Petroleum industry— Process design of separators,vessels, towers and reactors- Part 2-1: Technical requirements of liquid-liquid and gas (vapor)-liquid separators

صنعت نفت- طراحی فرایندی جداکننده‌ها، ظروف، برج‌ها و راکتورها- قسمت۲-۱: الزامات فنی جداکننده‌های مایع-مایع و گاز (بخار)-مایع

ویرایش دوم

تیر ۱۴۰۲

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۲۳۳۸۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۲

پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آن‌ها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آن‌ها را تامین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرارگرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آن‌ها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۷ با شماره (INSO 23383-2-1) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷
استانداردها و ضوابط فنی
کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱
تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵
دور نگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲
پست الکترونیک: Standards@nioc.ir

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۲۳۳۸۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۲

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی‌ماه۱۳۹۶، وظیفهٔ تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به‌عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۲۳۳۸۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۲

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«صنعت نفت- طراحی فرایندی جداکننده‌ها، ظروف، برج‌ها و راکتورها- قسمت۲-۱: الزامات فنی جداکننده‌های مایع-مایع و گاز (بخار)-مایع»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
شیری، محسن (دکتری مهندسی شیمی)	وزارت نفت - معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری
دبیر:	
سبحان منش، علی (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت مهندسی و توسعه نفت، مدیریت مهندسی نفت
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسدی آبگرمکان، حشمت (کارشناسی مهندسی شیمی)	شرکت پتروشیمی شهید تندگویان، مدیریت انرژی
بخشوده‌نیا، یاسر (دکتری مهندسی شیمی)	شرکت پالایش گاز بید بلند خلیج فارس- بهینه‌سازی و مدیریت انرژی، کربن، آب
پارسانیا، فرامرز (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور پارس- واحد مکانیک
حاجوی، داوود (کارشناسی ارشد مهندسی سامانه‌های انرژی)	شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب- شرکت بهره‌برداری نفت و گاز گچساران
حامدی، منصوره (دکتری مهندسی شیمی)	شرکت ملی صنایع پتروشیمی- طرح‌های پلیمری مهندسی
ربیعی، حسین (دکتری شیمی آلی)	پژوهشگاه استاندارد- گروه پژوهشی پتروشیمی و پلیمر
رمضانی، مصطفی (کارشناسی مهندسی شیمی)	شرکت ملی صنایع پتروشیمی- طرح‌های الفین و آروماتیک
شمس ناتری، ناصر (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت مهندسی و توسعه گاز- مهندسی و طراحی طرح‌ها
عابدی، نگین (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	وزارت نفت- معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۲۳۳۸۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۲

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
قلی پور زنجانی، نوشین (دکتری مهندسی شیمی)	پژوهشگاه استاندارد- گروه پژوهشی پتروشیمی و پلیمر
ماجدی اصل، زهره (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت ملی صنایع پتروشیمی- مهندسی فرایند
مختار زاده، فریبا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	وزارت نفت - معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری
نجمی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب- شرکت بهره برداری نفت و گاز گچساران

ویراستار:	
خالقی‌مقدم، ماهرو (دکتری شیمی آلی)	پژوهشگاه استاندارد- گروه پژوهشی پتروشیمی و پلیمر

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ز
مقدمه	ح
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ الزامات فنی جداکننده‌های مایع-مایع	۴
۴-۱ کلیات	۴
۴-۲ جداکننده نفت‌خام	۵
۵ الزامات فنی جداکننده‌های گاز (بخار)-مایع	۸
۵-۱ کلیات	۸
۵-۲ معیارهای انتخاب و طراحی جداکننده‌های گاز (بخار)-مایع	۱۰
۵-۳ جداکننده‌های متداول گاز- مایع	۲۰
۵-۴جداکننده‌های گریز از مرکز گاز- مایع	۳۷
۵-۵ ظروف قطره‌گیر مشعل	۴۳
۵-۶ جداکننده‌های صافی‌دار گاز- مایع	۴۳
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) فرمول های نمونه برای محاسبه سرعت نهایی	۴۸
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) دسته‌بندی جداکننده‌های مکانیکی	۵۶
پیوست پ (آگاهی‌دهنده) کارایی نسبی انواع مختلف جداکننده‌ها	۵۷
پیوست ت (آگاهی‌دهنده) ماهیت خوراک	۵۸
پیوست ث (الزامی) تعیین اندازه نازل‌های خوراک و خروجی	۵۹
پیوست ج (آگاهی‌دهنده) حاشیه‌های طراحی برای جداکننده	۶۱
پیوست چ (آگاهی‌دهنده) نمونه متداول جداکننده‌های گاز- مایع	۶۲
پیوست ح (آگاهی‌دهنده) مفاهیم کنترل سطح مایع	۶۳
پیوست خ (آگاهی‌دهنده) نمونه تجهیز ورودی نوع پره‌ای	۶۵
پیوست د (آگاهی‌دهنده) استخراج‌کننده قطره از نوع پره‌ای	۶۶
پیوست ذ (آگاهی‌دهنده) نمونه‌ای از جداکننده‌های سیکلونی، جداکننده چندسیلیکونی و جداکننده سیلیکونی مخروطی	۶۸
پیوست ر (آگاهی‌دهنده) نمونه‌ای از جداکننده‌های صافی‌دار افقی و عمودی گاز	۷۱
کتاب‌نامه	۷۲

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۲۳۳۸۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۲

پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت- طراحی فرایندی جداکننده‌ها، ظروف، برج‌ها و راکتورها- قسمت۲-۱: الزامات فنی جداکننده‌های مایع-مایع و گاز (بخار)-مایع» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوطه تهیه و تدوین شده است، در دویست و هشتاد و یکمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد تجهیزات و فراورده‌های نفتی مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۷ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدید نظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IPS-E-PR-880:2010, Engineering standard for process design of gas(vapour)- liquid separators.

مقدمه

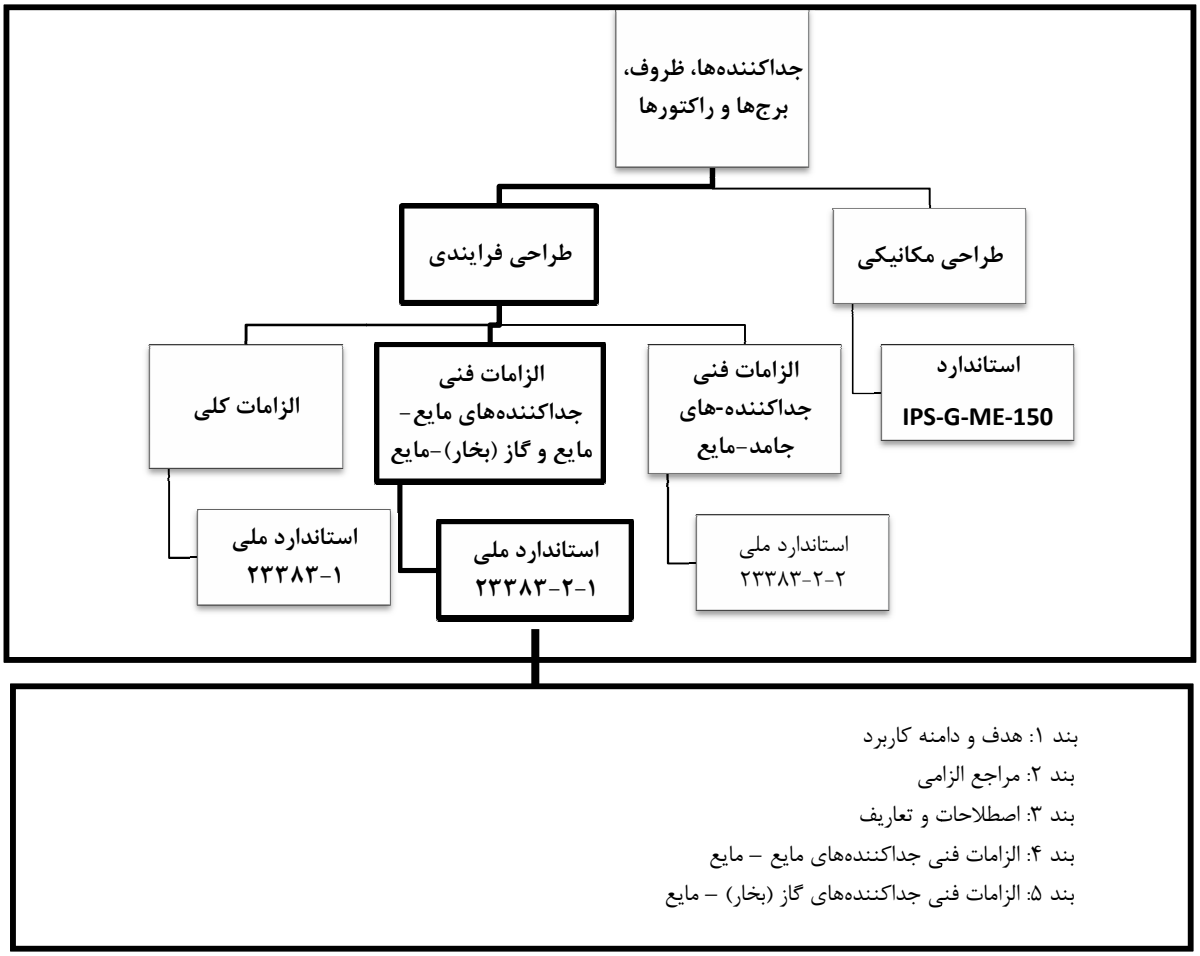
این استاندارد، یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۳۳۸۳ است، سایر قسمت‌های این استاندارد به شرح زیر است:

— قسمت۱: الزامات کلی
— قسمت ۲-۲: الزامات فنی جداکننده‌های جامد-مایع

در این استاندارد، الزامات فنی طراحی فرایندی جداکننده‌های مایع-مایع و گاز (بخار)-مایع به‌تفصیل ارائه می‌شود.

برای سایر الزامات طراحی مکانیکی، مواد، ساخت، بازرسی، آزمون و آماده‌سازی برای حمل ظروف تحت‌فشار شامل برج‌ها، راکتورها، جداکننده‌ها و اجزای داخلی مرتبط به استاندارد IPS-G-ME-150 مراجعه شود، مگر به‌صورت دیگری در این استاندارد مشخص‌شده باشد.

شکل ۱، قسمت‌های استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۲۳۳۸۳، ساختاربندهای آن‌ها و ارتباط آن‌ها با مجموعه استانداردهای مربوط به حوزه‌های کاربرد صنعت نفت را نشان می‌دهد.



شکل ۱- مجموعه استانداردها و ساختار بندها

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۲۳۳۸۳ (چاپ اول): سال ۱۴۰۲

صنعت نفت- طراحی فرایندی جداکننده‌ها، ظروف، برج‌ها و راکتورها- قسمت۲-۱: الزامات فنی جداکننده‌های مایع-مایع و گاز (بخار)-مایع

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات طراحی فرایندی جداکننده‌های مایع-مایع و گاز (بخار)-مایع در صنعت نفت است.

این استاندارد، به عنوان یک روش عملیاتی، برای جداسازی اجزای امتزاج‌ناپذیر یک مخلوط به‌صورت مکانیکی (بدون یک واکنش شیمیایی یا یک فرایند انتقال جرم) کاربرد دارد.

این استاندارد برای تعیین معیارهای انتخاب و طراحی جداکننده‌های گاز (بخار)-مایع و همچنین الزامات و معیارهای طراحی فرایندی سه نوع از مهم‌ترین جداکننده‌های گاز (بخار)-مایع مورد استفاده در صنعت نفت به شرح زیر، کاربرد دارد.

الف- جداکننده‌های متداول گاز- مایع (که شامل جداکننده‌های نفت-گاز است)

ب- جداکننده‌های گریز از مرکز گاز-مایع

پ- جداکننده‌های صافی‌دار گاز-مایع

یادآوری۱- در این استاندارد به‌صورت مختصر به طراحی فرایندی مخزن قطره‌گیر مشعل اشاره شده است و جزئیات آن در استاندارد IPS-E-PR-460 ارائه شده است.

یادآوری ۲- الزامات کلی برای طراحی فرایندی جداکننده ها شامل جداکننده‌های مایع-مایع، گاز-مایع و جامد-مایع، ظروف، برج‌ها و راکتورهای مورداستفاده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۸۳ و الزامات فنی مربوط به طراحی فرایندی جداکننده‌های مایع-جامد در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲-۲۳۳۸۳ ارائه شده است.

یادآوری ۳- الزامات طراحی مکانیکی برج‌ها، راکتورها، ظروف تحت‌فشار و اجزای داخلی در استاندارد IPS-G-ME-150 ارائه شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۸۳، صنعت نفت- طراحی فرایندی جداکننده‌ها، ظروف، برج‌ها و راکتورها- قسمت۱: الزامات کلی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲-۲۳۳۸۳، صنعت نفت- طراحی فرایندی جداکننده‌ها، ظروف، برج‌ها و راکتورها- قسمت۲-۲: الزامات فنی جداکننده‌های جامد-مایع

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۶۱، صنعت نفت- الزامات تعیین ناحیه حریق، محدوده محصور و تحت-تأثیر

2-4 ASME BPVC Section VIII Division1, Rules for construction of pressure vessel

2-5 API 510, Pressure vessel inspection, code: in service inspection, rating, repair, and alteration

2-6 API Spec. 12J, Specification for oil and gas separators

2-7 IPS-E-PR-190, Engineering standard for layout and spacing

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۳۸۳، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود:

۳-۱

منعقدکننده‌ها

coalescers

ظرف فرایندی مکانیکی محتوی پُرکُن‌های تَرشونده سطح تماس بالا که در آن ذرات مایع، به هم متصل شده و تحت اثر جاذبه از فاز پیوسته جدا می‌شوند.

۳-۲

جداکننده متداول گاز – مایع

conventional gas-liquid separator

جداکننده‌های عمودی یا افقی که در آن گاز و مایع با مکانیسم ته‌نشینی گرانشی با یا بدون تجهیز استخراج‌کننده قطره مایع، جدا می‌شود.

۳-۳

حجم کنترل

control volume

یک حجم معین مایع که برای اهداف کنترلی و همچنین حفظ الزامات محدوده سرعت برای گاز زدایی و مقابله با ایجاد کف در جداکننده‌ها ضروری است.

۴-۳

ارتفاع جدایش

disengaging height

ارتفاع تعبیه‌شده بین قسمت پایین لایه توری سیمی و سطح مایع در جداکننده بخار-مایع است.

۵-۳

مخزن تبخیر آنی

flash tank

ظرفی که برای جداسازی گاز به‌وجود آمده در اثر تبخیر آنی مایع از یک فشار بالاتر به فشار پایین‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۳

زمان ماند

hold-up time

دوره زمانی است که طی آن مقدار مایع جداشده در یک جداکننده گاز-مایع، با هدف کنترل سطح یا جداسازی بخار در ظرف می‌ماند.

۷-۳

قطره‌گیر

knock-out

جداکننده‌ای که برای جداسازی توده‌ای گاز و مایع، به‌ویژه زمانی که جزء حجمی مایع، بالا است، استفاده می‌شود.

۸-۳

منافذ توری

مش

mesh

تعداد منافذ توری (اغلب منافذ توری نامیده می‌شود)، به‌طور مؤثر تعداد منافذ صافی سیمی بافته‌شده در ۲۵ mm است که از مرکز یک سیم تا مرکز سیم دیگری که در فاصله ۲۵ mm آن قرار دارد، مطابق با فرمول ۱ اندازه‌گیری می‌شود.

$$\text{Mesh} = 25 / (w + d) \qquad (۱)$$

که در آن:

w عرض سوراخ سیم بافته‌شده برحسب میلی‌متر (mm)؛

d فاصله بین دو سیم برحسب میلی‌متر (mm).

۹-۳

استخراج‌کننده قطره

mist extractor (demister)

دستگاهی است که در بالای گازشوها[1]، جداکننده‌ها، ظروف سینی‌دار یا پرکن و غیره، برای حذف قطرات مایع همراه جریان گاز نصب می شود.

۱۰-۳

گازشو

scrubber

یک نوع جداکننده است که برای جریانی که به‌طور غیرمعمول، نسبت گاز به مایع آن‌ها بالاست مورداستفاده قرار می‌گیرد و معمولاً در کنار نم‌گیرها، واحدهای استخراج، ابزارآلات یا کمپرسورها برای زدودن، شستن مایعات همراه یا حذف گردوخاک و گازهای نامطلوب از جریان‌های گاز به‌کار می‌رود.

۱۱-۳

سرعت نهایی یا سرعت آزاد ته‌نشینی

terminal velocity or drop-out velocity

سرعت سقوط یک ذره یا قطره کوچک تحت اثر نیروی گرانش، هنگامی‌که نیروی پس‌رانش[2] با نیروی گرانش متعادل شود و ذره (یا قطره) از فاز گاز جدا و با سرعت ثابت سقوط کند.

۴ الزامات فنی جداکننده‌های مایع-مایع

۱-۴ کلیات

توصیه می‌شود برای جداکننده‌های مایع-مایع الزامات و معیارهای زیر در نظر گرفته شود:

الف- ظروف به نحوی تعیین اندازه شود که زمان ته‌نشینی هر فاز مایع از فاز دیگر کمتر از زمان ماند آن در ظرف باشد؛

1- Scrubber
2- Drag

ب- سرعت ته‌نشینی برای قطرات پراکنده با استفاده از قانون استوک[1]، نیوتن یا یک قانون میانی[2] بسته به زمینه کاربرد، محاسبه شود؛

پ- برای هیدروکربن‌های سبک، حداکثر مقدار ته‌نشینی ۲۵۰mm/min در نظر گرفته شود. همچنین اطمینان حاصل شود که زمان ماند لازم برای هر فاز برای ته‌نشینی، الزامات زمان ماند فرایندی را برآورده می‌کند؛

ت- برای جداسازی عادی قطرات مایع به‌عنوان راهنما برای طراحی جداکننده‌های عمودی، قطر قطره در حدود ۵۰۰ µm تا ۱۰۰۰ µm و برای طراحی جداسازهای افقی، قطر قطره ۱۰۰ µm فرض می‌شوند. برای محاسبات طراحی سرعت نهایی، به پیوست **الف** مراجعه شود.

۴-۱-۱ جداکننده عمودی

الف- سرعت مایع

سرعت نهایی هر قطره متحرک در محیط از قانون استوک قابل‌محاسبه است. توصیه می‌شود نرخ ته‌نشینی هر فاز از فاز دیگر محاسبه شود تا فاز محدودکننده (دارای نرخ ته‌نشینی کمتر) تعیین شود.

ب- ساختار

ساختار نمونه جداکننده‌های مایع-مایع عمودی در شکل الف -۱ نشان داده شده است. آرایش قرارگیری نازل‌های خوراک باید به نحوی باشد که مرز مشترک مایع-مایع متلاطم نشود.

۴-۱-۲ جداکننده افقی

الف- سرعت مایع

سرعت نهایی مایع با فرض قطر قطره برابر ۱۰۰ µm با فرمول ۲ تعیین می‌شود:

$$L/V_h \geq H_l/U_t \qquad (۲)$$

L فاصله بین نازل ورودی و خروجی برحسب متر (m)؛

V_h سرعت افقی مایع بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

H_l ارتفاع فضای مایع برحسب متر (m)؛

U_t سرعت نهایی ذرات ریز سنگین‌تر بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

ب- ساختار

3- Stockes' law
4- Intermediate law

ساختار نمونه جداکننده مایع-مایع افقی در شکل الف -۲ و الف -۳ نشان داده شده است.

۴-۲ جداکننده نفت‌خام

طراحی فرایندی جداکننده نفت‌خام باید مطابق با الزامات و معیارهای مندرج در بند ۵ (جداکننده‌های گاز-مایع) و مطابق با موارد زیر باشد:

۴-۲-۱ تعیین اندازه

توصیه می‌شود در جداکننده‌های سه‌فازی عوامل مهم زیر در نظر گرفته شوند:

الف- پیش‌بینی زمان ماند کافی برای مایع که فرایند گاززدایی روی دهد.

ب- پیش‌بینی سطح مقطع عبوری آزاد کافی بالای سطح مایع که سرعت گاز آن‌قدر کم شود تا اجازه جدایش ذرات مایع را بدهد.

پ- پیش‌بینی زمان ماند کافی برای انجام جداسازی مایع-مایع.

توصیه می‌شود جداکننده یکی از دو کنترل مایع یا گاز را داشته باشد که نسبت گاز/ نفت آن را تعیین می‌کند. زمان ماند مایع برای جداکننده دوفازی به نرخ خروج بخار از مایع بستگی دارد. توصیه می‌شود که این مقدار مطابق جدول ۱ تعیین شود.

جدول ۱ –زمان ماند موردنیاز انواع مختلف نفت‌خام در جداکننده دوفازی

چگالی نفت خام (API)	زمان ماند (min)
بزرگ‌تر از ۳۵ (نفت‌خام چگالی سبک)	حداقل ۱
۲۰ تا ۳۰	۱ تا ۲
۱۰ تا ۲۰	۲ تا ۴

هنگام گاززدایی از آب فقط یک دقیقه زمان ماند لازم است. توصیه می‌شود که زمان ماند برای جداکننده‌های سه‌فازی مطابق جدول ۲ تعیین شود.

جدول ۲ –زمان ماند موردنیاز انواع مختلف نفت‌خام در جداکننده‌های سه‌فازی

چگالی نفت خام (API)	دما (°C)	زمان ماند (min)
بزرگ‌تر از ۳۵ (نفت‌خام چگالی سبک)	-	۳ تا ۵
کوچک‌تر از ۳۵	بزرگ‌تر از ۳۷٫۸	۵ تا ۱۰
	بزرگ‌تر از ۲۶٫۷	۱۰ تا ۲۰
	بزرگ‌تر از ۱۵٫۶	۲۰ تا ۳۰

۴-۲-۲ ملاحظات ویژه

توصیه می‌شود در شرایط زیر، دقت ویژه‌ای در تعیین اندازه جداکننده‌ها اعمال شود:

الف- گاززدایی نفت بدون آب بسیار سبک (API بالای ۴۰)؛

ب- گاززدایی و نم‌زدایی نفت‌خام مومی[1]؛

پ- فراورش نفت‌خام کف‌زا؛

ت- سایر جداکننده‌های ویژه.

