جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

ضوابط طراحی، ساخت، نصب و بهره‌برداری تجهیزات لجن‌روبی

نشریه شماره ۸۵۴

آخرین ویرایش: ۲۵-۱۱-۱۴۰۰

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقابی

waterstandard.wrm.ir

۱۴۰۰

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با همکاری دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقابی- شرکت مدیریت منابع آب ایران- وزارت نیرو و با استفاده از نظر کارشناسان برجسته در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است.

نظر به تهیه این نشریه به وسیله وزارت نیرو، مسئولیت مطالب تهیه شده، تفسیر و اصلاح آن با مجموعه مرتبط در آن وزارتخانه می‌باشد. دبیرخانه «طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور» مستقر در وزارت نیرو، دریافت کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این نشریه بوده و اصلاحات لازم را امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور اعلام خواهد کرد.

با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست. از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را منعکس فرمایید. کارشناسان مربوط نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ - سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email: nezamfanni @mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور

تهران، خیابان فلسطین شمالی، پایین‌تر از زرتشت ، کوچه پرویز روشن، پلاک ۲۷-شرکت مدیریت منابع آب ایران- دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقابی- تلفن : ۰۲۱۴۳۶۸۰۲۶۱ و ۰۲۱۴۳۶۸۰۲۸۹

Email: waterstandard@wrm.ir **web: waterstandard.wrm.ir**

باسمه‌تعالی

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی، همچنین آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ناشی از به‌کارگیری مستمر آن‌ها در جوامع بشری، به عنوان حقیقتی انکارناپذیر پذیرفته شده است. لزوم تعیین معیارهای طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تجهیزات تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب، به منظور بهبود عملکرد فرآیندی واحدهای مرتبط، افزایش طول عمر تجهیزات و پرهیز از تحمیل هزینه‌های مازاد در دوران بهره‌برداری، ضرورت تدوین ضوابط جامع و کامل را در این خصوص آشکار می‌سازد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق‌الذکر، امور آب و آبفای وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه نشریه «ضوابط طراحی، ساخت، نصب و بهره‌برداری تجهیزات لجن‌روبی» را با هماهنگی امور نظام فنی، اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور در دستور کار قرارداد که به منظور بهره‌برداری جامعه فنی مهندسی کشور، در دسترس عموم قرار گرفته‌است.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این نشریه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را منعکس فرمایند. نظرات و پیشنهادهای اصلاحی دریافت شده مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز به اصلاح در متن نشریه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهد شد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

زمستان ۱۴۰۰

تهیه و کنترل «ضوابط طراحی، ساخت، نصب و بهره‌برداری تجهیزات لجن‌روبی»

[نشریه شماره ۸۵۴]

مشاور پروژه:

مسعود فقیهی حبیب‌آبادی	شرکت دزون	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک

اعضای گروه تهیه کننده:

کامل جانفشان	شرکت پویا تجهیز پارس	لیسانس مهندسی صنایع
پرویز عصارها	کارشناس آزاد	لیسانس مهندسی سازه
مسعود فقیهی حبیب‌آبادی	شرکت دزون	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
بهروز قهرمانی	شرکت دزون	فوق‌لیسانس مهندسی آب و فاضلاب
محمدمهدی محبی	شرکت عمراب	فوق‌لیسانس مهندسی محیط‌زیست
محسن محمدقاسمی	شرکت دزون	لیسانس مهندسی برق
امیرمزینانی	شرکت اندیشه زلال	فوق‌لیسانس مهندسی محیط‌زیست
همایون هاشمی	شرکت شیمبار	لیسانس مهندسی مکانیک
علی‌اکبر هوشمند	شرکت تهران میراب	لیسانس مهندسی مکانیک

اعضای گروه نظارت:

علیرضا حمیدی	شرکت تهران میراب	لیسانس مهندسی شیمی- پالایش
محمد قاسمیان	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی محیط زیست – آب و فاضلاب
شهیر کنعانی	وزارت نیرو – طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – محیط زیست
شهریار معالج	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – آب و فاضلاب
مهسا واعظ تهرانی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	دکتری مهندسی عمران – سازه‌های آبی

اعضای گروه تاییدکننده (کمیته تخصصی تجهیزات طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

زهرا اطاعتگر	وزارت نیرو - دفتر استانداردها و طرح‌های آب و آبفا	فوق‌لیسانس مدیریت اجرایی
جواد حاجیانی بوشهریان	وزارت نیرو – دفتر استانداردها و طرح‌های آب و آبفا	فوق‌لیسانس مهندسی عمران
حسین عطائی‌فر	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی بهداشت محیط
مسعود فقیهی حبیب‌آبادی	شرکت دزون	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
شهیر کنعانی	وزارت نیرو – طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – محیط زیست
مصطفی محمدی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	لیسانس مهندسی برق – قدرت
شهریار معالج	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – آب و فاضلاب
محسن معصومی	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	دکتری مهندسی پلیمر – صنایع پلیمر
مهسا واعظ تهرانی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	دکتری مهندسی عمران – سازه‌های آبی
علی‌اکبر هوشمند	شرکت تهران میراب	لیسانس مهندسی مکانیک

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
فرزانه آقا رمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
سید وحیدالدین رضوانی	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول – تعاریف	**۳**
۱-۱- لجن‌روب دوار با محرک مرکزی	۵
۱-۲- لجن‌روب دوار با محرک محیطی	۵
۱-۳- لجن‌روب با پل رفت و برگشتی	۵
۱-۴- لجن‌روب چرخ و زنجیری	۵
۱-۵- لجن‌روب پارویی	۵
۱-۶- لجن‌روب مکشی	۶
۱-۷- بستر حرکتی	۶
فصل دوم – تقسیم‌بندی لجن‌روب‌ها	**۷**
۲-۱- براساس نحوه حرکت لجن‌روب	۹
۲-۲- براساس اصول طراحی	۹
۲-۳- براساس تکنیک‌های جمع‌آوری و تخلیه لجن	۹
۲-۴- براساس بستر حرکتی چرخ‌های لجن‌روب (فقط در خصوص پل‌های لجن‌روبی)	۹
فصل سوم – الزامات سازه‌ای و هیدرولیکی	**۱۱**
۳-۱- کلیات	۱۳
۳-۲- رواداری ابعاد ساختمانی مخازن ته‌نشینی مستطیلی	۱۵
۳-۳- رواداری ابعاد ساختمانی مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای	۱۵
فصل چهارم – الزامات فنی و مشخصات اجزای تشکیل دهنده لجن‌روب	**۱۷**
۴-۱- بارهای موثر در طراحی اجزا	۱۹
۴-۲- سرعت حرکت لجن‌روب	۱۹
۴-۳- طول عمر اجزای محرک	۲۱
۴-۳-۱- طول عمر پل‌های لجن‌روبی	۲۱
۴-۳-۲- طول عمر لجن‌روب‌های با محرک مرکزی و لجن‌روب‌های نرده‌ای	۲۲
۴-۳-۳- طول عمر لجن‌روب‌های چرخ و زنجیری	۲۲
۴-۴- مشخصات فنی اجزای لجن‌روب مخازن استوانه‌ای	۲۲

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۴-۱- لجن‌روب با محرک مرکزی	۲۲
۴-۴-۲- لجن‌روب با محرک محیطی	۳۳
۴-۵- مشخصات فنی اجزای لجن‌روب مخازن مستطیلی	۳۹
۴-۵-۱- لجن‌روب‌های چرخ و زنجیری	۳۹
۴-۵-۲- لجن‌روب با پل رفت و برگشتی	۴۶
۴-۶- اتصالات اجزای لجن‌روب	۵۱
۴-۶-۱- اتصال جوشی	۵۱
۴-۶-۲- اتصالات پیچ و مهره	۵۱
۴-۷- جنس	۵۱
۴-۸- تابلوی قدرت و فرمان	۵۵
۴-۸-۱- کلیدهای قطع جریان	۵۶
۴-۸-۲- راه‌انداز موتور (کنتاکتور) و شستی‌های قطع و وصل جریان و کنترل فاز	۵۶
۴-۸-۳- حفاظت اضافه بار و وسایل هشدار	۵۶
۴-۸-۴- سیم‌کشی	۵۶
۴-۹- لوازم یدکی	۵۷
۴-۱۰- ابزارآلات مخصوص	۵۷
فصل پنجم - محاسبات طراحی	**۵۹**
۵-۱- طراحی سیستم جمع‌آوری لجن	۶۱
۵-۱-۱- جمع‌آوری لجن در مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای با جریان افقی	۶۱
۵-۱-۲- جمع‌آوری لجن در مخازن مستطیلی با جریان افقی	۶۲
۵-۲- طراحی اجزا لجن‌روب‌ها	۶۳
۵-۲-۱- محاسبات طراحی پل‌های لجن‌روبی	۶۳
۵-۲-۲- محاسبات طراحی لجن‌روب دوار با محرک مرکزی	۶۹
۵-۲-۳- محاسبات لجن‌روب‌های چرخ زنجیری	۷۳
فصل ششم - تضمین کیفیت وگواهی تایید مراحل ساخت	**۷۷**
۶-۱- طرح بازرسی و آزمایش	۷۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶-۲- گواهی تایید مراحل ساخت	۸۰
فصل هفتم - حمل و نصب و راه اندازی	**۸۱**
۷-۱- حمل	۸۳
۷-۱-۱- بارنامه	۸۳
۷-۱-۲- فهرست بسته‌بندی کالا	۸۳
۷-۲- نصب و راه‌اندازی	۸۴
۷-۲-۱- راه‌اندازی اولیه	۸۴
۷-۲-۲- کنترل تراز نهایی کف مخزن	۸۵
۷-۲-۳- نصب سرریزها	۸۵
فصل هشتم – بهره‌برداری و نگهداری	**۸۷**
۸-۱- نگهداری سیستم‌های جمع‌آوری لجن	۸۹
۸-۲- نگهداری سیستم محرک لجن‌روب‌ها	۸۹
۸-۲-۱- روغن‌کاری	۹۰
۸-۲-۲- جمع‌آوری مایع کندانس	۹۰
۸-۲-۳- نگهداری و یا تعویض سیل‌ها و بیرینگ‌های الکتروموتور گیربکس	۹۰
۸-۲-۴- بازرسی مکانیسم اسلیپ رینگ	۹۰
۸-۲-۵- نگهداری از زنجیرها	۹۱
۸-۲-۶- بازرسی نحوه عملکرد سیستم کنترل گشتاور	۹۱
۸-۲-۷- بازرسی نحوه عملکرد سوییچ‌های حدی در پل‌های رفت و برگشتی	۹۱
۸-۲-۸- بازرسی میزان ساییدگی چرخ‌های لاستیکی	۹۱
۸-۳- مخاطرات بهره‌برداری و اقدامات پیشگیرانه	۹۲
۸-۳-۱- مخاطرات	۹۲
۸-۳-۲- اقدامات پیشگیرانه	۹۲
۸-۳-۳- پوشش لازم برای بهره‌برداران	۹۲
فصل نهم - اجزا و ابعاد اصلی مخازن ته‌نشینی	**۹۵**
۹-۱- الزامات سازه‌ای مخازن ته‌نشینی مستطیلی	۹۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۹-۱-۱- مخازن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی	۹۷
۹-۱-۲- مخازن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب مکشی	۹۹
۹-۱-۳- مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب زنجیری	۱۰۰
۹-۱-۴- خروجی سیال ته‌نشین شده	۱۰۱
۹-۱-۵- خروجی کفاب	۱۰۱
۹-۲- الزامات سازه‌ای مخازن ته‌نشینی و تغلیظ استوانه‌ای	۱۰۲
۹-۲-۱- مخزن ته‌نشینی استوانه‌ای مجهز به لجن‌روب پارویی	۱۰۲
۹-۲-۲- تانک‌های ته‌نشینی مجهز به لجن‌روب مکشی	۱۰۳
۹-۲-۳- مخازن تغلیظ استوانه‌ای	۱۰۴
۹-۲-۴- شکل خروجی مخازن	۱۰۵
۹-۲-۵- خروجی کفاب	۱۰۶
۹-۳- نحوه خروجی سیال ته‌نشین شده	۱۰۷
۹-۳-۱- خروجی سیال از طریق سرریز	۱۰۷
۹-۳-۲-خروجی سیال از طریق لوله‌های مستغرق	۱۰۹
فصل دهم – واژه‌نامه	**۱۱۱**
فرم ارزیابی	**۱۱۷**
منابع و مراجع	**۱۱۹**

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱- لجن‌روب پارویی با محرک مرکزی به صورت تمام پل ثابت	۲۸
شکل ۴-۲- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای نوع نرده‌ای با محرک مرکزی به صورت تمام پل ثابت	۲۸
شکل ۴-۳- انواع لجن‌روب‌های پارویی	۳۰
شکل ۴-۴- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای با محرک مرکزی مستقر بر روی ستون مرکزی به صورت نیم پل ثابت	۳۱
شکل ۴-۵- لجن‌روب مکشی با استفاده از مجرای اصلی و چند راهه با محرک مرکزی مستقر بر روی ستون مرکزی	۳۳
شکل ۴-۶- لجن‌روب پارویی حلزونی با محرک محیطی به صورت نیم پل	۳۶

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۷- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای با محرک محیطی به صورت نیم پل	۳۶
شکل ۴-۸- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای با محرک محیطی	۳۷
شکل ۴-۹- لجن‌روب مکشی با استفاده از لوله‌های بالابرنده با محرک محیطی به صورت نیم پل	۳۸
شکل ۴-۱۰- لجن‌روب مکشی با استفاده از هدر و مانیفلد با محرک محیطی به صورت نیم پل	۳۹
شکل ۴-۱۱- لجن‌روب چرخ و زنجیری (چهار زوج چرخ زنجیر)	۴۰
شکل ۴-۱۲- لجن‌روب چرخ و زنجیری (سه زوج چرخ زنجیر)	۴۰
شکل ۴-۱۳- لجن‌روب چرخ و زنجیری (دو زوج چرخ زنجیر)	۴۱
شکل ۴-۱۴- اجزای لجن‌روب چرخ و زنجیری	۴۵
شکل ۴-۱۵- لجن‌روب پارویی با پل رفت و برگشتی	۴۸
شکل ۴-۱۶- لجن‌روب مکشی با استفاده از لوله‌های بالابرنده و پل رفت و برگشتی	۵۰
شکل ۴-۱۷- رابطه بین PREN و مقادیر حدی غلظت یون کلراید در دمای 20 C و ph =7	۵۵
شکل ۹-۱- مخازن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی	۹۸
شکل ۹-۲- مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب مکشی و نوع عمل مکش (پمپ یا سیفون)	۹۹
شکل ۹-۳- مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب زنجیری	۱۰۰
شکل ۹-۴- گزینه‌های خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن مستطیلی	۱۰۱
شکل ۹-۵- آرایش لوله‌های تخلیه مستغرق در مخازن ته‌نشینی مستطیلی	۱۰۱
شکل ۹-۶- خروجی کفاب در مخازن ته‌نشینی مستطیلی	۱۰۲
شکل ۹-۷- ته‌نشینی استوانه‌ای با لجن‌روب پارویی	۱۰۲
شکل ۹-۸- مخازن ته‌نشینی مجهز به لجن‌روب مکشی	۱۰۳
شکل ۹-۹- مخازن تغلیظ استوانه‌ای	۱۰۴
شکل ۹-۱۰- خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن ته‌نشینی و تغلیظ استوانه‌ای از طریق سرریز	۱۰۵
شکل ۹-۱۱- خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای توسط لوله‌های مستغرق	۱۰۵
شکل ۹-۱۲- آرایش شعاعی لوله‌های تخلیه مستغرق	۱۰۶
شکل ۹-۱۳- روش‌های خروجی کفاب درمخازن ته‌نشینی استوانه‌ای	۱۰۷
شکل ۹-۱۴- نحوه نصب و ابعاد اصلی صفحات سرریز همراه با مانع کف	۱۰۷
شکل ۹-۱۵- صفحات سرریز دندانه‌ای، آرایش A سرریز مثلثی و B سرریز ذوزنقه‌ای	۱۰۸
شکل ۹-۱۶- جریان عبوری از سرریز	۱۰۹
شکل ۹-۱۷- لوله تخلیه مستغرق سیال	۱۱۰

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱- دسته‌بندی بارهای وارده برلجن‌روب	۱۹
جدول ۴-۲- مقادیر سرعت خطی لجن‌روب	۲۱
جدول ۴-۳- حداقل ابعاد چرخ‌های پل لجن‌روب	۲۱
جدول ۴-۴- دسته‌بندی طول عمر اجزا	۲۱
جدول ۴-۵- ضرایب تصحیح توان الکتروموتور برحسب درجه حرارت و ارتفاع محیط	۲۵
جدول ۴-۶- جنس اجزا لجنروب	۵۳
جدول ۴-۷- مقادیر PREN برای فولادهای ضدزنگ	۵۴
جدول ۵-۱- مقادیر راهنما برای طراحی لجن‌روب	۶۲
جدول ۵-۲- مقادیر تنش مجاز و تسلیم	۶۵
جدول ۶-۱- فرم ITP	۷۹
جدول ۸-۱- عیب‌یابی سیستم محرک	۹۳
جدول ۹-۱- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب عرض مخزن	۹۸
جدول ۹-۲- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب عمق مخزن	۹۸
جدول ۹-۳- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب مکش برحسب عرض مخزن b_1	۱۰۰
جدول ۹-۴- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب زنجیری	۱۰۰
جدول ۹-۵- ابعاد مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب قطر مخزن d_1	۱۰۳
جدول ۹-۶- ابعاد مخازن ته‌نشینی مجهز به لجن‌روب مکشی برحسب قطر مخزن d_1	۱۰۳
جدول ۹-۷- ابعاد مخازن تغلیظ استوانه‌ای با محور مرکزی برحسب قطر داخلی d_1	۱۰۴
جدول ۹-۸- صفحات سرریز و صفحات مانع کف	۱۰۸

مقدمه

در فرآیند تصفیه آب و فاضلاب از مخازن ته‌نشینی و تغلیظ ثقلی لجن برای جداسازی، جمع‌آوری و تغلیظ لجن با استفاده از نیروی ثقل و شناوری استفاده می‌شود.

به منظور تسهیل این فرآیند، به خصوص در تاسیسات بزرگ، استفاده از لجن‌روب‌ها برای جمع‌آوری لجن ته‌نشین شده در کف مخزن و یا جمع‌آوری لجن شناور بر روی سطح آب، الزامی است.

با توجه به تاثیر ویژه‌ای که عملکرد این واحدها جهت دست‌یابی به کیفیت مورد نظر در فرآیند تصفیه دارد، در این نشریه، سعی شده با دسته‌بندی و ارائه ویژگی‌ها و الزامات فنی تجهیزات لجن‌روبی و مشخصات فنی اجزای آن، به کارایی مورد نظر دست یافت.

علاوه بر این در این نشریه به ملاحظات مربوط به تضامین کیفی، امور بازرسی و اخذ تاییدهای لازم در مراحل ساخت و تحویل تجهیزات، نصب و بهره‌برداری و نگهداری پرداخته خواهد شد.

در بخش ضمایم نیز، اطلاعات تکمیلی در خصوص الزامات سازه‌ای و هیدرولیکی انواع مخازن ته‌نشینی و تغلیظ درج شده است.

- هدف

هدف از تدوین این نشریه، تعیین ضوابط مکانیکی، برقی، کنترلی در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تجهیزات لجن‌روبی تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب، به منظور بهبود عملکرد فرآیندی واحدهای مرتبط، افزایش طول عمر تجهیزات و پرهیز از تحمیل هزینه‌های مازاد در دوران بهره‌برداری می‌باشد.

- دامنه کاربرد

مطالب مندرج در این نشریه می‌تواند برای طیف وسیعی از دست‌اندرکاران صنعت آب و فاضلاب اعم از مهندسین مشاور، سازندگان، پیمانکاران، تامین‌کنندگان کالا و بهره‌برداران در مراحل انتخاب، طراحی، ساخت و بهره‌برداری تجهیزات لجن‌روبی مورد استفاده قرارگیرد.

فصل ۱

تعاریف

۱-۱- لجن‌روب دوار با محرک مرکزی

تجهیزات لجن‌روبی است که در مخازن استوانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و محل استقرار محرک لجن‌روب در محور مرکزی مخزن ته‌نشینی می‌باشد. در این نوع لجن‌روب، از پل ثابت (نیم پل یا تمام پل) برای دسترسی به محرک مرکزی و تحمل وزن محرک و بار زنده استفاده می‌شود.

پاروهای لجن‌روبی و کفاب‌روبی از طریق اتصال با محور دوار مرکزی، عهده‌دار جمع‌آوری لجن و کفاب می‌باشند.

۱-۲- لجن‌روب دوار با محرک محیطی

تجهیزات لجن‌روبی است که در مخازن استوانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع لجن‌روب مجهز به یک پل گردان (نیم پل ، سه چهارم پل یا تمام پل) بوده که به عنوان محرک و یا محرک‌های لجن‌روب بر روی محیط پل استقرار می‌یابد.

در این لجن‌روب نیمی از بارهای وارده ناشی از مجموعه لجن‌روب، محرک و بارهای زنده توسط مرکز دوران و نیمی دیگر از طریق ارابه چرخ‌ها تحمل می‌شود. پاروهای لجن‌روبی و کفاب‌روبی که عهده‌دار جمع‌آوری لجن و کفاب می‌باشند، از طریق بازوها به سازه اصلی پل متصل هستند.

۱-۳- لجن‌روب با پل رفت و برگشتی

تجهیزات لجن‌روبی است که در مخازن مستطیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع لجن‌روب با یک حرکت رفت و برگشتی در طول مخزن، عمل جمع‌آوری لجن و کفاب انجام می‌شود. محرک یا محرک‌های پل لجن‌روب به چرخ محرک زوج ارابه چرخ‌ها، متصل می‌باشد.

۱-۴- لجن‌روب چرخ و زنجیری

تجهیزات لجن‌روبی است که در مخازن مستطیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد و عمل جمع‌آوری لجن و یا کفاب از طریق تیغه‌های لجن‌روبی متصل به یک زوج زنجیر مستقر در دو طرف مخزن که خود بر روی یک مجموعه چرخ زنجیر حرکت می‌کند، انجام می‌شود..

۱-۵- لجن‌روب پارویی

در این روش که هم در مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای و هم مستطیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، عمل جمع‌آوری لجن توسط پاروهای لجن‌روبی صورت می‌پذیرد.

۱-۶- لجن‌روب مکشی

در این روش که هم در مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای و هم مستطیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، عمل جمع‌آوری لجن از طریق کلگی‌های مکشی لجن که از پل آویزان است و توسط ایجاد خلا یا سیفون و یاپمپ های مستغرق صورت می‌پذیرد.

۱-۷- بستر حرکتی

جابه‌جایی چرخ‌ها در پل‌های لجن‌روبی باید بر روی یک بستر حرکتی صورت پذیرد، در پل‌های لجن‌روبی مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای چرخ‌ها، غالبا از نوع لاستیکی توپر و بستر حرکتی آن‌ها، لبه دیواره بتنی مخزن می‌باشد، ولی در پل‌های لجن‌روبی مخازن مستطیلی، علاوه بر چرخ‌های لاستیکی توپر، از چرخ‌های فولادی و یا چدنی با بستر حرکتی ریلی نیز استفاده می‌شود.

فصل ۲

تقسیم‌بندی لجن‌روب‌ها

تجهیزات جداسازی جمع‌آوری و تغلیظ لجن، در گروه‌های ذیل تقسیم‌بندی می‌شوند:

۲-۱- براساس نحوه حرکت لجن‌روب

- لجن‌روب‌های رفت و برگشتی[۱] (مخازن مستطیلی)
- لجن‌روب‌های دوار[۲] (مخازن استوانه‌ای)

۲-۲- براساس اصول طراحی

- لجن‌روب مجهز به پل متحرک[۳]
- لجن‌روب با محرک مرکزی[۴]
- لجن‌روب‌های چرخ و زنجیری[۵]

۲-۳- براساس تکنیک‌های جمع‌آوری و تخلیه لجن

- لجن‌روب‌های ثقلی با تیغه‌های لجن‌روب[۶]
- لجن‌روب‌های مکشی[۷]
- لجن‌روب‌های نرده‌ای[۸]

۲-۴- براساس بستر حرکتی چرخ‌های لجن‌روب (فقط در خصوص پل‌های لجن‌روبی)

- حرکت لجن‌روب روی ریل
- حرکت لجن‌روب با سایر مدل‌های حرکتی

سازه مخزن و تجهیزات، مجموعا معرف یک واحد عملکردی بوده و تجهیزات باید قابلیت عملکرد ایمن در مقابل بارهای متغیر ناشی از سیستم را دارا باشند. همچنین جریان پیوسته و یا غیرپیوسته لجن و همچنین قابلیت جمع‌آوری آن باید توسط تجهیزات، تضمین گردد.

1- Reciprocating Scraper
2- Rotating Scraper
3- Bridge Scraper
4- Centrally Driven Scraper
5- Chain and Flight Scraper
6- Sludge Scraper
7- Suction Type Removers
8- Picket Fence (Rabble Rakes) Scraper

فصل ۳

الزامات سازه‌ای و هیدرولیکی

۳-۱- کلیات

در طراحی سازه مخازن ته‌نشینی، باید موارد ذیل را مد نظر قرار داد:

- مقررات و استانداردهای ملی طراحی سازه
- موارد ایمنی
- طول عمر سازه با توجه به ماهیت سیال
- آب‌بندی سازه
- ملاحظات بهره‌برداری
- ملاحظات توسعه آینده
- پایداری سازه در مقابل تمامی بارهای وارده در طول دوره ساخت و بهره‌برداری، همانند فشار هیدرواستاتیکی و نیروهای استاتیکی و دینامیکی وارده از سوی تجهیزات
- مقاومت در مقابل حملات شیمیایی و بیولوژیکی ناشی از فاضلاب و لجن و تغییرات دمایی
- رواداری‌های مجاز ساختمانی برای عملکرد صحیح تجهیزات
- پیش‌بینی تمهیدات لازم برای نصب تجهیزات (از فولاد سازه و میلگرد به کار رفته در بتن، نباید برای نصب و تحکیم تجهیز استفاده نمود)
- پیش‌بینی قطعات و لوله‌های مدفون
- پیش‌بینی دسترسی مناسب و همچنین فضای تعمیراتی مناسب
- کف مخزن باید عاری از هرگونه برآمدگی و سوراخ و تا حد ممکن صاف باشد.
- طراحی غیراصولی جریان ورودی و خروجی و تخلیه لجن می‌تواند سبب تاثیر منفی بر روی کارایی سیستم شود.
- اغتشاش جریان در مخزن، ناشی از نیروی رانش در ورودی و مکش در خروجی و جریان اتصال کوتاه، منجر به اختلال در ظرفیت جداسازی شده و می‌بایست کنترل شود.
- ناحیه ورودی می‌بایست به نحوی طراحی گردد که جریان سیال در تمام طول مخازن مستطیلی و در تمام محیط دایره‌ای مخازن دوار توزیع شده و از ایجاد جریان‌های باریک شده در ورودی ممانعت به عمل آورد.
- کانال خروجی می‌بایست به نحوی طراحی شود که در صورت ضرورت، امکان تمیزکاری با تجهیزات مکانیکی فراهم باشد.
- چنانچه مخازن به صورت موازی به کار گرفته شوند، برای توزیع مناسب جریان باید تمهیدات لازم و یا دستگاه‌های قطع و وصل جریان، مد نظر قرار گیرد.
- اگر لجن‌روب‌ها روی ریل حرکت می‌کنند، جزییات نصب آن‌ها باید مشخص گردد.

- تاسیسات با مخازن دائما پر و مجهز به لجن‌روب که در طول مخزن و یا محیط مخزن حرکت می‌کند، باید به نحوی طراحی شوند که امکان تعمیر و نگهداری تیغه‌های لجن‌روب در یک موقعیت امن مثلا، در انتهای مخزن فراهم باشد و در صورت امکان، بتوان لجن‌روب را به صورت کلی و یکجا به محل تعمیر منتقل نمود.
- از آنجا که ساخت مخازن ته‌نشینی، وابسته به طراحی تجهیزات می‌باشد، ویژگی‌های طراحی مانند بیرون‌زدگی و تورفتگی‌های دیوارها و محل نصب محرک‌ها و کانال کفاب، باید در فاز طراحی در نظر گرفته شود.
- از آنجایی‌که در خصوص لجن‌روب‌های چرخ زنجیری، تا زمان تخلیه مخازن امکان تعمیر وجود ندارد، مخازن ته‌نشینی با لجن‌روب چرخ زنجیری باید چند کانالی باشند و امکان بسته شدن هر کانال به صورت مجزا وجود داشته باشد.
- مخازن با لجن‌روب‌های مکشی باید به نحوی طراحی شوند که امکان جمع‌آوری لجن در تمامی کف مخزن، مهیا باشد. در خصوص مخازن مستطیلی، کف و دیواره مخزن باید با تجهیزات جمع‌آوری لجن مطابقت داشته باشد.
- در طراحی پوشش سقف مخازن، امکان انجام امور تعمیراتی و همچنین عملکرد ایمن تجهیزات برقی باید مد نظر باشد.
- پوشش‌ها ممکن است جزئی از سازه و یا از قطعات مجزایی تشکیل گردد. در هر صورت، جنس مورد استفاده باید در مقابل خوردگی مقاوم باشد. اگر پوشش چند تکه باشند، هر قطعه باید به سادگی جدا شود.
- پوشش‌ها با هر درجه نفوذ، باید تا حد وسیعی عایق گاز باشند. چون سازه‌های با پوشش، معمولا به صورت مصنوعی تهویه می‌شوند، فضای هوای بین سطح مایع و پوشش سقف، باید حداقل باشد.
- باید به مخاطرات ناشی از تجمع گاز در سازه‌های مجهز به پوشش، توجه ویژه‌ای داشت.
- تجهیزات الکتریکی قرار گرفته در فضای بین سیال و پوشش مخزن، باید به نحوی طراحی شوند که قابلیت عملکرد مناسب در اتمسفر با پتانسیل انفجار را داشته باشند.
- جهت اهداف تعمیر و نگهداری، باید دسترسی‌های ایمن برای کلیه تجهیزات و در کلیه مسیرهای تردد پرسنل بهره‌بردار در نظر گرفته شود. دسترسی‌ها می‌توانند شامل راه پله‌ها، نردبان‌ها و سطوح شیب‌دار باشند.
- ارتفاع سرگیر و عرض مسیر تردد مجاور مخازن به ترتیب باید حداقل ۲ متر و ۰/۶ متر در نظر گرفته شود. (این اعداد با فرض این نکته می‌باشند که هیچ تجهیز اضافی مانند موتورگیربکس در مسیر تردد قرار نگرفته باشد)
- در صورتی‌که از مسیر تردد برای عبور بار استفاده می‌شود، حداقل عرض باید ۱/۵ متر باشد.
- گریتینگ‌ها می‌بایست کاملا پایدار و استوار و بدون هیچ سطح لغزشی باشد. برای این که امکان جابه‌جایی گریتینگ در هنگام تعمیر و نگهداری توسط نیروی دست انسان وجود داشته باشد، سطح آن نباید بیش از یک مترمربع باشد. سطح گریتینگ‌های پلیمری می‌تواند از یک مترمربع تجاوز نماید. همچنین ظرفیت تحمل بار برای گریتینگ نمی‌بایست از ۳/۵ کیلو نیوتن بر مترمربع کم‌تر باشد.

۳-۲- رواداری ابعاد ساختمانی مخازن ته‌نشینی مستطیلی

- فاصله بین دیوارهای طولی از محور مرکزی مخزن، ±0.02m
- فاصله بین مسیر حرکتی چرخ‌های پلی لجن‌روب، ±0.02m
- تراز کف مخزن ±0.01m
- رواداری سطوح حرکتی چرخ‌های پل در یک طول ۴ متری، ±0.02m

برای لجن‌روب مکشی:

- عمق (از محل حرکت پل تا کف) ±0.02m

سایر رواداری‌های مجاز به شرح زیر است.

- عرض کلی چندین مخزن که توسط یک پل لجن‌روب، تحت پوشش قرار می‌گیرد ±0.02m
- عرض دیواره مسیر حرکتی چرخ‌ها (مقادیر c_1 و c_2 در شکل (۹-۱) و جدول (۹-۱)) ±0.02m

۳-۳- رواداری ابعاد ساختمانی مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای

- قطر داخلی مخزن ±0.03m
- تراز کف مخزن ±0.03m
- قطر داخلی و خارجی دیواره‌های حرکت چرخ‌های پل لجن‌روب ±0.03m
- تراز سرریزهای بتنی در مخازن ته‌نشینی موازی ±0.02m

علاوه بر این، رواداری سطوحی که چرخ‌های اصلی و راهنما[1] برروی آن حرکت می‌کنند در یک طول ۴ متری باید حداکثر ±0.02m باشد.

1- Guide Wheel

فصل ۴

الزامات فنی و مشخصات اجزای تشکیل‌دهنده لجن‌روب

۴-۱- بارهای موثر در طراحی اجزا

بار وارده بر تیغه لجن‌روب، تابعی از نیروی لازم برای به حرکت در آوردن لجن‌روب در آب و جابه‌جایی لجن می‌باشد و همانند یک بار خطی در نظر گرفته می‌شود. محدوده بارگذاری لجن‌روب‌های عادی در جدول (۴-۱) درج گردیده است. در هنگام تعیین دسته بارگذاری، باید به بارهای ترکیبی توجه ویژه‌ای داشت.

۴-۲- سرعت حرکت لجن‌روب

سرعت حرکت پل و در مورد لجن‌روب‌های با محرک مرکزی[1]، سرعت خطی نوک تیغه‌های لجن‌روب، بیانگر سرعت لجن‌روب خواهد بود که باید مطابق مقادیر اعلام شده در جدول (۴-۲) باشد. جدول (۴-۳) همچنین، حداقل ابعاد چرخ‌های پل لجن‌روب را ارائه می‌دهد.

سرعت حرکت باید متناسب با کاربرد خاص لجن‌روب تعیین گردد، ضمن آنکه باید توجه ویژه‌ای به رفتار لجن در اثر حرکت لجن‌روب نمود. سرعت کم به معنی انباشت لجن و سرعت زیاد به معنی اغتشاش و وجود مواد معلق در پساب ته‌نشین شده، به ویژه در ناحیه پشت بازوهای لجن‌روب خواهد بود.

سرعت برگشت[2] در پل‌های لجن‌روب رفت و برگشتی می‌تواند مساوی و یا چند برابر سرعت حرکت رو به جلوی[3] پل باشد.

جدول ۴-۱- دسته‌بندی بارهای وارده برلجن‌روب

دسته‌بندی لجن‌روب‌ها براساس بار وارده		کاربردهای لجن‌روب								توضیحات	
		تصفیه‌خانه فاضلاب					تصفیه‌خانه آب				
دسته	بار وارده N/m	ته‌نشینی اولیه	ته‌نشینی ثانویه a	دانه‌گیر	تغلیظ کننده	کفابروب	پیش ته‌نشینی -رسوب گیر	زلالسازی	تغلیظ کننده	نوع لجن‌روب	ترکیب موجود در لجن و یا غلظت جامدات لجن
۰	۶۰		X b			X					مواد شناور
۱	۱۶۰		X							لجن‌روب مکشی a چرخ زنجیری وغیره	
						X					دارای ترکیبات ساده با حذف آسان
۲	۲۵۰	X								a	بدون وجود دانه و ذرت شن و ماسه
			X			X				a	

1- Centrally Drive
2- Reversing Speed
3- Forward Speed

ادامه جدول ۴-۱- دسته‌بندی بارهای وارده برلجن‌روب

دسته‌بندی لجن‌روب‌ها براساس بار وارده		کاربردهای لجن‌روب								توضیحات	
		تصفیه‌خانه فاضلاب				تصفیه‌خانه آب					
دسته	بار وارده N/m	ته‌نشینی اولیه	ته‌نشینی ثانویه a	دانه‌گیر	تغلیظ کننده	کفابروب	پیش ته‌نشینی	زلالسازی	تغلیظ کننده	نوع لجن‌روب	ترکیب موجود در لجن و یا غلظت جامدات لجن
۳	۴۰۰	X				X					حاوی ذرات محدود دانه شن و ماسه
					X						دارای ترکیبات ساده با حذف آسان
							X	X		مخزن استوانه‌ای	بار متوسط لجن
۴	۶۳۰				X						غلظت مواد جامد کم‌تر از ۸ درصد
						X					دارای ترکیبات با حذف سخت
							X	X		مخزن مستطیلی	بار متوسط لجن
							X	X		مخزن استوانه‌ای	بار زیاد لجن
۵	۱۰۰۰				X						غلظت مواد جامد بالاتر از ۸ درصد
							X	X		مخزن مستطیلی	بار زیاد لجن
									X		غلظت مواد جامد تا ۸ درصد
۶	۱۶۰۰			X							حاوی مواد آلی
											بار زیاد لجن
									X		غلظت مواد جامد بالاتر از ۸ درصد
۷	۲۵۰۰			X							حاوی مواد آلی
۸	۴۰۰۰			X	X						حاوی لجن صنعتی

a- بارهای درج شده در جدول، تجربی بوده و برای تیغه‌های عادی لجن‌روبی تا ارتفاع 300 mm می‌باشد. در صورت نیاز به تعبیه تیغه‌های لجن‌روبی با ارتفاع بیش‌تر، به ویژه در مخازن ته‌نشینی نهایی، باید به تناسب، مقادیر مندرج در جدول را افزایش داد. ضمنا عواملی همانند نوع، غلظت، ویسکوزیته مواد جامد، طرح و هندسه مخازن و خصوصیات تجهیزات لجن‌روبی و نحوه کارکرد تجهیز به صورت مستمر یا منقطع در مقادیر مندرج در جدول تاثیرگذار است.

b- فقط برای تیغه‌های لجن‌روبی با ارتفاع ۱۲۰ mm و کم‌تر

جدول ۴-۲- مقادیر سرعت خطی لجن‌روب

تغلیظ‌کننده	لجن‌روب مکنده[1]		لجن‌روب تیغه‌ای[2]		لجن‌روب چرخ زنجیری	محدوده سرعت (cm/s)	سرعت نامی لجن‌روب (cm/s)
	تانک دایروی	تانک مستطیلی	تانک دایروی	تانک مستطیلی			
					X	۱/۵ - ۰/۵	۱
X	X	X	X	X	X	۲/۵ - ۱/۵	۲
X	X	X	X	X	X	۳/۵ - ۲/۵	۳
X	X		X			۴/۵ - ۳/۵	۴
X	X		X			۵/۵ - ۴/۵	۵
X						۶/۵ - ۵/۵	۶

جدول ۴-۳- حداقل ابعاد چرخ‌های پل لجن‌روب

حداقل قطر (میلی‌متر)	حداقل عرض (میلی‌متر)	نوع چرخ
۳۰۰	۷۵	چرخ‌های محرک[3]
۲۰۰	۵۰	چرخ‌های متحرک یا غیر محرک[4]
۲۰۰	۵۰	چرخ‌های راهنما[5]

۴-۳- طول عمر اجزای محرک

حداقل طول عمر اجزای لجن‌روب، باید براساس دسته‌های مندرج در جدول (۴-۴) باشند.

