شرکت تجهیز آب جم (سهامی خاص)

(طراحی و ساخت تجهیزات آب و فاضلاب)

کاتالوگ معرفی و مشخصات فنی هواده های سطحی کامپوزیتی

تهیه و تنظیم:

دفتر فنی، مطالعات و تحقیقات شرکت تجهیزآب جم

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- مقدمه	۲
۲- روش های معمول هوادهی	۲
۲-۱- هوادهی عمقی با دیفیوزر	۲
۲-۲- هوادهی سطحی توسط هواده های توربینی	۲
۳- کاربرد هواده های سطحی در فرآیندهای تصفیه فاضلاب	۴
۳-۱- فرآیندهای لجن فعال با هوادهی سطحی (Surface Aerated Tanks)	۴
۳-۲- لاگون های با هوادهی مکانیکی (Aerated Lagoons)	۴
۳-۲-۱- لاگون های هوادهی اختلاط ناقص یا اختیاری (Facultative Lagoons)	۴
۳-۲-۲- لاگون های هوادهی با اختلاط کامل (Complete Mixed Lagoons)	۶
۴- معرفی هواده های سطحی کامپوزیتی شرکت تجهیزآب جم	۸
۴-۱- نحوه نصب و استقرار هواده ها	۸
۴-۲- مشخصات فنی و مدل هواده های سطحی کامپوزیتی شرکت تجهیزآب جم	۸
۵- ترکیبات مورد استفاده در ساخت بدنه کامپوزیتی هواده های سطحی	۱۸
۵-۱- ویژگی های ترکیبات کامپوزیت و مقایسه با سایر مواد	۱۸
۵-۱-۱- معرفی ترکیبات کامپوزیت	۱۸
۵-۱-۲- مزایای ترکیبات کامپوزیت	۱۸
۵-۱-۳- خصوصیات مکانیکی مواد اولیه ساخت سیستم	۲۰
❖ منابع و مآخذ	**۲۴**

۱– مقدمه

همانگونه که می دانید، فرآیندهای بیولوژیکی (واحد هوادهی با رشد معلق یـا چسـبیده) در تصفیه خانه های فاضلاب در واقع قلب مجموعه محسوب می گردند. لذا بمنظور فـراهم آوردن میزان هوا و اکسیژن مورد نیاز سیستم برای انجـام فعالیـت هـای میکروبـی و تجزیـه و حـذف آلاینده های آلی و جامدات و همچنین ایجاد اختلاط مناسب و کافی بمنظور یکنواخت سـازی و هموژن کردن فاضلاب، تجهیزات و متعلقات تهیه، انتقال و توزیع هوا مورد نیاز می باشد.

۲– روش های معمول هوادهی

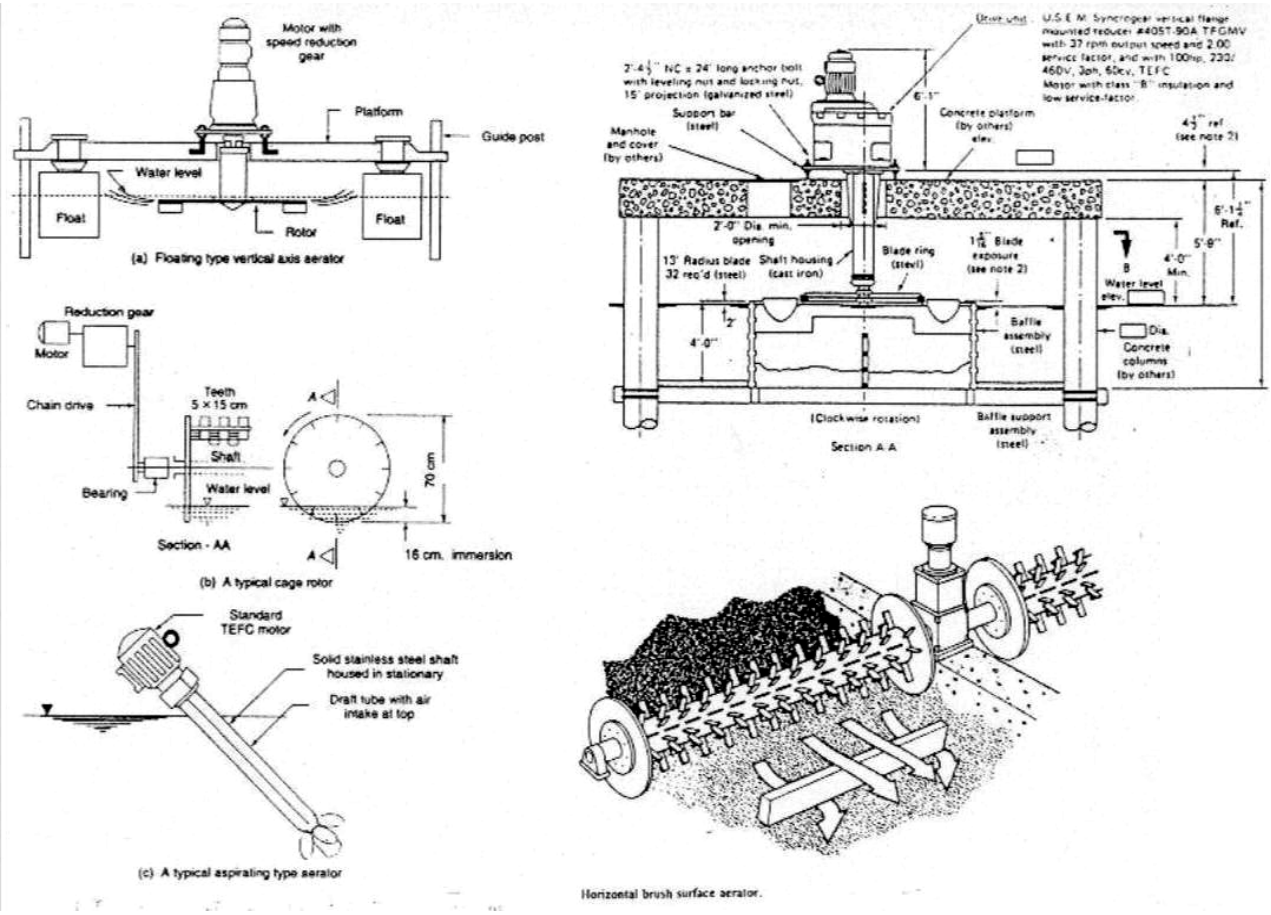
عمل تماس فاضلاب با هوا بطور کلی به دو صورت هوادهی عمقی با دیفیـوزر و هـوادهی سطحی توسط هواده های توربینی انجام می پذیرد که در ادامه به اختصار معرفی می گردند؛

۲–۱– هوادهی عمقی با دیفیوزر: در این روش، دمیدن هوا به درون فاضـلاب بـا کمـک بلـوئر (دمنده) یا کمپرسور و توسط لوله های تحت فشار انجام می گیرد کـه بـه ایـن عمـل هـوادهی عمقی می گویند. تجهیزات اصلی مورد استفاده در هوارسانی به فاضلاب در این روش در واقـع شامل سیستم توزیع هـوا، انتقـال هـوا، دمنـده هـای هـوا (Air Blowers) و در نهایـت پخـش حباب هـای هـوا توسـط دیفیوزرهـای حبـاب ریـز (دیسـکی یـا لولـه ای) بـا غشـاء ممبرانـی (Fine Bubble Membrane Diffusers [Disk/Tube]) می باشند. در این روش هوادهی، هـوای فشرده شده توسط دمنده ها با فشار زیاد از طریق لوله های رابـط دیفیوزرهـا تقریبـاً از ۳۰–۲۰ سانتیمتری کف حوض هوادهی به درون فاضلاب تزریق می گردد. سپس حباب های ریـز هـوا در تماس با فاضلاب مسیر خود را به سمت سطح مایع طی مـی نماینـد و در مسـیر خـود و در تماس بـا فاضـلاب قسـمتی از اکسـیژن هـوا در مـایع حـل مـی گـردد و از ایـن طریـق نیـاز میکروارگانیسم ها را به اکسیژن تأمین می نماید. از محاسن این سیستم هوادهی می تـوان بـه جذب مقدار زیادی از اکسیژن به علت طی مسیر طولانی توسط فاضلاب اشاره نمود.