۴-۲-۳ سایر جداکننده‌های ویژه

ظروف قطره‌گیر آب آزاد[2] معمولا در پایین‌دست بخش گاززدایی یا جداکننده مرحله اول تعبیه می‌شوند. آن‌ها به‌طورمعمول برای حذف مقادیر زیاد آب (به‌عنوان نمونه حدودا بین ٪ ۷۰ تا ٪۹۰ آب) از جریان‌های نفتی به‌کار می‌روند و در اصل جداکننده‌ای است که تعیین اندازه آن به‌طور کامل در کنترل جداسازی مایع-مایع است تا جداسازی گاز-مایع. در یک جداکننده استاندارد، سیال پس از ورود، به یک منحرف‌کننده برخورد می‌کند.

۴-۲-۴ ملاحظات ویژه قطره‌گیر آب آزاد

قطره‌گیر آب آزاد برای حذف آب آزاد و نه امولسیون از نفت طراحی‌شده است. استفاده از مواد شیمیایی تعلیق‌شکن اغلب یک الزام برای کمک به جداسازی است و حتی کیفیت خروجی به پایداری و گستره امولسیون بستگی دارد.

به‌عنوان راهنما، کیفیت‌های خروجی نمونه ارائه شده در جدول‌های ۳ و ۴ از امولسیون نفت در آب و آب در نفت، نشانه‌ای از جداسازی قابل‌دسترس را ارائه خواهد داد (به استاندارد IPS-E-PR-700 مراجعه شود).

یادآوری- قطره‌گیر آب آزاد اغلب با زمان ماند بین min ۱۵ تا min ۳۰، تعیین اندازه می‌شود.

جدول ۳ –امولسیون نفت در آب

نوع نفت‌خام	چگالی نفت خام (API)	میزان امولسیون (ppm)
سنگین	کوچک‌تر از ۳۰	۱۵۰
متوسط	۳۰ تا ۴۵	۱۰۰
سبک	بزرگ‌تر از ۴۵	۵۰

1- Waxy crude
2- Free water

جدول ۴ – امولسیون آب در نفت

نوع نفت‌خام	چگالی نفت خام (API)	میزان امولسیون (٪)
سنگین	کوچک‌تر از ۳۰	۵٫۶
متوسط	۳۰ تا ۴۵	۳٫۵
سبک	بزرگ‌تر از ۴۵	۲٫۳

۵ الزامات فنی جداکننده‌های گاز (بخار)–مایع

۵-۱ کلیات

۵-۱-۱ انواع جداکننده‌های گاز-مایع

انواع جداکننده‌های گاز-مایع که اغلب در فرایندها استفاده می‌شوند و در این استاندارد تشریح شده‌اند عبارتند از:

الف- جداکننده‌های متداول گاز-مایع؛

ب- سیکلون‌ها؛

پ- جداکننده‌های نفت-گاز؛

ت- ظروف قطره‌گیر مشعل؛

ث- جداکننده‌های صافی‌دار.

۵-۱-۲ مکانیسم‌های[1] جداسازی

فرآیندهای جداسازی گاز-مایع که اغلب در صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند بر اساس یک یا ترکیبی از مکانیسم‌های «ته‌نشینی با نیروی جاذبه»، «برخورد کردن» و «گریز از مرکز» می‌باشند. برخی از روش‌های صاف‌کردن به‌ندرت در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. اصول جداسازی مکانیکی را می‌توان به‌طورکلی به‌اندازه حرکت، گرانش و صاف‌کردن دسته‌بندی کرد که به‌طور خلاصه در پایین شرح داده می‌شود. به‌عنوان یک قاعده کلی باید توجه داشت جداسازی مکانیکی هنگامی اتفاق می‌افتد که چندین فاز امتزاج‌ناپذیر با چگالی‌های متفاوت موجود باشند. دسته‌بندی انواع مختلف جداکننده‌های مکانیکی به‌طورکلی در شکل ب-۱ نشان داده شده‌اند.

1- Mechanisms

۵-۱-۲-۱ جداسازی مکانیکی براساس اندازه حرکت[1]

فازهای سیال با چگالی‌های مختلف دارای اندازه حرکت‌های متفاوتی هستند. اگر یک جریان دوفازی بخواهد به‌تندی تغییر جهت بدهد اندازه حرکت بیشتر ذرات فاز سنگین‌تر اجازه نمی‌دهد که به‌سرعت فاز سبک‌تر بچرخند، بنابراین جداسازی اتفاق می‌افتد. اندازه حرکت معمولاً در جداسازی توده‌ای جریان دوفازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۱-۲-۲ جداسازی مکانیکی براساس گرانش

قطرات مایع یا ذرات جامد هنگامی در فاز گاز ته‌نشین می‌شوند که نیروی گرانش که بر روی قطره یا ذره عمل می‌کند بزرگ‌تر از نیروی پس رانش گازی باشد که اطراف قطره یا ذره حرکت می‌کند. همین پدیده برای ذرات جامد فاز مایع و قطره مایع امتزاج‌ناپذیر که در مایع دیگر غوطه‌ور است، اتفاق می‌افتد. بالا رفتن حباب‌های سبک مایع یا گاز در فاز مایع که ناشی از نیروی گرانش است نیز از این قانون پیروی می‌کند.

۵-۱-۲-۳ جداسازی مکانیکی براساس صاف‌کردن

صاف‌کردن، جداسازی مخلوط سیال-جامد یا گاز-مایع با عبور قسمت عمده سیال از یک مانع متخلخل است که بسیاری از ذرات جامد یا مایع مخلوط را هنگام عبور نگه می‌دارد، فرایندهای صاف‌کردن را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد: «صاف‌کردن کیکی»[2]، صاف‌کردن عمقی و صاف‌کردن سطحی.

۵-۱-۳ نکات عمومی در لوله‌کشی جداکننده

برای لوله‌کشی ورودی و خروجی مربوط به جداکننده‌ها باید تا حد امکان کمترین ممانعت را در کارکرد مناسب جداکننده داشته باشد. توصیه می‌شود هیچ‌گونه شیر، افزایش یا کاهش اندازه لوله در فاصله ۱۰ برابر قطر نازل ورودی وجود نداشته باشد. همچنین هیچ خمی در فاصله ۱۰ برابر قطر نازل ورودی وجود نداشته باشد. به‌جز موارد زیر:

الف- برای مخازن قطره‌گیر یا نم‌گیر، یک خم در لوله خوراک مجاز است اگر در یک صفحه عمودی بر محور نازل خوراک باشد؛

ب- برای سیکلون‌ها یک خم در لوله خوراک مجاز است اگر در یک صفحه افقی باشد و انحنای هم‌جهت با جریان گردابی سیکلون باشد.

اگر مطلوب باشد ممکن است یک کاهنده لوله در خط بخار خروجی از جداکننده استفاده شود، اما توصیه

2- Momentum
1- Cake filtration

نمی‌شود نزدیک‌تر از دو برابر قطر لوله خروجی تا بالای ظرف باشد. اگر این شرایط مهیا نباشد مقداری کاهش در بازدهی اتفاق می‌افتد. اگر از شیر خط خوراک نزدیک به مخزن نتوان اجتناب کرد. توصیه می‌شود ترجیحاً از شیر دروازه‌ای یا توپی کاملا باز در عملیات عادی استفاده شود. از افت فشار بالا که منجر به تبخیر آنی و پودری شدن در خط خوراک می‌شود باید اجتناب شود. اگر نتوان از شیر کاهش فشار در خط خوراک اجتناب کرد، توصیه می‌شود تا حد ممکن در فاصله بالادست مخزن قرار گیرد.

۵-۱-۴ مواد

توصیه می شود برای اطلاعات بیشتر به استاندارد IPS-G-ME-150 مراجعه شود.

۵-۲ معیارهای انتخاب و طراحی جداکننده‌های گاز (بخار)-مایع

۵-۲-۱ معیارهای انتخاب

۵-۲-۱-۱ کلیات

موارد زیر معیارهای مختلف و ویژگی‌هایی هستند که در کارایی و انتخاب جداکننده‌ها نقش دارند. جدول پ-۱ کارایی نسبی انواع مختلف جداکننده‌ها را خلاصه می‌کند.

۵-۲-۱-۲ جهت

به‌طورکلی به دلایل زیر، ظرف عمودی برای جداسازی گاز/مایع ترجیح داده می‌شود:

الف- زمانی که نسبت گاز به مایع بالا باشد؛

ب- محدودیت مساحت در جانمایی وجود داشته باشد (در سکوهای دریایی حیاتی است)؛ برای الزامات جانمایی به استانداردملی ایران شماره ۲۳۳۶۱ و استاندارد IPS-E-PR-190 مراجعه شود.

پ- حذف جامدات آسان‌تر است؛

ت- راندمان جداسازی مایع با ارتفاع سطح مایع تغییر نمی‌کند؛

ث- حجم ظرف عموماً کوچک‌تر است.

بااین‌وجود، توصیه می‌شود ظروف افقی انتخاب شوند؛ اگر:

الف- حجم کل سیال زیاد باشد؛

ب- مقدار زیادی از گاز به‌صورت محلول وجود داشته باشد؛

پ- الزام به جداسازی لخته‌های بزرگ مایع وجود داشته باشد؛

ت- ارتفاع فضای عمودی محدود باشد؛

ث- سرعت کم پایین آمدن مایع لازم باشد (به‌منظور گاززدایی، از بین رفتن کف یا در حالتی که جداسازی مایع/ مایع دشوار باشد).

۵-۲-۱-۳ اجزا

برای عملیات پایدار و مؤثر در دامنه وسیعی از شرایط، جداکننده گاز-مایع به‌طورمعمول شامل اجزای زیر است:

الف- قسمت جداسازی اولیه

این قسمت برای حذف توده مایع در جریان ورودی است. ابتدا لخته‌ها و ذرات بزرگ مایع برای به حداقل رساندن تلاطم گاز و بازماندگی[1] ذرات مایع به‌منظور آماده‌سازی برای مرحله دوم جداسازی، حذف می‌شوند. برای این کار معمولاً کاهش اندازه حرکت و تغییر جهت جریان به‌وسیله بعضی از انواع تیغه ورودی ضروری است. ورودی خوراک شامل لوله‌کشی بالادست، نازل ورودی و تجهیزات ورودی (در صورت وجود) است. با عبور جریان گاز-مایع از قسمت جداسازی اولیه، معمولا موارد زیر دارای اهمیت هستند:

- قطر نازل ورودی که تابعی از فشار و میزان نرخ جریان خوراک است؛
- برای اطلاعات در مورد ماهیت خوراک (تمایل به کف کردن، خوراک‌هایی که تمایل به جامد، موم یا کُک شدن دارند) به پیوست **ت** مراجعه شود؛
- معیار برای تعیین اندازه نازل، آن است که اندازه حرکت خوراک نباید از سطح مقرر افزایش یابد. حداکثر اندازه حرکت مجاز ورودی با به‌کار بردن تجهیزات ورودی می‌تواند افزایش یابد. برای معیارهای اندازه حرکت به پیوست **ث** مراجعه شود؛
- وظیفه تجهیز ورودی، شروع جداسازی گاز- مایع و توزیع یکنواخت جریان گاز در بخش گازی ظرف است؛
- تجهیزات ورودی متداول مورد استفاده، لوله نیمه‌باز و تجهیزات ورودی خاص می‌باشند که برای ورود مخلوط گاز- مایع به ظرف یا برج طراحی‌شده‌اند.

ب- قسمت جداسازی ثانویه

عامل اصلی جداسازی در این قسمت، ته‌نشینی گرانشی مایع از جریان گاز پس از کاهش سرعت آن است.

1- Re-entrainment

پ- قسمت انبارش مایع

مایع در این قسمت جمع‌آوری می‌شود. توصیه می‌شود مایع، حداقل اغتشاش را در اثر عبور جریان گاز داشته باشد. ظرفیت کافی برای نوسان‌گیری و تأمین زمان ماند لازم برای جداسازی مؤثر گاز جداشده از مایع ضرورت دارد. توصیه می‌شود شاخص‌های زیر برای اجزای داخلی جداکننده در نظر گرفته شوند:

- توصیه می‌شود قطر ظروف قطره‌گیر، به‌اندازه کافی بزرگ انتخاب شود تا سرعت گاز را پایین نگهداشته که بخش عمده قطرات بتوانند توسط نیروی گرانشی ته‌نشین شوند؛
- توصیه می‌شود در سایر انواع جداکننده‌های گاز- مایع، اجزای داخلی در نظر گرفته شوند. همچنین برای انتخاب وظیفه موردنیاز، توری سیمی، بسته پره‌ای[1] (جریان افقی و یا عمودی)، جریان چند سیکلونی محوری یا جریان برعکس، شمع‌های صافی و غیره مطالعه شوند.

ت- قسمت خروجی‌های گاز و مایع

یک گرداب‌شکن[2] ممکن است در نازل (های) خروجی مایع برای ممانعت از ماندگی[3] گاز یا نفت در مایع کف

ظرف تعبیه شود. استخراج‌کننده ذرات قسمت منعقدکننده می‌تواند یکی از انواع طراحی‌ها (مجموعه‌ای از پره‌ها، لایه توری سیمی بافته‌شده یا یک دستگاه گریز از مرکز) باشد. استخراج‌کننده ذرات، قطرات کوچک مایع (به‌طورمعمول تا قطر ۱۰ μm) را از جریان گاز، قبل از ترک ظرف حذف می‌کند. همراه-بری[4] مایع توسط گاز به طور معمول کمتر از $14\ l/10^6\ Nm^3$ است.

پس از تکمیل فرایند جداسازی گاز-مایع، دوفاز، ظرف را به ترتیب از خروجی گاز و مایع ترک می‌کنند. برای معیارهای تعیین اندازه نازل به پیوست **ث** مراجعه کنید.

۵-۲-۱-۴ ظرفیت حمل گاز

جداکننده باید به‌اندازه کافی بزرگ باشد تا نرخ جریان گاز را تحت سخت‌ترین شرایط فرایندی حمل کند. توصیه می‌شود بالاترین نرخ جریان گاز مورد انتظار با افزودن مقداری حاشیه برای نوسانات و عدم قطعیت‌ها در اطلاعات پایه در نظر گرفته شود. معمولاً این مقدار حاشیه بسته به کاربرد بین ٪ ۱۵ و ٪ ۵۰ است. برای مقدار حاشیه توصیه‌شده، به پیوست **ج** مراجعه کنید.

1- Vane-pack
2-Vortex breaker
3- Entrainment
4- Carryover

۵-۲-۱-۵ کنترل‌های فرایندی

فشار عملیاتی ممکن است توسط شیر فشار برگشتی گاز با بار وزنی، بار فنر یا «عملگر هدایتی»[1] کنترل شود. جایی‌که گاز وارد خط لوله می‌شود، معمولا حداقل فشار جداکننده با فشار سامانه جمع‌آوری یا انتقال تنظیم می‌شود. توصیه می‌شود جداکننده‌ها با یک یا چند کنترل‌کننده سطح مایع تجهیز شوند. عموماً در جداکننده‌های دوفازی، برای قسمت انباشت مایع یک کنترل‌کننده سطح، شیر تخلیه مایع را برای نگهداری مایع در سطح موردنیاز فعال می‌کند.

۵-۲-۱-۶ تجهیزات تخلیه

برای تمام جداکننده‌ها صرف‌نظر از اندازه یا فشار باید تجهیزات حفاظت در برابر فشار در نظر گرفته شود و مطابق با الزامات کد ASME SEC VIII تنظیم شوند.

۵-۲-۱-۷ انواع جداکننده

سه شکل مختلف از جداکننده‌ها وجود دارد: عمودی، افقی و کروی. چهار جزء اصلی به‌طور متفاوت در این ظروف مختلف قرار گرفته است.

۵-۲-۱-۸ راهبرد انتخاب

برای تسهیل در انتخاب جداکننده برای کاربرد مشخص، مشخصات کارایی جداکننده‌های مختلف در جدول پ-۱ خلاصه‌شده است. در ادامه، نکات کلیدی انتخاب جداکننده‌های گاز- مایع آورده شده است:

الف- ظرفیت حمل گاز، شامل موارد زیر:

- حداکثر ظرفیت (ضریب بار گاز)[2]؛
- نسبت حداکثر به «حداقل ظرفیت»[3].

ب- راندمان حذف مایع، شامل موارد زیر:

- راندمان کلی؛
- با توجه به کوچکی اندازه ذرات؛
- با توجه به طغیان محتمل در بالای حداکثر ضریب بار (که تندی شیب افت راندمان بالای حداکثر ظرفیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد).

5- Pilot operated
1- Gas load factor
2- Turndown ratio

پ- ظرفیت حمل مایع، شامل موارد زیر:

- لخته‌های مایع؛
- قطرات.

ت- رواداری[1] در رسوب‌گذاری، شامل موارد زیر:

- شن؛
- مواد چسبنده.

ث- افت فشار

راهبرد انتخاب زیر پیشنهاد شده است:

ابتدا الزامات اجباری را که جداکننده باید برآورده کند تعریف شود. با کمک جدول پ-۱، تعدادی از جداکننده‌ها می‌توانند حذف شوند. همچنین بررسی شود که آیا محدودیت‌هایی هستند که ظروف افقی یا عمودی را حذف کنند.

۵-۲-۲ معیارهای طراحی

توصیه می‌شود حداکثر نرخ جریان گاز و مایع، دارای مقدار حاشیه طراحی یا ضریب نوسان مانند پیوست **ج** باشند، مگر این‌که به‌صراحت طور دیگری اظهار شود. جدول پ-۱ خلاصه‌ای از اطلاعات کارایی که مقایسه جداکننده‌های مختلف را ممکن می‌کند، ارائه کرده است.

- **جداکننده‌های عمودی و افقی**

به‌منظور ملاحظات طراحی، اشاره ویژه به کاربرد فرایندی، مشخصات، استفاده توصیه‌شده و توصیه نشده جداکننده‌های عمودی/افقی مختلف مورد استفاده در واحدهای تولیدی صنعت نفت، در جدول ۵ ارائه شده است:

3- Tolerance

جدول ۵- ملاحظات طراحی جداکننده‌های عمودی و افقی

نوع جداکننده	کاربرد	مشخصات	کاربری توصیه‌شده	کاربری توصیه‌نشده	کاربردهای فرایندی نمونه
ظرف قطره‌گیر عمودی	جداسازی توده‌ای گاز و مایع.	- نسبت حداکثر به حداقل ظرفیت نامحدود. - ظرفیت حمل زیاد لخته. - راندمان حذف مایع عموماً ٪۸۰ تا ٪۹۰ (در گستره کم تا زیاد ظرفیت مایع)[الف] - افت فشار بسیار کم. - غیر حساس به رسوب‌گذاری.	- ظروفی که دارای حداقل اجزای داخلی باشد (مثل ظروف قطره‌گیر مشعل). - کاربری رسوب‌گذار مثل موم، شن و آسفالتین‌ها. - کاربری کف‌زا.	جایی‌که حذف مؤثر ذرات ریز گاز لازم است.	- ظروف قطره‌گیر دودکش تخلیه به هوا و مشعل. - جداکننده تولید. - جداکننده توده‌ای (مثل بالادست خنک‌کننده‌های گاز). - ظرف تبخیر آنی.
ظرف قطره‌گیر افقی	جداسازی توده‌ای گاز و مایع	- توانایی پذیرش نسبت‌های زیاد جزء مایع؛ - نسبت نامحدود حداکثر به حداقل ظرفیت؛ - ظرفیت پذیرش لخته بسیار زیاد؛ راندمان حذف مایع عموماً ٪ ۸۰ تا ٪ ۹۰ (از بار کم تا زیاد مایع) [ب] - غیر حساس در مقابل رسوب‌گذاری؛ - افت فشار بسیار کم.	- ظروفی که اجزای داخلی آن‌ها باید حداقل نگهداشته شوند و جایی‌که محدودیت ارتفاع وجود دارد؛ - لخته‌گیرها ؛ - کاربردهای رسوب‌گذار مثل موم، شن و آسفالتین‌ها؛ - برای مایعات کف‌زا یا بسیار گرانرو.	جایی‌که حذف مؤثر ذرات ریز گاز لازم است؛	- ظروف قطره‌گیر دودکش مشعل و تخلیه هوایی؛ - جداکننده محصول – نسبت کم گاز به نفت؛ - جداکننده توده‌ای؛ - لخته‌گیر.