جدول ۴-۴- دسته‌بندی طول عمر اجزا

	دسته طول عمر				
	۱	۲	۳	۴	۵
طول عمر طبق طراحی (ساعت)	تعریف نشده	۱۰،۰۰۰	۲۰،۰۰۰	۵۰،۰۰۰	۸۰،۰۰۰

۴-۳-۱- طول عمر پل‌های لجن‌روبی

- چرخ‌های پل: دسته ۳
- چرخ‌دنده: دسته ۵
- بلبرینگ‌ها: دسته ۵

1- Suction Type Scraper
2- Blade Scraper
3- Driven Wheel
4- Idle Wheel
5- Guide Wheel

۴-۳-۲- طول عمر لجن‌روب‌های با محرک مرکزی و لجن‌روب‌های نرده‌ای

- کلیه یاتاقان‌های مرکزی و سیستم انتقال قدرت: دسته ۵
- الکتروموتورها: دسته ۴
- گیربکس‌ها: دسته ۵

۴-۳-۳- طول عمر لجن‌روب‌های چرخ و زنجیری

- سیستم انتقال قدرت: دسته ۴
- الکتروموتورها: دسته ۴

۴-۴- مشخصات فنی اجزای لجن‌روب مخازن استوانه‌ای

۴-۴-۱- لجن‌روب با محرک مرکزی

تجهیزات لجن‌روبی، باید شامل لجن‌روب، کفاب‌روب، مجموعه محرک، سازه پل، راهرو دسترسی، صفحات سرریز و مانع کف، تجهیزات برقی و کنترلی و حفاظت‌ها و آلارم‌ها باشد. محرک باید لجن‌روب را که عهده‌دار هدایت لجن به قیف مرکزی می‌باشد، را به گردش در آورد. در لجن‌روب‌های با سیستم جمع‌آوری سریع [۱] (مکشی)، محرک عهده‌دار به گردش در آوردن مکنده‌ها برای جمع‌آوری لجن ته‌نشین شده در کف تانک و هدایت آن به چاهک لجن می‌باشد.

مکانیزم لجن‌روب باید به گونه‌ای طراحی شود تا هیچ زنجیر، چرخ زنجیر، بلبرینگ (به جز در لجن‌روب‌های با محور دوار) و یا مکانیسمی در زیر تراز آب قرار نگیرد. قطعات لجن‌روب باید در کارگاه ساخت بر روی یکدیگر سوار شده تا از دقت ساخت قطعات اطمینان حاصل شود. این قطعات باید تماما برای نصب صحیح و آسان، شماره‌گذاری شده و برای حمل از یکدیگر جدا شوند. استوانه مرکزی ورودی، بسته به نوع طرح می‌تواند متحرک و یا ثابت باشد.

این لجن‌روب‌ها باید در مقابل اضافه بار، حفاظت شوند.

۴-۴-۱-۱- پل ثابت دسترسی [۲]

دو نوع آرایش برای پل ثابت، متصور است. در نوع اول، پل، کل قطر مخزن را پوشش داده و بر روی دیواره‌های دو طرف مخزن ثابت می‌شود [۳] (تمام پل). در این حالت، پل می‌تواند بتنی و یا از جنس فولاد ساختمانی به صورت تیر و یا

1- Rapid Sludge Removal System
2- Access Bridge
3- Bridge Supported mechanism

خرپا باشد، به نحوی‌که بتواند وزن محرک، مجموعه لجن‌روب و بار زنده وارده را تحمل نماید. در پل‌های فولادی، محل تردد باید دارای پوششی از ورق آجدار و یا گریتینگ باشد. در دو طرف پل، باید نرده‌هایی با ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر با حداقل دو ردیف افقی تعبیه نمود. در پل‌های خرپایی، المان‌های خرپا می‌تواند به عنوان نرده مورد استفاده قرار گیرد.

لجن‌روب مورد استفاده در این آرایش غالبا از نوع محور دوار[1] می‌باشد.

در نوع دوم، بار پل از یک سو توسط دیوار پیرامونی مخزن و از سوی دیگر توسط مرکز دوران سیستم محرک تحمل می‌شود[2] (نیم پل)). در این حالت، پل غالبا از جنس فولاد ساختمانی به صورت تیر و یا خرپا می‌باشد.

پل دسترسی باید دارای عرض مفید حداقل ۸۰ سانتی‌متر بوده و تا ۸۰ سانتی‌متر بعد از محل استقرار محرک مرکزی، امتداد یابد. ضمنا در محل استقرار محرک لجن‌روب، باید فاصله مناسب از طرفین تا محل نرده‌ها برای امور تعمیراتی در نظر گرفت.

لجن‌روب مورد استفاده در این آرایش از نوع محور دوار با سازه قفسی[3] (خرپایی) می‌باشد.

در طراحی لجن‌روب‌های با محرک مرکزی و لجن‌روب‌های نرده‌ای، باید بارهای زیر را در نظر گرفت.

- بارهای وارده بر تجهیزات کفاب‌روب
- بارهای وارده بر نرده‌ها
- بار اضافی وارده پس از راه‌اندازی مجدد لجن‌روب
- گشتاور حداکثر لحظه‌ای
- تنش‌های وارده در اثر انباشت لجن
- در محاسبه بارها منظور نمودن تاثیر نیروی شناورسازی[4] مجاز نمی‌باشد.

گشتاور اعمال شده بر تجهیزات ناشی از این بارها باید توسط تامین‌کننده تجهیزات، محاسبه و اعلام گردد.

۴-۴-۱-۲- بازوها[5] و تیغه‌های[6] لجن‌روبی

بازوهای لجن‌روبی باید از مقاطع فولادی با استفاده از تیر ورق و یا خرپا با مقطع مثلثی و یا مستطیلی باشد. این بازوها باید توسط اتصال جوشی و یا پیچ و مهره‌ای، به محور مرکزی لجن‌روب اتصال یابد.

1- Torque Tube
2- Center Column Supported Mechanism
3- Center Pier Supported Mechanism
4- Uplift
5- Scraper Arms
6- Scraper Blades

تیغه‌های فولادی لجن‌روب همراه با نوارهای لاستیکی[1] متصل بدان باید توسط اتصال پیچ و مهره‌ای قابل تنظیم به بخش زیرین بازوها بسته شود و طراحی آن باید به گونه‌ای باشد تا لجن ته‌نشین شده را به قیف مرکزی هدایت کند. تیغه‌های فولادی لجن‌روب باید دارای حداقل ضخامت ۶ میلی‌متر باشد. نوارهای لاستیکی باید از جنس نئوبرین فشرده با حداقل ضخامت ۶ میلی‌متر باشند و توسط پیچ و مهره‌های فولاد ضدزنگ و به نحوی‌که قابلیت تنظیم ارتفاعی حداقل ۵۰ میلی‌متر را داشته باشند، به تیغه‌های فولادی لجن‌روب متصل گردند.

۴-۴-۱-۳- محرک

محرک باید شامل یک موتور و یک گیربکس کاهنده دور با کوپله مستقیم و یا کوپلینگ ارتجاعی باشد.

طراحی مجموعه محرک باید به گونه‌ای باشد که با اعمال گشتاور خروجی، شرایط عملکرد مستمر و پایدار، بدون هرگونه فرسایش اضافی به اجزای محرک، تامین گردد.

الکتروموتور باید مناسب برای ولتاژ ۴۰۰ ولت، جریان متناوب و ۵۰ هرتز از نوع کاملا بسته با خنک‌کن پروانه‌ای[2] و ضریب بارگذاری[3] حداقل ۱/۱۵ و IP55 باشد. سازنده باید موتور را به نحوی انتخاب نماید که برای کارکرد دائم مناسب باشد و تحت سخت‌ترین شرایط کاری از جریان حداکثر، تجاوز ننماید.

الکتروموتور باید در مقابل اضافه بار، کاهش ولتاژ و ولتاژ نامتعادل حفاظت گردد. الکتروموتور باید گشتاور راه‌اندازی مورد نیاز برای به حرکت درآوردن لجن‌روب از حالت ساکن در یک مخزن ته‌نشینی خالی تا گشتاور لازم جهت راه‌اندازی لجن‌روب از حالت سکون، تحت حداکثر بارهای وارده را تامین نماید. الکتروموتور می‌تواند به صورت مستقیم و یا توسط تسمه پروانه و یا چرخ زنجیر، به شفت ورودی گیربکس کوپل شود. در صورت استفاده از کوپلینگ ارتجاعی، باید الزامات ANSI/AGMA9000,9002 رعایت گردد. نحوه استقرار الکتروموتور باید قابل تنظیم بوده تا بتوان کشش تسمه و یا زنجیر را کاهش و یا افزایش داد.

موتورهای الکتریکی برای شرایط محیطی ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا طراحی می‌شوند.

در صورتی که شرایط کارکرد موتور متفاوت باشد، باید از ضرایب تصحیح زیر استفاده نمود.

جدول (۴-۵)، ضرایب تصحیح توان الکتروموتور برحسب درجه حرارت و ارتفاع محیط را ارائه می‌دهد.

1- Squeegee
2- Total Enclosed Fan Cooled (TEFC)
3- Service Factor

جدول ۴-۵- ضرایب تصحیح توان الکتروموتور برحسب درجه حرارت و ارتفاع محیط

ارتفاع (بالاتر از سطح دریا)	درجه حرارت C					
m	<۳۰	۳۰-۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
۱۰۰۰	۱/۰۷	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۸۲
۱۵۰۰	۱/۰۴	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۷۹
۲۰۰۰	۱/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۷
۲۵۰۰	۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۷۸	۰/۷۴
۳۰۰۰	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۷۰
۳۵۰۰	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۶۷
۴۰۰۰	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۷۱	۰/۶۷	۰/۶۳

سیستم حفاظت در مقابل اضافه بار[1] باید در یک پوشش آب‌بند قرار گیرد. این سیستم باید مجهز به دو میکروسوییچ باشد که در صورت جابه‌جایی محور در چرخ‌دنده حلزونی[2] تحریک شود.

سوییچ‌ها باید به گونه‌ای تنظیم شوند که در صورت رسیدن گشتاور، به ۱۲۰ درصد گشتاور عملکرد پیوسته دستگاه سبب به صدا در آمدن یک آژیر شده و در صورت رسیدن به ۱۴۰ درصد، این گشتاور سبب متوقف کردن محرک گردد. از یک پین برشی به عنوان پشتیبان سیستم حفاظتی باید استفاده نمود که در صورت رسیدن به گشتاور ۱۶۰ و ۱۸۰ درصد، عمل کند. بهره بردار باید قابلیت تنظیم سوییچ‌های گشتاوری را در سایت داشته باشد.

واحد کاهنده باید یکی از انواع زیر باشد:

در آرایش اول، کاهنده سرعت مرحله اول از نوع حلزونی و یا مارپیچی[3] و یا ترکیبی از این دو بوده که به واحد کاهنده میانی، کوپل شده است. کاهنده سرعت میانی باید از نوع حلزونی و یا خورشیدی[4] بوده که به یک شفت که عهده‌دار به حرکت درآوردن چرخ‌دنده ساده داخلی است، توسط یک خار متصل شود. کاهنده سرعت نهایی باید از نوع چرخ‌دنده‌های صاف[5] بوده که برای تحمل کلیه بارهای شعاعی و محوری و ترکیبی وارده به مجموعه لجن‌روب، طراحی شود. همچنین کاهنده نهایی باید بر روی یک مجموعه بیرینگ سوار شده باشد.

کلیه بیرینگ‌ها باید از نوع ضد اصطکاک بوده که در حمامی از روغن حرکت می‌کنند. مجموعه کاهنده سرعت باید در محفظه‌ای که در مقابل ذرات گرد و غبار حفاظت شده، قرار گیرد. مجموعه باید مجهز به سیل‌های روغن و درپوش و یا لوله برای پر کردن و کنترل سطح روغن و درپوش تخلیه روغن باشد.

1- Overload Protection System
2- Worm Gear
3- Helical Gear
4- Planetary Gear
5- Spur Gear

برای کاهش نهایی دور، می‌توان از اسلوینگ رینگ بیرینگ دنده‌دار استفاده نمود. اسلوینگ رینگ بیرینگ در دو نوع دنده داخل و دنده خارج می‌باشد که انتخاب هریک با توجه به قطر و نسبت تغییر دور، مورد نیاز خواهد بود که این خود تابع نسبت سرعت دوران محاسبه شده محور لجن‌روب و سرعت گردش گیربکس می‌باشد. انتقال گردش از الکتروموتور گیربکس به اسلوینگ رینگ بیرینگ، از طریق چرخ‌دنده پینیون صورت می‌پذیرد. جنس پینیون باید از نوع فولاد AISI-4140 و یا مشابه، سخت‌کاری شده برای نیل به سختی کل 55-60 HRC باشد.

به منظور جلوگیری از سایش و صدای مزاحم، شعاع نوک دنده‌ها باید مطابق توصیه سازندگان بیرینگ اصلی باشد.

برای تعیین لقی بین پینیون و اسلوینگ رینگ بیرینگ، فاصله آکس تا آکس دو چرخ‌دنده، باید به جداول سازندگان مراجعه نمود.

آرایش دوم مجموعه، شامل یک محرک چرخ زنجیری بوده که به یک کاهنده سرعت نهایی از نوع حلزونی متصل شده است. کلیه بیرینگ‌های این مجموعه باید از نوع غلتکی مخروطی[1] باشد.

بیرینگ مرکز دوران[2] باید برای تحمل تمامی بارهای شعاعی و محوری ناشی از عملکرد محرک و لجن‌روب طراحی گردد. آرایش بیرینگ مرکزی باید به نحوی باشد که امکان تعویض ساچمه‌ها و یا غلتک‌ها و یا مقر ساچمه‌ها و یا مجموعه کامل بیرینگ فراهم باشد. جنس مقر ساچمه‌ها باید دارای مقاومت کافی و درجه سختی راکول «C» بیش از ۵۸ باشد. مجموعه مرکز دوران در مکانیسم‌های پل دوار با ستون مرکزی[3] باید بار یک سر انتهایی پل دسترسی را نیز تحمل نماید.

اگر چه اعمال تمامی بارهای وارده به یک بیرینگ تحتانی قابل قبول نمی‌باشد، در طراحی می‌توان از یک بیرینگ مستغرق چند تکه، با روانکاری آب، علاوه بر بیرینگ مرکز دوران فوقانی، استفاده نمود.

توان قابل انتقال توسط زنجیر و تسمه پروانه، در صورت به کارگیری در مکانیسم محرک لجن‌روب‌ها و در صورت اعمال باری معادل دو برابر بار پیوسته بر روی مکانیسم لجن‌روب، باید با ضریب اطمینان حداقل ۴، محاسبه گردد.

تسمه پروانه باید از نوع الیاف‌دار با پوشش لاستیکی مقاوم در مقابل روغن و حرارت باشد. زنجیر باید از نوع غلتکی همراه با اتصالات فولادی باشد. چرخ زنجیر باید از نوع فولاد آلیاژی و یا چدن مخصوص با درجه سختی برنیل بیش از ۳۶۰ باشد. چرخ زنجیرها باید قبل از ماشین‌کاری، تنش‌گیری شود. دندانه‌ها باید به نحوی ماشین‌کاری شوند تا با زنجیر تطابق کامل پیدا کند. پولی‌ها و چرخ زنجیرها و سایر اتصالات انتقال قدرت برای نصب باید مجهز به خار باشند. پولی و یا

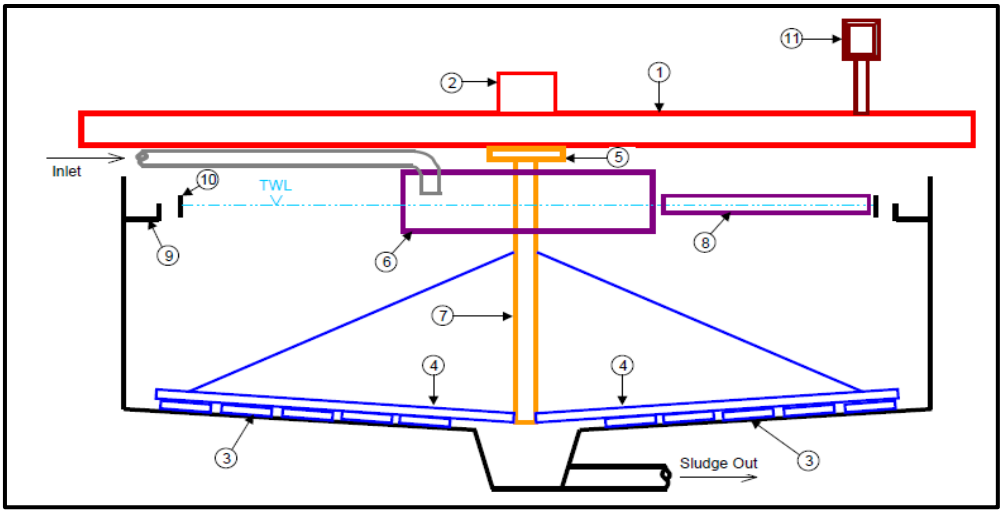
1- Tapered Roller
2- Turntable
3- Center Pier Supported Bridge

چرخ زنجیر محرک که بر روی شفت خروجی کاهنده سرعت نصب می‌شوند، برای حفاظت موتور در قبال اضافه بار باید مجهز به پین برشی[1] باشند.

۴-۴-۱-۴- محور دوار با پل ثابت

یک محور فولادی که به چرخ‌دنده نهایی پیچ شده، عهده‌دار به گردش در آوردن بازوهای لجن‌روب و تحمل نیروهای وارده می‌باشد. این محور فولادی باید به صورت توپر و یا لوله با استاندارد حداقل Schedule 40 باشد. در غالب موارد برای جلوگیری از اعمال بار مجموعه لجن‌روب بر روی بیرینگ نهایی گیربکس از یک بیرینگ اسلوینگ رینگ[2] مجهز به چرخ‌دنده استفاده می‌شود.

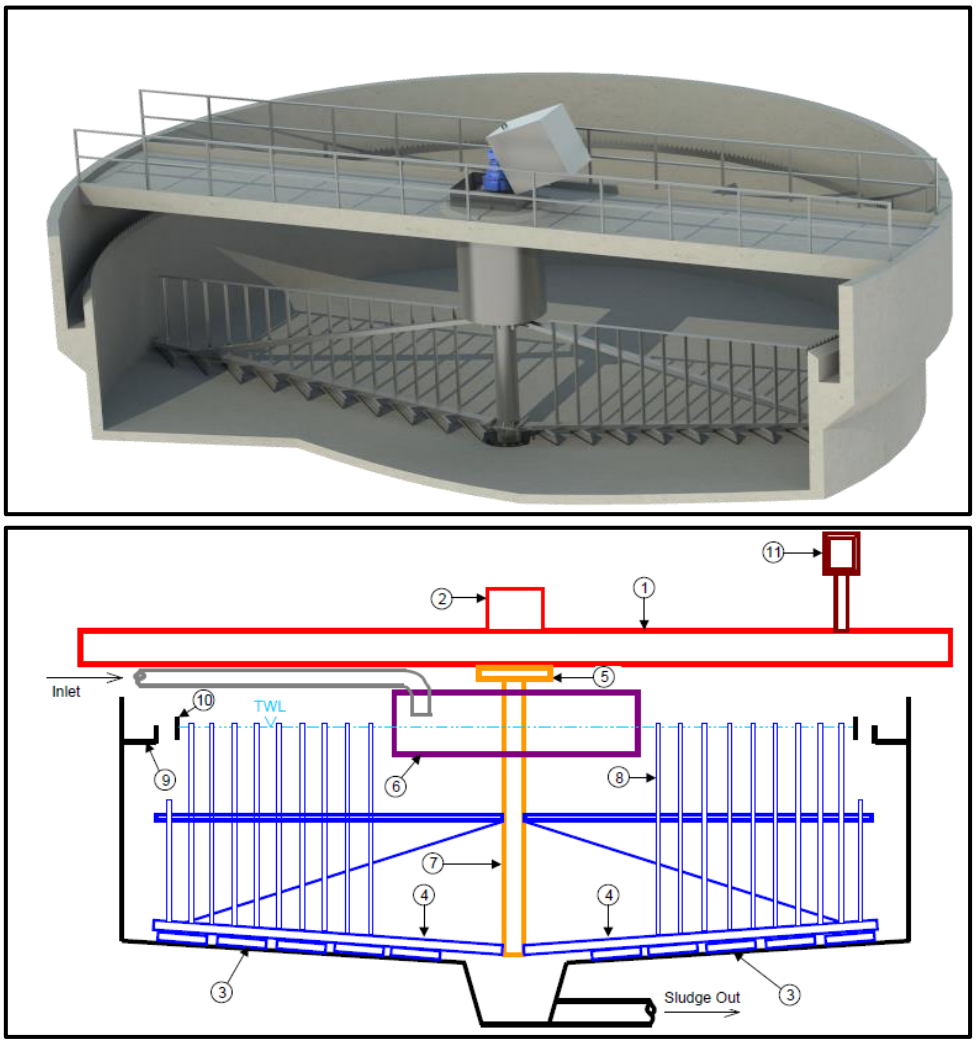
شکل (۴-۱)، لجن‌روب پارویی با محرک مرکزی به صورت تمام پل ثابت و شکل (۴-۲)، لجن‌روب پارویی کرکره‌ای نوع نرده‌ای با محرک مرکزی به صورت تمام پل ثابت را نشان می‌دهد.



۱- تمام پل ثابت
۲- محرک مرکزی
۳- تیغه‌های کرکره‌ای
۴- بازوهای لجن‌روبی
۵- اسلوینگ رینگ بیرینگ
۶- استوانه توزیع جریان
۷- محور مرکزی
۸- تیغه کفاب
۹- پاشویه خروجی
۱۰- صفحه مانع کف
۱۱- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل

شکل ۴-۱- لجن‌روب پارویی با محرک مرکزی به صورت تمام پل ثابت[3]

1- Shear Pin
2- Slewing Ring Bearing
3- Centrally Drive Fixed Full Bridge Blade Sludge Scraper



۱- تمام پل ثابت
۲- محرک مرکزی
۳- تیغه‌های کرکره‌ای
۴- بازوهای لجن‌روب
۵- اسلوینگ رینگ بیرینگ
۶- استوانه توزیع جریان
۷- محور مرکزی
۸- نرده‌ها
۹- پاشویه خروجی
۱۰- صفحه مانع کف
۱۱- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل

شکل ۴-۲- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای نوع نرده‌ای با محرک مرکزی به صورت تمام پل ثابت[1]

1- Centrally Drive Fixed Full Bridge Picket Fence Sludge Scraper

۴-۴-۱-۵- محور مرکزی مستقر بر روی ستون مرکزی

در این آرایش، یک محور با سازه قفسی [۱] (خرپایی) متشکل از مقاطع فولادی با تمهیداتی برای اتصال به کاهنده نهایی دور باید تدارک دید. این اتصال باید از نوع و پیچ و مهره‌ای باشد، محور سازه خرپایی باید به نحوی طراحی شود که بتواند گشتاورهای حداکثر لحظه‌ای وارده از سوی لجن‌روب را بدون هرگونه تغییر شکل دائمی تحمل نماید.

۴-۴-۱-۶- لجن‌روب پارویی

در مخازن ته‌نشینی اولیه که حجم لجن کم‌تر است و اولویت اولیه افزایش غلظت لجن می‌باشد، به کارگیری لجن‌روب‌های پارویی انتخاب اول خواهد بود. لجن‌روب مجهز به لجن‌روب‌های تک بازو و یا دو بازو از جنس فولاد با تیغه‌ها و یا پاروهای لجن‌روبی با ارتفاع حداقل ۳۰۰ میلی‌متر است که برای به حرکت در آوردن لجن ته‌نشین شده به یک قیف در مرکز تانک، طراحی شده‌اند. هر تیغه لجن‌روبی باید مجهز به نوارهای لاستیکی قابل تنظیم در جهت ارتفاعی باشند. این نوارها باید ۴۰ میلی‌متر در زیر تیغه لجن‌روبی امتداد داشته باشند و توسط پیچ و مهره‌های فولاد ضدزنگ، قابلیت تنظیم داشته باشند. برای محاسبات ارتفاع تیغه لجن‌روب به بند ۵-۱ مراجعه شود.

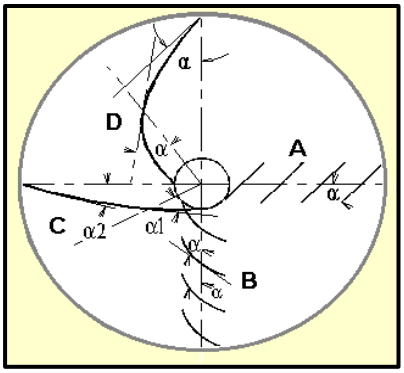
لجن‌روب‌های پارویی دارای انواع گوناگون زیر هستند که در شکل ۴-۳ مشاهده می‌شود:

الف- لجن‌روب‌های کرکره‌ای راست [۲] (آرایش A)

ب- لجن‌روب‌های کرکره‌ای منحنی [۳] (آرایش B)

پ- لجن‌روب‌های حلزونی با زاویه متغیر [۴] (آرایش C)

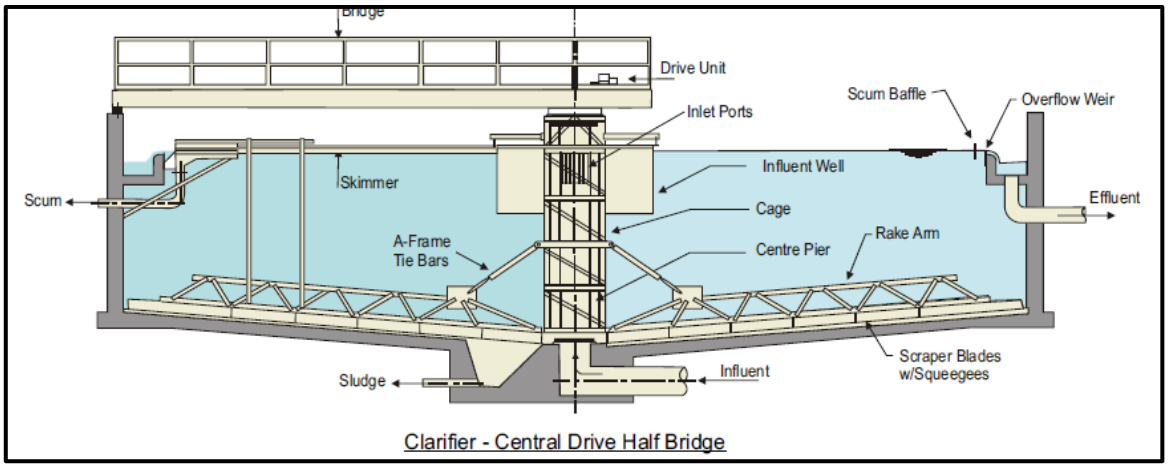
ت- لجن‌روب‌های حلزونی لگاریتمی [۵] (آرایش D)



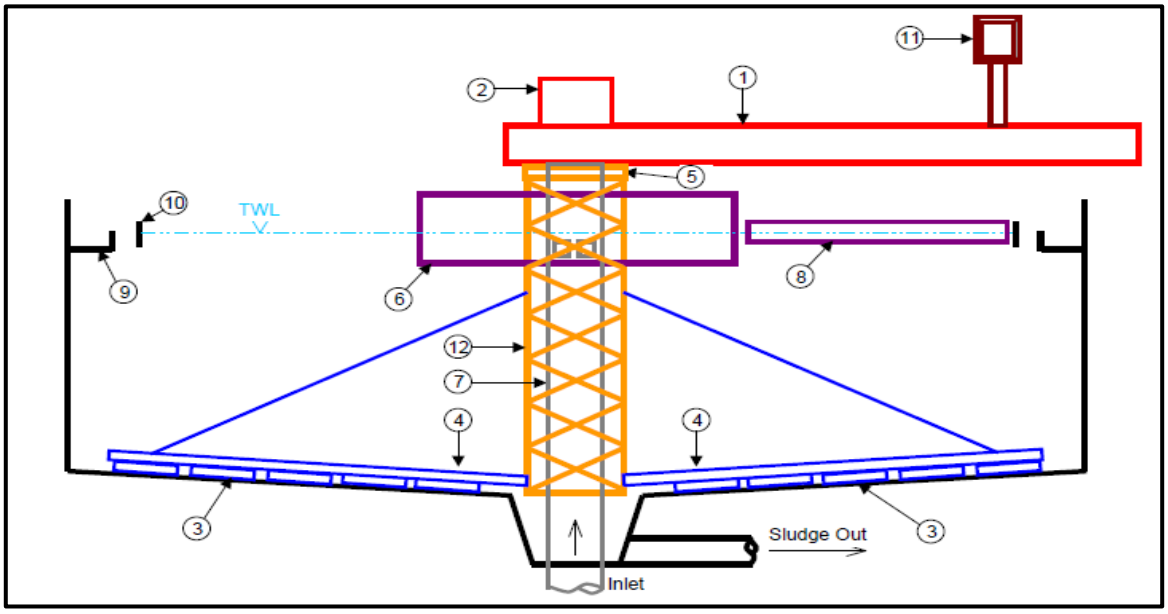
شکل ۴-۳- انواع لجن‌روب‌های پارویی

1- Cage Structure
2- Straight Plough Blade Scrapers
3- Curved Plough Blade Scrapers
4- Variable Angle Spiral Blade Scrapers
5- Logarithmic Spiral Blade Scrapers

در شکل (۴-۴)، لجن‌روب پارویی کرکره‌ای با محرک مرکزی مستقر بر روی ستون مرکزی به صورت نیم پل ثابت نشان داده شده است.



Clarifier - Central Drive Half Bridge



۱- نیم پل ثابت
۲- محرک مرکزی
۳- تیغه‌های کرکره‌ای
۴- بازوهای لجن‌روب
۵- اسلوینگ رینگ بیرینگ
۶- استوانه توزیع جریان
۷- ستون مرکزی و مجرای ورودی
۸- تیغه کفاب روب
۹- پاشویه خروجی
۱۰- صفحه مانع کف
۱۱- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل
۱۲- محور مرکزی خرپایی (قفسی)

شکل ۴-۴- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای با محرک مرکزی مستقر بر روی ستون مرکزی به صورت نیم پل ثابت [۱]

1- Centrally Drive Fixed Half Bridge (Center Pier Supported) Straight Plow Blade Sludge Scraper

۴-۴-۱-۷- لجن‌روب مکشی

به کارگیری لجن‌روب‌های مکشی، در مخازن ته‌نشینی ثانویه فرآیند لجن فعال که در آن حجم فراوانی از لجن باید جمع‌آوری شود، متداول‌تر است.جمع‌آوری لجن به صورت هیدرولیکی به دو روش، توسط یک مجرای اصلی[1] و یک چند راهه[2] و یا لوله‌های بالا برنده[3] صورت می‌پذیرد.

مجرای اصلی به صورت کانال مستغرق و از جنس فولادی و با مقطع متغیر، با حداقل سطح مقطع در انتهای محیطی تا حداکثر در مرکز تانک، خواهد بود. مجرای اصلی، موازی کف تانک استقرار یافته و از روزنه‌هایی در وجه زیرین تشکیل شده تا لجن را به صورت مستمر و یکنواخت از کف تانک جمع‌آوری نماید. قطر و فاصله روزنه‌ها به مقدار لجن و سطح تحت پوشش جمع‌آوری بستگی دارد. لبه پیشانی مجرای اصلی باید به میزان ۵۰ میلی‌متر به سمت پایین امتداد یابد تا باله‌هایی جهت هدایت لجن به ناحیه تحت نفوذ هر روزنه مکش لجن، ایجاد نماید. مجرای اصلی باید توسط سازه خرپایی و از طریق سیم بکسل، دو پیچ، بست و شگل در جهت افقی و عمودی تحکیم شود. غالبا از یک وزنه تعادل نیز در سمت پیرامونی مجرای اصلی استفاده می‌شود.

چند راهه جمع‌آوری لجن باید از جنس فولادی باشد. چند راهه مستغرق مجهز به دو آب‌بند مکانیکی است تا اطمینان حاصل شود که لجن صرفا از طریق مجرای اصلی وارد چند راهه می‌شود.

در این روش، جمع‌آوری لجن توسط پمپ لجن برگشتی صورت می‌پذیرد. لجن از طریق روزنه‌های روی مجرای اصلی به سمت مرکز و چند راهه مستغرق هدایت شده و از طریق لوله مدفون خروجی لجن به خارج مخزن هدایت می‌شود. لجن هرگز به یک سطح آزاد نرسیده و در این طرح تنها محل کنترل جریان لجن، پمپ لجن برگشتی خواهد بود.

بزرگ‌ترین ضعف این سیستم، امکان گرفتگی روزنه‌ها و همچنین خرابی آب‌بندهای مکانیکی است که تنها با تخلیه مخزن، امکان رفع عیب و تعمیرات وجود خواهد داشت.

در روش لوله‌های بالابرنده، سیستم باید مجهز به یک استوانه تخلیه لجن در درون استوانه مرکزی باشد. لجن‌روب‌های با دهانه باز شده V شکل دارای درپوش و تیغه‌های لاستیکی، عهده‌دار جمع‌آوری لجن هستند. لجن از طریق لوله‌های بالا برنده مستقیما و یا از طریق یک مجرای اصلی به استوانه تخلیه لجن دارای سطح اتمسفریک هدایت می‌شود و سپس از آنجا توسط لوله مدفون تخلیه لجن به خارج مخزن هدایت می‌شود.

سرعت حرکت سیال در لوله‌های بالا برنده باید در جهت کاهش افت هیدرولیکی و جلوگیری از ترسیب لجن در لوله‌ها باشد. در هرحال سرعت سیال در لوله‌های مکش لجن باید بین ۰/۴ تا ۱ متر بر ثانیه و ترجیحا بین ۰/۶ تا ۰/۸ متر بر ثانیه باشد.

در لجن‌روب‌های مکشی باید امکان تنظیم و تعیین میزان لجن جمع‌آوری شده فراهم باشد، فاصله بین لوله‌های مکش نباید از ۴ متر تجاوز نماید. طراحی مکنده‌ها باید به گونه‌ای باشد که از جمع‌آوری لجن در تمامی سطح کف تانک

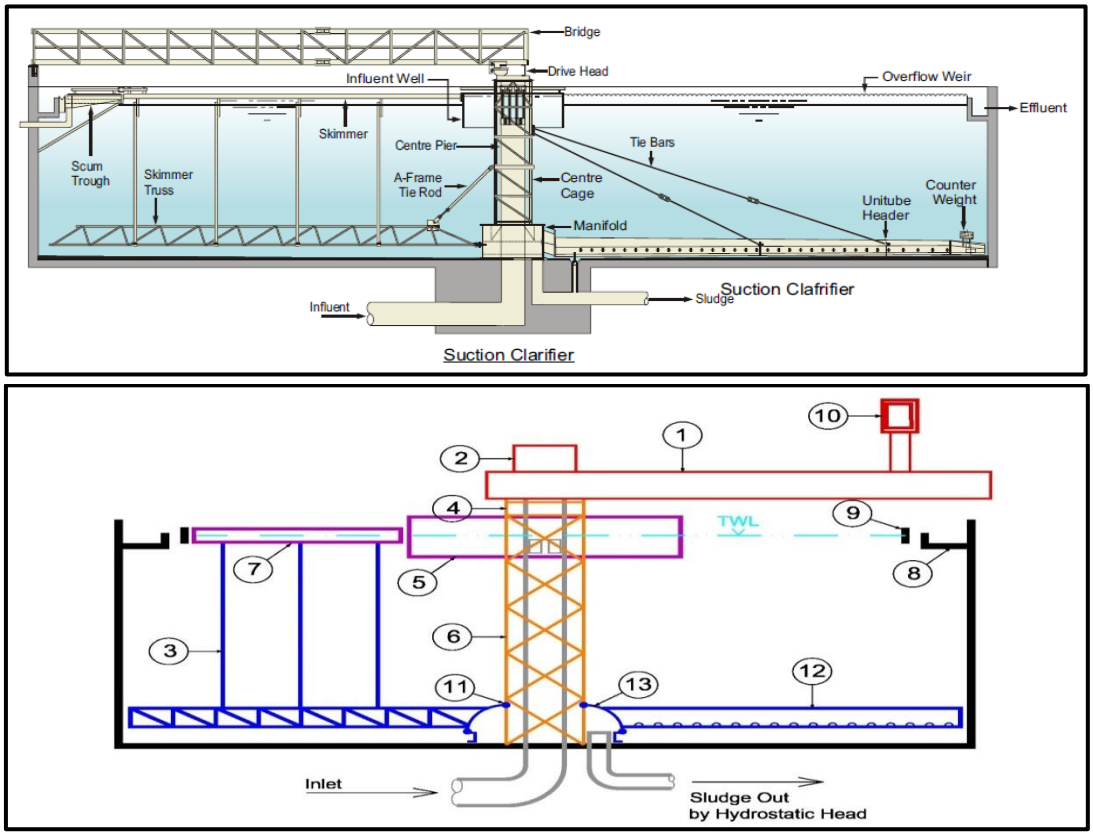
1- Header
2- Manifold
3- Uptake Pipe

اطمینان حاصل شود. علاوه براین باید امکان دسترسی به لوله‌های مکش برای تمیزکاری فراهم باشد.

