



Vakum Pompası ve Vakum Sistemleri

EMNİYET KILAVUZU

Telif hakkı bildirimii

©Edwards Limited 2019. Tüm hakları saklıdır.

İçindekiler

1. Giriş	5
1.1 Bu yayının kapsamı	5
1.2 Patlama riskleri	5
2. Tehlike ortaya çıktığında	7
2.1 Tasarım	7
2.2 Yapı	7
2.3 İşletim / İşletime alma	8
2.4 Bakım / İşletimden çıkarma	8
3. Tehlikelerin kimyasal kaynakları	9
3.1 Kimyasal reaksiyonlar ve patlamalar	9
3.1.1 Homojen reaksiyonlar	9
3.1.2 Heterojen reaksiyonlar	9
3.2 Anormal reaksiyonlardan kaynaklanan sorunlar	9
3.3 Patlama Tehlikeleri	10
3.3.1 Oksidanlar	10
3.3.2 Yanıcı / Patlayıcı materyaller	11
3.3.3 Kıvılcımlanan materyaller	11
3.3.4 Sodyum azid	12
3.4 Toksik veya Aşındırıcı materyaller	12
3.4.1 Toksik materyaller	12
3.4.2 Aşındırıcı materyaller	13
3.5 Özet - tehlikelerin kimyasal kaynakları	14
4. Tehlikelerin fiziksel kaynakları	15
4.1 Aşırı basınç tehlikesi türleri	15
4.2 Aşırı basınçlı pompa egzozu	15
4.3 Egzoz aşırı basıncına karşı koruma	15
4.4 Girişte aşırı basınç	16
4.4.1 Sıkıştırılmış gaz kaynakları ve karşı basınç	16
4.4.2 Pompanın yanlış çalışması	16
4.5 Özet - tehlikelerin fiziksel kaynakları	17
5. Tehlike analizi	18
6. Sistem tasarımı	19
6.1 Bir sistemdeki basınç oranları	19
6.2 Durgun hacimlerin ortadan kaldırılması	19
6.3 Egzoz özütleme sistemleri	20
6.4 Potansiyel olarak patlayıcı gaz veya buhar karışımı kaynakları	20

6.5 Alevlenebilir alanın önlenmesi.	20
6.6 Sistem bütünlük seviyeleri.	23
6.7 Alev tutucu koruma sistemlerinin kullanımı.	23
6.8 Tutuşma kaynakları.	24
6.9 Özet - sistem tasarımı.	25
7. Doğru ekipman seçimi.	27
7.1 Yağ keçeli döner pervaneli ve pistonlu pompalar.	27
7.2 Edwards kuru pompaları.	28
7.3 Boru hattı tasarımı.	28
7.3.1 Körükler.	28
7.3.2 Esnek borular.	28
7.3.3 Dayanak noktaları.	29
7.3.4 Contalar.	29
7.4 Fiziksel aşırı basınç koruması.	29
7.4.1 Basınç tahliyesi.	29
7.4.2 Aşırı basınç alarmı/salma.	29
7.4.3 Basınç düzenleyicileri.	29
7.4.4 Alev durdurucular.	30
7.5 Temizleme sistemleri.	30
7.6 Özet – doğru ekipman seçimi.	30
8. Çalışma prosedürleri ve eğitim.	32
9. Özet.	33

Edwards Ltd, burada belirtilen prosedürler veya uygulamaları, bilgilerin sonuçları ve güvenliği, uygulanması, açıklığı ile ilgili herhangi bir yükümlülük ve teminattan feragat eder. Edwards Ltd, tamamlanmamış veya hatalı olarak sağlanan veya bu doküman içerisinde geçen bilgilerin güvenliğinden dolayı oluşabilecek herhangi bir hasar ya da kayıp durumunda hiç bir sorumluluk kabul etmez. Burada içerilen bilgilerin tavsiye niteliğinde olduğu ve Edwards'ın tehlikeli maddelerin potansiyel tehlikeleri konusunda sağlayabileceği danışmanlık dışında, hükümet yönetmelikleri ile uygunluk ve işletimlere özel, risk/hasar analizinin yürütülmesi işleminin kullanıcıların sorumluluğunda olduğu konusunu dikkate alın.

1. Giriş

1.1 Bu yayının kapsamı

Bu belge vakum pompası ve vakum sistemlerinin özellikleri, tasarımı, işleyişi ve bakımı ile ilgili güvenlik bilgileri içermektedir.

Belge, ortaya çıkabilecek potansiyel tehlikeleri tanımlamakta olup güvenlik tehlikelerinin en aza indirilmesine yardımcı olmak ve bir tehlike ortaya çıkarsa uygun şekilde ele alınmasını sağlamak üzere tasarlanmış yönergeler sunmaktadır.

Bu belge, vakum pompaları ve vakum sistemlerinin özelliklerini belirleyen, onları tasarlayan, monte eden, işleten ve bakımını yapan kişilerce okunmak üzere hazırlanmıştır. Belgenin, aşağıdakilerle birlikte okunmasını öneririz:

- Ekipmanınızla birlikte verilen kullanım kılavuzları
- Kullandığınız proses gazları ve kimyasalların tedarikçileri tarafından verilen bilgiler
- Güvenlik departmanınız tarafından sağlanan bilgiler.



UYARI:

Bu kılavuzda ve pompa kullanım kılavuzunda belirtilen güvenlik talimatlarına uyulmaması durumunda, ciddi yaralanmalar ve ölüm meydana gelebilir.

Edwards ürünlerinin proses uygulamalarınıza uygunluğu veya vakum pompalarının ve vakum sistemlerinin güvenliğiyle ilgili konularda daha fazla bilgi edinmek isterseniz lütfen tedarikçinizle veya Edwards ile iletişime geçin.

1.2 Patlama riskleri

Not:

Edwards pompaları, potansiyel patlayıcı ortamlarda kullanılan ekipmanlar için Avrupa ATEX direktifinin yükümlülüklerini karşılayarak piyasaya sunulur.

Beklenmedik patlamalar, her durumda güvenlik talimatlarının takip edilmemesi sonucunda oluşur. Bununla birlikte, patlama olaylarından bazıları ciddi yaralanmalara veya ölümlere sebep olabilecek kadar şiddetli olmuştur.

Bir vakum sistemi bileşeninin şiddetle patlamasının genel olarak görülen sebebi, yanıcı materyallerin alev alması veya pompa egzozunun tıkanması veya daralmasıdır. Tehlikelerin önlemek için, vakum pompaları ve sistemlerinin güvenli çalışmasını sağlamak üzere aşağıdaki hususlara dikkat etmelisiniz.

- Sisteminizin, konsantrasyonlar içerisinde pompalama materyalleri için tasarlanmış olması dışında, vakum pompası içerisinde ateşlenebilir olması durumunda, yanıcı karışımlar ve oksidanların, yanıcı ortamların menziline uzak tutulduğundan emin olun. Atıl tasfiye kullanımı buna ulaşmanın bir yoludur. Bkz. [Alevlenebilir alanın önlenmesi](#) sayfa 20.
- Çalışma esnasında, mekanik bileşenler (örn. vanalar veya boşluklar) veya proses materyalleri veya borular, filtreler ve diğer egzoz bileşenlerinde çökelen yan ürünleri sebebiyle egzozda tıkanıklığın oluşmamasını sağlayın.
- Yüksek konsantrasyonlu oksijenlere veya diğer oksidantlara maruz kalan pompa mekanizmalar için sadece PFPE (perfloropolieter) yağlar kullanın. "Alevlenmez"

olarak satılan diğer yağ türleri ancak konsantrasyonu %30 vv'ye kadar olan oksidan konsantrasyonlarıyla birlikte kullanılmaya uygun olabilir.

- Bilinçli olarak kapatılmış ve yalıtılmış bir vakum sisteminde, örneğin basınç regülatörü veya boşaltım kontrolü sistemindeki bir hatadan ötürü kazara aşırı basınç oluşmayacağından emin olun.
- Pompalanan ürünün suyla şiddetli bir reaksiyona geçtiği durumlarda, soğutma devresinde su harici bir soğutma materyali (örn. ısı transfer akışkanı) kullanılması önerilir. Bilgi edinmek için lütfen Edwards'a danışın.

2. Tehlike ortaya çıktığında

Bir sistemin ömrü boyunca her safhada tehlikeler ortaya çıkar. Bu safhalar şunlardır:

- Tasarım
- Yapı
- İşletim / İşletime alma
- Bakım / İşletimden çıkarma

Her bir safhada ortaya çıkan sorun türleri aşağıda özetlenmektedir. Her durumda, sisteminizdeki tehlikeleri ancak sistem ekipmanlarını hakkında kapsamlı bir bilginiz var ise en aza indirebileceğinizi bilmelisiniz. Şüphemiz varsa daha fazla bilgi veya öneri için tedarikçilerinize danışmalısınız.

2.1 Tasarım

Sisteminizi tasarlarken, uygulamanız için doğru türde ekipman seçmelisiniz. Şunları dikkate almalısınız:

- ekipmanın teknik özellikleri
- ekipmanın yapımında kullanılan materyaller
- ekipmanın çalışması için kullanılan sarf malzemeleri (yağlar ve işletim akışkanları gibi)
- süreç koşulları ve materyaller

Ayrıca ekipmanın sizin uygulamanıza genel olarak ne kadar uygun olduğunu düşünmeli ve daima belirtilen işletim koşullarında kullanılmasını güvence altına almalısınız.

Tasarımdaki hataların en aza indirilmesini sağlamak için tasarım prosedürleri oluşturmalsınız. Bu gibi prosedürler tasarım hesaplamalarının bağımsız olarak kontrol edilmesinin yanında, tasarım parametrelerinin danışılmasını da içermelidir.

Tehlike analizi, tasarım incelemenizin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Ekipmanın sisteminizdeki kullanımı üzerine dikkati bir şekilde inceleyerek birçok potansiyel tehlikeyi ortadan kaldırebilirsiniz.

2.2 Yapı

Kalifiye personelden ve kalite güvencesi prosedürlerinden faydalanarak, yapım esnasında tehlike ortaya çıkma olasılığını azaltın. Kalifiye personel montaj esnasında gerek duyulan doğru bileşenleri tanımlayabildiği gibi, kusurlu veya iyi imal edilmemiş bileşenleri ve ekipmanları da tanıyabilir. Kalite güvencesi prosedürleri kötü işçiliğin tespit edilip düzeltilmesine yardımcı olacak ve tasarım spesifikasyonlarına harfiyen uyulmasını sağlayacaktır.

