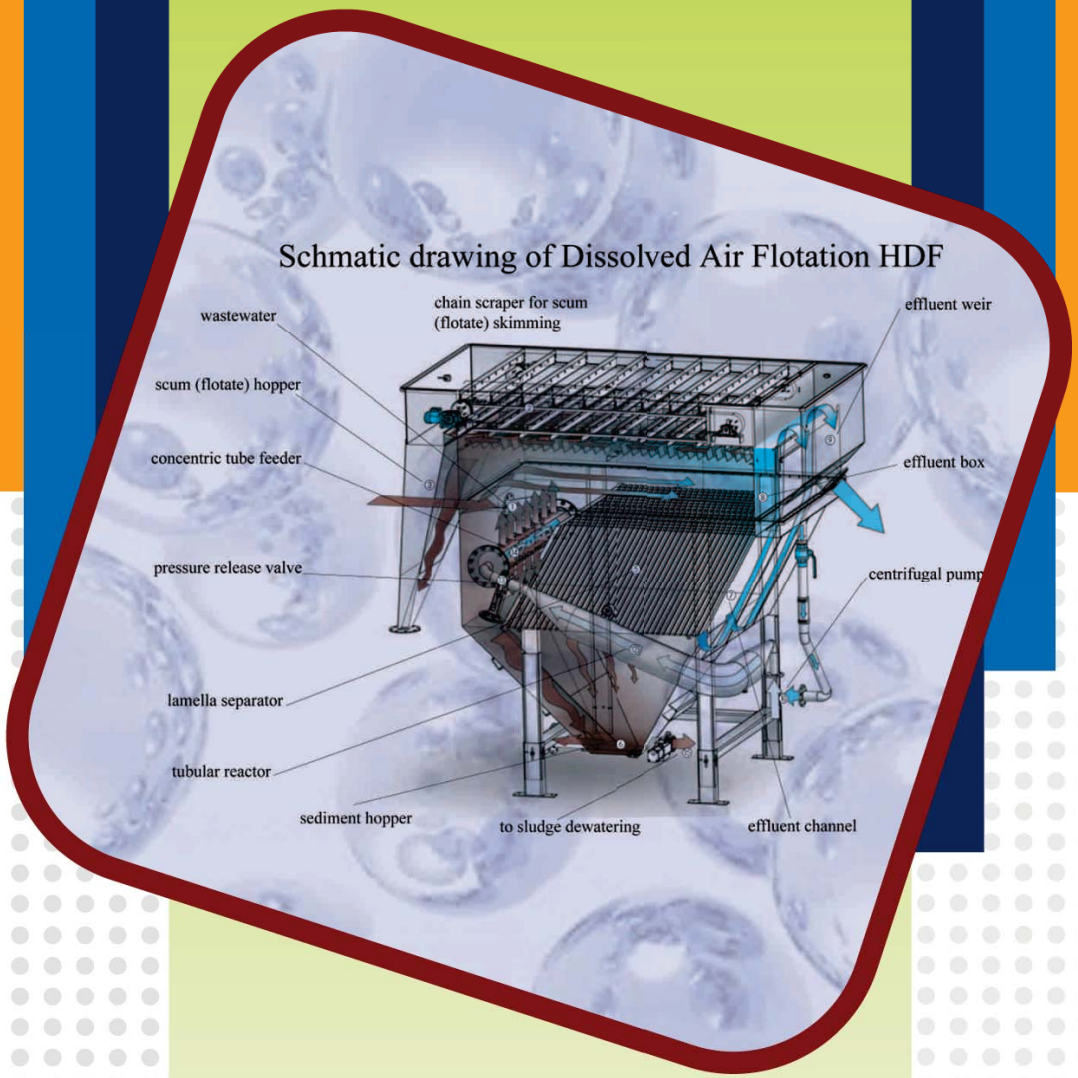
روش‌های تصفیه فاضلاب
(تصفیه فیزیکی)



مدیریت

بهداشت، ایمنی ومحیط زیست

به نام خدا

روش‌های تصفیه فاضلاب (تصفیه فیزیکی)

۱۳۹۱

تهران: خیابان طالقانی – شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست
عنوان: روش‌های تصفیه فاضلاب (تصفیه فیزیکی)
تهیه کننده: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی پالایش و پخش
ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش
نوبت چاپ: اول –۱۳۹۱
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