جریان لجن از طریق اختلاف ارتفاع هیدرولیکی بین سطح آب در مخزن و سطح لجن در استوانه تخلیه لجن برقرار می‌شود. مقدار کلی لجن جمع‌آوری شده نیز تنها توسط میزان پمپاژ لجن در خارج از مخزن ته‌نشینی، کنترل می‌شود.

وجود جعبه جمع‌آوری لجن در سطح آب، این امکان را به بهره‌بردار می‌دهد تا بتواند به نمونه‌گیری از لجن خروجی از هر لوله بالابرنده بپردازد. هر لوله بالابرنده می‌تواند مجهز به یک شیر مخروطی و یا شبیه آن برای کنترل میزان جریان خروجی باشد. لذا در این روش، دو نقطه کنترل جریان لجن وجود خواهد داشت.

شکل (۴-۵)، لجن‌روب مکشی با استفاده از مجرای اصلی و چند راهه با محرک مرکزی مستقر بر روی ستون مرکزی را نشان می‌دهد.



۱- نیم پل ثابت
۲- محرک مرکزی
۳- بازوهای معلق
۴- اسلوینگ رینگ بیرینگ
۵- استوانه توزیع جریان
۶- ستون مرکزی و مجرای ورودی
۷- تیغه کفاب‌روب
۸- پاشویه خروجی
۹- صفحه مانع کف
۱۰- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل
۱۱- آب‌بند متحرک
۱۲- مجرای اصلی
۱۳- چندراهه

شکل ۴-۵- لجن‌روب مکشی با استفاده از مجرای اصلی و چند راهه با محرک مرکزی مستقر بر روی ستون مرکزی [۱]

1- Centrally Drive Fixed Half Bridge (Center Pier Supported) Header and Manifold Suction Scraper

۴-۴-۱-۸- کفاب‌روب

جمع‌آوری کفاب به طرق مختلف صورت می‌پذیرد. در روش متداول، سیستم کفاب‌روب متشکل از یک تیغه کفاب‌روب ثابت و یک تیغه کفاب‌روب لولایی، صفحات مانع کف و سبد جمع‌آوری کفاب مجهز به صفحه شیب‌دار در ورودی خواهد بود.

تیغه ثابت کفاب‌روب، کفاب را از روی سطح جارو کرده و با توجه به زاویه استقرار نصب خود، کفاب را به سمت محیط مخزن هدایت می‌نماید، تیغه کفاب‌روب لولایی، کفاب را از روی سطح شیب‌دار به سبد جمع‌آوری کفاب هدایت می‌نماید. تیغه کفاب‌روب لولایی باید مجهز به نوارهای لاستیکی در پیرامون و کف تیغه باشد.

بزرگ‌ترین مشکل این سیستم، خطر اضافه بار و پر شدن سبد جمع‌آوری کفاب و تجمع مواد شناور در دهانه سبد می‌باشد.

در گزینه دیگر برای کاهش مشکل فوق‌الذکر از یک سبد سراسری متحرک که همراه با لجن‌روب در حالت گردش می‌باشد و تمامی شعاع مخزن از استوانه مرکزی تا محیط مخزن را تحت پوشش قرار داده، استفاده می‌شود. در این گزینه کفاب جمع‌آوری شده از سمت استوانه مرکزی تخلیه می‌شود. در گزینه دیگر از یک سبد جمع‌آوری کفاب سراسری ثابت استفاده می‌شود و کفاب از طریق یک تیغه کفاب‌روب سراسری جمع‌آوری می‌شود.

۴-۴-۲- لجن‌روب با محرک محیطی[1]

در این نوع لجن‌روب، از یک پل دوار مجهز به محرک در محیط پل استفاده می‌شود.

۴-۴-۲-۱- ساختمان پل

پل باید از مقاطع فولادی و به صورت تیر و یا خرپا باشد. بسته به قطر تانک و میزان لجن، پل می‌تواند به صورت نیم پل، سه چهارم پل و یا تمام پل باشد. در صورت استفاده از تمام پل، لجن‌روب باید مجهز به دو محرک در هریک از دو انتها باشد. در این حالت دو محرک باید با یکدیگر سنکرون شده و همچنین تمهیداتی ار قبیل پیش بینی میکروسوِییچ در نظر گرفته شود تا در صورت عدم حرکت یک الکتروموتور در یک طرف پل ، الکتروموتور سمت دیگر قطع گردیده تا از آسیب مکانیکی به سازه پل ممانعت بعمل آید. سازه پل باید به نحوی طراحی شود که بتواند تمامی بارهای وارده برای عملکرد مناسب مکانیزم لجن‌روب را تحمل نماید. بار وارده برای جابه‌جایی لجن به ازای هر متر طول لجن‌روب مطابق جدول (۴-۱) بوده و بار زنده بر روی عرشه پل، معادل ۱۵۰۰ پاسکال می‌باشد. حداکثر خیز پل در اثر اعمال تمامی بارها منهای بارهای زنده نباید از $\frac{۱}{۵۰۰}$ طول تکیه‌گاه‌های پل تجاوز کند. عرشه پل[2] باید دارای عرض مفید حداقل ۸۰ سانتی‌متر بوده و توسط ورق یا گریتینگ پوشش داده شود. طرح، جنس و ضخامت پوشش کف باید به گونه‌ای باشد که

1- Periphery Drive Sludge Scraper
2- Walk Way

در صورت اعمال بار یکنواخت ۵ کیلو پاسکال، حداکثر خمش ۶ میلی‌متر در آن ایجاد شود.حداقل ضریب اصطکاک پوشش کف باید براساس استاندارد ASTM D2047 معادل ۰/۵ باشد. دو طرف پل باید دارای نرده‌هایی به ارتفاع حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر و با دو ردیف افقی باشد. درصورتی‌که پل خرپایی باشد، اعضای خرپا می‌تواند به عنوان نرده مورد استفاده قرار گیرند.

۴-۴-۲-۲- محرک

محرک باید شامل یک موتور و یک گیربکس کاهنده دور با کوپله مستقیم و یا کوپلینگ ارتجاعی باشد.

الکتروموتور باید مناسب برای ولتاژ ۴۰۰ ولت، جریان متناوب و ۵۰ هرتز از نوع (TEFC) کاملا بسته با خنک‌کن پروانه‌ای و ضریب بارگذاری حداقل ۱/۱۵ و IP55 باشد. سازنده باید موتور را به نحوی انتخاب نماید که برای کارکرد دائم مناسب باشد و تحت سخت‌ترین شرایط کاری از جریان حداکثر، تجاوز ننماید.

محرک باید مجهز به یک سیستم حفاظت در مقابل اضافه بار باشد که در یک پوشش آب‌بند قرار گرفته است. این سیستم باید مجهز به دو میکروسوییچ باشد که در صورت جابه‌جایی محور در چرخ‌دنده حلزونی تحریک شود. سوییچ‌ها باید به گونه‌ای تنظیم شوند که در صورت رسیدن گشتاور به ۱۲۰ درصد، گشتاور عملکرد پیوسته دستگاه سبب به صدا در آمدن یک آژیر شده و در صورت رسیدن به ۱۴۰ درصد، این گشتاور سبب متوقف کردن محرک گردد. از یک پین برشی به عنوان پشتیبان سیستم حفاظتی باید استفاده نمود که در صورت رسیدن به گشتاور ۱۶۰ و ۱۸۰ درصد، عمل کند.

۴-۴-۲-۳- مرکز دوران

برای تحمل وزن پل و سایر بارهای وارده در مرکز مخزن، میز مرکزی باید مجهز به یک بیرینگ مرکزی از نوع اسلوینگ رینگ باشد. انتخاب بیرینگ مرکزی باید با ضریب اطمینان ۲ صورت پذیرد.

علاوه بر این، مجموعه پل باید از محل مرکز دوران، حالت لولایی داشته باشد تا تغییرات ارتفاعی دیواره‌های جانبی مخزن را خنثی نماید.

برای برق‌رسانی به محرک محیطی باید یک اسلیپ رینگ در مرکز دوران تعبیه نمود. اسلیپ رینگ باید توسط یک سرپوش قابل جابه‌جایی با درجه حفاظت حداقل IP54 محافظت شود.

تعداد خانه‌های اسلیپ رینگ باید متناسب باتعداد محرک‌ها وسایر مصرف‌کننده‌ها برقی و تعداد سیگنال‌های انتقالی و حداقل بیست درصد خانه اضافی انتخاب شود.

۴-۴-۲-۴- ارابه چرخ‌ها[1]

پل متحرک برای حرکت بر روی دیوار پیرامونی مخزن باید مجهز به ارابه‌ای متشکل از دو چرخ فولادی یاچدنی باپوشش لاستیکی یا پولی یورتان توپر باشد، ارابه چرخ‌ها باید از مقاطع فولادی با قابلیت تحمل کلیه بارهای وارده بر روی پل لجن‌روب باشد.

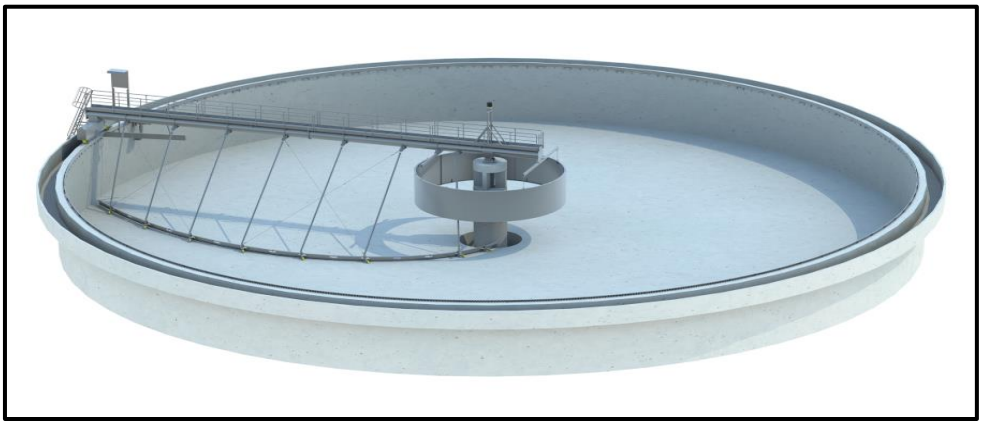
اتصال ارابه به سازه اصلی پل باید به صورت پیچ و مهره‌ای باشد. بر روی ارابه باید تمهیداتی برای نصب محرک پل و اتصال آن به چرخ محرک منظور نمود. نحوه اتصال محرک پل به چرخ محرک می‌تواند به صورت کوپله مستقیم و یا کوپلینگ ارتجاعی و یا با استفاده از زنجیر و چرخ زنجیر باشد. قطر شفت انتقال قدرت از محرک به چرخ محرک و قطر شفت چرخ هرزگرد و همچنین زوج یاتاقان مورد نیاز برای نصب هر چرخ بر روی ارابه باید با توجه به توان انتقالی تعیین گردد. قطر و عرض چرخ‌های پل لجن‌روب باید مطابق با مقادیر جدول (۴-۳) باشد. حداکثر فشار مجاز اعمال شده بر روی چرخ‌های لاستیکی باید ۲/۵ مگانیوتن بر مترمربع باشد. درجه سختی لاستیک چرخ‌ها باید مطابق با Shore 60-70 A باشد.

به منظور امکان بررسی و تعمیرات راحت تر ترجیح دارد محرک پل در سمت خارج مخزن نصب گردد.

۴-۴-۲-۵- لجن‌روب پارویی

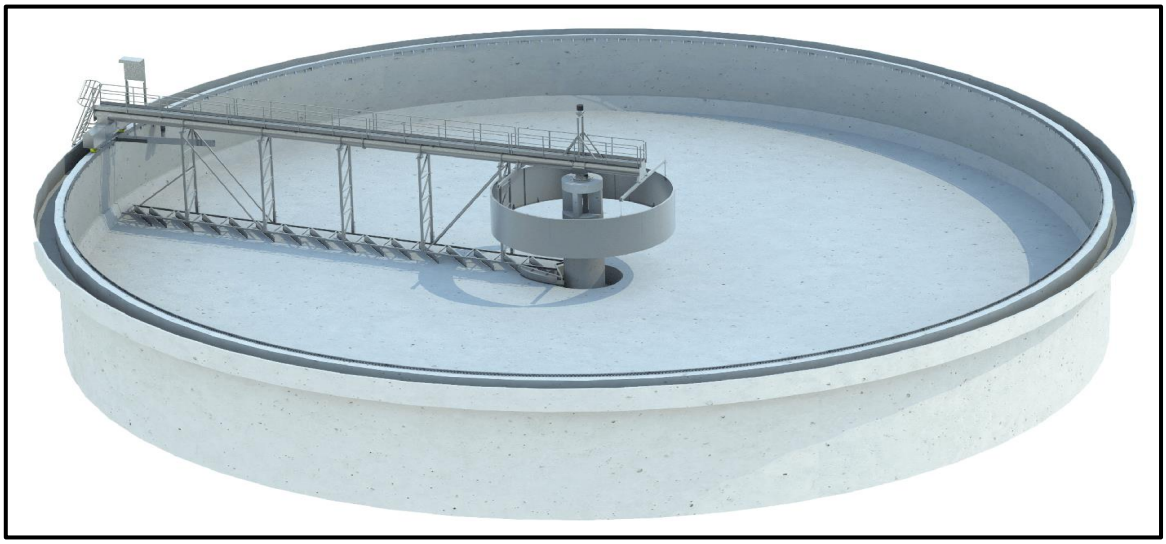
مشخصات این لجن‌روب باید مطابق توضیحات ردیف ۴-۴-۱-۶ باشد.

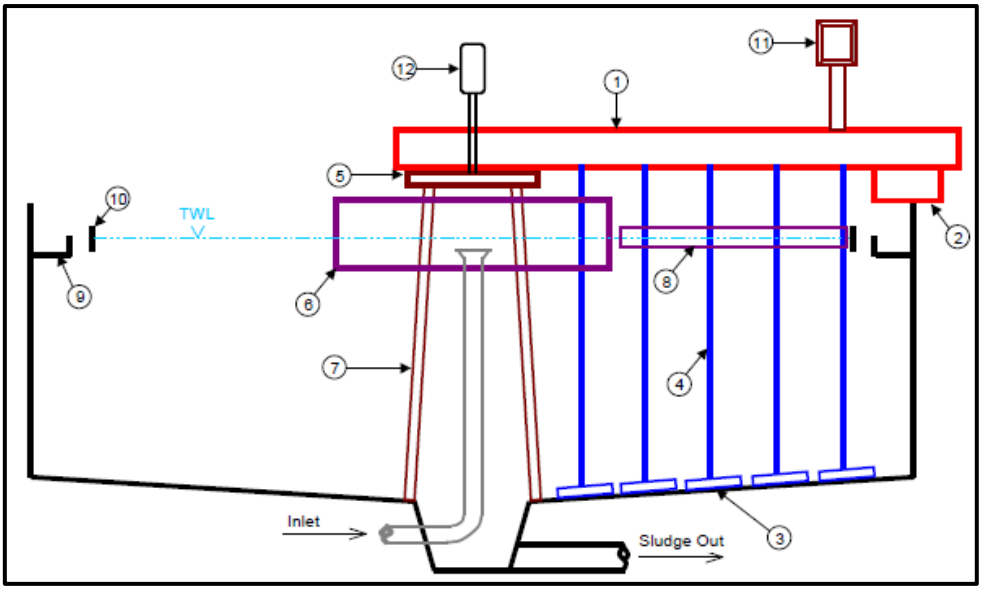
شکل‌های (۴-۶)، (۴-۷) و (۴-۸) انواع لجن‌روب‌های پارویی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۶- لجن‌روب پارویی حلزونی با محرک محیطی به صورت نیم پل[2]

1- Carriage Assembly
2- Peripheral Drive Half Bridge Spiral Blade Scraper

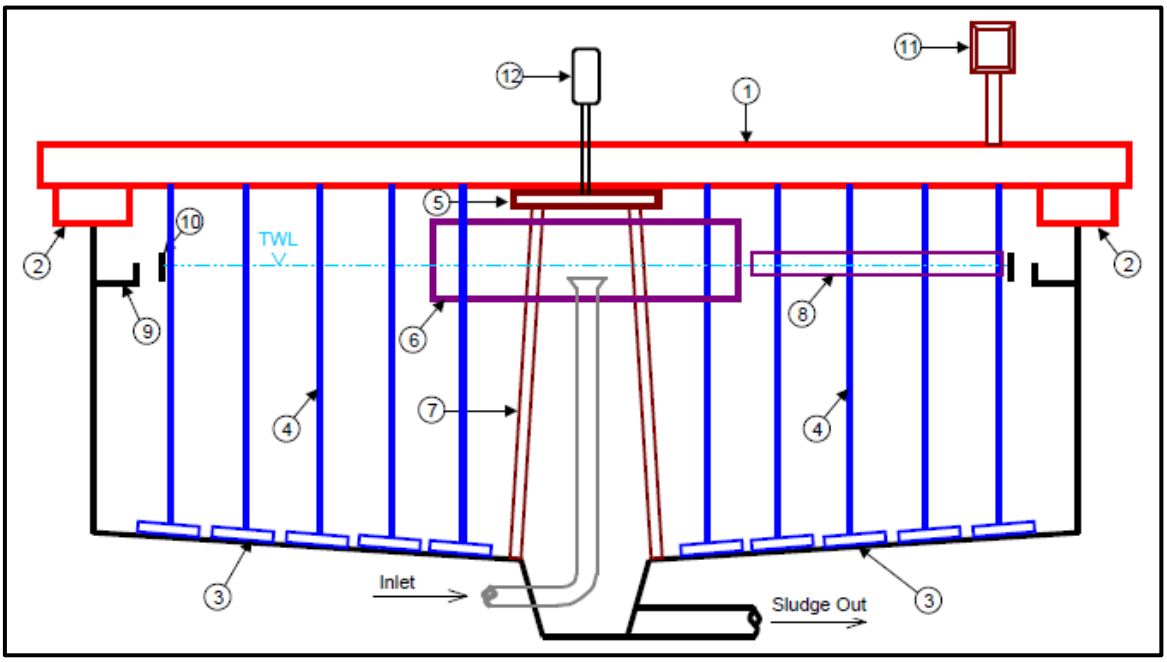




۱- نیم پل متحرک
۲- محرک پل
۳- تیغه‌های لجن‌روبی کرکره‌ای
۴- بازوهای لجن‌روب
۵- اسلوینگ رینگ بیرینگ و لولای مرکزی
۶- استوانه توزیع جریان
۷- ستون‌های مرکزی
۸- تیغه کفاب‌روب
۹- پاشویه خروجی
۱۰- صفحه مانع کف
۱۱- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل
۱۲- اسلیپ رینگ

شکل ۴-۷- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای با محرک محیطی به صورت نیم پل[1]

1- Peripheral Drive Half Bridge Straight Plow Blade Scraper



۱- تمام‌پل متحرک
۲- محرک پل
۳- تیغه‌های لجن‌روبی کرکره‌ای
۴- بازوهای لجن‌روب
۵- اسلوینگ رینگ بیرینگ و لولای مرکزی
۶- استوانه توزیع جریان
۷- ستون‌های مرکزی
۸- تیغه کفاب‌روب
۹- پاشویه خروجی
۱۰- صفحه مانع کف
۱۱- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل
۱۲- اسلیپ رینگ

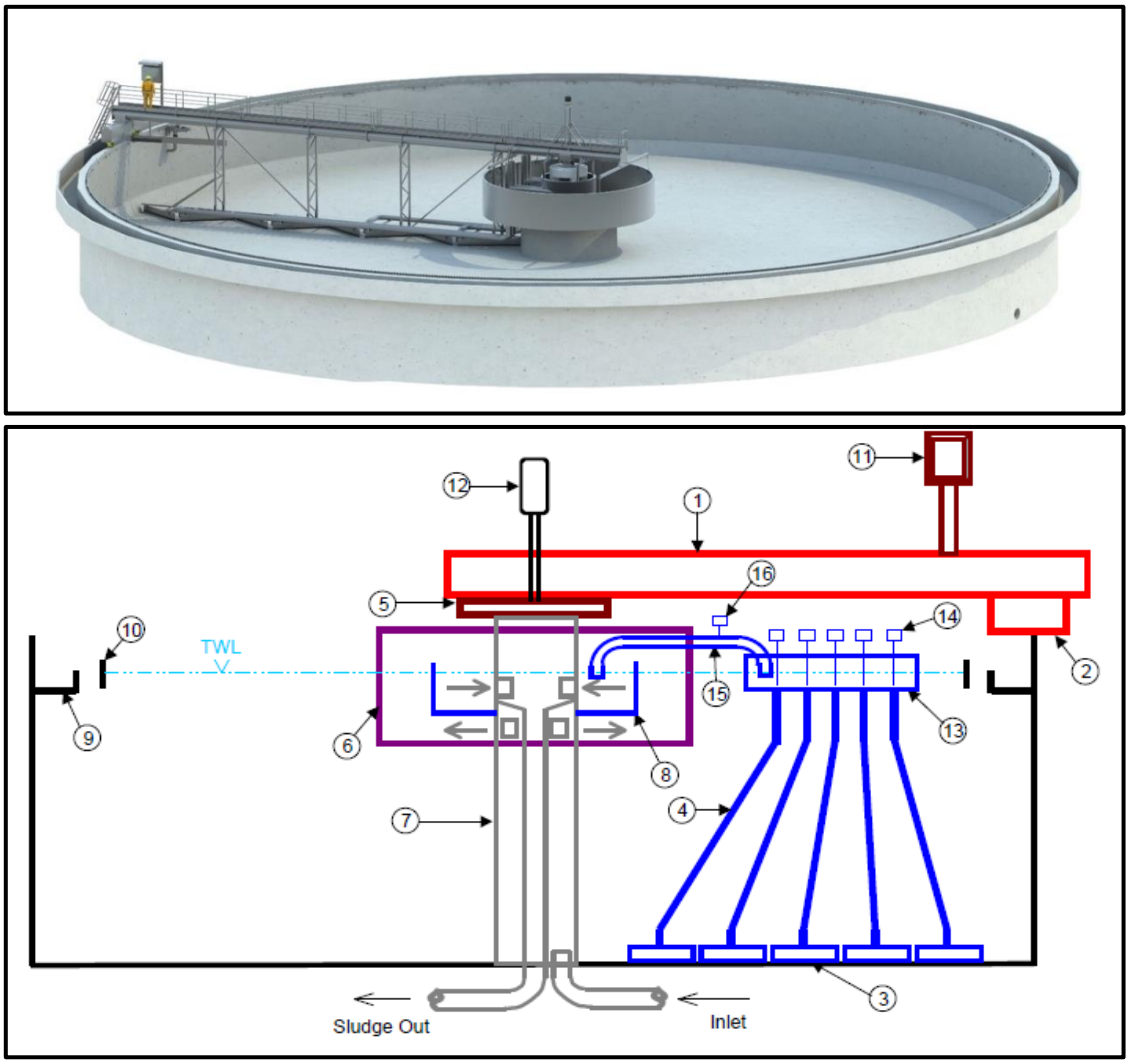
شکل ۴-۸- لجن‌روب پارویی کرکره‌ای با محرک محیطی[1]

1- Peripheral Drive Plow Blade Scraper

۴-۴-۲-۶- لجن‌روب مکشی

مشخصات این لجن‌روب باید مطابق توضیحات ردیف ۴-۴-۱-۷ باشد.

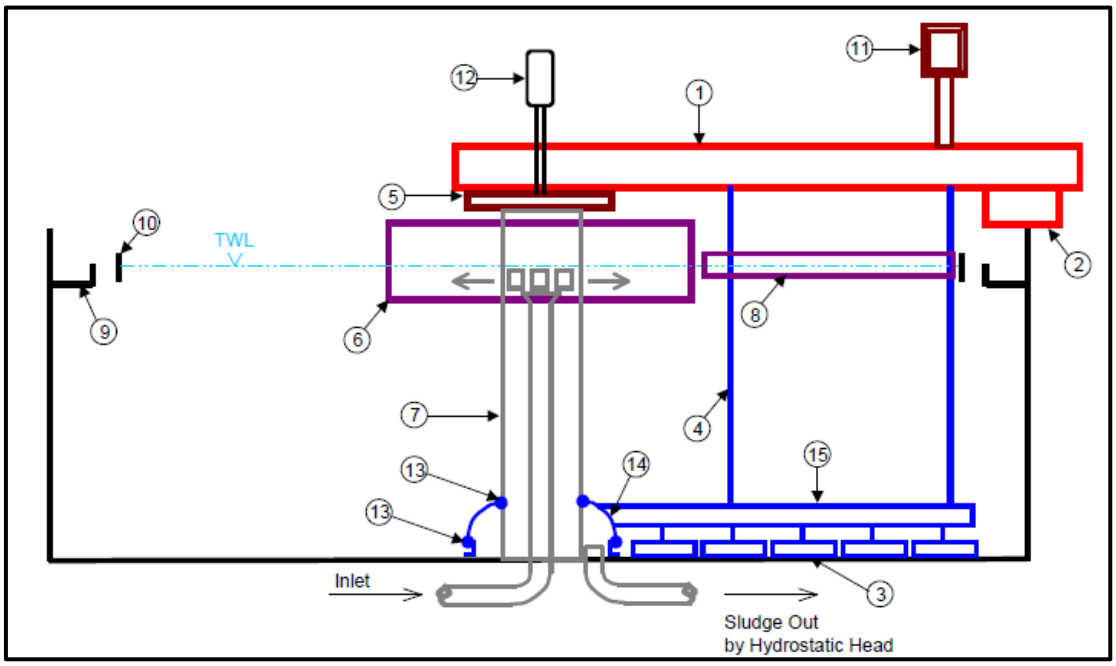
شکل‌های (۴-۹) و (۴-۱۰) انواع لجن‌روب‌های مکشی را نشان می‌دهد.



۱- نیم‌پل متحرک
۲- محرک
۳- تیغه‌های لجن‌روبی V شکل
۴- لوله‌های بالابرنده
۵- اسلوینگ رینگ بیرینگ و لولای مرکزی
۶- استوانه توزیع جریان
۷- ستون‌های مرکزی
۸- پاشویه جمع‌آوری لجن
۹- پاشویه پساب
۱۰- صفحه مانع کف
۱۱- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل
۱۲- اسلیپ رینگ
۱۳- کانال نیمه مستغرق جمع‌آوری لجن
۱۴- تنظیم کننده جریان
۱۵- سیفون متحرک
۱۶- سیستم ایجاد خلا

شکل ۴-۹- لجن‌روب مکشی با استفاده از لوله‌های بالابرنده با محرک محیطی به صورت نیم پل[1]

1- Peripheral Drive Half Bridge, Uptake Pipe Suction Scraper



۱- نیم‌پل متحرک
۲- محرک
۳- تیغه‌های لجن‌روبی V شکل
۴- بازوهای معلق
۵- اسلوینگ رینگ بیرینگ و لولای مرکزی
۶- استوانه توزیع جریان
۷- استوانه مرکزی
۸- تیغه کفاب‌روب
۹- پاشویه خروجی
۱۰- صفحه مانع کف
۱۱- تابلوی کنترل مستقر بر روی پل
۱۲- اسلیپ رینگ
۱۳- آب‌بندهای متحرک
۱۴- چندراهه متحرک
۱۵- مجرای اصلی جمع‌آوری

شکل ۴-۱۰- لجن‌روب مکشی با استفاده از هدر و مانیفلد با محرک محیطی به صورت نیم پل[1]

۴-۴-۲-۷- کفاب‌روب

مشخصات کفاب‌روب باید مطابق توضیحات ردیف ۴-۴-۱-۸ باشد.

۴-۵- مشخصات فنی اجزای لجن‌روب مخازن مستطیلی

۴-۵-۱- لجن‌روب‌های چرخ و زنجیری

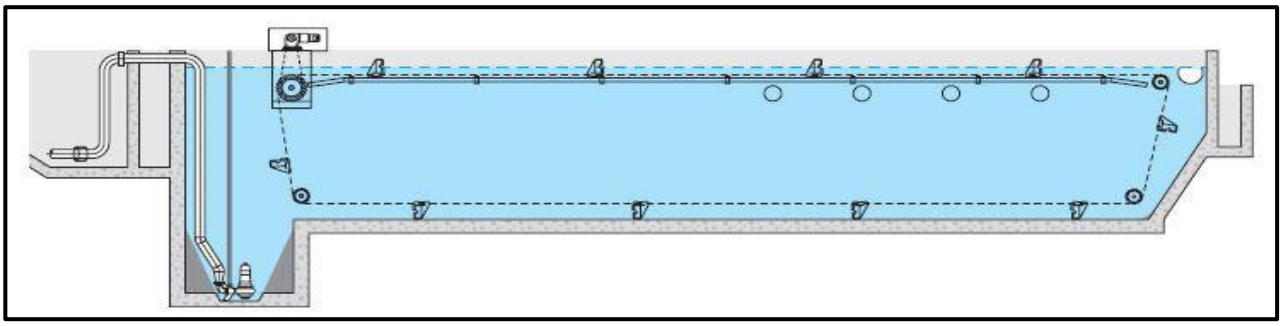
لجن‌روب باید شامل مجموعه محرک، الکتروموتور گیربکس، و تجهیزات اضافه بار، چرخ زنجیر[2] و زنجیر انتقال قدرت[3]، شفت سرتاسری محرک[4]، چرخ زنجیرهای هرزگرد[5] و شفت‌های کوتاه یک سرگیردار[6]، زنجیرهای لجن‌روب[7]،

1- Peripheral Drive Half Bridge, Header and Manifold Suction Scraper
2- Drive Sprocket
3- Drive Chain
4- Drive Shaft
5- Idle Sprocket
6- Stub Shaft
7- Collector Chain

یاتاقان‌های دیواری[1] و دیوارکوب‌ها[2]، ریل‌های حرکتی[3] و نهایتا تیغه‌های لجن‌روب[4] و ملزومات آن از جمله کفشک‌های سایشی[5] و پیچ و مهره‌ها و انکربولت‌ها باشد.

در صورتی که لجن‌روب عهده‌دار جمع‌آوری هم‌زمان لجن ته‌نشین شده در کف مخزن و کفاب تجمع یافته بر روی سطح آب باشد، زنجیرهای لجن‌روب بر روی چهار زوج چرخ زنجیر حرکت می‌کنند. در صورتی که لجن‌روب تنها عهده‌دار جمع‌آوری لجن در کف مخزن باشد، می‌توان از سه و یا دو زوج چرخ زنجیر استفاده نمود.

شکل‌های (۴-۱۱)، (۴-۱۲) و (۴-۱۳) انواع لجن‌روب‌های چرخ و زنجیری را نشان می‌دهد.

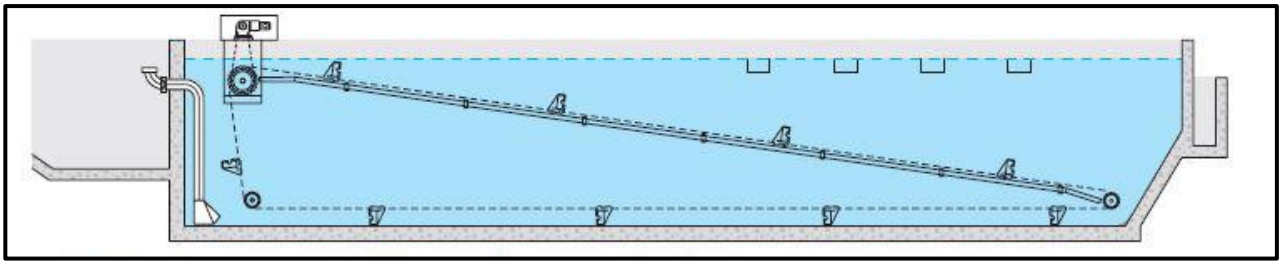


لجن‌روب ۴ محوره (جمع‌آوری توامان لجن و و مواد شناور)

نحوه عملکرد: لجن‌روب چرخ زنجیری لجن کف را به یک قیف و مواد شناور را به یک لوله جمع‌آوری کفاب، هدایت می‌کند.

کاربرد: تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و صنعتی

شکل ۴-۱۱- لجن‌روب چرخ و زنجیری (چهار زوج چرخ زنجیر)



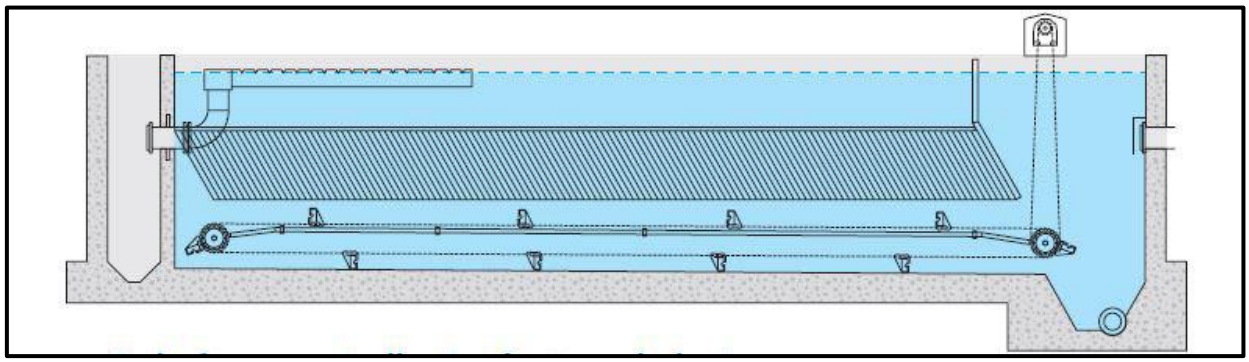
لجن‌روب ۳ محوره (جمع‌آوری لجن)

نحوه عملکرد: لجن‌روب چرخ زنجیری لجن را به سمت محل خروجی هدایت می‌کند.

کاربرد: تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و صنعتی

شکل ۴-۱۲- لجن‌روب چرخ و زنجیری (سه زوج چرخ زنجیر)

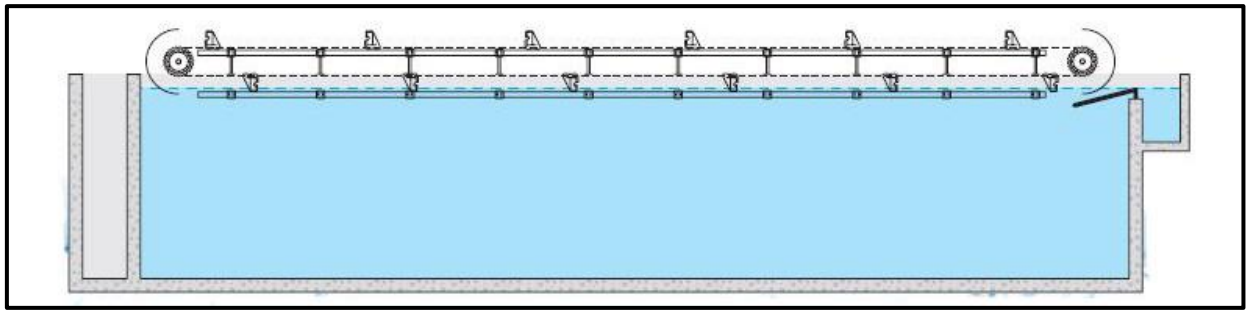
1- Wall Bearings
2- Surpport Brackets
3- Rails
4- Flights
5-Wear Shoes



لجن‌روب دو محوره (جمع‌آوری لجن)

نحوه عملکرد: لجن‌روب چرخ زنجیری لجن را به سمت یک قیف هدایت می‌کند.

کاربرد: تصفیه‌خانه آب که در آن لجن‌روب در زیر صفحات لاملا نصب می‌شود.



لجن‌روب دو محوره (جمع‌آوری مواد شناور)

نحوه عملکرد: لجن‌روب چرخ زنجیری مواد شناور را به سمت یک شیب راهه و نهایتا کانال جمع‌آوری مواد شناور هدایت می‌کند.

کاربرد: جمع‌آوری مواد شناور

شکل ۴-۱۳- لجن‌روب چرخ و زنجیری (دو زوج چرخ زنجیر)

برای لجن‌روب‌های چرخ زنجیری، جابه‌جایی عمودی تیغه‌ها (در حالتی که مخزن پر باشد) ۱ سانتی‌متر و جابه‌جایی افقی آن می‌تواند حداکثر $\frac{L}{100}$ باشد (L معادل طول تیغه). بار وارده بر روی زنجیر باید براساس مقادیر اعلام شده در جدول (۴-۱)، نیروهای اصطکاکی در حالت کارکرد و بار ناشی از خلاصی زنجیر محاسبه گردد. مجموعه این بارها نباید از ده درصد بار گسیختگی زنجیر تجاوز نماید. طول تیغه‌ها در هیچ شرایطی نباید بیش از ده متر باشد.

حداقل از هر پنج تیغه با فاصله طولی حداکثر ۶ متر، یکی باید مجهز به یک نوار الاستیک قابل تعویض باشد.

محرک باید مجهز به یک شفت پیوسته بوده و از طریق یک قطع‌کننده جریان با کنترل گشتاور محافظت شود.

علاوه بر این لجن‌روب باید مجهز به سیستم هشداردهنده خرابی باشد.

۴-۵-۱-۱- محرک

مجموعه محرک باید شامل الکتروموتور، گیربکس و متعلقات الکتریکی برای به حرکت در آوردن لجن‌روب باشد.

الف- الکتروموتور باید از نوع TEFC (کاملا بسته با خنک‌کن پروانه‌ای)، سرعت ثابت با توان کافی برای راه‌اندازی و کارکرد دائمی لجنروب بدون هیچ‌گونه اضافه بار باشد. الکتروموتور باید مطابق استاندارد NEMA یا IECو

مناسب برای ولتاژ ۴۰۰ ولت و ۵۰ هرتز و با ضریب بارگذاری ۱/۱۵ و IP55 باشد. الکتروموتور باید به صورت مستقیم و یا توسط یک کوپلینگ ارتجاعی به گیربکس متصل شود. استفاده از اتصال تسمه پروانه‌ای مجاز نیست.

ب- گیربکس باید از نوع مارپیچی و یا حلزونی، کاملا بسته، غرق در روغن همراه با بیرینگ‌های ضد اصطکاک باشد.