۲–۲– هوادهی سطحی توسط هواده های توربینی: روش دیگر هوادهی به فاضـلاب اسـتفاده از هواده های سطحی می باشد. در این سیستم با بر هم زدن، تلاطـم، اخـتلاط، پخـش کـردن و پاشیدن قطرات فاضلاب به هوا، سـطح تمـاس سـیال بـا هـوا افـزایش یافتـه و بـه فاضـلاب هوارسانی می گردد. در این روش هواده ها روی پل خارج از مایع مخلـوط قـرار گرفتـه و فقـط پروانه آنها در عمق معینی از مایع قرار می گیرد.

هواده ها فاضلاب را شدیداً بهم می زنند تا از ته نشین شدن مواد معلق جلوگیری بـه عمـل آورده و نیز سطح تماس مایع مخلوط را با هوا افزایش دهند. فاضـلاب از ایـن طریـق اکسـیژن مورد نیاز میکروارگانیسم ها را دریافت نموده و در خود حل می نماید. از مزایای عمده این روش سادگی عمل راهبری و نگهداری بوده ضمن آنکه برحسب نیاز، عمق غوطه وری پروانـه هـا در

فاضلاب قابل تغییر می باشد. عیب اساسی این روش عملکرد آن در مناطق سردسیر است که در درجات معینی احتمال یخ زدگی و افت راندمان وجود دارد. شکل شماره ۱ اشکال مختلف روش های هوادهی سطحی را نشان می دهد. در حوضچه هوادهی میکروارگانیسم با دریافت اکسیژن به مقدار کافی، مواد آلی و ناپایدار فاضلاب را تجزیه نموده و به مواد پایدار و فسادناپذیر (ترکیبات معدنی) تبدیل می نماید. سپس مایع وارد حوض ته نشینی ثانویه می گردد و در این حوضچه مواد قابل ته نشینی که حاوی مقدار زیادی موجودات ذره بینی زنده و فعال می باشد، رسوب نموده و تشکیل لجن فعال را می دهد. مقداری از این لجن برای تسریع در عمل تجزیه مواد آلی و بالا بردن راندمان تصفیه مجدداً به حوض هوادهی برگشت داده شده و بخش دیگر که لجن مازاد بر نیاز می باشد، تحت عنوان لجن اضافی مستقلاً یا توأم با لجن حوض ته نشینی اولیه برای تصفیه از مدار خارج گشته و به مخازن تغلیظ و هضم لجن فرستاده می شود. پساب تصفیه شده از حوض ته نشینی ثانویه خارج شده و در حوضچه دیگری برای حصول اطمینان از اینکه حاوی هیچگونه باکتری بیماری زایی نباشد، گندزدائی می گردد.



شکل شماره ۱- اشکال مختلف روش های هوادهی سطحی

۳- کاربرد هواده های سطحی در فرآیندهای تصفیه فاضلاب

۳-۱- فرآیندهای لجن فعال با هوادهی سطحی (Surface Aerated Tanks)

در روش متعارف لجن فعال (Conventional Activated Sludge) سیستم هوادهی روش معمولاً از نوع سطحی می باشد. در روش اختلاط کامل (Completely Mixed) سیستم هوادهی معمولاً با استفاده از افشانک و یا هوادهی سطحی است. در هوادهی ممتد یا گسترده (Extended Aeration) نیز هوادهی با استفاده از افشانک و یا هوادهی سطحی مکانیکی صورت می گیرد. شایان ذکر است که در سیستم نهرهای اکسیداسیون (Oxidation Ditches) بجای حوض هوادهی از نهر طویل و کم عمق که به صورت یک حلقه بسته است، استفاده می شود. با استفاده از هواده های شانه ای دوار (Brush Rotary Aerators) فاضلاب در این نهر با سرعت کم (حدود ۰/۵ متر برثانیه) به جریان می افتد. قسمتی از هوادهی از طریق عمل هواده های مزبور و بقیه بر اثر تماس سطحی فاضلاب و هوا در طول مسیر طولانی نهر تأمین می شود.

۳-۲- لاگون های با هوادهی مکانیکی (Aerated Lagoons)

بمنظور کاهش سطح مورد نیاز فرآیندی و افزایش راندمان تصفیه در مدت زمان های کوتاه تر از هواده های سطحی در برکه های تصفیه فاضلاب استفاده می شود. در این حالت اصطلاحاً به این برکه ها *"لاگون"* گفته می شود. لاگون های هوادهی، با توجه به میزان انرژی که به واحد حجم استخر داده می شود به ۲ نوع اختلاط کامل و ناقص تقسیم می شوند.

۳-۲-۱- لاگون های هوادهی اختلاط ناقص یا اختیاری (Facultative Lagoons)

در بسیاری از مناطق کشور، اختلاف درجه حرارت زیادی در ماه های گرم و سرد سال وجود دارد و از طرفی زمین کافی برای آنکه برکه برای ماه های سرد سال طراحی شود، وجود ندارد. بنابراین برکه ها را برای ماه های گرم سال طراحی می کنند و برای جبران کاهش ظرفیت تصفیه در ماه های سرد سال از هواده های مکانیکی برای رساندن اکسیژن به حجم فاضلاب استفاده می شود. از آنجا که قدرت هواده ها در این لاگون ها فقط بر اساس تأمین اکسیژن مورد نیاز انتخاب می شوند و از سویی حجم لاگونها زیاد می باشد، بنابراین هیچگاه شرایط اختلاط کامل (حالتی که تمام جرم میکروبی به صورت معلق وجود دارد) در این لاگونها به وجود نمی آید، بنابراین به این لاگونها، *"لاگونهای هوادهی با اختلاط ناقص"* می گویند، برای محاسبه زمان ماند در این لاگونها از فرمول زیر استفاده می شود:

$$\frac{C_n}{C_o} = \frac{1}{\left(1+\frac{Kpt}{n}\right)^n}$$

در فرمول فوق؛

C_n = غلظت BOD_5 فاضلاب خروجی از استخر n ام (برحسب میلی گرم در لیتر) ؛

C_0 = غلظت BOD_5 فاضلاب ورودی (برحسب میلی گرم در لیتر) ؛

K_p = نرخ تجزیه مواد بر اثر فعل و انفعالات میکروارگانیسم ها در روز در شرایط اختلاط ناقص (این نرخ تجزیه در دمای ۲۰°C برابر ۰/۲۷در نظر گرفته می شود) ؛

t = زمان ماند هیدرولیکی در مجموعه استخرها (برحسب روز) ؛

n = تعداد استخرهایی که به طور سری قرارگرفته اند ؛

زمانی که درجه حرارت فاضلاب تغییر نماید، مقدار K_p از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$Kp = 0.27(1.036)^{TW-20}$$

TW = دمای فاضلاب (برحسب درجه سانتیگراد)

برای محاسبه دمای فاضلاب در لاگون از رابطه زیر استفاده می شود:

$$TW = \frac{AFTa + QTi}{AF + Q}$$

در فرمول فوق؛

A = سطح استخر (برحسب متر مربع) ؛

TW = دمای فاضلاب (برحسب درجه سانتیگراد) ؛

Ta = دمای هوای محیط (برحسب درجه سانتیگراد) ؛

Ti = دمای فاضلاب ورودی برحسب درجه سانتیگراد (معمولاً بین ۱۲-۵ در نظر گرفته می شود) ؛

F = ضریب تناسب (معمولاً برابر ۰/۵ می باشد) ؛

Q = مقدار جریان فاضلاب (برحسب مترمکعب در روز) ؛

هرچه تعداد لاگون هایی که به صورت سری قرار گرفته اند بیشتر باشد (n بیشتر انتخاب شود) و زمان ماند مورد نیاز کمتر خواهد بود. اما در صورتیکه $n > ۴$ در نظر گرفته شود، این تغییر ناچیز می باشد. به همین دلیل در برکه ها و لاگون های هوادهی توصیه می شود که تعداد برکه یا لاگون هائی که در یک سری قرار دارند ۴-۳ عدد باشد.

