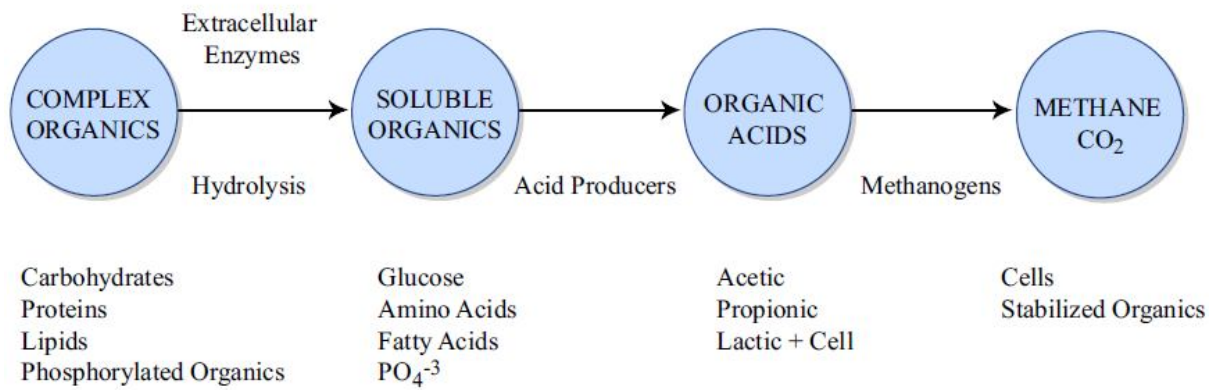
Schematic Diagram of a Centrifuge Used for Sludge Thickening



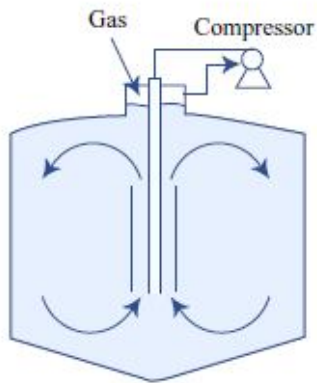
GRAVITY BELT THICKENER SCHEMATIC



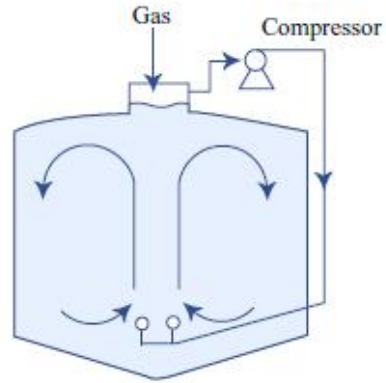
MICROBIOLOGICAL PATHWAY OF ANAEROBIC DIGESTION



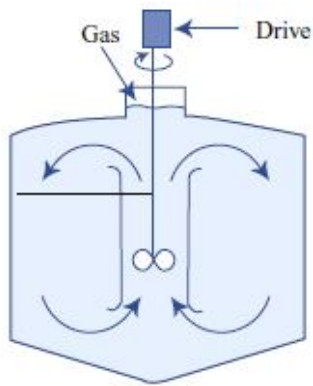
TYPES OF MIXING SYSTEMS FOR ANAEROBIC DIGESTERS



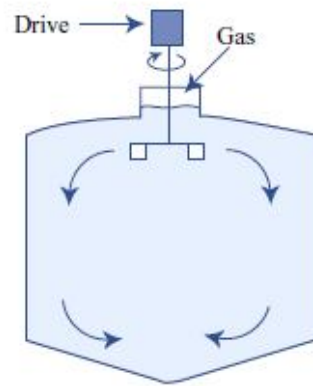
(A) Gas recycle & draft tube



(B) Gas recycle & gas injection

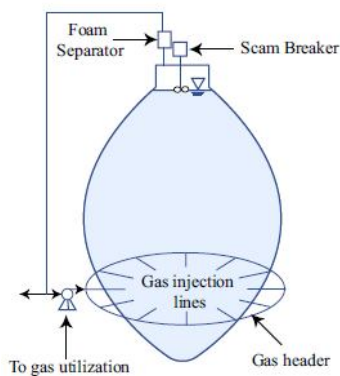


(C) Impeller & draft tube

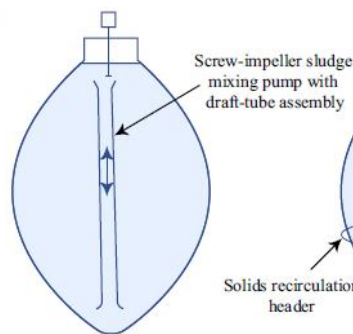


(D) Impeller

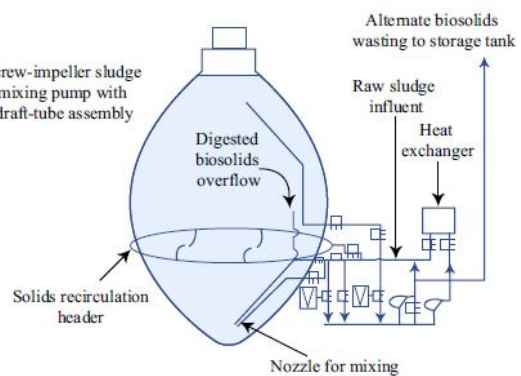
Mixing Systems For Egg-Shaped Anaerobic Digesters



Unconfined gas mixing

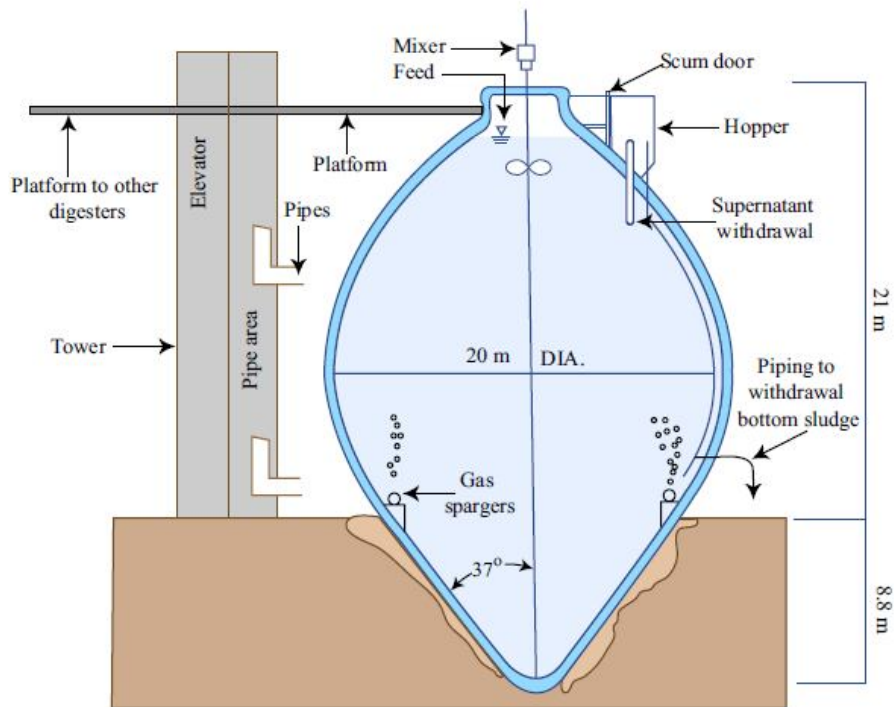


Mechanical draft-tube mixing

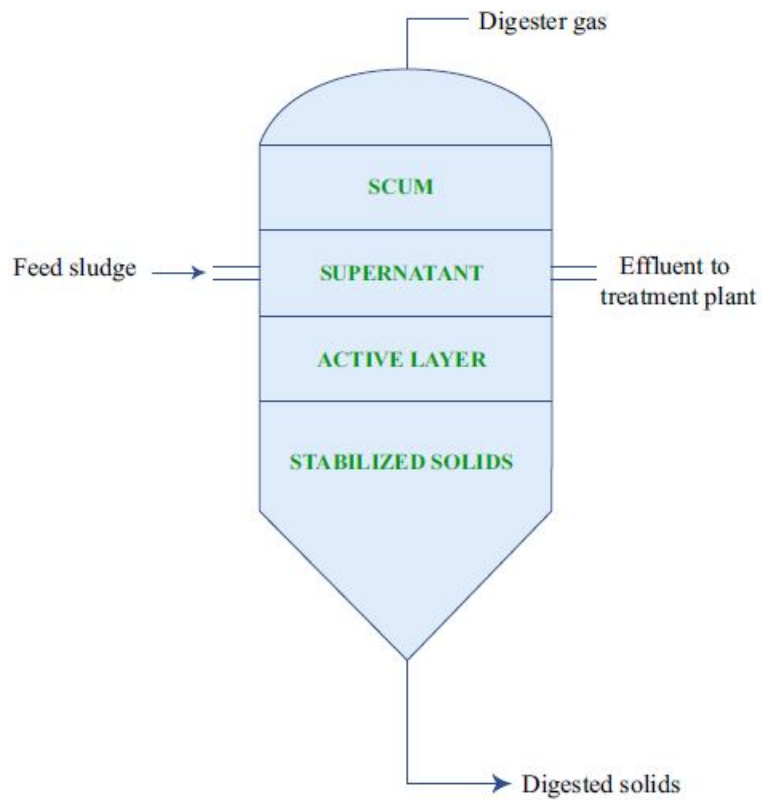


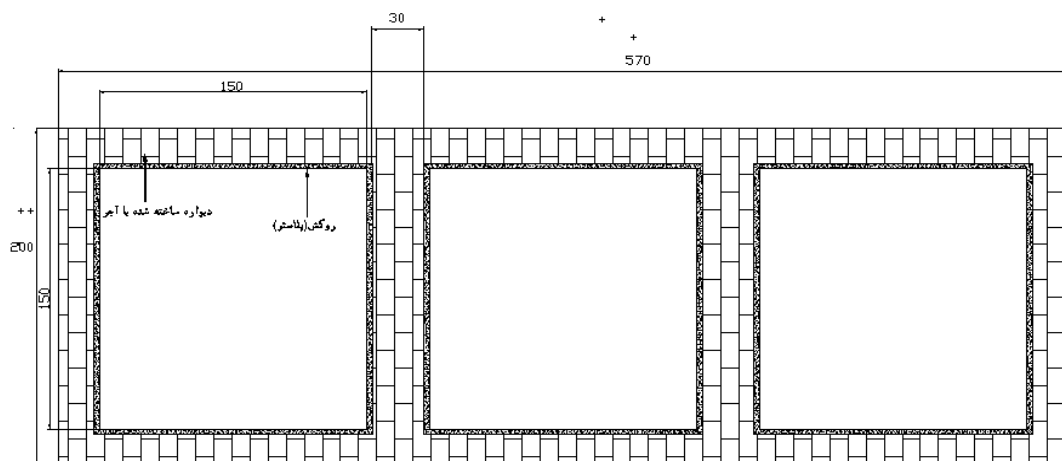
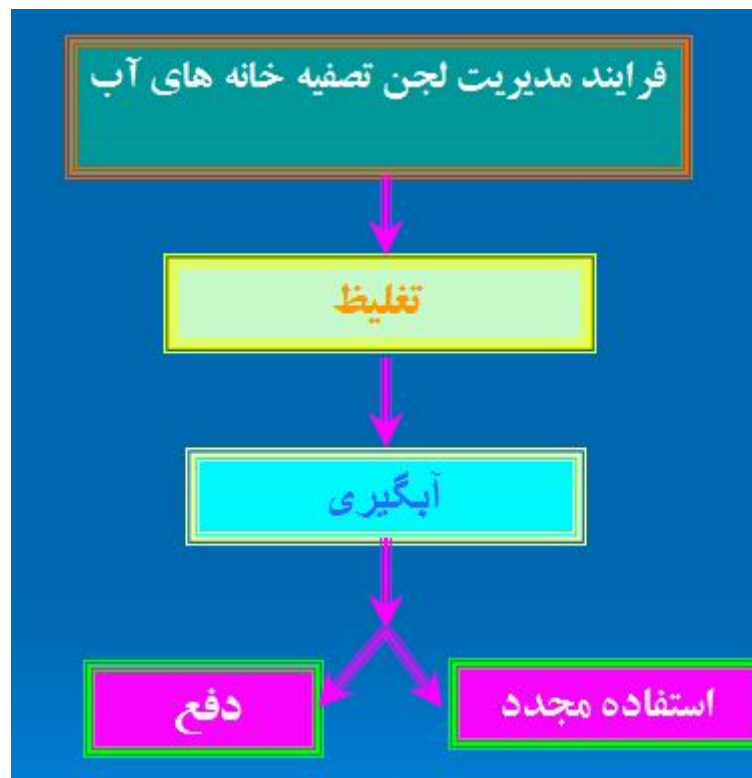
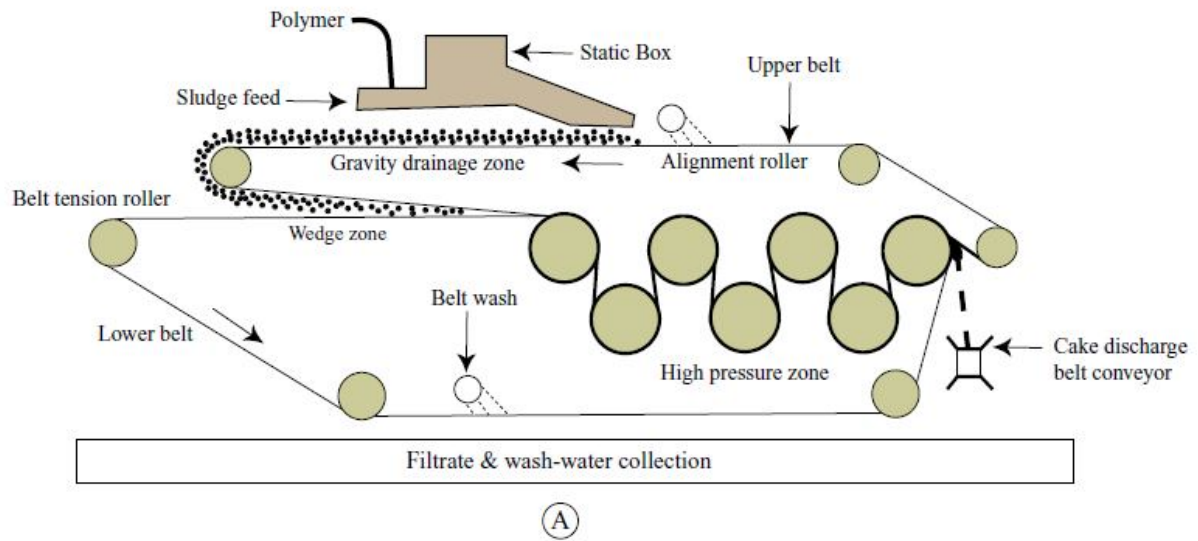
Pumped recirculation mixing