۴-۵-۱-۲- زنجیرهای فلزی[1]

زنجیرهای محرک ترجیحا باید دارای گام استاندارد 66.04 mm (2.6 inch) با ظرفیت بار حداقل 10 KN و زنجیرهای لجن‌روب باید ترجیحا دارای گام استاندارد 152.4 mm (6 inch) با ظرفیت بار حداقل 15.7 KN باشند.

زنجیرهای لجن‌روب فلزی باید از فلزات مقاوم در مقابل خوردگی ساخته شده و دارای مقاومت کششی 550 MPa و سختی ۲۲۹-۱۷۹ برینل باشند.

بر روی تجهیز باید تمهیداتی جهت سفت کردن زنجیر محرک و رفع لقی‌های احتمالی پیش‌بینی شود. بر روی زنجیر لجن‌روب باید تمهیداتی برای برقراری اتصال صلب با تیغه‌های لجن‌روب پیش‌بینی نمود.

۴-۵-۱-۳- زنجیرهای غیرفلزی[2]

زنجیر محرک باید ترجیحا دارای گام استاندارد 66.04 mm و زنجیر لجن‌روب باید ترجیحا دارای گام استاندارد 152.4 mm باشد. جنس زنجیر باید از انواع ترموپلاستیک مورد استفاده در ساخت قطعات دقیق دارای سختی بالا، مقاوم در مقابل تغییر شکل، ضد سایش و با اصطکاک کم باشد. همچنین زنجیرهای محرک باید در مقابل اشعه ماورای بنفش دارای مقاومت بالا باشد.

زنجیر لجن‌روب باید دارای ظرفیت بار حداقل 8 KN و تمهیداتی برای برقراری اتصال صلب با تیغه‌ها باشد.

۴-۵-۱-۴- تیغه‌های لجن‌روب از جنس فایبرگلاس[3]

ابعاد متداول تیغه‌های لجن‌روب ۱۵۰×۵۰ میلی‌متر و یا ۲۰۰×۷۵ میلی‌متر می‌باشند که انحصارا برای لجن‌روب طراحی شده‌اند. تیغه‌های لجن‌روب باید دارای رشته‌های پیوسته فایبرگلاس باشند که تمامی سطح تیغه را در بر گرفته باشد، همچنین تیغه‌ها باید دارای یک نوار در سمت جلویی لجن‌روب باشدکه تمیزکردن کف مخزن را تضمین نماید. لجن‌روب باید شامل قطعاتی باشدکه تیغه‌ها را به زنجیر متصل نماید.

1- Metallic Chains
2- Non metallic Chains
3- Fiberglass Flights

۴-۵-۱-۵- کفشک‌های سایشی

هر تیغه لجن‌روب باید مجهز به کفشک‌های سایشی پلی یورتان یا مشابه به ضخامت حداقل mm ۱۲ باشند که روی ریل کف و ریل مسیر برگشت حرکت کنند. کفشک‌های سایشی باید دارای دورو با دو سطح فرسایشی قابل استفاده باشند. با به کارگیری این کفشک‌ها سایش در محل تماس تیغه‌ها و ریل حذف و به کفشک‌ها منتقل می‌شود.

۴-۵-۱-۶- ریل کف[1]

دو ریل T شکل باید تهیه و در کف تانک براساس توصیه‌های سازنده نصب شود.

۴-۵-۱-۷- ریل مسیر برگشت[2]

ریل مسیر برگشت باید از نبشی‌های فولادی ضخیم همراه با بست‌های فولادی به ضخامت mm 6 تشکیل گردد. هر بست باید برای اتصال یک طرفه ریل به دیوار طراحی شود. فاصله بین بست‌ها باید حداکثر ۳۰۰ سانتی‌متر بوده که توسط دو بلت به دیوار وصل شده باشد.

۴-۵-۱-۸- چرخ زنجیرهای فلزی

چرخ زنجیرها باید دارای سطوح سخت کاری شده به عمق حداقل 5mm و با درجه سختی حداقل ۳۶۰ برینل باشد. چرخ زنجیرهای محرک باید با یک اتصال خاری به شفت اصلی متصل شوند. چرخ زنجیرهای لجن‌روب و چرخ زنجیرهای محرک باید از نوع چند تکه باشند. چرخ زنجیر محرک باید دارای یک بوش ترجیحا برنزی بوده و برای حفاظت کامل از تجهیزات در حالت بار اضافی مجهز به یک پین برشی باشد.

۴-۵-۱-۹- چرخ زنجیرهای غیرفلزی

چرخ زنجیرهای غیرفلزی باید از جنس پلی آمید (نایلون) و یا HDPE باشند. این چرخ زنجیرها نیز باید از نوع چند تکه بوده که توسط پیچ و مهره‌های فولاد ضدزنگ به یکدیگر متصل می‌شوند.

گام چرخ زنجیرهای محرک ترجیحا باید mm 66.4 و گام چرخ زنجیرهای لجن‌روب mm 152.4 باشد.

۴-۵-۱-۱۰- شفت‌ها

تعیین ابعاد شفت‌ها باید براساس ابعاد تانک و موقعیت قرارگیری چرخ زنجیرها باشد، هر لجن‌روب مجهز به یک شفت اصلی سراسری و چندین شفت کوتاه یک سرگیردار به تعداد چرخ زنجیرهای هرزگرد می‌باشد. حداکثر انحراف شفت

1- Bottom Rail
2- Return Rail

اصلی باید ۴ میلی‌متر به ازای هر متر طول شفت باشد. شفت اصلی باید از جنس فولاد توپر بوده که راستای آن توسط دو مجموعه طوقه تنظیم گردد. شفت اصلی باید کل عرض تانک را پوشش داده و در یاتاقان‌هایی که بر روی دیواره مخزن مستقر شده‌اند، به گردش در آید. قطر شفت باید مناسب برای انتقال توان لازم باشد.

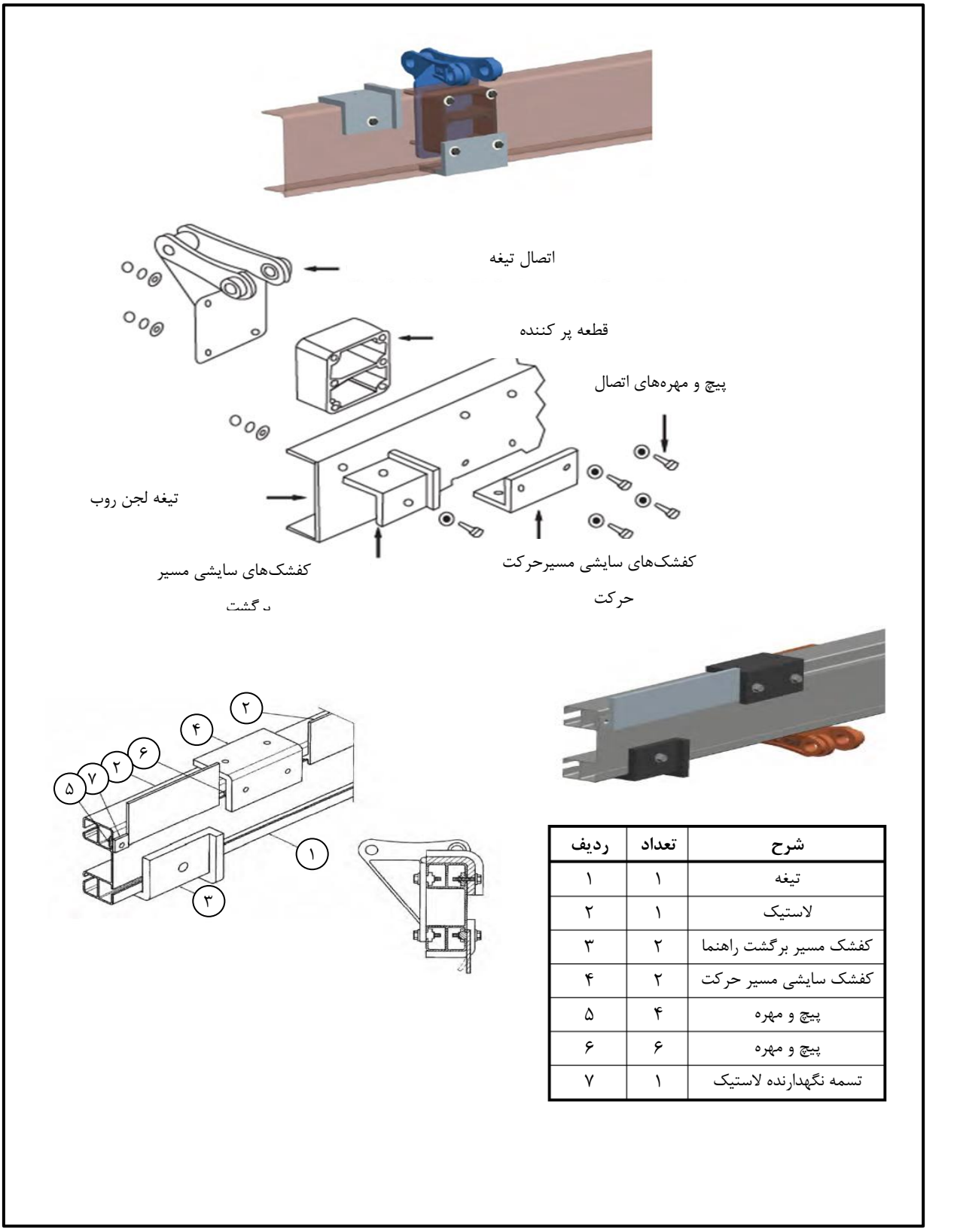
۴-۵-۱-۱۱- یاتاقان‌ها

یاتاقان‌های زیر تراز آب باید از جنس چدن با پوشش بابیتی یا UHMW با قابلیت روانکاری توسط آب و خود تنظیم بوده و به گونه‌ای طراحی شده باشند که از تجمع مواد جامد ته‌نشین شده بر روی سطوح آن، جلوگیری به عمل آید. یاتاقان‌ها باید مستقیما بر روی دیواره مخزن به گونه‌ای نصب شوند که به سادگی قابل تنظیم باشند. یاتاقان‌های کشویی باید قابلیت نصب یک طرفه و مجهز به پایه فولادی را دارا باشند. این یاتاقان‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که نیازی به هیچ‌گونه تو رفتگی در بتن برای تنظیم خلاصی نباشد.

۴-۵-۱-۱۲- سیستم حفاظت اضافه بار

کشش بیش از حد زنجیر، پارگی زنجیر و شکستگی اتصالات تیغه لجن‌روب باید توسط سیستم حفاظت حس گردد. علاوه بر این از یک پین برشی باید به عنوان حفاظت اضافه بار استفاده نمود.

شکل (۴-۱۴) اجزای لجن‌روب چرخ و زنجیری را نشان می‌دهد.



ردیف	تعداد	شرح
۱	۱	تیغه
۲	۱	لاستیک
۳	۲	کفشک مسیر برگشت راهنما
۴	۲	کفشک سایشی مسیر حرکت
۵	۴	پیچ و مهره
۶	۶	پیچ و مهره
۷	۱	تسمه نگهدارنده لاستیک

شکل ۴-۱۴- اجزای لجن‌روب چرخ و زنجیری

۴-۵-۲- لجن‌روب با پل رفت و برگشتی

مجموعه پل شامل یک پل متحرک به همراه عرشه، یک زوج ارابه چرخ‌ها با چرخ‌های محرک[1] و هرزگرد[2] در دو طرف پل، محرک پل مستقر در مرکز که با یک شفت به چرخ‌های محرک هر یک از زوج ارابه متصل می‌شود و یا دو محرک مجزا که به چرخ محرک هر یک از ارابه‌ها متصل است، سیستم جمع‌آوری لجن و تابلوی قدرت و کنترل می‌باشد. مجموعه محرک باید به گونه‌ای طراحی شود که حداکثر بارهای افقی وارده بر پل و سیستم جمع‌آوری لجن را تحمل نماید. در صورت لزوم به کارگیری دو محرک، سنکرون کردن آن‌ها الزامی است.

در صورت استفاده از چرخ‌های لاستیکی پل باید مجهز به چهار چرخ راهنمای افقی[3] طبق جدول (۴-۳) بوده تا از لغزش جانبی پل ممانعت به عمل آورد.

حداکثر فشار مجاز اعمال شده بر روی چرخ‌های لاستیکی باید ۲/۵ مگانیوتن بر مترمربع و بر روی چرخ‌های پلی یورتان ۵ مگانیوتن بر مترمربع باشد. درجه سختی لاستیک چرخ‌ها باید مطابق با استاندارد shore 60-70 A باشد.

حرکت پل می‌تواند به جای چرخ‌های لاستیکی، از طریق چرخ‌های فولادی برروی ریل و یا چرخ‌های دندانه‌دار بر روی ریل دندانه‌دار صورت پذیرد. ریل‌های حرکتی باید از نوع مخصوص فولاد ریلی همراه با بست و بلت‌های اتصال به دیواره مخزن باشند.

محرک بالابر لجن و کفاب‌روب‌های مخازن مستطیلی باید از نوع ترمزدار و یا ابزاری با عملکرد مشابه باشد.

۴-۵-۲-۱- ساختمان پل

پل باید برای پوشش دادن کل عرض تانک طراحی شده و بتواند تمامی بارهای وارده برای عملکرد مناسب مکانیزم لجن‌روب را تحمل نماید. بار وارده ناشی از لجن به ازای هر متر طول لجن‌روب، مطابق جدول (۴-۱) بوده و بار زنده بر روی عرشه پل معادل ۱۵۰۰ پاسکال می‌باشد. حداکثر خیز پل در اثر تمامی بارها منهای بارهای زنده نباید از ۱/۵۰۰ طول دهانه پل تجاوز کند. عرشه پل باید دارای عرض مفید حداقل ۸۰ سانتی‌متر بوده و توسط ورق و یا گریتینگ پوشش داده شود. پل باید از فولاد ساختمانی و به صورت تیر و یا خرپا باشد.

۴-۵-۲-۲- محرک پل

مجموعه محرک باید شامل الکتروموتور، گیربکس و متعلقات الکتریکی برای به حرکت در آوردن لجن‌روب باشد.

1- Driven Wheel
2- Idle Wheel
3- Lateral Guide Roller

الف- الکتروموتور باید از نوع TEFC (کاملا بسته با خنک‌کن پروانه‌ای)، سرعت ثابت با توان کافی برای راه‌اندازی و کارکرد دائمی بدون هیچ‌گونه اضافه بار باشد. الکتروموتور باید مطابق استاندارد NEMA و یا IEC و مناسب برای ولتاژ ۴۰۰ ولت و ۵۰ هرتز و با ضریب بارگذاری ۱/۱۵ و IP55 باشد. الکتروموتور باید به صورت مستقیم و یا توسط یک کوپلینگ ارتجاعی به گیربکس متصل شود. استفاده از اتصال تسمه پروانه‌ای مجاز نیست.

ب–گیربکس باید از نوع مارپیچی و یا حلزونی، کاملا بسته، غرق در روغن همراه با بیرینگ‌های ضد اصطکاک باشد. باید در خصوص به کارگیری از یک محرک و یا دو محرک بسته به طول پل و بار لجن، بررسی‌های لازم به عمل آید.

شفت محرک باید به گونه‌ای طراحی شود تا بتواند در مقابل تمامی بارهای خمشی و پیچشی در هنگام راه‌اندازی و عملکرد سیستم مقاومت کند. شفت محرک باید توسط یاتاقان‌های گریس‌خور نگهداری شود.

۴-۵-۲-۳- سیستم انتقال برق

در روش اول باید از یک سیم بکسل فولاد ضدزنگ یا ریل که در طول مخزن امتداد یافته و در دو انتها ثابت شده، استفاده شود. بر روی سیم بکسل و یا ریل قرقره‌هایی تعبیه می‌شود که عهده‌دار، نگهداری کابل برق تغذیه محرک‌های پل هستند. با حرکت رفت و برگشتی پل در یک انتها، کابل‌ها کشیده شده و در انتهای دیگر کابل‌ها به صورت حلقه‌های چین خورده در آمده که هر حلقه به یک قرقره مجزا متصل شده است. برای قابلیت بهتر چین خوردن، کابل‌ها باید از نوع تخت باشند.

در روش دوم که از یک قرقره کابل با قابلیت پیچیدن و باز کردن کابل برق استفاده می‌شود، همواره باید یک کشش ثابت بر روی کابل وجود داشته باشد. بدین منظور می‌توان از کابل جمع‌کن‌های فنری در مخازن با طول کوتاه و یا کابل جمع‌کن‌های موتوری در مخازن طویل استفاده نمود. در کابل جمع‌کن‌های فنری، نیروی کششی اعمال شده به کابل باید با استفاده از فنرهای اسپیرال با دوام حداقل ۱۰۰۰۰۰ سیکل کاری و متناسب با طول مسیر حرکتی و سرعت خطی پل صورت پذیرد.

کابل جمع‌کن‌ها باید مجهز به رولیک‌های هدایت کابل بر روی قرقره باشند و یا اینکه قطرکابل جمع‌کن به اندازه ای باشد که تنها یک ردیف کابل برروی آن قرار گیرد. برای حفاظت کابل در انتهای ثابت، قرقره باید مجهز به یک ابزار آزادسازی تنش باشد.

در روش سوم برق رسانی، میتوان از سیستم شین بسته باپوشش آلومینیوم و یا پی وی سی و مجهز به هادی‌های مسی همراه با جاروبک‌های متحرک استفاده نمود. ظرفیت این سیستم براساس توان مصرف کننده‌های روی پل متحرک محاسبه می‌گردد. در پوشش این سیستم باید تمهیدات لازم برای ضربه‌پذیری، انعطاف‌پذیری و حفاظت از هادی‌ها پیش‌بینی شود. همچنین جاروبک‌ها باید در مقابل فرسایش زود هنگام مقاوم باشند. سیستم باید مجهز به گردگیر (زیپ) بوده و برای طول‌های بیش از ۶۰ متر دارای درز انبساط باشد. حداقل درجه حفاظت سیستم باید معادل IP33 باشد.

۴-۵-۲-۴- لجن‌روب پارویی

در مخازن ته‌نشینی اولیه که حجم لجن کم‌تر است و اولویت اولیه، افزایش غلظت لجن می‌باشد، به کارگیری لجن‌روب‌های پارویی انتخاب اول خواهد بود. تیغه‌های لجن‌روب باید از مقاطع فولادی با ارتفاع حداقل ۳۰۰ میلی‌متر همراه با نوارهای لاستیک نئوپرین قابل تنظیم برای جمع‌آوری لجن باشد. تیغه‌های لجن‌روب باید توسط اتصالات لولایی به سازه اصلی پل اتصال یابند. در یک سمت حرکتی (غالبا در سمت مخالف مسیر جریان سیال در مخزن) پاروهای لجن‌روب در کف مخزن مستقر شده و اقدام به جمع‌آوری و هدایت لجن به سمت قیف‌های جمع‌آوری لجن خواهند نمود. در این مسیر حرکتی پاروهای کفاب‌روب باید بالاتر از تراز آب قرار گیرند. در انتهای این مسیر باید از دو استاپر لاستیکی استفاده شود. مضافا آن که سیگنال دریافتی از سوییچ حدی به سیستم کنترل، باید سبب برعکس کردن جهت حرکتی پل و هم‌زمان بلند کردن پاروهای لجن‌روب از کف مخزن و پایین آوردن پاروهای کفاب‌روب و قرار دادن آن در سطح آب و هدایت کفاب به سمت پاشویه جمع‌آوری کفاب شود. در انتهای مسیر حرکتی مقابل، باید استاپرهای لاستیکی و سوییچ حدی دیگری تعبیه نمود تا ضمن تغییر مسیر حرکتی، وضعیت پاروهای لجن و کفاب‌روب را به وضعیت اولیه بازگرداند.

عمل بالا و پایین بردن پاروهای لجن و کفاب‌روب باید توسط یک محرک مجزا صورت پذیرد.

شکل (۴-۱۵) لجن‌روب پارویی با پل رفت و برگشتی را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱۵- لجن‌روب پارویی با پل رفت و برگشتی[1]

1- Reciprocating Bridge Blade Sludge Scraper

۴-۵-۲-۵- لجن‌روب مکشی

سیستم‌های جمع‌آوری لجن مکشی توسط ایجاد خلا و یا سیفونی، بیش‌تر در مخازن ته‌نشینی ثانویه فرآیند لجن فعال به کار گرفته می‌شوند که در آن حجم فراوانی از لجن باید جمع‌آوری شود.

الف- جمع‌آوری لجن با ایجاد خلا: پل متحرک باید مجهز به کلگی‌های مکش لجن که از پل آویزان شده، باشند. کلگی‌ها باید مجهز به هادی‌هایی از جنس نئوپرین باشد که تمامی سطح ته‌نشینی را پوشش داده و لجن را به سمت لوله مکنده هدایت کند. سیستم خلا باید توسط یک پمپ خودمکش که بر روی پل نصب شده، عمل کند.

ب- سیفون‌های جمع‌آوری لجن: در این روش، پل لجن‌روب باید مجهز به سیفون‌های جمع‌آوری لجن باشد. هر سیفون می‌تواند از یک لوله اصلی افقی موازی کف مخزن که دارای روزنه‌های متعدد با فواصل یکسان می‌باشد و یا یک ورودی با قطر بزرگ و تیغه‌های هادی از جنس نئوپرین که تمامی سطح را تحت پوشش قرار داده و لجن را به سمت مکنده لجن هدایت می‌کند، تشکیل گردد. خروجی سیفون باید در چاهک لجن مستغرق باشد.

یک پمپ خلا باید برای ایجاد مکش در سیفون تامین شود. پمپ باید از طریق یک مخزن بسته به لوله سیفون متصل شود. روشن شدن پمپ خلا به صورت دستی و خاموش شدن آن باید پس از رسیدن آب به داخل مخزن و ارسال فرمان سنسور سطحی که در تراز مناسب در داخل مخزن تعبیه شده است، صورت پذیرد.

میزان جمع‌آوری لجن از طریق هر لوله سیفون می‌تواند به صورت دستی توسط یک شیر مخروطی که روی پل تعبیه شده و یا توسط یک پینچ ولو با محرک نیوماتیک کنترل شود. تعیین قطر شیر باید به صورتی باشد که در حالت کاملا باز هیچ‌گونه مانعی بر سر جریان در لوله سیفون ایجاد ننماید. تنظیم جریان از طریق هر پینچ ولو باید در ابتدا به صورت دستی و سپس به صورت مستقل توسط مدار فرمان صورت پذیرد. سیستم فرمان باید به گونه‌ای طراحی شود که جریان به صورت روزانه برای تمیز کردن خط به حداکثر رسیده (شیر کاملا باز شده) و سپس به مقادیر از پیش تعیین شده باز گردد.

میزان جریان لجن از طریق سیفون می‌تواند با پیش‌بینی یک جعبه کنترل در بخش انتهایی پل تنظیم گردد. جعبه کنترل باید دارای عمق مناسب بوده تا به اندازه تراز آب داخل مخزن پر شود. خروجی از جعبه کنترل می‌تواند توسط یک دریچه دستی، نیوماتیکی، هیدرولیکی و یا الکترومکانیکی تنظیم شود.

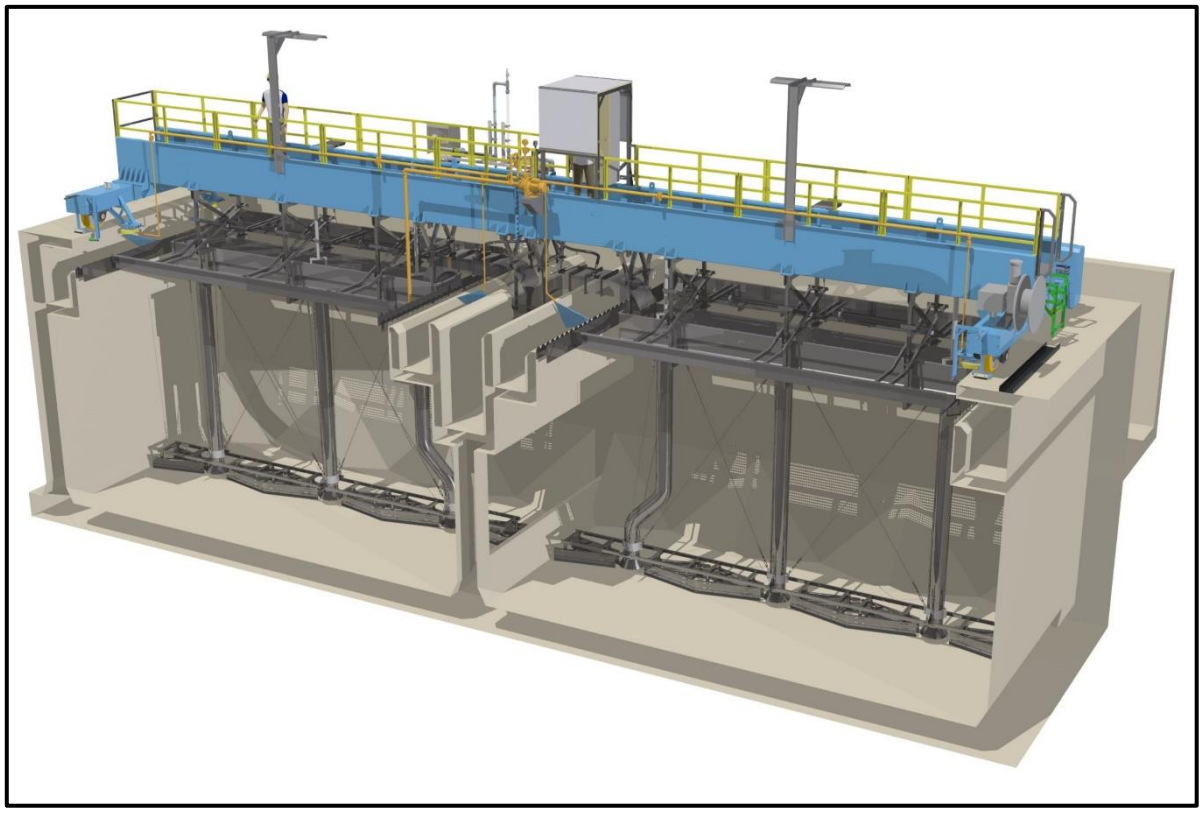
پ- جمع‌آوری لجن توسط ایرلیفت: پل لجن‌روب باید دارای کلگی‌های مکش لجن بوده که از پل آویزان باشند. هر یک از کلگی‌ها باید مجهز به تیغه‌های هادی از جنس نئوپرین باشند که ضمن پوشش تمامی سطح مخزن، لجن را به سمت لوله بالا برنده هدایت کند. لوله‌های بالابرنده لجن، باید براساس ۱۰۰ درصد جریان متوسط روزانه طراحی شوند. هوای پمپ ایرلیفت باید توسط یک بلوئر رفت و برگشتی و یا کمپرسور سانتریفوژ که بر روی پل تعبیه شده است، تامین گردد.

مسیر خط هوا باید مجهز به شیر تنظیم جریان و قطع و وصل باشد. پمپ ایرلیفت باید از مواد مقاوم در مقابل خوردگی ساخته شده و برای تحمل بارهای سازه‌ای و دینامیکی به خوبی تقویت شود. ظرفیت، میزان غوطه‌وری و میزان هوای لازم باید برای پمپ ایرلیفت محاسبه گردد.

۴-۵-۲-۶- جمع‌آوری کفاب

از یک کفاب‌روب با قابلیت تغییر موقعیت ارتفاعی باید برای جمع‌آوری کفاب از سطح مخزن استفاده نمود. مکانیزم کفاب‌روب باید به پل متصل شده و از یک تیغه که تمامی عرض پل را پوشش می‌دهد، تشکیل شود. تیغه باید در یک جهت حرکتی پل به جمع‌آوری کفاب پرداخته و آنرا در پاشویه کفاب که در انتهای مخزن تعبیه شده، تخلیه نماید و درسمت مخالف حرکت، از سطح آب بلند شود.

شکل (۴-۱۶) لجن‌روب مکشی با استفاده از لوله‌های بالابرنده و پل رفت و برگشتی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۶- لجن‌روب مکشی با استفاده از لوله‌های بالابرنده و پل رفت و برگشتی[1]

1- Reciprocating Bridge, Uptake Pipe Suction Scraper

۴-۶- اتصالات اجزای لجن‌روب

نحوه برقراری اتصالات اجزای لجن‌روب از طریق پیچ و مهره و یا جوش صورت می‌پذیرد. نظر به اهمیت این اتصالات در تداوم عملکرد لجن‌روب به خصوص در اجزای مستغرق، باید موارد ذیل مد نظر قرار گیرد.

۴-۶-۱- اتصال جوشی

اتصالات جوشی باید با توجه به دستورالعمل‌های مندرج در استانداردهای معتبر صورت پذیرد. در این خصوص لازم است تمامی پیش نیازهای عملیات اجرایی شامل مشخصات روش‌های جوشکاری[1] و گزارش تایید روش‌های جوشکاری[2] و ارزیابی صلاحیت جوشکاران مطابق استاندارد، به تایید بازرس خریدار برسد.

در فرآیند جوشکاری تجهیزات لجن‌روب می‌توان به استانداردهای انجمن جوشکاری ایران و یا استانداردهای بین‌المللی همانند انجمن جوشکاری آمریکا[3] مراجعه نمود.

۴-۶-۲- اتصالات پیچ و مهره

به منظور امکان مونتاژ دقیق و سریع اجزای لجن‌روب و تعویض و یا تعمیر قطعات فرسوده باید حتی‌المقدور از اتصالات پیچ و مهره‌ای بهره گرفت.

سازنده موظف است با استفاده از استانداردهای معتبر، پس از بررسی نوع نیروهای وارده بر پیچ و مهره و طبقه‌بندی نوع اتصالات، برشی، کششی و فشاری و یا ترکیبی و تعیین ضرایب بارگذاری نسبت به انجام محاسبات و انتخاب پیچ و مهره اقدام نماید. کلیه این اقدامات و همچنین فرآیند ساخت، تحویل و انبارش پیچ و مهره‌ها باید با تایید و نظارت نماینده خریدار صورت پذیرد.

نظر به تنوع پیچ و مهره‌های مورد استفاده در ساخت لجن‌روب، حمل پیچ و مهره‌های مختلف باید در بسته‌بندی‌های مجزا و با ذکر تعداد و نوع بر روی بسته صورت پذیرد.

۴-۷- جنس

جنس سازه پل شامل عرشه، بازوها، لجن‌روب‌ها، نرده‌ها و پوشش کف عرشه پل در قالب جدول شماره (۴-۶) ارائه شده است.

1- WPS- Welding Procedure Specification
2- PQR – Procedure Qualification Record
3- AWS- American Welding Society

جنس سایر اجزا به شرح زیر می‌باشد.

- **چرخ‌های پل متحرک بابستر حرکتی دیوار بتنی**

پوسته: چدن، فولاد

لاستیک: لاستیک فشرده با سختی Shore 60-70A

- **چرخ‌های پل متحرک بابستر حرکتی ریلی**

چرخ: چدن ویا فولادسخت کاری شده بادرجه سختی حداقل 200HB

ریل:مطابق استانداردهای ریلهای سبک

- **چرخ‌های راهنمای لجن‌روب**

پلی یورتان – پلی الفین با درجه سختی ۷۵

- تیغه لاستیکی لجن‌روب

نئوپرین

- **پیچ و مهره**

قطعات غیرمستغرق:فولادآلیاژی مطابق استاندارد ASTM F568 و فولاد ضدزنگ مطابق استاندارد ASTM F593و F594

قطعات مستغرق: فولاد ضدزنگ مطابق استاندارد F593 وASTM F594

- **انکر بولت**

از جنس کربن استیل مطابق استاندارد F1554 و ASTM A307

- **لجن‌روب‌های چرخ زنجیری**

شفت‌های اصلی:

C1018 , C1045 , SS316 , SS304

زنجیر:

نایلون، پلی استر، SS304 , SS316 , SS403، چدن، چکش‌خوار با پین‌های فولاد ضدزنگ

چرخ زنجیر: UHMW – چدن داکتیل با دندانه‌های فولاد ضدزنگ، نایلون، SS304، SS316

چرخ زنجیر هرزگرد:

پلی اکسی متیلن (POM)

تیغه‌های لجن‌روبی:

SS304 , SS316 , AL , FRP , GRP (با ۶۰ تا ۷۰ درصد پشم شیشه)

ریل‌های فوقانی و تحتانی:

SS316 , SS304, GRP , PP

بیرینگ‌های دیواری:

نایلون و یا چدن با پوشش بابیت و UHMW – PE

کفشک‌های سایشی و بلوک‌ها:

پلی یورتان، نایلون و پلی پروپیلن، پلی یورتان

جدول ۴-۶- جنس اجزا لجن‌روب

سازه پل شامل عرشه و بازوها و لجن‌روب	نرده پل	صفحات پوشش کف و گریتینگ	لوله‌های سازه و انتقال سیال لجن‌روب	ورق سرریز و مانع کف	صفحات پوشش کف و گریتینگ	نوع پوشش
فولاد ST37-2	فولاد ST37-2	فولاد ST37-2	فولاد ST37-2	فولاد ST37-2	فولاد ST37-2	مطابق توضیحات*
(DIN 17100 -No. 1.0036)	(DIN 1626 -No. 1.0036)	(DIN 17100 -No. 1.0036)	(DIN 1626 -No. 1.0036)	(DIN 17100 -No. 1.0036)	(DIN 17100 -No. 1.0036)	
معادل ASTM A283- GRADE C	معادل ASTM A53- GRADE C	معادل ASTM A283-	معادل ASTM A53- GRADE C	معادل ASTM A283- GRADE C	معادل ASTM A283- GRADE C	
X5CrNi 18 9	X5CrNi 18 9	X5CrNi 18 9	X5CrNi 18 9	X5CrNi 18 9	X5CrNi 18 9	بدون نیاز به پوشش
(EN 10088-2 -No. 1.4301)	(EN 10088 -No. 1.4301)	(EN 10088-2 -No. 1.4301)	(EN 10088-2 -No. 1.4301)	(EN 10088-2 -No. 1.4301)	(EN 10088-2 -No. 1.4301)	
معادل ASTM A264- TYPE 304	معادل ASTM A269- TYPE 304	معادل ASTM A264- TYPE 304	معادل ASTM A312-TP 304	معادل ASTM A264- TYPE 304	معادل ASTM A264- TYPE 304	
X2CrNi 18 10	X2CrNi 18 10	X2CrNi 18 10	X2CrNi 18 10	X2CrNi 18 10	X2CrNi 18 10	بدون نیاز به پوشش
(EN 10088-2 -No. 1.4306)	(EN 10088-2 -No. 1.4306)	(EN 10088-2 -No. 1.4306)	(EN 10088-2 -No. 1.4306)	(EN 10088-2 -No. 1.4306)	(EN 10088-2 -No. 1.4306)	
معادل ASTM A264- TYPE 304L	معادل ASTM A269- TYPE 304L	معادل ASTM A264- TYPE 304L	معادل ASTM A312-TP 304L	معادل ASTM A264- TYPE 304L	معادل ASTM A264- TYPE 304L	
X5CrNi 18 10	X5CrNi 18 10	X5CrNi 18 10	X5CrNi 18 10	X5CrNi 18 10	X5CrNi 18 10	بدون نیاز به پوشش
(EN 10088-2 -No. 1.4401)	(EN 10088-2 -No. 1.4401)	(EN 10088-2 -No. 1.4401)	(EN 10088-2 -No. 1.4401)	(EN 10088-2 -No. 1.4401)	(EN 10088-2 -No. 1.4401)	
معادل ASTM A264- TYPE 316	معادل ASTM A269- TYPE 316	معادل ASTM A264- TYPE 316	معادل ASTM A312-TP 316	معادل ASTM A264- TYPE 316	معادل ASTM A264- TYPE 316	
X2CrNi Mo 18 10	X2CrNi Mo 18 10	X2CrNi Mo 18 10	X2CrNi Mo 18 10	X2CrNi Mo 18 10	X2CrNi Mo 18 10	بدون نیاز به پوشش
(EN 10088-2 -No. 1.4404)	(EN 10088-2 -No. 1.4404)	(EN 10088-2 -No. 1.4404)	(EN 10088-2 -No. 1.4404)	(EN 10088-2 -No. 1.4404)	(EN 10088-2 -No. 1.4404)	
معادل ASTM A264- TYPE 316L	معادل ASTM A269- TYPE 316L	معادل ASTM A264- TYPE 316L	معادل ASTM A312-TP 316L	معادل ASTM A264- TYPE 316L	معادل ASTM A264- TYPE 316L	
	GRP/FRP	GRP/FRP		GRP/FRP	GRP/FRP	بدون نیاز به پوشش
	Aluminium ASTM B 249	Aluminium ASTM B632/B632 M		Aluminium ASTM B 206-B 221	Aluminium ASTM B 632/B632 M	

* تنها با پوشش گالوانیزه

** با پوشش گالوانیزه گرم مطابق استاندارد A153/M، ASTM A153 و یا با پوشش رنگ با ضخامت ۲۵۰ میکرون با سندبلاست با کلاس SP6 برای قطعات غیرمستغرق و کلاس SP10 برای قطعات مستغرق

- در انتخاب جنس و پوشش هر یک از اجزای لجن‌روب باید عواملی همچون موقعیت به کارگیری، مقاومت سازه‌ای، مقاومت در قبال خوردگی و هزینه مد نظر قرار گیرد.
- به کارگیری هریک از بخش‌های اجزای مستغرق باید با توجه به ویژگی‌های سیال در تماس همچون PH، EC، یون کلراید و ... صورت پذیرد.

انتخاب جنس فولاد ضدزنگ SS304 و SS304 L در مورد آب خام با مقادیرکم یون کلراید تا 100 ppm مناسب خواهد بود. برای شرایط حادتر، غلظت بالاتر یون کلراید تا 2000 ppm و PHهای کم‌تر، می‌توان از فولاد ضدزنگ SS316 و یا SS316 L بهره گرفت.