فهرست عناوین

پیشگفتار .....
مقدمه ۱
تصفیه مقدماتی یا فیزیکی فاضلاب ۲
آشغال‌گیری ۲
دانه‌گیری ۳
دانه‌گیرهای با جریان افقی (مستطیلی) ۴
دانه‌گیر با سیستم هوادهی ۵
دانه‌گیر با جریان گردابی (دایره‌ای) ۶
ته‌نشینی اولیه ۷
متعادل ساز ۸
شناور سازی ۸
واحد شناورسازی با هوای محلول ۹
منابع ۱۰

پیشگفتار:

محیط‌زیست، جلوه‌ای است از پهن‌دشت بزرگ جهان آفرینش که خداوند سبحان آن را با قدرت شگرف و لایزال خود ساخته و پرداخته است. با توجه به رویارویی بشر امروزی با چالش‌های متعدد زیست‌محیطی از جمله آلودگی منابع آب، خاک، هوا، پدیده گرم شدن زمین، تخریب لایه اوزون و... همچنین مطابق با آموزه‌های دینی و همچنین اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، حفاظت از محیط زیست یک وظیفه عمومی تلقی می‌شود؛ به این معنی که کلیه افراد حقیقی و حقوقی موظف به حفظ محیط زیست هستند.

مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HS) شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی در جهت ارتقای فرهنگ محیط زیست اقدام به انتشار مجموعه کتابچه‌های زیست‌محیطی با هدف آموزش مطالب علمی کاربردی و در عین حال ساده و روان در مقوله محیط زیست نموده است.

این مجموعه بی‌شک خالی از اشکالات فنی، نگارشی نیست. لذا مدیریت HSE از خوانندگان گرامی خواهشمند است نقطه نظرات و پیشنهادهای سازنده خود را در راستای غنای مطالب و ترویج فرهنگ عمومی زیست‌محیطی به این مدیریت منعکس نمایند.

پاییز ۱۳۹۰

مقدمه

رابطه انسان عصر حاضر با محیط زیست دستخوش بحران است. این بحران در اثر دخالت و بهره برداری نامعقول و تخریب سودجویانه، در محیط زیست ایجاد شده و اثرات زیانباری برای انسان و محیط اطراف او به همراه دارد.

در این میان پساب‌های ناشی از تولیدات صنعتی و کارخانه‌ها و فاضلاب‌های شهری، در کنار تخریب و کاهش منابع خدادادی، فشار مضاعفی را بر اکوسیستم کره زمین تحمیل می‌کند.

این مسأله موجب شده تا دانشمندان از طریق روش‌های مختلف، بار آلودگی پساب وارد شده به محیط را کاهش دهند.

در قرن اخیر، رشد جمعیت، بزرگ شدن شهرها، تولیدات صنعتی و کشاورزی و مصرف مواد شیمیایی گوناگون باعث شده که کره زمین بیش از هر زمان دیگری در معرض آلودگی قرار گیرد. ورود مواد آلاینده به آب‌ها و تجمع آن‌ها در آبزیان به واسطه خطراتی که برای انسان و دیگر موجودات ایجاد می‌کنند، بخش مهمی از آلودگی محیط زیست را شامل می‌شوند. آلودگی ناشی از یون‌های فلزات سنگین که روز به روز با پیشرفت صنعت بر مقدار و انتشار آن افزوده می‌شود، از مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آلوده سازهای زیست محیطی محسوب می‌شود.

خطر اصلی این مواد به علت خاصیت تجمع پذیری آن‌ها در بدن موجودات زنده است که از طریق زنجیره غذایی در کل اکوسیستم به گردش درآمده و بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی به مواد سمی‌تر و خطرناک‌تر که خاصیت سرطان‌زایی دارند، تبدیل می‌شود. از این رو، کنترل، کاهش بار آلودگی و تصفیه

پساب‌ها از دیدگاه سلامت و بهداشت عمومی، پیشگیری از نابودی آبزیان و جلوگیری از به هم خوردن زنجیره غذایی در اکوسیستم حایز اهمیت است. فاضلاب را بسته به میزان و نوع بار آلودگی با روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه می‌کنند که هر کدام از زیرمجموعه‌ها و روش‌های مختلفی تشکیل شده است.