EGG-SHAPED ANAEROBIC DIGESTER

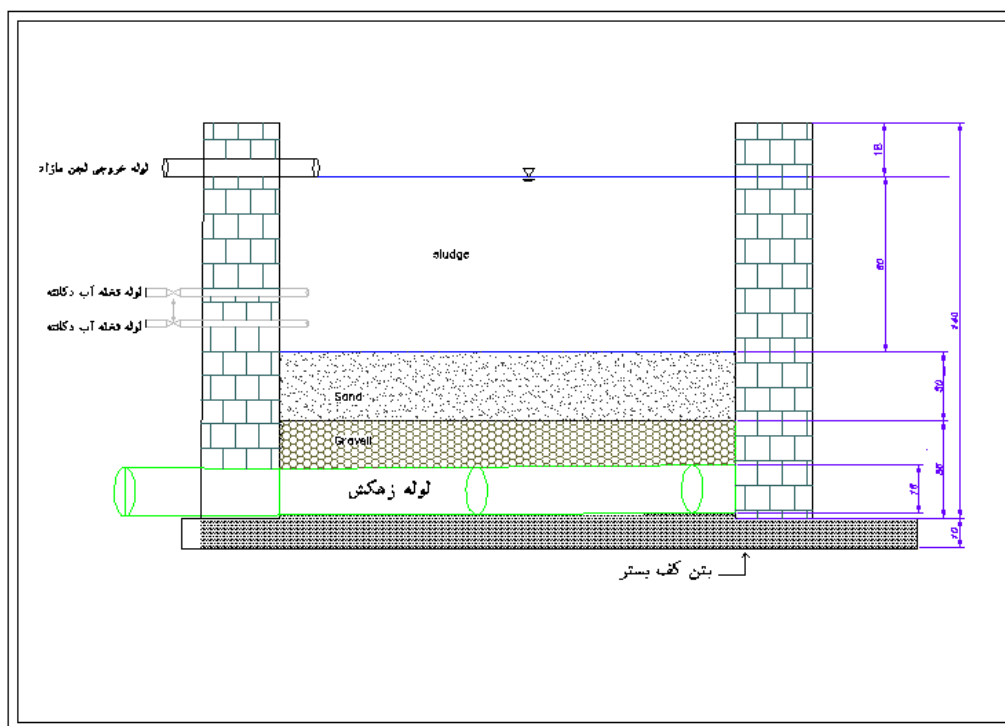


LOW-RATE ANAEROBIC DIGESTION

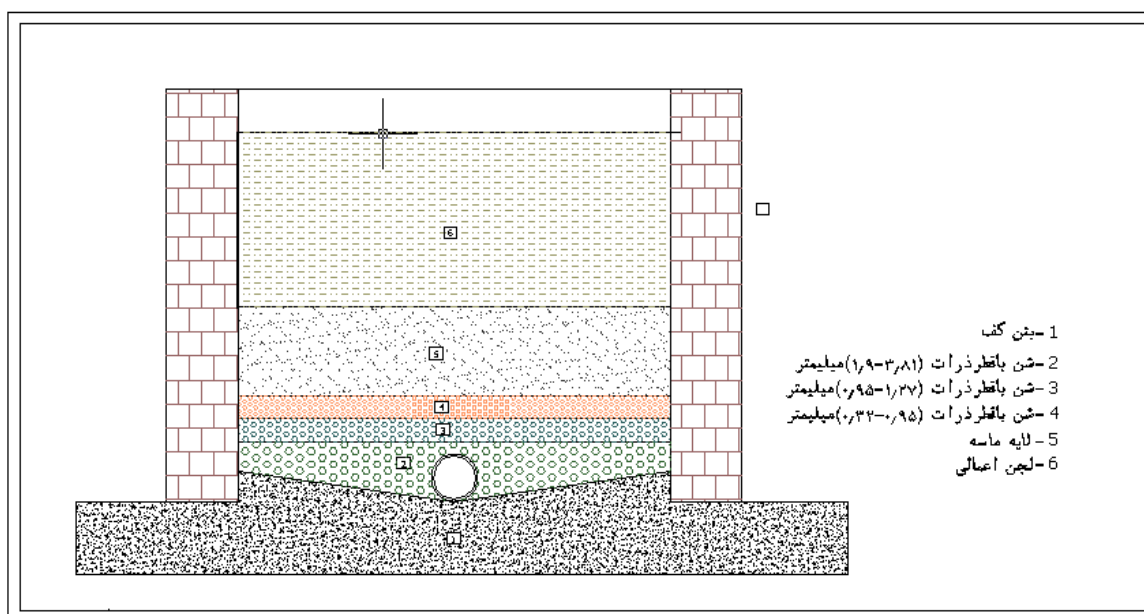




پلان طراحی پایلوت بسترهای لجن خشک کن ماسه ای



پروفیل طراحی پایلوت بسترهای لجن خشک کن ماسه ای



نمای روبروی هر واحد پایلوت لجن خشک کن ماسه ای



خشک شدن لجن در عمق ۶۰ سانتیمتر

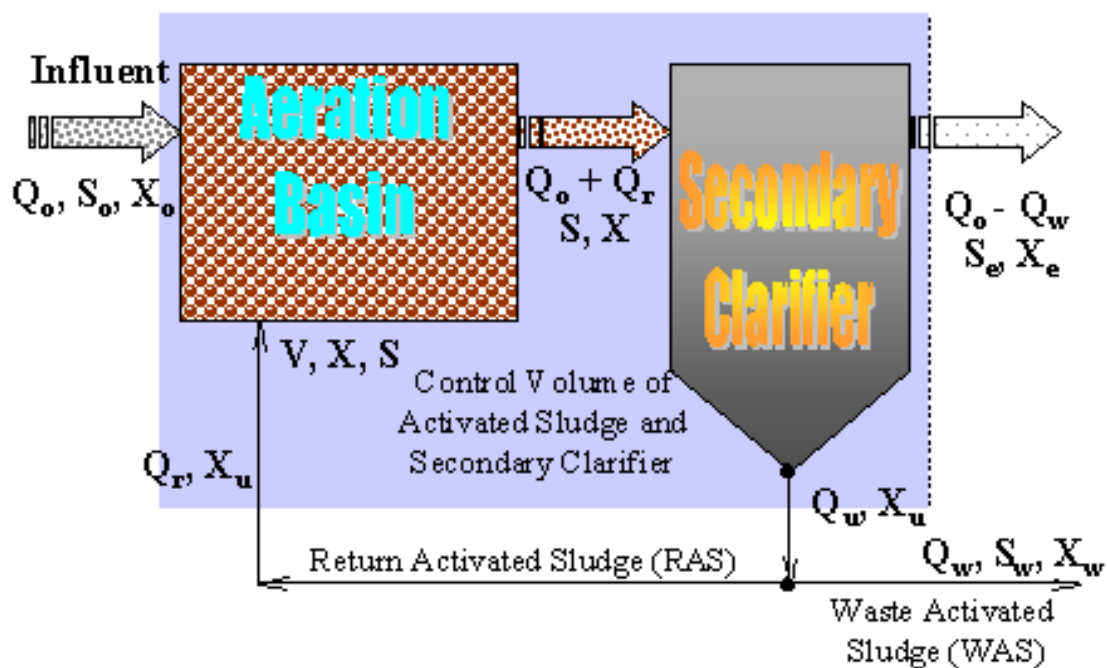


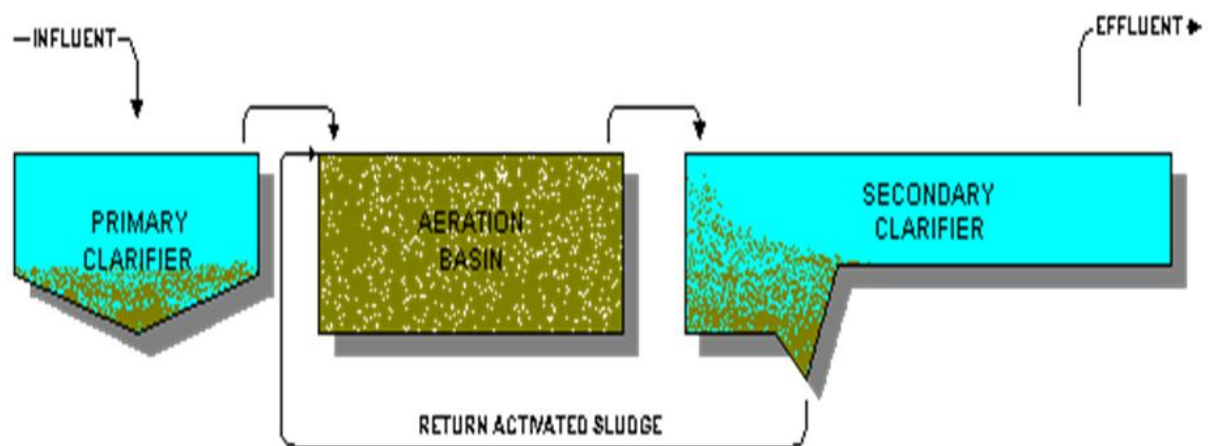
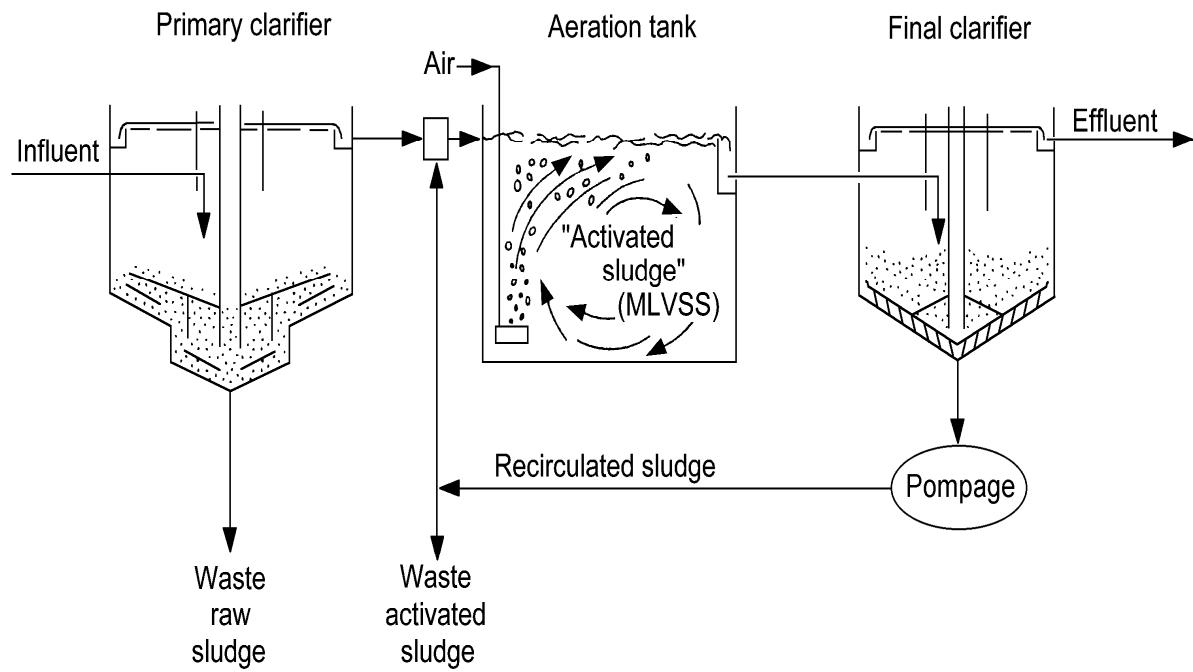
خشک شدن لجن در عمق ۳۰ سانتیمتر

