



Vacuum Karan



PASK

شرکت پارس

آمایش صنعت کیش

| سهامی خاص |

چگونه پمپ وکیوم مناسب را انتخاب نماییم؟

بخش پنجم: انتخاب پمپ برای فرایندهای دارای رطوبت

نسخه : ۵.۱



www.vacuumkaran.com

© تمامی حقوق برای شرکت پارس آمایش صنعت کیش محفوظ می باشد.

استفاده از مطالب با ذکر منبع مجاز است.



باسمه تعالی

پیش از این فرایندهای خشک را مورد بررسی قرار دادیم، اینک به فرایندهای دارای رطوبت و ملاحظاتی که در هنگام انجام این فرایندها باید مورد توجه قرار داد می‌پردازیم.

پمپاژ گازها و بخارات (فرایندهای دارای رطوبت)

زمانی که بخارات قرار است پمپ شوند، علاوه بر فاکتورهای فشار کاری و سرعت پمپاژ، فاکتور سوم تعیین‌کننده‌ای نیز وجود دارد که فشار جزئی بخار نام دارد، که ممکن است بطور چشم‌گیری در طول یک فرایند متغیر باشد. این فاکتور نقش مهمی در تعیین پمپ مورد نیاز برای فرایند دارد. از این لحاظ پمپ‌های چگالنده^۱ کمک‌های خیلی مناسبی برای پمپ‌های روتاری جابجایی هستند. این پمپ‌ها دارای یک سرعت پمپاژ بالا بطور خاص برای بخار آب هستند. ملاحظاتی بطور مشابه باید روی بخارات غیر روغنی اعمال شود.

پمپاژ بخار آب

بخار آب به تناوب توسط پمپ‌هایی که با آب یا بخار یک سیال کار می‌کنند، برداشته می‌شود. پمپ‌هایی مانند رینگ آب یا اجکتور بخار. هرچند انتخاب پمپ بطور چشم‌گیری وابسته به شرایط است اما هزینه پمپ اجکتور بخار در فشارهای پایین نسبت به روتاری بسیار کمتر است. برای پمپاژ بخار یا مخلوط گازی که نسبت بخار آن به نسبت هوای آن زیاد است، بخارات می‌توانند توسط پمپ چگالنده و گازهای پایدار با یک پمپ گاز بالاست^۲ نسبتاً کوچک پمپ شوند.

در مقایسه، یک مجموعه پمپ شامل پمپ روتس، چگالنده و پمپ پستی، که می‌تواند بخارها را با نرخ ۱۰۰ کیلوگرم بر ساعت و هوا را در فشار ۵۰ میلی‌بار دهانه پمپ، با نرخ ۱۸ کیلوگرم بر ساعت منتقل کند؛ یک توان ۴ تا ۱۰ کیلووات (بسته به مقدار هوای موجود) مورد نیاز است. یک پمپ اجکتور بخار با کارایی مشابه ۶۰ کیلووات توان نیاز دارد که مقدار هوای موجود در این توان تغییری ایجاد نمی‌کند.

برای پمپاژ بخار آب، پمپ‌های گاز بالاست و ترکیب آن‌ها با پمپ‌های روتس و پمپ‌های چگالنده می‌توانند بسیار مناسب باشند.