میزان برق مورد نیاز لاگون های هوادهی با اختلاط ناقص در محدوده ۲/۷۵- ۰/۷۵ وات بر مترمکعب حجم لاگون می باشد.

۳-۲-۲- لاگون های هوادهی با اختلاط کامل (Complete Mixed Lagoons)

در لاگون های هوادهی با اختلاط کامل قدرت هواده ها طوری در نظر گرفته می شود که تمام جرم میکروبی در لاگون به صورت معلق در آورده شود. زمان ماند در این استخرها حدود ۳ تا ۱۰ روز بوده و عمق لاگون ها ۲ تا ۵ متر در نظر گرفته می شود. لازم به ذکر است که در شرایط آب و هوایی سرد در صورتی که عمق لاگون بیشتر در نظر گرفته شود، زمان ماند به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. زمان ماند مورد نیاز در این استخرها از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$\frac{C_n}{Co} = \frac{1}{\left(1+\frac{Kct}{n}\right)^n}$$

در فرمول فوق؛

C_n = غلظت BOD_5 فاضلاب خروجی از استخر n ام (برحسب میلی گرم در لیتر) ؛

C_0 = غلظت BOD_5 فاضلاب ورودی (برحسب میلی گرم در لیتر) ؛

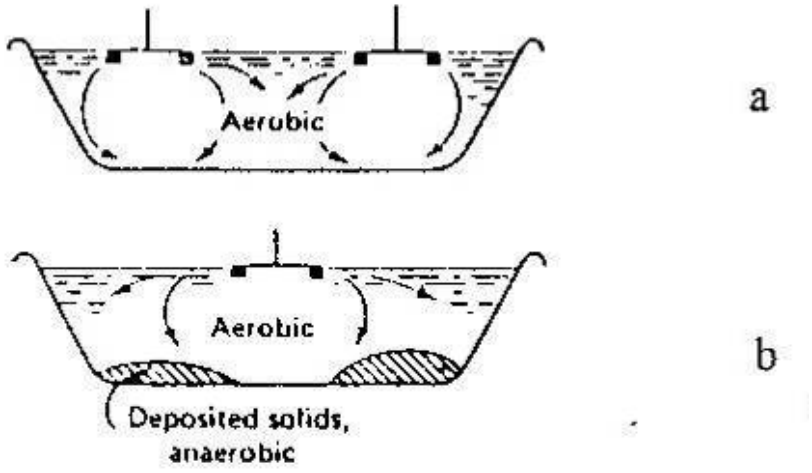
K_c = نرخ تجزیه مواد بر اثر فعل و انفعالات میکروارگانیسم ها در روز در شرایط اختلاط کامل (این نرخ تجزیه در دمای ۲۰°C برابر ۲/۵ در نظر گرفته می شود) ؛

t = زمان ماند هیدرولیکی در مجموعه استخرها (برحسب روز) ؛

n = تعداد استخرهایی که به طور سری قرارگرفته اند ؛

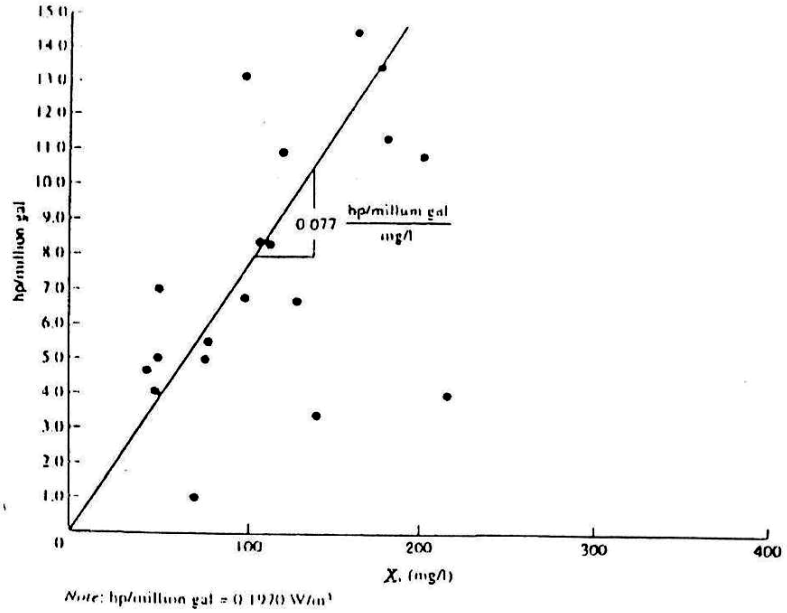
!!

شکل شماره ۲ شمای لاگون های هوادهی اختلاط کامل و ناقص را نشان می دهد.!!



شکل شماره ۲- شمای لاگون هوادهی اختلاط کامل (a) و اختلاط ناقص (b)

میزان انرژی مورد نیاز به ازای حجم لاگون طبق استاندارد نشریه شماره ۳-۱۲۹ سازمان مدیریت کشور از ۶ الی ۲۰ کیلووات به ازای هر هزار مترمکعب حجم لاگون ذکر شده است. در مرجعی به نام Industrial Water Pollution Control-2000 تألیف Eckenfelder میزان انرژی داده شده به حجم براساس غلظت مواد معلق برای لاگون اختلاط کامل از ۲/۸ تا ۳/۹ کیلووات به ازای هر هزار مترمکعب فاضلاب ذکر شده است. نمودار شماره ۱ رابطه انرژی و غلظت در لاگون های هوادهی از نوع اختلاط کامل را نشان می دهد. پارامترهای طراحی در لاگون ها به نقل از مراجع مختلف معتبر جهت مقایسه با یکدیگر در جدول شماره ۱ ارائه شده است.



نمودار شماره ۱- انرژی اختلاط لازم در لاگون های اختلاط کامل

جدول شماره ۱- مبانی طراحی لاگون های اختلاط کامل و ناقص به نقل از مراجع معتبر مختلف

پارامتر / مرجع	نشریه شماره ۳-۱۲۹ سازمان مدیریت کشور	متکف و ادی	اکنفلدر	آرسی والا		فائو	بنفیلد		آدامز و اکنفلدر
				اختلاط کامل	اختلاط ناقص		اختلاط کامل	اختلاط ناقص	
زمان ماند (روز)	۳-۱۰ روز برای لاگون ها در اختلاط کامل: زمان ماند کمتر در اختلاط ناقص: زمان ماند بیشتر	۳-۶	-	۵	۳-۱۲	۳-۱۰	۱-۱۰	۷-۲۰	۲-۶
عمق (متر)	۲-۵ متر برای لاگون ها (اختلاط کامل و ناقص)	-	۲/۴-۴/۹	۲/۵-۵	۲/۵-۵	۱/۵-۴/۵	۲/۵-۵	۲/۵-۵	۳-۵
انرژی اختلاط **(کیلووات به ازای هر ۱۰۰۰ مترمکعب حجم استخر)**	۶-۲۰	۱۹-۳۹	۲/۸-۳/۹	۲/۷۵	۰/۷۵	۵/۹-۲/۹۶	۱۱/۸-۲۳/۶	-	۵
حداقل تعداد سری در هر جریان	۳ سری	-	۲ سری	-	-	-	-	-	-

۴- معرفی هواده های سطحی کامپوزیتی شرکت تجهیز آب جم

هواده های ساخته شده توسط این شرکت در واقع از نوع هواده های سطحی دور کند طرح فنویک (FENWICK) بوده و جنس آن کامپوزیت تقویت شده و مقاوم به خوردگی می باشد.