نوع جداکننده	کاربرد	مشخصات	کاربری توصیه‌شده	کاربری توصیه‌نشده	کاربردهای فرایندی نمونه
قطره‌گیر توری سیمی عمودی	قطره‌گیری (نم‌گیری) از گاز	- نسبت حداکثر به حداقل ظرفیت زیاد؛ - ظرفیت زیاد پذیرش لخته مایع؛ - راندمان حذف مایع بزرگ‌تر از ٪ ۹۸؛ - حساس به رسوب‌گذاری؛ افت فشار کم.	- برای کاربری حذف قطرات با بار مایع متوسط؛ - جایی‌که ممکن است ظرفیت جابه‌جایی لخته مایع لازم باشد.	- کاربری‌های رسوب‌گذار (موم، آسفالتین، شن، هیدرات‌ها) ؛ - برای مایعات گرانرو که الزامات حذف گاز، قطر ظرف را تعیین می‌کند؛ - برای گازشوهای مکش کمپرسور، مگر این‌که اقدامات احتیاطی برای جلوگیری از احتمال ورود سیم‌های لق‌شده به کمپرسور یا انسداد توری قطره‌گیر که افت فشار مکش را افزایش می‌دهد، در نظر گرفته شود.	- جداکننده تولید/آزمایشی؛ - نسبت گاز به نفت متوسط ؛ -غیر رسوب‌ده؛ - گازشوهای ورودی/خروجی برای برج‌های تماس گلیکول؛ - گازشوهای ورودی برای خطوط لوله صادرات گاز؛ - برای ظروف با قطر کوچک و/یا فشار کم، جایی‌که هزینه اضافی پره اجزای داخلی توری الک[1] قابل توجیه نباشد.
قطره‌گیر توری سیمی افقی	حذف قطرات از گاز، جایی‌که ظرفیت پذیرش زیاد مایع لازم است	- نسبت حداکثر به حداقل ظرفیت زیاد؛ - ظرفیت پذیرش لخته بسیار زیاد؛ راندمان حذف مایع، بزرگ‌تر از ٪ ۹۸؛ - حساس به رسوب‌گذاری؛ - افت فشار کم؛	- عموماً برای کاربری حذف قطرات با بار مایع زیاد و نسبت گاز به نفت پایین؛ - جایی‌که ممکن است ظرفیت پذیرش لخته لازم باشد؛ - برای مایعات گرانرو جایی‌که الزامات گاززدایی مایع، قطر ظرف را تعیین می‌کند؛ - در شرایطی که فضای عمودی محدود باشد؛		

نوع جداکننده	کاربرد	مشخصات	کاربری توصیه‌شده	کاربری توصیه‌نشده	کاربردهای فرایندی نمونه
			- برای مایعات کف‌زا؛		
قطره‌گیر نوع پره‌ای عمودی	قطره‌گیری از گاز.	- راندمان حذف مایع بزرگ‌تر از ٪ ۹۶ ؛ - نسبت حداکثر به حداقل ظرفیت متوسط؛ - برای کاربری نسبتا رسوب-گذار (اگر بدون پره شیار باشد)؛ - طراحی مستحکم؛ - حساس به لخته‌های مایع (جداکننده در خط نمی‌تواند لخته‌های مایع را حذف کنند)؛	- برای کاربری قطره‌گیر متداول است؛ - جداکننده در خط، فقط با پارامتر جریان نسبتا کم استفاده می‌شود ($\phi_{\text{خوراک}}$ <0,01)؛ - از جداساز دومرحله‌ای استفاده می‌شود اگر پارامتر جریان خوراک ($\phi_{\text{خوراک}} \leq 0,01$)؛ - مناسب برای کاربری رسوب‌گذار کم (اگر بدون پره‌های دوشیاری باشد)؛ جایی‌که امکان انسداد توری قطره‌گیر وجود دارد می‌تواند استفاده شود. مثل نفت‌های مومی؛	- کاربری با رسوب‌گذاری زیاد (موم سنگین، آسفالتین، شن، هیدرات‌ها)؛ - برای مایعات گرانرو جایی‌که الزامات گاززدایی، قطر ظرف را تعیین می‌کند؛ جداکننده جریان عمودی در خط با بسته پره‌ای نباید جایی‌که لخته شدن مایع ممکن است اتفاق بیافتد استفاده شود یا جایی‌که ($\phi_{\text{خوراک}} \leq 0,01$)؛ - اگر فشار بالاتر از ۱۰۰ بار (مطلق) شود، منتج به افت شدید در راندمان حذف مایع می‌شود؛	- گازشوهای مکش کمپرسور، جایی‌که بسته پره‌ها به توری قطره‌گیر ترجیح داده می‌شود زیرا ساختار آن‌ها مستحکم‌تر است؛ - ظروف قطره‌گیر در کاربری نسبتا کم رسوب‌گذار؛
قطره‌گیر نوع پره‌ای افقی	قطره‌گیری از گاز جایی‌که ظرفیت زیاد پذیرش مایع لازم است	- راندمان حذف مایع بزرگ‌تر از ٪۹۶؛ - نسبت حداکثر به حداقل ظرفیت متوسط؛ - برای کاربری با رسوب‌گذاری		- کاربری با رسوب‌گذاری بالا (موم سنگین، آسفالتین، شن، هیدرات‌ها)؛ - اگر فشار از ۱۰۰ bar(abs) فراتر رود.	مخازن جداکننده تولید، جایی‌که نسبت گاز به نفت کم و سیال نسبتاً رسوب‌گذار است.

نوع جداکننده	کاربرد	مشخصات	کاربری توصیه‌شده	کاربری توصیه‌نشده	کاربردهای فرایندی نمونه
		کم مناسب است؛ (اگر بدون پره دوشیاری باشد) - ظرفیت پذیرش لخته مایع زیاد؛ طراحی مستحکم؛			
سیکلون	قطره‌گیری از گاز در کاربری رسوب‌ده؛	- راندمان حذف مایع بزرگ‌تر از ٪ ۹۶ ؛ - غیر حساس به رسوب‌گذاری؛ - نسبت کاهش ظرفیت محدود؛ - افت فشار بالا؛	عموماً برای استفاده در کاربری-های محیط‌های رسوب‌ده (مثل تولید کُک) و جایی‌که راندمان بالای قطره‌گیری هنوز لازم باشد؛	اگر افت فشار بالا قابل‌تحمل نباشد؛	- در پالایشگاه‌های نفت؛ - واحد حرارتی نفت-گاز[1] ؛ - واحد کاهش گرانروی[2]؛ - در کارخانه‌های شیمیایی: - واحدهای لاستیک ترموپلاستیک[3]
جداکننده چند سیکلونی عمودی	قطره‌گیری و غبارگیری از گاز در کاربری‌های نسبتاً کم رسوب‌گذار و فشار بالا.	- راندمان حذف مایع بزرگ‌تر از٪ ۹۳؛ - مناسب برای کاربری نسبتاً رسوب‌گذار (مثل محتوای کم شن)؛ - افت فشار بالا؛ - جداکننده فشرده؛ - حساس به بار زیاد مایع یا لخته مایع؛	عموماً برای استفاده در محیط نسبتاً کم رسوب‌گذار جایی‌که فشار گاز بیشتر از ۱۰۰ bar(abs) است و جداکننده فشرده لازم باشد.	- گاز با فشار کم ؛ - کاربری‌های بارسوب‌گذاری زیاد (محتوای زیاد شن که منجر به سایش شود)؛ - بار زیاد مایع؛ - لخته مایع؛ - زمانی که راندمان بالای حذف مایع لازم باشد.	- جداکننده‌های سر چاهی؛ - گازشوهای اولیه تحت کاربری نسبتاً رسوب‌ده وز مانی که بار مایع کم است؛ - گازشوی مکش کمپرسور اگر در خوراک، شن وجود داشته باشد.

نوع جداکننده	کاربرد	مشخصات	کاربری توصیه‌شده	کاربری توصیه‌نشده	کاربردهای فرایندی نمونه
جداکننده صافی	پس تمیزسازی (مایع و جامدات) گاز قطره‌گیری شده زمانی که راندمان بالای حذف مایع لازم باشد.	-راندمان حذف مایع بزرگ‌تر از ٪ ۹۹؛ -افت فشار بسیار زیاد؛ -حساس به بار زیاد مایع یا لخته‌ها؛ -حساس به رسوب‌گذاری توسط مواد چسبنده.	- معمولا به‌عنوان جداکننده ثانویه گاز-مایع برای تمیز کردن جریان گاز خروجی از جداکننده اولیه گاز/مایع؛ - در جایی‌که جامدات وجود دارند از شمعک‌های صافی با جریان از بیرون به داخل استفاده کنید؛ - جایی‌که راندمان حداکثر لازم باشد و جامدات وجود نداشته باشند از شمعک‌های صافی با جریان از داخل به بیرون استفاده شود.	- کاربری با رسوب‌گذاری زیاد (مواد چسبنده)؛ - بار زیاد مایع؛ - لخته‌ها.	قطره‌گیری نهایی گاز طبیعی قبل از ارسال برای فروش [ج]

[الف] راندمان حذف برای ذرات ریز مایع بسیار کم است.
[ب] راندمان حذف مایع برای ذرات ریز بسیار کم است.
[ج] برای اطلاعات تکمیلی در خصوص معیارهای انتخاب و طراحی جداکننده‌های گاز (بخار)-مایع به مدرک DEP 31.22.05.11-Gen مراجعه شود.

1-TGU
2-VBU
3- Thermoplastic Rubber Plants

۵-۳ جداکننده‌های متداول گاز-مایع

۵-۳-۱ کلیات

الزامات فرایندی جداکننده‌های گاز(بخار)-مایع باید بر اساس زیربند ۵-۲ باشد. جداکننده‌های متداول گاز-مایع معمولاً عمودی، افقی یا کروی هستند. جداکننده‌های افقی می‌توانند از «یک یا دو مخزن لوله‌ای»[1] تشکیل‌شده و به چاهک[2] یا بوت[3] مجهز باشند. یک «استخراج‌کننده قطره»[4] می‌تواند در این نوع از جداسازها نصب شود.

۵-۳-۱-۱ جداکننده‌های عمودی

جداکننده‌های عمودی (به شکل چ-۱ مراجعه شود) هنگامی‌که نسبت گاز به مایع زیاد است باید انتخاب شوند. در مواردی که نوسان مکرر در جریان ورودی مایع باشد یا لازم باشد از تبخیر مجدد یا اختلاط دوباره سیالات ممانعت شود، توصیه می‌شود جداکننده‌های عمودی ترجیح داده شوند.

۵-۳-۱-۲ جداکننده‌های افقی

جداکننده‌های افقی (شکل چ-۱ مراجعه شود) زمانی که حجم زیادی از سیال و مقدار زیادی گاز محلول در مایع موجود باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند. آن‌ها همچنین جایی‌که نسبت بخار- مایع کم می‌شود یا جایی‌که جداسازی سه‌فازی لازم است، ترجیح داده می‌شوند.

۵-۳-۱-۳ جداکننده‌های کروی

این جداکننده‌ها (شکل چ-۱ مراجعه شود) گاهی در کاربری‌های فشار بالا که اندازه متراکم مدنظر است و حجم مایع کم است، استفاده می‌شوند.

۵-۳-۲ معیارهای طراحی

جداکننده‌هایی که با این مشخصات ساخته شده‌اند ممکن است عمودی، افقی یا کروی و در ابعاد و اندازه‌ها و حداکثر فشار کاری مجاز طبقه‌بندی شده در جدول‌های 1، 2 و 3 از استاندارد API SPEC 12J باشد. اندازه و فشارهای کارکرد موجود ممکن است از مشخصات طبقه‌بندی اعلام‌شده در جداول مرجع متفاوت باشند. سایر اندازه، فشار و طبقه‌بندی دما ممکن است با توافق بین خریدار و تولیدکننده ساخته شوند. جداکننده‌های بدون استخراج‌کننده قطره معمولاً برای جداسازی ثقلی با استفاده از قوانین استوک مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طورمعمول تعیین اندازه بر اساس حذف ذرات با قطر ۱۵۰ μm و بزرگ‌تر است.

1- Single or double barrel
2- Sump
3- Boot
4- Mist extractor

برای مقاصد تجربی که در حاشیه مطمئن باشد استفاده از روش‌های بیان‌شده در زیربندهای ۵-۳-۲-۱ تا ۵-۳-۲-۵ توصیه می‌شود.

۵-۳-۲-۱ نرخ جریان‌های طراحی

یک جداکننده ممکن است در یک برنامه فرایند که شامل چندین حالت فرآیندی مختلف است، قرار داشته باشد. در این حالت، طراحی جداکننده باید منطبق با شدیدترین شرایط عملکرد باشد. برای جداسازی گاز/ مایع در مخزن قطره‌گیر یا نم‌گیر، شدیدترین شرایط برای جداسازی در بیشترین مقدار Q است که توسط فرمول ۳ تعریف می‌شود:

$$Q = Q_g \left(\frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g} \right)^{1/2} m^3 / s \qquad (۳)$$

که در آن:

Q ضریب حجمی بار بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

Q_g میزان جریان حجمی گاز بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

ρ_l چگالی فاز مایع بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3).

با در نظر گرفتن اینکه شدیدترین شرایط عملیاتی در بیشترین مقدار Q تعریف می‌شود ضروری است که یک مقدار حاشیه‌ای به آن اضافه شود که باید پایه طراحی جداکننده باشد. این مقدار Q_{max} باید شامل مقدار حاشیه برای شرایط فراتر از طراحی[1]، موارد ایمنی و یا نوسانات[2] باشد که نمایانگر شرایط طغیان[3] است.

حاشیه به‌کار رفته بر روی نرخ عادی جریان (طراحی فرایند) به کاربری بستگی دارد. برای فرایندهای نفتی، مقدار حاشیه معمولا ٪۱۵ تا ٪۲۵ است. برای تولید نفت، مقدار حاشیه تا ٪ ۵۰ نیز ممکن است لازم باشد.

۵-۳-۲-۲ ماهیت خوراک

نوع جریان در لوله خوراک ورودی به جداکننده، گذر از یک رژیم به رژیم دیگر جریانی، تشکیل قطرات و تمایل به کف‌زایی مایع که منجر به طغیان مایع یا حمل حباب‌های گاز از طریق جریان مایع خروجی می‌شود و عوامل دیگر مانند وجود سنگریزه، زنگار، موم و دیگر جامدات و تمایل به کک سازی مایع نکاتی است که در تثبیت شرایط طراحی باید لحاظ شوند

1- Over design
2- Surging
3- Flooding

۵-۳-۲-۳ بازده و نوع جداکننده

بازده جداکننده، کسری (یا درصدی) از مایع است که به داخل ظرف واردشده و جدا می‌شود. هرچند یک جداکننده قطره‌گیر همراه با لایه نم‌گیر توری سیمی غالباً دارای بازدهی بیشتر از ٪ ۹۹ است، توجه شود کسر قابل‌توجهی از قطرات با قطر کمتر از µm ۲۰ ممکن است از جداکننده قطره‌گیر توری سیمی عبور کند.

۵-۳-۲-۴ الزامات پذیرش مایع

توصیه می‌شود در بررسی ظرفیت پذیرش مایع جداکننده‌ها، نکات زیربندهای ۵-۳-۲-۴-۱ تا ۵-۳-۲-۴-۳ موردتوجه باشد:

۵-۳-۲-۴-۱ گاز زدایی

در مخازن عمودی برای جلوگیری از حمل حباب‌های گاز از طریق جریان مایع خروجی، توصیه می‌شود سرعت مایع، مطابق فرمول ۴ باشد:

(۴)

که در آن:

Q_g میزان جریان حجمی گاز بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

D_V قطر داخلی ظرف جدا کننده بر حسب متر (m)؛

γ_1 گرانروی سینماتیکی مایع بر حسب میلی‌متر مربع بر ثانیه (mm^2/s)؛

ρ_l چگالی فاز مایع بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3).

توصیه می‌شود در یک ظرف افقی که تقریبا نیمی از آن پر شده، محدودیت فرمول ۴ برای سرعت مایع که از فرمول ۵ به دست آید، اعمال شود:

$$V_l = Q_l / (D_v . L_v)$$

(۵)

که در آن:

V_l سرعت مایع بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

Lv طول ظرف افقی جدا کننده (مماس به مماس) بر حسب متر (m)؛

Q_l میزان جریان حجمی مایع بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

D_v قطر داخلی ظرف جداکننده بر حسب متر (m).

یادآوری- اغلب زمان ماند مایع یکی از معیارهای گاززدایی است. روش ارائه شده در زیربند ۵-۳-۲-۴-۱ که بر اساس قانون استوک است ترجیح داده می‌شود.

۵-۳-۲-۴-۲ حجم کنترل

برای گاززدایی (و به‌علاوه برای مقابله با کف) توصیه می‌شود سرعت مایع محدود شود. هنگامی‌که یک سطح معین مایع در جداکننده موردنیاز است حجم مشخصی از مایع برای مقاصد کنترلی ضروری است.

بهتر است موارد زیر برای کنترل حجم مشخصی از مایع در نظر گرفته شود:

الف- زمان ماند برای کنترل

حداقل الزامات بین LA(L)، LA(H) که در شکل ح-۱ نشان داده شده و در نبود دیگر ملاحظات غالب فرایندی اعمال می‌شود، به‌صورت زیر است:

برای کنترل خودکار:

- ۴ min برای محصول به مخزن بر حسب متر (m)؛
- ۵ min برای خوراک کوره؛
- ۴ min برای سایر کاربردها.

برای کنترل دستی:

- ۲۰ min

ب- زمان ماند برای دخالت متصدی واحد

زمانی که اقدام متصدی واحد برای جلوگیری از خرابی یا توقف عملیات لازم است باید یک تخمین واقع‌بینانه از زمان موردنیاز به عمل آید.

برای جداکننده‌های داخل محوطه واحدها، حداقل زمان ماند ۵ min بین پیش‌هشدار و از کار افتادن توصیه می‌شود. برای جداکننده‌ای خارج از محوطه واحدها، توصیه می‌شود زمان رسیدن متصدی واحد به تجهیزات نیز اضافه شود. برای کلیدهایی که مستقیماً بر عملکرد کارخانه اثر ندارند، برای مثال شروع خودکار پمپ‌های آماده به‌کار، زمان ماند ضروری نیست. در این حالت پیش هشدار، ممکن است حذف شود.

۵-۳-۲-۴-۳ لخته‌های مایع

درصورتی‌که خوراک دارای لخته‌های مایع باشد زمان ماند زیادتری مطرح است. در صورت کمبود سایر اطلاعات توصیه می‌شود حجم لخته مایع معادل جریان در زمان ۲ s تا ۵ s با سرعت عادی خوراک و پربودن لوله خوراک به مقدار ٪ ۱۰۰ مایع درنظر گرفته شود. جداکننده‌ها باید قادر به جادادن این حجم از لخته مایع بین NL و LA(H) یا NL و LA(HH) باشند که بستگی به لزوم یا عدم لزوم هشدار سطح بالا در اثر رسیدن لخته مایع دارد. برای افزایش دادن فضای لخته مایع، ممکن است تنظیم NL به LA(L) نزدیک‌تر شود. برای توضیح اصطلاحات کنترل سطح مایع، به شکل ح-۱ مراجعه شود.

یادآوری- هنگامی‌که لخته‌های مایع در جریان خوراک موجود باشند ملاحظاتی برای تقویت تجهیزات ورودی و لوله‌کشی (اگر هر یک لازم باشد) موردتوجه قرار می‌گیرند.

۵-۳-۲-۵ روش‌های طراحی جداکننده

روش‌های پیشنهادی طراحی پایه (فرآیندی) جداکننده‌های متداول گاز-مایع در زیربندهای ۵-۳-۲-۵-۱ تا ۵-۳-۲-۵-۳ ارائه شده است:

۵-۳-۲-۵-۱ جداکننده‌های متداول بدون استخراج‌کننده‌های قطره

در این نوع ظرف جداکننده، استفاده از گرانش اصلی‌ترین نوع راهکار برای جدا کردن فازهای مایع و گاز است. برای طراحی جداکننده بدون تجهیز استخراج‌کننده قطره، کمترین قطر قطره‌ای که حذف می‌شود باید تعیین شود که به‌طور نمونه بین ۱۵۰μm تا ۲۰۰۰ μm است. باوجود این‌که روش محاسبه ته‌نشینی گرانشی برای این نوع معتبر است، روش‌های بیان‌شده در زیربندهای ۵-۳-۲-۵-۱-۱ و ۵-۳-۲-۵-۱-۲ نیز منجر به طراحی پایه مطمئن می‌شوند.

۵-۳-۲-۵-۱-۱ ظرف قطره‌گیر عمودی بدون استخراج‌کننده قطره

الف- قطر؛ قطر ظرف D_v به‌وسیله فرمول ۶ محاسبه می‌شود.

$$\frac{Q_{max}}{\pi / 4 \times D_v^{\ 2}} \leq 0{,}07 \qquad (۶)$$

که در آن:

Q_{max} میزان جریان طراحی فرایند به‌اضافه مقدار حاشیه است بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

D_v قطر داخلی ظرف جدا کننده بر حسب متر (m).

ب- ارتفاع؛ اگر h، ارتفاع ظرف موردنیاز برای زمان ماند مایع باشد، (به زیربند ۵-۳-۲-۴-۲ مراجعه شود) بنابراین ارتفاع کلی ظرف (مماس تا مماس) از فرمول ۷ محاسبه می‌شود:

$$H = h + d_n + X + Y \quad (۷)$$

که در آن:

H ارتفاع (مماس به مماس) ظرف بر حسب متر (m)؛

h ارتفاع مورد نیاز ظرف برای زمان ماند بر حسب متر (m)؛

d_n قطر نازل ورودی؛

X معادل ۰/۳ D_v که حداقل ۰/۳ m است؛

Y معادل ۰/۹ D_v که حداقل ۰/۹ m است.

پ- نازل‌ها

قطر نازل های خوراک، خروجی گاز و خروجی مایع عبارتند از:

۱- نازل خوراک؛ نازل خوراک باید به لوله نیمه‌باز[1] یا دستگاه منحرف‌کننده جریان در ورودی[2] مجهز شود. قطر نازل d_n ممکن است با قطر لوله خوراک برابر باشد اما باید فرمول ۸ برقرار باشد.

$$1500\ \text{kg/m.s}^2 \ \rho_m \times V^2_m < \quad (۸)$$

که در آن:

ρ_m چگالی مخلوط در ورودی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

V_m سرعت مخلوط در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

۲- نازل خروجی گاز؛ معمولاً با قطر لوله خروجی برابر است اما باید فرمول ۹ برقرار باشد.

$$\rho_g \times V^2_g < 3750\ \text{kg/m.s}^2 \quad (۹)$$

که در آن:

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

V_g سرعت فاز گاز بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

۳- نازل خروجی مایع؛ قطر نازل خروجی مایع باید طوری انتخاب شود که سرعت در آن از ۱ m/s بیشتر نشود، اما توصیه می‌شود سرعت کمتر باشد. نازل باید به گرداب شکن مجهز شود.