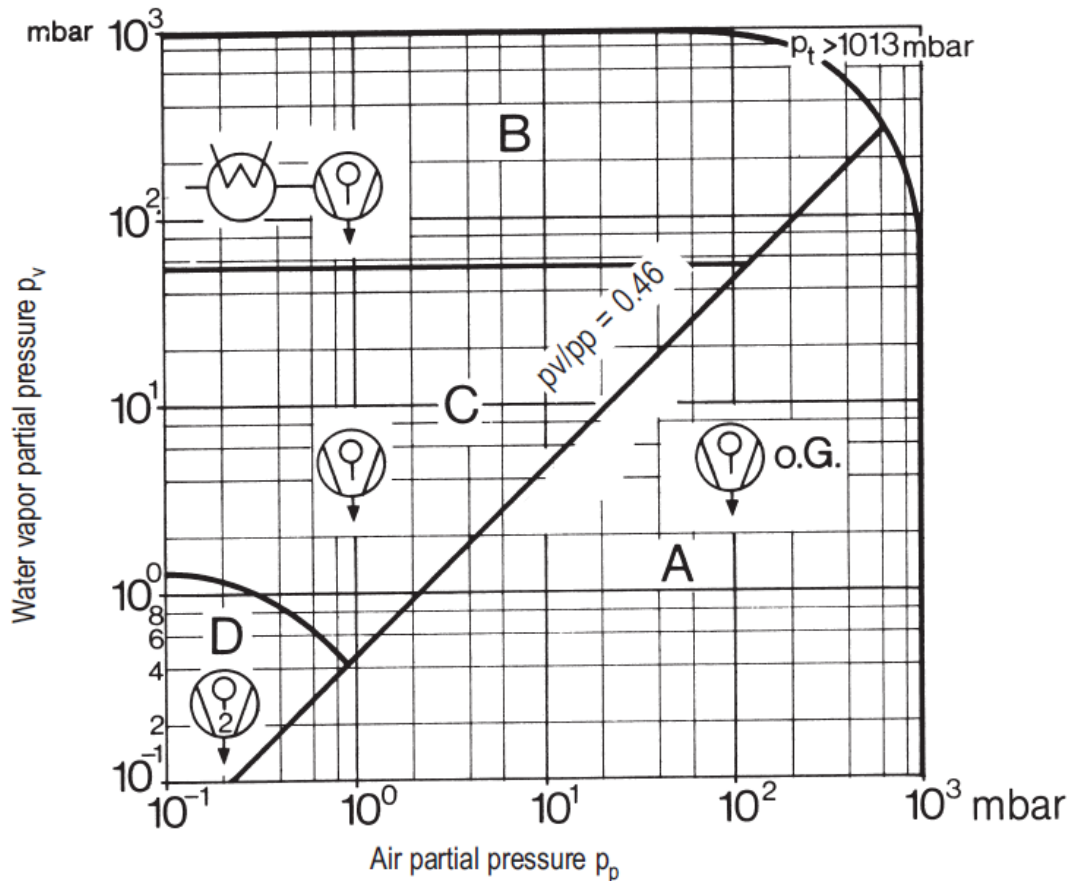
¹ Condenser

² Gas ballast



پمپاژ بخار آب توسط پمپ‌های گاز بالاست

نسبت فشار جزئی بخار P_v ، به فشار جزئی هوا P_p در بدست آوردن آرایش صحیح پمپ‌های گاز بالاست نقش اساسی دارد. از آنجا که آستانه تحمل بخار آب پمپ‌های گاز بالاست معین هستند، نمودارهایی می‌توانند بدست آیند که بوضوح انتخاب درست پمپ‌های گاز بالاست را نشان دهند. (شکل ۱)



شکل ۱- مناطق کاربردهای پمپ‌های گاز بالاست و چگالنده‌ها در پمپاژ بخار آب (بدون گاز بالاست = o.G.)

پمپ‌های روتاری پلانجر تک‌مرحله‌ای بزرگ، دمای کاری حدود ۷۷ درجه سانتی‌گراد و بنابراین تحمل بخار آب ۶۰ میلی‌بار دارند. از این مقدار برای تعیین نواحی مختلف کاری در شکل ۱ استفاده شده است. به علاوه فرض می‌شود که فشار در دهانه خروجی پمپ گاز بالاست تا زمانی که دریچه خروج باز است، تا مقدار ۱۳۳۰ میلی‌بار می‌تواند افزایش یابد.



• منطقه A: پمپ‌های روتاری پلانجر تک‌مرحله‌ای بدون گاز بالاست.

فشار بخار اشباع P_s ، ۴۱۹ میلی‌بار در ۷۷ درجه سانتی‌گراد، (جدول فشار بخار اشباع برحسب دما در پیوست ۱ آمده است).

$$P_{vapor} \leq \frac{P_{vapor,sat}}{P_{tot} - P_{vapor,sat}} \text{ طبق معادله}$$

باید $P_v < 0.46 P_p$ که در آن

P_v فشار جزئی بخار آب

P_p فشار جزئی هوا

$P_v + P_v = P_{tot}$ فشار کل می‌باشد.

این الزامات در کل ناحیه کاری یک پمپ روتاری پلانجر تک‌مرحله‌ای، در فشار کل بین 10^{-1} و 10^{13} میلی‌بار معتبر است.

• منطقه B: پمپ‌های روتاری تک‌مرحله‌ای پلانجر با گاز بالاست و چگالنده در دهانه.