عامل مهم دیگری که باید مد نظر قرار گیرد، وجود کلر آزاد است که برای ضد عفونی کردن و کشتن باکتری‌ها به آب افزوده می‌شود. فولاد SS304 و SS304 L را می‌توان برای ساخت قطعات مستغرق لجن‌روب برای کلر آزاد تا میزان 2 ppm و فولاد SS316 و SS316 L را می‌توان برای کلر آزاد تا میزان 4 ppm به کار گرفت.

در صورت افزایش غلظت یون کلراید در شرایط خاص بیش از مقادیر فوق باید به فولادهای با گرید بالاتر از قبیل فولاد داپلکس و سوپر داپلکس رجوع نمود.

شاخصی که می‌تواند در این ارتباط برای انتخاب فولاد ضدزنگ مناسب به کار آید، PREN می‌باشد.

PREN به عدد معادل مقاومت درمقابل خوردگی حفره‌ای اطلاق شده و معیاری جهت پیش‌بینی مقاومت فولاد ضدزنگ در برابر خوردگی حفره‌ای می‌باشد و اغلب زمانی مطرح است که فولاد ضدزنگ در معرض آب دریا و یا با کلراید بالا قرار گیرد.

وجود یون کلراید بسته به میزان غلظت می تواند به ترتیب سبب خوردگی شیاری[1]، خوردگی حفره‌ای[2] و نهایتا خوردگی یکنواخت[3] گردد.

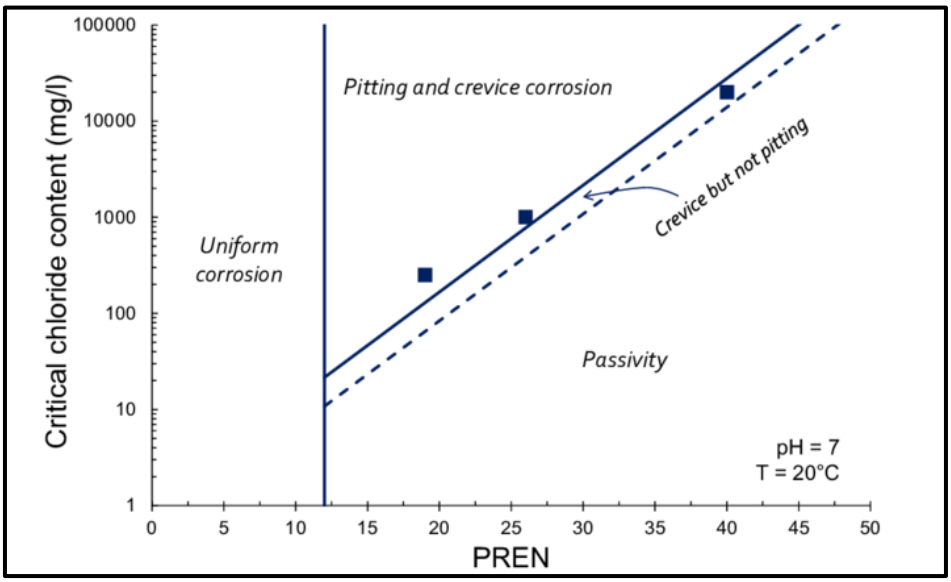
متداول‌ترین رابطه‌ای که برای تعیین مقدار PREN مورد استفاده قرار می‌گیرد برحسب آلیاژهای موجود در فولاد در جدول (۴-۷) و شکل (۴-۱۷) آمده است.

$$PREN = 1\times \%Cr + 3.3\%Mo + 16\%N$$

جدول ۴-۷- مقادیر PREN برای فولادهای ضدزنگ

نوع فولاد	PREN
SS304 - 1.4301	17.5-20.8
SS304L - 1.4306	17.5-20.8
SS316 - 1.4401	23-28.5
SS316L - 1.4404	23-28.5
Lean Duplex 2304 - 1.4362	23-29
Standard Duplex 2205-1.4462	30-38
Super Duplex 2507 - 1.4410	>40
Super Duplex Zeron 100 - 1.4501	>40

1- Crevise Corrosion
2- Pitting Corrosion
3- Uniform Corrosion



شکل ۴-۱۷- رابطه بین PREN و مقادیر حدی غلظت یون کلراید در دمای C 20 و ph =7

۴-۸- تابلوی قدرت و فرمان

تابلوی قدرت و فرمان سیستم باید مجهز به کلیدهای اصلی و فرعی قطع جریان، راه‌انداز، کنتاکتور، کلید تنظیم مجدد، شستی‌های قطع و وصل و کلیه سیم‌کشی‌های لازم باشد. این تابلو باید مطابق با استاندارد IEC 60947 طراحی و ساخته شود. در صورت نصب در فضای آزاد بدنه تابلو باید مطابق استاندارد IEC 60529 باشد.

ضخامت ورق بدنه و ستون تابلوها حداقل 2 mm برای سلول‌های ایستاده در نظر گرفته می‌شود. ورق تابلوها می‌بایست مطابق با استاندارد BS 4232 رنگ‌آمیزی گردند. نوع رنگ مورد استفاده پودری الکترواستاتیک (Ral 7032-7035) می‌باشد.

سایز شینه اصلی می‌بایست با در نظر گرفتن سطح اتصال کوتاه، شرایط محیطی، شرایط نصب و دیگر الزامات ۱/۵ برابر رنج کلید ورودی انتخاب شود. شینه ارت و نول می‌بایست نصف سطح مقطع شینه اصلی لحاظ شود و در سرتاسر طول تابلو کشیده شود.

کلیه ترمینال‌ها، تجهیزات و وسایل اندازه‌گیری می‌بایست دارای پلاک نام باشد. تابلوها می‌بایست مقاوم در برابر گرد و خاک و رطوبت ساخته شوند، ضمنا صفحه گلند به صورت سه تکه در قسمت انتهایی تابلوها نصب می‌گردند.

مدارک و نقشه‌های ترمینال دیاگرام، دیاگرام شماتیک، نقشه‌های تک خطی و سه خطی، به همراه لیست قطعات و دفترچه‌های دستورالعمل تجهیزات، حداقل مدارکی است که می‌بایست توسط سازنده تابلوها در اختیار خریدار قرار گیرد.

سطوح کنترل و نمایش مورد نیاز در تابلوها به صورت محلی، تابلو توزیع، کنترل از راه دور در نظر گرفته می‌شود. ضمنا در تابلو می‌بایست تمهیدات تجهیزات ابزار دقیق از قبیل سنسور سطح، سنسور گشتاور و ... با توجه به نوع کاربری لحاظ گردد. سطح ولتاژ کنترل 230 VAC می‌باشد.

تجهیزات مصارف عمومی در تابلوها از قبیل فن، فیلتر، هیتر، روشنایی، میکروسوییچ و دیگر تجهیزات برحسب نیاز می‌بایست در تابلوها تعبیه گردند.

کلیه مدارهای برقی تابلوها باید قبل از ارسال به محل نصب، آزمایش شده باشند. شستی‌های قطع و وصل و کلیدهای تنظیم مجدد باید در سمت بیرونی درب تابلو و همراه با پلاک مشخصات نصب گردند.

۴-۸-۱- کلیدهای قطع جریان

کلیدهای قطع و وصل جریان باید از نوع حرارتی مغناطیسی باشند. کلید اصلی باید دارای ظرفیت ۱۲۰ درصد بارهای الکتریکی باشد.کلید اصلی باید مجهز به مکانیسم دسته خارجی با ابزار قفل کردن بوده و بر روی درب تابلو نصب شود تا امکان قطع جریان از بیرون مهیا باشد. هر موتور محرک باید مجهز به یک کلید فرعی قطع جریان باشد که در درون تابلو نصب می‌گردد. همچنین جهت طرح و توسعه احتمالی می‌بایست حداقل ۲۰ درصد فضای اضافه در داخل تابلو لحاظ گردد.

۴-۸-۲- راه‌انداز موتور (کنتاکتور) و شستی‌های قطع و وصل جریان و کنترل فاز

هر موتور باید مجهز به یک راه‌انداز حرارتی مغناطیسی مجهز به حفاظت‌های اضافه بار و کاهش ولتاژ باشد. راه‌اندازهای موتوری باید دارای حفاظت اضافه بار از نوع حرارتی برای هر فاز و حفاظت اتصال کوتاه باشد.

وسایل حفاظت اضافه بار باید سیم‌پیچی موتور را کاملا حفاظت کرده و از نوع حرارتی با سیستم قطع به صورت زمان معکوس و شستی وصل مجدد دستی باشد.

۴-۸-۳- حفاظت اضافه بار و وسایل هشدار

مکانیسم لجن‌روب باید مجهز به یک وسیله حفاظت اضافه بار و فرمان قطع باشد که در صورت اعمال اضافه بار فرمان لازم را صادر کرده و مکانیسم لجن‌روب را در صورت پیدایش این شرایط، متوقف نماید.

این مکانیسم باید تحت اعمال گشتاور اضافی هم عمل نماید. سیستم فرمان اضافه بار باید شامل یک آژیر خطر به قطر ۱۵ سانتی‌متر، مناسب جهت نصب در فضای آزاد، رله مناسب، کلید تنظیم مجدد و یک کلید قطع و وصل مستقل باشد.

در مدار سیستم فرمان باید کنتاکت اضافی جهت انتقال سیگنال به سیستم کنترل، پیش بینی گردد.

۴-۸-۴- سیم‌کشی

سیم‌کشی مدارهای قدرت باید از جنس مس با سطح مقطع حداقل $2.5\ mm^2$ و مدارهای فرمان با سطح مقطع $1.5\ mm^2$ صورت بپذیرد. کلیه سیم‌ها و اتصالات می‌بایست از جنس مس با پوشش مناسب انتخاب گردند. اتصال کلیه کابل‌ها و سیم‌ها به وسیله کابلشو، سرسیم و ترمینال صورت می‌پذیرد.

کلیه سیم و کابل‌ها در داخل تابلو می‌بایست درون داکت عبور کند، داکت‌ها نباید بیش از ۶۰٪ پر شود. همچنین تمامی سیم‌ها و ارتباطات می‌بایست شماره‌گذاری گردد.

۴-۹- لوازم یدکی

کلیه قطعات یدکی باید مشابه و قابلیت جایگزینی با قطعه اصلی را داشته و مطابق با مشخصات و تعداد قید شده در دستورالعمل بهره‌برداری در بسته‌بندی‌هایی با آدرس‌دهی مشخص توسط تامین‌کننده تجهیز، ارائه گردد

۴-۱۰- ابزارآلات مخصوص

کلیه ابزارآلات مخصوص که برای تعمیر و نگهداری لجن‌روب‌ها نیاز است، باید همراه با تجهیز و در یک جعبه ابزار فولادی توسط تامین‌کننده تجهیز، تامین گردد.

فصل ۵

محاسبات طراحی

۵-۱- طراحی سیستم جمع‌آوری لجن

میزان جمع‌آوری لجن توسط سیستم جمع‌آوری لجن، در تعیین زمان ماند لجن در مخازن ته‌نشینی نقش اساسی دارد. همانگونه که پیش‌تر گفته شد، بسته به نوع مخزن ته‌نشینی، روش‌های متعددی برای جمع‌آوری لجن وجود دارد. در مخازن ته‌نشینی با جریان افقی از لجن‌روب‌های پارویی و لجن‌روب‌های مکشی استفاده می‌شود. در مخازن مستطیلی با جریان افقی علاوه بر لجن‌روب‌های پارویی و مکشی، لجن‌روب‌های چرخ زنجیری نیز کاربرد دارند.

برای تعیین اندازه تجهیزات جمع‌آوری لجن، باید نخست ابعاد مخازن و بار مواد معلق محاسبه گردد.

۵-۱-۱- جمع‌آوری لجن در مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای با جریان افقی

بازه زمانی جمع‌آوری لجن همان زمان لازم برای یک دور چرخش کامل پل لجن‌روب می‌باشد.

$$t_{SR} = \frac{\pi . D_{ST}}{V_{SR}} \qquad (h) \qquad (۱-۵)$$

t_{SR} = بازه زمانی جمع‌آوری لجن (ساعت)

D_{ST} = قطر مخزن (متر)

V_{SR} = سرعت خطی پل در محیط مخزن (متر بر ساعت)

میزان جمع‌آوری لجن توسط لجن‌روب‌ها در مخازن استوانه‌ای از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$Q_{SR} = \frac{h_{SR} . a . V_{SR} . D_{SR}}{4 . f_{SR}} \qquad (m^3 / h) \qquad (۲-۵)$$

Q_{SR} = میزان جمع‌آوری لجن (مترمکعب در ساعت)

h_{SR} = ارتفاع تیغه و یا پاروی لجن‌روب (متر)

a= تعداد بازوهای لجن‌روب

V_{SR} = سرعت خطی پل در محیط مخزن (متر بر ساعت)

D_{SR} = قطر مخزن (متر)

f_{SR} = ضریب جمع‌آوری لجن، بسته به نوع لجن‌روب

سرعت پل V_{SR}، سرعت خطی در محیط مخزن می‌باشد. تعداد بازوهای لجن‌روب «a» باید براساس قطر مخزن D_{SR} و میزان جمع‌آوری لجن تعیین گردد.

اگر طول پاروهای لجن‌روب معادل شعاع مخزن باشد a=1 (تک بازو) و اگر معادل قطر مخزن باشد a=2 (دو بازو) خواهد بود.

در لجن‌روب‌های مکشی با لوله‌های بالا برنده، میزان جریان لجن باید کنترل شود تا از جریان هیدرولیکی مازاد جلوگیری به عمل آید. سرعت در لوله‌ها باید بین ۰/۶ تا ۰/۸ متر بر ثانیه و فاصله بین لوله‌های بالابرنده نباید از ۴ متر تجاوز کند. جدول (۵-۱) مقادیر راهنما برای طراحی لجن‌روب را ارائه می‌دهد.

جدول ۵-۱- مقادیر راهنما برای طراحی لجن‌روب

شرح	نماد	واحد	مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای	مخازن ته‌نشینی مستطیلی	
			لجن‌روب پارویی	لجن‌روب پارویی	لجن‌روب چرخ زنجیری
ارتفاع پاروی یا تیغه لجن‌روب	h_{SR}	متر	۰/۴-۰/۶	۰/۴-۰/۹	۰/۱۵-۰/۳
سرعت رفت پل	V_{SR}	متر بر ساعت	۷۲-۱۴۴	حداکثر۱۰۸	۳۶-۱۰۸
سرعت برگشت پل	V	متر بر ساعت	---	حداکثر۳۲۴	--
ضریب جمع‌آوری لجن	f_{SR}	--	۱/۵	≤ ۱/۰	≤ ۱/۰

ضریب جمع‌آوری لجن خارج قسمت میزان محاسبه شده جمع‌آوری لجن به میزان واقعی جمع‌آوری لجن می‌باشد. ضریب جمع‌آوری لجن $f_{SR} = 1.5\,F$ از نتایج یک ته‌نشینی استوانه‌ای با شیب کف ۱/۱۵ و پاروهای حلزونی به دست آمده است و معرف آن است که به ۱/۵ دور چرخش پل برای جمع‌آوری کامل لجن با ارتفاع پاروی یاد شده، نیاز است.

۵-۱-۲- جمع‌آوری لجن در مخازن مستطیلی با جریان افقی

در لجن‌روب‌های پارویی و با لحاظ نمودن زمان لازم برای بالا رفتن و پایین رفتن تیغه‌های لجن‌روب t_S (ساعت) و طول مسیر حرکتی پل $(L_{RW} \simeq W_{ST})$، بازه زمانی جمع‌آوری لجن از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$t_{SR} = \frac{L_{RW}}{V_{SR}} + \frac{L_{RW}}{V_{ret}} + t_S \quad (h) \qquad (۳-۵)$$

برای محاسبه میزان جمع‌آوری لجن Q_{SR}، فرضیات زیر صورت گرفته است. از نظر تئوریک تیغه لجن‌روب، لایه های لجن را در طولی حداکثر معادل ۱۵ برابر ارتفاع تیغه لجن‌روب جابه‌جا می‌کند. $(L_{SL} = 15 * h_{SR})$. با در نظر گرفتن طول تیغه لجن‌روب L_{SR} (تقریبا معادل b_{ST} عرض مخزن با دیوارهای عمودی) میزان جمع‌آوری لجن از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$Q_{SR} = \frac{h_{SR}.L_{SR}.L_{SL}}{f_{SR}.t_{SR}} \quad (m^3/h) \qquad (۴-۵)$$

t_{SR} = بازه زمانی جمع‌آوری لجن (ساعت)

L_{RW} = طول حرکت پل لجن‌روب در مخازن ته‌نشینی مستطیلی $(L_{RW} \sim L_{ST})$ (متر)

L_{ST} = طول مخزن ته‌نشینی (متر)

V_{ST} = سرعت حرکت پل (متر بر ساعت)

V_{ret} = سرعت حرکت پل در مسیر برگشت (متر بر ساعت)

t_S = زمان بالا رفتن و پایین رفتن پاروی لجن‌روب (ساعت)

h_{SR} = ارتفاع تیغه یا پاروی لجن‌روب (متر)

L_{SL} = طول لایه لجن که توسط یک تیغه لجن در مخزن مستطیلی جابه‌جا می‌شود $(L_{SL} \sim 15 h_{SR})$(متر)

f_{SR} = ضریب جمع‌آوری لجن

طول مناسب در مخازن ته‌نشینی مستطیلی، کم‌تر از ۶۰ متر می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در مخازن با طول بیش از ۴۰ متر، دو ردیف قیف جمع‌آوری لجن با فاصله‌ای کم‌تر از نصف طول مخزن، در نظر گرفته شود.

ضریب جمع‌آوری $f_{SR} < 1.0$ برای لجن‌روب‌های پارویی و یا چرخ زنجیری بدان معناست که لایه‌ای از لجن در ارتفاعی بالاتر از ارتفاع تیغه لجن‌روب نیز در حال جابه‌جایی است.

در خصوص لجن‌روب‌های چرخ زنجیری که در آن طول عملکرد لجن‌روب ($L_{FS} \simeq L_{ST}$) است ،بازه جمع‌آوری لجن t_{SR} و میزان جمع‌آوری لجن، به قرار زیر است:

$$t_{SR} = \frac{L_{FS}}{V_{SR}} \quad (h) \qquad (۵-۵)$$

$$Q_{SR} = \frac{V_{SR}.L_{SR}.h_{SR}}{f_{SR}} \quad (m^3/h) \qquad (۶-۵)$$

L_{FS} = طول عملکرد لجن‌روب تیغه‌ای (متر)

L_{ST} = طول مخزن ته‌نشینی (متر)

L_{SR} = طول تیغه یا بازوی لجن‌روب (متر) $(L_{SR} \simeq W_{ST})$

W_{ST} = عرض مخزن ته‌نشینی (متر)

فاصله بین تیغه‌ها باید حدودا ۱۵ برابر ارتفاع تیغه‌ها باشد.

برای طراحی لجن‌روب‌های مکشی در مخازن ته‌نشینی مستطیلی باید همانند توضیحات مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای عمل شود. سرعت حرکت پل باید ۳۶ تا ۷۲ متر بر ساعت باشد.

۵-۲- طراحی اجزا لجن‌روب‌ها

۵-۲-۱- محاسبات طراحی پل‌های لجن‌روبی

لجن‌روب‌های مجهز به پل دسترسی به ۲ دسته کلی مخازن دوار با محرک محیطی و مخزن مستطیلی با پل رفت و برگشتی تقسیم می‌شوند.

یک سیستم لجن‌روب مجهز به پل دسترسی دارای بخش‌های مختلفی مانند سیستم انتقال نیرو و تغییر سرعت، پاروهای عمودی و تیغه‌های لجن‌روب و پل دوار می‌باشد.

برای محاسبه المان‌های مختلف لجن‌روب مانند بازوهای عمودی و تیغه‌ها از روابط حاکم بر محاسبات سازه‌های فلزی استفاده می‌شود.

سه جز اصلی، شامل سازه پل لجن‌روب، بازوهای عمودی و تیغه‌های لجن‌روب باید مورد بررسی قرار گرفته و محاسبات مربوطه لحاظ شود.

لازم به ذکر است جهت طراحی بازوهای عمودی و تیغه‌های لجن‌روب از روابط تنش خمشی و معیار تنش تسلیم و نیز تغییر شکل مجاز استفاده می شود.

۵-۲-۱-۱- طراحی پل دسترسی لجن‌روب

برای طراحی پل دسترسی لجن‌روب، می‌توان نیروهای زیر را در نظر گرفت:

۱- نیروی حاصل از بار زنده معادل ۱۵۰۰ پاسکال

۲- نیروی حاصل از وزن سازه

۳- نیروی حاصل از لجن

۴- نیروی افقی باد طبق آمار و در صورت عدم وجود حدود ۸۰۰ نیوتن بر مترمربع

۵- بار برف مطابق آیین‌نامه‌ها

ماکزیمم خیز مجاز برای طراحی پل لجن‌روب، بدون اعمال بار زنده، L/500 طول دهانه خواهد بود. این محاسبات می‌تواند به کمک نرم‌افزارهای مدلسازی سازه‌ای مانند ETABS و SAP صورت پذیرد.

۵-۲-۱-۲- طراحی و محاسبات بازوهای عمودی لجن‌روب

۵-۲-۱-۲-۱- اتصال بازو به بدنه سازه به صورت گیردار

درصورتی‌که اتصال بازو به بدنه به صورت گیردار باشد، محاسبه گشتاور و تنش خمشی وارد بر بازوهای عمودی مطابق زیر خواهد بود.

به منظور سهولت انجام محاسبات، ابتدا یک پروفیل با سطح مقطع، مدول و ممان اینرسی مشخص منظور شده و سپس گشتاور و تنش خمشی با استفاده از روابط ذیل محاسبه خواهند شد. مقاطع این پروفیل‌ها می‌توانند دایروی، نبشی، قوطی و ... باشند. در انتها در صورت ضرورت، مقطع قوی‌تری انتخاب خواهد شد.

$$M_w = \frac{W_0 S_f l h}{8} \qquad (۷-۵)$$

M_w = ماکزیمم گشتاور خمشی وارد بر یک بازوی عمودی لجن‌روب (N.m)

h = ارتفاع بازوهای عمودی (m)

S_f = ضریب اطمینان بار وارد بر لجن‌روب معادل 2

W_0 = بارخطی وارد بر لجن‌روب از سوی لجن (N/m) (جدول شماره ۴-۱)

W_x = مدول مقطع بازوهای عمودی (mm^3)

σ_m = تنش خمشی وارد بر بازوهای عمودی (Mpa)

l = طول تیغه لجن‌روب متصل به بازوی عمودی (m)

$$\sigma_m = \frac{1000 M_w}{W_x} \qquad (۸-۵)$$

- محاسبه تغییر شکل بازوهای عمودی

$$y_a = \frac{10^9 \; W_0 \; l \; S_f h^3}{3 \; E \; I_x} \qquad (۹-۵)$$

I_x = ممان اینرسی بازوها (mm^4)

y_a = تغییر شکل بازوها (mm)

E = مدول الاستیسیته بازو و تیغه (Mpa)

کنترل تنش خمشی و تغییر شکل(کرنش) بازوهای عمودی:

کنترل تنش خمشی بازوهای عمودی:

$$\sigma_m < (\frac{F_y}{S_y}) \qquad (۱۰-۵)$$

Fy = تنش تسلیم بازوهای افقی (Mpa)

Sy = ضریب اطمینان تنش تسلیم بازوها (حداقل ۲/۵)

کنترل تغییر شکل بازوهای عمودی:

$$y_a < \frac{1000 \; h}{300} \qquad (۱۱-۵)$$

تغییر شکل مجاز بازوهای عمودی برابر با L/300 می‌باشد.

جدول (۵-۲) مقادیر تنش مجاز و حداقل تنش تسلیم را ارائه می‌دهد.

جدول ۵-۲- مقادیر تنش مجاز و تسلیم

جنس	حداقل تنش تسلیم (Mpa)*	تنش مجاز (Mpa) *
SA-312 TP304L	۱۷۰	۱۱۵
SA-312 TP316L	۱۷۰	۱۱۵
SA-312 TP304	۲۰۵	۱۳۸
SA-312 TP316	۲۰۵	۱۳۸
Carbon steel	۱۴۰	۱۰۳
* According to ASME STANDARD		

۵-۲-۱-۲-۲- اتصال بازو به بدنه سازه به صورت ساده

بدین صورت که بازوهای عمودی به صورت لولایی به بدنه پل متصل می‌شوند، لذا لنگر به بازو منتقل نمی‌شود و بازو فقط برای نیروهای محوری طراحی می‌گردد.

محاسبه نیروهای وارده به بازو:

$$F_a = \frac{W \times L}{N} \quad (۱۲-۵)$$

$$A = \frac{F_a}{\sigma_a} \quad (۱۳-۵)$$

F_a = نیروهای محوری وارده بر عضو تحت کشش (N)

A = سطح مقطع پروفیل بازو (mm^2)

σ_a =تنش محوری مجاز (Mp_a)

L = طول یک تیغه (mm)

N = تعداد بازو

۵-۲-۱-۳- طراحی و محاسبات تیغه‌های لجن‌روب

- محاسبه گشتاور و تنش خمشی وارد بر تیغه‌ها

محاسبه ابعاد و ضخامت مناسب تیغه با استفاده از روابط حاکم بر بازوها:

$$M_b = \frac{WS_f L^2}{8} \quad (۱۴-۵)$$

L = طول یک تیغه (m)

M_b = ماکزیمم گشتاور خمشی وارد بر تیغه (N.m)

S_f = ضریب اطمینان بار وارد بر لجن‌روب معادل ۲

W = مولفه نرمال بار وارد بر لجن‌روب از سوی لجن (N/m) که از رابطه ذیل محاسبه می‌شود:

$$W = W_0 \cos\theta \quad (۱۵-۵)$$

W_0 = بارخطی وارد بر لجن‌روب از سوی لجن (N/m) (جدول شماره ۴-۱)

W_b = مدول مقطع تیغه‌ها (mm^3)

σ_b = تنش خمشی وارد بر تیغه‌ها (Mpa)

$$\sigma_b = \frac{1000 M_b}{W_b} \quad (۱۶-۵)$$

- محاسبه تغییر شکل تیغه‌ها

$$y_b = \frac{5 \times 10^9 \ W \ S_f \ L^4}{384 \ E \ I_b} \quad (۱۷-۵)$$

I_b = ممان اینرسی تیغه (mm^4)

Y_b = تغییر شکل تیغه (mm)

E = مدول الاستیسیته تیغه (Mpa)

- کنترل تنش خمشی و تغییر شکل(کرنش) تیغه‌ها

- کنترل تنش خمشی تیغه‌ها

$$\sigma_b < \left(\frac{F_y}{S_y} \right) \qquad (۱۸-۵)$$

- کنترل تغییر شکل تیغه‌ها

تغییر شکل مجاز تیغه‌ها برابر با L/300 در نظر گرفته شود.

$$y_b < \frac{1000\ L}{300} \qquad (۱۹-۵)$$

۵-۲-۱-۴- محاسبات مربوط به موتورگیربکس

برای محاسبه توان و گشتاور موتورگیربکس لجن‌روب‌های دوار با محرک محیطی، می‌توان از روابط ذیل استفاده نمود:

- محاسبه سرعت خروجی موتور گیربکس

محاسبه سرعت خروجی موتور گیربکس (سرعت دورانی چرخ ارابه لجن‌روب) بر اساس سرعت خطی لجن‌روب:

$$n = \frac{V}{\pi\ D_w} \qquad (۲۰-۵)$$

D_w = قطر چرخ ارابه (m)

V = سرعت خطی لجن‌روب (m/min) (جدول شماره ۴-۲)

n = سرعت دورانی چرخ ارابه لجن‌روب (rpm)

- محاسبه گشتاور وارد بر لجن‌روب دوار ناشی از بار لجن:

محاسبه گشتاور:

$$T = k\ W\ S_f\ \frac{R^2}{2} \qquad (۲۱-۵)$$

$$W = W_0 \cos\theta \qquad (۲۲-۵)$$

W_0 = بارخطی وارد بر لجن‌روب از سوی لجن (N/m) (جدول شماره ۴-۱)

W = مولفه نرمال بار وارد بر لجن‌روب از سوی لجن (N/m)

S_f = ضریب اطمینان بار وارد بر لجن‌روب معادل ۲

T = گشتاور وارد شده بر لجن‌روب (N.m)

k= تعداد بازوهای لجن‌روب

θ = زاویه نصب تیغه‌های لجن‌روب نسبت به بازو

- محاسبات گشتاور و توان مورد نیاز موتورگیربکس

نیروی محرکه لازم هر ارابه برای غلبه بر نیروی (گشتاور) ناشی از لجن و وزن لجن‌روب:

$$F_{trust} = \frac{T}{R} + F_w \qquad (۲۳-۵)$$

$$F_w = S_f \ \mu_s mg \qquad (۲۴-۵)$$

F_{trust} = کل نیروی محرکه لازم برای ارابه (N)

R = شعاع تانک ته‌نشینی (m)

F_w = نیروی محرکه لازم برای به حرکت درآوردن لجن‌روب ناشی از وزن (N)

T = گشتاور وارد شده بر محور مرکزی (N.m)

m = وزن پل دسترسی به همراه متعلقات لجن‌روب (kg)

μ_s = ضریب اصطکاک گردشی بین چرخ ارابه و سطح (ضریب اصطکاک برای فولاد بر فولاد را می‌توان در حدود ۰/۰۰۲ و برای لاستیک بر بتن را ۰/۰۱۵ تا ۰/۰۱ در نظر گرفت.)

- محاسبه توان و گشتاور روی شفت موتورگیربکس

$$T_S = F_{trust} \times R_w \qquad (۲۵-۵)$$

T_S = گشتاور روی شفت الکتروموتور (N.m)

R_W = شعاع چرخ ارابه (m)

$$P_{calculated} = \frac{2\ \pi\ n\ T_s}{60} \qquad (۲۶-۵)$$

N: سرعت لجن‌روب (rpm)

$P_{calculated}$ = توان جذبی شفت موتور گیربکس

$$\text{Service Factor} = S_f \frac{P_m}{P_{calculated}} \qquad (۲۷-۵)$$

P_m = توان نامی موتور انتخابی (watt)

ضریب بارگذاری الکتروموتور ۱/۱۵ و ضریب بارگذاری گیربکس ۱/۲۵ منظور گردد.

۵-۲-۲- محاسبات طراحی لجن‌روب دوار با محرک مرکزی

سیستم لجن‌روب دوار با محرک مرکزی و پل، دارای بخش‌های مختلفی مانند سیستم انتقال نیرو و تغییر سرعت، پاروها و تیغه‌های لجن‌روب، شفت و میز مرکزی می‌باشد.

برای محاسبه المان‌های مختلف لجن‌روب مانند بازوهای افقی و محور مرکزی و تیغه‌ها از روابط حاکم بر محاسبات سازه‌های فلزی استفاده می‌شود.

سه جز اصلی شامل محور مرکزی، بازوهای افقی و تیغه‌های لجن‌روب باید مورد بررسی قرار گرفته و محاسبات مربوطه لحاظ شود.

جهت طراحی محور مرکزی از روابط مربوط به تنش پیچشی و معیار تنش مجاز و برای بازوهای افقی و تیغه‌های لجن‌روب از روابط تنش خمشی و معیار تنش تسلیم و نیز تغییر شکل مجاز استفاده می‌گردد.

۵-۲-۲-۱- محاسبه تعداد دور لجن‌روب

- محاسبه سرعت دورانی لجن‌روب بر اساس سرعت خطی

(سرعت خطی لجن‌روب را می‌توان از جدول شماره (۴-۲) استخراج نمود.)

$$R = \frac{D}{2} \qquad (۲۸-۵)$$

$$n = \frac{V}{\pi D} \qquad (۲۹-۵)$$

D = قطر تانک ته‌نشینی (m)

R = شعاع تانک ته‌نشینی (m)

V = سرعت خطی لجن‌روب (m/min)

n = سرعت محیطی لجن‌روب (rpm)

۵-۲-۲-۲- محاسبات محور مرکزی

- محاسبه گشتاور وارده بر محور مرکزی

محاسبه گشتاور اعمال شده به محور مرکزی لجن‌روب دوار:

$$T = kWS_f \frac{R^2}{2} \qquad (۳۰-۵)$$

$$W = W_0 \cos\theta$$

W_0 = بارخطی وارد بر لجن‌روب از سوی لجن (N/m) (جدول شماره ۴-۱)

W = مولفه نرمال بار وارد بر لجن‌روب از سوی لجن (N/m)

S_f = ضریب اطمینان بار وارد بر لجن‌روب معادل 2

T = گشتاور وارد شده بر محور مرکزی (N.m)

k = تعداد بازوهای لجن‌روب

θ = زاویه نصب تیغه‌های لجن‌روب نسبت به بازو

$$\tau_{all} = \frac{\sigma_{all}}{\sqrt{3}} \qquad (۳۱-۵)$$

τ_{all} = تنش برشی مجاز محور مرکزی (Mpa)

σ_{all} = تنش مجاز محور مرکزی (Mpa) (مقادیر تنش مجاز و تسلیم مطابق جدول ۵-۲)

- تعیین سطح مقطع محور مرکزی (محاسبات تنش پیچشی)

$$\tau = \frac{1000Tc}{J} \qquad (۳۲-۵)$$

c = شعاع خارجی محور مرکزی (mm)

τ = تنش پیچشی (برشی) وارد بر محور مرکزی (Mpa)

درصورتی که مقطع محورمرکزی به صورت یک لوله (مقطع دایروی توخالی) باشد:

$$J = \frac{\pi}{32}\left(D_0{}^4 - d_0{}^4\right) \qquad (۳۳-۵)$$

J = ممان اینرسی قطبی مقطع محور مرکزی (mm^4)

D_0 = قطر خارجی محور مرکزی (mm)

d_0 = قطر داخلی محور مرکزی (mm)

تنش برشی وارده بر محور مرکزی:

$$\tau = \frac{1000T}{2As} \qquad (۳۴-۵)$$

$$A = \frac{\pi}{4}\left(D_0 - s\right)^2 \qquad (۳۵-۵)$$

A = مساحت مقطع محور مرکزی (mm^2)

s = ضخامت مقطع محور مرکزی (mm)

τ = تنش پیچشی (برشی) وارد بر محور مرکزی (Mpa)

کنترل تنش پیچشی:

$$\tau < \tau_{all} \qquad (۳۶-۵)$$

۵-۲-۲-۳- محاسبات بازوهای افقی لجن‌روب

- محاسبه گشتاور و تنش خمشی وارد بر بازوهای افقی

$$M_w = \frac{WS_f R^2}{8} \quad (۳۷-۵)$$

M_w = ماکزیمم گشتاور خمشی وارد بر یک بازوی لجن‌روب (N.m)

$$\sigma_m = \frac{1000M_w}{W_x} \quad (۳۸-۵)$$

W_x = مدول مقطع بازوهای افقی (mm^3)

σ_m = تنش خمشی وارد بر بازوهای افقی (Mpa)

کنترل تنش بازوهای افقی:

$$\sigma_m < \left(\frac{F_y}{S_y}\right) \quad (۳۹-۵)$$

Fy= تنش تسلیم بازوهای افقی (Mpa)

Sy= ضریب اطمینان تنش تسلیم بازوها (حداقل ۲/۵)

- محاسبه تعیین سطح مقطع بازوهای افقی

$$y_a = \frac{5\times10^9 WS_f R^4}{384EI_x} < \frac{l}{300} \quad (۴۰-۵)$$

I_x = ممان اینرسی بازوها (mm^4)

y_a = تغییر شکل بازوها (mm)

E = مدول الاستیسیته بازو و تیغه (Mpa)

۵-۲-۲-۴- محاسبات تیغه‌های لجن‌روب

- محاسبه گشتاور و تنش خمشی وارد بر تیغه‌ها

محاسبه ابعاد و ضخامت مناسب تیغه‌ها با استفاده از روابط حاکم بر بازوها (فرمول کنترل تنش و تغییر شکل):

$$M_b = \frac{WS_f L}{8} \quad (۴۱-۵)$$

L = طول یک تیغه (m)

M_b = ماکزیمم گشتاور خمشی وارد بر تیغه (N.m)

$$\sigma_b = \frac{1000M_b}{W_b} \quad (۴۲-۵)$$

W_b = مدول مقطع تیغه‌ها (mm^3)

σ_b = تنش خمشی وارد بر تیغه‌ها (Mpa)

$$\sigma_b < \left(\frac{F_y}{S_y}\right)$$

- محاسبه تعیین سطح مقطع تیغه‌ها

$$y_b = \frac{5\times10^9 WS_f l^4}{384EI_b} < \frac{L}{300} \qquad (۴۳-۵)$$

I_b = ممان اینرسی تیغه (mm^4)

Y_b = تغییر شکل تیغه (mm)

تغییر شکل مجاز بازوها و تیغه‌ها برابر با L/300

۵-۲-۲-۵- محاسبات مربوط به موتورگیربکس

- محاسبه نسبت تبدیل مورد نیاز و بازده کلی گیربکس

$$i = \frac{n_m}{n}\left(\frac{z}{Z}\right) \qquad (۴۴-۵)$$

z/Z = نسبت تبدیل میز مرکزی (z: تعداد دندانه‌های پینیون متصل به موتورگیربکس و Z: تعداد دندانه‌های میز مرکزی و یا نسبت تغییر دور)

n_m = سرعت دورانی موتور (rpm)

I = نسبت تبدیل مورد نیاز گیربکس

$$\eta_{total} = \eta_g \; Sg \qquad (۴۵-۵)$$

S_g = تعداد مراحل گیربکس

η_g = بازده گیربکس در هر مرحله

η_{total} = بازده کلی گیربکس

- محاسبه گشتاور مورد نیاز روی شفت گیربکس و محاسبه ضریب بارگذاری

$$T_0 = T\left(\frac{z}{Z}\right) \qquad (۴۶-۵)$$

T_0 = گشتاور مورد نیاز روی شفت گیربکس (N.m)

$$\text{Service Factor} = S_f \frac{T_g}{T_0} > \text{AGMA Service Factor} \qquad (۴۷-۵)$$

T_g = گشتاور نامی (اسمی) گیربکس انتخابی (N.m)

برای مقادیر استاندارد ضریب بارگذاری برای تجهیزات مختلف بر حسب مدت زمان کارکرد تجهیز در روز، می‌توان به استاندارد AGMA (American Gear Manufacturers Association) مراجعه نمود.