Personel; toksik, aşındırıcı, yanıcı veya kıvılcımlanan diğer tehlikeli maddelerin pompalandığı, üretildiği veya içinde bu gibi maddelerin kalmış olabileceği bir sisteme yeni bir ekipman kurarken özel itina göstermeli ve tüm emniyet tedbirlerine uymalıdır.

Elektrikli yönetmelikler, kalifiye personel tarafından, uygun yerel ve ulusal elektrik yönetmeliklerine uygun şekilde tesis edilmelidir.

2.3 İşletim / İşletime alma

Ekipman ve bileşenlerin eskimesi, uygunsuz kullanımı veya yetersiz bakımı, çalışma esnasında tehlikelere sebep olabilir. Ekipmanın kullanım ve bakımı konusunda doğru eğitimleri vererek bu gibi tehlikelerin ortaya çıkma olasılığını azaltın. Gerekliğinde Edwards ve diğer tedarikçileriniz tarafından kullanım kılavuzları, eğitim ve satış sonrası hizmet şeklinde sağlanan bilgilere başvurun.

2.4 Bakım / İşletimden çıkarma

Personelin tehlikeli maddelerle temas etmesini önlemek için özellikle dikkatli olunmalıdır ve toksik, aşındırıcı, yanıcı, kırılcımlanan veya diğer maddelerin pompalandığı veya üretildiği sistemlerin bakımı yapılırken tüm emniyet tedbirlerine uyulmalıdır.

Planlı bakım programlarına ve tehlikeli maddelerin bulaşmış olabileceği bileşenlerin güvenle bertaraf edilmesine özen gösterilmelidir. Tüm ekipmanların güvenli işletimini sağlamak için, kullanım kılavuzunda verilen tüm bakım tavsiyelerine uyun. ATEX sistemleri genellikle, ek gereksinimlere sahiptirler.

3. Tehlikelerin kimyasal kaynakları

3.1 Kimyasal reaksiyonlar ve patlamalar

Normal kullanım, yanlış kullanım ve arıza hallerinde vakum sisteminizin herhangi bir noktasında ortaya çıkabilecek tüm olası kimyasal reaksiyonları dikkatli bir biçimde göz önünde bulundurmalısınız. Özellikle, patlamalara sebep olabilecek gazların ve buharların söz konusu olduğu reaksiyonlara dikkat etmelisiniz. Deneyimler, aslen sistem tasarımcısı tarafından düşünülmemeyen materyallerin söz konusu olduğu ve ilgili ekipmanın arıza modunun dikkate alınmadığı durumlarda patlamalar oluştuğunu göstermiştir.

3.1.1 Homojen reaksiyonlar

Homojen reaksiyonlar, iki veya daha fazla türden gaz molekülü arasındaki gaz evresinde gerçekleşir. Gaz yanma reaksiyonları genellikle bu şekilde olur. Örneğin bilindiği kadarıyla Silan (SiH_4) ve oksijen (O_2) arasındaki reaksiyon daima homojendir. Dolayısıyla bir imalat sürecinde bu gibi reaksiyonlar yaşıyorsanız, aşırı reaksiyon oranlarının ortaya çıkmasını önlemek için proses basıncını ve reaktant konsantrasyonlarını özenle kontrol etmelisiniz.

3.1.2 Heterojen reaksiyonlar

Heterojen reaksiyonların gerçekleşmesi için katı bir yüzey gereklidir. Bazı gaz molekülleri yalnızca bir yüzeye tutunduklarında reaksiyon gösterirken, düşük basınçlarda gaz evresindeyken reaksiyon göstermezler. Bu tip reaksiyonlar proses bölmesinde gerçekleşen reaksiyonların etkisini düşürdüğü ve oluşturulan parçacık miktarını ve kontaminasyon olasılığını azalttığı için belirli prosesler için idealdir.

Çoğu heterojen reaksiyon, genellikle de atmosferik basıncın çok altında, daha yüksek basınçlarda homojen hale gelir. Başka bir deyişle, gazların proses bölmelerinde reaksiyon gösterme şeklinin ille de bir vakum pompası tarafından sıkıştırıldıkları zaman gösterdikleri reaksiyona benzemesi gerekmez.

3.2 Anormal reaksiyonlardan kaynaklanan sorunlar

Anormal reaksiyonlar, kimyasal maddelerin sistem tasarımcısının öngörmediği gazlar veya materyallerle temasa geçtiğinde gerçekleşir. Bu durum, örneğin atmosferik gazların sisteme sızdırılmasına veya toksik, yanıcı veya patlayıcı gazların atmosfere sızmasına izin veren bir sızıntı olduğunda ortaya çıkabilir.

Bu reaksiyonların ortaya çıkmasını önlemek için, sisteminizin sızdırmazlığını 1×10^{-3} mbar l s^{-1} (1×10^{-1} Pa l s^{-1}), veya daha düşük bir seviyede tutmanız gerekir. Yüksek vakum uygulamalarında sızdırmazlık genellikle 1×10^{-5} mbar l s^{-1} (1×10^{-3} Pa l s^{-1}) veya daha düşük bir seviyede olur. Sistemdeki tüm vanaların, mesnetleri üzerinde tamamen sızdırmaz olduğundan da emin olmalısınız.

Proses döngüsü içinde normalde birbirleriyle temas etmeyen gazlar pompalama sisteminde ve egzoz borularında karışabilir.

Rutin bakım prosedürlerinden sonra proses bölmesinde su buharı veya temizlik solüsyonlarının kalması mümkündür. Bu durum, proses bölmesi yıkanıp durulandıktan sonra ortaya çıkabilir. Su buharı, sisteme egzoz kanallarından ve egzoz fırçalarından da girebilir.

Vakum sistemindeki proses kalıntılarının temizlenmesi için solventlerin kullanıldığı durumlarda, seçilen solventin vakum sistemi içindeki tüm proses materyalleri ile uyumlu olduğundan emin olunmalıdır.

3.3 Patlama Tehlikeleri

Patlama tehlikelerinin kaynağı genellikle aşağıdaki üç kategoriden birine girer:

- Oksidanlar
- Yanıcı / Patlayıcı materyaller
- Kıvılcımlanan materyaller
- Sodyum azid.

Avrupa Topluluğu ülkelerinde (ve diğer birkaç ülkede), proses materyalleri tedarikçilerinin, yasa gereği, sattıkları materyallerin fiziksel ve kimyasal verilerini (genellikle Materyal Güvenlik Veri Sayfaları şeklinde) yayınlamak zorundadırlar. Bir materyalle ilgili veriler, duruma göre, alt ve üst patlayıcı sınırları, materyalin fiziksel ve termodinamik özellikleri ve materyalin kullanımından doğan sağlık risklerini içermelidir. Kılavuz olarak bu bilgilere başvurun.

3.3.1 Oksidanlar

Genellikle oksijen (O₂), ozon (O₃), florin (F₂), nitrojen triflorit (NF₃) ve tungsten heksaflorit (WF₆) gibi oksidanlar vakum sistemlerinde pompalanır. Oksidanlar çok çeşitli maddeler ve materyallerle her an reaksiyona girebilir ve bu reaksiyon sonucunda genellikle ısı ve daha yüksek bir gaz basıncı üretilir. Pompa ve egzoz sisteminde yangın ve aşırı basınç bu reaksiyonların doğurduğu potansiyel tehlikelerdir.

Bu gazları güvenle pompalamak için gaz tedarikçisinin güvenlik talimatlarıyla birlikte aşağıdaki tavsiyelere de uymalısınız:

- Bir soy gaz içindeki konsantrasyonu itibarıyla hacmi %25'i aşan oksijen pompalamakta kullanılan pompalar için daima bir PFPE (perfloropolieter) yağlayıcı kullanın.
- Oksijen oranının hacim itibarıyla normalde %25'in altında olduğu ancak bir sorun yaşanması halinde %25'in üzerine çıkabileceği gazları pompalayan pompalarda PFPE yağlayıcılar kullanın.
- PFPE yağlayıcılar tercih edilen yağlayıcılar olmakla birlikte, yağın tehlikeli düzeyde oksidana maruz kalmamasını sağlamak için uygun bir temizleyici soy gaz kullanılıyorsa hidrokarbon tipi yağlayıcılar da kullanılabilir.

Normal koşullarda, PFPE yağlayıcılar yağ keçeli bir döner kanadın veya piston pompasının yağ kutusunda veya dişli kutusunda oksitlenmez veya bozulmaz; dolayısıyla bu da patlama olasılığını azaltır.

Havanın ve demir veya çelik içeren metallerin bulunduğu koşullarda PFPE yağlayıcıların 290 °C veya üstü sıcaklıklarda termal ayrışmaya uğrayabileceği unutulmamalıdır. Bununla birlikte, titanyum, magnezyum, alüminyum ve bunların alaşımları mevcut olduğunda, termal ayrışma sıcaklığı 260 °C'ye inmektedir.

Yağ keçeli döner kanatlı veya pistonlu vakum pompalarında PFPE yağlayıcılar kullanmak istemiyorsanız, kuru nitrojen gibi bir soy gazla güvenli bir konsantrasyona ulaşacak şekilde oksidani seyreltebilirsiniz. Bu yaklaşım ancak oksidan gazların akış hızı düşük ise uygundur. Sisteminize, oksidani güvenli bir konsantrasyon seviyesine düşürmek için gereken seyreltme gazının minimum akış hızıyla verilmesini ve oksidan debisinin asla izin verilen maksimum akış

hızını aşmamasını sağlayan güvenlik özellikleri kurmalısınız. Sisteminizi, bu koşulların yerine getirilmemesi halinde oksidan akışını anında kesecek şekilde tasarlamalısınız.

Oksidanları pompalarken bir Edwards kuru pompası kullanmanızı öneririz (bkz. [Edwards kuru pompaları](#) sayfa 28). Kuru pompalar süpürme hacminde sızdırmazlık sıvısına sahip değildir; böylece oksidan içeren prosesler için kuru pompa kullandığınız takdirde patlama meydana gelme olasılığı büyük ölçüde azalır. Edwards, mil yatakları için ve hidrokarbon yağ kullanılması durumunda dişli kutusu içerisine atıl faz tasfiyesi yapılmasını önermektedir.

3.3.2 Yanıcı / Patlayıcı materyaller

Hidrojen (H₂), asetilen (C₂H₂), propan (C₃H₈) ve ince bölünmüş silikon tozu gibi bir çok gaz ve toz, bir tutuşma kaynağının sağlanması durumunda oksidan ve belirli konsantrasyonlarda yanıcı ve/veya patlayıcı özellik taşır. Bir tutuşma kaynağı, yerel ısı birikmesi gibi bir olaydan bile oluşabilir. Bu konu, [Tutuşma kaynakları](#) sayfa 24 bölümünde tartışılmıştır.