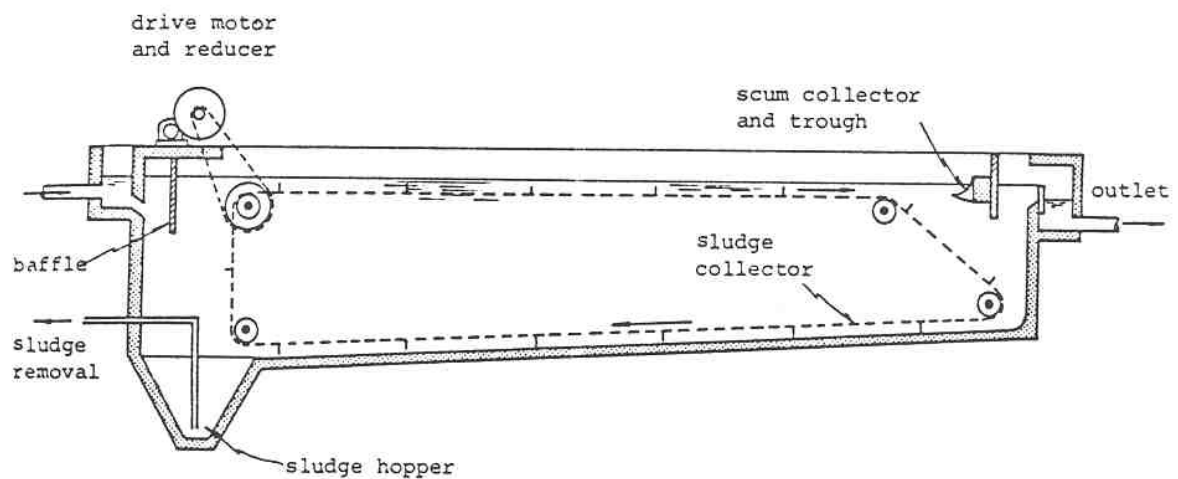
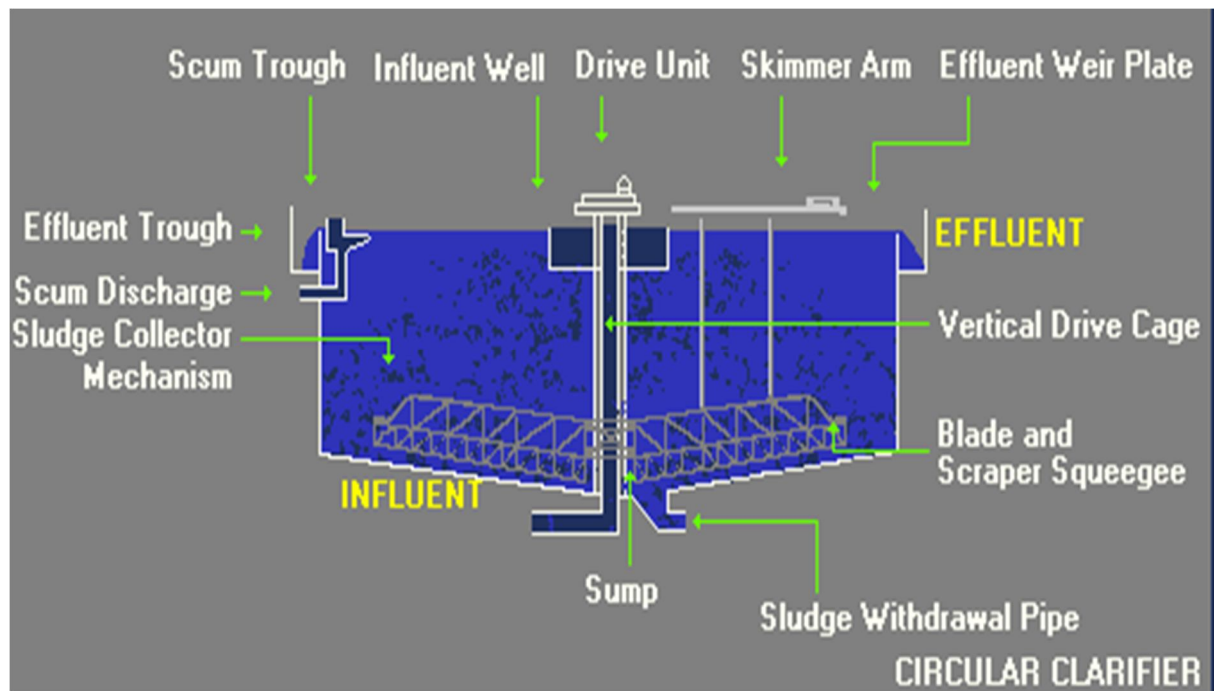


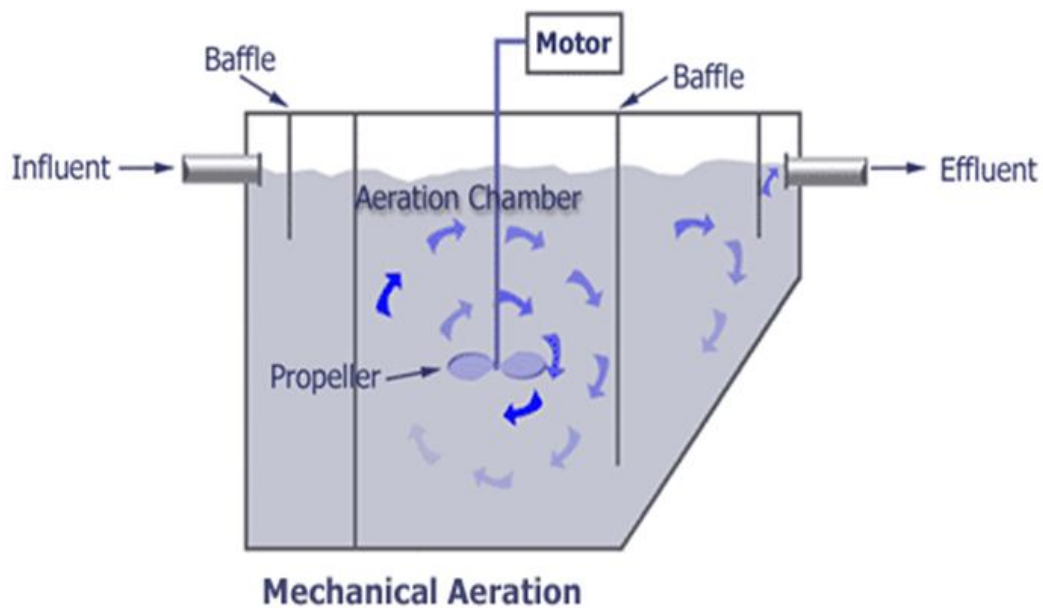
خشک شدن لجن در عمق ۴۵ سانتیمتر

32



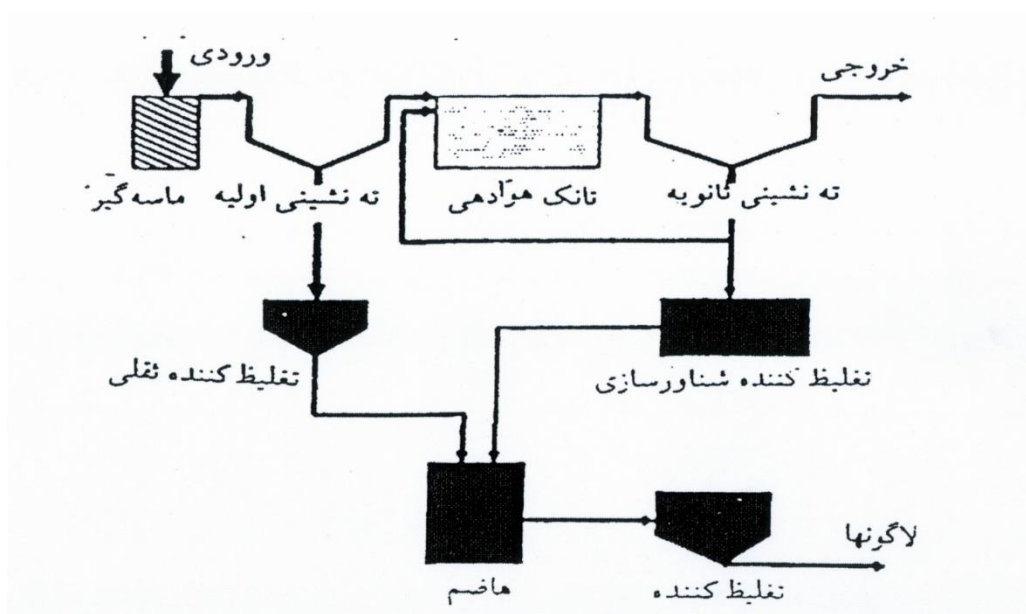


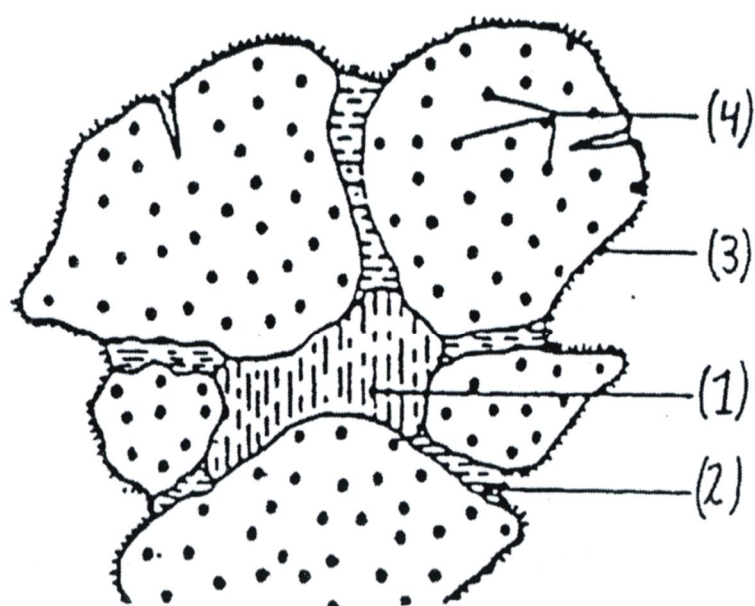
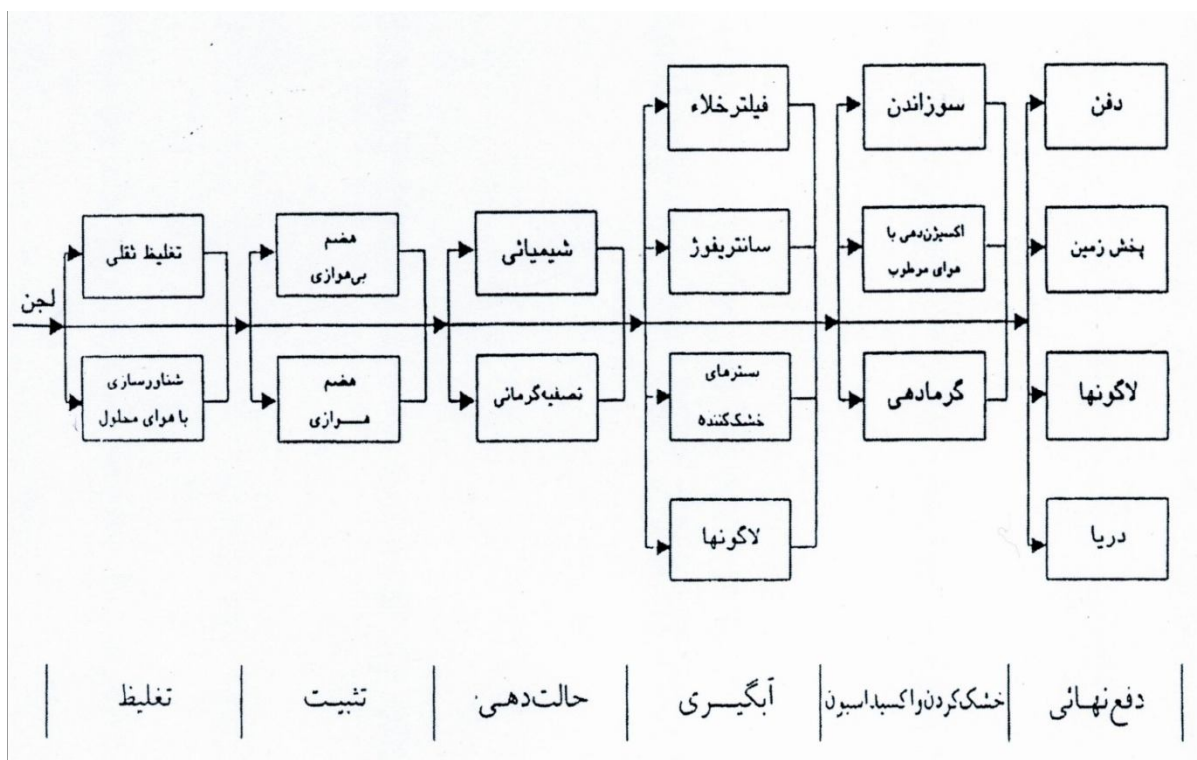




مشخصات انواع لجن های فاضلاب:

- لجن ته نشینی اولیه
- لجن ته نشینی ثانویه
- لجن مخازن هاضم هوازی و غیر هوازی
- لجن شیمیایی
- لجن مخلوط





۱- آب آزاد: ۷۰ درصد

۲- آب مرئنه‌ای: ۱۵-۲۵ درصد

۳- آب کلونیدی: ۲-۱۲ درصد

۴- آب ذره‌ای: ۳ درصد

روشهای معمولی برای تغلیظ لجن عبارتند از:

- تغلیظ لجن به روش ثقلی
- تغلیظ به روش شناور سازی
- لاگن های لجن
- تغلیظ مکانیکی

● محاسن و معایب تغلیظ ثقلی

تغلیظ کننده های ثقلی، تانکهای دایره ای شکل شبیه ته نشینی اولیه می باشند. لجن ها در این تانکها ته نشین و متراکم می شوند. لجن های تغلیظ شده از کف تانک به بیرون کشیده می شوند. در تانکهای تغلیظ چند منطقه ته نشینی وجود دارد.