ت- افت فشار؛ اختلاف فشار مابین ورودی و خروجی گاز برابر است با:

1- Half open pipe
2- Flow diverting box inlet device

$$P_{in} - P_{out} = 8 \times 10^{-4} \times \rho_g \times V^2_{g,out} \quad (۱۰)$$

که در آن:

P_{in} فشار در ورودی بر حسب کیلوپاسکال (kPa)؛

P_{out} فشار در خروجی بر حسب کیلوپاسکال (kPa)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

$V_{g.out}$ سرعت گاز در خروجی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

۵-۳-۲-۵-۱-۲ ظرف قطره‌گیر افقی بدون استخراج‌کننده قطره

برای طراحی ظرف قطره‌گیر افقی روش زیر استفاده می‌شود.

الف- اندازه سطح مقطع برای عبور جریان گاز، از فرمول ۱۱ پیروی می‌کند.

$$\frac{Q_{max}}{A} \leq 0,1\ m/s \quad (۱۱)$$

که در آن:

A سطح مقطع بالای LA(HH) سطح مایع؛

Q_{max} مقدار جریان طراحی به همراه مقدار حاشیه بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s).

ظروف افقی معمولاً حدودا بین یک‌سوم و یک‌دوم ارتفاع ظرف پر از مایع طراحی می‌شوند. همچنین حجم ماند مایع توسط ملاحظات دیگر تعیین می‌شود (به زیربند ۵-۳-۲-۴ مراجعه شود). روش طراحی شامل حدس و خطا است. L_v و D_v ثابت هستند و پرشدن جزئی برای تامین الزامات زمان ماند انتخاب می‌شود. سپس باید بررسی شود که نسبت Q_{max}/A از ۰/۱ m/s بیشتر نشود. حدس اولیه برای نسبت L_v/D_v، ۳ فرض می‌شود، مقادیر ۲/۵ تا ۶/۰ برای این نسبت عادی هستند، مقادیر ۶/۰ یا بزرگ‌تر برای کاربردهای فشار بالا توصیه می‌شوند.

ب- نازل‌ها

۱- نازل خوراک؛ قطر نازل d_n ممکن است با قطر لوله خوراک برابر باشد اما باید فرمول ۱۲ برقرار باشد.

$$1000\ kg/m.s^2\ \rho_m \times V^2_{m<} \quad (۱۲)$$

که در آن:

ρ_m چگالی مخلوط در ورودی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

V_m سرعت مخلوط در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

۲- نازل خروجی گاز؛ برای نازل گاز خروجی، همان روش مورد استفاده در ظرف عمودی به‌کار می‌رود (به زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ مراجعه شود).

۳- نازل خروجی مایع

برای نازل خروجی مایع همان روش مورد استفاده در ظرف عمودی به‌کار می‌رود (به زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ مراجعه شود).

پ- افت فشار، افت فشار را هم می‌توان به روش ظرف عمودی محاسبه کرد (به زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ مراجعه شود).

۵-۳-۲-۵-۲ جداکننده‌های متداول گاز- مایع همراه با استخراج‌کننده‌های قطره از نوع توری سیمی

لایه‌های تور سیمی اغلب برای جذب ذرات و قطرات بسیار ریز مایع به‌کار می‌رود و درصد حذف مایع آن‌ها بالاست. حذف ذرات با قطر μm ۱۰ و کوچک‌تر با این لایه‌ها ممکن است امکان‌پذیر باشد. نمونه نصب نوع تور سیمی جداکننده‌های گاز-مایع در شکل چ-۱ نشان داده شده است. در کارخانه‌هایی که ایجاد رسوبات یا هیدرات‌ها ممکن بوده یا انتظار می‌رود، تورهای سیمی معمولاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. در این نوع کاربری‌ها همواره جداکننده‌های نوع پره‌ای یا گریز از مرکز استفاده می‌شود.

اکثر تأسیسات از لایه با ضخامت mm ۱۵۰ همراه با چگالی توده‌ای kg/m^3 ۱۹۰ تا kg/m^3 ۱۴۵ استفاده می‌کنند. کمترین ضخامت توصیه‌شده لایه، mm ۱۰۰ است. برای طرح‌های خاص توصیه می‌شود به تولیدکنندگان مراجعه شود. درصورتی‌که یک قطره‌گیر با اندازه بسیار بزرگ مدنظر باشد ظرف باید به‌صورت افقی طراحی شود. درصورتی‌که یک قطره‌گیر با اندازه بسیار بزرگ مدنظر باشد ظرف باید به‌صورت افقی طراحی شود.

۵-۳-۲-۵-۲-۱ جداکننده‌های عمودی همراه با استخراج کننده قطره

اکثر جداکننده‌های عمودی که دارای تجهیز استخراج‌کننده قطره هستند با استفاده از معادلات مشتق شده از معادلات ته‌نشینی گرانشی تعیین اندازه می‌شوند. عمومی‌ترین فرمول مورد استفاده، فرمول سرعت بحرانی ۱۳ است.

$$V_c = K\sqrt{\frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_g}} \qquad (۱۳)$$

که در آن:

V_C سرعت بحرانی گاز بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

K ثابت تجربی بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

ρ_l چگالی فاز مایع بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب(kg/m^3)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب(kg/m^3).

مقادیر نمونه عامل تعیین اندازه جداکننده، K، در جدول ۶ آورده شده است. باید توجه داشت که این فرمول اندازه قطعه جداسازی (استخراج‌کننده قطره) و نه اندازه حقیقی ظرف جداکننده را می‌دهد. این به آن معنی است که ممکن است (مثلاً برای الزامات سرج[1]) ظرف بزرگ‌تر از قطعه جداسازی انتخاب شود.

جدول ۶- نمونه ضرایب K برای تعیین اندازه قطره‌گیرهای از نوع توری سیمی

نوع جداکننده	ضریب K
افقی (با لایه عمودی)	۰٫۱۲۲ تا ۰٫۱۵۲
کروی	۰٫۰۶۱ تا ۰٫۱۰۷
افقی یا عمودی (با لایه افقی)	۰٫۰۵۵ تا ۰٫۱۰۷
در فشار اتمسفر	۰٫۱۰۷
در ۲۱۰۰ kPa	۰٫۱۰۱
در ۴۱۰۰ kPa	۰٫۰۹۱
در ۶۲۰۰ kPa	۰٫۰۸۲
در ۱۰۳۰۰ kPa	۰٫۰۶۴
بخار مرطوب	۰٫۰۷۶
اکثر بخارات تحت شرایط خلأ	۰٫۰۶۱
تبخیرکننده‌های سدیم هیدروکسید و نمک	۰٫۰۴۶

یادآوری ۱- K =۰٫۱۰۷ در ۷۰۰ kPa - به ازای هر ۷۰۰ kPa بالای ۷۰۰ kPa ، ۰٫۰۰۳ کم شود.

یادآوری ۲- معمولا برای تعیین اندازه تقریبی جداکننده‌های عمودی بدون تور سیمی قطره‌گیر، نصف مقادیر K ذکرشده در بالا استفاده می‌شود.

یادآوری ۳- برای محلول‌های گلیکول و آمین، K را در ۰٫۶ تا ۰٫۸ ضرب کنید.

یادآوری ۴- برای گازشوهای مکش کمپرسور و جداکننده‌های ورودی منبسط کننده، K را در ۰٫۷ تا ۰٫۸ ضرب کنید.

نتایج حاصل از روش زیر، تقریبی است ولی روشی مطمئن برای تعیین اندازه جداکننده‌های عمودی همراه با استخراج کننده قطره است:

الف- قطر؛ قطر ظرف D_v از فرمول ۱۴ پیروی می‌کند.

$$\frac{Q_{max}}{\pi D_v^2 / 4} \leq 0{,}105\ m/s \qquad (۱۴)$$

1- Surge

که در آن:

Q_{max} میزان جریان طراحی فرایند به‌اضافه مقدار حاشیه برحسب متر مکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

D_v قطر داخلی ظرف جدا کننده بر حسب متر (m).

وقتی‌که یک حلقه نگهدارنده استاندارد برای توری استخراج کننده قطره[1] طراحی می‌شود، عرض حلقه قابل‌اغماض بوده و Dv از فرمول بالا که قطر داخلی ظرف است، محاسبه خواهد شد.

یادآوری ۱- برای مایعات با گرانروی بالا، حداکثر ظرفیت یک توری استخراج کننده قطره افقی، کمتر از ۰٫۱۰۵ m/s است.

برای μ_g =100 cP، ٪ ۱۰ از مقدار ۰٫۱۰۵ m/s کسر شود.

برای μ_g =1000 cP، ٪ ۲۰ از مقدار ۰٫۱۰۵ m/s کسر شود.

یادآوری ۲- حداکثر ظرفیت صفحه توری‌ها با افزایش نرخ ورود مایع کاهش می‌یابد. مقادیر ذکرشده در یادآوری ۱ مورد الف زیربند ۵-۳-۲-۵-۱ برای صفحه توری کم بار مانند اکثر جداکننده‌ها، به‌کار می‌رود.

ب- ارتفاع؛ h، موردنیاز ظرف، برای زمان ماند مایع است (به زیربند ۵-۳-۲-۴-۲ مراجعه شود) بنابراین فرمول ارتفاع کل ظرف (مماس تا مماس) مطابق با فرمول ۱۵ است:

$$H = h + d_n + t + X + Y + 0,15\ D_v \qquad (۱۵)$$

که در آن:

d_n قطر نازل ورودی بر حسب متر (m)؛

t ضخامت توری استخراج کننده قطره (معمولا ۰/۱ m)؛

X معادل ۰/۳ D_v که حداقل ۰٫۳ m است (برای ظرف مجهز به دستگاه ورودی لوله نیم‌باز)؛

Y معادل ۰٫۴۵ D_v که حداقل ۰٫۹ m است (برای ظرف مجهز به دستگاه ورودی لوله نیم‌باز)؛

Dv قطر داخلی ظرف جداکننده بر حسب متر (m).

پ- نازل‌ها

۱- نازل خوراک؛ هنگامی‌که قطر ظرف کمتر از ۰٫۸ m باشد. توصیه می‌شود نازل خوراک با ورودی لوله نیمه‌باز تجهیز شود. قاعده تعیین کردن اندازه در مورد پ از زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ ارائه شده است. برای ظرف با قطرهای ۰٫۸ m و بیشتر، دستگاه نوع پره‌ای[2] در ورودی توصیه می‌شود. ممکن است قطر نازل d_n با قطر لوله خوراک برابر باشد. اما باید دو فرمول ۱۶ و ۱۷ رعایت شوند.

1- Demister mat
2- Vane type

$$\rho_m \times V_m^2 \leq 6000 \text{ kg/m.s}^2 \quad (۱۶)$$

$$\rho_g \times V_{g,in}^2 \leq 3750 \text{ kg/m.s}^2 \quad (۱۷)$$

که در آن:

ρ_m چگالی مخلوط در ورودی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

V_m سرعت مخلوط در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s) ؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

$V_{g.in}$ سرعت (سرعت ظاهری) فاز گاز در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

که گرانروی متوسط مخلوط در لوله خوراک از فرمول ۱۸ و سرعت مخلوط در نازل ورودی از فرمول ۱۹ محاسبه می‌شود.

$$\rho_m = (M_g + M_l)/(Q_g + Q_l) \quad (۱۸)$$

$$V_m = (Q_g + Q_l) / \frac{\pi}{4} d_{n1}^2 \quad (۱۹)$$

که در آن:

ρ_m چگالی مخلوط در ورودی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

V_m سرعت مخلوط در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

Q_g میزان جریان حجمی گاز بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

Q_l میزان جریان حجمی مایع بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

M_l میزان جریان جرمی مایع بر حسب کیلوگرم بر ثانیه (kg/s)؛

M_g میزان جریان جرمی گاز بر حسب کیلوگرم بر ثانیه (kg/s)؛

d_{n1} قطر نازل خوراک بر حسب متر (m).

یک نمونه دستگاه ورودی نوع پره‌ای در پیوست **د** نشان داده شده است.

۲- نازل خروجی گاز ؛ برای نازل خروجی گاز، ممکن است همان روشی که در ظرف قطره‌گیر عمودی (بدون استخراج‌کننده قطره) استفاده می‌شود، استفاده شود (مورد پ زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ مراجعه شود).

۳- نازل خروجی مایع برای نازل خروجی مایع، ممکن است همان روشی که در ظرف قطره‌گیر عمودی (بدون استخراج‌کننده قطره) استفاده می‌شود، استفاده شود (مورد پ زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ مراجعه شود).

ت- افت فشار

علاوه بر افت فشار ارائه شده در مورد ت زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱، برای اکثر مقاصد، کافی است فرض شود که افت فشار اضافی در صفحه قطره‌گیر برابر mm ۱۰ مایع است. تجهیز ورودی نوع پره‌ای باعث ایجاد افت فشار قابل توجه نمی‌شود.

ث- مشخصات توری استخراج کننده قطره

این توری باید از سیم‌های به هم بافته‌شده، که برای ایجاد ساختار صحیح، شکل داده شده‌اند، ساخته شوند و نباید طوری بریده شوند که لبه تیز یا قطعات شل سیم ایجاد شود که بتوانند جدا گردند. توری سیمی باید دارای حجم آزاد بیشتر از ٪ ۹۷، مساحت سطح سیمی بیش از $۳۵۰ m^2$ و ضخامت سیم بین mm ۰٫۲۳ و mm ۰٫۲۸ باشد. ضخامت m ۰٫۱ برای توری توصیه‌شده است. توری سیمی باید بین دو شبکه محکم شود تا هنگام بلند کردن فشرده نشوند.

۵-۳-۲-۵-۲-۲ جداکننده‌های افقی همراه با استخراج کننده قطره

تعیین اندازه جداکننده افقی با استخراج‌کننده قطره با استفاده از فرمول ۱۳ است، به‌جز عاملی که به خاطر طول مسیر جریان گاز به آن اضافه می‌شود. همچنین جداکننده‌ها می‌توانند هر طولی داشته باشند اما نسبت طول مماس تا مماس به قطر ظرف (L_v/D_v)، معمولاً در محدوده دو تا چهار است.

$$V_c = K\sqrt{\frac{\rho_1 - \rho_g}{\rho_g}}\left(\frac{L_V}{10}\right)^{0.56} \qquad (۲۰)$$

که در آن:

V_C سرعت بحرانی گاز بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

K ثابت تجربی بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

ρ_1 چگالی فاز مایع بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

Lv طول ظرف افقی جدا کننده (مماس به مماس) بر حسب متر (m).

مقادیر K جدول ۶ برای جداکننده‌های قطره‌گیر افقی نیز قابل‌استفاده است. باید به این مورد توجه داشت که جهت لایه تور سیمی در جداکننده‌های افقی به‌صورت افقی است و اگر به‌صورت عمودی نصب شوند بازده

کمتری خواهند داشت. اما به خاطر کاربرد خاص از هر دو طراحی در عمل استفاده می‌شوند. روش ارائه شده در موارد الف تا ث از زیربند ۵-۳-۲-۵-۲-۲ به‌عنوان روش سریع و مطمئن در طراحی اولیه جداکننده‌های قطره‌گیر افقی است.

الف- اندازه

۱- توری افقی؛ برای تعیین اندازه جداکننده افقی با توری افقی، استفاده از فرمول ۲۰ توصیه می‌شود.

۲- توری استخراج کننده قطره عمودی؛ برای تعیین اندازه ظرف افقی که توری استخراج کننده قطره عمودی دارد و در شکل ح-۲ نشان داده شده فرمول ۲۱ می‌تواند اعمال شود.

$$\frac{Q_{max}}{A} \leq 0.15\ m/s \qquad (۲۱)$$

که در آن:

A سطح مقطع بالای کلید تغییر وضعیت (قطع) سطح خیلی بالای مایع بر حسب متر مربع (m^2)؛

Q_{max} جریان طراحی به همراه مقدار حاشیه (به ۵-۳-۲-۱ مراجعه شود) مترمکعب بر ثانیه (m^3/s).

ظروف افقی معمولاً به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که یک سوم تا نیمی از حجم آن‌ها پر از مایع باشد.

ب- نازل‌ها

۱- نازل خوراک، d_{n1}، نازل خوراک باید به تجهیز ورودی پره‌ای یا نوعی دیگر مجهز شود. قطر نازل ممکن است با قطر لوله خوراک d_{n1} یکسان گرفته شود اما دو فرمول ۲۲ و ۲۳ باید رعایت شوند.

$$\rho_m \times V_m^2 \leq 6000\ kg/m.s^2 \qquad (۲۲)$$

$$\rho_g \times V_{g,in}^2 \leq 3750\ kg/m.s^2 \qquad (۲۳)$$

که در آن:

ρ_m چگالی مخلوط در ورودی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

V_m سرعت مخلوط در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

$V_{g.in}$ سرعت (سرعت ظاهری) فاز گاز در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

توصیه می‌شود طول نازل ورودی نوع پره‌ای ۵ برابر قطر نازل خوراک باشد. یک نمونه تجهیز ورودی نوع پره‌ای در پیوست **د** نشان داده شده است.

۲- نازل خروجی گاز، d_{n2}؛ برای نازل خروجی گاز، روش مشابه ظرف عمودی همراه با استخراج کننده قطره مورد استفاده قرار می‌گیرد. (به زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ مراجعه شود).

۳- نازل خروجی مایع، d_{n3} ؛ برای نازل خروجی مایع، روش مشابه ظرف عمودی همراه با استخراج کننده قطره مورد استفاده قرار می‌گیرد (به زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱ مراجعه شود).

پ- افت فشار

علاوه بر افت فشار ارائه شده در مورد ت از زیربند ۵-۳-۲-۵-۱-۱، برای اکثر کاربردها، در نظر گرفتن افت فشاری برای استخراج کننده قطره به میزانی معادل با ۱۰mm از مایع کافی خواهد بود. برای تجهیزات ورودی نوع پره‌ای، افت فشاری درنظر گرفته نمی‌شود.

ت- مشخصات توری استخراج کننده قطره

مشخصات عمومی باید مانند مورد ث از زیربند ۵-۳-۲-۵-۲-۱ باشند. با وجود این توصیه می‌شود برای توری‌های عمودی با ارتفاع بیشتر از یک و نیم متر، ضخامت به m ۰٫۱۵ افزایش یابد.

ث- بوت‌ها[1]

بوت‌ها در صورت لزوم، باید برای حداقل مدت اقامت min ۵ تعیین اندازه شوند و باید قطرهای آن‌ها تا حد ممکن مساوی اندازه لوله تجاری باشد. نسبت ارتفاع به قطر باید بین دو تا پنج باشد و باید ملاحظاتی مانند قابلیت عملیاتی و همچنین به‌حداقل رساندن اندازه‌های تجهیزات ابزاردقیقی اندازه-گیری سطح در نظر گرفته شود. قطر بوت ها باید حداقل mm ۳۰۰ باشد زیرا در قطر کمتر از mm ۳۰۰ عملیات نمی‌تواند به‌طور مناسب انجام شود حداکثر قطر بوت‌ها باید یک‌سوم قطر داخلی ظرف باشد.

۵-۳-۲-۵-۳ جداکننده همراه با استخراج‌کننده قطره از نوع پره‌ای

نوع پره‌ای با نوع صفحه توری سیمی متفاوت هستند زیرا آن‌ها نمی‌توانند مایع جداشده را از طریق جریان گاز در حال صعود (افزایش) تخلیه کنند.

نوع پره‌ای از این نظر با نوع سیمی متفاوت هستند که در صورت افزایش شدت‌جریان گاز، مایع جداشده را به جریان گاز برنمی‌گردانند. برعکس مایع را به‌سوی ناودانی می‌ریزند که ازآنجا سیال را مستقیماً به مخازن مایع هدایت می‌کند. یک نمونه جداکننده عمودی با استخراج‌کننده قطره نوع پره‌ای در شکل د-۱ نشان داده شده‌اند. این پره‌ها مایع را از جریان گاز با گذراندن آن از مسیر پیچ‌وخم‌دار، جدا می‌کنند. یک سطح مقطع از یک نمونه از این پره‌ها در شکل د-۲ نشان داده شده است.

1- Boots

جداکننده‌های از نوع پره‌ای به‌طورکلی همان کارایی جداسازی سیمی را افزون بر این امتیاز که به‌راحتی مسدود نمی‌شوند و می‌توانند در ظرف کوچک‌تر نصب شوند، دارند. طراحی‌های جداکننده‌های نوع پره‌ای اختصاصی هستند و به‌آسانی با معادلات استاندارد قابل طراحی نیستند. نحوه طراحی تفصیلی تجهیزات خاص و انتخاب جداکننده‌های پره‌ای در این شرایط باید مورد توافق کاربرنهایی/ سازنده قرارگیرد.

۵-۳-۳ برگ مشخصات فنی

توصیه می‌شود نکات فرایندی زیر در هنگام تهیه برگ مشخصات فنی جداکننده گاز/مایع مورد توجه قرار گیرد. همچنین پیوست E از استاندارد مشخصات API 12J دیده شود. برای برگ مشخصات فنی مکانیکی توصیه می‌شود به استاندارد IPS-G-ME-150 مراجعه شود.

۱- نوع کاربری:

الف- منشأ ماندگی.

ب- شرایط عملیاتی (عادی- حداقل- حداکثر):

- دما؛
- فشار؛
- فاز بخار؛
- نرخ جریان؛
- سرعت؛
- چگالی (در شرایط عملیاتی)؛
- وزن مولکولی؛
- ترکیب یا ماهیت فاز؛
- ماندگی فاز مایع؛
- مقدار (اگر معلوم باشد)؛
- چگالی؛
- گرانروی؛
- کشش سطحی؛
- ترکیب یا ماهیت ماندگی؛
- اندازه‌های قطرات یا توزیع آن‌ها (اگر معلوم باشد)؛

– مقدار جامدات (ترکیب و مقدار)؛

– محلول؛

– معلق.