تصفیه مقدماتی فاضلاب

تصفیه اولیه را تصفیه فیزیکی نیز می‌گویند. هدف از تصفیه اولیه حذف مواد جامد معلق از فاضلاب است که با کاهش مقداری از مواد آلی بیولوژیکی نیز همراه می‌باشد البته این کاهش فقط جداسازی بخشی از مواد آلی بوده و سپس لازم است در واحدهای تصفیه، تصفیه شود.

در مراحل تصفیه مقدماتی و یا اولیه، اغلب فرآیندهای فیزیکی مانند آشغال‌گیری، حذف چربی و روغن، دانه‌گیری و همچنین ته‌نشینی اولیه برای حذف و جداسازی مواد جامد معلق قابل ته‌نشینی و مواد شناور موجود در فاضلاب استفاده قرار می‌شود.

تصفیه اولیه یا مقدماتی شامل واحدهای زیر است:

آشغال‌گیری[1]

آشغال‌گیری اولین واحد در تصفیه مقدماتی فاضلاب است که برای جداسازی و حذف مواد جامد درشت معلق و شناور موجود در فاضلاب (مانند پوست میوه، چوب، پارچه، نایلون و ...) استفاده می‌شود. جداسازی این مواد نقش مؤثری در حفاظت الکتروپمپ‌ها، گرفتگی لوله‌ها و تأسیسات، کاهش بار سایر واحدها و همچنین زیباسازی وضع ظاهری واحدهای تصفیه‌خانه فاضلاب دارد.

آشغال‌گیرها به صورت یک ردیف میله در مقابل جریان فاضلاب قرار می‌گیرد و با توجه به فاصله بین میله‌ها قادر به جداسازی برخی از مواد موجود در

1. Screening

فاضلاب می‌شود. آشغال‌گیرها از نظر فواصل میله‌ها به دو دسته آشغال‌گیر درشت[1] و ریز[2] و از نظر نوع عملکرد به دو نوع دستی و مکانیکی تقسیم می‌شوند. آن‌ها قادر هستند تا ۵ درصد مواد آلی و در حدود ۱۰ درصد از مواد جامد معلق فاضلاب را کاهش دهند. آشغال‌گیرهای دستی به صورت مورب و تحت زاویه ۴۵ تا ۶۰ درجه و نوع مکانیکی با زاویه ۶۰ تا ۹۰ درجه در کانال ورودی فاضلاب قرار می‌گیرند.

سرعت جریان ورودی به آشغال‌گیرها باید بیشتر از ۰/۵ متر بر ثانیه (برای جلوگیری از ته‌نشینی مواد در کانال ورودی) و کمتر از ۱ متر بر ثانیه (برای جلوگیری از خروج مواد از فضای بین میله‌های آشغال‌گیر) باشد.

دانه‌گیری[3]

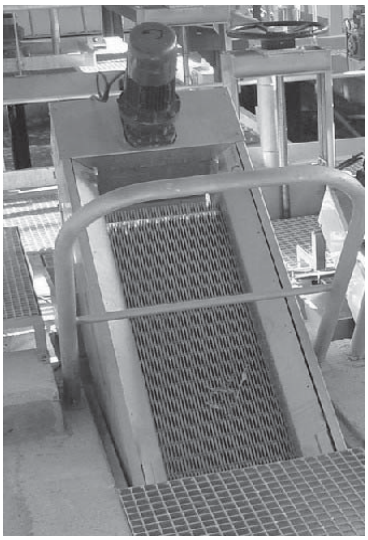
اصل دانه‌گیری برای حذف ذرات مانند شن و ماسه، سنگریزه و یا سایر مواد جامدی است که سرعت ته‌نشینی و یا جرم مخصوص آن‌ها بزرگتر از مواد آلی (مواد جامد فسادپذیر) موجود در فاضلاب است. قطر این ذرات در محدوده بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلی‌متر می‌باشد و جدا ساختن آن‌ها از فاضلاب تنها با تغییر سرعت جریان امکان‌پذیر است. بنابراین، اساس کار حوض‌های دانه‌گیر، جداسازی فیزیکی دانه‌ها تحت تأثیر نیروی ثقل می‌باشد.