- محاسبه گشتاور مورد نیاز روی شفت موتور و محاسبه ضریب بارگذاری

$$T_m = \frac{T_0}{i\eta_{total}} \quad (۴۸-۵)$$

T_m = گشتاور مورد نیاز روی شفت موتور (N.m)

- محاسبه توان جذبی موتور و ضریب بارگذاری موتور

$$P_{absorbed} = \frac{2\pi n_m T_m}{60\eta_m} \quad (۴۹-۵)$$

P_a = توان جذبی روی شفت موتور (watt)

η_m = بازده موتور

$$\text{Service Factor} = S_f \frac{P_m}{P_a} \quad (۵۰-۵)$$

P_m = توان نامی موتور انتخابی (watt)

۵-۲-۳- محاسبات لجن‌روب‌های چرخ زنجیری

۵-۲-۳-۱- محاسبه تیغه‌ها

حداکثر تغییر شکل مجاز تیغه‌ها برابر $\frac{L}{100}$ می‌باشد.

$$y_a = \frac{5(W_{m1})L^4}{384\ EI} * S.F < \frac{L}{100} \quad (۵۱-۵)$$

y_a =تغییر شکل (m)

W_{m1} بار خطی وارده بر یک تیغه لجن‌روب (مقادیر مندرج در جدول (۴-۱) برای لجن‌روب‌های چرخ و زنجیری تقسیم بر تعداد تیغه‌های درگیر) $\left(N/m\right)$

E = مدول الاستیسته تیغه (Pa)

I = ممان اینرسی تیغه $\left(m^4\right)$

L = طول تیغه (m)

۲ = SF

۵-۲-۳-۲- محاسبه زنجیر لجن‌روب

زنجیر لجن‌روب باید به نحوی انتخاب شود که مقدار کشش ایجاد شده در آن در اثر بارهای وارده، کم‌تر از ده درصد بار گسیختگی زنجیر باشد.

$$Cp = 9.81\left[W_C * \mu_C + \left(W_{m1} * \mu_{m1} + W_{m2} * \mu_{m2}\right) * L\right] \quad (۵۲-۵)$$

C_p = کشش زنجیر لجن‌روب (N)

W_C = جرم کامل زنجیر همراه با متعلقات

μ_C = ضریب اصطکاک زنجیر با ریل (۰/۱۵)

W_{m1} = جرم لجن جابه‌جا شده توسط تیغه‌های لجن‌روب (kg)

μ_{m1} = ضریب اصطکاک ناشی از جابه‌جایی لجن با کف مخزن

W_{m2} = جرم کفاب جابه‌جا شده توسط تیغه‌های کفاب (kg)

μ_{m2} = ضریب اصطکاک ناشی از جابه‌جایی کفاب در سطح مخزن

مقادیر $W_{m1} * \mu_{m1}$ و $W_{m2} * \mu_{m2}$ به ترتیب معادل مقادیر مندرج در جدول (۴-۱) برای لجن و کفاب خواهد بود.

۵-۲-۳-۳- محاسبه گیربکس محرک و چرخ زنجیرها

$$n_c = \frac{V * 60}{\pi * P_d * 100} \quad (۵۳-۵)$$

V = سرعت خطی لجن‌روب = سرعت حرکت خطی زنجیر لجن‌روب = از جدول (۴-۲) $\left(cm/s\right)$

n_c = سرعت دورانی چرخ زنجیر لجن‌روب (rpm)

P_d = قطر گام چرخ زنجیر لجن‌روب (m)

P = گام زنجیر (m)

N = تعداد دندانه زنجیر

$$P_d = P * \frac{1}{\sin\frac{180}{N}} \quad (۵۴-۵)$$

$$i = \frac{n_d}{n_D} = \frac{D}{d} = \frac{N}{n} \quad (۵۵-۵)$$

i = نسبت تعداد دندانه‌های چرخ زنجیر متحرک به محرک

n_d = سرعت دورانی چرخ زنجیر محرک = خروجی دور گیربکس (rpm)

n_D = سرعت دورانی چرخ زنجیر متحرک (چرخ زنجیر بزرگ‌تر) (rpm)

D = قطر گام چرخ زنجیر متحرک (m)

d = قطر گام چرخ زنجیر محرک (m)

N = تعداد دندانه چرخ زنجیر متحرک

n = تعداد دندانه چرخ زنجیر محرک

$$P = \frac{C_p * V * SF}{1000} \quad (۵۶-۵)$$

P = توان گیربکس (KW)

۵-۲-۳-۴- مراحل انتخاب زنجیر و چرخ زنجیر

انتخاب حداقل تعداد دندانه چرخ زنجیر محرک (متصل به گیربکس) = حدود ۱۲ دندانه (برای تدقیق به کاتالوگ سازنده ارجاع شود)

انتخاب نسبت تعداد دندانه چرخ زنجیر متحرک به چرخ زنجیر محرک = i = حداکثر ۷- حدود ۳ الی ۴ (برای تدقیق به کاتالوگ سازنده مراجعه شود)

انتخاب فاصله توصیه شده مرکز تا مرکز چرخ زنجیرهای محرک و متحرک = $D + d/2 = C$

متذکر می‌شود با توجه به این که محل استقرار گیربکس محرک غالبا در لبه دیواره مخزن بوده و آکس محور اصلی (آکس چرخ زنجیر متحرک و آکس چرخ زنجیر لجن‌روب) تابع تراز آب در مخزن می‌باشد، این فاصله باید بر این اساس تدقیق گردد.

تعیین طول زنجیر محرک از رابطه زیر:

$$L = 2C + \frac{N+n}{2} + \frac{0.1013(N-n)^2}{4C} \quad (۵۷-۵)$$

۵-۲-۳-۵- محاسبه محور اصلی

لجن‌روب دارای دو رشته زنجیر می‌باشد که از طریق محور اصلی به یکدیگر متصل هستند. تنش‌های وارده به محور اصلی شامل گشتاورهای خمشی و پیچشی می‌باشد.

$$M_C = \frac{C_P * A}{2} \quad (۵۸-۵)$$

$$M_T = \frac{C_P * pd}{2} \quad (۵۹-۵)$$

M_C = گشتاور خمشی محور اصلی ناشی از زنجیر لجن‌روب (N.m)

A = فاصله بیرینگ شفت تا چرخ زنجیر لجن‌روب – با فرض یکسان بودن در دو سمت (m)

M_T = گشتاور پیچشی محور اصلی (N.m)

فصل ۶

تضمین کیفیت و گواهی تایید مراحل ساخت

سازنده کالا باید با استقرار یک نظام تضمین کیفیت و پایبندی بدان، تضمین کننده‌ی کیفیت معین مورد درخواست باشد. بدین منظور، برای اطمینان از کیفیت تجهیز، سازنده باید با جمع‌آوری کلیه اطلاعات پایه طرح به برنامه‌ریزی تمام فعالیت‌ها و تشریح دقیق دستورالعمل‌ها قبل از آغاز مراحل ساخت بپردازد. سازنده باید تیم متخصص برای کنترل مناسب این فعالیت‌ها را به کار گرفته و تضمین کیفیت کل فرآیند ساخت تجهیز را با دید کیفی تحت نظر داشته باشد. ضمنا کلیه مستندات هر مرحله باید جهت کسب اطمینان در اختیار بازرسین مربوطه قرار گیرد. تضمین کیفیت شامل تضمین طراحی درست، تضمین به کارگیری افراد مجرب در فرایند تولید و ساخت، تضمین کیفیت مواد خام اولیه و کیفیت اجزا و تضمین خدمات مرتبط با تولید و بازرسی فرایندها می‌باشد. وجود استانداردهای بین‌المللی تضمین کیفیت در سازمان سازنده تجهیز می‌تواند به کیفیت تولید کمک کند.

۶-۱- طرح بازرسی و آزمایش

به منظورثبت کلیه مراحل بازرسی و آزمایشات مربوط به فرآیند تولید یک تجهیز وگنجاندن آن در یک مدرک واحد، سازنده باید مدارک ITP خود که در برگیرنده محدوده‌های بازرسی، منابع قابل ارجاع و سطوح بازرسی باشد را برای تایید و تصویب در اختیار مصرف‌کننده قرار دهد. بدیهی است به کارگیری یک نظام‌نامه تضمین کیفیت توسط سازنده می‌تواند به کاهش مشکلات و نواقص تولید براساس ITP بیانجامد. جدول (۶-۱) فرم ITP را برای تجهیزات لجن‌روبی ارائه می‌دهد.

جدول ۶-۱- فرم ITP

Item	Inspection subject	Reference document	INSPECTION			
			Manufacturer	Contractor	TPI	Owner/Consultant
1	Preinspection meeting		H	H	H	H
2	Predesign & drawing check	P.O.	H	H	-	-
3	Final design & drawing check	P.O.	H	H	-	H
4	WPS check	EN ISO 5817	H	S.W	S.W	D.R
5	Material preparation	P.O. - Data sheet	H	S.W	S.W	D.R
6	Material certificate	P.O. - Data sheet	H	H	H	D.R
7	Cutting material & welding check	UNI EN 22768	H	S.W	S.W	D.R
8	Machining	UNI EN 22768	H	S.W	S.W	D.R
9	Pre-assembly check	UNI EN 22768	H	S.W	S.W	D.R
10	Visual &dimension check	UNI EN 22768	H	S.W	S.W	D.R
11	Surface preparation & Coating check	UNI ISO 2409,8501,1461	H	S.W	S.W	D.R
12	Final assembly check	UNI EN 22768	H	S.W	S.W	D.R
13	Packing check	P.O. - Data sheet	H	S.W	S.W	D.R
14	Consignment check	P.O.	S.W	D.R	D.R	D.R
15	Installation check	FINAL BOOK	S.W	S.W	S.W	D.R
16	Starting check	FINAL BOOK	S.W	S.W	S.W	D.R
17	Final inspection check	FINAL BOOK	S.W	S.W	S.W	D.R
HP=Hold point D.R=Domument Review S.W=Spot witness						

۶-۲- گواهی تایید مراحل ساخت

سازنده تجهیز باید به هنگام تحویل کالا، کتابچه نهایی را ارائه نماید.

کتابچه نهایی باید حاوی اطلاعات زیر که گواه تایید مراحل ساخت از سوی بازرس کارفرماست، باشد.

- طرح بازرسی و آزمایش مصوب (ITP) و گزارش نهایی
- نقشه‌های چون ساخت
- مدارک محاسباتی مصوب
- نقشه پلاک ساخت
- رویه‌های الزام‌آور و گزارش نهایی
- PQR/WPS
- تست‌های غیرمخرب (MT,RT)
- روش‌های آماده‌سازی سطح و پوشش
- مجوز ترخیص (Release note)
- روش‌های بسته‌بندی

علاوه براین، بارنامه و دستورالعمل‌های نصب و بهره‌برداری باید به هنگام تحویل کالا از سوی سازنده ارائه گردد.

فصل ۷

حمل و نصب و راه‌اندازی

۷-۱- حمل

سازنده تجهیز موظف است قبل از تحویل کالا نسبت به ارائه بارنامه، فهرست بسته‌بندی کالا و کتابچه نهایی اقدام نماید.

۷-۱-۱- بارنامه

محموله ارسالی توسط سازنده و یا تامین‌کننده کالا باید دارای بارنامه‌ای باشد که نوع، مقدار، وزن، مبدا و مقصد ارسال کالا را مشخص نماید.

به هنگام تحویل گرفتن کالا، بارنامه حکم رسید دریافت کالا را خواهد داشت.

۷-۱-۲- فهرست بسته‌بندی کالا

فهرست بسته‌بندی کالا باید مطابق با مفاد قرارداد از سوی سازنده تجهیز تهیه و برای اخذ تایید در اختیار تامین‌کننده کالا و مصرف‌کننده نهایی قرار گیرد.

فهرست بسته‌بندی کالا باید شامل صفحه و یا صفحاتی باشد که در آن نحوه بسته‌بندی و ارسال اجزای تجهیز، به صورت فهرست‌وار و با جزییات ذیل، درج شده باشد، به نحوی‌که در مراحل تحویل، انبارداری و نصب کالا بدون اشکال مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

۱- مشخصات کلی تجهیز، شامل نام پروژه، نام سازنده، نام تامین‌کننده کالا و یا پیمانکار، نام مصرف‌کننده نهایی کالا و یا کارفرما و وسیله و یا وسایل حمل

۲- شماره هر محموله و یا بسته شامل تعداد، شرح کلی، ابعاد و وزن

۳- تعداد و شرح تفصیلی تمامی قطعات هر محموله با نشانی کامل از طریق نقشه‌های راهنما و یا موقعیت قرارگیری

یک نسخه از فهرست بسته‌بندی کالا باید همراه با محموله ارسال گردد. این فهرست باید در یک محل امن و قابل دسترس قرار گیرد.

هر محموله ارسالی باید دارای برچسب و یا کارت مشخصات، مطابق با فهرست بسته‌بندی کالا باشد. از انجایی‌که در ارسال سیستم‌های لجن‌روبی به محل پروژه، غالبا نیاز به چندین محموله ارسالی می‌باشد، هماهنگی برای دریافت و انبارداری تمامی محموله‌ها بسیار حائز اهمیت است.

سازنده موظف است تمامی محموله‌های ارسالی را به دقت مورد بازرسی قرار دهد.

با وجود این، در صورت کمبود قطعات و یا آسیب و شکستگی احتمالی قطعات به هنگام حمل، باید به نحوی عمل شود که پدید آورنده مشکل، مشخص باشد.

بدین منظور باید در فرآیند تحویل به نکات ذیل توجه شود:

الف- قبل از امضای بارنامه و ارسال محموله، باید بازرسی‌های دقیقی در خصوص عدم وجود هرگونه آسیب و یا کاستی در محموله ارسالی صورت پذیرد و صورتجلسه مربوطه به امضای شرکت باربری و یا نماینده آن برسد.

ب- پس از دریافت محموله در محل پروژه باید به استناد بارنامه همراه کالا، هرگونه کمبود قطعه و یا آسیب احتمالی، صورتجلسه و گزارش گردد.

پ- هرگونه جابه‌جایی و باراندازی تجهیزات در محل پروژه، باید مطابق دستورالعمل‌ها صورت پذیرد. کلیه قوطی‌ها و جعبه‌های چوبی و مقوایی، قطعات الکتریکی و محرک‌های برقی باید در یک فضای سربسته انبارداری شده و در مقابل رطوبت و گرد و خاک محافظت شود.

۷-۲- نصب و راه‌اندازی

نصب سیستم‌های لجن‌روبی باید براساس دستورالعمل‌های سازنده صورت پذیرد. استفاده از نمایندگان سازنده برای بازرسی عملیات پس از نصب، راه‌اندازی و آزمایشات نهایی الزامی است. روغن و گریس باید مطابق درجه اعلام شده توسط سازنده تامین شود.

در صورت لزوم و برای عملکرد مناسب تجهیزات، باید کلیه تنظیمات اولیه براساس دستورالعمل‌های مربوطه صورت پذیرد.

۷-۲-۱- راه‌اندازی اولیه

راه‌اندازی تجهیز باید در حضور کارشناسان سازنده صورت پذیرد. بدین منظور لازم است پس از پایان عملیات نصب، کل مکانیسم مورد بازرسی قرار گیرد. بازرسی کابل‌کشی و صحت سربندی‌ها و همچنین بازرسی سطح روغن گیربکس و روانکاری بلبرینگ‌ها و یاتاقان‌ها براساس دستورالعمل بهره‌برداری، قبل از راه‌اندازی حائز اهمیت است.

قبل از راه‌اندازی باید هرگونه مانع احتمالی در مسیر لجن‌روب برداشته شود. برای اطمینان از حرکت درست لجن‌روب و عدم وجود هرگونه نقص احتمالی باید راه‌اندازی اولیه با مخزن خالی صورت پذیرد.

همچنین در راه اندازی اولیه باید از جهت صحیح حرکت لجن‌روب اطمینان یافت تا حرکت معکوس سبب گیرکردن لجن‌روب به کف حوض و بروزآسیب نگردد.

باید اجازه داد تا لجن‌روب چندین بار به طور کامل به گردش درآمده و یا طول تانک را طی کند تا اپراتور بتواند صحت عملکرد لجن‌روب را رویت نماید. در خلال این مدت نباید هیچ‌گونه گیر، لرزش، حرکت غیرمتعارف و یا صدای اضافی در عملکرد لجن‌روب مشاهده شود. همچنین باید آمپراژ مصرفی محرک و مکانیزم گشتاور پل، حداقل هر یک ساعت یک‌بار کنترل شود.

پس از اطمینان از عدم وجود هرگونه نقص اولیه، می‌توان مخزن را آبگیری نمود و مجددا برای چند ساعت عملکرد لجن‌روب را تحت نظر داشت.

۷-۲-۱-۱- تست گشتاور

باید حداقل یک آزمایش گشتاور بر روی یکی از تجهیزات لجن‌روبی صورت پذیرد. این آزمایش باید تحت نظارت نماینده سازنده انجام شود. هدف از این آزمایش، مشخص نمودن یکپارچگی سازه‌ای و انتخاب مناسب سیستم محرک و مکانیزم لجن‌روب می‌باشد. برای تست گشتاور باید سازه لجن‌روب را در نقاط مختلف توسط کابل‌هایی به انکربولت‌هایی که در کف مخزن تعبیه شده، ثابت نمود و سپس با راه‌اندازی محرک، عملکرد سیستم اضافه بار در گشتاورهای ۱۴۰،۱۲۰،۱۰۰ درصد را کنترل نمود.

۷-۲-۱-۲- تست مجدد

در صورت بروز هرگونه اشکال در خلال آزمایش‌ها، لازم است پس از رفع اشکال، این آزمایش‌ها تکرار شوند.

۷-۲-۲- کنترل تراز نهایی کف مخزن

درصورتی‌که تجهیزات و امکانات برای دست‌یابی به تراز نهایی کف مخزن فراهم نباشد، به کارگیری دستورالعمل زیر الزامی است. پس از نصب کامل لجن‌روب و کنترل دقیق قرارگیری تیغه‌های لجن‌روب، باید با استفاده از گروت و به کارگیری لجن‌روب، تراز کف مخزن ته‌نشینی را به تراز نهایی رساند. درصورتی‌که دستورالعمل نوع و نحوه به کارگیری گروت در دسترس نباشد، باید از ترکیبی متشکل از یک قسمت سیمان و سه قسمت گروت ریز و مقدار کافی آب و یک قاشق پودر آلومینیوم به ازای هر ۵۰ کیلوگرم سیمان استفاده شود. قبل از شروع عملیات، کف مخزن باید عاری از هرگونه گرد و خاک باشد. لاستیک‌های متصل به تیغه‌های لجن‌روب، باید باز شده و به جای آن تیغه‌های چوبی با لبه صاف قرار گیرد. تراز زیرین تیغه‌های چوبی باید ۶ میلی‌متر پایین‌تر از تراز لاستیک‌ها باشد. مایع گروت باید به صورت دستی بر روی سطح کف مخزن ته‌نشینی ریخته شود و با به حرکت در آوردن تیغه‌های لجن‌روب، اقدام به کف‌سازی مخزن نمود. از ورود گروت به محل تخلیه لجن باید جلوگیری شود. بلافاصله پس از اتمام عملیات باید نسبت به پاک کردن گروت اضافی اقدام گردد.

در انتها باید با باز کردن تیغه‌های چوبی، نسبت به نصب مجدد لاستیک لجن‌روب اقدام نمود.

۷-۲-۳- نصب سرریزها

سرریزها و صفحات مانع کف باید براساس نقشه‌ها و دستورالعمل‌های سازنده نصب گردند. در اتمام عملیات باید از درزگیرهای مناسب برای پر کردن تمامی منافذ بین دیواره پاشویه و صفحات سرریز استفاده نمود.

فصل ۸

بهره‌برداری و نگهداری

عمده فعالیت‌های نگهداری و بهره‌برداری واحد ته‌نشینی به عملیات مرتبط به فرآیند باز می‌گردد. در خصوص تجهیزات لجن‌روبی، نگهداری و تعمیرات به سیستم محرک پل و سیستم‌های جمع‌آوری لجن و کفاب، سیستم‌های حفاظتی و پوشش‌ها خلاصه می‌شود.

دستورالعمل‌های بهره‌برداری باید شامل شرح کلیه فرآیندهای لازم برای راه‌اندازی، عملکرد و رفع اختلالات احتمالی تجهیزات باشد. در این دستورالعمل باید نام سازنده، مدل تجهیز، فهرست قطعات و شرح عملکرد تمامی اجزا درج گردد. علاوه بر این، دستورالعمل باید حاوی روش‌های معمول بهره‌برداری، شرایط احتمالی که سبب اختلال در عملکرد تجهیز می‌گردد و روش‌های انجام تعمیرات مورد نیاز و رفع عیوب باشد. در دستورالعمل باید نقشه‌های لوله‌کشی و نصب تجهیزات، دیاگرام‌های سیم‌کشی و کنترل سیستم گنجانده شود.

عملیات تعمیر و نگهداری تنها باید توسط بهره‌برداران آموزش دیده صورت پذیرد. برای جلوگیری از بروز صدمات انسانی، قبل از آغاز عملیات تعمیر و نگهداری، مکانیسم لجن‌روب باید خاموش شود.

۸-۱- نگهداری سیستم‌های جمع‌آوری لجن

لازم است حداقل سالی یک بار مخزن ته‌نشینی کاملا خالی شده و سیستم‌های جمع‌آوری لجن مورد بازبینی قرار گیرند. این عملیات با توجه به نوع لجن‌روب به صورت زیر خلاصه می‌شوند.

- بازرسی تمامی اتصالات و پیچ و مهره‌ها و رفع شل شدن‌های احتمالی، بازرسی آسیب‌های احتمالی به پوشش‌ها (در صورت وجود)
- بازرسی لاستیک‌های متصل به لجن‌روب و تنظیم و یا تعویض آن‌ها در صورت لزوم
- بازرسی سیم بکسل های نگهدارنده پاروهای لجن‌روب و تنظیم مجدد آنها در صورت لزوم
- بازرسی کارایی چرخ‌های متصل به لجن‌روب‌های پارویی و تنظیم و یا تعویض آن‌ها در صورت لزوم
- بازرسی آب‌بندی‌های لاستیکی مانیفلد در لجن‌روب‌های محور دوار مکشی و رفع گرفتگی‌های احتمالی
- بازرسی لوله‌های بالابرنده لجن در لجن‌روب‌های مکشی و رفع گرفتگی‌های احتمالی
- بازرسی زنجیر و چرخ زنجیر، تیغه های لجن‌روبی، کفشک‌های سایشی، ریل‌های حرکتی و یاتاقان‌های زیر تراز آب در لجن‌روب‌های چرخ زنجیری

۸-۲- نگهداری سیستم محرک لجن‌روب‌ها

بر خلاف عملیات نگهداری سیستم لجن‌روبی، نگهداری و تعمیرات محرک‌ها باید به صورت مستمر صورت پذیرد. عملکرد مناسب محرک‌ها مستلزم توجه به نکات زیر است:

- روغن‌کاری تمامی اجزای مرتبط

- خارج نمودن مایع کندانس
- نگهداری و تعویض سیل‌ها و بیرینگ‌های الکتروموتورگیربکس
- بازرسی مکانیسم اسلیپ رینگ، تنظیم و یا در صورت لزوم تعویض زغال‌ها و فنرها، در پل‌های ته‌نشینی استوانه‌ای
- نگهداری از زنجیرها و کنترل میزان لقی و تنظیم آن‌ها
- بازرسی نحوه عملکرد سیستم کنترل گشتاور
- بازرسی نحوه عملکرد سوییچ‌های حدی در پل‌های رفت و برگشتی
- بازرسی میزان ساییدگی چرخ‌های لاستیکی اصلی و راهنما در پل‌های ته‌نشینی و تعویض آن‌ها در صورت نیاز

۸-۲-۱- روغن‌کاری

دنده‌ها و بیرینگ‌های گیربکس محرک،چرخها و همچنین بلبرینگ مرکز دوران پل‌های دوار نیاز به روغن‌کاری و یا گریس‌کاری دارند. لذا، اپراتور باید نسبت به گریس‌کاری اجزای مرتبط و کنترل سطح روغن گیربکس هر هفته یک‌بار اقدام نماید. تخلیه و تعویض روغن گیربکس باید طبق دستورالعمل سازنده و در صورت عدم دسترسی، هر شش ماه یک‌بار صورت پذیرد.

۸-۲-۲- جمع‌آوری مایع کندانس

مایع کندانس در تمامی محرک‌ها تجمع یافته و سبب زنگ‌زدگی بیرینگ‌ها و چرخ‌دنده‌ها و از کار افتادگی آن‌ها می‌شود. لذا جمع‌آوری منظم این مایع بسیار حیاتی است. اپراتور وظیفه دارد، سرعت تشکیل مایع کندانس در محرک را براساس شرایط اقلیمی بررسی نموده و به تناسب نسبت به تخلیه آن اقدام نماید.

۸-۲-۳- نگهداری و یا تعویض سیل‌ها و بیرینگ‌های الکتروموتور گیربکس

در تمامی محرک‌ها، روغن‌کاری منظم سیل‌ها و بیرینگ‌ها و تعویض آن‌ها در صورت فرسودگی، طبق دستورالعمل‌های سازنده لازم اجراست. سیل‌های فرسوده سبب نشت روغن و یا گریس و بیرینگ‌های فرسوده نیز سبب تولید صدا و حرارت خواهند شد. لذا تعویض آن‌ها در صورت فرسودگی جهت جلوگیری از ورود آسیب به سایر بخش‌ها ضروری است.

۸-۲-۴- بازرسی مکانیسم اسلیپ رینگ

نظر به آنکه اسلیپ رینگ، وظیفه انتقال انرژی الکتریکی و سیگنال در پل‌های لجن‌روب دوار را به عهده دارد، نگهداری از آن حائز اهمیت است.

بدین منظور اپراتور حداقل سالی دو بار باید به باز نمودن درپوش محفظه‌ای که اسلیپ رینگ در آن قرار دارد، اقدام نماید و سپس به تمیز کردن سطح زغال‌ها، کنترل میزان سایش‌های احتمالی زغال‌ها، تنظیم مجدد تماس بین زغال‌ها و رینگ‌های مسی و در صورت نیاز، تعویض قطعات فرسوده بپردازد.

بستن مجدد درپوش محفظه استقرار اسلیپ رینگ، به منظور حفظ کلاس حفاظتی IP54 آن از الزامات است.

۸-۲-۵- نگهداری از زنجیرها

در بسیاری از سیستم‌های لجن‌روبی به خصوص لجن‌روب‌های چرخ زنجیری از مکانیزم چرخ زنجیر استفاده می‌شود. زنجیرهای محرک باید روغن‌کاری شده و میزان لقی و راستای محور آن‌ها با چرخ زنجیر، بازرسی و در صورت نیاز تنظیم شود. عدم روغن‌کاری می‌تواند به فرسایش مکانیسم چرخ زنجیر منجر شود و لقی نامناسب و عدم هم راستایی می‌تواند به خروج زنجیر از چرخ زنجیر بیانجامد.

روغن‌کاری باید طبق دستورالعمل سازنده و به نحوی صورت پذیرد تا تمامی پین‌ها و غلتک‌ها روانکاری شوند.

لقی نامناسب، عمده‌ترین عامل نقص در لجن‌روب‌های چرخ زنجیری است.

اپراتور باید وضعیت تیغه لجن‌روب پس از عبور از شفت اصلی و همچنین به هنگام جاروی سطح را بررسی کند. هرگونه انحراف و یا گیر و توقف لحظه‌ای نشانگر لقی زنجیر است.

علاوه بر این اپراتور باید حرکت زنجیر بر روی چرخ زنجیر را کنترل کند. پرش زنجیر بر روی چرخ زنجیر موید خوردگی دندانه‌های چرخ زنجیر است.

مخزن ته‌نشینی باید سالی دو بار برای بازرسی کشش زنجیرهای لجن‌روب تخلیه شود. علاوه بر این باید لاستیک‌های لجن‌روب، کفشک‌های سایشی و سایش چرخ زنجیرها مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز تعویض شوند.

۸-۲-۶- بازرسی نحوه عملکرد سیستم کنترل گشتاور

بازرسی گهگاه سیستم کنترل گشتاور، می‌تواند از ورود آسیب جدی به محرک و سایر اجزای لجن‌روب، در صورت بروز هرگونه اشکال احتمالی، ممانعت به عمل آورد. بسیاری از مکانیسم‌های کنترل گشتاور، مجهز به یک مسیرفرعی دستی و یک نمایشگر میزان گشتاور هستند که وظیفه بازرسی مکانیسم کنترل را ساده می‌سازد. اگر سیستم هشدار و یا قطع مکانیسم کنترل گشتاور، در مقادیر تنظیم شده عمل ننمایند، مکانیسم باید سریعا توسط افراد متخصص تعمیر شود.

۸-۲-۷- بازرسی نحوه عملکرد سوییچ‌های حدی در پل‌های رفت و برگشتی

نظر به آنکه این سوییچ‌ها وظیفه ارسال فرمان تغییر مسیر حرکتی پل‌های رفت و برگشتی را به عهده دارند، بازرسی منظم صحت عملکرد آن‌ها باید در دستور کار بهره‌بردار قرار گیرد.

۸-۲-۸- بازرسی میزان ساییدگی چرخ‌های لاستیکی

علیرغم رعایت الزامات سازه‌ای و همچنین میزان سختی لاستیک، فرسایش آن‌ها در اثر حرکت بر روی دیواره بتنی در پل‌های ته‌نشینی اجتناب‌ناپذیر است. لذا بهره‌بردار وظیفه دارد حداقل ماهی یک‌بار وضعیت لاستیک‌ها را بررسی کرده و در صورت نیاز نسبت به تعویض آن‌ها اقدام نماید.

۸-۳- مخاطرات بهره‌برداری و اقدامات پیشگیرانه

۸-۳-۱- مخاطرات

۱- خطر غرق شدن
۲- سقوط از ارتفاع
۳- مخاطرات بیولوژیک
۴- لغزش و سقوط
۵- مخاطرات مکانیکی
۶- خطر شوک الکتریکی

شدت مخاطرات: کم

۸-۳-۲- اقدامات پیشگیرانه

۱- قبل از روشن کردن پل لجن‌روب، باید اطمینان حاصل شود که شخص دیگری مشغول انجام تعمیرات نباشد.
۲- باید از موقعیت جلیقه‌های نجات برای استفاده سریع در شرایط اضطراری اطمینان حاصل شود.
۳- از راه رفتن بر روی دیواره مخازن، اکیدا خودداری شود.
۴- در حین انجام کار باید از پوشش‌های مناسب استفاده شود.
۵- در صورت کار روی تجهیزات برقی لازم است، برق آن‌ها قطع و با نصب علایم و برچسب از روشن شدن آن‌ها توسط افراد دیگر جلوگیری شود.
۶- تعمیر و یا تنظیم لجن‌روب‌ها نباید هنگامی که واحد در حال کار می‌باشد، انجام گیرد. باید توجه داشت که گرچه سرعت حرکت لجن‌روب کند می‌باشد ولیکن قدرت زیادی در این حرکت وجود دارد.
۷- پس از پایان تعمیرات، حفاظ اطراف چرخ‌دنده‌ها، زنجیرها، تسمه‌ها و سایر قطعات در حال چرخش باید در سر جای خود نصب شود.
۸- از تکیه دادن به هندریل ها جدا خودداری شود.

۸-۳-۳- پوشش لازم برای بهره‌برداران

روپوش ضد آب و استاندارد، کلاه ایمنی، کفش ایمنی و دستکش، پوشش لازم برای بهره‌برداران می‌باشد.

جدول (۸-۱) عیب‌یابی سیستم محرک مشتمل بر مشکل، علت احتمالی و اقدامات اصلاحی را ارائه می‌دهد.

جدول ۸-۱- عیب‌یابی سیستم محرک

ردیف	مشکل	علت احتمالی	اقدامات اصلاحی
۱	عدم گردش الکتروموتور	۱- سرسیم‌ها شل هستند ۲- فیوزها سوخته‌اند ۳- کنتاکتور پریده است ۴- سیم‌پیچی موتور در اثر اضافه بار، عدم کارکرد سیستم خنک‌کاری و نقص منبع تغذیه سوخته است ۵- هوای سرد سبب کاهش سیلان روغن شده است. ۶-در پل‌های دوار اسلیپ رینگ از تنظیم خارج شده و ذغالها در مسیر خود حرکت نمی کنند.	۱- اتصال سرسیم‌ها باید بررسی و اصلاح شود. ۲- دلیل اضافه بار کنترل شده و فیوزها تعویض شوند. ۳- آمپراژ موتور کنترل و تنظیم شود ۴- علت بررسی و رفع گردد و سپس موتور تعویض شود. ۵- از حرارت دادن موقتی برای افزایش ویسکوزیته روغن و امکان راه‌اندازی موتور استفاده شود. ۶-اسلیپ رینگ باز شده و ذغالها در محل حرکت درست خود تنظیم شوند.
۲	افزایش دمای موتور	۱- موتور تحت اضافه بار است ۲- موتور با ولتاژ صحیح کار نمی‌کند.	۱- اضافه بار باید برطرف شود. ۲- ولتاژ تغذیه کنترل شود و سربندی موتور اصلاح گردد.
۳	وجود صدای اضافی در کارکرد موتور	۱- راستای کوپلینگ تنظیم نیست ۲- دو نیمه کوپلینگ بسیار به هم نزدیک هستند ۳- بیرینگ فرسوده شده است. ۴- فن موتور شکسته است ۵- درپوش فن موتور کج شده است ۶- پیچها شل شده‌اند.	۱- راستای کوپلینگ اصلاح شود ۲- فاصله بین کوپلینگ اصلاح شود ۳- بیرینگ‌های فرسوده تعویض شود ۴- فن تعویض شود ۵- درپوش تعمیر و یا تعویض شود ۶- پیچها، سفت شوند.
۴	عدم حرکت لجن‌روب	۱- پین برش شکسته است (در صورت وجود) ۲- کوپلینگ بین موتور و گیربکس شکسته است ۳- خار بین اجزای محرک شکسته و یا جابه‌جا شده است ۴-جدایی لاستیک چرخ محرک یا متحرک از رینگ فولادی بدلیل فرسودگی	۱- پین برش تعویض شود ۲- کوپلینگ شکسته تعویض شود ۳- خار تعویض شده یا در جای خود قرار گیرد ۴- تعویض لاستیک
۵	عدم کارکرد صحیح سیستم کنترل گشتاور	۱- سیم‌پیچی صحیح نیست ۲- تنظیمات درست نیست ۳- قطعات شکسته یا خم شده وجود دارد ۴- موقعیت صفر درست تنظیم نشده است ۵- پیچ حفظ موقعیت گشتاور خم شده و یا شکسته است	۱- سیم‌پیچی اصلاح شود ۲- به دستورالعمل تجهیز مراجعه شود ۳- قطعات معیوب تعویض شود. ۴- به دستورالعمل تجهیز برای تنظیم درست مراجعه شود ۵- قطعه تعویض شود.
۶	نمایش گشتاور زیاد توسط سیستم کنترل گشتاور	۱- تیغه‌های لجن‌روب در لجن گیر کرده‌اند. ۲- لجن‌روب به دلیل وجود اشیای خارجی گیرکرده است ۳- مسیر خروجی لجن بسته شده است ۴- اشکال در عملکرد مخزن ته‌نشینی یا تغلیظ وجود دارد ۵- بیرینگ‌ها به دلیل زنگ‌زدگی و یا انجماد مایع کندانس گیرکرده است ۶- میل بادامک سیستم کنترل گشتاور (در صورت وجود) گیر کرده است ۷- تیغه های لجنروب به دلیل فرسودگی چرخ ها و یا ساییدگی لاستیک لجنروب به کف بتنی سازه گیر میکند.	۱- جامدات تجمیع شده برداشته شود ۲- مانع برداشته شود ۳- مسیر خروجی لجن باز شود ۴- رفع اشکال عملکردی ۵- تعویض قطعات خورده شده و یا تامین گرمایش موقت برای رفع انجماد مایع کندانس و تخلیه آن ۶- باز کردن درپوش سیستم کنترل گشتاور و روغن‌کاری میل بادامک ۷- تعویض چرخ ها و یا لاستیک پاروها
۷	کارکرد موتور یا گیربکس با صدا و ارتعاش زیاد	۱- عدم روغن‌کاری ۲- وجود پیچ‌های شل شده ۳- شل شدن کوپلینگ‌ها ۴- تیغه های لجن روب بدلیل فرسودگی چرخها و یا ساییدگی لاستیک لجن روب	۱- انجام روغن‌کاری طبق دستورالعمل ۲- سفت کردن پیچ‌ها ۳- سفت کردن کوپلینگ‌ها ۴- تعویض چرخها و یا لاستیک پاروها
۸	داغ شدن زیادگیربکس	۱- وجود اضافه بار در گیربکس ۲- روغن نامناسب و یا ناکافی	۱-اضافه بار باید برطرف شود ۲-حجم روغن کنترل شده و یا با روغنی مناسب طبق دستورالعمل سازنده تعویض شود
۹	نشت روغن از گیربکس	۱- فرسودگی سیل یا شفت ۲- زیاد بودن حجم روغن ۳- وجود آب در روغن ۴- شل شدن پیچ‌ها	۱- تعویض قطعه معیوب ۲- پریود افزودن روغن کم شود ۳-منشا اضافه شدن آب کشف و برطرف شود ۴- پیچ‌ها سفت شود.