عمر طولانی، مقاوم در شرایط مختلف محیطی، وزن پائین، شکل مناسب پره ها جهت اختلاط و اکسیژن رسانی بالا، سهولت در جابجائی/حمل و بارگیری، سهولت در زمان نصب و اجرا، سهولت در زمان راهبری/بهره برداری و نگهداری، پایین بودن هزینه نصب با متعلقات، نصب سریع و آسان در مدت زمان کوتاه، بالاترین بازدهی انتقال اکسیژن، ایده آل جهت تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی، سهولت در تنظیم موقعیت قرارگیری، عدم قرارگیری قطعات الکترومکانیکی هواده در داخل فاضلاب، عملکرد مطلوب حتی در صورت متغیر بودن سطح سیال و عدم احتمال خوردگی میکروبی و شیمیائی حتی توسط فاضلاب های بسیار اسیدی و قلیائی، از جمله مهمترین مزایا و مشخصه های منحصر به فرد این نوع هواده ها می باشد.

۴-۱- نحوه نصب و استقرار هواده ها

این نوع هواده ها را می توان به دو صورت در تانک های هوادهی و لاگون ها نصب نمود:

۱- بصورت شناور: در این حالت تجهیزات و متعلقات جانبی شامل گوی های شناور کامپوزیتی، سکوی استقرار (بصورت سه بازوی نگهدارنده یا چهار بازو)، رابط انتقال نیرو (گلدانی از جنس چدن) و کابل های نگهدارنده به مقدار مورد نیاز می باشد.

۲- بصورت ثابت: در این حالت، نصب و استقرار ثابت هواده های سطحی کامپوزیتی توسط یک سازه بتنی صورت می پذیرد و یک پل دسترسی نیز تا محل نصب مورد نیاز است.

۴-۲- مشخصات فنی و مدل هواده های سطحی کامپوزیتی شرکت تجهیز آب جم

هواده های سطحی این شرکت از جنس مواد کامپوزیتی تقویت شده با لایه های پلی استر مسلح به اتصالات عصائی فلزی که از داخل قسمت تحتانی هواده را به فلانچ بالا متصل می گرداند، ساخته شده است.

جهت جلوگیری از نفوذ آب ناشی از برخورد اجسام خارجی با بدنه هواده، فضای داخلی این هواده ها توسط فوم پلی یورتان پر شده تا امکان غوطه وری و نیز صدمه دیدن تأسیسات تصفیه خانه تا حد امکان از بین برود.

مدل هواده های سطحی ساخته شده توسط شرکت در سه سایز مشخص می باشند:

۱. هواده های سطحی ۸۲۰ میلیمتر؛
۲. هواده های سطحی ۱۳۲۰ میلیمتر؛
۳. هواده های سطحی ۲۲۰۰ میلیمتر.

همچنین مشخصات فنی هواده ها و متعلقات جانبی آن در ذیل بطور کامل آورده شده که براساس نیاز طرح، مشخصات الکتروموتور و گیربکس مورد نیاز نیز ارایه می گردد.

❖ الف) مشخصات فنی هواده های کامپوزیتی:

- ✓ نوع هواده: سطحی شناور/ دور کند؛
- ✓ طرح هواده: فنویک با قطر اسمی۸۲۰ میلیمتر/۱۳۲۰ میلیمتر/ ۲۲۰۰ میلیمتر؛
- ✓ جنس هواده: ساخته شده از رزین پلی استر اورتوفتالیک و الیاف شیشه (کامپوزیت تقویت شده)؛
- ✓ متعلقات هواده: همراه با اتصالات و فلانچ فلزی داخلی و پیچ های اتصال گالوانیزه گرم؛
- ✓ پر شده از فوم پلی یورتان با مقاومت ۲/۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع؛
- ✓ قابلیت: مقاوم در برابر عوامل شیمیایی، میکروبی، حرارتی و شوک های مکانیکی و خوردگی.

❖ ب) مشخصات فنی گوی های شناور:

- ✓ طرح گوی: طرح ویژه و منحصر با مدل TAJ (ساخت تجهیزآب جم)؛
- ✓ جنس گوی: ساخته شده از رزین پلی استر اورتوفتالیک و الیاف شیشه؛
- ✓ متعلقات گوی: همراه با اتصالات و فلانچ فلزی داخلی و پیچ های اتصال گالوانیزه گرم؛
- ✓ قابلیت: مقاوم در برابر عوامل شیمیایی، میکروبی، حرارتی و شوک های مکانیکی و خوردگی؛
- ✓ تعداد مورد نیاز جهت هر واحد هواده: ۳ عدد گوی شناور (مثلثی شکل) یا ۴ عدد (مربعی شکل).

❖ ج) مشخصات فنی سکوی استقرار:

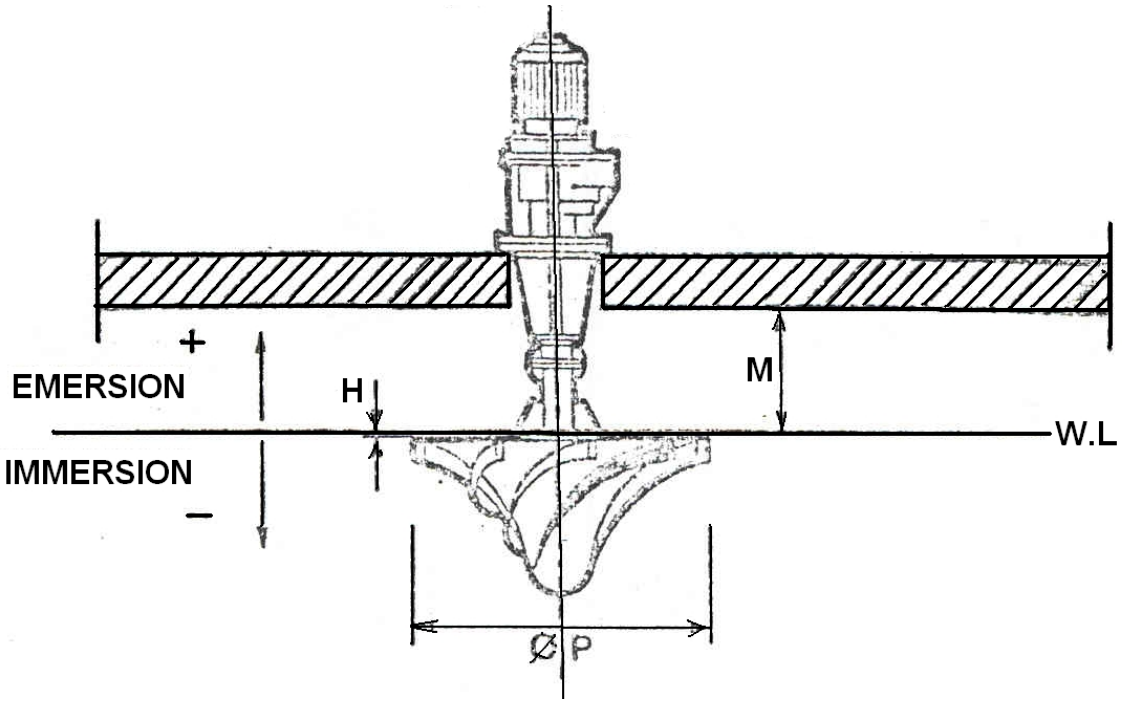
- ✓ طرح سکو: مثلثی شکل با سه بازوی نگهدارنده یا مربعی شکل با چهار بازوی نگهدارنده؛
- ✓ جنس سکو: ساخته شده از فولاد *St 37* با ۳۰۰ میکرون پوشش اپوکسی؛
- ✓ متعلقات سکو: همراه با اتصالات و فلانچ فلزی داخلی و پیچ های اتصال گالوانیزه گرم؛
- ✓ قابلیت: مقاوم در برابر عوامل شیمیایی، میکروبی، حرارتی و شوک های مکانیکی و خوردگی؛
- ✓ تعداد مورد نیاز جهت هر واحد هواده: ۱ واحد سکوی استقرار.