(۱) منطقه ته نشینی آرام (۲) منطقه ته نشینی لخته ای

(۳) منطقه ته نشینی همراه با تأخیر (۴) منطقه ته نشینی متراکم شده

+ هزینه متوسط راهبری و تجهیزات

+ نتایج خوب با لجن اولیه

- تولید بو

- راندمان ضعیف با لجن ثانویه

محاسن و معایب تغلیظ به روش شناور سازی: (DAF)

+ جداسازی بهتر جامدات از آب

+ تغلیظ خوب مخصوصاً برای لجن های ژلاتینی

+ حذف همزمانی شن و SCUM امکان پذیر است.

- هزینه راهبری و تجهیزات

- شخص اپراتور باید مهارت بالایی داشته باشد

● تغلیظ کننده های مکانیکی:

+ ظرفیت بالای کاری در یک فضای مشخص

+ دبی ورودی زیاد به علت زمان ماند کوتاه

+ مشکلات بو نداریم.

- هزینه تعمیر و نگهداری آنها بالا است.

- احتیاج به پلیمر جهت راندمان خوب.

لاگوتهای لجن:

+ پایین بودن هزینه راهبری.

+ پایین بودن میزان انرژی مورد نیاز.

+ روش کاربردی جهت مناطق گرمسیر.

- مشکل تولید پشه (در صورت عدم کنترل و بهره برداری صحیح)

- مشکل تولید بو (اگر لجن تثبیت نشده به لاگونها تخلیه شود).

- خطر آلودگی آبهای زیر زمینی

محاسن و معایب لاگوهای خشک کننده لجن

معایب	محاسن
- لاگوها بعنوان منبع انتشار بو بوده و کنترل بو مشکل می باشد. - لاگوها پتانسیل آلودگی آبهای زیر زمینی و سطحی را دارند - لاگوها از لحاظ زیبایی جالب نیستند و قابل رویت توسط مردم هستند - لاگوها در مقابل سیستم های مکانیکی زمین بسیار زیادتر احتیاج دارند.	+ میزان مصرف انرژی کم + عدم مصرف مواد شیمیایی در لاگوها + عدم حساسیت به تغییرات لجن در لاگوها + لاگوها به عنوان یک عامل بافری در بارگذاری بالا عمل می کنند. + احتیاج به حداقل نکات راهبری و بهره برداری درباره سیستم آگیری لجن در لاگوها + چنانچه زمین در دسترس باشد لاگوها از لحاظ اقتصادی به صرفه سرمایه ای می باشد.

● اهداف اصلی تثبیت لجن فاضلاب:

(۱) کاهش عوامل بیماری زا در لجن

(۲) کاهش بوی حاصل از تجزیه مواد آلی

(۳) کاهش میزان مواد جامد فرار لجن

(۴) بهبود یافتن خصوصیات آگیری لجن

الف) تحت شرایط بیولوژیکی :

(۱) تثبیت بیولوژیکی بوسیله روش هوازی یا بیهوازی

(۲) کمپوست لجن همراه با زباله خانگی

ب) تحت شرایط شیمیایی:

(۱) تثبیت شیمیایی لجن بوسیله اضافه کردن آهک به لجن

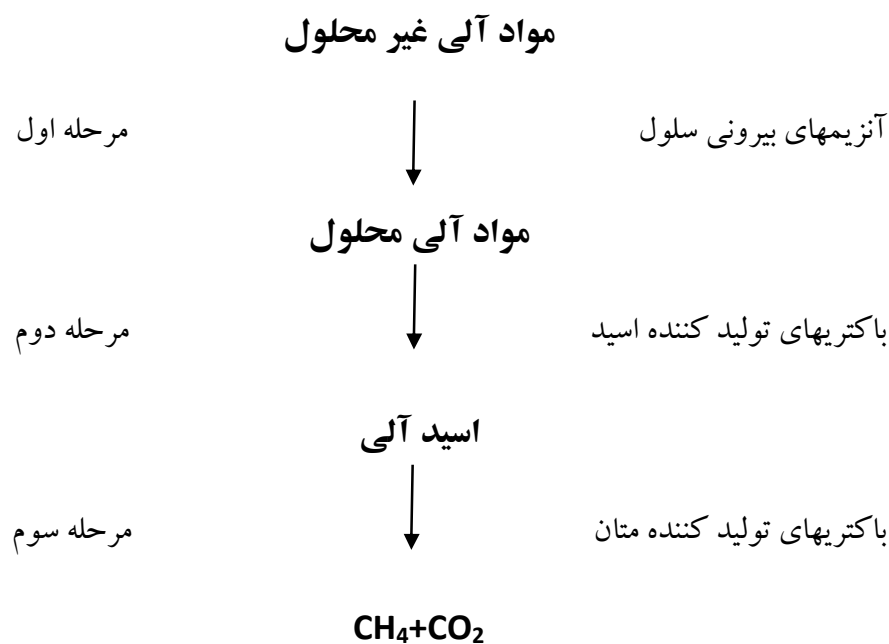
(۲) تصفیه گرمایی

تثبیت با آهک

تصفیه گرمایی

کمپوست کردن

تثبیت بی هوازی لجن یک فرایندی است که مواد آلی تحت تأثیر باکتریها و تجزیه بیولوژیکی در غیاب اکسیژن مولکولی قرار می گیرند. این فرایند شامل ۳ مرحله می باشد.



مراحل تثبیت بی هوازی مواد آلی

فرآیند آبگیری لجن به دو صورت هستند:

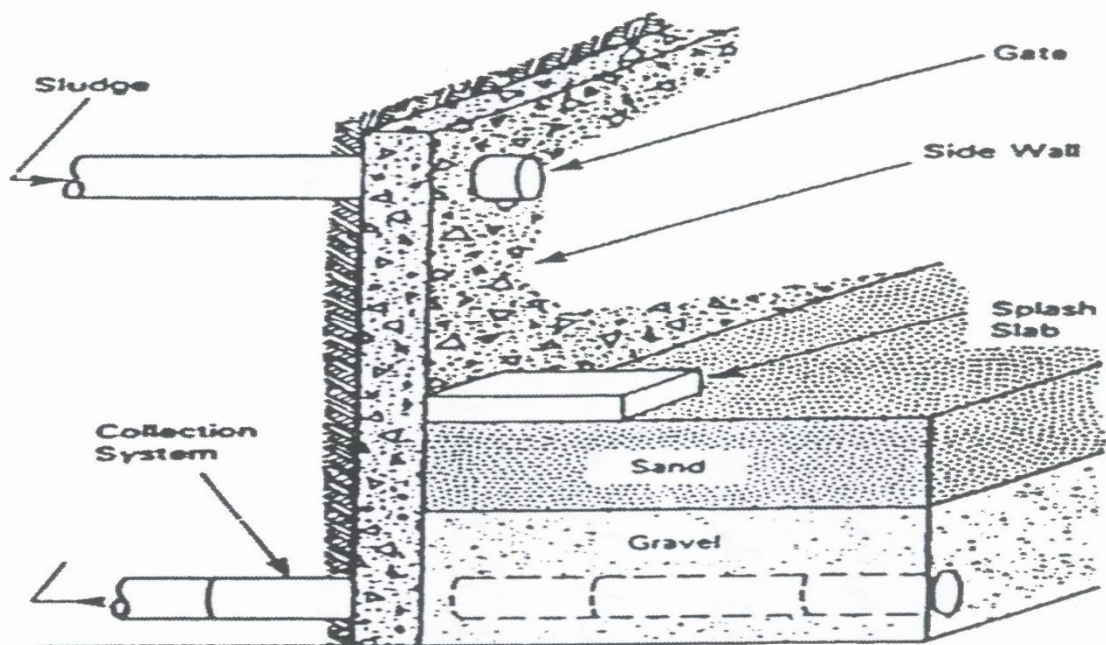
- ۱- سیستم طبیعی
- ۲- سیستم مکانیکی

آبگیری طبیعی به دو روش زیر انجام می گیرد:

- ۱- لاگونهاى خشک کننده لجن
- ۲- بسترهای خشک کننده لجن

بسترهای خشک کننده لجن

بسترها بطور ساده شامل بسترهای شنی کم عمقی هستند که تحت محافظت بستری از گراول و زهکشی سفال و چینی قرار دارند.



مقایسه فرایندهای طبیعی و مکانیکی آبگیری لجن

سیستمهای مکانیکی	سیستمهای طبیعی
کم بودن سطح مورد نیاز	زمان ماند طولانی
نیاز به اپراتورهای ماهر	انرژی مصرفی کم
نیاز به انرژی و مواد شیمیایی	عدم نیاز به وسایل پیچیده
تجهیزات گران	امکان ایجاد بو و تکثیر حشرات
کنترل انتشار بو	آلودگی بالقوه آب زیر زمینی

اهداف: واحدهای فرآیند

- | | | |
|----------|---|-----------------------------|
| تغلیظ | { | - حذف آب |
| | | - کاهش حجم لجن |
| | | - مخلوط کردن انواع لجن ها |
| تثبیت | { | - کاهش حجم لجن و وزن لجن |
| | | - کنترل بو |
| | | - انهدام پاتوژن ها |
| حالت دهی | { | - تولید بیوگاز |
| | | - بهبود آبگیری یا تغلیظ لجن |

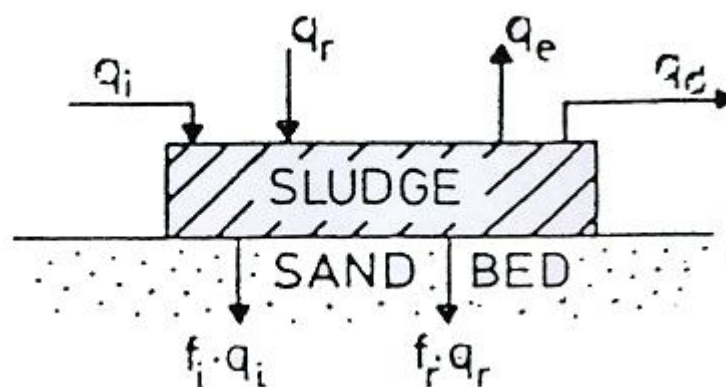
- بهبود راندمان تسخیر جامدات

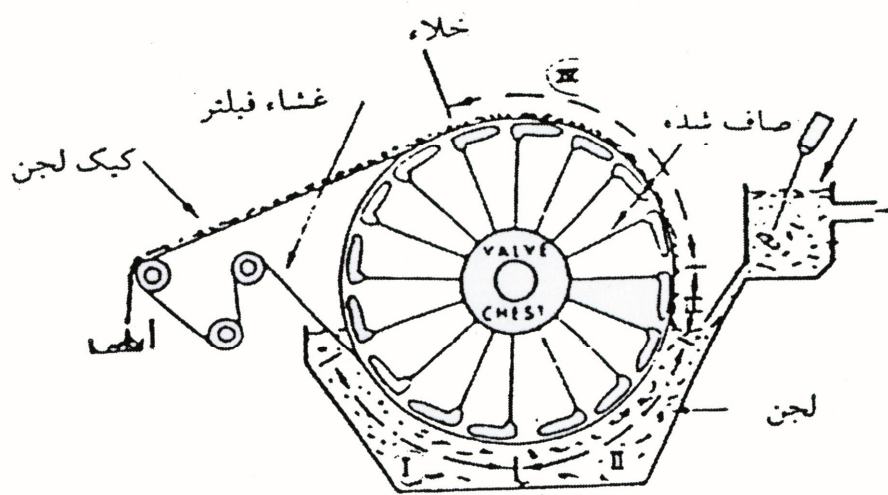
- بهبود فشردگی لجن

آبگیری { حذف آب
- کاهش حجم و وزن لجن
- افزایش میزان انرژی برای سوزاندن

خشک کردن یا اکسیداسیون (سوزاندن) { کاهش هزینه های دفع
- حذف آب
- انهدام جامدات

دفع نهایی { انهدام پاتوژن ها
- استفاده در کشاورزی
- استفاده در بازیافت زمین
- دفع بهداشتی
- دفع در دریا و اقیانوس
- استفاده برای تولید انرژی