Potansiyel yanıcı karışımların konsantrasyonlarının yanıcı alanların dışında tutulması ile patlama tehlikesi ortadan kaldırılabilir. [Alevlenebilir alanın önlenmesi](#) sayfa 20 bölümünde daha fazla ayrıntılı bilgi sağlanmıştır.

Patlama olasılığını azaltmak için kullanabileceğiniz bir diğer yöntem de, tutuşma kaynağını ortadan kaldırmaktır. [Tutuşma kaynakları](#) sayfa 24 bölümünde daha fazla ayrıntılı bilgi sağlanmıştır.

Alevlenebilir alanın ortadan kaldırılması mümkün değilse, ekipmanın bundan doğacak bir patlamayı delinmeden veya atmosfere alev salmadan içinde tutacak şekilde tasarlandığından emin olmanız şarttır. [Alev tutucu koruma sistemlerinin kullanımı](#) sayfa 23 bölümünde alev tutucuların kullanımı açıklanmıştır. Vakum sisteminizin dış atmosferi tehlike taşıyorsa, tüm ekipmanınızın ona göre değerlendirildiğinden emin olun.

Avrupa ATEX direktifi, potansiyel patlayıcı atmosferler içerisinde kullanılan ekipman tasarımlarının kullanımı ile ilgili açık bir şekilde yön göstermektedir.

Potansiyel olarak patlayıcı atmosferlerin pompalanmamasının mümkün olduğu her koşulda, tüm Edwards Vakum Pompası türleri yanıcı buharların veya gazların pompalanması için kullanılabilir.

3.3.3 Kıvılcımlanan materyaller

Çoğu koşulda, silan (SiH₄) ve fosfin (PH₃) gibi kıvılcımlanan gazlar atmosferik basınçta hava içinde kendiliğinden alevlenebilir özelliktedir; dolayısıyla bu gazlar vakum sisteminin herhangi bir yerinde havayla ve diğer oksidanlarla temas ettiğinde yanma gerçekleşebilir. Bu durum, sisteme hava sızması veya egzoz sisteminin atmosferle temas etmesi halinde ortaya çıkabilir. Piroporik gaz ve oksidanların reaksiyonlarından yayılan sıcaklık, patlayıcı materyaller için ateşleme kaynağı olarak görev görür.

Diğer proseslerden gelen çıkış gazlar ortak bir özütleme sistemi ile tahliye ediliyor ise, bu yanmaya veya bir patlamaya sebep olabilir. Dolayısıyla kıvılcımlanan gazları pompalarken bağımsız özütleme sistemlerinin kullanılması gerekir.

Fosfor içeren prosesler, vakum sisteminde veya egzozda solid fosfor yoğunlaşabilir. Havanın bulunduğu yerde fosfor, en ufak bir mekanik uyarılmada (örneğin bir vananın etkinleştirilmesi veya basınç farkından ötürü pompanın dönmesi) kendiliğinden yanarak toksik gazlar çıkarabilir. Fosforun en aza indirgenmesi için pompaların atıl gaz tasfiyesi ile yeterli miktarda çalıştırılması önerilir.

Kıvılcımlanan materyaller söz konusu olduğunda, PFPE yağlayıcılar yağın havaya maruz kalması halinde yerel tutuşmaya sebep olabilecek proses gazlarını absorbe edebilir. Bu

tehlike özellikle servis işlemleri esnasında veya sistemde kısıtlanılan bir gazın ardından bir oksidanın pompalandığı durumlarda kendini gösterir. Süpürme hacminde yağlayıcı madde bulunmayan Edwards kuru pompalar kullanarak bu tehlikenin ortaya çıkma olasılığını azaltabilirsiniz. Tüm piroforik materyallerin, havalandırılmadan veya kullanılmadan önce pasif duruma getirildiğinden emin olun.

3.3.4 Sodyum azid

Dondurarak kurutma ve diğer üretim proseslerinde ürünler hazırlanırken zaman zaman sodyum azid kullanılır. Sodyum azid, hidrazoik asit üretebilir. Hidrazoik asit buharları, ağır metallerle reaksiyona geçerek kararsız metal azidler oluşturabilir. Bu azidler kendiliğinden patlayabilir.

Bu ağır metaller şunlardır:

• Baryum	• Kadmiyum	• Sezyum
• Kalsiyum	• Bakır	• Kurşun
• Lityum	• Manganez	• Potasyum
• Rubidyum	• Gümüş	• Sodyum
• Stronsiyum	• Kalay	• Çinko
• Bakır ve çinko alaşımları (pirinç gibi)		

Pirinç, bakır, kadmiyum, kalay ve çinko; vakum pompaları, aksesuarlar ve boruların birçok bileşeninde kullanılır. Proses sisteminiz sodyum azid kullanıyor veya üretiyorsa, proses sisteminizdeki gaz yolunun ağır metaller içermemesini sağlamanız gerekir.

3.4 Toksik veya Aşındırıcı materyaller

Birçok vakum uygulamasında zehirli ve aşındırıcı materyallerin taşınması ve işlenmesi söz konusudur ve bunlar özel prosedürlerin izlenmesini gerektirir.

3.4.1 Toksik materyaller

Toksik materyaller, doğaları gereği, sağlık için tehlikelidir. Ancak, tehlikenin özelliği maddeden maddeye değişmekte olup maddenin konsantrasyonuna bağlıdır. Materyal tedarikçisinin işaret ettiği doğru işleme prosedürlerine uymanız gerekir.

Ayrıca aşağıdaki noktalar da göz önünde bulundurulmalıdır:

- **Gaz seyreltme** - Toksik gazların vakum pompasından geçip egzoza giderken seyreltilmesine olanak tanıyan araçlar vardır. Konsantrasyonu toksik sınırın altına çekmek için bu seyreltme seçeneğinden faydalanabilirsiniz. Kaynağın başarısız olması durumunda, dilüsyon gazınızı uyarı amaçlı gözlemlenizi öneririz. Özellikle yağ mühürlü pompalar ve gerekli olan olası yağ iade kitleri için pompa kullanım kılavuzuna göz atın.
- **Sızıntı tespiti** - Edwards vakum ekipmanları genellikle $< 1 \times 10^{-3}$ mbar l s-1 ($< 1 \times 10^{-1}$ Pa l s-1) seviyesinde bir sızdırmazlığa sahip olacak şekilde tasarlanır. Ancak bitişikteki sistemin sızdırmazlığı garanti edilemez. Vakum ve egzoz sisteminin sağlamlığından emin olmak için uygun bir sızıntı tespit yöntemi (örneğin helyum kütle spektrometresiyle sızıntı tespiti) kullanabilirsiniz.
- **Mil sızdırmazlığı (Edwards kuru pompaları)** - Bir çok kuru vakum pompaları, proses gazlarının dışı kutusuna girmesini ve böylece atmosferle temas olasılığını önlemek için bir gaz temizleme sistemi kullanır. Toksik materyalleri işlerken bu gaz kaynağının sağlamlığından emin olmalısınız. Havalandırmasız regülatörlerle birlikte

tek yönlü kontrol valfi kullanılmalıdır (bkz. Basınç regülatörleri/Basınç düzenleyicileri [Basınç düzenleyicileri](#) sayfa 29).

- **Mil sızdırmazlığı (Edwards kuru pompaları)** - Yağ sürtünmeli mil keçesi tasarımları (örneğin EH mekanik takviye pompaları ve EM döner kanatlı pompalar) proses gazının dışarı sızma riskini (veya içeri hava sızma riskini) en aza indirir ve tehlike ortaya çıkmadan önce gözle görülür bir uyarı (yağ sızıntısı veya yağ seviyesinde azalma) verebilir. Diğer keçe tasarımları, sorunla ilgili yeterli bir uyarı vermeyebilir.
- **Manyetik tahrikler** - Komple sızdırmaz kapatma gerektiğinde, Edwards EDP kuru vakum pompaları, seramik muhafaza haznesi kullanan bir manyetik tahrikle donatılmış olarak kullanılabilir. Bu hazne, motor giriş milinde mil sızdırmazlığına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır.

Basınç fazlasını tahliye etmek için basınç tahliye vanaları veya patlama diskleri kullanılıyorsa, bunların toksik tehlikeyi önleyecek uygun bir egzoz sistemine boşaltılmasını sağlayın.

Kirlenmiş bir vakum ekipmanını servis veya bakım için Edwards'a geri göndereceğiniz zaman, ekipmanla birlikte verilen kullanım kılavuzunda belirtilen spesifik prosedürleri izlemeniz (Form HS1) ve beyanı (Form HS2) doldurmanız şarttır.

3.4.2 Aşındırıcı materyaller

Edwards vakum pompaları ile aşındırıcı materyalleri kullandığınızda, aşağıdaki noktalara dikkat etmeniz gerekir:

- **Nem girişi** - Aşındırıcı etkileri arttıracak nemli havayı engellemek için özel önlemler almanız gereklidir. Sistemi kapatmadan önce içindeki aşındırıcıları temizlemek için kapatma prosedürünün bir parçası olarak bir temizleyici soy gaz kullanılmalıdır.
- **Seyreltme** - Aşındırıcıların yoğunlaşmasını önlemek için uygun giriş dilüsyon gazı kullanın, böylelikle aşınma ile sonuçlanan durumların etkilerini azaltın.
- **Sıcaklık** - Su buharının yoğunlaşması ve dolayısıyla da aşınmasını önlemek için pompa ve egzoz hattındaki sıcaklığı artırın. Bazı durumlarda, yüksek sıcaklıklar aşınma oranlarını artırabilir, bu gibi durumlar için aşağıdaki paragrafa göz atın.
- **Güvenlik ekipmanlarının aşınması** - Proses gazı akışındaki aşındırıcı ürünlerin güvenlik açısından kritik ekipmanlara (alev tutucu, sıcaklık sensörleri ve benzeri) zarar verebileceği durumlarda, bunların yapı malzemeleri bu tehlikeyi ortadan kaldıracak şekilde seçilmelidir.
- **Evre değişimleri** - Planlanmamış evre değişimleri yoğunlaşmaya sebep olabilir. Bu tehlikenin önlenmesi için sıcaklık ve basınçtaki değişimlerin dikkate alınması gerekir.
- **Planlanmayan reaksiyonlar** - Planlanmamış kimyasal reaksiyonlar aşındırıcı ürünlerin ortaya çıkmasına sebep olabilir. Ekipman birden fazla amaç için kullanılıyorsa, çapraz kirlenme olasılığı da özenle dikkate alınmalıdır.