❖ د) مشخصات فنی رابط انتقال نیرو (گلدانی):

- ✓ طرح رابط انتقال نیرو: مدل TAJ (ساخت تجهیزآب جم)؛
- ✓ جنس رابط: ساخته شده از فولاد چدن خاکستری با ۳۰۰ میکرون پوشش اپوکسی؛
- ✓ متعلقات رابط: همراه با اتصالات نشیمن و کوپلینگ؛
- ✓ قابلیت: مقاوم در برابر عوامل شیمیایی، میکروبی، حرارتی و شوک های مکانیکی و خوردگی؛
- ✓ تعداد مورد نیاز جهت هر واحد هواده: ۱ واحد رابط انتقال نیرو.

مشخصات هواده مخروطی ۸۲۰ میلیمتر

تـوان الکتروموتور	hp	۱	۲	۳	۴	۵/۵
	kW	۰/۷۵	۱/۵	۲/۲	۳	۴
دور شافت خروجی گیربکس	Min R.P.M ROTOR	۶۰	۷۲	۸۰	۱۰۰	۱۱۰
قدرت اکسیژن دهی	kg O_2/h	۱/۶	۳/۴	۴/۸	۶/۶	۸/۸
حداقل عمق مایع (متر)	Min. Tank Depth (m)	۱/۵			۲	
حداکثر عمق مایع (متر)	Max. Tank Depth (m)	۲/۵			۳	



MOTOR RAITING (Power Consumption)	hp	۳	۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۵
	kW	۲/۲	۴	۵/۵	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵
Rotor Diameter (mm)		۱۳۲۰						۲۲۰۰					
Rotor R.P.M (r/min)		۴۲	۴۸	۵۱	۶۲	۷۲	۸۲	۴۲	۴۷	۵۲	۵۶	۶۰	۶۸
Oxygen Transfer (kg O_2/h)		۴/۸	۹	۱۲	۱۷	۲۵	۳۳	۴۶	۵۵	۶۴	۸۰	۹۶	۱۲۰
Circn. Capacity (m^3/min)		۲۱	۲۴	۳۶	۴۴	۴۸	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۲۰
Spray Diameter (m)		۳/۶		۴/۲		۴/۵	۵/۴			۵/۶			
Torque (M^3=kg×m)		۵۳	۸۲	۱۰۵	۱۱۶	۱۵۰	۱۷۵	۳۶۰	۴۰۰	۴۳۰	۵۸۰	۶۱۵	۷۱۰
Rot.mom.bending f1=kg		۴۵	۵۵	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۲۰	۲۷۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۷۰
Aerator Weigh (kg)		۲۵۰	۳۱۰	۴۱۰	۴۲۰	۵۴۰	۵۵۵	۸۲۵	۸۳۵	۱۳۵۰	۱۸۵۰	۱۸۷۵	۱۹۶۰
Min. Tank Diamensions (m)		۴/۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۴	۱۴/۵	۱۶	۱۷/۵
Max. tank Diamensions (m)		۸/۵	۱۱/۵	۱۳/۵	۱۶	۱۸	۲۱	۲۱/۵	۲۳/۵	۲۷/۵	۲۹	۳۲	۳۷
Min. Tank Depth (m)		۱/۵						۲					
Max. Tank Depth (m)		۳/۵	۴			۴/۵		۵			۵/۵		
Vertical Load f1=kg		۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۸۵۰	۱۱۰۰	۱۴۰۰	۱۹۰۰	۲۲۰۰	۲۶۰۰
Immersion - Emersion +		- ۵۰ / + ۰						+ ۵۰ / + ۱۵۰					
Min Diamensions (m)		۶۵۰		۷۵۰				۹۰۰					

Measured with adsorbed power of 30 w/m^3

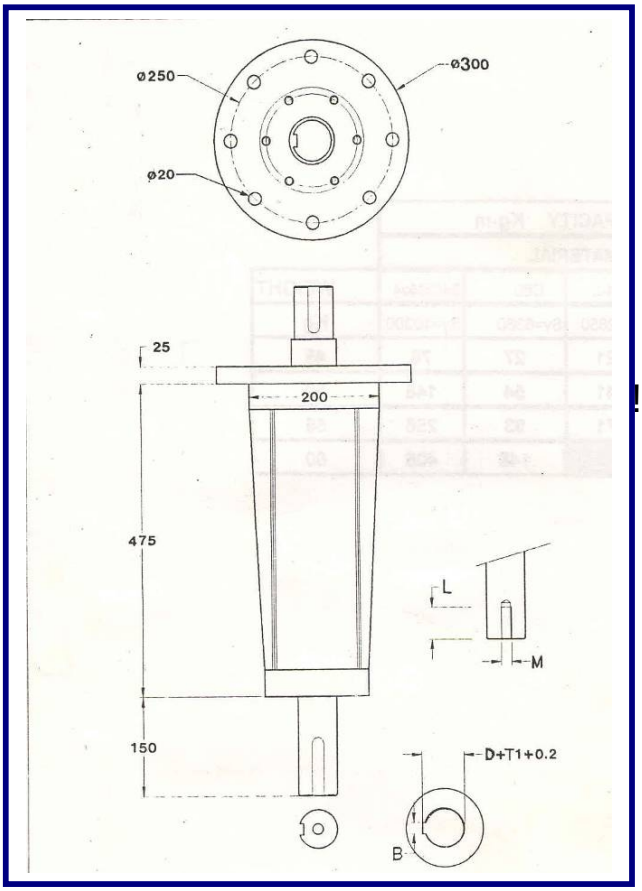
مشخصات رابط انتقال نیرو (گلدانی)