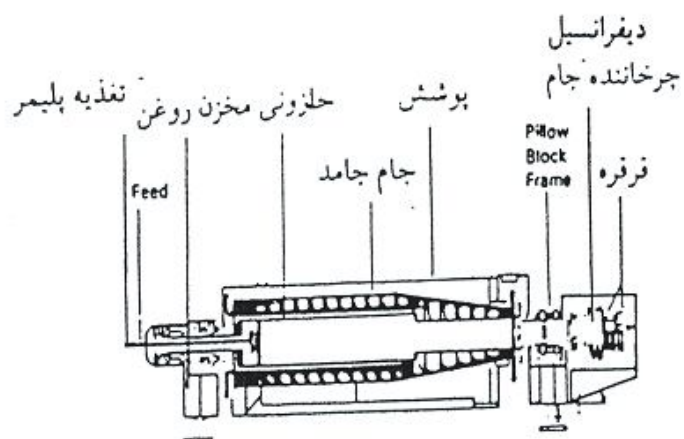
مقطع فیلتر استوانه ای پارچه ای چرخان

کارهای اجرایی در فیلتر

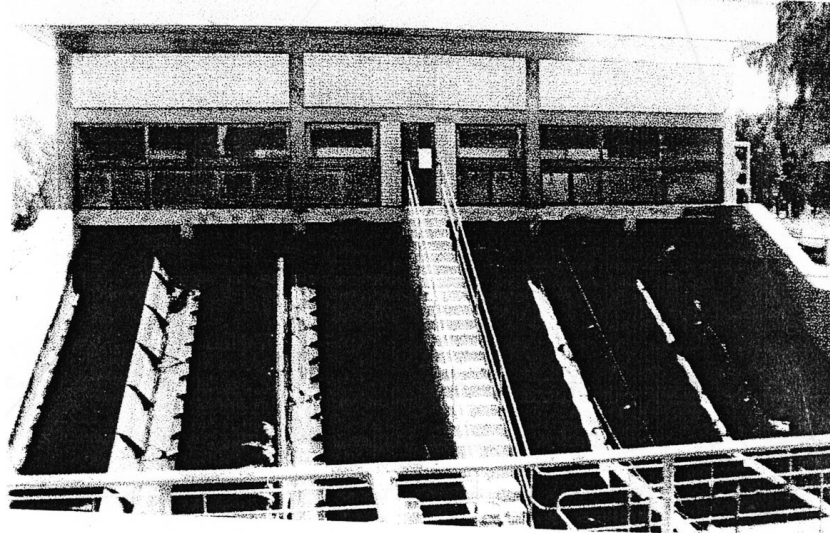
- ❖ خلأ کاربردی (بالاتر از ۰/۵ بار)
- ❖ غوطه وری استوانه چرخان
- ❖ حالت دهی لجن
- ❖ نوع و تخلخل صافی

خصوصیات لجن

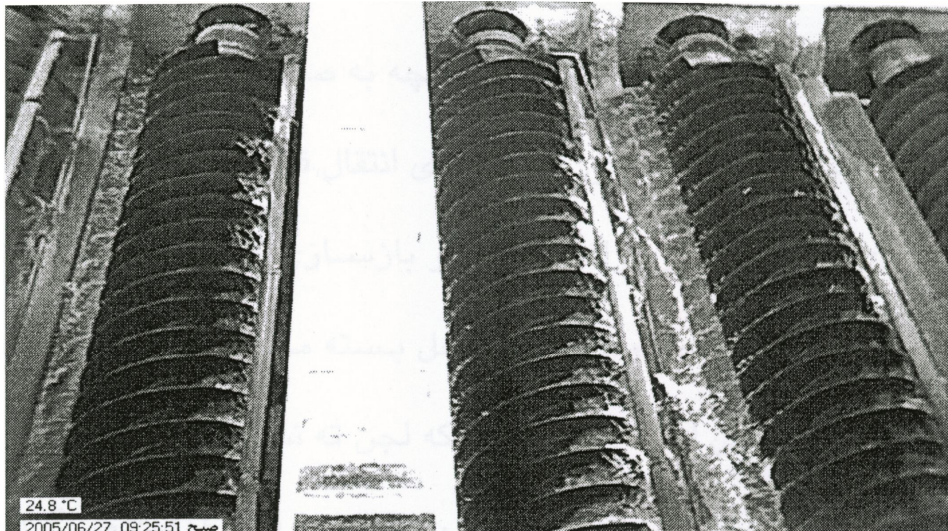
- ❖ غلظت لجن
- ❖ ویسکوزیته لجن / آب صاف شده
- ❖ قابلیت تراکم پذیری لجن
- ❖ اثرات لجن



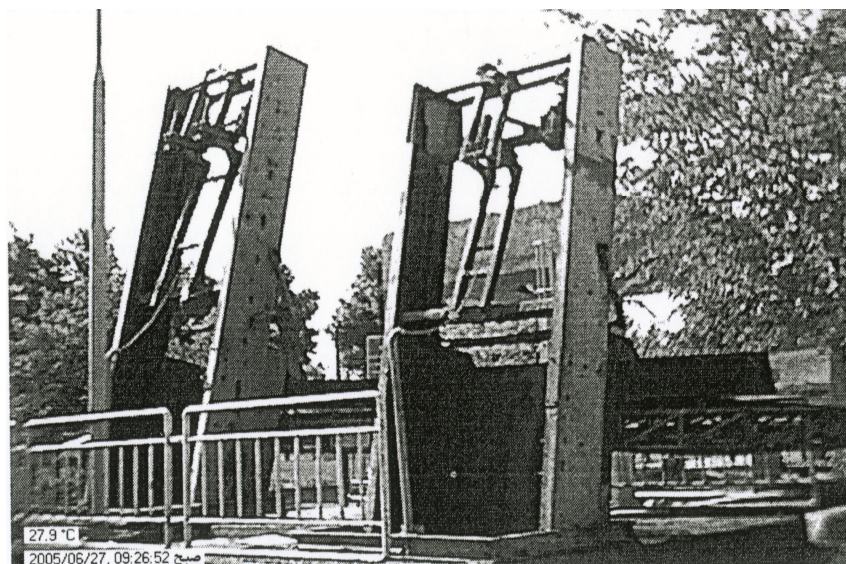
سانتریفوژ جام جامدی با جریان یکطرفه



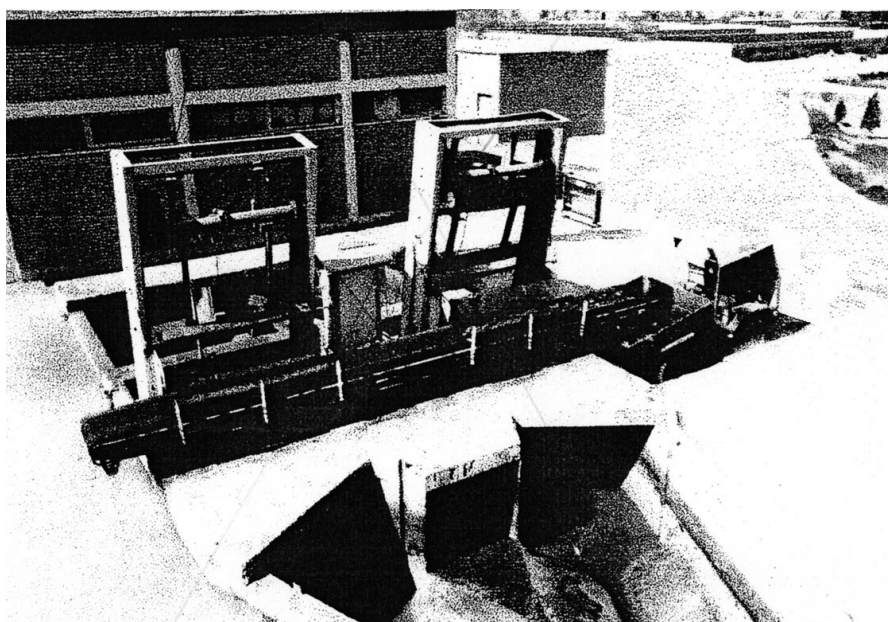
ایستگاه پمپاژ



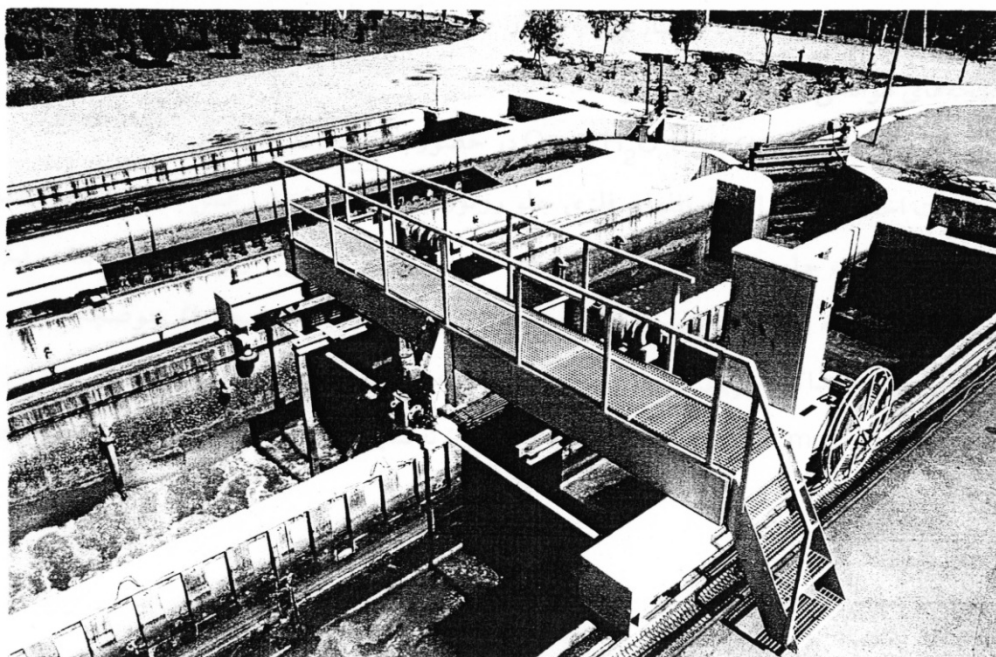
ایستگاه پمپاژ



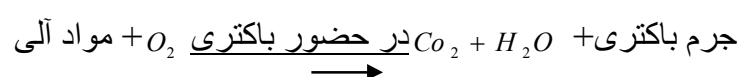
واحد آشغالگیر



آشغالگیر مکانیکی تصفیه خانه فاضلاب



حوضچه های ماسه گیر از نوع دیفوزری



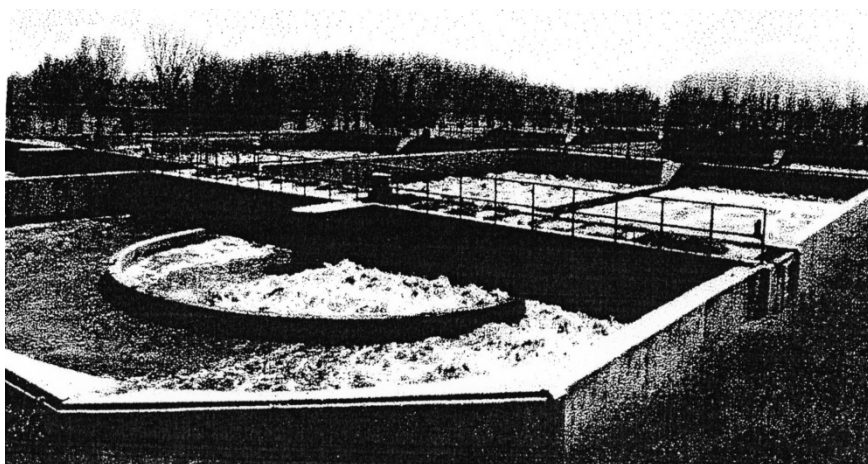
استخر ته نشینی اولیه تصفیه خانه (تغلیظ لجن)