Florin, klor ve Ozon veya Hidrojen sülfat gibi oksitleyici maddeler, diğer halojenler veya halojenürler gibi bazı aşındırıcı materyaller, herhangi bir sıvının hazır bulunmasına ihtiyaç duymadan etkileşime girdiği maddeleri aşındırabilir. Bu gibi durumlarda, aşındırıcı materyalin kısmi basıncı, uygun dilüsyon gazının kullanımı ile azaltılmalıdır. Vakum sisteminin yapı malzemeleri ve pompa modeli, konsantrasyonlar içerisinde beklenen belirli gazlar ile uygun olacak şekilde seçilmelidir. Yüksek sıcaklıklar aşınmayı artırabilir bu yüzden, izin verilen diğer proseslerle ilgili dikkate alınması gereken hususların gerçekleştiği durumlarda azaltılmalıdır. Bakım aralıkları, sistemdeki aşındırıcı materyallerin etkilerini göz önünde bulundurmak için incelenmelidir.

3.5 Özet - tehlikelerin kimyasal kaynakları

- Sisteminiz içindeki tüm olası kimyasal reaksiyonları göz önüne alın.
- Arıza hallerinde ortaya çıkabilecek olanlar dahil, anormal kimyasal reaksiyonları hesaba katın.
- Proses materyallerinizle ilişkili potansiyel tehlikeleri değerlendirirken, Materyal Güvenlik Veri Formu'na bakın.
- Oksidanlar ve yanıcı materyallerle reaksiyonları en aza indirmek için seyreltme teknikleri kullanın.
- AB içerisinde, yanıcı alanların belirtildiği durumlarda, ATEX onaylı vakum pompaları kullanmanız gereklidir. Diğer bölgeler için Edwards, uygun olan durumlarda, ATEX direktifi altında onaylanmış pompaların kullanılmasını önermektedir.
- Oksidanları pompalarken pompanızda doğru türde yağlayıcı kullanın ve kuru pompa kullanmayı düşünün.
- Proseslerinizde sodyum azid kullanılıyor veya üretiliyorsa, proses sisteminizin gaz yolunda ağır metaller kullanmayın.
- Toksik, aşındırıcı veya kararsız materyaller kullanırken özellikle dikkatli olun.

4. Tehlikelerin fiziksel kaynakları

4.1 Aşırı basınç tehlikesi türleri

Sistem bileşenlerde, aşağıdaki sebeplerin herhangi biri yüzünden aşırı basınç oluşabilir:

- sisteme yüksek basınçlı gaz girmesi
- gazın sistem tarafından sıkıştırılması
- sistemdeki uçucu gazın sıcaklığında ani bir artış
- katı maddenin kırılganlaşmasına yol açan bir evre değişimi
- vakum sistemi içerisindeki reaksiyon
- engellenen egzoz.

Diğer sebepler olasıdır.

4.2 Aşırı basınçlı pompa egzozu

Egzozda aşırı basınç oluşmasının en yaygın sebeplerinden biri, egzoz sisteminin tıkanması veya daralmasıdır. Bu ise pompanın veya sistemdeki diğer bileşenlerin arızalanmasına yol açabilir.

Vakumlu pompalar, çıkıştan-girişe yüksek sıkıştırma oranlarında çalışmak üzere tasarlanmış kompresörlerdir.

Pompanın çalışmasından kaynaklanan potansiyel aşırı basınca ek olarak, sıkıştırılmış gazın (temizleme veya seyreltme gazı gibi) devreye girmesi de, eğer egzoz sistemi daralmış veya tıkanmış ise, sistemde aşırı basınç oluşmasına sebep olabilir.

Egzoz tarafına alev tutucuların monte edildiği pompalarda, egzozun karşı basıncının vakum sisteminin kullanım kılavuzunda belirtilen maksimum sınırı aşmaması büyük önem taşır. Proses kalıntılarının egzoz sistemini ve alev tutucuyu tıkanmasını önlemek için uygun bir bakım programına başvurulmalıdır. Bu mümkün değilse, olası tıkanmaları tespit etmek için pompa ile alev tutucu arasında bir basınç sensörü yerleştirilmelidir. Benzer sebepler, filtreler ve kondansatörler gibi diğer egzoz ekipmanlarına verilmelidir.

Uçunum (süblimasyon) veya evre değişimi, proses borularının tıkanmasına ve bir aşırı basınç tehlikesine sebep olabilir.

Maksimum ve vakum pompası da dahil olmak üzere tüm egzoz bileşenlerinizin önerilen sürekli karşı basınçları öğrenmek için, vakum pompalama sistemi ile birlikte verilen kullanım kılavuzuna göz atın. Bu sınırlamaların karşılanması için egzoz sistemini tasarlayın.

Sürekli işletim esnasındaki sınırlar için, pompa kullanım kılavuzuna göz atın.

4.3 Egzoz aşırı basıncına karşı koruma

Genellikle pompaların, egzoz boruları serbestçe havalandırılan bir egzoz sistemine bağlı olarak çalıştırılması önerilir. Ancak egzoz sisteminiz, sisteminizde daralma veya tıkanmaya sebep olabilecek bileşenler içerebilir. Eğer durum buysa, aşırı basınca karşı korunmak için de uygun yöntemler uygulamanız gerekir. Bu gibi yöntemlere örnek olarak aşağıdakiler verilebilir:

Bileşen	Koruma Yöntemi
Egzoz boru hattında vana	Vanayı, pompa sistemi çalışırken daima açık kalacak şekilde kilitleyin.

Bileşen	Koruma Yöntemi
	Bir basınç tahliye baypası ekleyin.
Egzoz temizleyici	Bir basınç tahliye baypası ekleyin.
	Bir basınç algılayıcısı ekleyin ve bu algılayıcıyı egzoz basıncı çok yüksek olduğunda pompanın kapatılacağı şekilde pompaya monte edin.
Alev tutucu	Egzoz basıncı ölçümü.
	Differansiyel basıncı ölçümü.
Yağ buharı filtresi	Bir basınç tahliye tertibatı ekleyin.

Özetle, eğer egzoz sistemindeki basınç izin verilen maksimum basınca ulaşırsa:

- Daralma veya tıkanmaya paralel gaz yolundaki bir tertibat ile basıncı azaltın.
- Basınç kaynağını azaltın. Pompayı durdurun veya varsa sıkıştırılmış gaz kaynaklarını kapatın.

4.4 Girişte aşırı basınç

4.4.1 Sıkıştırılmış gaz kaynakları ve karşı basınç

Pompayı vakum sistemine bağlayan boru hattında gerekli olan basınç oranı genellikle hafife alınır. Bunun sebebi, bu boru hattının atmosfer basıncının üzerinde basınçlara maruz kalmayacağı düşünülmesidir. Uygulamada ise bu, sadece tasarımda belirlenen normal çalışma koşullarında doğrudur. Gerekli basınç oranını, anormal koşullardan veya arıza şartlarından kaynaklanan daha yüksek basınca dayanacak şekilde hesaplamalısınız.

Pompa giriş boru hatlarında aşırı basıncın genel sebebi, pompa çalışmıyorken giren sıkıştırılmış gazlardır (temizleme gazları gibi). Giriş boru hattındaki bileşenler ortaya çıkacak basınçlar için uygun değilse, boru hattı kırılacak ve proses gazları sistemden dışarı sızacaktır. Sistemden gelen gazların, ortaya çıkacak basınca dayanamayacak olan proses bölmesine geri akması da kırılmalara ve sızıntılara sebep olabilir.

Sıkıştırılmış gaz kaynaklarını, sistem normalleri içindeki bir basınçta düşük basınçlı bir akış sağlamak üzere tasarlanmış basınç regülatörleri kanalıyla sisteme bağlarken dikkatli olun.

Genellikle kullanılan havalandırmasız basınç regülatörleri, eğer sistemden herhangi bir proses gazının akmadığı koşullarda çalışıyorsa, sistem içindeki basıncın gaz kaynağından regülatöre giden basınç seviyesine ulaşmasına yol açar. Dolayısıyla aşırı basınç oluşumunu önlemek için aşağıdaki iki yöntemden birini kullanmalısınız:

- basıncı düşürün; gazların pompanın yanından geçip serbestçe havalandırılan bir egzozu akmasına izin verin
- sistem basıncını izleyin ve sıkıştırılmış gaz kaynağını önceden ayarlanmış bir basınç seviyesinde kapatmak için bir pozitif kapatma vanası kullanın.

4.4.2 Pompanın yanlış çalışması

Pompanın düzgün çalıştığından emin olunana kadar özel tedbirler alınmalıdır.

Pompanın dönüş yönü yanlışsa ve pompa giriş tıkalı veya daralmış halde iken çalıştırılıyorsa, pompa, giriş boru hattında yüksek basınç oluşturacaktır. Bu, pompanın, boru hattının ve/veya boru hattı bileşenlerinin kırılmasına sebep olabilir.

Pompanın dönüş yönünün doğru olduğundan emin olana kadar, her zaman pompa girişine vidayla gevşek şekilde tutturulmuş bir kapama plakası kullanın.

Yüksek dönüş hızlarında çalışma, pompanın kırılmasına neden olabilir. Pompayı, tasarlandığı maksimum dönüş hızının üzerinde dönüş hızlarında çalıştırmayın; bu, özellikle hız kontrolü için frekans invertörlerinin kullanıldığı sistemlerde önemlidir.

4.5 Özet - tehlikelerin fiziksel kaynakları

- Güvenlik hesaplamaları yaparken, sistemdeki tüm bileşenler için güvenli çalışma basınçlarının göz önüne alındığından emin olun.
- Pompa egzoz sisteminin tıkanmasının veya kısıtlanmasının mümkün olmayacağından emin olun.
- Vakum sisteminizin herhangi bir parçasında oluşan yüksek egzoz basınçlarının ortaya çıkma riski varsa, uygun basınç ölçme ekipmanının sisteminize eklenmesini önerir. Bu, basınç aşımı durumu söz konusu ise, sisteminizi güvenli duruma almak için kontrol sisteminize bağlı olmalıdır.
- Pompa bileşenlerinde gerekli olan basınç oranını değerlendirirken anormal koşulları ve arıza şartlarını hesaba katın.
- Doğru tipte basınç tahliye tertibatını kullandığınızdan ve bu tertibatın uygulamanız için uygun özellikler taşıdığından emin olun.
- Sıkıştırılmış gaz kaynaklarının düzgün ayarlandığından ve izlendiğinden emin olun. Pompa kapatılırsa ise kaynakları da kapatın.
- Mümkünse düzenli temizleme akımlarına uygulanan kaynak basıncının sistemin maksimum statik basıncından düşük olmasını sağlayın. Alternatif olarak, bileşenin arızalanması halinde bir basınç tahliyesinin mümkün olmasını sağlayın.