!!!EXTENDED SHAFT HOLDER

WITH TOW ANTI – FRICTION BEARING
GREACE LUBRICATED
MAINTNANCE FREE

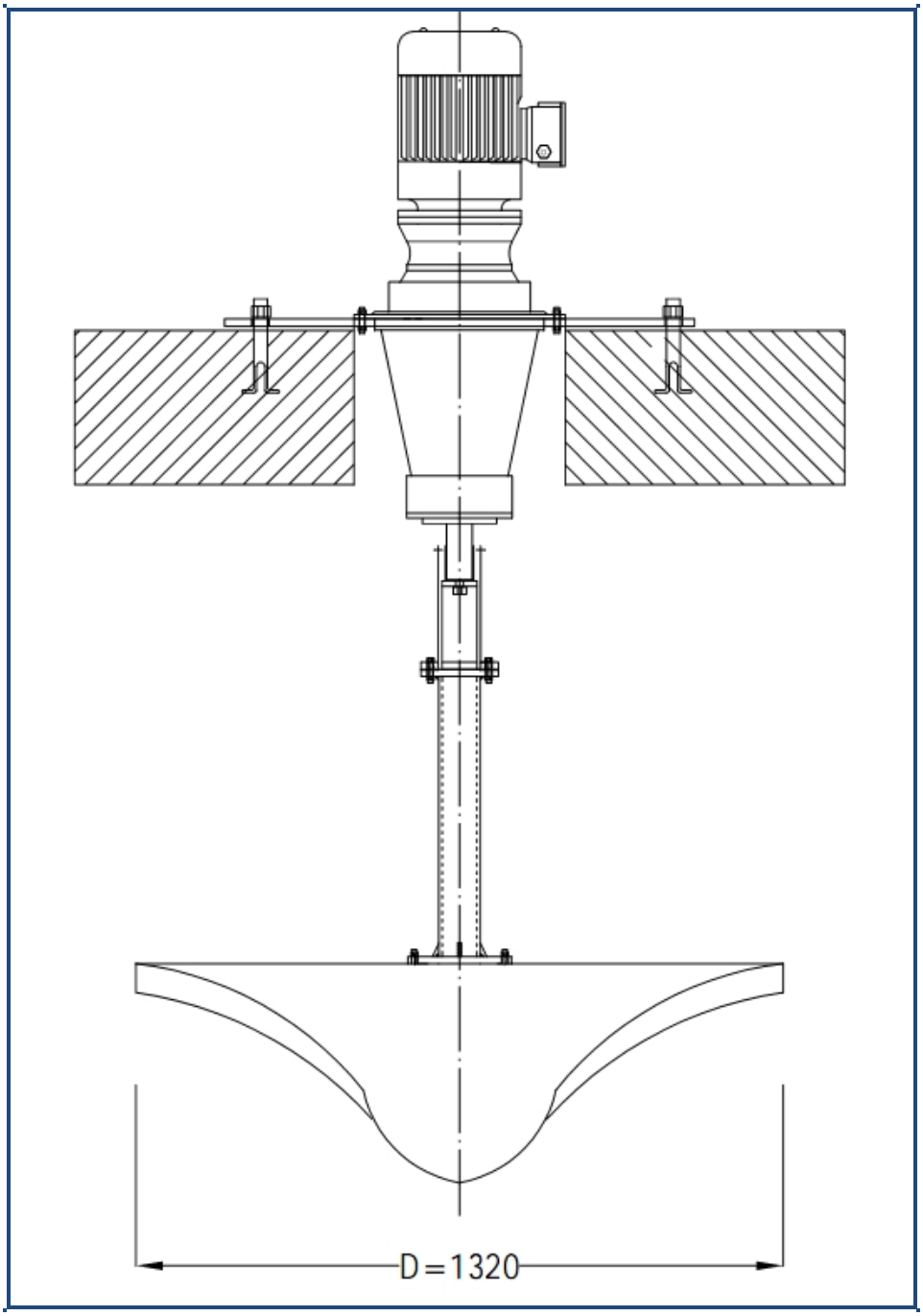
!!LOAD CAPACITY Kg – m
!!SHAFT MATERIAL

Dimeritions (mm)		Hub key way		Head boit	St37-2	ST442	C60	34CRMO4	WEIGH
TYPE	D	B×H	D+t1+(0.2)	Size X lenght	Sy=2250	Sy=2850	Sy=6380	Sy=10300	kg
TAJ-EX40	40	12×8	45.1	M12×35	16	21	27	76	45
TAJ-EX50	50	14×9	55.7	M14×40	32	41	54	148	50
TAJ-EX60	60	18×11	67	M16×40		71	93	256	55
TAJ-EX70	70	20×12	77.6	M18×50			148	406	60



!!T=974 P/N
!!P= EFFECTIVE POWER (kW)
!!N=rpm
!!T=TORQUE kg-m

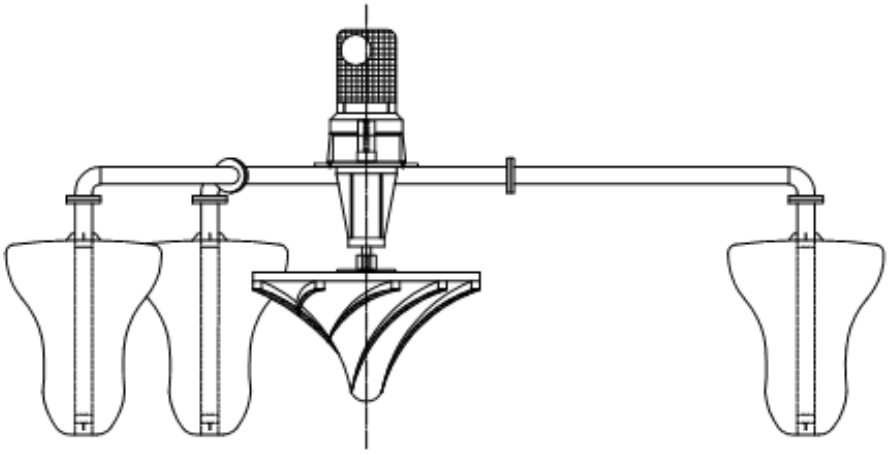
هواده های کوپله شده توسط کارگاه شرکت تجهیز آب جـــم



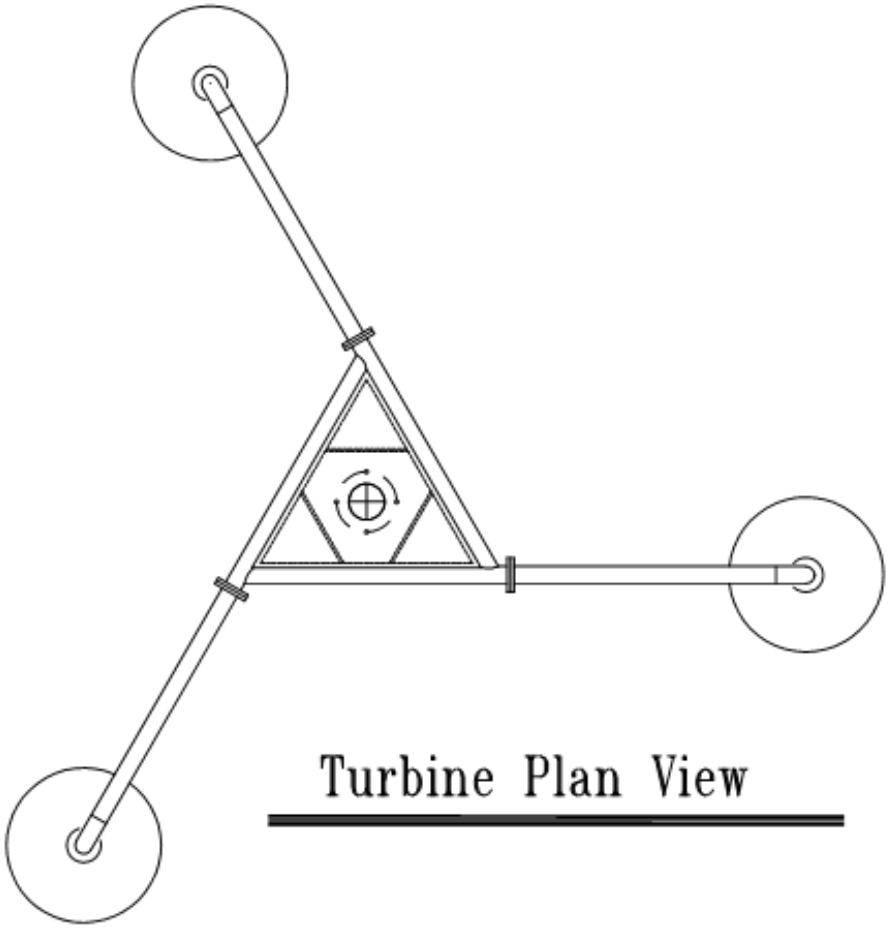
شمائی از هواده های سطحی کامپوزیتی شرکت تجهیز آب جم

شمائی از نصب هواده های سطحی کامپوزیتی بصورت شناور

شمائی از نصب هواده های سطحی کامپوزیتی بصورت ثابت



Turbine Layout View



Turbine Plan View

۵- ترکیبات مورد استفاده در ساخت بدنه کامپوزیتی هواده های سطحی

۵-۱- ویژگی های ترکیبات کامپوزیت و مقایسه با سایر مواد

۵-۱-۱- معرفی ترکیبات کامپوزیت

کامپوزیت ها بطور گسترده ای به عنوان پلاستیک های تقویت شده شناخته می شوند. بطور ویژه کامپوزیت ها، الیاف تقویت کننده ای در ماتریس پلیمری هستند که به نوبه خود دارای ویژگی های منحصر به فردی می باشند. مواد کامپوزیتی از دو جزء الیاف و رزین تشکیل می شوند و الیاف مورد استفاده معمولاً شیشه، کربن یا کولار هستند. انواع رزین های مورد استفاده در تولید قطعات کامپوزیتی شامل پلی استرهای اشباع نشده، وینیل استر، اپوکسی، پلی اوروتان و ... می باشند. در تولید کامپوزیت دو جزء الیاف و رزین بدون واکنش شیمیایی با یکدیگر مخلوط می شوند که در نتیجه ماده نهایی با مقاومت بیشتری نسبت به اجزاء اولیه شکل می گیرد.

وزن پایین تر قطعات کامپوزیتی نسبت به سایر مواد نیز بسیار حائز اهمیت می باشد، تا جایی که به عنوان جایگزین قطعات فولادی ۸۰-۶۰ درصد و در قطعات آلومینیومی ۵۰-۲۰ درصد از وزن تجهیزات را کاهش می دهند.