در این منطقه فشار بخار آب از مقدار فشار جزئی مجاز دهانه پمپ تجاوز می‌کند. باید یک چگالنده در دهانه پمپ گاز بالاست قرار گیرد، که با سرعتی کار کند که فشار بخار دهانه پمپ روتاری از مقدار مجاز بیشتر نشود. ابعاد چگالنده‌ای که انتخاب می‌شود وابسته به مقدار بخار آبی است که وجود دارد. در آستانه تحمل فشار بخار ۶۰ میلی‌بار، پایین‌ترین حد این منطقه بصورت زیر است:

$$P_v > 60 + 0.46 P_p \text{ میلی بار}$$

• منطقه C: پمپ روتاری پلانجر تک‌مرحله‌ای با گاز بالاست.

پایین‌ترین حد منطقه C توسط پایین‌ترین حد منطقه کاری این پمپ مشخص می‌شود. این حد تقریباً در فشار کل، P_{tot} یک میلی‌بار اتفاق می‌افتد. اگر مقادیر عظیم بخار در این منطقه وجود داشته باشد، مقرون به صرفه است که یک چگالنده قرار دهیم: ۲۰ کیلوگرم بخار در فشار ۲۸ میلی‌بار منجر به حجم ۱۰۰۰



مترمکعب می شود. این مقدار حجم توسط پمپ روتاری قابل لمس شدن نمی باشد. به عنوان یک قاعده قانون کلی:

اگر یک فشار بخار اشباع در یک زمان چشم گیر وجود داشته باشد یک چگالنده باید همیشه در دهانه پمپ قرار داده شود.

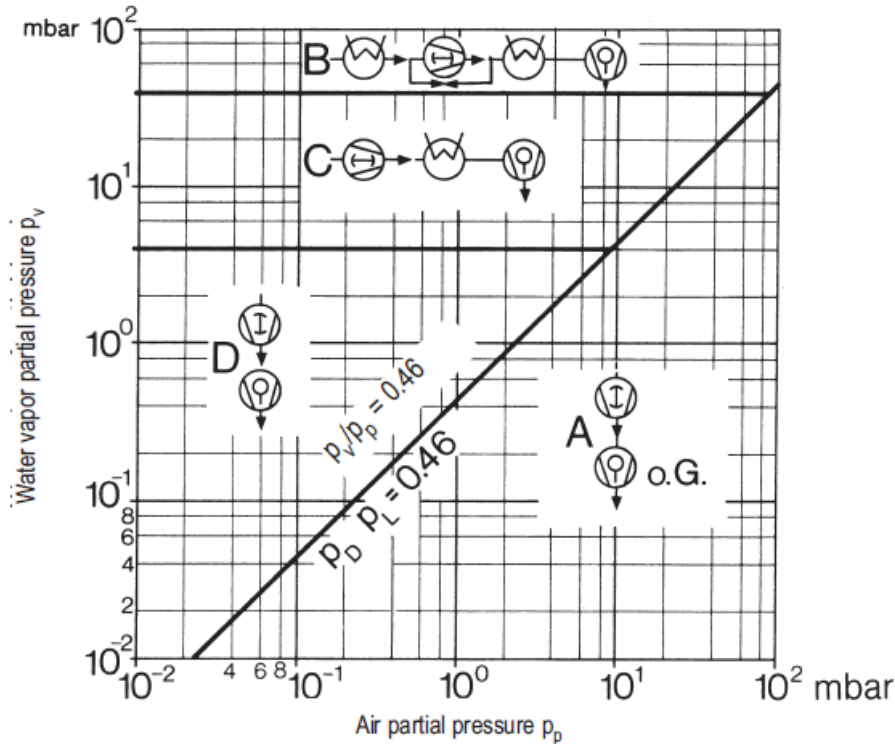
به عنوان یک احتیاط، یک پمپ روتس باید همیشه در فشارهای پایین دهانه ورودی، مقابل یک چگالنده قرار گیرد، بنابراین ظرفیت چگالندگی ضرورتاً بهبود می یابد. ظرفیت چگالندگی تنها به فشار بخار وابسته نمی باشد، چگالندگی مفید تنها در صورتی می تواند بدست آید که دمای خنک کنندگی آن به نسبتاً پایین باشد. در فشار بخارهای کمتر از ۶.۵ میلی بار، برای مثال، قرار دادن یک چگالنده لمس خواهد شد، تنها اگر دمای خنک کنندگی کمتر از صفر درجه سانتی گراد باشد. اغلب، در فشارهای پایین یک مخلوط گاز با فشار بخار اشباع نشده پمپ می شود.

• **منطقه D: پمپ های گاز بالاست دومرحله ای، پمپ های روتس و پمپ های اجکتور بخار، همیشه بر اساس فشار مجموع در فرایند قرار می گیرند.**

این باید دوباره مورد توجه قرار گیرد که تحمل فشار بخار پمپ گاز بالاست دومرحله ای به تناوب کمتر است از پمپ های تک مرحله ای متناظر با آن.