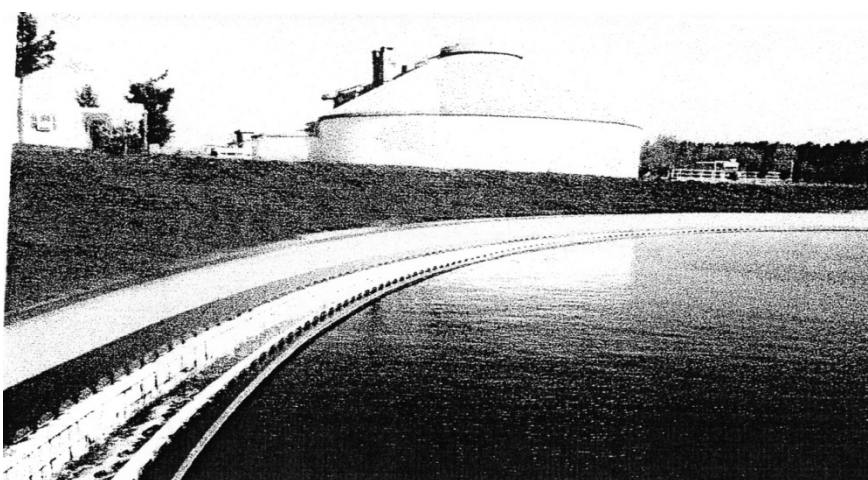
هاضم ها



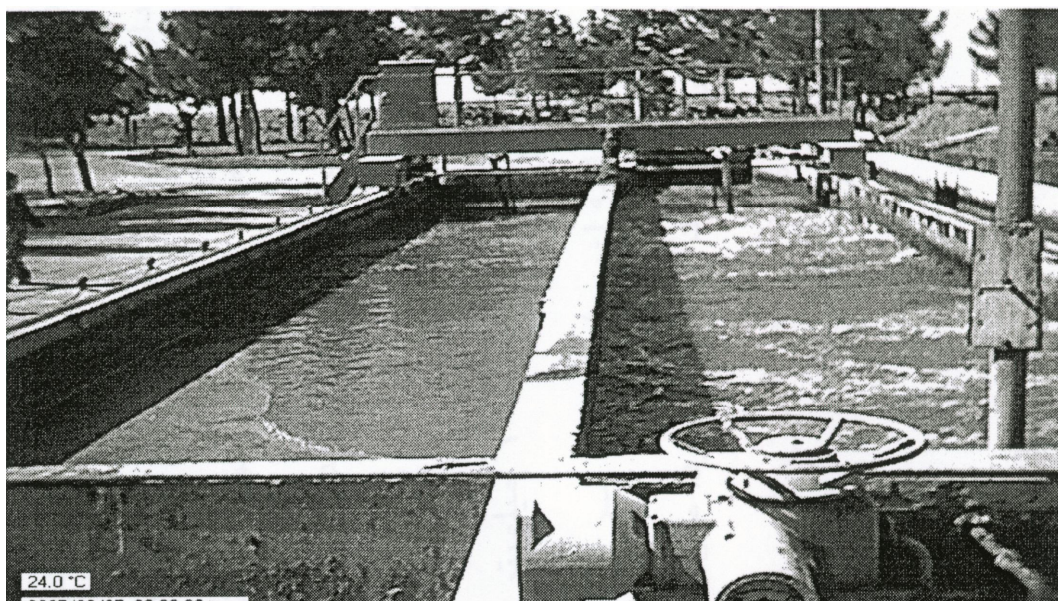
آبگیری لجن



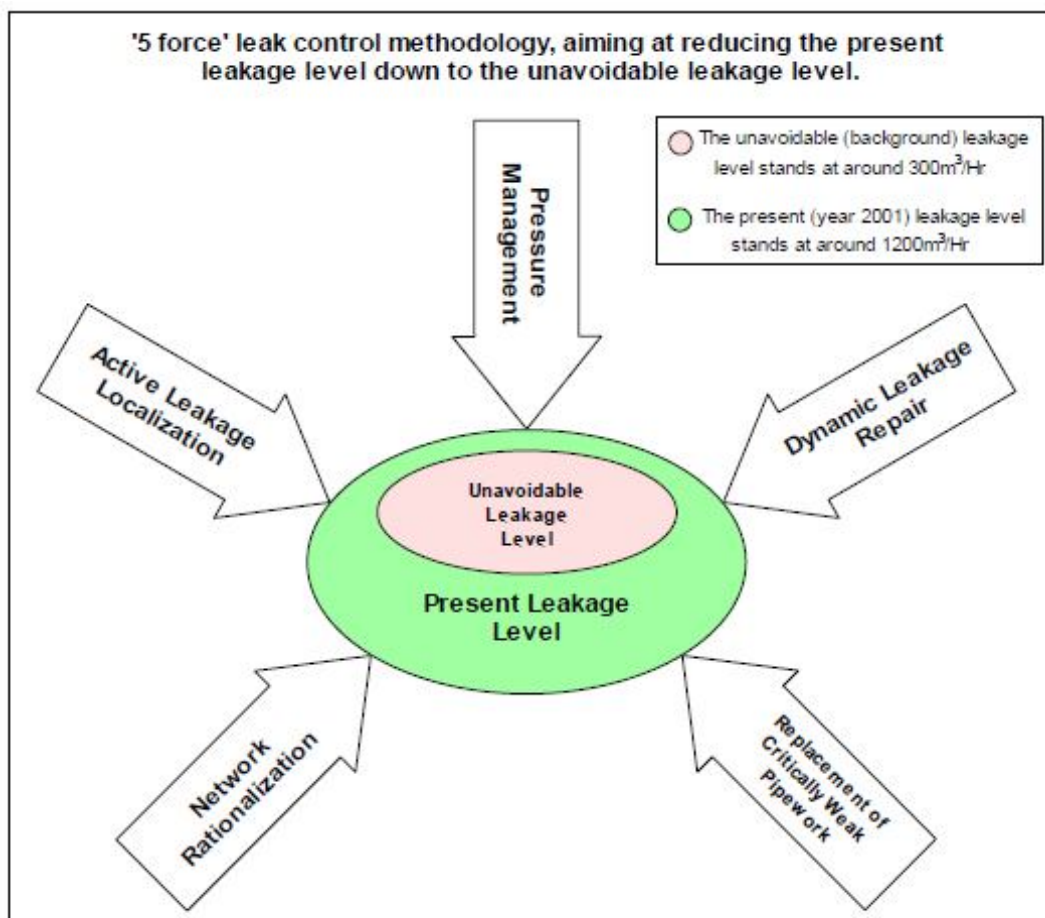
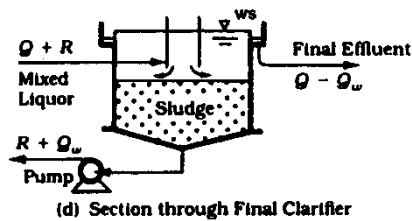
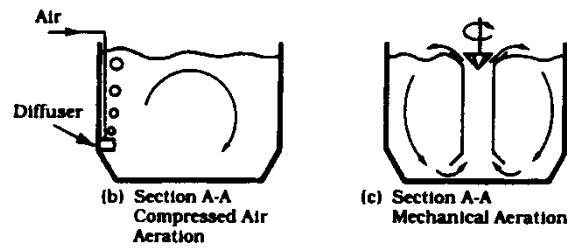
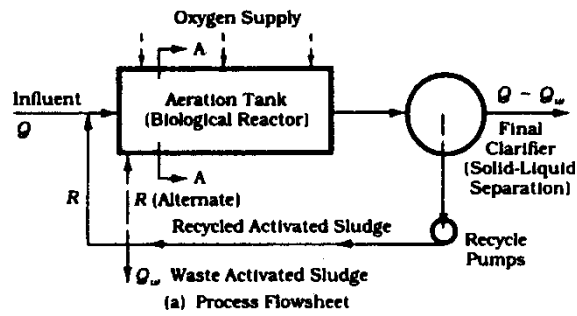
حوض هوادهی لجن فعال

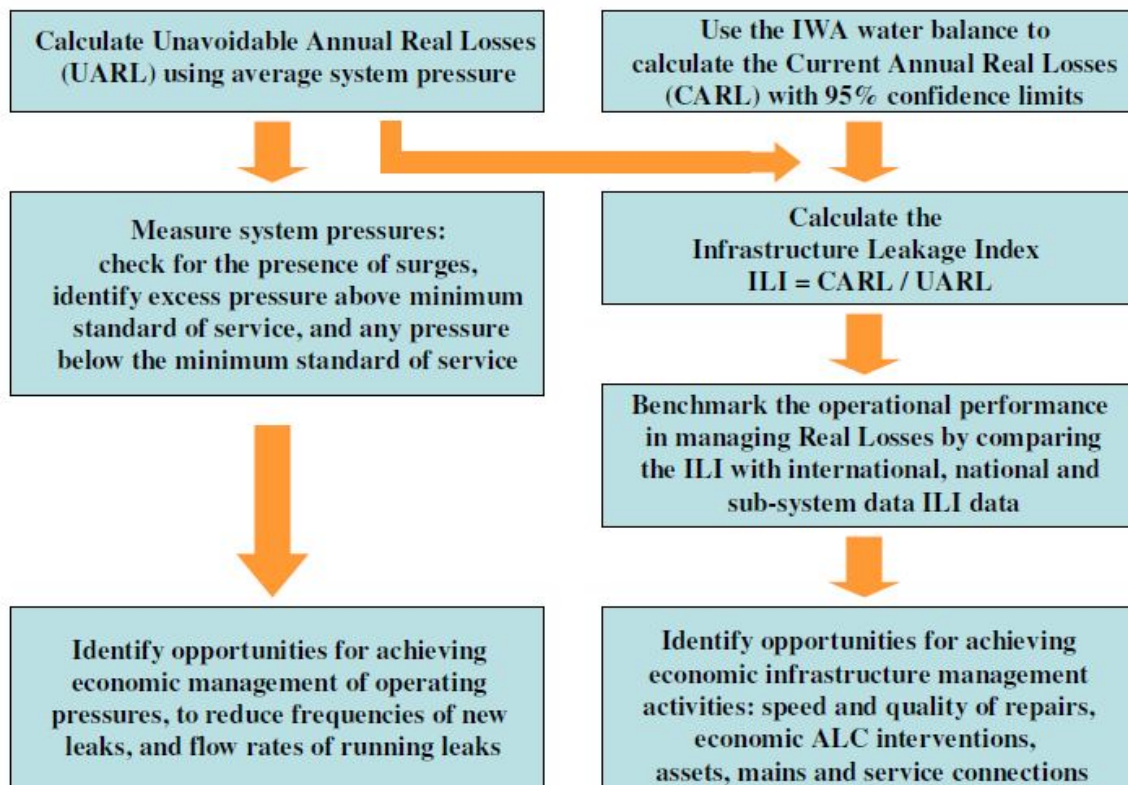
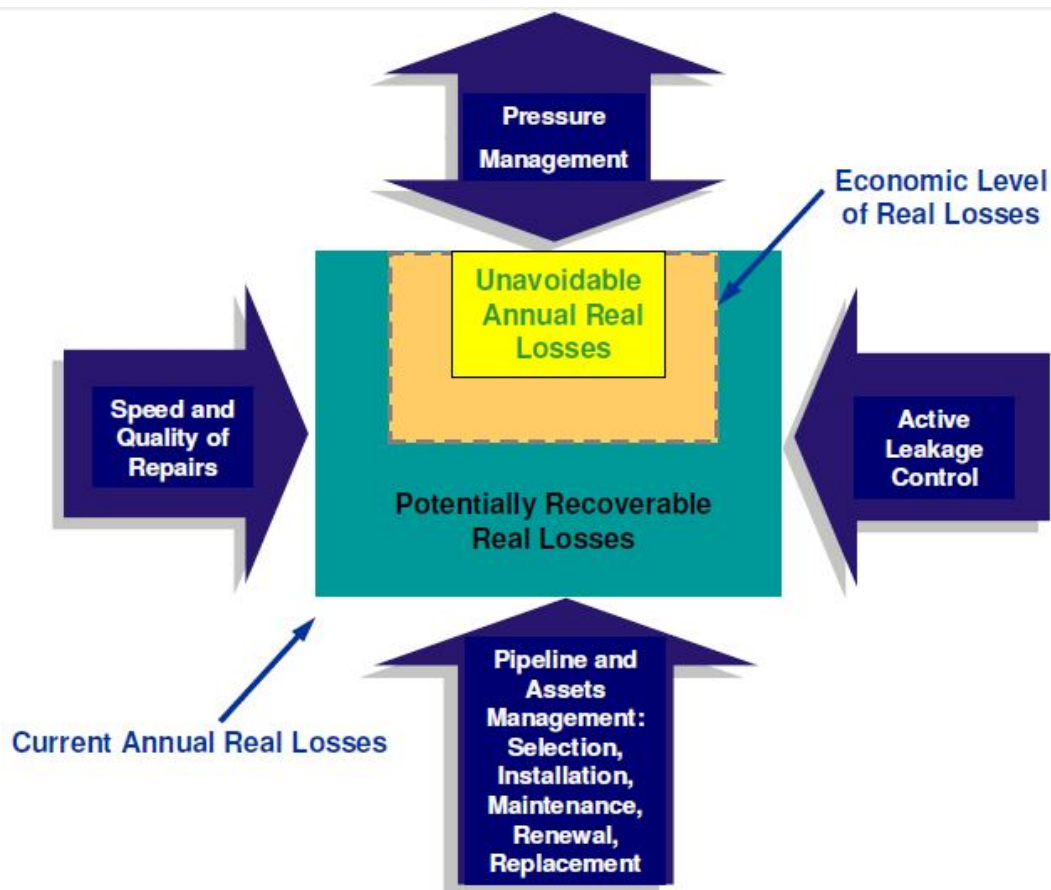