پ- کارایی

– مقدار کل افت فشار مجاز جداکننده؛

– مقدار افت فشار مجاز توری؛

– ماندگی مجاز؛

– ضخامت توصیه‌شده توری؛

– نوع توری.

۲- ساخت و نصب ظرف

– قطر (قطر داخلی) و طول؛

– موقعیت (افقی- عمودی، مایل)؛

– شکل (گرد- مربع و غیره)؛

– نوع (تبخیرکننده- دستگاه تقطیر، ظرف و غیره).

۳- مواد ساخت (گروه مواد)

۴- شرایط ویژه

۵-۳-۴ جداکننده‌های نفت-گاز

جداکننده‌های نفت و گاز، عمده‌ترین گروه جداکننده‌های گاز/مایع هستند که مخصوصاً در چاه‌های نفتی و گازی برای جدا کردن گاز، نفت‌خام و آب از جریان تولیدی چاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. جداکننده‌های نفت- گاز می‌توانند عمودی، افقی یا کروی ساخته شوند اما رایج‌ترین نوع آن‌ها افقی است. در تعیین اندازه جداکننده‌های نفت-گاز توصیه می‌شود از استاندارد API Spec. 12J به‌عنوان مرجع اصلی استفاده شود. همچنین علاوه بر استاندارد مذکور، برخی از ملاحظات ویژه در طراحی و انتخاب جداکننده‌های نفت-گاز نیز توصیه می‌شود که در زیربندهای ۵-۳-۴-۱ تا ۵-۳-۴-۷ ارائه شده است.

۵-۳-۴-۱ نوع و محل نصب حذف‌کننده قطره[1]

با توجه به کیفیت نفت‌خام، حذف‌کننده‌های از نوع تور سیمی یا پره‌ای می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. بااین‌وجود معمولاً استفاده از نوع پره‌ای به خاطر مسدود نشدن ترجیح دارد. این استفاده درصورتی‌که نفت‌خام مومی باشد اجباری است.

بعد از ورود به جداکننده، گاز همراه در طول صفحه و در نیمه فوقانی جداکننده حرکت می‌کند. لذا توصیه می‌شود که حذف‌کننده قطره گاز خروجی در بالاترین نقطه، دور از منحرف‌کننده ورودی قرار گیرد. این به گاز اجازه می‌دهد که زمان ماند کافی برای اطمینان از اینکه اکثر قطرات مایع همراه گاز قبل از رسیدن به خروجی ظرف سقوط کنند، در ظرف داشته باشد.

۵-۳-۴-۲ منحرف‌کننده ورودی

توصیه می‌شود یک منحرف‌کننده ورودی برای شکستن جریان توده ورودی به ذرات کوچک‌تر تعبیه شود. انواع متفاوتی که توسط سازندگان استفاده می‌شود در زیر فهرست شده است:

الف- منحرف‌کننده ورودی از نوع انتهای مقعر مستقیماً جریان (سیال) ورودی را به کلگی ظرف برمی‌گرداند. این نوع در مواردی که نازل ورودی در قسمت کلگی ظرف باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد؛

ب- سیال به‌وسیله یک زانوی ۹۰° به کلگی ظرف برگشت داده می‌شود. این نوع برای گازها مورد استفاده قرار می‌گیرد؛

پ- در حال حاضر رایج‌ترین نوع از بین همه، منحرف‌کننده ورودی نوع پره‌ای، لوله‌ای یا زاویه‌دار است که به‌صورت چیدمان از نوع جعبه‌ای است.

۵-۳-۴-۳ بسته‌های منعقدکننده

بسته‌های منعقدکننده (یا لایه‌ها) دارای طراحی‌های ویژه‌ای هستند و برخی از تولیدکنندگان (در جداکننده‌های سه‌فازی) از آن برای کمک به جداسازی فازهای مایع استفاده می‌کنند. آن‌ها معمولاً در لایه روغنی نصب می‌شوند، بااین‌وجود در موارد خاص که تمیز کردن آب تولیدی مهم است، بسته می‌تواند در سطح مقطع هر دولایه نصب شود.

1- Mist eliminator

۵-۳-۴-۴ سطوح عملیاتی مایع

به‌عنوان یک قاعده کلی توصیه می‌شود حداکثر سطح عملیاتی مایع در یک جداکننده افقی نفت‌خام از ٪ ۵۰ بیشتر و از mm ۲۰۰ نیز کمتر نشود. بااین‌وجود در شرایط معینی، حداکثر سطح مایع می‌تواند تا ٪ ۶۰ افزایش یابد، برای مثال به‌خصوص اگر نسبت گاز به نفت کم یا اگر نرخ جریان گاز نسبتاً کم باشد که راندمان حذف مایع از گاز می‌تواند زیاد نباشد. حداقل سطح مایع از کف داخل ظرف نباید از mm ۲۰۰ کمتر باشد، زیرا کنترل آن بسیار مشکل می‌شود، در اغلب موارد این سطح مایع، باعث توقف به خاطر سطح کم است. موقعیت‌های هشدار- توقف معمولاً توسط تحلیل مهندسی مشخص می‌شوند، ولی قوانین عمومی زیر بر پایه تجربیات عملیاتی قبلی که برای سطوح بالا و پایین می‌باشند پیشنهاد می‌شوند:

الف- در هیچ شرایطی توصیه نمی‌شود موقعیت سطح بالای مایع که موجب توقف می‌شود بیش از ٪ ۷۰ باشد همین‌طور نباید بیشتر از mm ۱۰۰ پایین‌تر از نازل ورودی باشد؛

ب- به دلیل مشکلات عملی در نصب تجهیز کنترلی، موقعیت سطح پایین مایع که باعث توقف می‌شود، نمی‌تواند کمتر از mm ۲۰۰ بالای کف دیواره داخلی ظرف جداکننده باشد.

۵-۳-۴-۵ گرداب‌شکن‌ها

توصیه می‌شود گرداب‌شکن‌ها همیشه در نازل خروجی مایع دوفازی)، یا در نازل آب و نفت در جداکننده سه‌فازی نصب شوند.

۵-۳-۴-۶ صفحات سرریز[1] ظرف سه‌فازی

صفحه سرریز، وسیله‌ای است که نفت و آب را به دو بخش جدا می‌کند. این صفحات سرریز می‌توانند ثابت یا قابل تنظیم باشند. توصیه می‌شود از صفحات سرریز ثابت هنگامی که محتوای آب ثابت است استفاده شود. صفحات سرریز قابل تنظیم، هنگامی لازم می‌باشند که انتظار می‌رود محتوای آب افزایش یابد. به‌طورکلی توصیه می‌شود این صفحه سرریز همیشه mm ۱۵۰ (حداقل) بالاتر از سطح مشترک آب/نفت قرار گیرند. ارتفاع آن‌ها از کف داخل ظرف تا بالای صفحه از mm ۳۰۰ تا نقطه میانی ظرف تغییر می‌کند.

۵-۳-۴-۷ صفحات ضد موج[2]

در جداکننده‌های سه‌فازی با حجم زیاد برای جلوگیری از آشفتگی سطح مشترک آب-نفت در بعضی از مواقع نصب صفحات ضد موج لازم است که این یک قسمتی از صفحه متقاطع سوراخ شده است که به‌عنوان موج‌شکن عمل کرده و اجازه عبور مایع را نیز می‌دهد.

1- Weir plate
2- Anti wave baffles

۵-۴ جداکننده‌های گریز از مرکز[1] گاز- مایع

۵-۴-۱ کلیات

جداکننده‌های گریز از مرکز از عمل گریز از مرکز برای جداسازی مواد با گرانروی‌ها و فازهای مختلف استفاده می‌کنند. آن‌ها در انواع ثابت و چرخان ساخته می‌شوند. اصلاحات مختلف نوع ثابت بیشتر از سایر انواع دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. جداکننده‌های گریز از مرکز عموماً به سه نوع زیر تقسیم می‌شوند:

۱- جداکننده‌ها با پره‌های ثابت؛
۲- جداکننده‌های سیکلونی؛
۳- جداکننده‌های گریز از مرکز اینرسی.

بازده هر سه نوع جداکننده با استفاده از جدول ۷ قابل تخمین است. به دلیل استفاده گسترده از جداکننده‌های سیکلونی برای جداسازی مایعات همراه جریان‌های گازی، این نوع جداکننده در قسمت زیر موردبحث قرار می‌گیرد.

جدول ۷- بازده جداکننده‌های گریز از مرکز گاز- مایع

نوع	محدوده بازده
پره‌های ثابت سرعت بالا	٪ ۹۹ یا بالاتر از مایع ورودی، ماندگی باقیمانده mg/kg ۱ یا کمتر
جداکننده سیکلونی	٪ (۷۰ تا ۸۵) برای ماندگی با اندازه ذرات μm ۱۰؛ ٪ ۹۹ برای ماندگی با اندازه ذرات μm ۴۰ و بزرگ‌تر و برای ماندگی زیاد بازده با غلظت افزایش می‌یابد.
چرخان	٪ ۹۸ برای ذرات متراکم

۵-۴-۲ جداکننده‌های سیکلونی

۵-۴-۲-۱ کلیات

واحد نوع سیکلونی دارای کاربردهای متنوع وسیع از میعانات بخار تا غبارات کوره آجرپزی می‌باشند در این واحد گاز حامل و ذرات معلق به‌صورت مماسی یا حلقوی به بخش استوانه‌ای یا مخروطی واحد وارد می‌شود و سپس ذرات سنگین‌تر را در یک مسیر مارپیچی روی دیواره روبه پایین فشار می‌دهد. جامدات تمایل به لغزیدن بروی دیواره دارند درحالی‌که ذرات مایع با مرطوب کردن دیواره، لایه‌ای متحرکی را تشکیل داده و در پایین جدا می‌شوند. واحدهای نشان داده شده در شکل ذ-۱ در بسیاری از کاربردهای فرآیندی بخصوص در جداسازی ذرات همراه مایع همراه با انواع مختلف اصلاحات استفاده شده‌اند.

3- Centrifugal

۵-۴-۲-۲ معیار طراحی

طراحی شامل قراردادن دو مورد اجزای داخلی مخصوص است، صفحه زیرین همراه با یک گرداب شکن پره‌ای و یک صفحه جداکننده استوانه‌ای در بالای سیکلون.

الف- قطر

توصیه می‌شود رابطه قطر سیکلون با اندازه ورودی مطابق فرمول‌های ۲۴ تا ۲۹ برای انواع ذکرشده باشد.

برای نوع ۱:

$$a = 7 \times 10^{-5} \left[\frac{Q_g.(\rho_1 - \rho_g)}{\mu_g} \right]^{1/3} \quad (۲۴)$$

$$a = 0{,}13 \times {\rho_g}^{1/4} \times {Q_g}^{1/2} \quad (۲۵)$$

که در آن:

Q_g میزان جریان حجمی گاز بر حسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/s)؛

ρ_1 چگالی فاز مایع بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

a طول ضلع مربع ورودی سیکلون نوع بر حسب متر (m)؛

μ_g گرانروی دینامیکی گاز بر حسب سانتی‌پواز (cP).

توصیه می‌شود مقدار بزرگ‌تر a محاسبه شده از دو فرمول بالا انتخاب شود. سپس قطر توسط فرمول ۲۶ به دست می‌آید.

$$D_v = 2{,}8\, a \quad (۲۶)$$

که در آن:

D_V قطر داخلی ظرف جداکننده بر حسب متر (m)؛

a طول ضلع مربع ورودی سیکلون نوع بر حسب متر (m).

برای نوع ۲:

$$d_1 = 7 \times 10^{-5} \left[\frac{Q_g.(\rho_1 - \rho_g)}{\mu_g} \right]^{1/3} \quad (۲۷)$$

$$d_1 = 0{,}15 \times {\rho_g}^{1/4} \times {Q_g}^{1/2} \qquad (۲۸)$$

که در آن:

Q_g میزان جریان حجمی گاز (مترمکعب در ثانیه)؛

ρ_l چگالی فاز مایع بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

μ_g گرانروی دینامیکی گاز بر حسب سانتی پواز(cP)؛

d_1 قطر داخلی ورودی خوراک بر حسب متر (m).

توصیه می‌شود مقدار بزرگ‌تر d_1 محاسبه شده از دو فرمول ۲۷ و ۲۸ انتخاب شود. قطر از فرمول ۲۹ محاسبه می‌شود:

$$D_v = 3{,}5\ d_1 \qquad (۲۹)$$

و توصیه می‌شود سرعت ظاهری مایع در نازل ورودی از m/s ۱ بیشتر نشود.

ب- ارتفاع

فرمول‌های ۳۰ تا ۳۳ برای هر دو نوع روش ۱ و ۲ به‌کار می‌رود.

$$\frac{M_l}{Mg} \geq 1 \rightarrow \frac{H_C}{D_V} = 0{,}5\ to\ 0{,}7 \qquad (۳۰)$$

$$\frac{M_l}{Mg} = 1\ to\ 0{,}1 \rightarrow \frac{H_C}{D_V} = 0{,}7\ to\ 1{,}2 \qquad (۳۱)$$

$$\frac{M_l}{\mathrm{Mg}} = 0{,}1\ to\ 0{,}01 \rightarrow \frac{H_C}{D_V} = 1{,}2\ to\ 1{,}7 \qquad (۳۲)$$

$$\frac{M_l}{\mathrm{Mg}} = 0{,}01\ to\ 0{,}001 \rightarrow \frac{H_C}{D_V} = 1{,}7\ to\ 2{,}2 \qquad (۳۳)$$

که در آن:

M_l میزان جریان جرمی مایع بر حسب کیلوگرم بر ثانیه (kg/s)؛

M_g میزان جریان جرمی گاز بر حسب کیلوگرم بر ثانیه (kg/s)؛

H_C ارتفاع سیکلون (از صفحه پایین تا لوله خروجی) بر حسب متر (m)؛

D_V قطر داخلی ظرف جدا کننده (بر حسب متر (m).

شکل و اندازه فضای صفحه زیرین هیچ تأثیری در کارکرد سیکلون ندارد و باید در ارتباط با الزامات زمان ماند مایع باشد. قرار گرفتن سطح مایع زیر صفحه تحتانی همیشه از اهمیت زیادی برخوردار است.

پ- نازل‌ها

توصیه می‌شود سطح خروجی گاز که در شکل ذ-۱ نشان داده شده است برابر با ورودی آن باشد.

تخلیه مایع نیز باید به صورتی طراحی شود که سرعت در آن از ۱ m/s بیشتر نشود ولی سرعت پایین‌تر ترجیح داده می‌شود. از یک موج‌شکن همان‌طور که در پیوست ر نشان داده شده باید استفاده شود.

ت- افت فشار

اختلاف فشار بین ورودی، خروجی بخار و تخلیه مایع مطابق فرمول ۳۴ و ۳۵ است:

$$P_{in} - P_{drain} = y.\ \rho_{g}.\ V^2_{g,in} \qquad (۳۴)$$

$$P_{in} - P_{out} = X.\ \rho_{g}.\ V^2_{g,in} \qquad (۳۵)$$

که در آن:

P_{in} فشار در ورودی بر حسب کیلوپاسکال (kPa)؛

P_{drain} فشار در ورودی بر حسب کیلوپاسکال (kPa)؛

P_{out} فشار در خروجی بر حسب کیلوپاسکال (kPa)؛

ρ_g چگالی فاز گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

$V_{g}.in$ سرعت (ظاهری) گاز در ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

برای نوع ۱: $X = 0,015\ and\ Y = 0,005$

برای نوع ۲: $X = 0,10\ and\ Y = 0,003$

ث- نشت بندی تخلیه مایع

برای عملیات رضایت‌بخش سیکلون ضروری است که تخلیه مایع نشت‌بندی شود. یعنی هیچ‌گونه بخاراتی از هیچ سمت آن خارج نشود. مایع سیکلون بعضاً با یک شیب تند از انشعاب قطره‌گیر به ظرف دریافت‌کننده تخلیه می‌شود. در این نوع طرح‌ها، محاسبه تعادل فشاری برای اطمینان از ماندن سطح مایع همیشه در زیر صفحه لازم است اگر مایع از صفحه بالاتر رود، منجر به ماندگی شدیدی می‌شود.

ج کاربری کف‌زا

برای سامانه‌های کف‌زا، عرض شکاف بین دیواره و صفحه زیرین باید به نحوی افزایش یابد که فرمول ۳۶ برقرار باشد:

$$\frac{S}{D_v} = 0{,}05 \qquad (۳۶)$$

که در آن:

S عرض شکاف ما بین صفحه تحتانی سیکلون و دیواره بر حسب متر (m)؛

D_v قطر داخلی ظرف جدا کننده بر حسب متر (m).

کمترین عرض شکاف توصیه‌شده برای سامانه کف‌زا ۲۰ mm است.

۵-۴-۲-۳ جداکننده‌های سیکلونی چندگانه

طرح یک جداکننده سیکلونی چندتایی در شکل ذ-۲ نشان داده شده است. این نوع جداکننده گریز از مرکز دارای بازدهی بالایی در حذف کردن تمام ذرات با قطر ۵ µm و بیشتر است. این نوع همچنین می‌تواند در کاربری‌های جداسازی گاز – جامد استفاده شود.

۵-۴-۲-۴ برگ مشخصات فنی

توصیه می‌شود نکات زیر در تهیه برگ مشخصات فنی جداکننده‌های سیکلونی در کاربری جداسازی ماندگی مایع مدنظر باشند.

۱- کاربرد (توصیه می‌شود نوع کاربری واحد در صورت امکان شرح داده شود)؛

۲- جریان سیال؛

۳- ترکیب سیال (درصد حجمی)؛

۴- ذرات مانده.

الف- اندازه (µm یا مش)؛

ب- توزیع درصد اندازه؛

پ- چگالی نسبی واقعی (وزن مخصوص) ذره برای آب برابر با ۱ است؛

ت- منشأ ماندگی (مایع جوشان و غیره)؛

ث- ترکیب.

۵- شرایط عملیاتی (حداقل،حداکثر و عادی):

الف- نرخ جریان گاز؛

ب- نرخ جریان مانده؛

پ- دما؛

ت- فشار؛

ث- مقدار رطوبت؛

ج- نقطه شبنم؛

۶- ارتفاع نصب:

۷- ماهیت مایع مانده:

الف- توصیف (روغنی، خورنده و غیره)؛

ب- کشش سطحی در شرایط عملیاتی؛

پ- گرانروی در شرایط عملیاتی.

۸- عایق‌کاری لازم و علت آن.

۹- مشخصات ساختمان:

الف- ذخیره‌سازی لازم برای جمع‌آوری مایع ؛

ب- اندازه اولیه اتصال ورودی.

۱۰- شرایط ویژه (در صورت وجود).

۵-۵ ظروف قطره‌گیر مشعل

۵-۵-۱ کلیات

ظروف قطره‌گیر مشعل یک نوع از جداکننده‌های گاز- مایع هستند که اختصاصاً برای جداسازی مایعات همراه جریان گاز که در واحدهای صنعت نفت به مشعل جریان می‌یابند به‌کار می‌رود. تفاوت اصلی بین ظروف قطره‌گیر مشعل و سایر جداکننده‌های متداول گاز- مایع، اندازه قطراتی است که باید جدا شوند، مثلا، جداسازی قطرات ۳۰۰ μm و ۶۰۰ μm ، الزامات جداسازی گاز مشعل را پوشش می‌دهد. بنابراین استفاده از تجهیزات نم‌گیر در ظروف قطره‌گیر مشعل، زیاد ضروری نیست به‌جز مواردی که نتیجه محاسبات، منجر به بزرگی غیرعادی ظرف شود. در چنین حالتی، به‌کارگیری جداکننده‌های از نوع پره‌ای یا چند سیکلونی ممکن است برای اجتناب از به‌کار بردن ظرف بسیار بزرگ، کمک کند.

۵-۵-۲ معیارهای طراحی

برای جزئیات دستورالعمل تعیین اندازه ظروف قطره‌گیر مشعل به استاندارد IPS-E-PR-460 مراجعه شود.

۵-۶ جداکننده‌های صافی‌دار گاز- مایع

۵-۶-۱ کلیات

جداکننده صافی‌دار گاز-مایع (معمولاً «جداکننده صافی‌دار گاز» نامیده می‌شوند)، برای جداسازی ذرات جامد و مایع از جریان گاز مورد استفاده قرار می‌گیرند. جداکننده‌های صافی‌دار گاز دارای بازدهی بیشتر جداسازی از جداکننده گریز از مرکز هستند. اما دارای عامل صافی[1] است که هر چند وقت باید تعویض شود . جداکننده صافی‌دار گازی نمی‌تواند بیشتر از مقادیر کوچک مایع [این مقادیر کوچک، بزرگ‌تر از $1\ 10^{3}\ Sm^{3}$ /۳۰ تا $170\ 1/10^{3} Sm^{3}$ است] را جدا کند. این نوع جداکننده عموماً به‌صورت افقی و شامل یک محفظه مایع در قسمت زیرین است (به شکل ر-۱ مراجعه شود.)، ولی درصورتی‌که صرفه‌جویی در جانمایی مهم باشد نوع عمودی توسط تولیدکنندگان عرضه می‌شود (به شکل ر-۲ مراجعه شود).

۵-۶-۱-۱ کاربردها

انواع کاربردهای جداکننده‌های صافی‌دار گاز عبارتند از:

الف- ایستگاه‌های کمپرسور برای حفاظت کمپرسور در برابر مایع آزاد و جلوگیری از ساییدگی سیلندر در برابر جامدات؛

ب- ایستگاه‌های اندازه‌گیری و کاهش فشار در ورودی‌های شهر برای حذف هیدروکربن‌های مایع، آب، شن و رسوبات لوله‌ای؛

پ- حافظت از بسترهای خشک‌کننده و جمع‌آوری گردوغبار خارج‌شده بسترها؛

ت- سامانه‌های ذخیره‌سازی گاز برای جلوگیری از ورود یا حذف مواد جامد، گردوغبار و مقادیر کم مایعات

ث- خطوط سوخت به نیروگاه‌ها و موتورها.