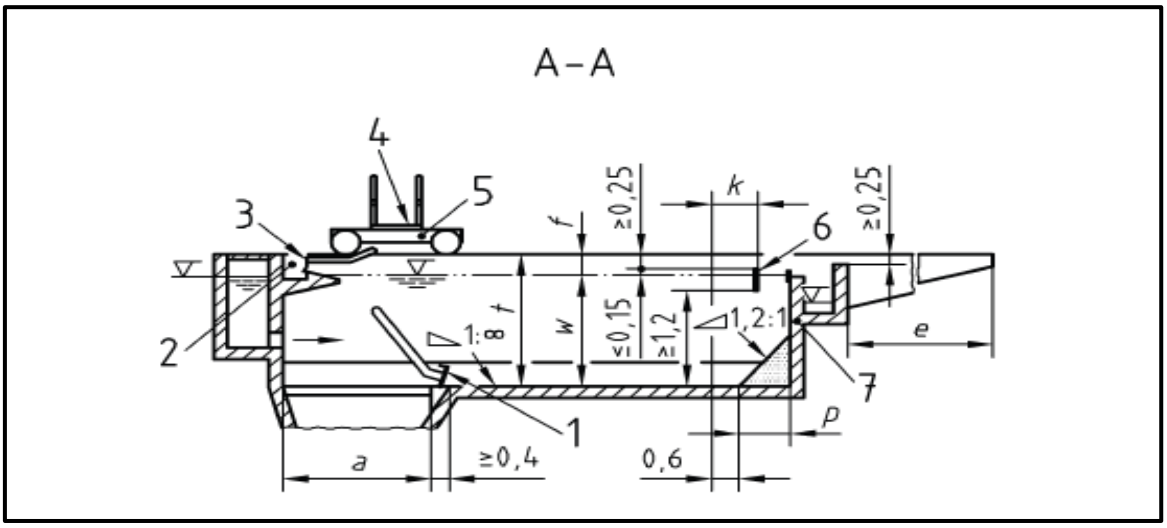
فصل ۹

اجزا و ابعاد اصلی مخازن ته‌نشینی

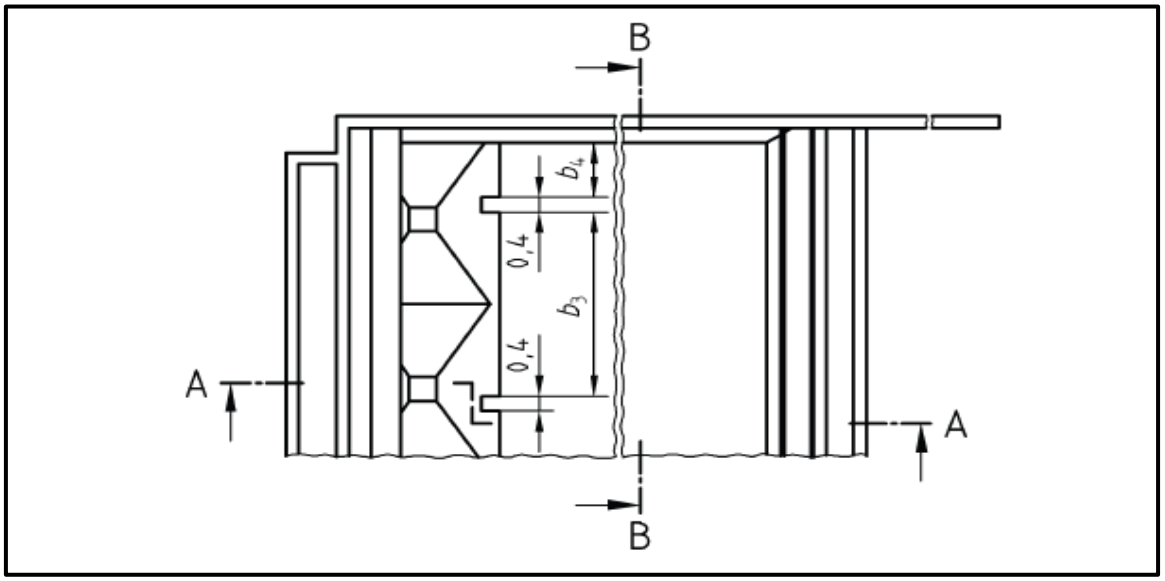
۹-۱- الزامات سازه‌ای مخازن ته‌نشینی مستطیلی

۹-۱-۱- مخازن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی

این مخازن در شکل (۹-۱) در سه بخش نشان داده شده‌اند. همچنین جدول (۹-۱) ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب عرض مخزن را ارائه می‌دهد.

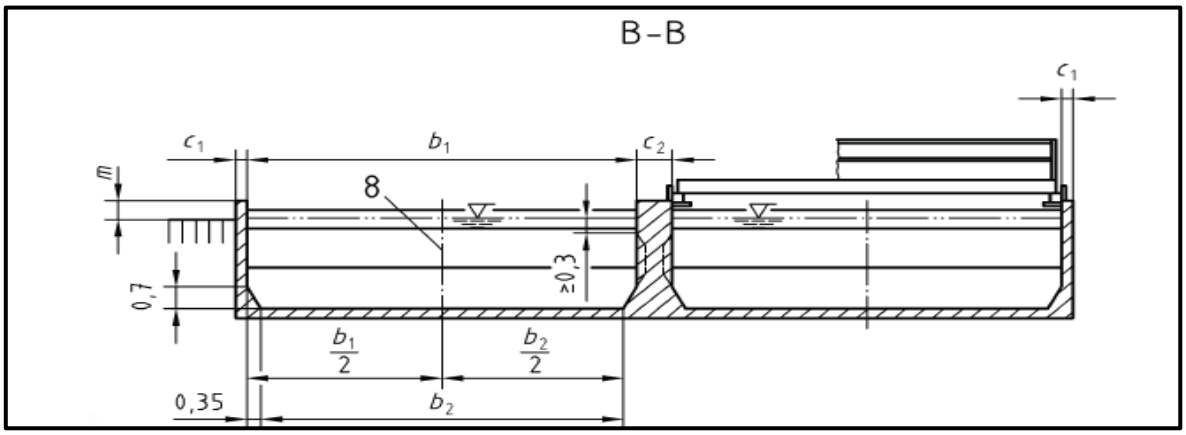


نمایش پل لجن‌روب، عرشه پل، لجن‌روب، پاشویه جمع‌آوری کفاب و ورودی و خروجی مخزن همگی به صورت نمونه می‌باشند.



پل لجن‌روب نمایش داده نشده است.

تعداد چاله‌های جمع‌آوری لجن باید براساس عرض مخزن و شرایط محلی تعیین گردد.



راهنما:

۱- لجن‌روب کف
۲- پاشویه جمع‌آوری کفاب مطابق شکل (۹-۶) (آرایش ۳)
۳- کفاب‌روب
۴- عرشه پل
عرض حداقل (0.8m)
بار زنده مجاز ($1.5KN/m^2$)
۵- پل لجن‌روب
۶- سرریز همراه با دیواره مانع کف
۷- خروجی مطابق شکل (۹-۴) (آرایش ۱)
۸- محور عمودی مخزن
a = طول قیف جمع‌آوری لجن
b_1 = عرض کلی مخزن
b_2 = عرض مخزن در کف
b_3 = فاصله خالص در دماغه خروجی قیف جمع‌آوری لجن
b_4 = فاصله تا اولین خروجی
c_1 = ضخامت دیواره مخزن برای حرکت یک پل
c_2 = ضخامت دیواره مخزن برای حرکت دو پل
e = عرض گذرگاه در مجاورت مخزن
f = ارتفاع آزاد
k = فاصله لازم، برای امکان حرکت لجن‌روب زیر دیواره مانع کف
m = ارتفاع جان پناه
p = طول رمپ انتهایی مخزن
T = عمق کلی مخزن
w = عمق آب

شکل ۹-۱- مخازن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی

جدول ۹-۱- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب عرض مخزن (کلیه ابعاد برحسب متر است)

b1	b2	b3	b4	c1 (min)	c2(min)	e	f
4	3.3	1.6	0.45	0.25	0.7	3	0.4; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2
5	4.3	2.1	0.7				
6	5.3	2.6	0.95				
7	6.3	3.1	1.2				
8	7.3	3.6	1.45				
10	9.3	2.6	1.45	0.3	0.9	4	
12	11.3	3.6	1.45				
14	13.3	3.1	1.2				
16	15.3	3.6	1.45				

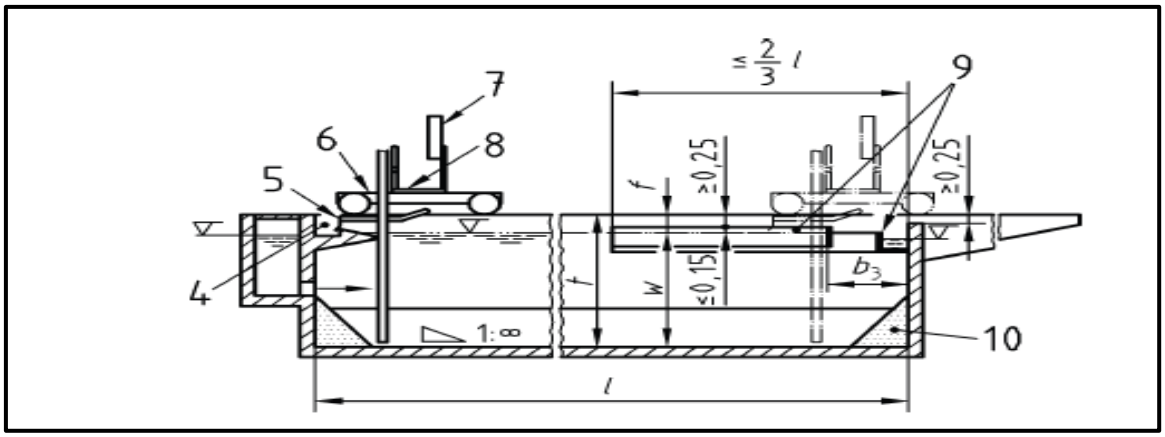
جدول ۹-۲- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب عمق مخزن (کلیه ابعاد برحسب متر است)

t	a	k (min)	p (min)
2.4	2.45	1.1	0.8
2.6	2.6	0.95	0.85
2.8	2.75	0.8	0.9
3	2.9	0.7	0.95
3.2	3.05	0.55	1
3.4	3.2	0.4	1.05
3.6	3.35	0.25	1.1
3.8	3.5	0.15	1.15
4	3.65	0	1.2
با افزایش 0.2	مطابق توصیه سازنده		
ابعاد a برای b1=14m و b1=16m مطابق توصیه سازنده است			

توجه: عرض مخزن b_1، عمق مخزن t و عمق آب w ابعاد قابل انتخاب می‌باشند. سایر ابعاد براساس جدول‌های (۹-۱) و (۹-۲) تعیین می‌گردند.
تصاویر خروجی (آرایش ۱ و ۷) در شکل (۹-۴) گنجانده شده‌اند.

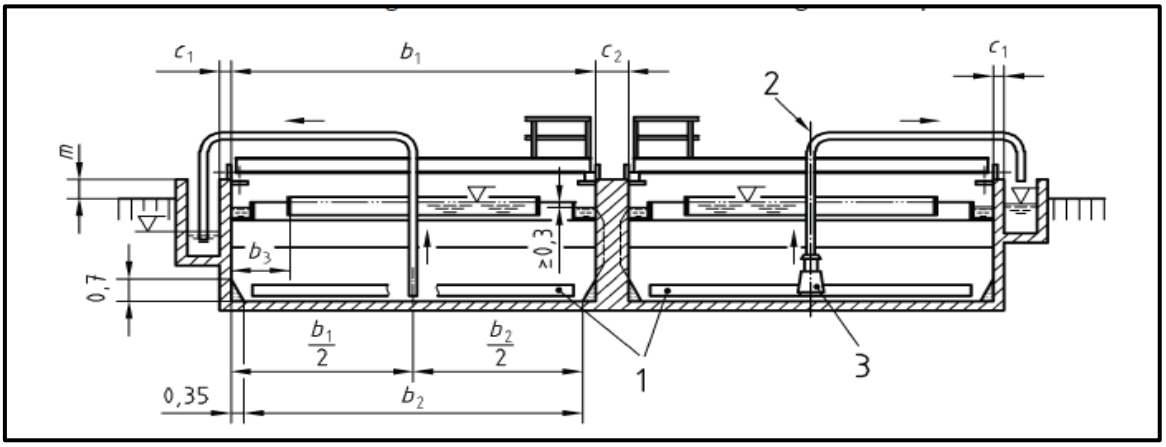
۹-۱-۲- مخازن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب مکشی

این مخازن در شکل (۹-۲) نشان داده شده‌اند. همچنین جدول (۹-۳) ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب مکش برحسب عرض مخزن را ارائه می‌دهد.



نمایش پل لجن‌روب، عرشه پل، لجن‌روب، پاشویه جمع‌آوری کفاب، ورودی و خروجی مخزن، همگی به صورت نمونه می‌باشند.

تعداد و نوع مکنده‌های لجن و نحوه مکش براساس انتخاب سازنده می‌باشد.



راهنما:

۱- لجن‌روب (جزییات نمایش داده نشده است)

۲- محور عمودی مخزن

۳- ابزار مکش

۴- پاشویه کفاب مطابق شکل (۹-۶) (آرایش ۳)

۵- کفاب‌روب

۶- پل لجن‌روب

۷- تابلو برق

۸- عرشه پل

- عرض حداقل (0.8m)
- بار زنده مجاز ($1.5KN/m^2$)

۹- سرریز همراه با دیواره مانع کف

۱۰- شیب‌بندی براساس جزییات سازنده

b_1= عرض کلی مخزن

b_2=عرض مخزن در کف

b_3= فاصله دیواره مانع کف تا دیوار مخزن

c_1= ضخامت دیواره برای حرکت یک پل لجن‌روب

c_2= ضخامت دیواره برای حرکت دو پل لجن‌روب

f=ارتفاع آزاد بیش از ۰.۴ متر

l=طول کلی مخزن

m=ارتفاع جان پناه

t= عمق کلی مخزن

w= عمق آب

شکل ۹-۲- مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب مکشی و نوع عمل مکش (پمپ یا سیفون)

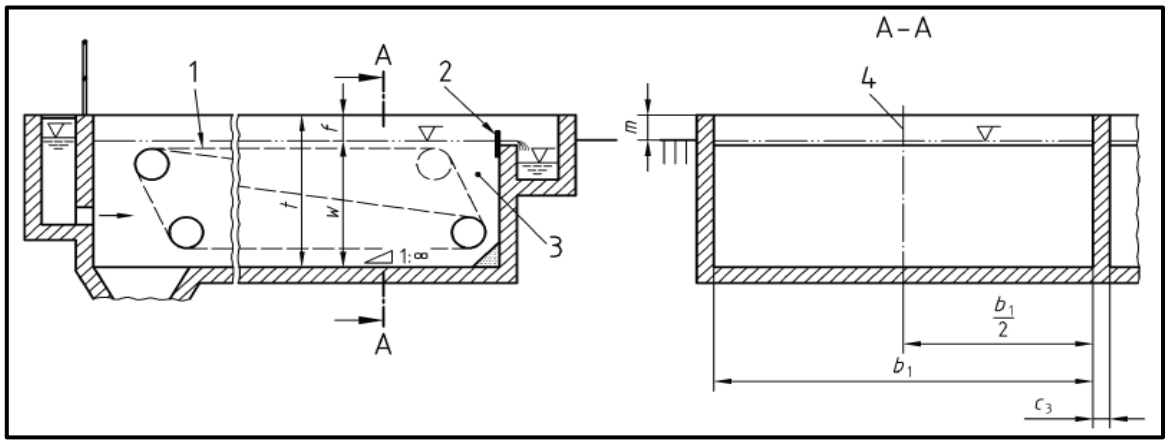
جدول ۹-۳- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب مکش برحسب عرض مخزن b_1 (کلیه ابعاد برحسب متر است)

b1	b2	b3 max	c1 min	c2 min	t
4	3.3	1	0.25	0.7	۲.۴ متر و با افزایش هر ۰.۲ متر
5	4.3				
6	5.3				
7	6.3				
8	7.3				
10	9.3		0.3	0.9	
12	11.3				

توجه: عرض مخزن b_1، عمق مخزن t و عمق آب w ابعاد قابل انتخاب می‌باشند. سایر ابعاد براساس جدول‌های (۹-۱) و (۹-۲) تعیین می‌گردند. تصاویر خروجی (آرایش ۱ و ۷) در شکل (۹-۴) گنجانده شده‌اند.

۹-۱-۳- مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب زنجیری

این مخازن در شکل (۹-۳) نشان داده شده‌اند. همچنین جدول (۹-۴) ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب زنجیری را ارائه می‌دهد.



نمایش لجن‌روب، ورودی و خروجی به صورت نمونه می‌باشد.

راهنما:

۱- لجن‌روب زنجیری

۲- سرریز خروجی

۳- پاشویه جمع‌آوری کفاب (براساس نیاز طراحی شود)

۴- محور عمودی مخزن

b_1= عرض کلی مخزن

f= ارتفاع آزاد

m= ارتفاع جان پناه

t= عمق کلی مخزن

w= عمق آب

c_3= ضخامت دیواره مخزن هنگامی که محرک بر روی دیوار پیش‌بینی شود (حداقل ۰/۲۵ متر)

شکل ۹-۳- مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب زنجیری

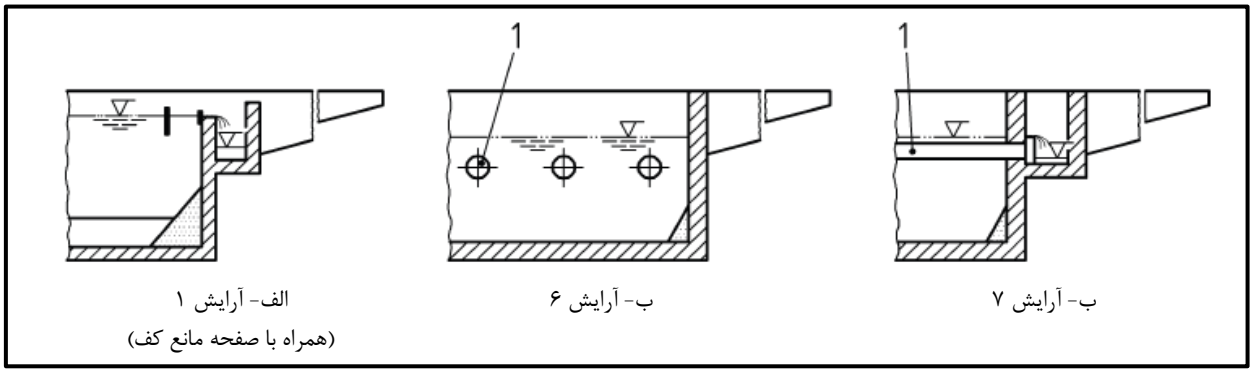
جدول ۹-۴- ابعاد مخزن ته‌نشینی مستطیلی مجهز به لجن‌روب زنجیری (کلیه ابعاد برحسب متر است)

b1	f	t	w min.
2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12	0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2;	۲ متر و با افزایش هر ۰.۲ متر	1.6

توجه: عرض مخزن b_1 و ارتفاع آزاد f و عمق کلی مخزن t ابعاد قابل انتخاب می‌باشند. عمق آب w براساس توصیه‌های سازنده خواهد بود. خروجی (آرایش ۱) در شکل (۹-۴) گنجانده شده است. سایر آرایش‌های خروجی با هماهنگی سازنده خواهد بود.

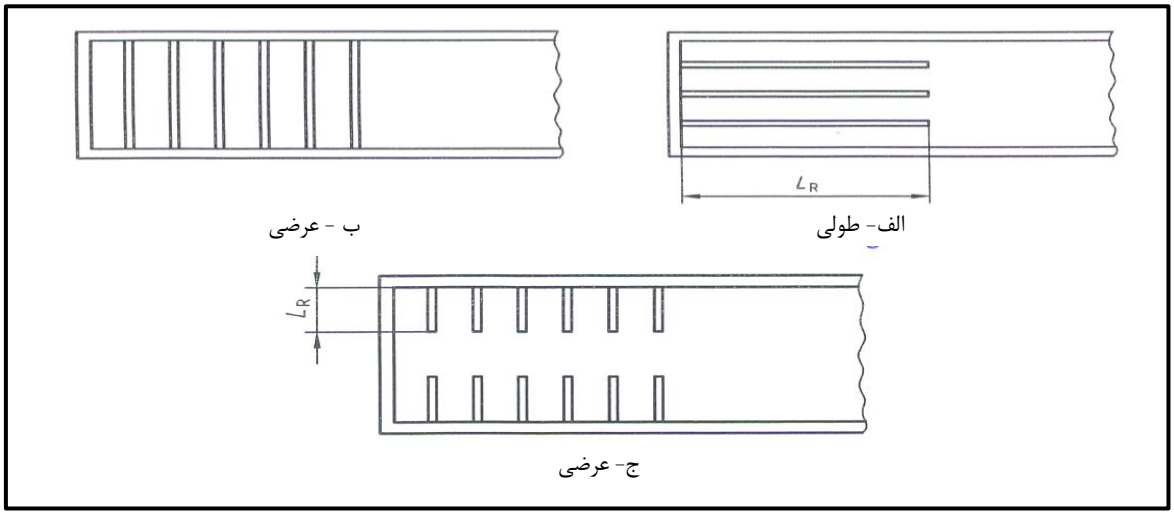
۹-۱-۴- خروجی سیال ته‌نشین شده

علاوه بر به کارگیری از صفحات سرریز و مانع کف برای خارج نمودن سیال ته‌نشین شده در مخازن ته‌نشینی، تخلیه می‌تواند از طریق لوله‌های مستغرق صورت پذیرد. شکل (۹-۴) گزینه‌های خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن مستطیلی را ارائه می‌دهد.



شکل ۹-۴- گزینه‌های خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن مستطیلی

لوله‌های مستغرق را می‌توان در مخازن مستطیلی مطابق شکل (۹-۵) به کار گرفت. فواصل لوله‌های تخلیه از یکدیگر بستگی به سیستم جمع‌آوری لجن و کفاب دارد. شکل (۹-۵) آرایش لوله‌های تخلیه مستغرق در مخازن ته‌نشینی مستطیلی را ارائه می‌دهد.

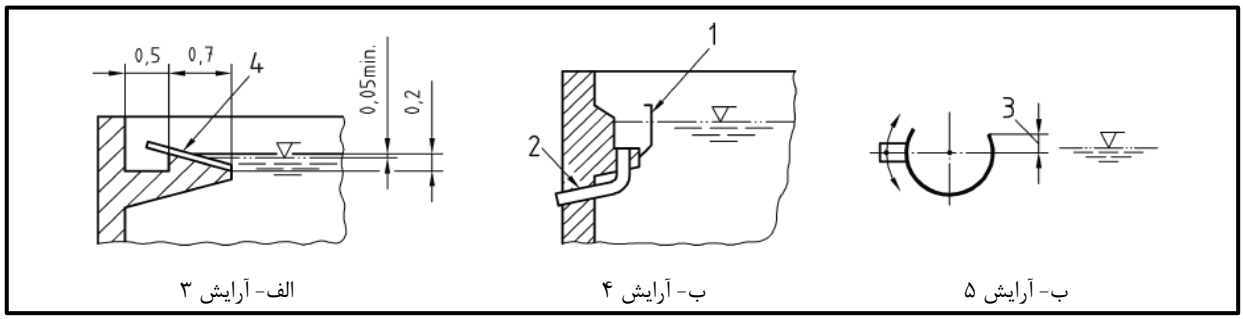


راهنما: L_R – طول راهنما لوله‌های تخلیه

شکل ۹-۵- آرایش لوله‌های تخلیه مستغرق در مخازن ته‌نشینی مستطیلی

۹-۱-۵- خروجی کفاب

کفاب با حرکت تیغه‌های کفاب‌روب و یا حرکت برگشت صفحات و تیغه‌های لجن‌روب در مکانیزم چرخ و زنجیری، به یکی از دو سمت انتهایی مخزن هدایت می‌شود. سپس از آنجا به یکی از آرایش های ۳، ۴ و یا ۵ تخلیه می‌شود. شکل (۹-۶) خروجی کفاب در مخازن ته‌نشینی مستطیلی را ارائه می‌دهد.



الف- آرایش ۳ ب- آرایش ۴ ب- آرایش ۵

راهنما:

۱- تیغه کفاب‌روب

۲- لوله خروجی کفاب (قابل انسداد)

۳- قابلیت تنظیم ارتفاع بیش از ۰/۱۲ متر

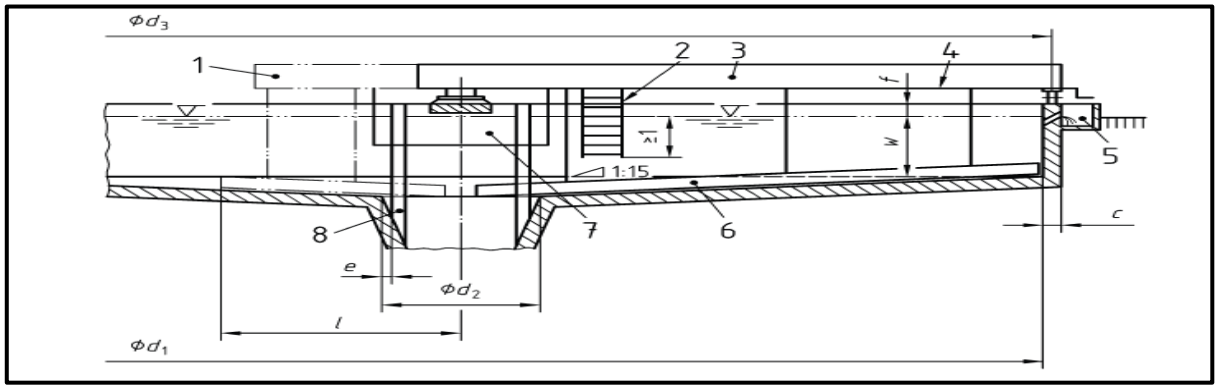
۴- صفحه شیب‌دار جهت خروجی کفاب جمع‌آوری شده توسط تیغه کفاب

شکل ۹-۶- خروجی کفاب در مخازن ته‌نشینی مستطیلی

۹-۲- الزامات سازه‌ای مخازن ته‌نشینی و تغلیظ استوانه‌ای

۹-۲-۱- مخزن ته‌نشینی استوانه‌ای مجهز به لجن‌روب پارویی

این مخازن در شکل (۹-۷) نشان داده شده‌اند. همچنین جدول (۹-۵) ابعاد مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب قطر مخزن را ارائه می‌دهد.



راهنما:

۱- نیم پل، سه چهارم پل و یا تمام پل

۲- نردبان اضطراری

۳- پل لجن‌روب

۴- عرشه پل

- حداقل عرض (0.8m)
- بار زنده مجاز ($1.5KN/m^2$)

۵- خروجی (به صورت نمونه وار نوع یک نمایش داده شده است.(به شکل ۹-۱۰ مراجعه شود))

۶- لجن‌روب پارویی

۷- استوانه مرکزی

۸- ستون‌های مرکزی

d_1 = قطر داخلی

d_2 = قطر قیف مخروطی

d_3 = قطر ارابه پل

e = فاصله بین محیط قیف مخروطی و ستون

l = طول لجن‌روب

f = ارتفاع آزاد

w = عمق آب در دیواره کناری

c = عرض دیواره مخزن برای حرکت چرخ‌های پل

n = عرض پاشویه خروجی (به شکل ۹-۱۰ مراجعه شود)

استوانه مرکزی، ستون‌های مرکزی، لجن‌روب، عرشه پل و نمایش نردبان اضطراری همگی به صورت راهنما می‌باشند. جداسازی کفاب نشان داده نشده است.

شکل ۹-۷- ته‌نشینی استوانه‌ای با لجن‌روب پارویی

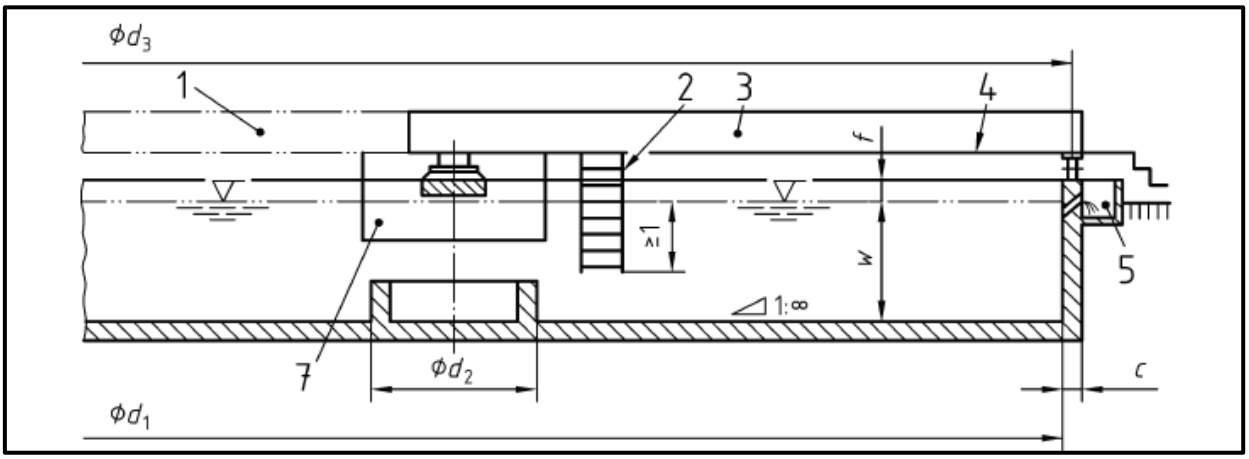
جدول ۹-۵- ابعاد مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای مجهز به لجن‌روب پارویی برحسب قطر مخزن d_1 (کلیه ابعاد بر حسب متر است)

d1	c(min)	d2	e (min)	f	k1 (max)	l	n	W
<=15	0.25	2;3	0.2		1	———	0.5;1	۲ متر و با افزایش‌های ۰.۲ متر
15<d1<=20		3;4		0.4;			1	
20<d1<=28	0.3			0.6;				
28<d1<=32		4;6	0.3	0.8;	1.5	6	1.5	
32<d1<=35	0.4			1.0;		7		
35<d1<=40				1.2;		8		
40<d1<=45	0.5		0.4	1.4;	2	9	2	
45<d1<=50				1.6;		10		
50<d1<=60						12		
برای مقادیر k1 و n به شکل (۹-۱۰) مراجعه شود								

قطرداخلی d_1،ارتفاع آزاد f و عمق آب w ابعاد قابل انتخاب هستند. سایر ابعاد تابع شرایط هندسی هستند که در جدول (۹-۵) مورداستفاده قرار گرفته اند.

۹-۲-۲- تانک‌های ته‌نشینی مجهز به لجن‌روب مکشی

این مخازن در شکل (۹-۸) نشان داده شده‌اند. همچنین جدول (۹-۶) ابعاد مخازن ته‌نشینی مجهز به لجن‌روب مکشی برحسب قطر مخزن را ارائه می‌دهد.



استوانه مرکزی، ستون‌های مرکزی، لجن‌روب، عرشه پل و نمایش نردبان اضطراری همگی به صورت راهنما می‌باشند. ورودی، مکنده‌ها، جریان برگشتی و مجموعه جمع‌آوری کفاب نشان داده نشده‌اند.

۱ الی ۵ و ۷ به شکل (۹-۷) مراجعه شود.

w , n , f , d3 , d1 , c به شکل (۹-۷) مراجعه شود.

d2 قطر خارجی ستون‌های مرکزی

شکل ۹-۸- مخازن ته‌نشینی مجهز به لجن‌روب مکشی

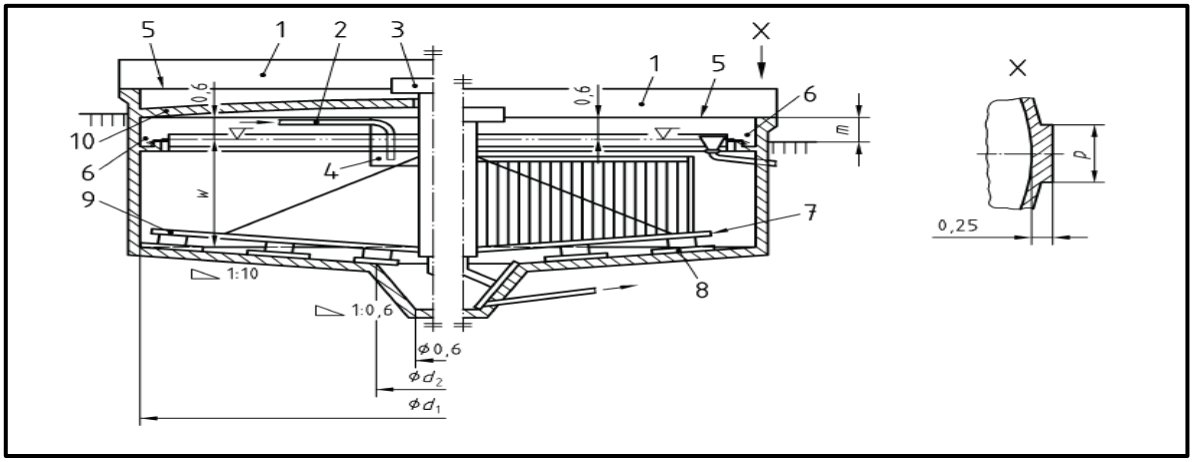
جدول ۹-۶- ابعاد مخازن ته‌نشینی مجهز به لجن‌روب مکشی برحسب قطر مخزن d_1 (کلیه ابعاد برحسب متر است)

d1	e (min)	d2	f	k1 (max)	n	w
15<d1<=20	0.25	2.5	0.4;0.6;	1	1	۲ متر و با افزایش‌های ۰.۲ متر
20<d1<=30	0.3	3	0.8;1.0;			
30<d1<=40	0.4		1.2;1.4;	1.5	1.5	
40<d1<=60	0.5	4	1.6	2	2	
برای مقادیر k1 و n به شکل (۹-۱۰) مراجعه شود						

قطر داخلی d_1، ارتفاع آزاد f و عمق آب w ابعاد قابل انتخاب هستند. سایر ابعاد تابع شرایط هندسی هستند که در جدول (۹-۶) مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۹-۲-۳- مخازن تغلیظ استوانه‌ای

این مخازن در شکل (۹-۹) نشان داده شده‌اند. همچنین جدول (۹-۷) ابعاد مخازن تغلیظ استوانه‌ای با محور مرکزی برحسب قطر داخلی را ارائه می‌دهد.



راهنما:

۱- پل
۲- ورودی
۳- محرک مرکزی
۴- استوانه مرکزی
۵- عرشه پل
۶- خروجی (به صورت نمونه‌وار نوع ۲ نمایش داده شده است)
۷- لجن‌روب همراه با میله‌های جداسازی (لجن‌روب نرده‌ای)
۸- تیغه لجن‌روب
۹- لجن‌روب بدون میله‌های جداسازی
۱۰- پوشش سقف
d_1 = قطر داخلی
d_2 = قطر مخروط جمع‌آوری لجن
m = ارتفاع جان پناه
p = عرض پل بتنی
w = ارتفاع آب در کناره

شکل ۹-۹- مخازن تغلیظ استوانه‌ای

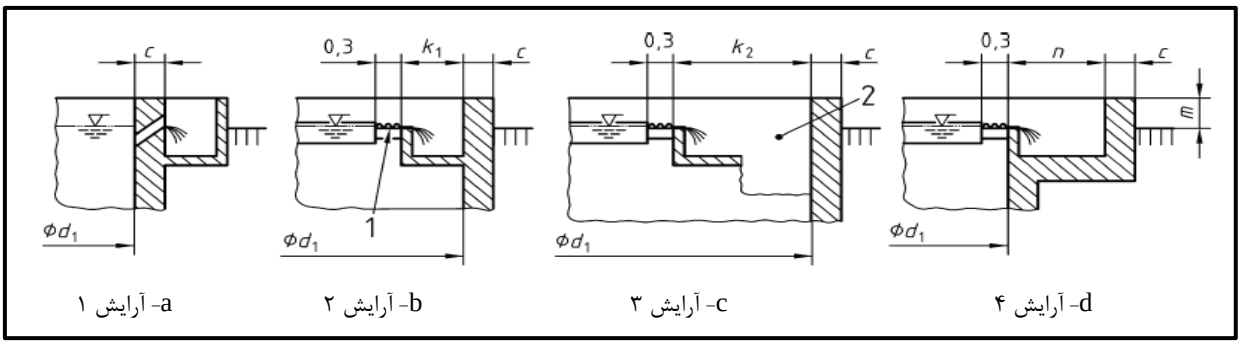
جدول ۹-۷- ابعاد مخازن تغلیظ استوانه‌ای با محور مرکزی برحسب قطر داخلی d_1 (کلیه ابعاد بر حسب متر است)

d1	d2	p	w	k1	n
5,6	2	طبق توصیه سازنده	۲.۸ متر و با افزایش ۰.۴ متر	0.5	0.5
7,8,9,10	2.4				
12,14,16,18,20	2.8				
22,24,26,28,30	3.2				
برای مقادیر k1 و n به شکل (۹-۱۰) مراجعه شود					

قطر داخلی d1، ارتفاع آزاد f و عمق آب w ابعاد قابل انتخاب می‌باشند. سایر ابعاد تابع شرایط هندسی هستند که در جدول (۹-۷) مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۹-۲-۴- شکل خروجی مخازن

شکل‌های (۹-۱۰) و (۹-۱۱) خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن ته‌نشینی و شکل (۹-۱۲) آرایش شعاعی لوله‌های تخلیه مستغرق را نشان می‌دهد.



a- آرایش ۱ b- آرایش ۲ c- آرایش ۳ d- آرایش ۴

راهنما:

۱- سرریز همراه با دیواره مانع کف

۲- فضا برای چند کانال

d_1= قطر داخلی مخزن

c= ضخامت دیواره مخزن برای گذر چرخ پل لجن‌روب

k_1= عرض پاشویه برای یک کانال خروجی

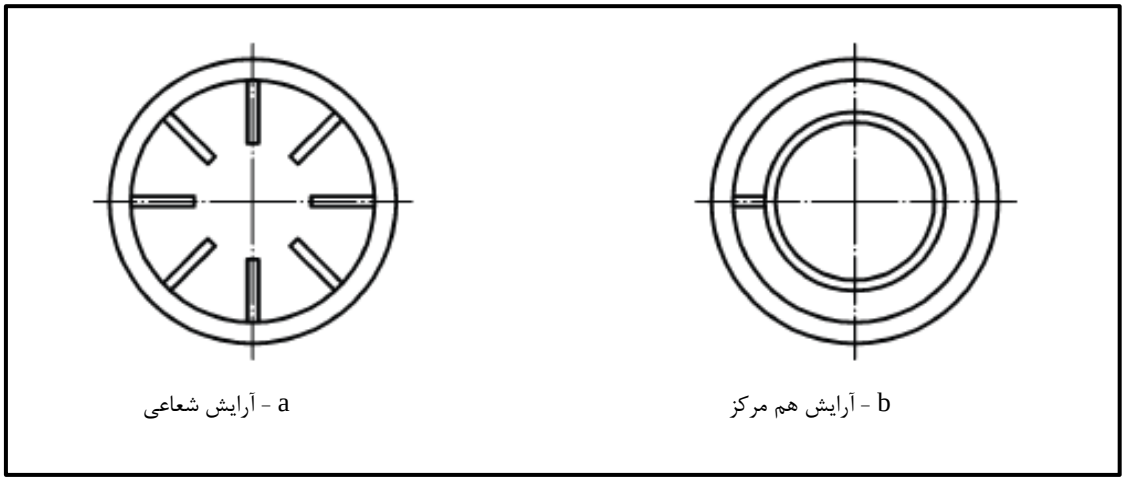
k_2= عرض پاشویه برای چند کانال خروجی باید با هماهنگی با سازنده تعیین شود.

m = ارتفاع جان پناه

n= عرض پاشویه خارجی

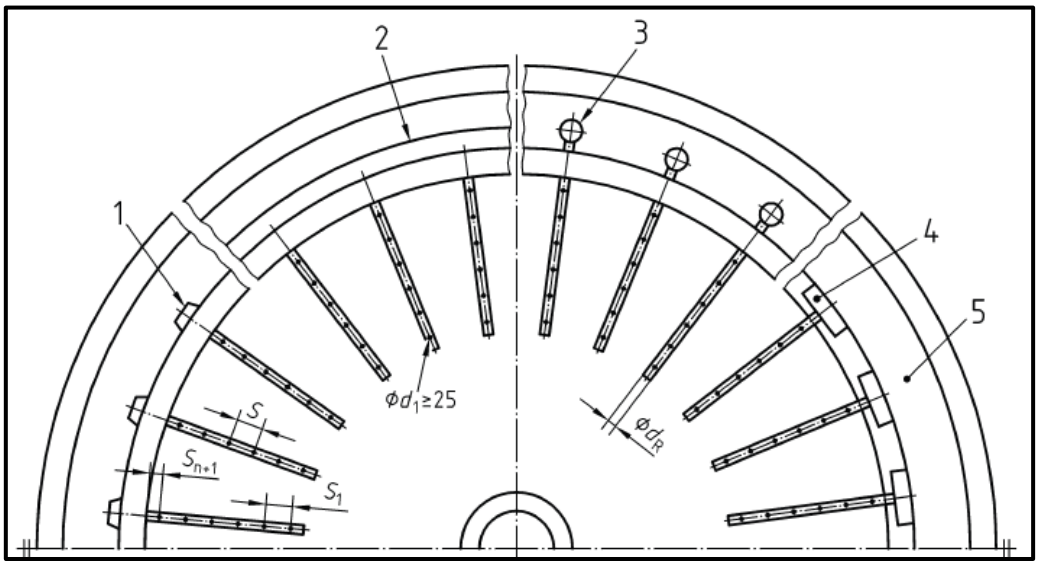
نظر به آنکه در افزایش عرض پاشویه k1 و k2 محدودیت وجود دارد، با منظور نمودن شیب طولی در کانال باید حداکثر ظرفیت گذر آب در پاشویه به هنگام طراحی هیدرولیکی تعیین گردد.