بدین ترتیب هدف از جداسازی مواد در دانه‌گیرها عبارت است از:

- حفاظت وسایل و تجهیزات مکانیکی در مقابل سایش و فرسودگی متعاقب آن،
- جلوگیری از ته‌نشینی دانه‌ها در لوله‌های انتقال، کانال‌ها و مجراها، و
- سهولت بهره‌برداری و کاهش دفعات پاکسازی مخازن هضم لجن و حوض‌های ته‌نشینی.

---

1. Coarse Screen
2. Fine Screen
3 . Grit Removal



نمونه دانه‌گیر

انواع حوض‌های دانه‌گیر به شرح زیر است:

- حوض دانه‌گیر با جریان افقی (Horizontal- flow Grit chamber)
- حوض دانه‌گیر با سیستم هوادهی (Aerated Grit chamber)
- حوض دانه‌گیر گردابی (Vortex- type Grit chamber :PISTA)

دانه‌گیرهای با جریان افقی (مستطیلی)

در حوض دانه‌گیر با جریان افقی با کنترل سرعت فاضلاب ورودی به حوض دانه‌گیر، (توسط سرریزهای تناسبی) شن و ماسه و ذرات سنگین تا قطر بیشتر از ۰/۲ میلی‌متر ته‌نشین شده و ذرات آلی و ریز (با قطر کمتر از ۰/۲ میلی‌متر) همراه فاضلاب از حوض خارج می‌شوند.

مزایای دانه‌گیر مستطیلی

- به دلیل امکان استفاده از دیواره مشترک (در حالتی که نیاز به چند واحد دانه‌گیر است)، فضای کمتری را اشغال می‌کند.

- هزینه ساخت آن‌ها کمتر است.
- سیستم ساده‌تری دارد.
- انرژی کمتری نیاز دارد.

معایب دانه‌گیر مستطیلی

- امکان ایجاد جریان میانبُر وجود دارد.
- در گوشه‌ها احتمال ایجاد فضای مرده وجود دارد.
- امکان کنترل بر روی ته‌نشینی ذرات وجود ندارد.

دانه‌گیر با سیستم هوادهی

در حوض دانه‌گیر مجهز به سیستم هوادهی، با بهره‌گیری از هواده‌های عمقی، یک حرکت چرخشی یا مارپیچی در جریان فاضلاب ایجاد می‌شود که منتهی به برقراری یک حرکت دورانی عمود با سرعت مشخص می‌شود، که در نتیجهٔ حرکت دورانی، مواد آلی به طور مستمر به حالت تعلیق باقی می‌مانند و ذرات شن و ماسه و غیره (با وزن مخصوص و قطر مشخص) موجود در فاضلاب از آن جدا و در کف حوض ته‌نشین می‌شوند. مواد جمع شده در کف حوضچه به وسیله پمپ خارج می‌شوند.

مزایای دانه‌گیر با هوادهی

- محفظه دانه‌گیر با هوادهی را می‌توان به عنوان محفظه‌ای برای اضافه کردن مواد شیمیایی، انعقاد و لخته‌سازی استفاده کرد.
- فاضلاب هوادهی شده و بوی آن از بین می‌رود.
- حداقل افت فشار را دارد.
- امکان جداسازی مواد چربی، روغن و کف را دارد.
- ذرات شن با اندازه‌های مختلف را می‌توان با کنترل هوای ورودی حذف کرد.
- زمان ماند کمتر و در نهایت حجم کمتری مورد نیاز است.

معایب دانه‌گیر با هوادهی

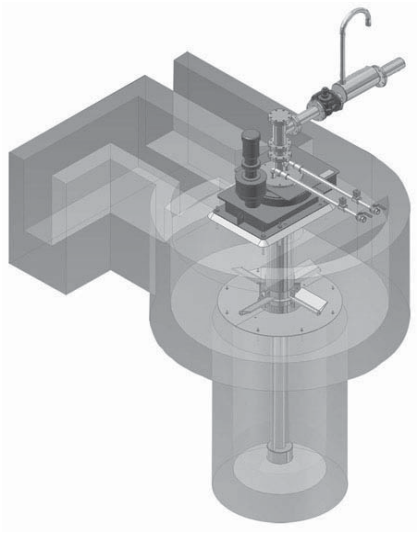
- هزینه تأسیسات و ساخت آن بالاست.
- احتمال گرفتگی هواده‌ها وجود دارد.
- در این نوع دانه‌گیر هزینه تعمیرات و سرویس‌دهی زیاد است.
- مصرف انرژی زیاد است.