همچنین این نوع جداکننده نباید در جریان‌های حاوی وکس (موم) و یا مایعات منعقدشونده (ماسیدنی)[2] مورد استفاده قرار گیرند درغیر اینصورت عامل‌های صافی مسدود خواهند شد.

1- Filter element
2- Congealing liquid

۵-۶-۱-۲ عملیات

همان‌گونه که در شکل ر-۱ و ر-۲ نشان داده شده گاز از نازل ورودی وارد شده و بعد از گذشتن از قسمت صافی، ذرات جامد از جریان گاز حذف شده و ذرات مایع با به هم پیوستن به یکدیگر ذرات بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهند. این قطرات از طریق لوله به بخش دوم جداکننده منتقل می‌شوند جایی‌که توسط یک عامل استخراج‌کننده نهایی، این قطرات به هم چسبیده از جریان گاز جدا می‌شوند.

۵-۶-۱-۲-۱ عوامل صافی

از رایج‌ترین و مؤثرترین عوامل (اجزای) صافی (جمع کننده)، صافی‌های الیافی شیشه‌ای است که می‌توانند ذرات مایع در اندازه زیرمیکرون[1] را نیز حذف کنند.

۵-۶-۱-۲-۲ حذف کردن قطره

حذف کردن قطرات ریز مایع از جریان گاز در بخش مایع صافی با استفاده از تور سیمی و یا استخراج‌کننده قطره از نوع پره‌ای که در خروجی جریان گاز نصب‌شده، انجام می‌شود. برای جداکننده‌های گاز-مایع، الزامات و مقرارت ارائه شده در زیربند ۵-۳-۲-۵-۲ نیز لازم است.

۵-۶-۱-۲-۳ حذف مایع

برای ظرفیت‌های بالای مایع یا جایی‌که مایعات آزاد در جریان ورودی وجود دارد، یک جداکننده صافی‌دار افقی همراه با مخزن مایع که مایعات آزاد را جمع‌آوری و دفع می‌کند، اغلب ترجیح داده می‌شود. در این‌گونه موارد توصیه می‌شود یک ظرف جمع‌آوری دیگر برای مایع جداشده در محفظه استخراج کننده قطره تعبیه شود. هنگامی که مقدار مایع قطعاً کم باشد (کمتر از cm^3 ۱۰^{۳}/ ۱ ۳۰)، داشتن تنها یک ظرف زیرین در محفظه استخراج کننده قطره یا پره منجر به صرفه‌جویی اقتصادی می شود. اگر میزان مایع زیاد باشد لازم است از بخش نخست هم مایع تخلیه شود. توصیه می‌شود ظروف عمودی مایع فقط برای جداسازی ذرات جامد با مقادیر خیلی کم مایع از جریان گاز مورد استفاده قرار گیرند.

۵-۶-۱-۳ بازده

بازده یک جداکننده صافی‌دار عمدتاً به طراحی مناسب بسته صافی بستگی دارد، یعنی، حداقل افت فشار با حفظ بازدهی قابل‌قبول استخراج. با توجه به ظرفیت صاف‌کردن، تضمین‌های مختلفی از تولیدکنندگان جداکننده صافی‌دار موجود است، مثلاً جداسازی ٪۱۰۰ ذرات مایع یا ذرات جامد µm ۸ یا بزرگ‌تر، جداسازی ٪ ۹۹٫۵ ذرات با سایز µm ۳ و بزرگ‌تر و جداسازی٪ ۹۸ ذرات (یا قطرات) بزرگ‌تر از

2- Submicron

μm ۱ توصیه‌شده است. بااین‌حال باید توجه داشت که راستی‌آزمایی تضمین‌ها برای کارایی جداکننده‌ها و صافی‌ها در محیط‌های عملیاتی بسیار دشوار است.

۵-۶-۲ معیارهای طراحی

طراحی جداکننده‌های صافی‌دار، اختصاصی بوده و توصیه می‌شود برای اندازه خاص و توصیه‌ها با سازنده مشورت شود. به‌هرحال نکات زیر می‌تواند در مرحله طراحی اولیه مفید باشد.

۵-۶-۲-۱ اندازه ظرف

برای تخمین اندازه بدنه جداکننده صافی‌دار افقی برای کاربرد معمولی می‌توان از مقدار ۰٫۴ برای K در فرمول زیربند ۵-۳-۲-۵-۲-۱ استفاده کرد. این عدد، قطر تقریبی بدنه یک واحد که برای جدا کردن آب طراحی‌شده است را تعیین می‌کند (متغیرهای دیگر از قبیل گرانروی و کشش سطحی در تعیین اندازه حقیقی لحاظ می‌شوند). واحدهای طراحی‌شده برای دفع آب به‌مراتب کوچک‌تر از واحدهای طراحی‌شده برای دفع هیدروکربن‌های سبک هستند. در بسیاری از موارد، اندازه ظرف توسط بخش صاف کننده و نه بخش استخراج قطره، تعیین می‌شود.

۵-۶-۲-۲ بخش صافی

محفظه صافی با انعقاد ذرات ریز مایع، آن‌ها را به قطرات تبدیل می‌کند که به‌وسیله قسمت استخراج‌کننده به‌آسانی حذف می‌شوند. ملاحظات طراحی که عموماً چشم‌پوشی می‌شوند سرعت خروج از لوله‌های صافی و ورود به بخش استخراج‌کننده قطرات است. اگر سرعت زیاد باشد قطرات مجدداً به ذرات تبدیل می‌شوند که از میان عوامل استخراج‌کننده عبور می‌کنند. اطلاعات منتشرشده‌ای وجود ندارد زیرا این اطلاعات اختصاصی بوده و تعلق به هر سازنده جداکننده صافی‌دار دارد. مساحت تقریبی سطح صافی برای صافی‌های گازی از شکل ۲ قابل تخمین است. این شکل برای کاربری‌هایی مانند صافی‌های گاز خروجی از نم‌زدای غربال مولکولی است. برای کاربری گازهای کثیف توصیه می‌شود مساحت تخمینی ۲ یا ۳ برابر افزایش یابد.

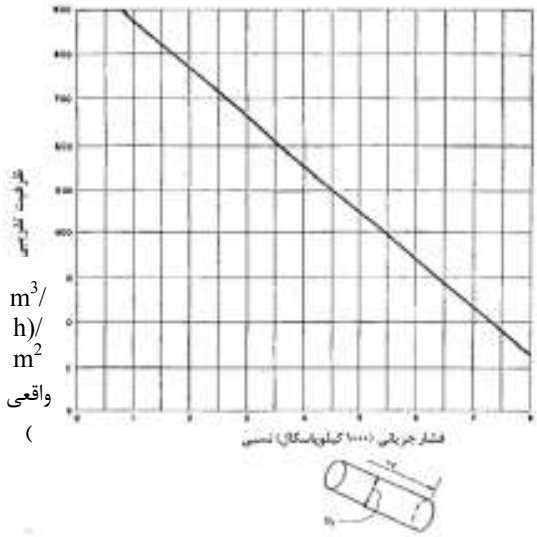
$$\text{سطح عامل صافی} = \pi \ D_f L_f \qquad (۳۷)$$

$$\text{مساحت سطح صافی} = (\text{تعداد عوامل صافی}) \times \pi \ D_f L_f \qquad (۳۸)$$

که در آن:

D_f قطر خارجی عامل صافی بر حسب متر (m)؛

L_f طول عامل صافی بر حسب متر (m).



شکل ۲- ظرفیت تقریبی صافی‌های گازی

۵-۶-۲-۳ افت فشار

افت فشار در بازه ۷ kPa تا ۱۵ kPa برای یک جداکننده صافی‌دار تمیز عادی است اما غالباً ۷ kPa در برگ‌های مشخصات فنی توصیه می‌شود. اگر ذرات و جامد زیادی وجود داشته باشند ممکن است تمیز کردن و تعویض صافی‌ها در فاصله‌های منظم در زمانی که افت فشار بیش از ۷۰ kPa مشاهده شود ضروری باشد. گرچه عوامل منعقدکننده صافی معمولاً برای اختلاف فشار مچالگی[1] معادل ۲۵۰ kPa تا ۳۵۰ kPa طراحی می‌شوند اما به‌عنوان یک قاعده، توصیه می‌شود ۱۷۰ kPa ، حداکثر اختلاف‌فشار مجاز باشد.

۵-۶-۳ برگ مشخصات فنی

توصیه می‌شود علاوه بر اطلاعات لازم برای جداکننده گاز- مایع همراه با استخراج کننده قطره که در زیربند ۵-۳-۳ ارائه شده است، اطلاعات زیر نیز در برگ مشخصات فنی جداکننده صافی‌دار گاز نوشته شود:

۱- سیال صاف‌شده؛

۲- وزن مولکولی گاز و چگالی مایع؛

۳- میزان جریان گاز (در محدوده فشار مورد انتظار)؛

۴- الزامات نسبت حداکثر به حداقل ظرفیت؛

۵- محدوده دمایی؛

۶- میزان جریان عادی مایع؛

1- Collapsing pressure

۷- اندازه مورد انتظار لخته مایع؛

۸- مقدار مورد انتظار جامد؛

۹- سایر آلودگی‌ها.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

فرمول های نمونه برای محاسبه سرعت نهایی

الف-۱ سرعت نهایی ته‌نشینی ذره ریز کروی تحت تأثیر گرانش

سرعت نهایی ذره ریز کروی که تحت تأثیر گرانش ته‌نشین می‌شود می‌تواند توسط قانون استوک مشخص شود.

$$U_t = \sqrt{\frac{4gD_P}{3C_D}}\sqrt{\frac{\rho_L - \rho_v}{\rho_v}} \qquad \text{(الف-۱)}$$

$$U_t = K\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v} \qquad \text{(الف -۲)}$$

که در آن:

U_t سرعت نهایی بر حسب متر بر ثانیه (m/s)؛

g شتاب گرانش بر حسب متر برمجذور ثانیه (m/s^2)؛

D_p قطر ذرات ریز بر حسب متر (m)؛

C_D ضریب پس‌رانش؛

ρ_L چگالی مایع بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

ρ_v چگالی بخار بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

K ضریب ماندگی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

براساس نتایج تئوری و تجربی ضریب پس‌رانش می‌تواند تقریباً مطابق زیر بیان شود. باید خاطرنشان شود که ضریب پس‌رانش C_D، تابعی از عدد رینولدز، فقط Re، است که سرعت، سرعت نسبی ذرات ریز نسبت به محیط اطراف آن است.

جدول الف-۱-مشخصات نمونه انواع توری سیمی

کاربرد	نوع سازنده					قطر سیم (mm)	بخش خالی	سطح ظاهری (m^2/m^3)	چگالی[الف] (kg/m^3)
	Naniwa Special Mesh	Nihon Mesh	Metex	Divment	York				
راندمان بالا، نسبتاً تمیز، سرعت متوسط، با صفحه ۱۰۰ mm استفاده شود	۳۳۱۱	SL	Xtradense Standard	۴۲۱۰	۴۲۱	۰٫۲۷۵	۰٫۹۷۷	۳۶	۱۹۲
راندمان استاندارد، مقاصد عمومی، با صفحه ۱۰۰ mm استفاده شود	۳۳۸۳	N	Nu-Standard استاندارد	۴۳۱۰	۴۳۱	۰٫۲۷۵[ب]	۰٫۹۸۲	۲۷۹	۱۴۴
حذف قطرات ریز، با صفحه ۱۰۰ mm (۱۰۰تا۱۵۰) استفاده شود	—	SN	—	۳۲۶۰	۳۲۶	۰٫۱۵	۰٫۹۸۴	۴۵۹	۱۲۸
ورودی خوراک بالا یا چگالی کم، برای کاربری حاوی جامدات یا مواد (کثیف) با صفحه ۱۵۰ mm استفاده شود	۳۳۴۶	H	Hl-throughput	۹۳۱۰	۹۳۱	۰٫۲۷۵[ب]	۰٫۹۹۰	۱۵۱	۸۰
راندمان خیلی بالا، برای کاربردهای خاص مثل ذرات بسیار ریز، ذرات بخار نفت، ۲۵۰ mm و ۳۰۰ mm توصیه می‌شود	۴۰۶۰	T	—	—	—	۵ لایه هرکدام۰٫۱۲۲	۰٫۹۷۲	۹۰۲	۲۱۹

[الف] اگر توری از نیکل، مونل یا مس ساخته شده باشد، مقدار چگالی را در ۱٫۱۳ ضرب کنید. مرجع فولاد زنگ نزن است.
[ب] سیم با قطر۰٫۲۵۴ mm نیز موجود می باشد.

الف-۱-۱ توصیه می‌شود مقدار K برای قطره‌گیرهای توری سیمی بر اساس ارتفاع جدایش (ارتفاع بین پایین توری و سطح مایع) حداقل ۳۰۰ mm ، مطابق جدول الف-۲ در نظر گرفته شود:

جدول الف-۲ مقدار K برای قطره‌گیرهای توری سیمی

نوع توری	مقدار K	شرایط کاربری
استاندارد راندمان بالا راندمان خیلی بالا	۰/۳۵ تا ۰/۳۶ ۰/۳۵ ۰/۲۵	سیالات تمیز، بار متوسط مایع، برای ٪ ۹۰ وضعیت‌های فرایندی مناسب است
چگالی کم یا جناقی ورودی بالا	۰/۴	گرانروی بالا، جامدات معلق کثیف
استاندارد یا راندمان بالا سیم‌های با پوشش پلاستیکی یا رشته پلاستیکی	۰/۲ ۰/۲۷ ۰/۲۱	عملیات در خلأ - ۵۰ mmHg (مطلق) - ۴۰۰ mmHg (مطلق) - مواد شیمیایی خورنده

الف-۱-۲ برای تغییر مقادیر K با ارتفاع جدایش، به مقادیر توصیه‌شده در جدول الف-۳ مراجعه شود.

جدول الف-۳ تغییر مقادیر k با ارتفاع جدایش

ارتفاع جدایش بالای توری (mm)	مقدار مجاز k
۷۵	۰/۱۲
۱۰۰	۰/۱۵
۱۲۵	۰/۱۹
۱۵۰	۰/۲۲
۱۷۵	۰/۲۵
۲۰۰	۰/۲۹
۲۲۵	۰/۳۲
۲۵۰	۰/۳۵
۲۷۵	۰/۳۸
۳۰۰	۰/۴۰
۳۲۵	۰/۴۲
۳۵۰	۰/۴۳

الف-۱-۳ توصیه می‌شود ارتفاع جدایش از جایی‌که توری سیمی تعبیه شده، حداقل ۴۶۰mm باشد. همچنین این ارتفاع با سرعت بخار در هر حالت خاص اصلاح می شود. به این دلیل که مقدار جداسازی مایع

بخار در ناحیه جدایش با حرکت رو به پایین جریان مایع کم می‌شود، صفحه جداکننده در نظر گرفته می شود. همچنین ملاحظاتی برای اجتناب از اثرات نامساعد صفحه توری سیمی به خاطر هدایت نشدن جریان خوراک در جایی‌که صفحه جداکننده تعبیه نشده باید دیده شود. درصورتی‌که توری سیمی نیز تعبیه نشده باشد نیز تفکر یکسانی دنبال می‌شود.

الف-۲ کاربرد این معادلات برای جداکننده‌های عمودی مایع-مایع

با استفاده از معادلات آلن و استوک، سرعت نهایی ذرات سنگین‌تر قابل‌محاسبه است. نمونه کاربرد این معادلات برای جداسازی آب از نفت در جدول الف-۴ و الف-۵ داده شده است.

جدول الف-۴ - قطر ذره معادل μm ۴۰۰ تا μm ۵۰۰

حداکثر سرعت مایع		خواص فیزیکی	
m/s	**برش نفتی**	**گرانروی (cP)**	**چگالی نسبی (وزن مخصوص)**
۰/۳	نفتا	۰/۵	۰/۷۰
۰/۰۱۵	نفت سفید	۱/۵	۰/۸۰
۰/۰۰۳	گازوئیل	۵/۰	۰/۸۵
۰/۰۰۱۵	گازوئیل برج خلأ	۱۰/۰	۰/۹۰

جدول الف-۵ - قطر ذره معادل μ ۱۰۰۰

حداکثر سرعت مایع		خواص فیزیکی	
m/s	**برش نفتی**	**گرانروی (cP)**	**چگالی نسبی (وزن مخصوص)**
۰/۸	نفتا	۰/۵۰	۰/۷۰
۰/۰۴	نفت سفید	۱/۵	۰/۸۰
۰/۰۲	گازوئیل	۵/۰	۰/۸۵
۰/۰۰۵	گازوئیل برج خلأ	۱۰/۰	۰/۹۰

الف-۳ جداکننده‌های افقی

فرمول الف-۳ براساس فرمول استوک است که در بند ب-۱ شرح داده شده است:

$$U_t = g.\ D_p^2\ (\rho_h - \rho_L) / 18\mu \qquad \text{(الف-۳)}$$

که در آن:

g شتاب گرانش ($9{,}8\ m/s^2$)؛

D_p قطر ذره سنگین تر بر حسب متر (m)؛

ρ_h چگالی بخش سنگین‌تر بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

ρ_l چگالی بخش سبک‌تر بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

μ گرانروی بخش سبک‌تر بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3).

با جایگذاری $9{,}8\ m/s^2$ برای شتاب گرانش و ۱۰۰ µm برای قطر ذره و تبدیل چگالی به چگالی نسبی (وزن مخصوص) و بیان گرانروی بر حسب سانتی پواز (cP) خواهیم داشت.

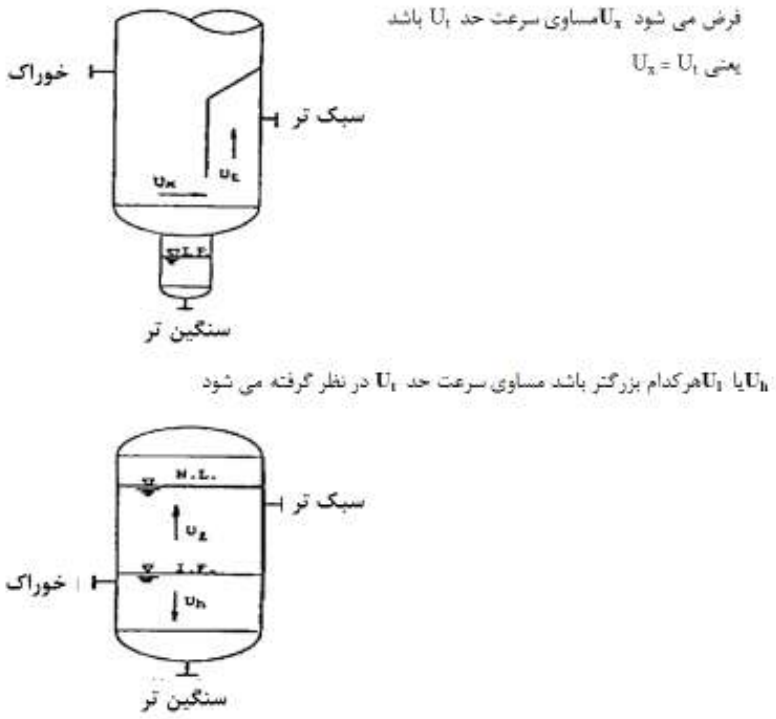
$$U_t = \frac{g.D_P^2(\rho_h - \rho_l)}{18\mu} \qquad \text{(الف-۴)}$$

$$U_t = 5{,}45\times10^{-3}\frac{S_h - S_l}{\mu} \qquad \text{(الف-۵)}$$

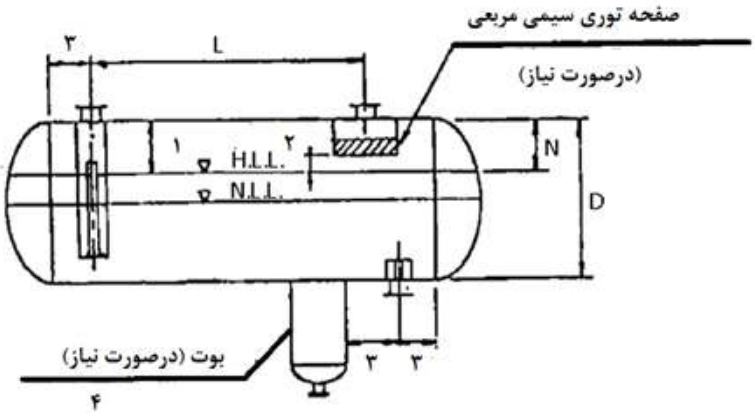
که در آن:

S_h جرم ویژه (چگالی نسبی) مواد سنگین‌تر (بی‌بعد)؛

S_l جرم ویژه (چگالی نسبی) مواد سبک‌تر (بی‌بعد).



شکل الف-۱- جداکننده مایع – مایع عمودی



راهنما:

۱- ٪ ۲۰ قطر ظرف یا ۳۰۰mm (۱۲ inch) ، هرکدام بزرگ‌تر باشد.

۲- حداقل ۱۵۰mm (۶ inch).

۳- حداقل.