شکل ۹-۱۰- خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن ته‌نشینی و تغلیظ استوانه‌ای از طریق سرریز



a - آرایش شعاعی b - آرایش هم مرکز

شکل ۹-۱۱- خروجی سیال ته‌نشین شده در مخازن ته‌نشینی استوانه‌ای توسط لوله‌های مستغرق



راهنما:

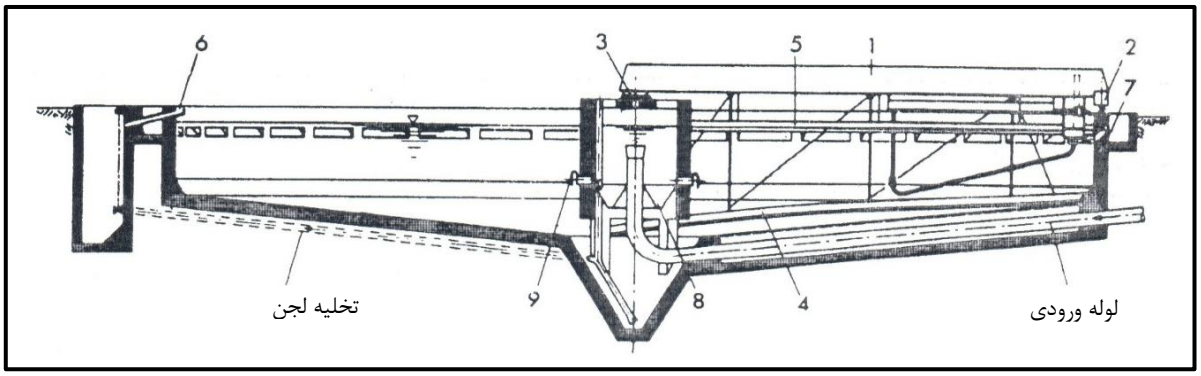
۱- جعبه مستقل برای هر لوله تخلیه بر روی دیواره مخزن
۲- پاشویه محیطی همراه با صفحه مانع سرتاسری
۳- خروجی ازطریق لوله عمودی با قطر بزرگ‌تر
۴- جعبه مستقل برای هرلوله تخلیه در داخل دیواره مخزن
۵- پاشویه محیطی خروجی

S- فاصله سوراخ‌ها
S_{n+1}- فاصله آخرین سوراخ از دیواره مخزن
S_1 - فاصله سوراخ‌های ۱ و ۲ از یکدیگر
d_1 - قطر سوراخ‌ها
d_R - قطر خارجی لوله

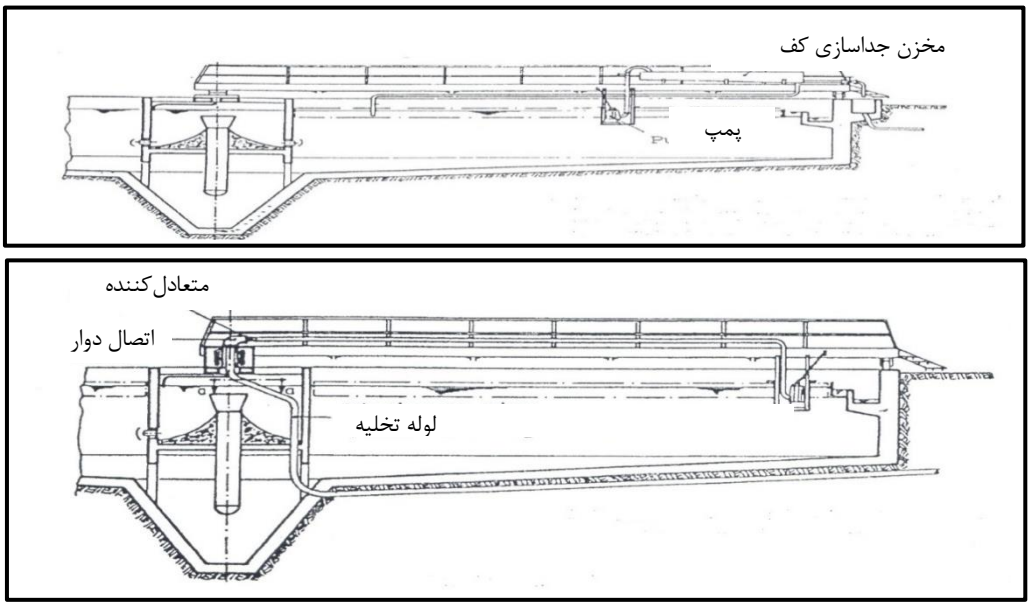
شکل ۹-۱۲- آرایش شعاعی لوله‌های تخلیه مستغرق

۹-۲-۵- خروجی کفاب

با حرکت چرخشی تیغه کفاب‌روب و هدایت کفاب به سمت سبد جمع‌آوری کفاب و یا حرکت چرخشی مجموعه سبد جمع‌آوری کفاب و تیغه کفاب، مواد شناور از سطح مخازن ته‌نشینی جمع‌آوری و به یکی از روش‌های شکل (۹-۱۳) به بیرون هدایت می‌شود.



۱- پل لجن‌روب
۲- محرک
۳- بیرینگ مرکزی
۴- تیغه لجن‌روب
۵- تیغه کفاب‌روب
۶- سبد جمع‌آوری کفاب
۷- سرریز V شکل
۸- قیف جمع‌آوری لجن
۹- لوله‌های توزیع جریان



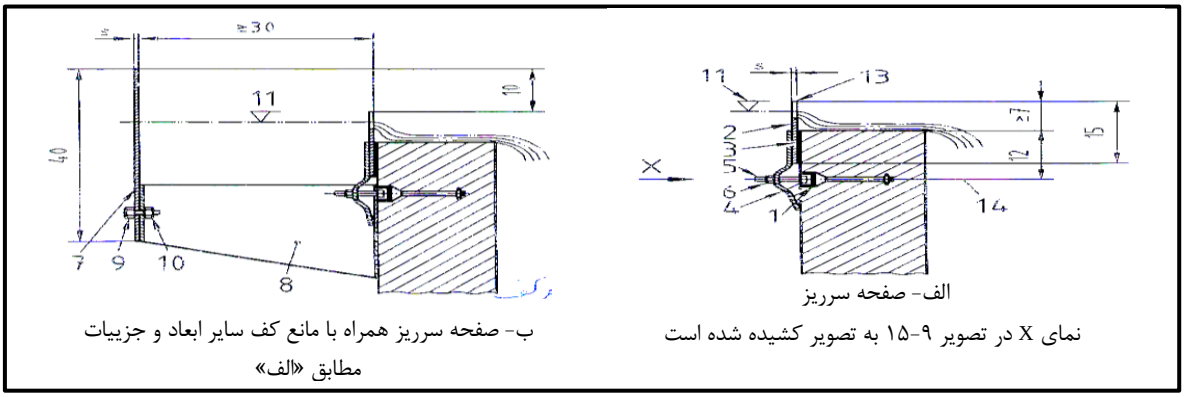
شکل ۹-۱۳- روش‌های خروجی کفاب درمخازن ته‌نشینی استوانه‌ای

۹-۳- نحوه خروجی سیال ته‌نشین شده

۹-۳-۱- خروجی سیال از طریق سرریز

شکل (۹-۱۴) نحوه نصب و ابعاد اصلی صفحات سرریز همراه با مانع کف و شکل (۹-۱۵) صفحات سرریز دندانه‌ای، آرایش A سرریز مثلثی و B سرریز ذوزنقه‌ای را نشان می‌دهد. همچنین جدول (۹-۸) اجزای صفحات سرریز و صفحات مانع کف را ارائه می‌دهد.

اتصال صفحات سرریز و مانع کف به یکدیگر در امتداد طولی توسط قطعات واسط صورت می‌پذیرد. لجنروب می‌تواند مجهز به برس‌های برقی و نازل‌های آب پرفشار برای تمیزکردن صفحات سرریز و مانع کف و همچنین پاشویه باشد. نازل‌های آب پرفشار می‌توانند از طریق یک پمپ مستغرق که در زیر سازه پل تعبیه شده است، تغذیه شوند.



الف- صفحه سرریز

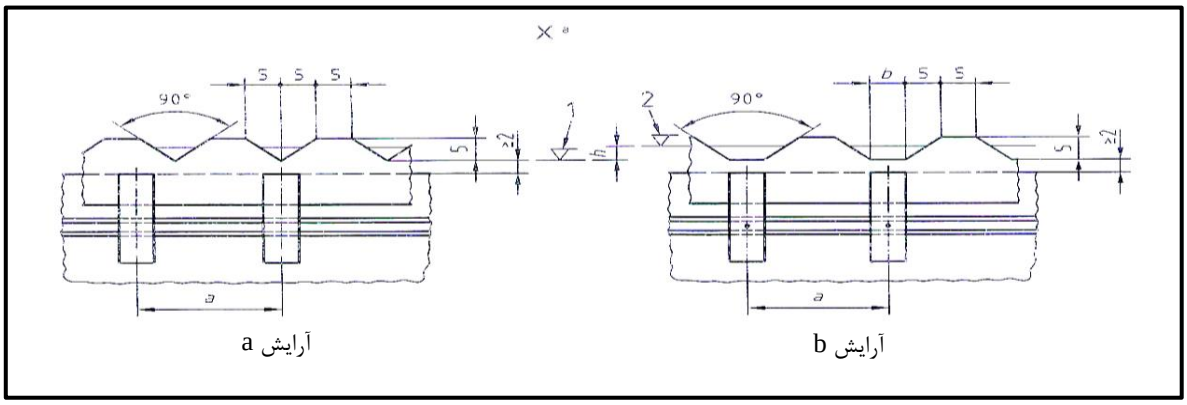
نمای X در تصویر ۹-۱۵ به تصویر کشیده شده است

ب- صفحه سرریز همراه با مانع کف سایر ابعاد و جزییات مطابق «الف»

راهنما:

برای شرح ردیف‌های ۱ الی ۱۰ به جدول (۹-۸) مراجعه شود.
۱۱- تراز آب
۱۲- تراز کف سرریز (به شکل ۹-۱۵ مراجعه شود)
۱۳- لبه فوقانی صفحات سرریز
۱۴- رواداری موقعیت اجرای انکربولت‌ها ±2 cm
S- ضخامت صفحه مانع کف براساس توصیه سازنده

شکل ۹-۱۴- نحوه نصب و ابعاد اصلی صفحات سرریز همراه با مانع کف



آرایش a آرایش b

راهنما:

تراز کف سرریز عرض در کف

تراز آب h- تراز آب روی سرریز

a - فاصله بست‌ها براساس توصیه سازنده نمای X همراه با سرریزهای دندانه‌ای

طول کلی صفحات سرریز و صفحات مانع کف باید در طرح مشخص باشد.

شکل ۹-۱۵- صفحات سرریز دندانه‌ای، آرایش A سرریز مثلثی و B سرریز ذوزنقه‌ای

جدول ۹-۸- صفحات سرریز و صفحات مانع کف

ردیف	شرح ردیف	جنس	توضیحات
۱	ریل نصب انکربولت	طبق مشخصات طرح	برای تحویل و نصب در سایت (ضخامت توصیه شده بیش از۴ میلی‌متر)
۲	سرریز		
۳	نوار آب‌بندی		با درجه سختی معادل**40~30 SHORE** و ضخامت **10 mm**
۴	بست		طرح سرریز براساس انتخاب سازنده
۵	رول بولت	فولاد گرید A2 یا A4	ردیف ۱ و ۴ براساس رزوه M10
۶	مهره		رزوه M10
۷	صفحه مانع کف	طبقه مشخصات طرح	طرح براساس انتخاب سازنده
۸	براکت		
۹	پیچ	فولاد گرید A2 یا A4	M10 براساس DIN ISO 4017
۱۰	مهره		رزوه M10

۹-۳-۱-۱-جریان عبوری از سرریز

رابطه بین جریان عبوری از سرریز و ارتفاع آب روی سرریز از روابط زیر و شکل (۹-۱۶) به دست می‌آید.

الف- برای آرایش A:

$$Q_E = \frac{8}{15}.\mu.\sqrt{2g}.h^{\frac{5}{2}} \qquad (۹-۱)$$

ب- برای آرایش B:

$$Q_E = \frac{2}{3}.\mu.\sqrt{2g}.\left(b+\frac{4}{5}h\right).h^{\frac{3}{2}} \qquad (۹-۲)$$

دامنه قابل قبول $h \le 5\,cm$ (و ارتفاع کلی سرریز $= 5\,cm$)

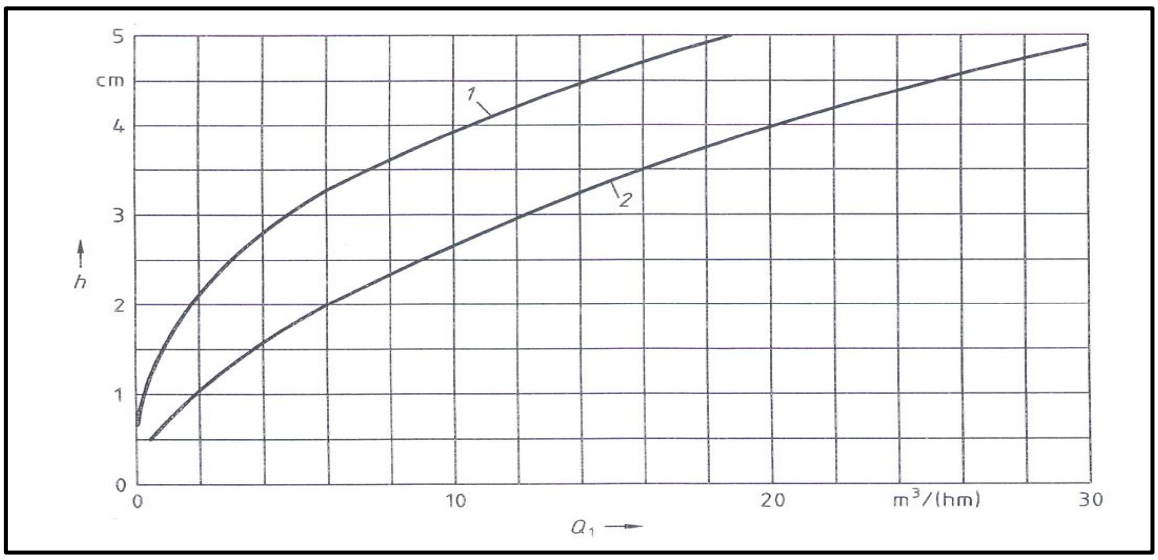
Q_E = جریان عبوری از هر سرریز- مترمکعب در ثانیه

μ = ضریب سرریز = ۰/۵۹

g = شتاب ثقل- متر بر ثانیه

h = ارتفاع سیال روی سرریز- متر

b = عرض در کف - متر



راهنما:

سرریز نوع A : (1) H = ارتفاع آب روی سرریز

سرریز نوع B : (2) Q_1 = دبی عبوری از یک متر طول سرریز

شکل ۹-۱۶- جریان عبوری از سرریز

۹-۳-۲-خروجی سیال از طریق لوله‌های مستغرق

با به کارگیری لوله‌های مستغرق و به دلیل کاهش اثرات تابش خورشید، رشد جلبک‌ها که به طور معمول در محل سرریزها و پاشویه خروجی سیال دیده می‌شود، به حداقل کاهش می‌یابد.

لوله‌های تخلیه مستغرق را می‌توان در مخازن مستطیلی و استوانه‌ای مطابق شکل‌های (۹-۵) و (۹-۱۱) به کار گرفت. فواصل لوله‌های تخلیه از یکدیگر بستگی به سیستم جمع‌آوری لجن و کفاب دارد.

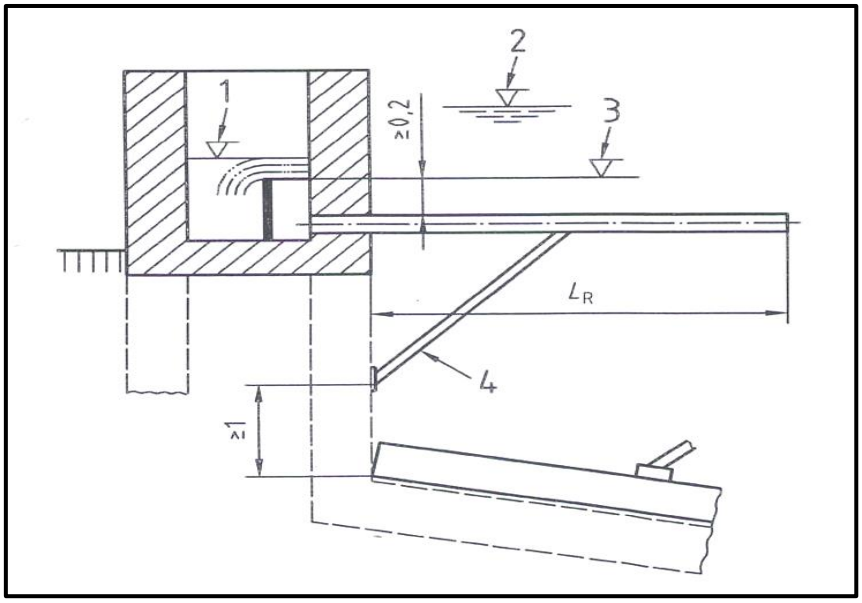
میزان غوطه وری لوله‌های تخلیه و فاصله تاج آن‌ها با سطح آب، بستگی به سیستم کفاب‌روب مخزن ته‌نشینی دارد ولی در هر حال باید حداقل 20 cm باشد. حداکثر رواداری مجاز برای فاصله بین لبه فوقانی لوله‌های تخلیه تا لبه دیوار مخازن باید $\pm 1\,cm$ باشد.

انتخاب حداکثر طول لوله‌های تخلیه L_R باید در تطابق با سیستم جمع‌آوری لجن و تکیه‌گاه لوله‌ها باشد.

- رواداری مجاز محور لوله‌های تخلیه در جهت افقی و عمودی باید در توافق با سازنده تجهیزات مکانیکی سیستم تمیز کردن لوله‌ها تعیین گردد.

- موقعیت سوراخ‌ها بر روی لوله‌های تخلیه (در بخش فوقانی و یا جداره لوله) باید براساس مکانیزم تمیز کردن لوله‌ها باشد.
- طراحی و موقعیت سوراخ‌ها در آرایش شعاعی لوله‌های تخلیه را می‌توان در شکل (۹-۱۲) رویت نمود.
- حداکثر افت در خروجی از طریق لوله‌های مستغرق باید در حد ۰/۳ متر محدود شود، سرعت متوسط در لوله‌ها باید در حد ۰/۶ متر بر ثانیه و حداکثر سرعت در حد ۱/۲ متر بر ثانیه باشد. همچنین سرعت متوسط عبور سیال از روزنه‌ها در حدود ۰/۶-۱ متر بر ثانیه و حداکثر سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه خواهد بود.
- برای طراحی استاتیکی باید وزن خالص لوله خالی و در صورت وجود، وزن سیستم تمیزکننده لوله به عنوان بارهای اصلی مد نظر قرار گیرد.
- بر روی لوله‌های تخلیه باید بازشدگی جهت تمیز کردن داخل لوله و همچنین بازشدگی برای تخلیه و پر کردن لوله به هنگام بالا و پایین بردن سطح آب داخل مخزن تعبیه گردد.

شکل (۹-۱۷) لوله تخلیه مستغرق سیال را نشان می‌دهد.



راهنما:

۱- تراز آب در خروجی
۲-تراز آب در مخزن
۳- تراز صفحه مانع
۴- تکیه‌گاه لوله‌های تخلیه
L_R – طول لوله‌های تخلیه

شکل ۹-۱۷- لوله تخلیه مستغرق سیال

فصل ۱۰

واژه‌نامه

Access bridge	پل دست‌رسی
Alarm torque	گشتاور در مرز هشدار
Beam type bridge	تیر پل با مقاطع ساختمانی
Belt drive	محرک مجهز به تسمه پروانه
Brake motor	موتور ترمزدار
Bridge scraper	پل لجن‌روبی
Bridge Supported drive	محرک محور دوار مستقر بر پل ثابت
Bridge supported mechanism	مکانیسم محور دوار مستقر بر پل ثابت
Carriage assembly	ارابه چرخ‌ها
Center column supported mechanism	مکانیسم محور دوار مستقر بر ستون مرکزی
Center drive cage	خرپای محرک مرکزی
Center drive drum	استوانه محرک مرکزی
Center drive shaft	شفت محرک مرکزی
Center pier supported drive	محرک محور دوار مستقر بر ستون مرکزی
Centrally drive	محرک مرکزی
Chain and flight scraper	لجن‌روب چرخ زنجیری
Chain and sprocket drive	محرک چرخ و زنجیر
Collector chain	زنجیر لجن‌روب
Collector sprocket	چرخ زنجیر لجن‌روب
Continuous operating torque	گشتاور مستمر
Deflection	انحراف
Direct coupling	کوپلینگ مستقیم
Displacement	جابه‌جایی
Drive assembly	مجموعه محرک
Drive chain	زنجیر محرک
Drive shaft	شفت محرک
Drive sprocket	چرخ زنجیر محرک
Driven wheel	چرخ محرک
Fiberglass Flight	تیغه فایبرگلاس لجن‌روبی

سرعت حرکت رفت	Forward speed
الکتروموتور گیربکس	Gear motor
گریتینگ	Grating
چرخ راهنما	Guide wheel
چرخ‌دنده مارپیچی	Helical gear
جمع‌آوری لجن به صورت هیدرولیکی	Hydraulic sludge removal
چرخ هرزگرد	Idle wheel
اتصال خاری	Key mounted connection
غلتک راهنمای جانبی	Lateral guide roller
چند راهه استوانه‌ای با قطر بزرگ‌تر از محور مرکزی و متصل بدان مجهز به آب‌بند مکانیکی که در کف مخزن ته‌نشینی، لجن جمع‌آوری شده توسط مجراها را به سمت لوله تخلیه لجن هدایت می‌کند.	Manifold
گشتاور حداکثر لحظه‌ای	Momentary peak torque
حفاظت اضافه بار	Overload protection
محرک محیطی	Periphery drive
لجن‌روب نرده‌ای	Picket fence
گیربکس با چرخ‌دنده‌های صاف	Pinion and spur gear
تیغه لجن‌روب کرکره‌ای	Plow blade
تامین برق در پل‌های رفت و برگشتی از طریق کابل و قرقره کابل متصل به یک سیم بکسل که در طول مخزن امتداد یافته است.	Power supply stretch cable system
تامین برق در پل‌های رفت و برگشتی از طریق قرقره کابل جمع کن	Power supply cable reel system
لجن‌روب نرده‌ای	Rabble rakes
ریل‌های حرکتی	Rails
صفحه آجدار	Raised pattern floor plate
سیستم جمع‌آوری سریع لجن (لجن‌روب مکشی)	Rapid sludge removal system
سرعت حرکت برگشت	Reversing speed
بازوی لجن‌روب	Scraper arm
تیغه لجن‌روب	Scraper blade
صفحه مانع کف	Scum baffle

Scum trough	سبد جمع‌آوری کفاب
Service factor	ضریب سرویس‌دهی (بارگذاری)
Service life	عمر سرویس‌دهی
Shear pin	پین برشی
Shut	گشتاور در مرز قطع کارکرد
Skimmer	کفاب‌روب
Skimming device	ابزار کفاب‌روبی
Slewing ring bearing	اسلوینگ رینگ بیرینگ
Spiral blade	تیغه لجن‌روب حلزونی
Squeegee	نوار لاستیکی متصل به لجن‌روب
Stress	تنش
Stub shaft	شفت کوتاه یک سر گیردار
Suction header	مجرا با مقطع گرد و یا چهار گوش با روزنه‌هایی در سمت تحتانی، متصل به محور دوار مرکزی که وظیفه جمع‌آوری لجن در یک سیستم مکشی را دارد.
Suction type scraper	لجن‌روب مکش
Torque tube	لوله محور مرکزی
Travelling bridge	پل متحرک
Truss type bridge	پل خرپایی
Turntable bearing assembly	مجموعه بلبرینگ میز گردان مرکزی
Uptake tube	لوله بالا برنده لجن
Walkway	عرشه پل
Wear Shoe	کفشک سایشی
Weir plate	صفحه سرریز
Wood flight	تیغه چوبی لجن‌روبی
Worm gear	گیربکس حلزونی

به نام خدا

فرم ارزیابی میزان به‌کارگیری

«ضوابط طراحی، ساخت و بهره‌برداری تجهیزات لجن‌روبی»

نشریه ۸۵۴ سازمان برنامه و بودجه کشور

با توجه به ابلاغ نشریه «ضوابط طراحی، ساخت و بهره‌برداری تجهیزات لجن‌روبی» توسط سازمان برنامه و بودجه کشور و لزوم ارزیابی از میزان به‌کارگیری و دریافت نظرات کارشناسان بخش‌های مختلف صنعت آب و فاضلاب، این فرم تهیه و ارسال گردیده است.

۱- آیا کارشناسان آن شرکت/سازمان/دفتر، «ضوابط طراحی، ساخت و بهره‌برداری تجهیزات لجن‌روبی» را به‌عنوان یک استاندارد مرجع در صنعت آب و فاضلاب به‌کار گرفته‌اند؟

بلی ☐ خیر ☐ بی اطلاع ☐

۲- آیا مجریان طرح‌ها و مدیران پروژه‌های مربوط یا ناظرین، شناخت کامل از محتویات این نشریه دارند؟

کامل ☐ متوسط ☐ کم ☐

۳- تعداد طرح‌های آب و فاضلاب که تجهیزات لجن‌روبی آن‌ها با استفاده از این نشریه طراحی و ساخته شده است، چند طرح می‌باشد؟ لطفا علاوه بر تعداد، عنوان آن‌ها را ذکر نمایید.

۱ طرح ☐ ۲ طرح ☐ ۳ طرح و بیش‌تر ☐

۴- میزان اثرگذاری این نشریه در بهبود و ارتقای تجهیزات لجن‌روبی در پروژه‌های خود را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۵- اثرگذاری این نشریه در بهینه‌سازی زمان طراحی و ساخت تجهیزات لجن‌روبی در پروژه‌های خود را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۶- میزان اثرگذاری این نشریه در بهینه‌سازی هزینه طراحی و ساخت تجهیزات لجن‌روبی در پروژه‌های خود را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۷- میزان اثرگذاری نشریه در ارتقای دانش فنی کارشناسان شرکت/سازمان/دفتر در زمینه طراحی و ساخت تجهیزات لجن‌روبی چه مقدار بوده است؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۸- آیا برای استفاده از این نشریه با موانع اجرایی مواجه بوده‌اید؟ لطفا اعلام فرمایید.

.....

.....

۹- آیا برای استفاده از این نشریه با موانع قانونی و/یا حقوقی مواجه بوده‌اید؟ لطفا اعلام فرمایید.

.....

.....

۱۰- مهم‌ترین نقاط قوت این نشریه چیست؟

.....

.....

۱۱- مهم‌ترین نقاط ضعف این نشریه چیست؟

.....

.....

۱۲- درصورت نیاز به برگزاری دوره‌های آموزشی برای این نشریه، محتوای پیشنهادی شما درباره برنامه آموزشی چیست؟

.....

.....

۱۳- لطفا پیشنهادات و نقطه نظرات خود برای بهبود و و رفع نواقص این نشریه را بیان کنید.

.....

.....

.....

لطفا مشخصات خود را در این قسمت بنویسید:

نام و نام خانوادگی: ..... میزان تحصیلات: ..... محل خدمت: .....

جایگاه سازمانی: ..... ایمیل: ..... شماره تماس: .....

با تشکر

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور

منابع و مراجع

1- DIN 19551-1 2002 Rectangular tanks – Part 1 – Settlement tanks with sludge scraper, suction type sludge remover and chain scraper ; Types, main dimensions, equipment
2- DIN 19552 2002 Circular tanks – Settlement tanks with sludge scraper, suction type sludge remover and thickener ; Types , main dimensions, equipment.
3- DIN 19558 2002 Outlet installation , weir & scum baffle , submerged effluent pipes in tanks Construction principles , main dimensions, layout.
4- DIN 19569-2 2002 Principles for the design of structures and technical equipment Part 2: Specific principles for the equipment for separating and thickening of solids.
5- EN 12255-1 2002 Wastewater treatment plants , Part1: General construction principles
6- ATV-DVWK – A 131E 2000-5 Dimensioning of single – stage activated sludge plants
7- UFGS- 464321 2011-2 Circular clarifier equipment
8- UFGS – 467116 2011-2 Sludge collecting equipment
9- ANSI/AGMA 9000-C90 Flexible couplings –Potential unbalance classification
10- ANSI/AGMA 9002-C14 Bores and keyways for flexible couplings
11- ASTM D2047-17 Standard test method for static coefficient of friction of polish-coated flooring surfaces as measured by the James machine
12- ASTM F 568 Standard specification for carbon and alloy steel externally threaded metric fasteners
13- ASTM F 593 Standard specification for stainless steel bolts, hex cap screws, and studs
14- ASTM F 594 Standard specification for stainless steel nuts
15- ASTM A 307 Standard specification for carbon steel bolts, studs , and threaded rod 60000 psi tensile strength
16- ASTM F 1554 Standard specification for anchor bolts , steel 36,55 and 105 ksi yield strength
17- DIN ISO 4017 Hexagon head screws
18- DIN 17100 Steels for general structural purposes
19- EN 10088-2 Technical delivery conditions for steel / plate & strip of corrosion resisting steels for general purposes
20- ASTM A 283 Standard specification for low and intermediate tensile strength carbon steel
21- ASTM A 264 Standard specification for stainless steel chromium-nickel-clad plate
22- ASTM A 269 Standard specification for seamless and welded austentic stainless tubing for general service
23- ASTM A 53 Standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped zinc coated , welded and seamless
24- ASTM A 312 Standard specification for seamless , welded and heavily cold work austentic stainless steel pipe
25- BS 4232 Specification for surface finish of blast-cleaned steel for painting
26- IEC 60947 Low voltage switchgear and control gear
27- IEC 60529 Degree of protection provided by enclosures (IP code)

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هشتصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

Guideline for Design, Construction, Installation and Operation of Sludge Separation and Removal Equipment [No. 854]

Project Adviser: Masoud Faghihi Habibabadi

Authors & Contributors Committee:

Kamel janfeshan	Pooya Tajheez Co.	B.Sc. in Industrial Engineering
Parviz Assareha	Free Expert	B.Sc. in Civil Engineering
Masoud Faghihi Habibabadi	Dezone Eng. Co.	M.Sc. in Mechanical Engineering
Behrooz Ghahremani	Dezone Eng. Co.	M.Sc. in Water & wastewater Engineering
Mohammad Mehdi Mohebbi	Omrab Co.	M.Sc. in Environmental Engineering
Mohsen Mohammad Ghasemi	Dezone Eng.Co.	B.Sc. in Electrical Engineering
Amir Mazinani	Andisheh Zolal	M.Sc. in Environmental Engineering
Homayoun Hashemi	Shimbar Co.	B.Sc. in Mechanical Engineering
Ali Akbar Houshmand	Tehran Mirab Co.	B.Sc. in Mechanical Engineering

Supervisory Committee:

Alireza Hamidi	Tehran Mirab Co.	B.Sc. in Chemical Engineering
Mohammad Ghasemian	National Water and Wastewater Engineering Co.	M.Sc. in Environmental Engineering
Shahir Kanani	Ministry of Energy Office of technical criteria & regulations in water and wastewater industry	M.Sc. in Environmental Engineering
Shahryar Moalej	Tehran Province of Water and Wastewater	M.Sc. in Civil Engineering (Water and Wastewater)
Mahsa Vaaez Tehrani	National Water and Wastewater Engineering Co.	Ph.D. in Civil Engineering (Hydraulic Structures)

Confirmation Committee:

Zahra Etaatgar	Ministry of Energy, Office of technical criteria & regulations in water and wastewater industry	M.Sc. in Executive Management
Javad Hajiani Booshehri	Ministry of Energy, Office of technical criteria & regulations in water and wastewater industry	M.Sc. in Civil Engineering
Hossein Ataeifar	National Water and Wastewater Engineering Co.	M.Sc. in Environmental Health Engineering
Masoud Faghihi Habibabadi	Dezone Eng. Co.	M.Sc. in Mechanical Engineering

Shahir Kanani	Ministry of Energy Office of technical criteria & regulations in water and wastewater industry	M.Sc. in Environmental Engineering
Mostafa Mohammadi	National Water and Wastewater Engineering Co.	B.Sc. in Electrical Engineering
Shahryar Moalej	Tehran Province of Water and Wastewater	M.Sc. in Civil Engineering (Water and Wastewater)
Mohsen Masoomi	Mahab Ghodss Eng. Consulting Engineering Co.	Ph.D. in Polymer Engineering (Polymer Industries)
Mahsa Vaaez Tehrani	National Water and Wastewater Engineering Co.	Ph.D. in Civil Engineering (Hydraulic Structures)
Ali Akbar Houshmand	Tehran Mirab Co.	B.Sc. in Mechanical Engineering

Steering Committee: (Plan and Budgest Organization)

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical and Executive Affairs Department
Farzaneh Agharamezanali	Head of Water & Agriculture Group, Technical and Executive Affairs Department
Seyed Vahidedin Rezvani	Expert, Technical and Executive Affairs Department

Abstract:

This publication is a guideline for design, construction, installation and operation of sludge separating and removal equipment.

For this purpose, this publication covers the following issues:

- Classification of sludge scrapers, according to the type of scraper movement, design principles, sludge removal technique and the type of track on which the scraper moves
- Requirements to be met by the structure including main dimensions and permissible dimensional tolerances
- Hydraulic requirements
- Principles of mechanical design
- Detail specifications of different sludge scrapers components
- Quality assurance and manufacturing process certificate
- Transport, installation and commissioning
- Operation and maintenance

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Guideline for
Design, Construction, Installation and Operation of

Sludge Separation and Removal Equipment

No. 854

Last Edition: 02-14-2022

Deputy of Technical, Infrastructure and Production Affairs

Department of Technical & Executive Affairs,Consultants and Contractors

nezamfanni.ir

Ministry of Energy

Bureau of Technical & Operation Systems Development and Hydro-power Dispatching

waterstandard.wrm.ir

2022

این نشریه

راهنمایی برای طراحی، ساخت، نصب و بهره‌برداری از تجهیزات لجن‌روبی می‌باشد و شامل سرفصل‌های زیر است:

- تقسیم‌بندی لجن‌روب‌ها براساس نحوه حرکت لجن‌روب، اصول طراحی، تکنیک‌های جمع‌آوری لجن و بستر حرکتی چرخ‌های لجن‌روب
- الزامات سازه‌ای شامل ابعاد اصلی مخازن ته‌نشینی و رواداری مجاز در ابعاد ساختمانی
- الزامات هیدرولیکی و طراحی مکانیکی
- مشخصات فنی اجزای تشکیل دهنده لجن‌روب‌ها
- تضمین کیفیت و گواهی تایید مراحل ساخت
- حمل، نصب و راه‌اندازی، بهره‌برداری و نگهداری