5. Tehlike analizi

Tehlike analizi teknikleri, bir sistemin normal kullanımında mevcut olan tehlikelerin ve hata veya arıza hallerinde ortaya çıkabilecek tehlikelerin belirlenmesine ve analiz edilmesine yönelik bir yaklaşım sağlar. Bu gibi teknikler, tehlike yönetimine için bir kılavuz sunar; bu tekniklerin kullanımı, birçok durumda, yasal bir gereklilik de olabilir. Tehlike analizlerinin tam olarak etkili olabilmesi için, sistemin ilk tasarımı esnasında başlatılması ve sistemin kurulumu ve işletimi süresince de sürdürülmesi şarttır.

Tehlike analizi teknikleri üzerine detaylı çalışmalar bu yayının kapsamı dışındadır. Ancak başka kaynaklarda birçok tehlike analiz tekniği açıklanmaktadır. Kimyasal işleme endüstrisinde en yaygın kullanılan örnek tekniklerden biri HAZOP'tur (Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışması). Bu, potansiyel tehlikelerin ve işletim sorunlarının tanımlanmasıyla ilgilenen bir tehlike analizi prosedürüdür.

Normalde tehlike analizleri; tehlikelerin türü, ciddiyeti ve gerçekleşme olasılıkları ile ilgili bilgiler sunar. Bu bilgiler, tehlikelerin etkilerini kabul edilebilir düzeylere çekilmesi için en iyi yola karar vermede kullanılabilir. Tehlikenin kaynağına bağlı olarak, tehlikenin ortadan kaldırılması, ciddiyet seviyesinin azaltılması veya gerçekleşme olasılığının düşürülmesi mümkün olabilir. Ancak tehlikelerin tamamen ortadan kaldırılması ender görülen bir durumdur.

Bir tehlikeli yönetmenin en iyi yoluna karar verirken, o tehlikenin tüm olası etkilerini dikkate almanız gerekir. Örneğin, küçük bir sıcak yüzey, yanmaya sebep olabileceğinden operatör için küçük bir tehlike oluşturabilir. Yanma olasılığını azaltmak için, sistem tasarımcısı sıcak yüzeye görünür bir uyarı koyabilir veya sıcak yüzey üzerine bir koruyucu yerleştirebilir. Ancak sistemin tehlike analizi, aynı sıcak yüzeyin yanıcı buharlar için bir tutuşma kaynağı oluşturabileceğine de işaret etmelidir; bu bir patlamaya veya bir toksik buhar bulutu açığa çıkmasına sebep olabilir. Tutuşma olasılığını azaltmak için, sistem tasarımcısı sıcak yüzeyin sıcaklığını azaltmalı ve yanıcı buharların sıcak yüzeye temas etmemesini imkansız hale getirmelidir.

6. Sistem tasarımı

6.1 Bir sistemdeki basınç oranları

Vakum sistemi boru hatları ve bileşenleri Fiziksel tehlike kaynakları Tehlikelerin fiziksel kaynakları *Tehlikelerin fiziksel kaynakları* sayfa 15 bölümünde belirtildiği üzere, atmosferik basıncın altındaki iç basınçlarda çalışmak üzere tasarlanmıştır. Ancak uygulamada, genellikle sisteminizin atmosferik basıncın üzerinde iç basınçlarla da kullanılabilir şekilde tasarlanması gereklidir. Gerekirse, aşırı basınçlanmanın önüne geçmek için basınç tahliye tertibatları eklemelisiniz.

Giriş borularının ve diğer giriş bileşenlerinin arıza koşullarında bile vakum altında çalışacakları varsayımından hareketle, bu bileşenlerin sistemin en zayıf parçaları olmasına izin vermemeniz önemlidir.

Egzoz sistemleri daima, çalışma sırasında pompaya mümkün olan en düşük karşı basıncı verecek şekilde tasarlanmalıdır. Bununla birlikte, egzoz sistemini uygun bir basınç oranı ile tasarlamanız da önemlidir; sistem pompanın oluşturabileceği ve sisteme bir sıkıştırılmış gaz eklenmesiyle oluşacak basınçlarda ve eldeki aşırı basınç koruma önlemleriyle birlikte kullanılmaya uygun olmalıdır.

Bir tehlike analizi yaparken şunları daima dikkate almanız gerekir:

- Soy gaz bağlantıları gibi harici girişler
- Başta egzoz hatlarındakiler olmak üzere tüm kaynakların izolasyonu ve daralması
- Proses gazları arasındaki reaksiyonlar.

Bir kazanın uçucu sıvı içerdiği ve bu kazanın sistemin geri kalanından izole edilemediği hallerde, harici ısı (örneğin bir yangından ötürü) uygulanmasının kazanın tasarım basıncından daha yüksek iç basınçlara sebep olabileceği unutulmamalıdır. Bu durumda uygun basınç tahliye seçeneklerini dikkate almanız gerekir.

6.2 Durgun hacimlerin ortadan kaldırılması

Durgun hacim, bir vakum borusu veya bileşeni içinde tam gaz akışına maruz kalmayan herhangi bir hacimdir. Buna örnek olarak mekanik yardımcı pompanın dişli kutusu veya bir aletin müşir başı gösterilebilir. Vanalı boru hattı ve nitrojen gazı giriş boruları da izole edildiklerinde durgun hacimler haline gelebilir.

Durgun hacimler, normalde proses bölmesinin içinde bulunmayan proses gazlarının karışımı ve reaksiyonunu düşünürken dikkate alınmalıdır. Borular, pompalar ve proses bölmeleri, gazları genellikle doğrusal olarak taşır; bir gaz veya gaz karışımı bir diğerini takip eder. Bu gibi doğrusal akışlarla taşınan gazlar, bir daralma veya tıkanma egzoz gazının hızını azaltmadığı sürece normal koşullar altında karışmaz. Durgun hacim temizlenmez ve sistemdeki basınç yükselip alçalırken, proses gazlarıyla doldurulabilir. Böylece prosesin bir aşamasında sistemden geçen gazlar tutulabilir. Bunlar daha sonra prosesin bir sonraki evresinden gelen gazlarla reaksiyona geçebilir. Birbirine uyumlu olmayan gazların girişleri arasında bölmenin tamamen boşaltılması, patlama riskine karşı koruma sağlar.

Gazların potansiyel olarak patlayıcı olduğu hallerde, durgun hacimlerdeki çapraz bulaşmalar konusunda dikkatli olmalısınız. Özellikle filtreler ve ayırıcılarda birikme tehlikesini dikkate almalısınız. Uygun durumlarda, çapraz bulaşma olasılığını azaltmak için yüksek bütünlüklü ve sürekli soy gaz akışı ile temizlik yapılmalıdır.

Yanıcı maddeler pompalanırken, durgun hacimlerin, normal temizlikle giderilemeyen potansiyel olarak patlayıcı gazlar ve buharlarla dolması mümkündür. Bu ortamda bir tutuşma kaynağı da varsa, durgun hacmin özel olarak temizlenmesi düşünülmelidir.

6.3 Egzoz özütleme sistemleri

Prosesiniz için doğru türde egzoz özütleme sistemini kullanmanız önemlidir. Daha önce de belirtildiği üzere, özütleme sistemi çalışma basınçlarına dayanabilecek şekilde tasarlanmalı ve tehlike materyaller üretilir veya işlenirken proses materyallerini ve bunların yan ürünlerini içinde tutup atmosfere tehlikeli salınımlar olmasını engelleyecek kadar sızdırmaz olmalıdır.

6.4 Potansiyel olarak patlayıcı gaz veya buhar karışımı kaynakları

Yanıcı bir gaz veya buhar doğru konsantrasyonda oksijen veya diğer uygun oksidan ile karıştığında, bir tutuşma kaynağı ile temasa geçer geçmez tutuşacak potansiyel olarak patlayıcı bir karışım oluşturur.

Bir pompanın potansiyel olarak patlayıcı olup olmadığı genellikle görülebilir ise de, Edwards'ın deneyimleri, süreç tasarlanırken dikkate alınmayan şartlar sebebiyle patlayıcı karışımlar üretebilecek bazı durumlar da olduğunu göstermektedir. Ekipmanınız tarafından oluşturulabilecek tüm muhtemel potansiyel patlayıcı karışım kaynaklarını belirlemelisiniz. Edwards'ın bu konuda edindiği deneyimlerden birkaç örneği aşağıda bulabilirsiniz:

- **Çaprazbulaşma** - Bir vakum pompasının birden fazla görev için kullanıldığı sistemlerde, pompanın bu materyalleri ayrı ayrı işlemesi mümkündür. Ancak eğer başka bir materyal kullanılmadan önce pompa temizlenmezse çapraz bulaşma ortaya çıkabilir ve bu da beklenmedik reaksiyonlara sebep olabilir.
- **Temizlik sıvıları** - Bir uygulama tehlikesiz gibi gözükebilir ancak yanıcı temizlik sıvılarının kullanılması ve hemen ardından sistemin vakum pompası ile tahliye edilerek kurutulması potansiyel olarak patlayıcı bir karışım yaratabilir.
- **Beklenmedik materyaller** - Vakum pompasının dağıtık bir vakum sistemi sağlamak için kullanıldığı 'merkezi vakum' çalışmalarında, sistemi tasarlanırken düşünülmemiş yanıcı materyallerin pompalanması mümkündür. Bu materyaller, vakum pompasının iç sıcaklıklarından daha düşük kendiliğinden tutuşma sıcaklıklarına sahip olabilir.
- **Çözünmüş buharlar** - Bunlar, proses işletimi esnasında ve prosesinizde doğru dahili Sıcaklığı seçmek için alınması gereken önlemler içerisinde oluşabilir. Bu, genellikle Kimyasal proses pazarında, ATEX yönetmelikleri ile korunmaktadır.
- **Havasızıntı** - Bir sisteme kazara hava veya oksidan sızması, bir yanıcı gazın veya buharın konsantrasyonunu değiştirebilir ve potansiyel olarak patlayıcı bir karışım ortaya çıkarabilir.
- **Yanıcısızdırmazlık sıvıları** - Sıvı halkalı vakum pompası içinde sızdırmazlık sıvısı olarak yanıcı bir sıvının kullanıldığı sistemlerde, içeri hava sızması potansiyel olarak patlayıcı bir iç karışım yaratacaktır.
- **Sıkıştırılmış proses materyalleri** - Yanıcı materyallerin sisteminizin içerisinde sıkıştırılma ihtimali varsa, hava veya diğer proses adımlarındaki oksidanlar ile tepkimeye girebileceğinin farkında olmalısınız. Bu durum, uygun sıcaklık veya kısmi basınç kontrolü ile önlenabilir.