دانه‌گیر همراه با هوادهی

دانه‌گیر با جریان گردابی (دایره‌ای)

در این نوع دانه‌گیر به کمک یک توربین که دارای حرکت دورانی در خلاف جهت ورود فاضلاب است، جریان گردابی ایجاد می‌شود. این عمل باعث برخورد ذرات به جدار محفظه و پروانه شده و سبب رسوب ذرات در قسمت مخروطی می‌شود. مواد جمع شده در کف حوض بوسیله پمپ هوا خارج می‌شود.

هدف از ته‌نشینی اولیه در تصفیه فاضلاب، جداکردن مواد جامد معلقی است که به آسانی ته‌نشین می‌شود. در این فرآیند مواد شناور نیز قابل جداکردن هستند.



ته‌نشینی اولیه شماتیک دانه‌گیر با جریان گردابی[1]

ته‌نشینی اولیه یکی از روش‌های فیزیکی است که در تصفیه فاضلاب نقش بسیار موثری دارد. ته‌نشینی اولیه باعث می‌شود که مواد جامد فاضلاب به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد و به دلیل غلظت بالای لجن حاصله و در نهایت کاهش حجم آن، تأثیر زیادی در کاهش بار آلی ورودی به واحدهای بعدی (تصفیه زیستی) و همچنین واحدهای تصفیه لجن دارد که بالطبع نقش مؤثری در کاهش هزینه طرح خواهد داشت.

واحدهای ته‌نشینی اولیه در شرایط مناسب طراحی و بهره‌برداری قادر هستند تا حدود ۶۵–۵۰ درصد از مواد جامد معلق و ۳۵–۲۵ درصد از مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیک (BOD_5) را کاهش دهند.

حوض‌های ته‌نشینی مستطیلی شکل نسبت به حوض‌های مدور دارای امتیازات به شرح زیر است:

1. Primary Sedimentation

- عملیات ساختمانی ساده‌تر است.
- چنانچه چند واحد حوض ته‌نشینی مورد نظر باشد، می‌توان از دیوارهای مشترک استفاده کرد.
- فضای کمتری را نسبت به حوض‌های ته‌نشینی مدور اشغال می‌کند.
- در حوض‌های ته‌نشینی مربع به علت شیب زیاد دیواره‌های کف حوض، نیازی به لجن‌روب مکانیکی ندارد.
- از لحاظ به کار بردن سیستم لجن‌جمع‌کن مشترک عرضی برای چند حوض، امکانات تخلیه لجن ساده‌تر و بهره‌برداری نیز راحت‌تر است.

لیکن در حوض‌های ته‌نشینی مدور به لحاظ امکانات بیشتر در پخش یکنواخت فاضلاب، راندمان ته‌نشینی بیشتر است.

متعادل ساز

باتوجه به صنعتی بودن فاضلاب ورودی و احتمال بروز نوسانات کمی و کیفی جریان و به منظور یکنواخت‌سازی جریان فاضلاب، پس از واحد اندازه‌گیری جریان، فاضلاب خام اغلب وارد یک حوض متعادل‌سازی می‌شود. زمان ماند مناسب فاضلاب در این حوض علاوه بر اینکه موجب می‌شود تا جریان بالادست از نظر هیدرولیکی به صورت پیوسته ادامه یابد، باعث می‌شود تا کیفیت فاضلاب ورودی از نظر دما و سایر ویژگی‌های کیفی به مخلوطی یکنواخت تبدیل شود.

شناورسازی

شناور سازی به طور کامل عکس عمل ته‌نشینی است و برای جدا کردن مایع از جامد و یا مایع از مایع به کار می‌رود. از این رو زمانی استفاده می‌شود که فاز جدا شونده که به صورت ذرات معلق و شناور و یا به صورت مایع دیگری است، قابل ته نشینی نباشد. عمل شناورسازی بر اصل شناور کردن و به سطح مایع آوردن فاز جدا شونده به طور طبیعی و یا به وسیله حباب‌های هوا استوار است.