۵-۱-۲- مزایای ترکیبات کامپوزیت

بطور مختصر و مفید، مزایا و برتری های ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با سایر موادی که بطور گسترده و معمول در صنعت تصفیه آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرند (از قبیل فولاد، فولاد زنگ نزن، آلومینیوم، پلی اتیلن، پی وی سی و ...) به شرح زیر می باشد:

۱- مقاومت بسیار بالا در برابر زنگ زدگی و خوردگی شیمیائی (pH) و تجزیه میکروبی
۲- مقاومت بسیار بالا در برابر اشعه UV نور خورشید
۳- مقاومت در برابر ضربه، شوک و انفجار
۴- ضریب انتقال حرارتی بسیار پائین
۵- استحکام ویژه بالاتر در مقایسه با سایر مواد
۶- انعطاف پذیری بیشتر بدلیل زمینه پلیمری و شکل پذیری بسیار بالا
۷- مقاومت بیشتر در برابر ضربه و تنش
۸- ضریب انبساط گرمائی پایین
۹- مقاومت خستگی بهتر
۱۰- نیاز به اتصالات کمتر
۱۱- ضخامت کمتر با استحکام مساوی
۱۲- هزینه اندک تولید و قیمت مونتاژ و نصب کمتر در مقایسه با سایر مواد

۱۳- امکان استفاده از تأخیرانداز در برابر آتش
۱۴- وزن پایین تر نسبت به سایر مواد

همچنین در جدول شماره ۲ مهمترین مشخصه های فیزیکی ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با برخی مواد آورده شده است.

جدول شماره ۲- مهمترین مشخصه های فیزیکی ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با برخی مواد

مواد / مشخصات	کامپوزیت	فولاد	فولاد زنگ نزن	آلومینیوم	چوب	PVC	PVC + Talk	پلی آمید GF
دانسیته (g/cm^3)	۱/۸	۷/۸	۷/۸	۲/۷	۰/۹	۱/۴	۱/۲	۱/۴
استحکام کششی (Mpa)	۶۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۸۰	۵۰	۳۲	۱۵۰
مدول کششی (Gpa)	۳۵	۲۱۰	۲۱۰	۷۰	۱۱	۳	۴/۵	۶/۵
ضریب انبساط حرارتی ($10^{-6}*K^{-1}$)	۸	۱۴	۱۷	۲۴	۲۰	۱۰۰	۱۴۰	۲۰
ضریب انتقال حرارت (W/m*k)	۰/۳	۵۰	۶۰	۱۸۰	۰/۳	۰/۱۶	۰/۲	۰/۳
مقاومت الکتریکی (Kv/mm)	۱۰	هادی	هادی	هادی	۳۰	۳۰	۴۰	۴۰

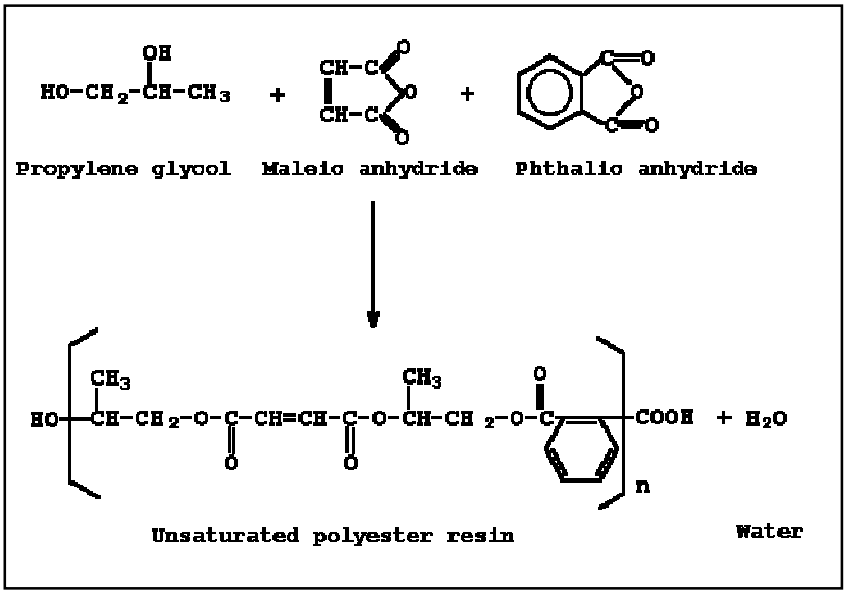
در طرح هواده های سطحی کامپوزیتی علاوه بر طراحی های فنی و مهندسی بمنظور حصول عملکرد مناسب از دیدگاه فرآیندی و دستیابی به استانداردهای مورد نظر از لحاظ قدرت اختلاط سیال و توانائی انتقال اکسیژن، نیازمند طراحی مناسبی برای اطمینان از استحکام سازه ای در تمامی شرایط عملکرد مجموعه هستیم، تا قابلیت اعتماد سیستم در شرایط مختلف کارکرد فراهم گردد. به همین منظور، میزان و جهت بارهای وارده، میزان رطوبت محیطی، شناور بودن و غوطه وری هواده، عوامل تجزیه کننده موجود در فاضلاب و کلیه پارامترهای محیطی مختلف و تأثیرگذار و نیروهای اعمالی از سوی الکتروموتور و گیربکس که می توانند در طی سالیان متمادی بر پره ها و اجزاء هواده اثر کرده و باعث فرسایش، خوردگی و در نهایت شکست و تخریب بدنه شوند، در آنالیز سازه ای اجزاء توسط نرم افزار، مورد توجه قرار گرفته است.

استفاده از ترکیبات کامپوزیتی تا حد زیادی از شدت این عوامل می کاهد و برخی را حذف می نماید. به طوری که با استفاده از مواد کامپوزیتی مشکلاتی نظیر پوسیدگی، خوردگی بیولوژیکی و شیمیائی و زنگ زدگی اتفاق نمی افتند. اگر چه مواد کامپوزیتی دارای مزایایی هستند، اما روش استفاده از آنها و رعایت نکات ویژه در استفاده از آنها ضروری است. بدین

معنی که سازنده اینگونه تجهیزات بایستی دانش فنی کافی همراه با تجربه کاری لازم در زمینه تولید قطعات کامپوزیتی را داشته باشد تا طرح مناسب از هر نظر اجرائی گردد. یکی از مهمترین این موارد طراحی مناسب ولایه چینی کافی و صحیح در نقاط مختلف یک سازه کامپوزیتی است، زیرا ضخامت ها، تعداد و نوع لایه ها و جهت لایه ها در مواد مرکب به طور کامل بستگی به نظر سازنده دارد و به سهولت می توان اشکال پیچیده هندسی را در یک سازه کامپوزیتی با ضخامت ها و استحکام های متفاوت در جهات مورد نظر، ساخت. حال اگر از این انعطاف پذیری مواد کامپوزیتی در مقایسه با فلزات به شکل صحیح و اصولی استفاده شود، در نقاطی که نیروهای زیادی بر سازه وارد می شوند، با اعمال لایه چینی صحیح می توان بر استحکام آن افزود. همچنین در نقاطی که نیروهای کمی به آن وارد می شود، حذف لایه های غیر ضروری به کاهش وزن و همچنین کاهش قیمت تمام شده محصول منجر می شود.

۵-۱-۳- خصوصیات مکانیکی مواد اولیه ساخت سیستم

مواد اولیه مرکب از دو قسمت رزین و الیاف تشکیل شده اند. در مقایسه با بتن مسلح، رزین نقش ریز دانه ها و الیاف مانند آرماتورها جزء سخت تحمل کننده نیروهای کششی محسوب می شود. انواع مختلفی از الیاف و رزین وجود دارند. شکل شماره ۳ فرمول شیمیایی پرکاربردترین رزین کامپوزیتی یعنی رزین پلی استر غیر اشباع را که از نفت خام مشتق می شود، نمایش می دهد. شکل شماره ۴ نیز اشکال گوناگون الیاف شیشه را که ترکیبی مشابه شیشه معمولی دارد، نمایش می دهد.