6.5 Alevlenebilir alanın önlenmesi

Yanıcı bir materyal, ancak eğer hava veya oksijenle birleşirse ve konsantrasyonu Alt Yanabilirlik Limiti - LFL (veya Alt Patlama Limiti - LEL) ile Üst Yanabilirlik Limiti - UFL (veya Üst

Patlama Limiti - UEL) arasında ise potansiyel olarak patlayıcı bir atmosfer yaratır. Literatürde geçen bir çok verinin, örneğin oksijenin oksidan olduğu durumlarda olduğu gibi, havadaki yanıcılık sınırları ile ilgili olduğuna dikkat edin. Aşağıda belirtilen bir çok bilgi bu varsayım üzerinden temel almaktadır.

Ayrıca potansiyel olarak patlayıcı olması için, oksijen konsantrasyonunun Minimum Oksijen Konsantrasyonu - MOC (veya Kısıtlayıcı Oksijen Konsantrasyonu - LOC) değerinin üzerinde olması gerekir. Yanıcı gazların çoğu için MOC (LOC) hacmi %5 veya daha fazladır. (Not: Bu, özel tedbirler gerektiren piroforik veya kıvılcımlanan materyaller için geçerli değildir.)

Alevlenebilir alanda gaz karışımlarıyla çalışmanın önlenmesi için kullanılabilecek bir dizi strateji mevcuttur. Strateji tercihi, proses ve pompalama sistemi için yapılacak risk değerlendirmesinin (tehlike analizi) sonucuna bağlıdır:

- **Yanıcı gaz konsantrasyonunu LFL (LEL) altında tutun**

Alevlenebilir alana kazara yanıcı gaz girmesi riskini en aza indirmek üzere, LFL (LEL) altı çalışma için bir emniyet payı bırakılmalıdır.

Risk değerlendirmesini takiben, kullanıcı tarafından bir güvenlik mesafesi belirlenmelidir. Bazı yetkililer, konsantrasyonunun %25 LFL (LEL) altında tutulmasını önermektedirler.

Konsantrasyonun LFL'nin (LEL'in) altında tutulması için genellikle önerilen yöntem, pompa girişine ve/veya temizleme bağlantılarına verilen temizleyici soy gaz (örneğin nitrojen) ile seyreltmektir. Seyreltme sisteminin veya varsa alarmların veya kenetlerin ne kadar bütünlüklü olması gerektiği, seyreltme sisteminin başarısız olması halinde ortaya çıkabilecek tehlike alanına bağlıdır.

 **Not:**

Asfiksasyon riskini engellemek için uygun önlemleri aldığınızdan emin olun.

- **Oksijen konsantrasyonunu MOC (LOC) altında tutun**

Bu, emniyetli çalışmayı güvence altına almak için, pompalanan gazların oksijen konsantrasyonlarının izlenmesini gerektiren bir çalışma şeklidir. Alevlenebilir alana kazara yanıcı gaz girmesi riskini en aza indirmek üzere, MOC (LOC) altı çalışma için bir emniyet payı bırakılmalıdır. Uygun endüstri standartları, oksijen konsantrasyonlarının sürekli olarak görüntülediği durumları belirtir ve gaz karışımı için yayınlanan en az MOC (LOC) değerlerinin altındaki hacim yüzdelerinden 2 değer daha az olarak korunmalıdır. MOC (LOC)'nin %5'in altında olması durumunda, oksijen konsantrasyonu, MOC (LOC)'nin %60'ından daha fazlası olmayacak şekilde muhafaza edilmelidir. İzleme yalnızca rutin oksijen seviyesi kontrolleri şeklinde yapılıyorsa, oksijen seviyesinin, MOC (LOC)'nin oksijen konsantrasyonlarının MOC (LOC)'nin %40 altında muhafaza edildiği durumlarda %5'ten düşük olmaz ise, yayınlanan en düşük MOC (LOC) değerinin %60'ını geçmesine izin verilmemelidir.

Oksijen seviyesini yayınlanan en düşük MOC (LOC) seviyesinin altında tutmak için tercih edilen yöntem, proses ve pompa sistemindeki hava ve oksijenin titizlikle çıkarılması ile birlikte, pompalanan gazın, gerekirse pompa girişine ve/veya temizleme bağlantılarına verilen temizleyici soy gaz (örneğin nitrojen) ile seyreltmesidir. Hava/oksijen çıkarma önlemlerinin ve varsa alarmların veya kenetlerin ne kadar bütünlüklü olması gerektiği, çıkarma ve seyreltme sisteminin başarısız olması halinde ortaya çıkabilecek tehlike alanına bağlıdır.

Proses ve pompa sistemlerindeki havanın titizlikle çıkarılması için tipik olarak gerekli olan tedbirler bu bölümün sonunda verilmiştir.

- **Yanıcı gaz konsantrasyonunu UFL (UEL) üzerinde tutun**

Yanıcı gaz konsantrasyonlarının yüksek olduğu durumlarda, UFL (UEL) üstü çalışma daha uygun olabilir. Alevlenebilir alanı kazara yanıcı gaz basması riskini en aza indirmek üzere, UFL (UEL) üstü çalışma için bir emniyet payı bırakılmalıdır. Gazdaki artık oksijen düzeyinin, normalde yanıcı gaz UFL (UEL) konsantrasyonunda bulunan mutlak oksijen seviyesinin %60'ından az seviyede tutulması önerilir.

Oksijen seviyesinin bu emniyet payının altında tutulması için tercih edilen yöntem, proses ve pompa sistemindeki hava ve oksijenin titizlikle çıkarılmasıdır.

Pompalanan gazın, gerekirse pompa girişine ve/veya temizleme bağlantılarına verilen temizleyici soy gaz (örneğin

nitrojen) veya ekstra bir yanıcı gaz ("şişirme" gazı) ile seyreltmesi de gerekebilir. Hava çıkarma önlemlerinin, varsa temizleme gazı katma sisteminin ve alarmların veya kenetlerin ne kadar bütünlüklü olması gerektiği, çıkarma ve seyreltme sisteminin başarısız olması halinde ortaya çıkabilecek tehlike alanına bağlıdır.

▪ **Yanıcı faz konsantrasyonunu minimum patlama basıncı altında tutma**

Tüm yanıcı materyaller, bir patlamaya engel olunamadığı minimum basınç değerine sahiptir. Girişteki vakum pompasına giden basınç, bu basınç altında emniyetli bir şekilde korunursa, vakum pompası içerisindeki tutuşmalar, girişe yayılamayacaktır. Vakum pompasının egzozu için önlemler alınması gereklidir.

Proses ve pompa sistemlerindeki havanın titizlikle çıkarılması için tipik olarak gerekli olan tedbirler aşağıdaki gibidir:

▪ **Hava sızıntılarının giderilmesi**

Bir sızıntı detektörü kullanın veya bir basınç artış değeri testi yapın. Yanıcı materyallerin proses bölmesine girmesine izin vermeden önce, vakum sistemine giden havanın (oksijenin) izin verilen sınırlar içinde olduğunun tespiti için bir test yapılması mümkündür.

Basınç artış değeri testini yapmak için, boş proses bölmesi normal çalışma basıncının hemen altında bir basınca inene kadar tahliye edilir ve ardından da vakum pompasından izole edilir. Daha sonra proses bölmesindeki basınç sabit bir süre boyunca kaydedilir. İzin verilen maksimum hava sızıntısı ve proses bölmesinin hacmi bilindiğinden, sabit süre zarfında gerçekleşebilecek maksimum izin verilebilir basınç artışının hesaplanması da mümkündür. Bu maksimum basınç limiti aşırsa, proses bölmesine sızan havanın (oksijenin) kaynağının mühürlenmesi için önlem alınmalıdır. Daha sonra, yanıcı materyaller proses bölmesine alınmadan önce test başarıyla tekrarlanmalıdır.

Bazı durumlarda, sistemin sızdırmazlığını ölçmek için vakum sisteminin iyi bir temel basınca ulaşma kabiliyeti de kullanılabilir.

▪ **Proses başlamadan önce sistemdeki tüm havayı tahliye edin**

Proses herhangi bir yanıcı gaz dahil edilmenden önce sistem, içindeki tüm havanın giderilmesi için, tamamen tahliye edilmeli ve/veya bir soy gazla (nitrojen gibi) temizlenmelidir. İşlemin sonunda, sistem içeriği tamamen havaya boşaltılana kadar bu prosedürü tekrarlayın.

▪ **Kuru vakum pompaları için**

Hiçbir koşulda hiçbir mil sızdırmazlık gazının havayla temas etmesinin / karışmasının mümkün olmadığından ve varsa gaz balast portunun mühürlendiğinden veya sadece soy gaz vermek için kullanıldığından emin olun.

▪ **Islak vakum pompaları için (döner pistonlu veya döner kanatlı pompalar)**

Mil keçelerini imalatçının talimatlarına tamamen uyarak koruyun ve yağ basıncı kaybı için alarmlı göstergesi olan pompalı ve basınçlı bir yağlama sistemi kullanın. Bir basınç anahtarı ile, bu sistem filtrelenmiş ve basınçlı bir yağlama yağı sağlamak için harici bir aksesuar oluşturabilir. Varsa gaz balast portunun mühürlendiğinden

veya sadece soy gaz vermek için kullanıldığından emin olun. Proses başlamadan önce havayı gidermek için, yağ kutusuna yeterli miktarda temizleyici soy gaz verin.

- **Köklü yardımcı vakum pompaları**

Birincil tahrik milinin bakımını, üreticinin talimatlarına harfiyen uyararak yapın ve tasfiye veya 'havalandırma' bağlantı noktası bağlantılarının yalnızca soy gaz eklemek için kullanılabileceğinden emin olun.