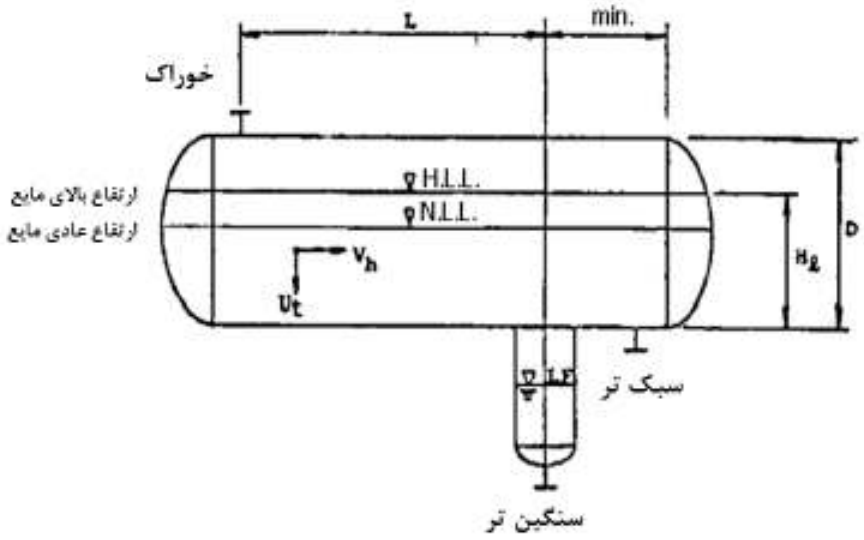
۴- نکات:

الف- بوت ها باید برای حداقل زمان اقامت ۵ دقیقه به‌عنوان راهنما تعیین اندازه شوند و قطر آن‌ها باید در حد ممکن مساوی اندازه لوله تجاری باشد. نسبت ارتفاع به قطر باید نسبت ۲ به ۱ تا ۵ به ۱ باشد.

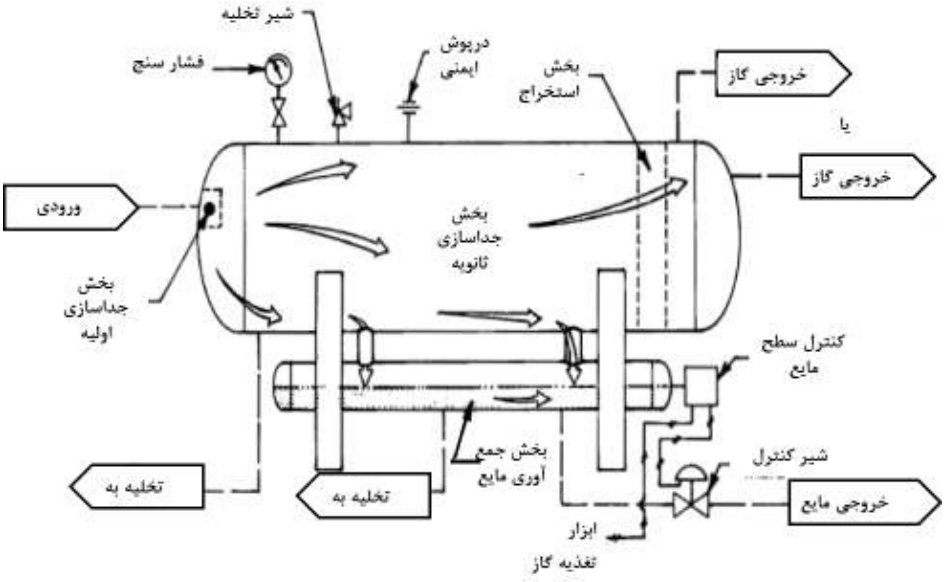
ب- قطر بوت ϕ به خاطر عملیات مناسب باید حداقل ۲۵۰ mm انتخاب شود.

ج - حداکثر قطر بوت باید یک سوم قطر داخلی ظرف باشد.

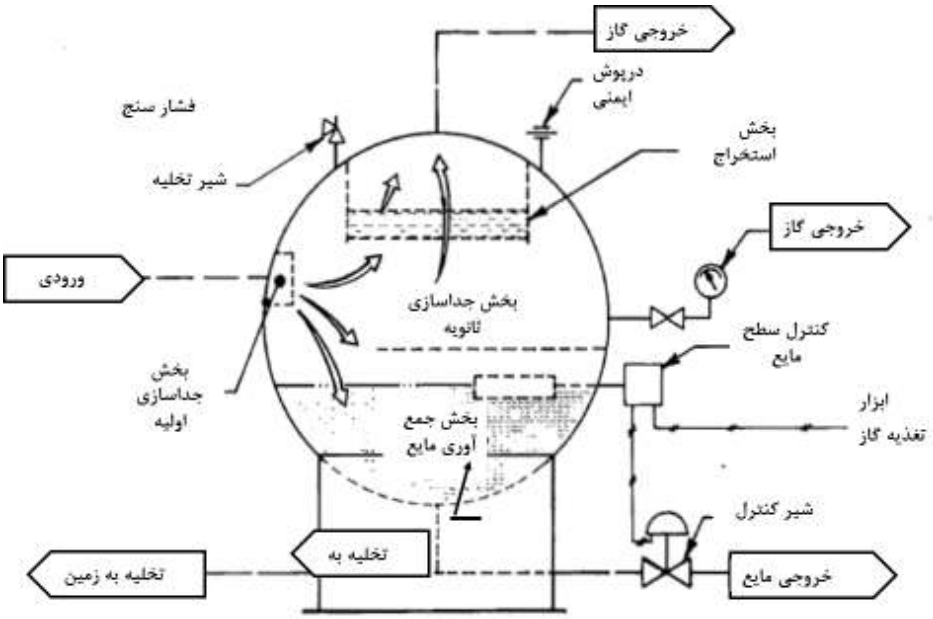
شکل الف-۲- جداکننده مایع-مایع افقی



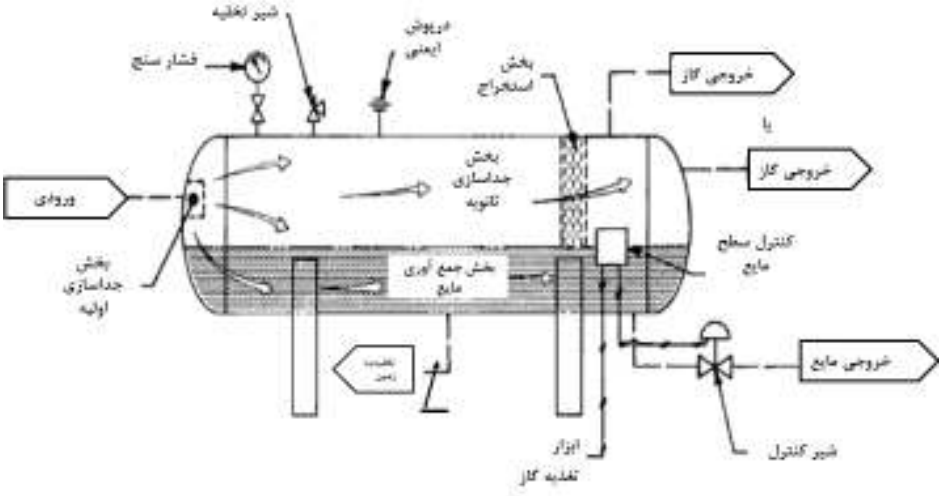
شکل الف-۳- جداکننده مایع – مایع افقی



شکل الف-۴ - جداکننده دوفازی دو بشکه‌ای



شکل الف-۵ - جداکننده دوفازی

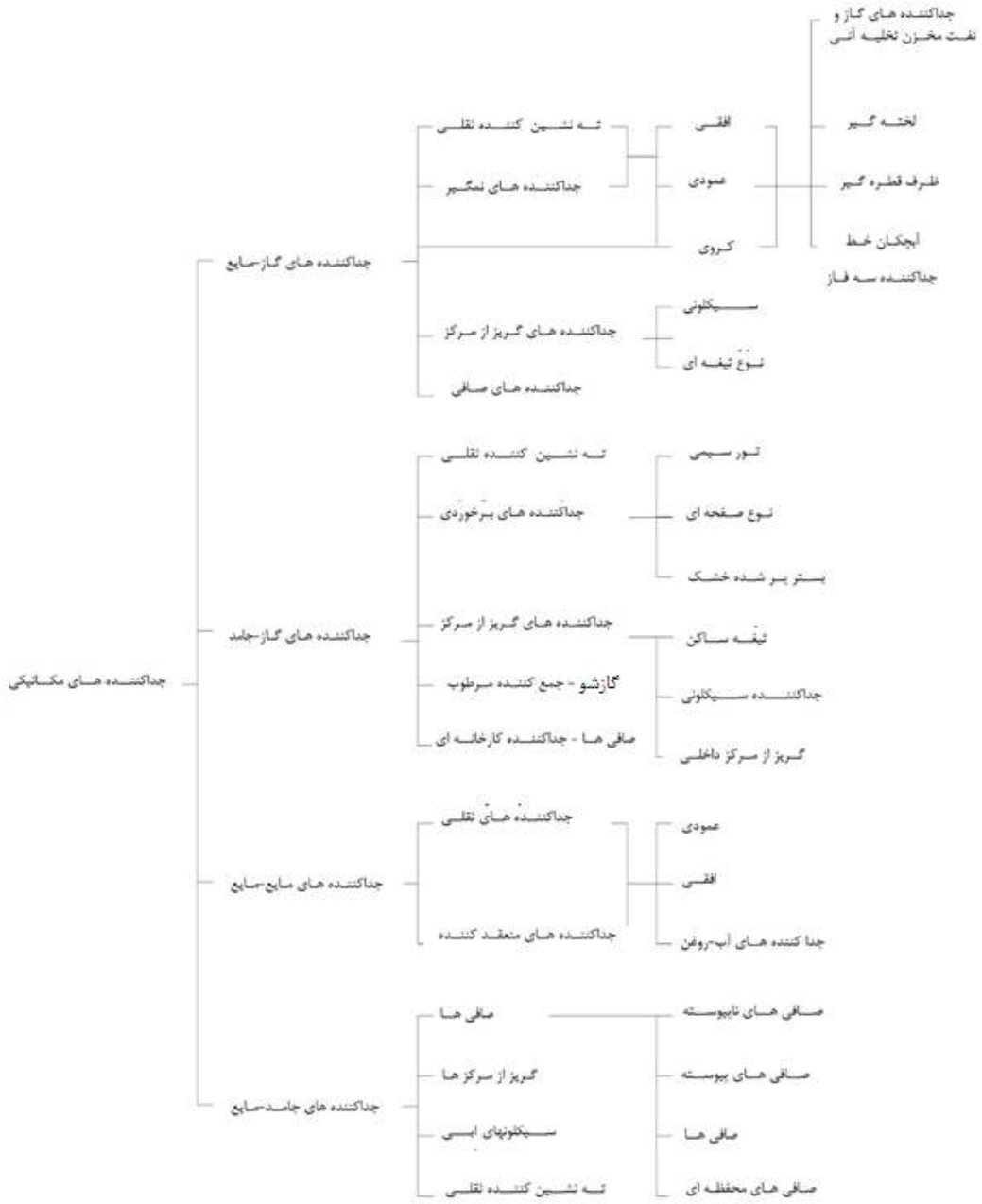


شکل الف-۶ - جداکننده دوفازی افقی

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

دسته‌بندی جداکننده‌های مکانیکی



شکل ب-۱- انواع جداکننده‌های مکانیکی

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

کارایی نسبی انواع مختلف جداکننده‌ها

جدول پ-۱ - مقایسه کارایی جداکننده‌های مختلف

کارایی	ظرف قطره‌گیر		استخراج‌کننده قطره سیمی		استخراج‌کننده نوع پره‌ای			سیکلون	جداکننده چند سیکلونی عمودی	جداکننده صافی‌دار
	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی		افقی			
					در خط	دومرحله‌ای	دومرحله‌ای			
حداکثر ظرفیت پذیرش گاز ، λ_{max}	کم	کم	متوسط	متوسط	زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	کم
(نسبت کاهش ظرفیت حداکثر/حداقل)	بی‌نهایت	بی‌نهایت	۴	۴	۳	۳	۳	۲	۲	بی‌نهایت
مایعات حذف شده	۹۰-۸۰	۹۰-۸۰	>۹۸	>۹۸	>۹۶	>۹۶	>۹۶	>۹۶	>۹۳	>۹۹
راندمان کلی ٪ به نسبت ذرات ریز	خیلی کم	خیلی کم	بالا	بالا	کم	کم	کم	کم	کم	بسیار زیاد
[الف] طغیان بالای λ_{max}	خیر	خیر	بله	بله	بله به‌غیراز استفاده از پره dp			خیر	بله	بله
ظرفیت پذیرش مایع به‌صورت لخته	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم	زیاد	زیاد	زیاد	کم	کم
به‌صورت قطرات(Q_{max})	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	کم	متوسط	متوسط	زیاد	کم	کم
رواداری رسوب شن	زیاد	زیاد	کم	کم	خیلی کم اگر dp، کم اگر sp، متوسط اگر np			زیاد	زیاد	زیاد
مواد چسبنده	زیاد	زیاد	خیلی کم	خیلی کم				زیاد	کم	کم
افت فشار	خیلی کم	خیلی کم	کم	کم	کم	کم	کم	زیاد	زیاد	بسیار زیاد

[الف] این منجر به کاهش شدید در بازده می‌شود.

d_p پره‌های دوشیاری
s_p پره‌های تک شیاری
n_p پره بدون شیار

پیوست ت
(آگاهی‌دهنده)

ماهیت خوراک

ت-۱ تمایل به ایجاد کف

برای ایجاد کف لازم است که حباب‌های گاز تشکیل‌شده و ریزش لایه مایع اطراف حباب‌ها کند شود. ریزش لایه در مایعات با گرانروی بالاتر کندتر است، اما عامل اصلی ایجاد کف خواص سطحی است که اغلب غیرقابل‌پیش‌بینی هستند. به همین دلیل تمایل به ایجاد کف براساس تجربه حالات مشابه تشخیص داده می‌شود. آزمون‌های آزمایشگاهی نیز می‌تواند نشانه‌ای از ایجاد کف را در سامانه ارائه دهند. مثال‌هایی از سامانه‌های کف‌زا، شامل برخی نفت‌های خام، ته‌مانده‌های سنگین و حلال‌های جذب و استخراج هستند. کف‌زایی در جداکننده همچنین منجر به همراه‌بری مایع (زمانی که کف به اجزای داخلی جداسازی گاز-مایع و یا خروجی گاز برسد) یا همراه‌بری گاز می‌شود. همچنین منجر به آشفتگی سامانه کنترل سطح شود. توجه باید داشت که کف‌زایی در بارهای زیاد مایع، موقعی که جریان در لوله ورودی به حالت جریانی کف‌زا یا ناپایدار است، مشکل‌زا می‌شود. نصب اجزای داخلی برای مقابله با کف عموماً مؤثر نبوده و حتی ممکن است اثر معکوس نیز داشته باشد. کف‌زایی در ظرف با کاهش سرعت مایع رو به پایین مثل افزایش دادن قطر ظرف جداساز، کم می‌شود. در برخی موارد عامل ضد کف برای ممانعت از کف‌زایی تزریق می‌شود.

ت-۲ خوراک همراه با جامدات، تمایل به موم یا کُک شدن

شن، زنگار، رسوب‌ها یا سایر جامدات موجود در خوراک، همراه با مایع جداکننده را ترک می‌کنند. بااین‌وجود همچنین جامدات در جداکننده ته‌نشین شده و تمایل به تجمع دارند. به این دلیل توصیه می‌شود به محل اتصالات ابزار دقیق که احتمال انسداد دارند توجه شود. توصیه می‌شود ملاحظاتی برای تمیزکاری جداکننده در زمان توقف و در صورت نیاز در طول عملیات با تعبیه افشانک آب و تخلیه زمینی دیده شود. زمانی که خوراک حاوی جامدات باشد توصیه می‌شود ملاحظاتی برای کاهش سرعت ورودی و افزایش سایش مجاز[1] با اضافه شدن ۱ mm تا ۲ mm به ضخامت ماده سازنده (اگر جا شود) در وسایل ورودی در نظر گرفته شود.

موم در خوراک در تمام سطوحی که سرعت کم باشد ته‌نشین می‌شود. همچنین سوراخ‌های ریز نیز تمایل به انسداد دارند. کُک نیز در سطوحی که سرعت کم باشد ته‌نشین می‌شود و همچنین در سطوحی که به‌طور پیوسته مرطوب نمی‌شوند تشکیل می‌شود. ظروف قطره‌گیر برای خوراک‌های موم دار و سیکلون‌ها برای خوراک کُک دار توصیه می‌شوند. جداکننده‌های چندسیکلونی و جداکننده‌های صافی‌دار، جامدات را تا زمانی که چسبنده نباشند می‌توانند جدا کنند. جداکننده‌های پره‌ای متراکم، ممکن است فقط در کاربری نسبتاً رسوب‌ده و جایی‌که ساختار پره به حد کافی باز باشد استفاده شوند. از توری‌های قطره‌گیر به خاطر خطر انسداد نباید استفاده شود.

1- Erosion allowance

پیوست ث

(الزامی)

تعیین اندازه نازل‌های خوراک و خروجی

تعیین اندازه نازل‌ها باید براساس میزان جریان واقعی باشد (به استثنای حاشیه طراحی مناسب).

ث-۱ نازل ورودی خوراک

قطر داخلی نازل d_1 ممکن است مساوی لوله خوراک در نظر گرفته شود، اما باید معیار اندازه حرکت (بسته به‌وسیله ورودی، در صورت وجود) رعایت شود.

اگر از وسیله ورودی استفاده نشود:

$$\rho_{m} . V^2_{m,in} \leq 1000 \ Pa \qquad (ث-۱)$$

که در آن:

ρ_m چگالی متوسط مخلوط در لوله خوراک بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

$V_{m.in}$ سرعت مخلوط در نازل ورودی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

$$\rho_{m} = (M_G + M_L)/(Q_G + Q_L) \qquad (ث-۲)$$

که در آن:

M_L جرم مایع در مخلوط بر حسب کیلوگرم (kg) ؛

M_G جرم گاز در مخلوط بر حسب کیلوگرم (kg) ؛

Q_G حجم گاز در مخلوط بر حسب مترمکعب (m^3)؛

Q_L حجم مایع در مخلوط بر حسب مترمکعب (m^3).

$$V_{m,in}=(Q_G + Q_L)/(\pi \ d_1^2 / 4) \qquad (ث-۳)$$

اگر از لوله نیمه‌باز به‌عنوان وسیله ورودی استفاده شود:

$$\rho_{m} . V^2_{m,in} \leq 1500 \ Pa \qquad (ث-۴)$$

اگر از وسیله ورودی مخصوص استفاده شود، توصیه می‌شود نسبت مقدار $\rho_{m} . V_{m,in}$ مشخص شود.

ث-۲ نازل خروجی گاز

توصیه می‌شود قطر نازل خروجی گاز (d_2) مساوی لوله خروجی گرفته شود اما باید فرمول ج-۵ رعایت شود.

$$\rho_{g.} V^2_{g,out} \leq 3750 \ Pa \qquad (ث-۵)$$

که در آن:

ρ_g چگالی گاز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)؛

$V_{g.out}$ سرعت گاز خروجی بر حسب متر بر ثانیه (m/s).

در واحدهای با خلأ زیاد جایی‌که از پیش چگالنده در سامانه بالاسری استفاده می‌شود، این معیار منجر به‌سرعت بالای خروجی می‌شود که به افت فشار بسیار زیاد منجر خواهد شد. در آن حالت ترجیح داده می‌شود، تعیین اندازه نازل خروجی گاز طوری باشد که با الزامات افت فشار بین برج و سامانه پایین‌دست مطابق باشد.

ث-۳ نازل خروجی مایع

قطر نازل خروجی مایع (d_3)، باید چنان مقداری انتخاب شود که سرعت مایع از **m/s** ۱ بیشتر نشود. حداقل قطر m ۰٫۰۵ (۲inch) است. نازل باید به گرداب‌شکن مجهز باشد.

پیوست ج

(آگاهی‌دهنده)

حاشیه‌های طراحی برای جداکننده

برای تعیین بالاترین عامل بار حجمی مورد انتظار در طراحی ظرف، حاشیه‌های طراحی زیر (ضریب نوسان) توصیه می‌شوند:

ج-۱ اکتشاف و تولید

ج-۱-۱ کاربری در دریا:

حاشیه طراحی جداکننده در تولید جریان- طبیعی از:

۱- از سکوی خود؛ ۱٫۲

۲ - سکوی دیگر یا غلاف چاه در آب کم‌عمق؛ ۱٫۳

۳ - سکوی دیگر یا چاه در آب عمیق ۱٫۴

حاشیه طراحی جداکننده در تولید با کمک فراز آوری توسط گاز از:

۱- از سکوی خود؛ ۱٫۴

۲ - سکوی دیگر یا غلاف چاه؛ ۱٫۵

ج-۱-۲ کاربری خشکی:

حاشیه طراحی جداکننده در تولید جریان طبیعی یا جداکننده ورودی کارخانه واحد گاز در:

۱- زمین مسطح یا کم پوشش؛ ۱٫۲

۲ - زمین تپه ماهور؛ ۱٫۳

حاشیه طراحی جداکننده در تولید به کمک گاز از:

۱- زمین مسطح یا کم پوشش؛ ۱٫۴

۲ - زمین تپه ماهور؛ ۱٫۵

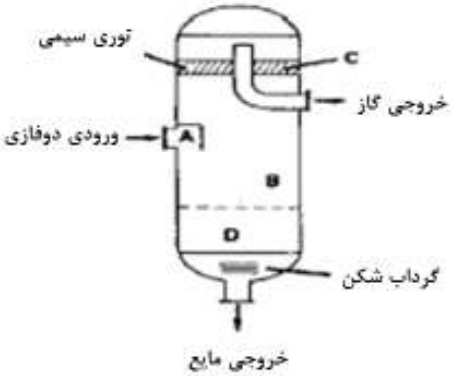
ج-۲ در ساخت صنایع نفت و گاز و تولید مواد شیمیایی

محدوده حاشیه طراحی عموماً از ۱٫۱۵ تا ۱٫۲۵ است.