برای سیستم تصفیه فاضلاب صنعتی متداول‌ترین روش برای جداسازی روغن‌ها از پساب‌های روغنی روش شناورسازی است که این شناور سازی به روش‌های مختلف انجام می‌شود که عبارتند از:

- API (American petroleum institute)
- CPI (Corrugated plate Interceptor)
- DAF (Dissolved Air Flotation))

شناورسازی از عملیات واحدی است که برای جداسازی ذرات روغن جامد یا مایع از یک فاز مایع به کار می‌رود. جداسازی از طریق وارد کردن حباب‌های ریز گاز (اغلب) به داخل فاز مایع صورت می‌پذیرد. حباب‌های هوا به ذرات جامد می‌چسبد و نیروی شناوری مجموعه ذره و حباب‌های گاز به قدری زیاد می‌شود که سبب صعود ذره به سطح می‌شود، بدین ترتیب می‌توان ذراتی را که چگالی آن‌ها در مایع بیشتر است به صعود واداشت. صعود ذرات با چگالی کمتر از مایع (مانند روغن محلول در آب) را نیز با همین کار می‌توان بسیار تسهیل داد. اصولاً در تصفیه فاضلاب، از شناور سازی برای جداکردن مواد معلق استفاده می‌شود.

حباب‌های هوا در این سیستم (شناورسازی) به روش‌های زیر تولید یا اضافه می‌شوند:

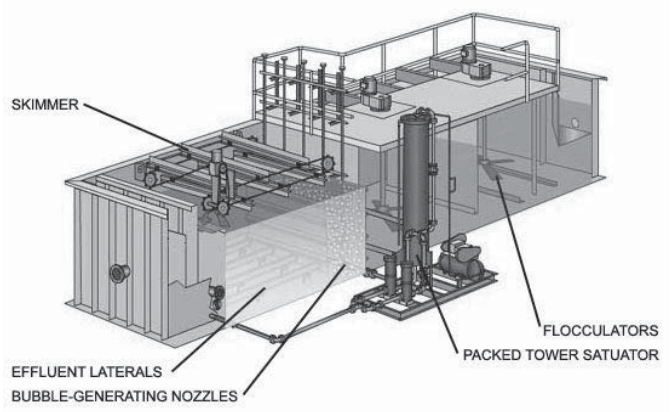
- تزریق هوا (شناور سازی با هوای محلول یا DAF)
- هوادهی در فشار اتمسفر (شناورسازی با هوا)
- اشباع سازی با هوا در اتمسفر و سپس اعمال خلأ (شناورسازی در خلأ)

واحد شناورسازی با هوای محلول (DAF)

شناورسازی فرایندی است که علاوه بر خارج کردن روغن و گریس، جامدات معلق را نیز حذف می‌کند.

مرسوم‌ترین روش، شناور سازی توسط هوای محلول (DAF) می‌باشد که ابتدا جریان پساب در یک تانک، تحت فشار قرار می‌گیرد. سپس بعد از گذر از یک شیر فشار شکن، فاضلاب وارد تانک شناور سازی می‌شود. با توجه به

کاهش ناگهانی فشار، حباب‌های کوچک هوا با قطری در حدود ۱۰۰–۵۰ میکرون پدید می‌آیند. گاهی اوقات مواد شیمیایی برای بهبود شناورسازی اضافه می‌شود. نوع دیگری از طراحی شامل قسمت جریان بازگشتی ۱۰ تا ۳۰ درصد از آب تصفیه شده است. تمام سیستم‌ها دارای مکانیزمی برای خارج کردن مواد جامدی که ممکن است در ته تانک‌های شناور سازی ته‌نشین شوند، هستند. مهم‌ترین مزیت سیستم‌های DAF سرعت آن‌ها است.



واحد شناورسازی متشکل از سه بخش اصلی ۱- تانک تحت فشار ۲- کمپرسور هوا ۳- مخزن اصلی واکنش (راکتور) است.

منابع

- نشریه شماره ۳–۱۲۹ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی، تهیه کننده و ناشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب، محمد شریعت پناهی، نشر دانشگاه تهران.
- جمع‌آوری فاضلاب، م. ت. منزوی، نشر دانشگاه تهران.

شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران

مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

طراحی: م. محسن‌زاده