- **Ters akış**

Sistem çalıştırma prosedürleri ve araçlarının, sistemi, bir pompa arızasından kaynaklanabilecek her türlü ters akıştan korumasını sağlayın. Pompalanan yanıcı gazların son tahliyede pompa egzozundan güvenle atıldığından emin olun. Egzoza inen gazın türbülansla geri karışmasını önlemek için, yanıcı gaz prosedürü başlamadan önce (ve bitişinden sonra) boru hattının uygun soy gazla temizlenmesini ve çalışma sırasında da uygun miktarda soy gazla temizlik uygulanmasını sağlayarak, egzoz boru hattında yanıcı gaz karışımlarının ortaya çıkmamasını güvence altına alın.

6.6 Sistem bütünlük seviyeleri

Soy gazla seyretme yoluyla koruma yöntemlerinden daha önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Bu yöntemin temel ilkesi, proses gazlarının bir patlama veya reaksiyonun gerçekleşmeyeceği bir seviyeye seyretmek için bu gazların bir soy gazla (genellikle nitrojen) karıştırılmasıdır. Gas seyretme yöntemini olası patlamalara karşı birinci emniyet sistemi olarak kullandığınızda, gas seyretme sistemi işlevini yerine getiremezse sistemin çalışmasını önlemek için ileri derecede bütünlüklü bir alarm ve kenetleme sistemine ihtiyacınız olabilir. Gaz seyretme sisteminin bütünlüğü, risk değerlendirmesi (tehlike analizi) esnasında dikkate alınmalıdır ve seyretme sisteminin arızalanması halinde ortaya çıkarak iç bölgelemeye (yani risk seviyesine) bağlıdır. Sistemde gerekli olan bütünlük seviyelerinin belirlenmesi için, bu risk analizinde daima mevcut en iyi uygulama tatbik edilmelidir.

Örneğin bir yanıcı gaz konsantrasyonunun alevlenebilir alan dışında tutulması için bir seyretme sistemi kullanılıyorsa ve seyretme arızasının neticesi pompalanan gazın sürekli veya sık sık alevlenebilir alanın içinde kalması olarsa (tipik olarak zamanın 1/8'i - yani bir 0 Bölgesi durumu), seyretme sistemi aşağıdakilerden birini yerine getirmelidir:

- Ender bir arıza halinde bile tehlike önleyici olmalıdır
- Aynı anda iki arıza olduğunda da güvenli olmalıdır
- İki bağımsız seyretici besleme sisteminden oluşmalıdır.

Buna karşılık, eğer seyretme sistemindeki arızanın neticesi pompalanan gazın ara sıra alevlenebilir alan içinde kalması olarsa (tipik olarak ATEX Bölgesi 1 durumu), seyretme sistemi aşağıdakilerden birini yerine getirmelidir:

- Beklenen arıza halinde bile tehlike önleyici olmalıdır
- Tek seferde tek arıza varken güvenli olmalıdır.

Seyretme sistemindeki arıza neticesinde, pompalanan gazın alevlenebilir alan içinde kalma olasılığı çok düşük olmasında rağmen pompalanan gaz bu alanda, çok kısa süre için bile olsa (tipik olarak ATEX Bölgesi 2 durumu) kalırsa, seyretme sisteminin normal işleyiş içinde emniyetli olması beklenir.

6.7 Alev tutucu koruma sistemlerinin kullanımı

Pompalanan gazlar ve buharlar (bkz. [Alevlenebilir alanın önlenmesi](#) sayfa 20) sürekli olarak veya uzun zaman süreçleri içerisinde (ör. Alan 0 durumu) yanıcı ise ve tutuşma kaynağının

(bkz. [Tutuşma kaynakları](#) sayfa 24) normal işletim veya öngörülebilir arıza esnasında aktif hale gelmesi durumunda, birincil pompanıza gerekli olan alev tutucuları oturtmanız gerekir (ayrıca bkz. Alev tutucularAlev durdurucular [Alev durdurucular](#) sayfa 30). Kuru vakum pompaları ile kullanılmak üzere belirli alev tutucuların kullanımı için üçüncü kişi sertifikaları alınmıştır. Bu sertifikalar, söz konusu alev pompalarının proses boru hattı genelinde ve onu çevreleyen atmosferde alev iletimini önleme kabiliyetini göstermektedir.

Yanıcı karışımların, uzun süreçler boyunca mevcut olması durumunda, teste edilen ve onaylanan sıcaklık vericilerin, sürekli yanmayı algılamak için giriş alev tutuculara yüklenmesi gereklidir. Sürekli yanmanın tespit edilmesi durumunda, pompanın kapatılması ve yakıt kaynağından uzak tutulması gerekir. Onaylanan alev tutucular ve sıcaklık vericiler için lütfen Edwards ile iletişime geçin. Pompada nadir görülen arıza durumlarında (Alan 0) termal olarak pompanın ve alev tutucunun korunması için, pompanın egzozuna bir egzoz sıcaklık verici takılmalıdır. Kapatma noktaları, pompalama sistemlerinden bağımsızdır. Pompa için lütfen ilgili ATEX kılavuzuna bakınız.

Giriş üzerindeki sıcaklık verici veya egzozun, hatalı bir koşulu belirterek maksimum sınıra ulaşması durumunda, uygun eylemlerin alınması gerekir. Bu, uygulamaya göre değişmekle birlikte, şunları içerebilir:

- **Yağ beslemesinin durdurulması** - Vakum pompasının girişine yerleştirilmiş bir vananın kapatılması, vakum pompasına yakıt girişini önleyecektir.
- **Tutuşma kaynağının durdurulması** - Motora giden gücün kapatılması ile vakum pompasının durdurulması.
- **Yanma alanının etkisiz hale getirilmesi** - Yanma alanına (her zaman olmamakla birlikte, tipik olarak pompanın egzoz manifoldunda yer alır) hemen bir soy gazın eklenmesi alevi ortadan kaldıracaktır. Tutuşma kaynağı ortadan kaldırılmazsa, bir alevin tekrar tutuşmasının mümkün olduğunu hatırlatırız.

6.8 Tutuşma kaynakları

Vakum pompalarının yanıcı karışımları pompalamak için kullanılması durumunda, olası tüm tutuşma kaynaklarının hesaba katılması gerekir. Aşağıda, genel inceleme kapsamında göz önüne alabileceğiniz bazı hususlar yer almaktadır. Prosese bağlı olarak, bazı ya da tüm tutuşma kaynaklarından sakınabiliyor olmanız gerekir. Sistem gereksinimleriniz ya da proses koşulları yüzünden tutuşma kaynağından sakınamamanız durumunda, sisteminizi uygun şekilde tasarlamamız gerekir.

Not:

Bazı Edwards Kimyasal pompalar, iç patlama yapmayacaklarını (doğru uygulanırlarsa) teyit etmek amacıyla bir üçüncü tarafça sertifikalandırılmıştır.

- **Mekanik kontak** - Sistem ve vakum pompası içerisindeki döner ve sabit mekanik kontak parçaları, tutuşma kaynağı sağlayabilir. Tüm Edwards vakum pompaları, tüm işletim koşulları esnasında, pompa içerisindeki doğru şekilde çalışan tasfiyelerin korunması için tasarlanmıştır. Bu tutuşma kaynağını engellemek için, pompanın temiz tutulması veya dahili yüzeyler üzerindeki materyallerin işletimden alınmasının engellenmesi oldukça önemlidir. Mil yatakları iyi koşullarda tutulmalı, yeterli yağ desteği sağlanmalı ve proses gazları ile temasa girmesinin engellenmesi için uygun tasfiye gazına sahip olması gerekir. Güvenli işletimi sağlamak amacıyla, mil yatakları için önerilen bakım yöntemleri izlenmelidir.
- **Parçacık emme** - Tüm pompalama mekanizmaları, sistem üretim prosesinden doğan veya bu sürecin bir sonucu olan parçacıkları emme potansiyeline sahiptir. Bunlar hareketli bir yüzey ile sabit bir yüzey arasında yuvarlandığında, ısı ortaya

çıkması mümkündür. Uygun giriş ekranı (ağı) veya filtresi, parçacıkların hacim ve boyutlarının güvenli miktarlara düşürülmesi için, vakum pompası içerisindeki parçacık girişini engelleyecektir. Giriş ekranı için uygun bakım yöntemine sahip olmak amacıyla gerekli önlemler alınmalıdır.

- **Toz birikmesi** - Toz üreten proseslerde kullanılan pompalama mekanizmasında, iç açıklıklarda sıkıştırılmış küçük toz parçaları birikebilir. Giriş toz filtreleri kullanılsa bile, parçacıkların pompaya girmesi mümkündür. Termal değişikliklerden kaynaklanan küçük boyut değişimleri ile, sıkıştırılmış toz hareketli bir yüzeye dokunup ısı yaratabilir.
- **Sıkıştırma ısı (kendiliğinden tutuşma)** - Herhangi bir kompresörün içindeki iç sıkıştırma ısı, pompalanan her türlü gazın veya buharın kendiliğinden tutuşma sıcaklığı ile bağlantılandırılarak hesaba katılmalıdır. Pompanın, pompaladığınız gazlar ile aynı ya da daha yüksek sıcaklık sınıflandırmasına sahip olduğundan emin olunmalıdır.
- **Sıcak yüzeyler** - Yanıcı gazların veya buharların sıcak bir yüzeye temasa geçmesine izin verilmesi halinde, bunlar kendiliğinden tutuşma sıcaklığı aşırsa tutuşabilir. Not: Edwards pompaların ve alev tutucuların termal olarak yalıtılmasının, iç (veya dış) yüzeylerin kendiliğinden tutuşmaya sebep olacak kadar ısınmasına yol açma olasılığı varsa, böyle bir yalıtım yapılmamalıdır.
- **Dışarıdan uygulanan sıcaklık** - Dışarıdan uygulanan sıcaklık, örneğin vakum ekipmanının yakın çevresinde bir yangın olması halinde gerçekleşebilir. Bu durumda, sistemin maksimum statik basıncından yüksek iç basınçlar ve kendiliğinden tutuşma sıcaklığının üzerinde sıcaklıklar ortaya çıkabilir. Bu, sistem tehlike analizi kapsamında dikkate alınmalıdır.
- **Sıcak proses gaz akışı** - Giriş gazı sıcaklıklarının yüksek olması, iç (veya dış) yüzeylerin sıcaklıklarının, pompalanan materyallerin kendiliğinden tutuşma sıcaklıklarını aşmasına sebep olabilir. Yüksek sıcaklığa sahip giriş gazı, çark/statör arızasına yok açabilir. Maksimum izin verilen dahili gaz sıcaklıkları için lütfen vakum pompası kullanım kılavuzunuza göz atın. Daha fazla bilgi için Edwards'a danışın.
- **Katalitik reaksiyon** - Belirli materyallerin varlığı katalitik tutuşmaya yol açabilir. Vakum sistemindeki tüm yapısal materyaller, pompalanan gazlar veya buharlarla bu şekilde etkileşime geçme potansiyelleri ışığında değerlendirilmelidir.
- **Piroforik reaksiyon** - Hava veya oksidan girişi yüzünden oluşan piroforik materyallerin yanma sıcaklığı, mevcut tüm yanıcı materyaller için tutuşma kaynağı görevi görebilir. Bkz. [Kıvılcımlanan materyaller](#) sayfa 11.
- **Statik elektrik** - Yalıtılmış bileşenler üzerinde statik elektrik birikebileceği durumlarda, bu yük kıvılcım şeklinde toprağa boşaltılmadan önce bazı durumlar ortaya çıkabilir. Statik yük birikmesi, sistem tasarımının bir parçası olarak düşünülmalıdır.
- **Yıldırım** - Açık havadaki sistemlerde bir yıldırım düşmesi tutuşma enerjisi sağlayabilir. Bu olayın gerçekleşme olasılığı, sistem tasarımının bir kısmı olarak düşünülmalıdır.