پمپاژ بخار آب توسط پمپ های روتس

طبیعتاً، پمپ های روتس به اندازه پمپ های گاز بالاست به منظور کار بصورت پیوسته در فشارهای بالاتر از ۴۰ میلی بار مقرون به صرفه نیستند. اگرچه مجموعه پمپ های بسیار بزرگ، که با نسبت های چرخ دنده ای اختصاصی کار می کنند و خطوط بای پس برای آن ها فراهم شده است، مصرف انرژی بالاتری دارند، ولی مطلوب تر هستند. اگر پمپ روتس به منظور پمپاژ بخار نصب شوند، همانند حالت پمپ های گاز بالاست، یک نمودار که تمام حالات ممکن را شامل شود، می تواند بصورت شکل ۲ باشد:



شکل ۲- مناطق کاربردهای پمپ‌های گاز بالاست و چگالنده‌ها در پمپاژ بخار آب (بدون گاز بالاست = o.G.)

• **منطقه A: یک پمپ روتس با یک روتاری پلانجر تک مرحله‌ای بدون گاز بالاست**

از آنجا که تنها یک متر اکم‌سازی بین پمپ روتس و روتاری پلانجر وجود دارد، این به رابطه زیر منجر می‌شود:

$$P_V < 0.46 P_P$$

این الزام در کل منطقه کاری ترکیب پمپ‌ها و بنابراین برای یک فشار مجموع بین 10^{-2} و ۴۰ میلی‌بار وجود دارد، (یا ۱۰۱۳ میلی‌بار برای پمپ‌های روتس با یک خط بای‌پس)

• **منطقه B: یک چگالنده اصلی، یک پمپ روتس با یک خط بای‌پس، یک چگالنده واسط و یک پمپ گاز بالاست.**

این ترکیب تنها در صورتی مقرون به صرفه خواهد بود که مقادیر عظیم بخار آب بخواهند بطور پیوسته، در فشار بالای ۴۰ میلی‌بار پمپ شوند. اندازه چگالنده اصلی به مقدار بخار آبی که وجود دارد بستگی دارد. چگالنده واسط باید فشار جزئی بخار را به مقداری کمتر از ۶۰ میلی‌بار کاهش دهد. از این رو، پمپ گاز بالاست باید به قدر کافی بزرگ باشد تا فشار جزئی هوا پشت چگالنده واسط از یک مقدار معین تجاوز نکند؛



برای مثال، اگر فشار مجموع، پشت پمپ روتس (که همیشه برابر است با فشار مجموع پشت چگالنده واسط) ۱۳۳ میلی‌بار باشد، پمپ گاز بالاست باید مقدار هوایی را که توسط پمپ روتس به آن منتقل می‌شود، حداقل تا فشار جزئی ۷۳ میلی‌بار پمپ کند. در غیر این صورت مقدار بخار آبی بیشتر از آستانه تحمل پمپ وارد می‌شود. این یک الزام اصلی است: **استفاده از پمپ‌های گاز بالاست هوشمندانه خواهد بود تنها اگر هوا نیز پمپ شود!**

در یک محفظه ایده آل بدون نشتی، پمپ گاز بالاست باید بعد از رسیدن به فشار مورد نظر ایزوله شود، و پمپاژ تنها بوسیله چگالنده ادامه یابد.

• منطقه C: یک پمپ روتس، یک چگالنده واسط و یک پمپ گاز بالاست.

حد پایین فشار جزئی بخار آب توسط نسبت متراکم‌سازی پمپ روتس در فشار پشتی تعیین می‌شود، که فشار پشتی نیز توسط فشار بخار اشباع آب چگالیده شده معین می‌شود. در این منطقه نیز، چگالنده واسط باید بتواند فشار جزئی بخار را تا حداقل ۶۰ میلی‌بار کاهش دهد. ترکیب بیان شده اگر چگالنده با آب ۱۵ درجه سانتی‌گراد خنک شود، برای پمپاژ بخار آب در فشارهای بین ۴ تا ۴۰ میلی‌بار مناسب خواهد بود.

• منطقه D: یک پمپ روتس و یک پمپ گاز بالاست

در این منطقه نیز، حدود ضرورتاً به مراحل پمپ و نسبت اندازه‌های پمپ بستگی دارد. عموماً، این ترکیب همیشه می‌تواند در حدود مورد بحث قرار گرفته وجود داشته باشد، یعنی بین 10^{-2} تا ۴ میلی‌بار.