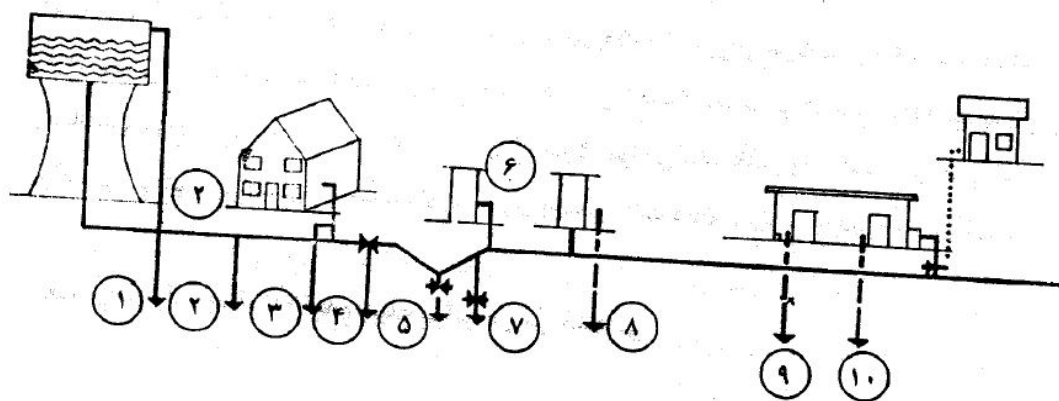
حوض ته نشینی ثانویه



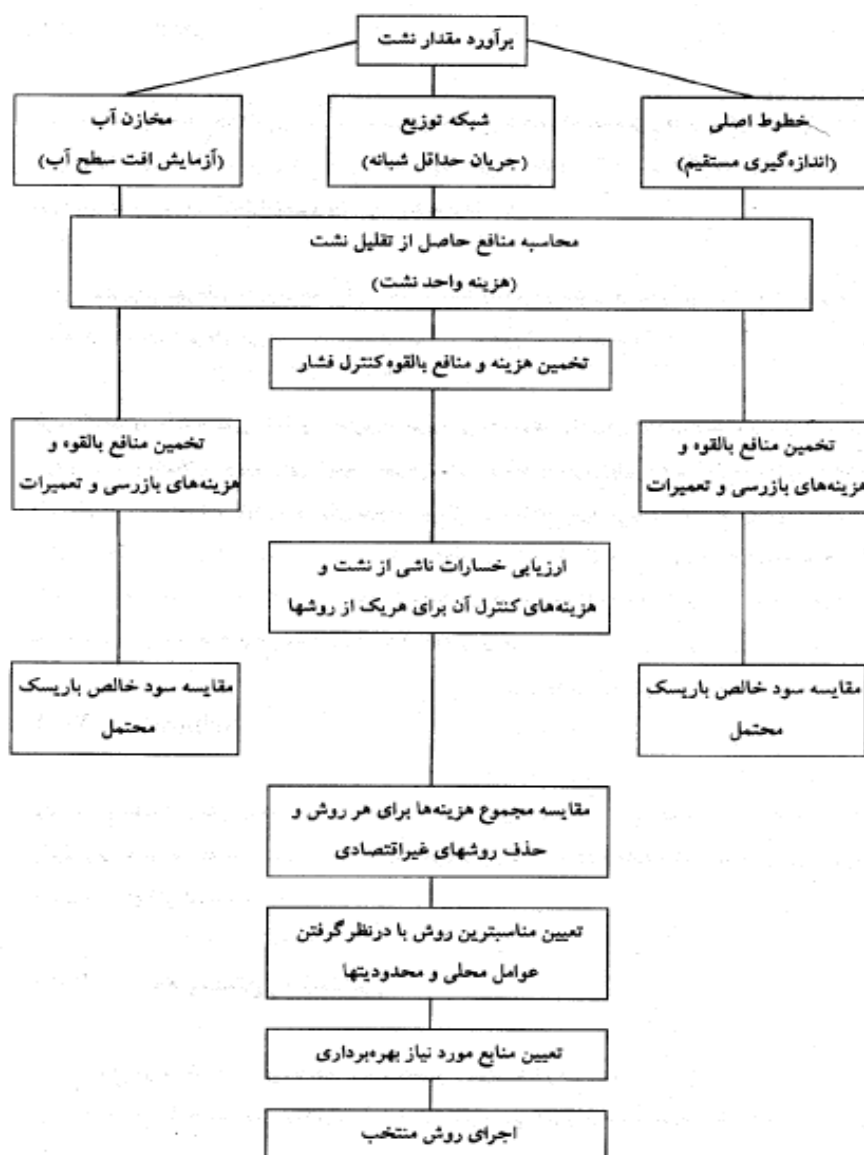
واحد دانه گیر

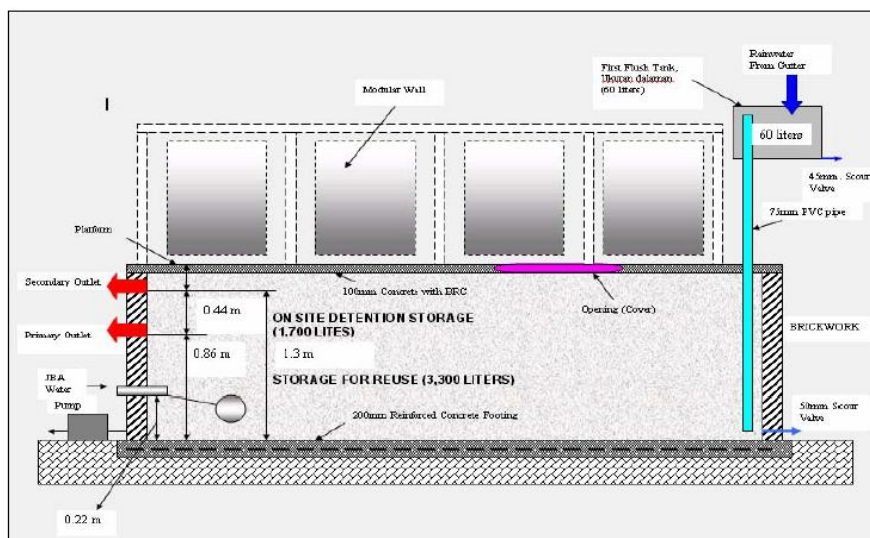
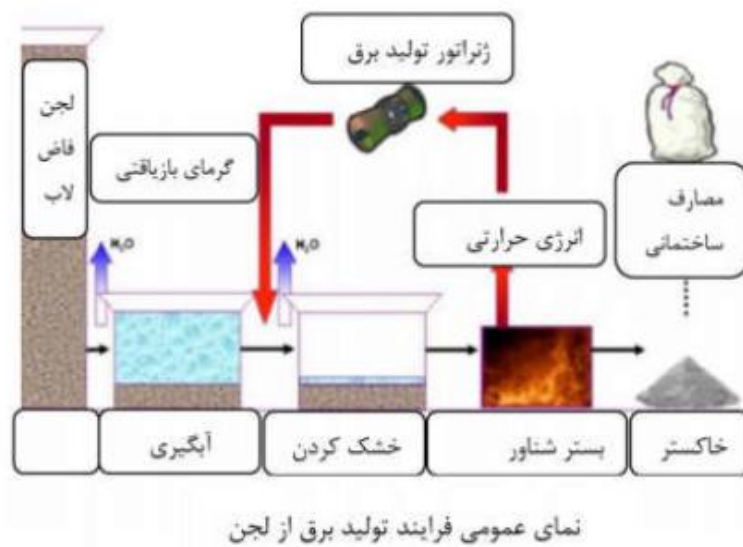
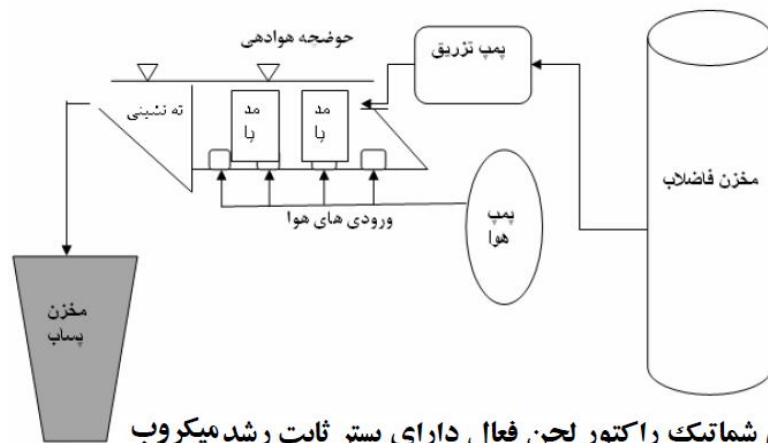




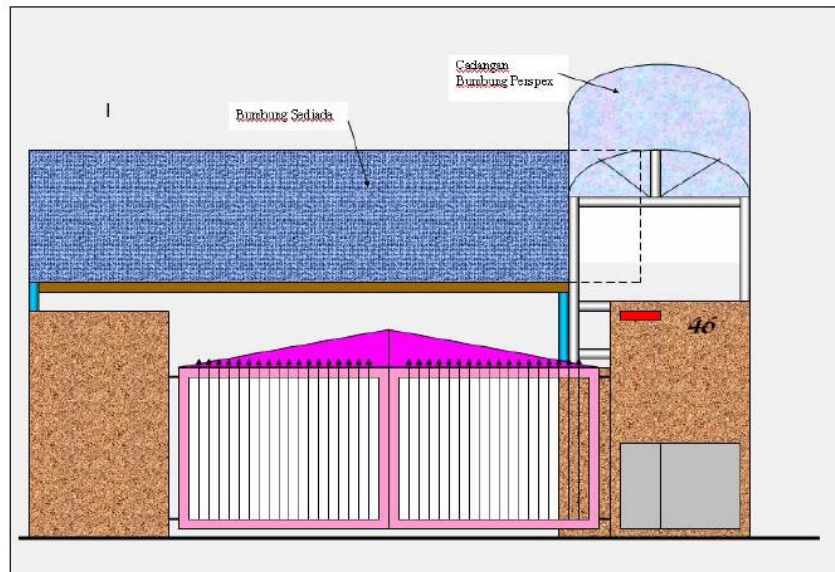


۱- سرریز از مخزن ۲- نشت از لوله آبرسانی ۳- نشت از لوله انشعاب ۴- نشت از شیر فلکه ۵- نشت یا بازکردن بی موقع شیر تخلیه ۶- نشت یا بازکردن بی موقع شیر شستشو ۷- بازکردن بی موقع شیر آتش نشانی ۸- اتلاف آب از شیرهای برداشت عمومی ۹- نشت از کنتورهای معیوب ۱۰- اتلاف آب در انشعابات غیرمجاز

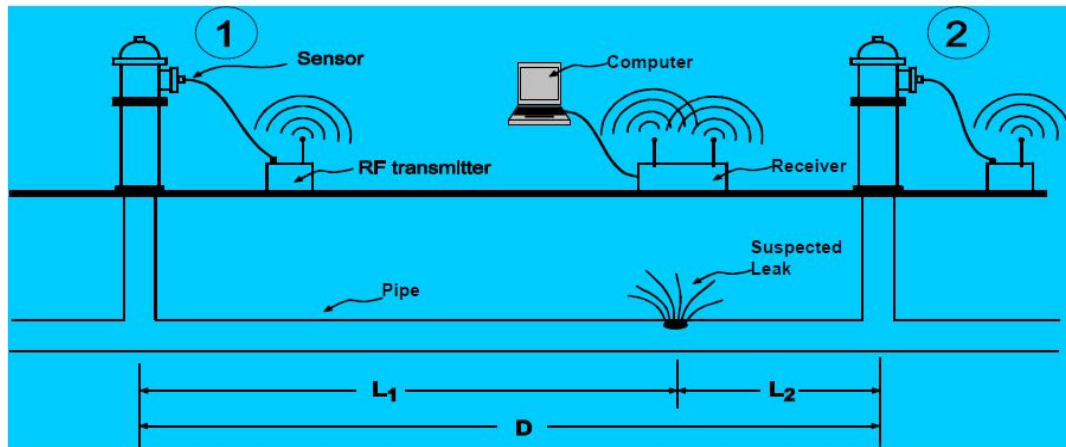




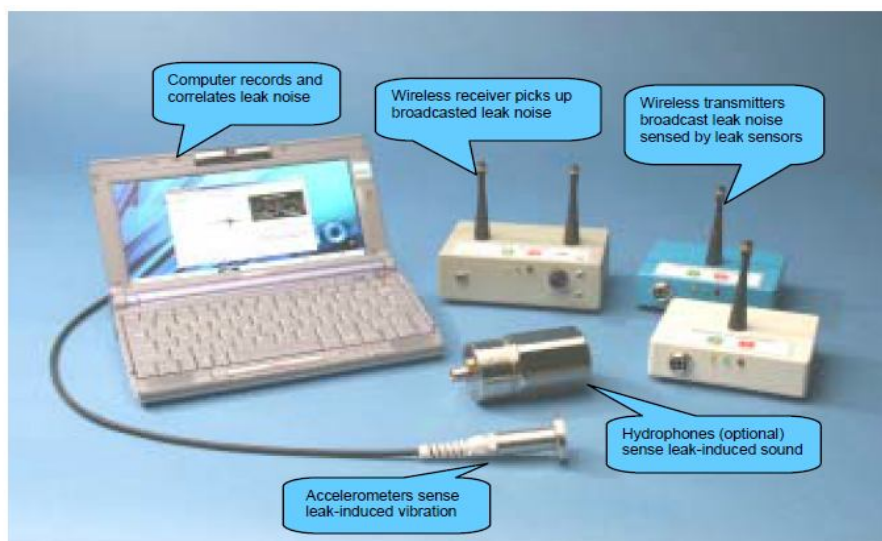
Front View of Rainwater Harvesting cum Detention Storage System.



View of Rainwater Harvesting cum Detention Storage System from the front of the house.



Schematic illustration of the field setup of the cross-correlation technique for locating a suspected leak

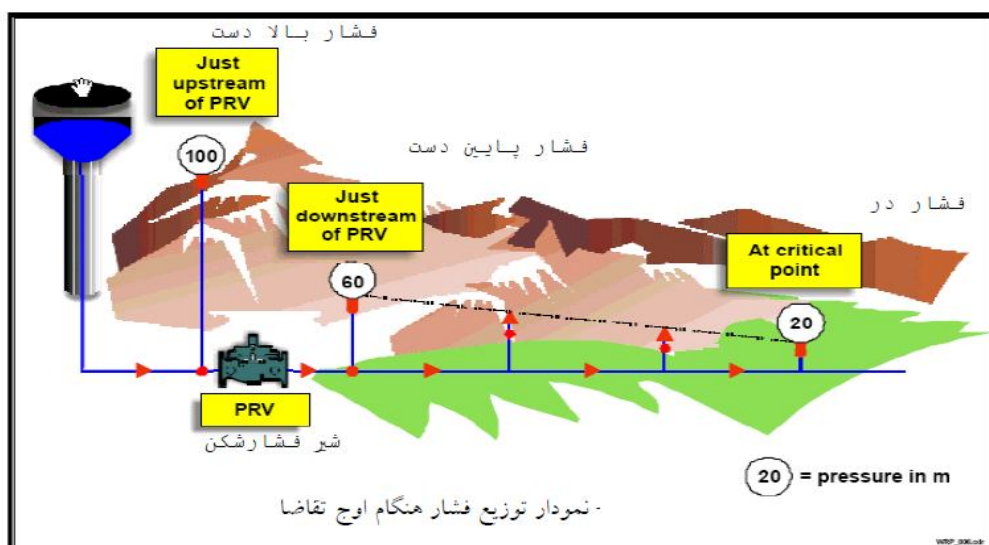
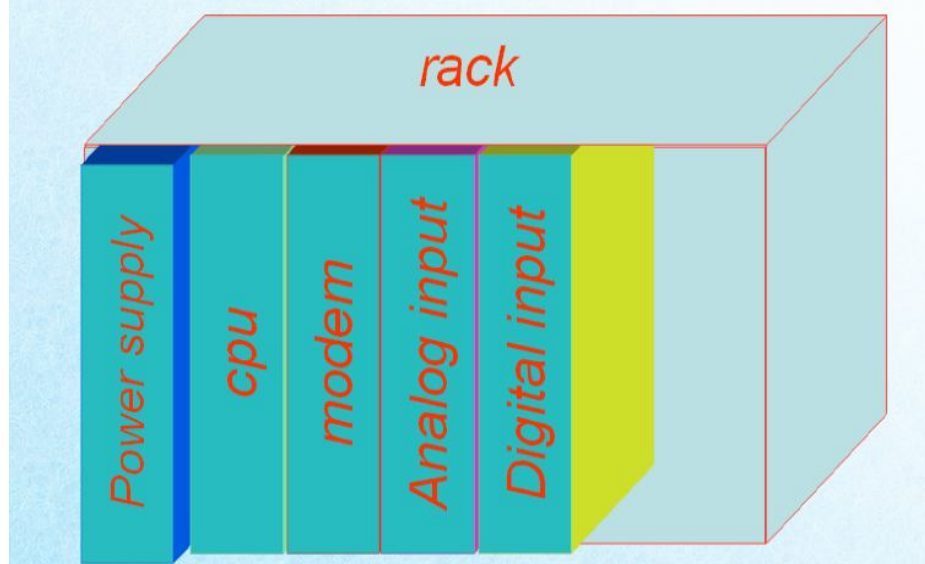