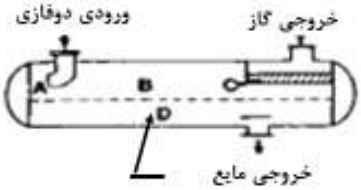
پیوست چ

(آگاهی‌دهنده)

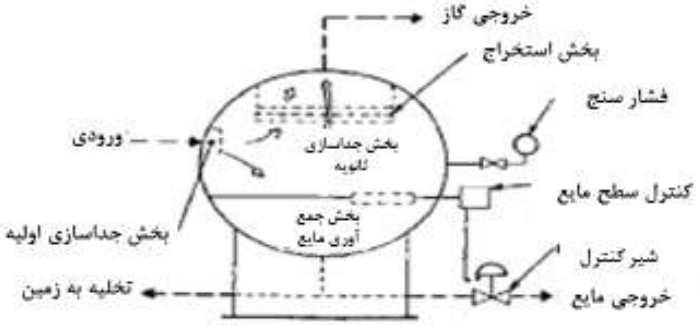
نمونه متداول جداکننده‌های گاز-مایع



الف) عمودی



ب) افقی



پ) کروی

راهنما:

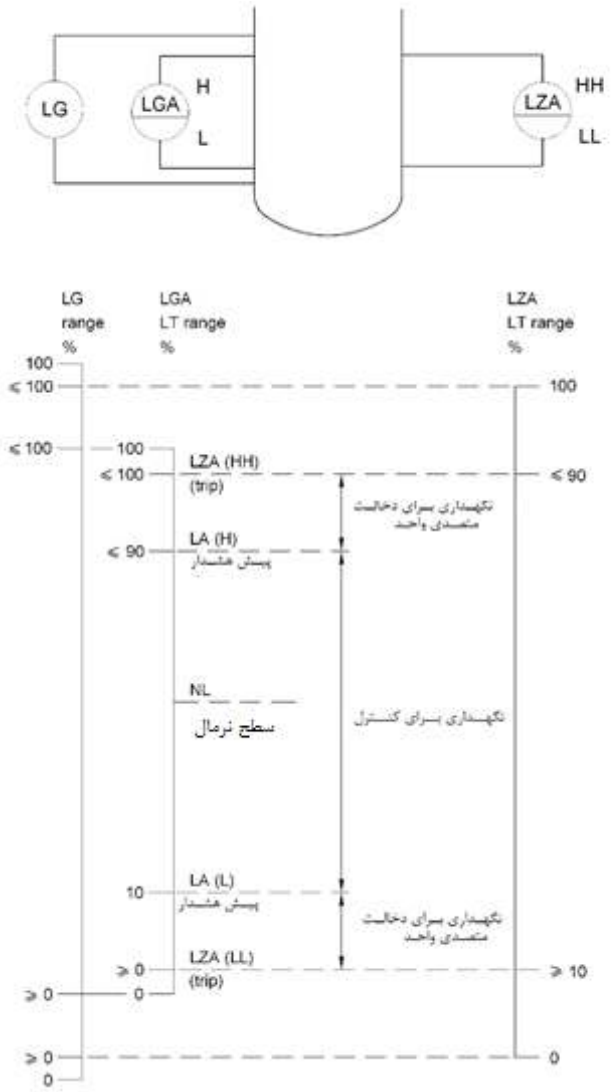
A	جداسازی اولیه
B	ته نشینی ثقلی
C	منعقد کننده
D	جمع آوری مایع

شکل چ-۱- نمونه جداکننده‌های گاز-مایع

پیوست ح

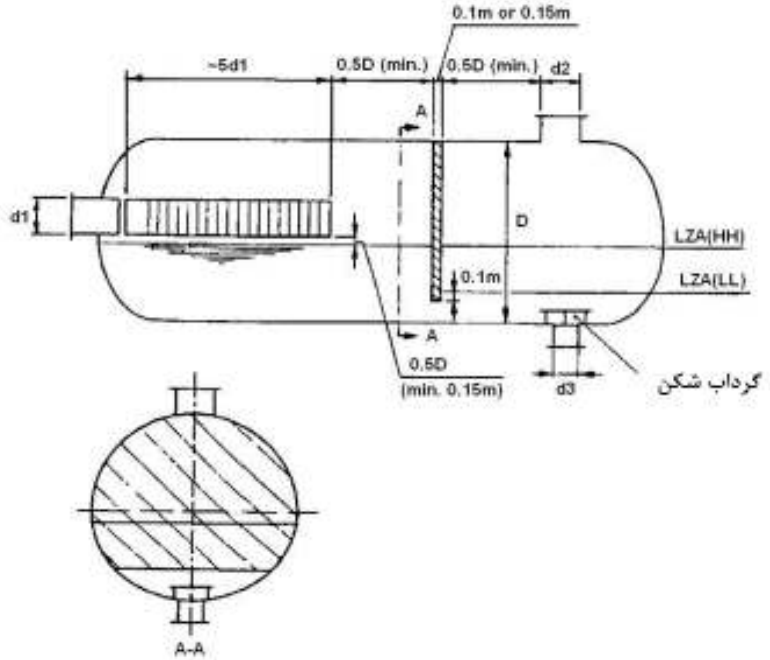
(آگاهی‌دهنده)

مفاهیم کنترل سطح مایع



یادآوری- به‌منظور انجام جوشکاری، حداقل فاصله‌ای بین پایین‌ترین ارتفاع اتصال و جوش کلگی ظرف لازم است. در طراحی جداکننده، عموماً فاصله ۱۵۰mm بین خط مرکزی اتصال و خط مماس ظرف، کافی است.

شکل ح-۱- مفاهیم کنترل سطح مایع



راهنما:

H بالا
HH خیلی بالا
L پایین
LL خیلی پایین
LA هشدار سطح
LG سطح سنج
LT انتقال‌دهنده سطح
LCA کنترل‌کننده سطح، اقدام هشدار
LZA کنترل‌کننده سطح، اقدام قطع
NL سطح معمول

یادآوری‌ها-

حجم ماند مایع توسط ملاحظات دیگر (به زیربند ۶-۲-۴-۲ مراجعه شود) تعیین می‌شود. روش طراحی شامل حدس و خطا است:

L_v و D_v ثابت هستند و کسری از پرشدن انتخاب می‌شود که الزامات حجم ماند مایع را تأمین کند. پس‌ازآن نسبت Q_{max}/A لازم است بررسی شود که از ۰/۱۵ m/s بیشتر نشود. برای نسبت L_v/D_v عدد اولیه ۳/۰ پیشنهاد می‌شود. مقادیر ۲/۵ تا ۶/۰ برای این نسبت متداول هستند.

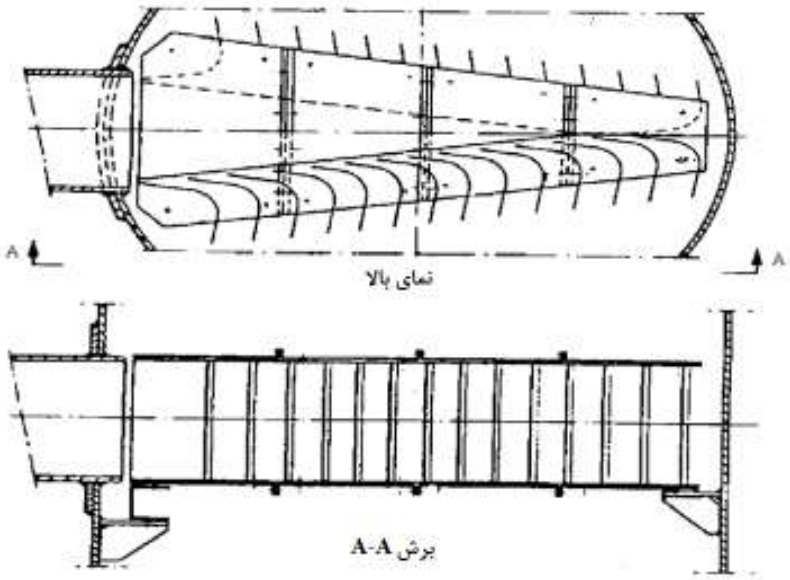
توری قطره‌گیر عمودی باید از بالا تا ۰/۱ متر زیر سطح LZA (کم) ادامه یابد. درواقع سطح بین توری و کف مخزن برای عبور آزاد مایع باید باز گذاشته شود.

شکل ح-۲- ظرف قطره‌گیر افقی با توری عمودی و تجهیز ورودی از نوع پره‌ای

پیوست خ

(آگاهی‌دهنده)

نمونه تجهیز ورودی نوع پره‌ای



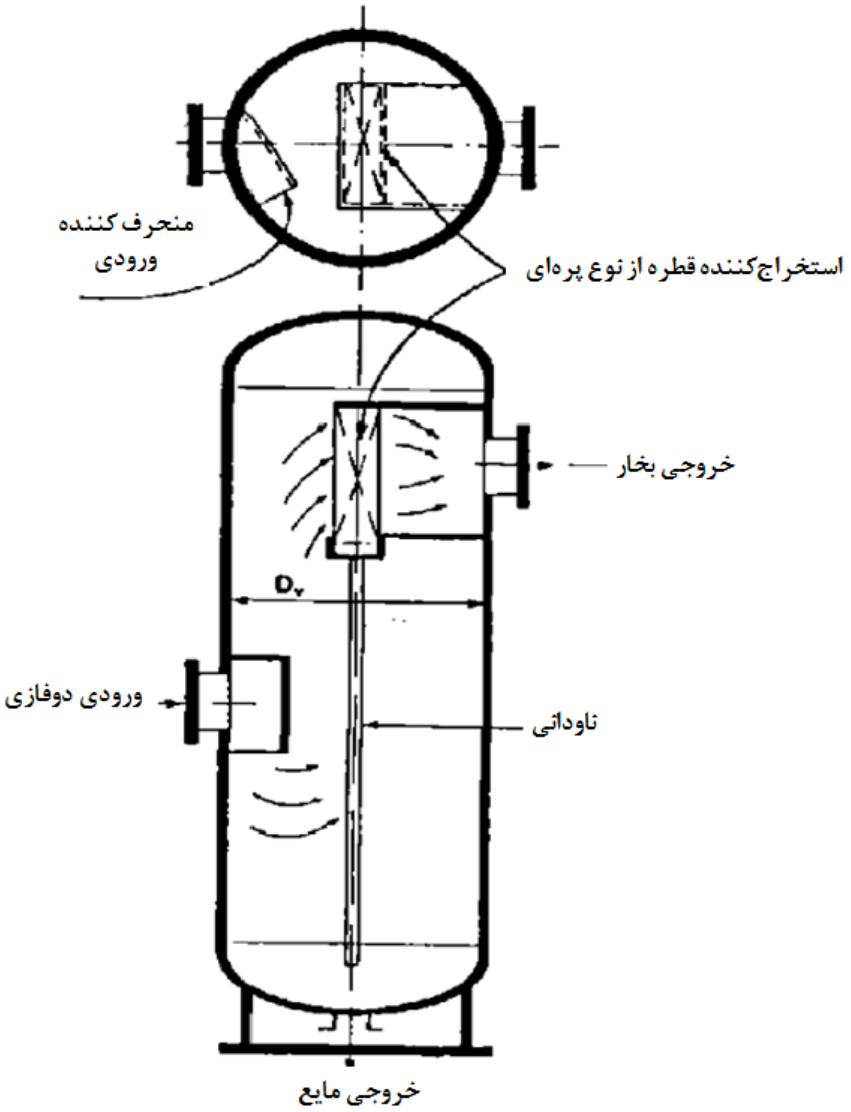
یادآوری- نگه‌دارنده‌ها از نمای بالا حذف شده‌اند.

شکل خ-۱نمونه تجهیز نوع پره‌ای خوراک ورودی نصب‌شده در ظرف عمودی

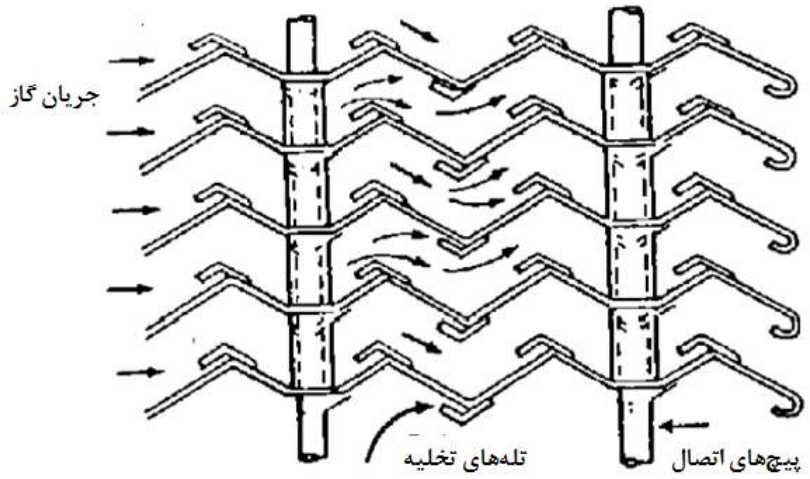
پیوست د

(آگاهی‌دهنده)

استخراج‌کننده قطره از نوع پره‌ای



شکل د-۱ نمونه یک جداکننده عمودی همراه با استخراج‌کننده قطره از نوع پره‌ای

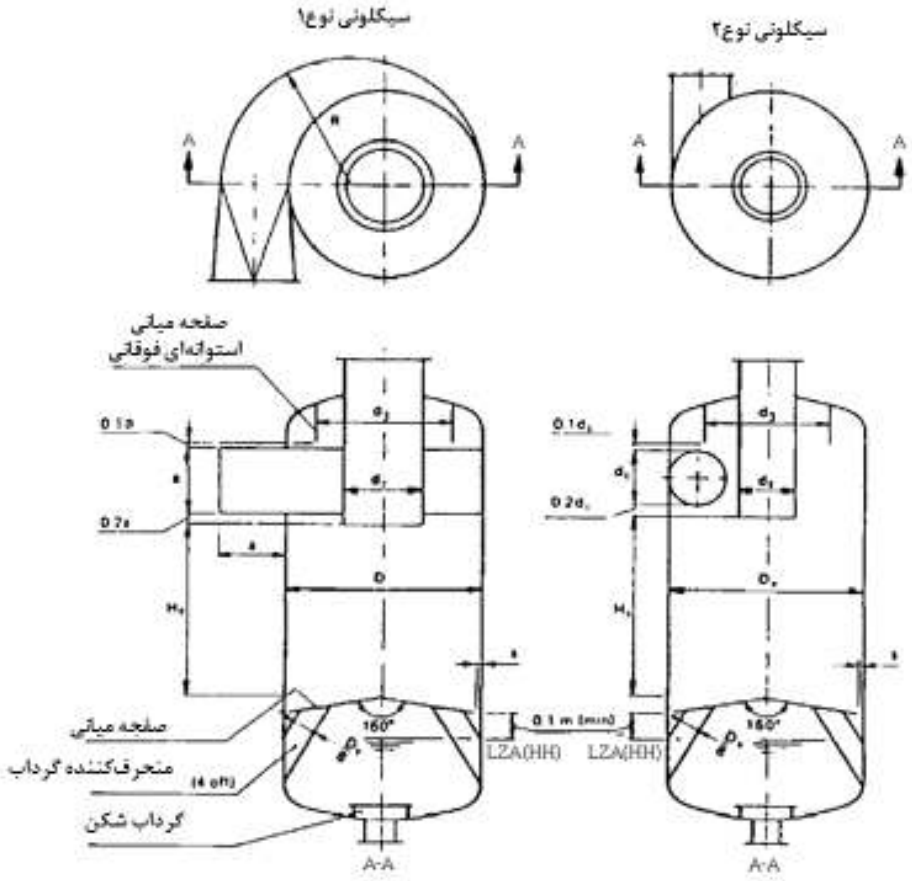


شکل د-۲ سطح مقطع استخراج‌کننده قطره از نوع پره‌ای که صفحات موج‌دار با تله‌های مایع تخلیه

پیوست ذ

(آگاهی‌دهنده)

نمونه‌ای از جداکننده‌های سیکلونی، جداکننده چند سیکلونی و جداکننده سیکلون مخروطی

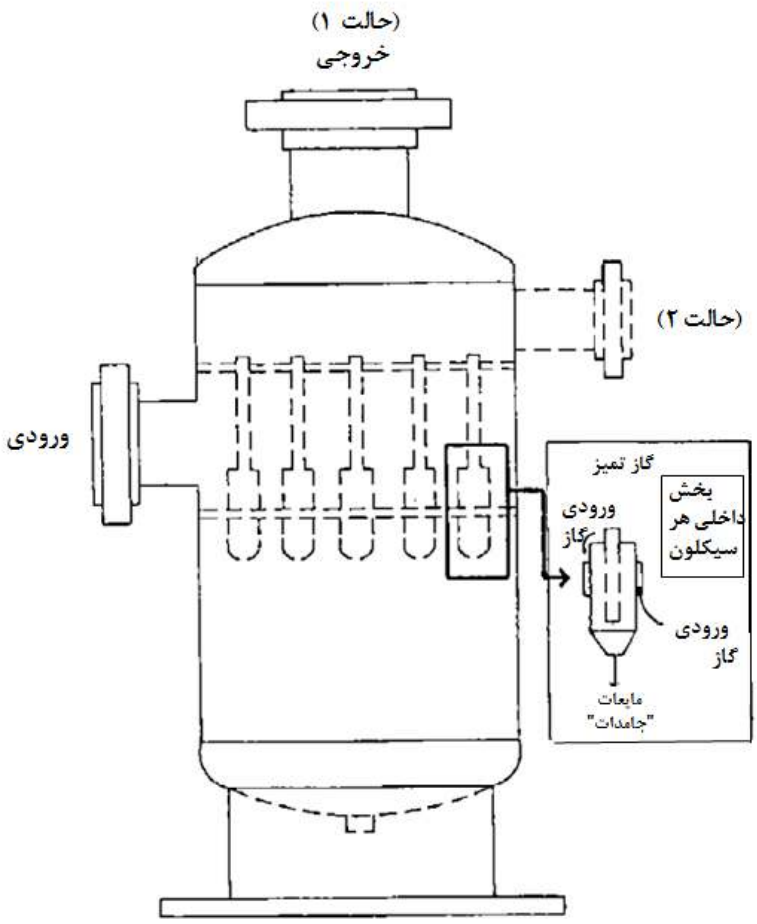


راهنما:

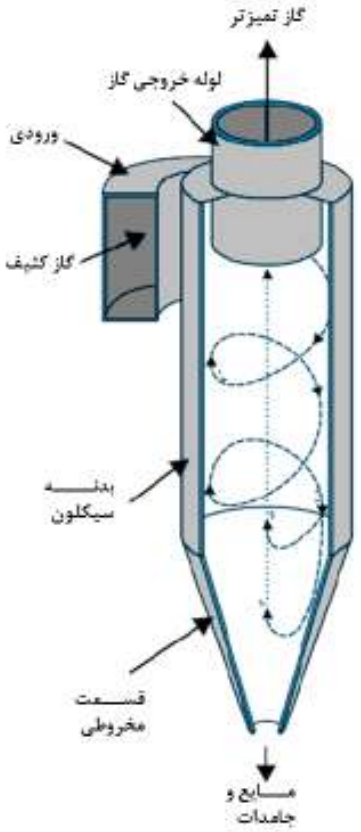
HH خیلی بالا

LZA کنترل‌کننده سطح، اقدام قطع

شکل ذ-۱ نمونه‌ای از جداکننده‌های سیکلونی



شکل ذ-۲ طرح جداکننده چند سیکلونی

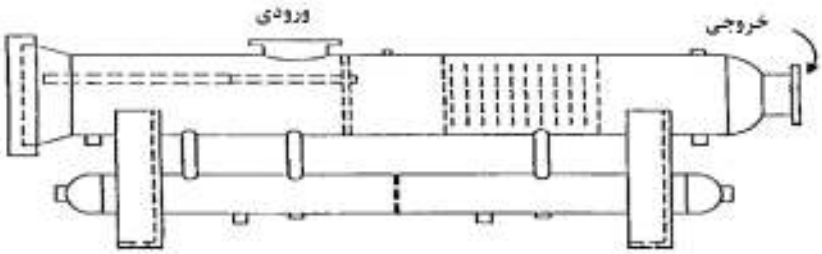


شکل ذ-۳ طرح جداکننده سیکلون مخروطی

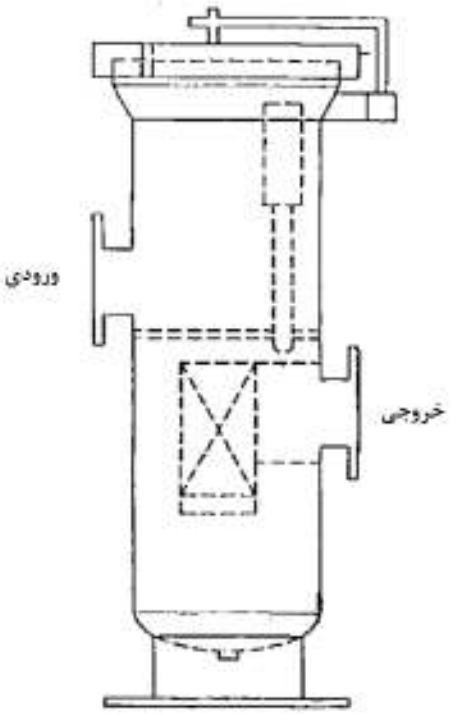
پیوست ر

(آگاهی‌دهنده)

نمونه‌ای از جداکننده‌های صافی‌دار افقی و عمودی گاز



شکل ر-۱ طرح یک جداکننده صافی‌دار افقی گاز



شکل ر-۲ طرح یک جداکننده صافی‌دار عمودی گاز

کتاب‌نامه

[1] DEP 31.22.05.11-Gen: Gas/Liquid separators- type selection and design rules.

[2] IPS-G-ME-150: Towers, reactors, pressure vessels and internals, general specification.

[3] IPS-E-PR-700, Engineering standard for process design of crude oil / condensate electrostatic desalters and produced water management.