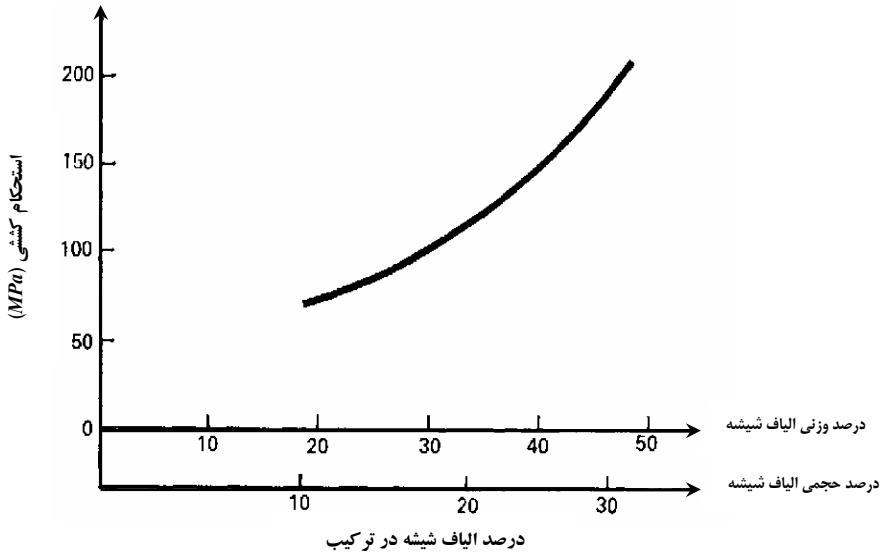


شکل شماره ۳- ساختار شیمیایی رزین پلی استر، پرکاربردترین رزین مواد کامپوزیتی

شایان ذکر است که مقاومت مکانیکی مواد کامپوزیتی در مقایسه با فلزات متفاوت بوده و نسبت استحکام به وزن آنها از اغلب فلزات و مواد سرامیکی بیشتر است.

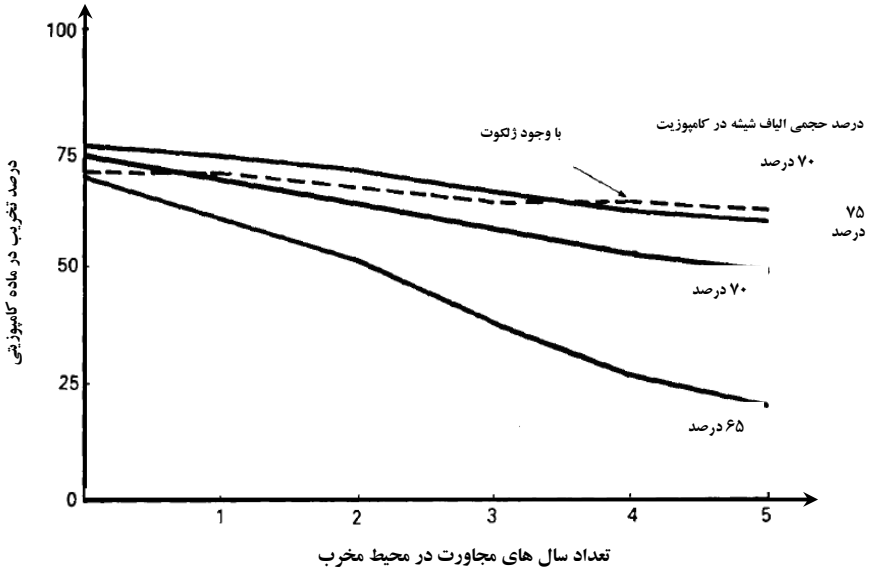
شکل شماره ٤- اشکال گوناگون الیاف شیشه، پرکاربردترین الیاف مواد کامپوزیتی

البته مقاومت سازه ای مواد کامپوزیتی با عوامل مختلفی که به روش تولید و طراحی باز می گردد، بستگی دارد و در صورت نداشتن دانش کافی در استفاده از این مواد، خصوصیات برتر کامپوزیت ها نسبت به فلزات به سادگی از میان می رود. نمودار شماره ۲ کاهش مقاومت کششی نهایی در کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر را با کاهش نسبت الیاف به رزین در ترکیب، نمایش می دهد.



نمودار شماره ۲- کاهش شدید مقاومت نهایی کششی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با کاهش نسبت الیاف به رزین

مورد دیگر که در کاربرد مواد کامپوزیتی مخصوصاً در صنعت آب و فاضلاب اهمیت فراوان دارد، تأثیر آب در کاهش خصوصیات مکانیکی مواد کامپوزیتی است. مواد مرکب نیز با جذب آب و گذشت مدت زمان طولانی به تدریج در مقابل نیروهای وارده سست شده و ممکن است دچار شکست شوند. نکته حائز اهمیت در این پدیده اثر فراوان روش ساخت، کیفیت ساخت و طراحی بهینه مخصوصاً در نقاط دارای تمرکز نیرو یا نقاط ضعف سازه کامپوزیتی است. نمودار شماره ۳ درصد تخریب آرام مکانیکی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با کیفیت ها و روش های مختلف ساخت و مرور مدت زمان تأثیر را نشان می دهد. کیفیت ساخت پایین دارای درصد بالای تخریب با گذشت زمان است.



نمودار شماره ۳- درصد تخریب آرام مکانیکی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با گذشت زمان در کیفیت ها ی مختلف ساخت

با توجه به عوامل اشاره شده، اهمیت طراحی مناسب و استفاده از نوع خاص رزین و الیاف مقاوم در برابر این عوامل فرسایشی و دقت در روش تولید و کیفیت محصول تأثیر بسزایی در عمر مفید و نهایی یک سازه کامپوزیتی می گذارد و برخلاف قطعات فلزی، حتی با استفاده از یک نوع ماده اولیه کامپوزیتی، کیفیت محصول نهایی به دقت و دانش تولید کننده باز می گردد.

منابع و مآخذ:

1 – Qasim, S. R., Motley, E. M., and Zhu, G. **"Waterworks Engineering; Planning, Design and Operation"**, Published by; Prentice-Hall Inc., USA.2003.

2 – Metcalf & Eddy. **"Wastewater Engineering Treatment and Reuse"**, Fourth Edition, Published by; McGraw-Hill. International Edition: 2004.

3 – W. Wesley Eckenfelder, **"Industrial Water Pollution Control"**, Third Edition, Published by; McGraw-Hill.

4 – Frank R. Spellman.**"Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations"**, Published by; Lewis Publishers.2003.

5 – Gabriel Bitton, **"Wastewater Microbiology"**, Third edition, Published by; Wiley-Liss, Inc.NewYork. 2005.

6 –Benefield **"Biological Process Design for Wastewater Treatment"**.1997.

7 – Solh J Arcivala, **"Wastewater Treatment for Pollution Control"**, second edition, McGraw- Hill. 1999.

8 – Adams & Echenfelder, **"Process Design Techninques for Industrial Waste Treatment"**. 1974.!!

9 – David A.Long, Chairman,**"Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants"**: Published by; Water Pollution Control Federation (WPCF), 1991.

۱۰- نشریه ۳-۱۲۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، استاندارد مهندسی آب، ۱۳۷۲، **"ضوابط فنی و بررسی و تصویب طرح های تصفیه فاضلاب شهری"**. چاپ اول، انتشارات سازمان برنامه و بودجه.

۱۱- آرسی والا، سلی ژ، ترجمه احمدرضا یزدانبخش و کاظم ندافی، ۱۳۷۲، **" تصفیه فاضلاب"**. چاپ اول، انتشارات فردابه.

۱۲- دستورالعمل ها، کاتالوگ ها، گزارش های فنی و مقالات تهیه شده توسط **" شرکت تجهیزآب جم** (سهامی خاص)**"**. تهران. ۱۳۸۷.