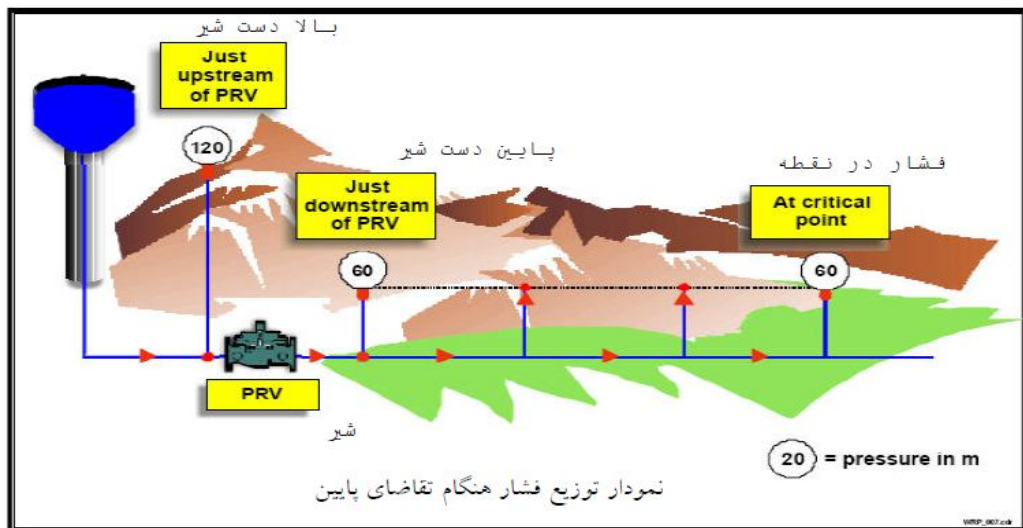
Hardware components of LeakfinderRT

الگوریتم فرآیند عملیات



ساختار سیستم جمع‌آوری و انتقال اطلاعات (RTU)





مزایای کنترل فشار در شبکه های توزیع

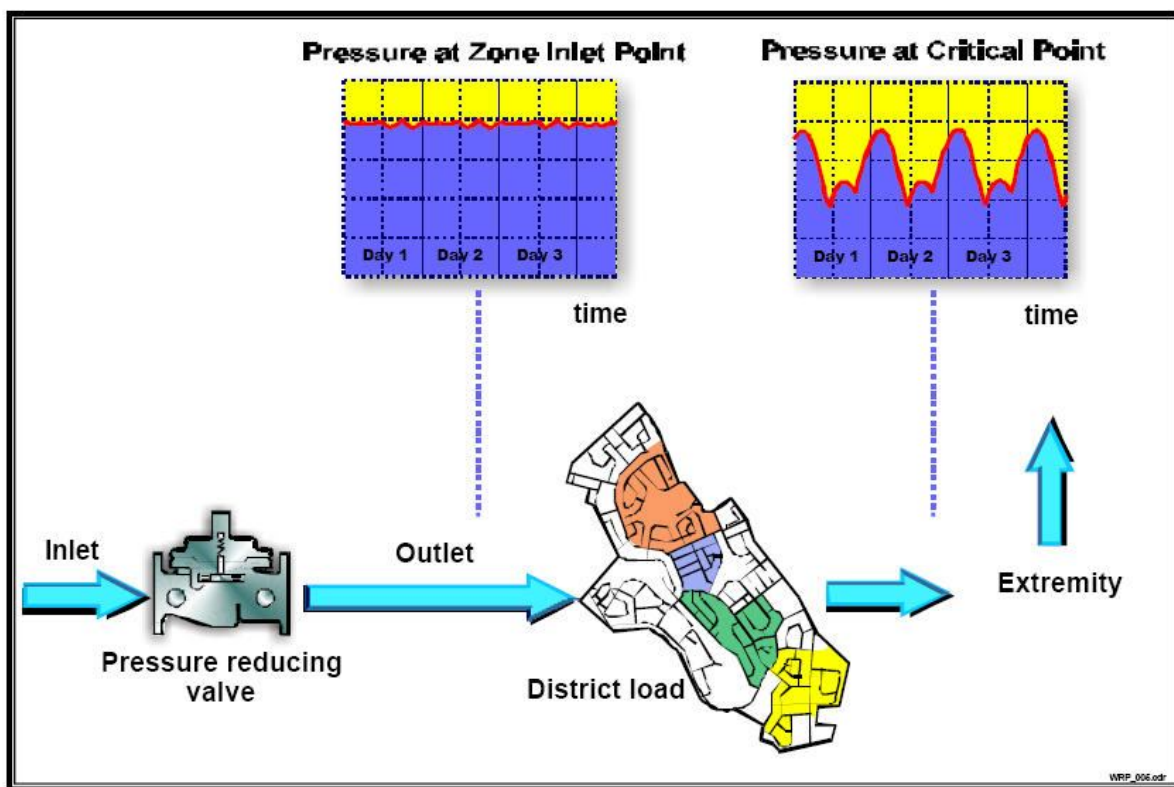
- کاهش نشت شبکه توزیع و در نتیجه حفظ منابع آب و کاهش هزینه های مربوط به سرمایه گذاری مجدد
- کاهش اثرات منفی هیدرولیکی بر شبکه توزیع
- کاهش مصرف آب مشترکین
- کاهش تناوب ترکیدگی ها (حوادث و اتفاقات) و خسارات ناشی از آن
- کنترل فشار شبکه از راه دور و اعلام هشدار سریع در صورت وقوع هر گونه تغییرات ناگهانی فشار
- ایجاد سرویس با ثبات برای مشترکین
- کاهش مصارف کنترل نشده مرتبط با فشار

سیستم های کنترل فشار در شبکه های توزیع به سه گونه است:

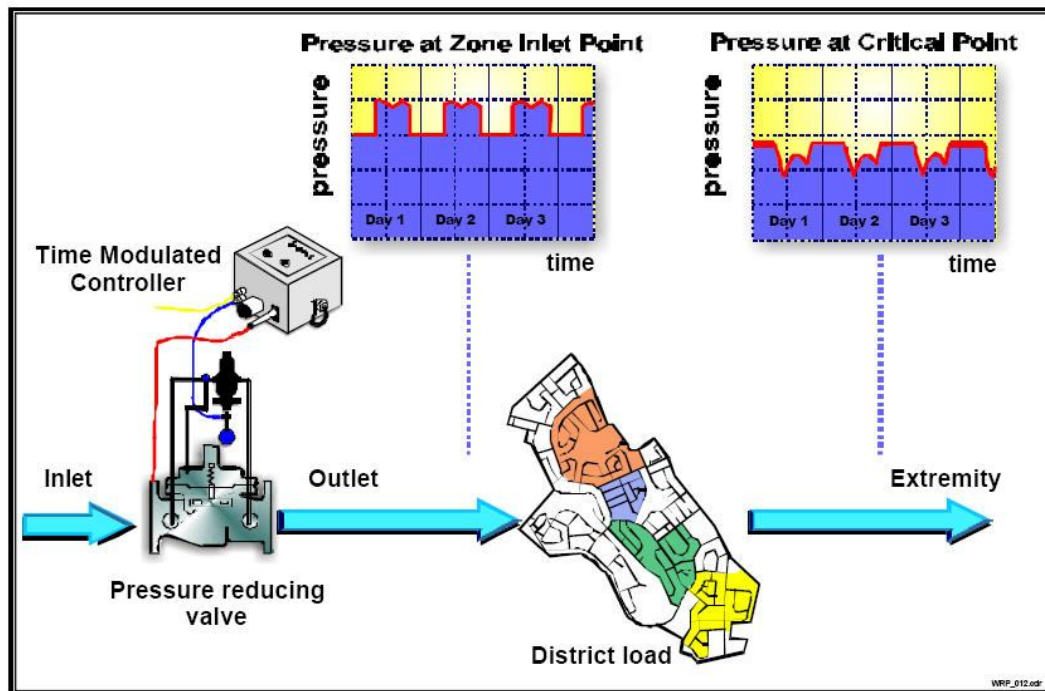
- ۱- کنترل فشار با استفاده از فشار شکن با خروجی ثابت
- ۲- کنترل هوشمند فشار با استفاده از تنظیم زمان
- ۳- کنترل هوشمند فشار با استفاده از تنظیم جریان

شروع کار فشار سنجی نیاز به اطلاعاتی از قبیل :

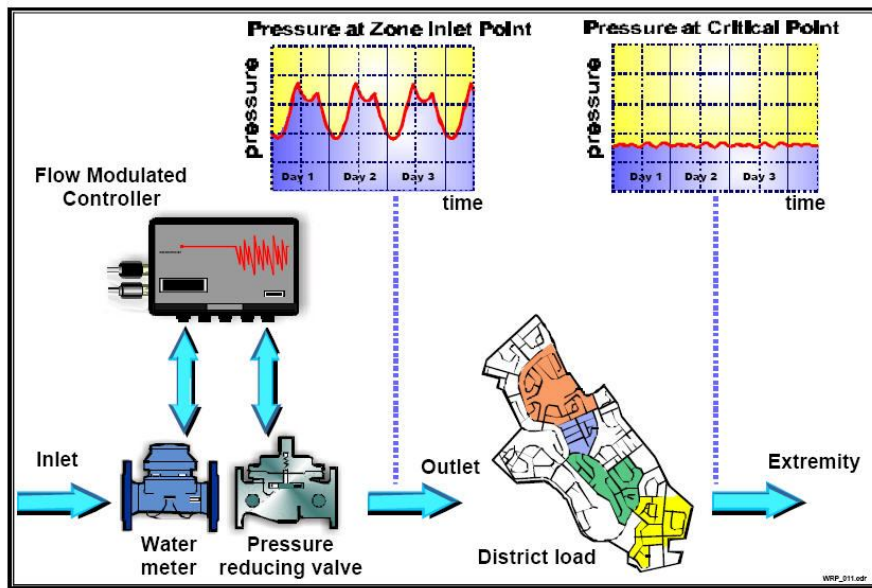
۱. تعداد مشترکین تحت پوشش
۲. طول شبکه
۳. جنس لوله های بکار رفته
۴. جمعیت
۵. میزان نشت از اتصالات ، انشعابات و خطوط
۶. جزئیات مصرف کنندگان تجاری و صنعتی
۷. وضعیت توپوگرافی منطقه



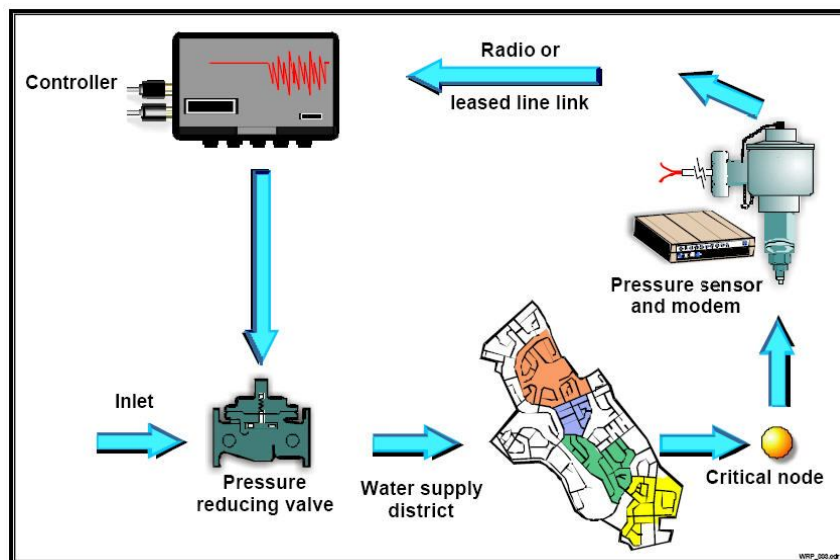
کنترل فشار با استفاده از فشار شکن با خروجی ثابت



کنترل هوشمند فشار با استفاده از تنظیم زمان



کنترل هوشمند فشار با استفاده از تنظیم جریان



کنترل پیشرفته فشار با تنظیم جریان متصل به نقطه بحرانی