6.9 Özet - sistem tasarımı

Güvenli vakum pompalama sistemlerini tasarlamak için, aşağıdaki noktalar dikkate alınmalıdır. Uygulamanıza bağlı olarak, diğerleri de mümkün olabilir.

- Tehlikeli materyaller pompalıyorsanız, sistemi arıza halinde güvende olacak şekilde tasarlamalısınız
- Oksidanlar pompalarken, pompalarda PFPE (perfloropolieter) yağlayıcılar kullanın

- Giriş gazının, minimum veya düşük oksidan altında ya da yanma sınırı veya düşük patlama altındaki yanıcı gazın konsantrasyonunu azaltmak için kullanıldığı durumlarda, giriş gaz kaynağının doluluğundan emin olunmalıdır.
- Konsantrasyon, yanma sınırının veya üst patlamanın üstünde tutulabilir, ancak konsantrasyonun yanma menzili içerisine girmediğinden emin olmak için uygun güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Kullanım öncesi istenen sızıntı geçirmezliğini sağladığınızdan emin olmak için sistemler ve ekipmanlar üzerinde sızıntı testi yapın.
- Kıvılcımlanan gazları, gazlar atmosfere verilmeden ya da oksidan gazlarla karışmadan önce bir soy gaz ile emniyetli seviyelere seyreltin
- Sodyum azid ile ağır metallerin, sisteminizdeki gaz yolunun herhangi bir yerinde temas etmesine izin vermemelisiniz
- Sistemin maksimum basıncının, sistemin herhangi bir parçasının kendine ait emniyet seviyesini aşmasına izin vermemelisiniz
- Pompalamak istediğiniz maddeler için sağlanan emniyet bilgilerini daima dikkate almalısınız
- Süpürülen hacimde yağ ile ilgili tehlikeler olduğunda, yağ keçeli döner pervaneli ya da pistonlu pompalar yerine kuru pompaları kullanmayı düşünün.
- Vakum pompalarının yanıcı karışımları pompalamak için kullanılması durumunda, olası tüm tutuşma kaynaklarının ve olası patlamanın potansiyel sonuçlarının hesaba katılması gerekir.

7. Doğru ekipman seçimi

Uygulamanız için doğru ekipman seçtiğinizden emin olmak için, sisteminizin çalışması için ihtiyaç duyulacak limitleri göz önüne almalısınız. Edwards ekipmanları için teknik bilgiler, Ürün Katalogumuzda, Pazarlama Yayınlarında ve ekipman kullanım kılavuzlarında verilmiştir. Çoğu durumda, talep üzerine daha fazla bilgi alınabilir; bilgi edinmek için lütfen Edwards'a danışın.

Vakum sisteminizi tasarlarken, ilgili mekanik pompa parametrelerini dikkate alın, örneğin:

- Maksimum statik basınç (giriş ve egzoz)
- Maksimum çalışma giriş basıncı
- Maksimum çalışma egzoz basıncı
- Giriş ve egzoz bileşenlerinin iletkenliği
- Pompaya takılan diğer bileşenlerin basınç özellikleri
- Egzoz hattının tıkanması durumunda basınç izleme

Yağ keçeli döner pervaneli ve pistonlu pompalar için ayrıca şunları dikkate almanız gerekir:

- Gaz balast akış oranı
- Yağ kutusu temizleme akış oranı
- Yağ kutusunda kalan gazlar ve buharlar
- Yağ kutusundaki yağın emmiş olduğu gazlar ve buharlar

Maksimum statik basınç, bir pompanın girişinin veya çıkışının, pompa çalışır durumda değilken maruz kalabileceği maksimum basıncı tanımlar. Basınç, pompanın mekanik tasarımına bağlıdır.

Yağ keçeli döner pervaneli ve pistonlu pompalar, giriş basınçları atmosferik basınç seviyesinde veya bunun altında olacak şekilde çalışmak üzere tasarlanmıştır ve maksimum statik basınç derecesi atmosferik basıncın üzerinde olsa bile, pompa çalışırkenki maksimum giriş basıncının atmosferik basıncın üzerine çıkmasına izin verilmemelidir. Bazı üreticiler, pompalarının sürekli giriş basıncını, atmosferik basıncın altındaki basınçlarla kısıtlarlar. Pompa çalışırkenki maksimum giriş basıncına, maksimum çalışma basıncı denir.

Maksimum çalışma basıncının sınırlandırılmasının sebebi mutlaka pompanın mekanik bütünlüğü ile ilgili olmak zorunda değildir. Maksimum basınç genellikle pompanın yüksek basınçlardaki güç derecesiyle orantılıdır ve pompanın veya elektrikli motorun mekanik bileşenlerinin potansiyel aşısı ısınma tehlikesiyle ilgilidir.

Benzer nedenlerle, vakum pompanızın çıkış basıncını olabildiğince düşük tutmanızı öneriyoruz (sürekli çalışma için tipik olarak 0,15 bar; $1,15 \times 10^5$ Pa veya altında). Pompalar, kısıtlamasız egzozlarla çalışmak üzere tasarlanmıştır ve 0,15 barlık ($1,15 \times 10^5$ Pa) bir çıkış basıncı genellikle, egzoz tahliye sisteminiz ve ıslah ekipmanınız üzerinden egzoz gazlarını çıkarmak için yeteri kadar yüksektir.

7.1 Yağ keçeli döner pervaneli ve pistonlu pompalar

Edwards yağ keçeli döner pompalar, E1M, E2M ve RV serisi döner pervaneli pompaları ve yağ keçeli pistonlu pompaların Microvac serisini içerir. Genel olarak tüm vakum pompaları, atmosferik basıncın altındaki giriş basınçlarında ve pompa egzozunun atmosfere serbestçe salınacağı şekilde çalışmak üzere tasarlanmıştır.

Yağ keçeli döner pervaneli ve pistonlu pompalar, pozitif sıkıştırımlı kompresörlerdir ve eğer çıkış tıkanır veya kısıtlanırsa, çok yüksek egzoz basınçları üretirler. Bu durumlarda basınçlar,

pompa yağ kutusundaki emniyet statik basıncını ve pek çok durumda, sistemdeki aşağı akış bileşenlerinin (polipropilen ovalayıcılar ya da vakumlu 'O' halkası bağlantıları) emniyetli statik basınçlarını aşabilir. Bu yüzden Edwards, pompa egzoz hattı içerisine yüksek sağlamlığa sahip basınç sensörü yerleştirilmesini önerir.

Güvenli bir seyreltme seviyesine ulaşmak için gaz balastı, pompa üzerindeki yağ kutusuna bağlanan bir yağ kutusu temizlemesi (eğer bu imkan varsa) tarafından artırılabilir. Gaz balastındaki ve yağ kutusu temizleme akış oranlarındaki bir artış, egzoz sistemine taşınan yağın miktarını artırır.

Tüm Edwards yağ keçeli pompalar, yanıcı ve patlayıcı gaz karışımlarını tutabilecek ciddi yağ kutucu hacimlerine sahiptir. Yağ kutusundaki yağ, buharlı ya da gazlı yan ürünleri etkili bir şekilde soğurabilir ya da yoğunlaştırabilir. Yağda tutulan buharlar ve gazlar, kıvılcımlanabilir ya da toksik olabilir. Bu yüzden bakım sırasında güvenliği sağlamak için özel taşıma prosedürleri uygulamanız gerekir. Dolayısıyla bakım sırasında emniyeti sağlamak için özel taşıma ve işleme prosedürleriniz olmalıdır.

7.2 Edwards kuru pompaları

Maksimum çalışma basıncı, yağ keçeli pompaları etkileyen faktörler tarafından (yani pompanın veya elektrik motorunun mekanik bileşenlerinin aşırı ısınmasından doğan potansiyel tehlike) kısıtlanır.

Edwards kuru pompaları, pozitif sıkıştırmalı kompresörlerdir ve yüksek egzoz basınçları üretebilirler. Pompalar, proses sonunda katı yan ürünler elde edilen (yani egzoz hattında bir tıkanmanın söz konusu olabileceği) bir sisteme entegre edildiğinde, bir yüksek bütünlüklü egzoz basıncı ölçme aygıtı takmanız gerekir. Anahtarların ayarlanması gereken çalışma basınçları için pompa kullanım kılavuzuna bakabilirsiniz.

Edwards kuru pompaları, yüksek iş hacimli gaz balast kapasitesine sahiptir. Reaksiyon bastırmasını optimize etmek için azot gibi seyreltici bir gazın eklenmesi, pompa mekanizması aracılığıyla yapılabilir. Gaz tasfiyesi akış oranları için, lütfen pompa kullanım kılavuzuna göz atın.

7.3 Boru hattı tasarımı

7.3.1 Körükler

Körükler kısa, derin kıvrımlara sahip ince duvarlı bileşenlerdir. Bunlar, bir pompadan vakum sisteminize gelen titreşim aktarımını azaltmak için kullanılır.

Körükleri daima her iki ucu da sıkı bir şekilde tutturulmuş bir şekilde düz bir çizgi üzerine monte edin. Montaj doğru yapıldığında körükler küçük bir pozitif iç basınca dayanabilir (ayrıntılar için körüklerle birlikte verilen kullanım kılavuzuna bakabilirsiniz). Körükleri, kuru pompa egzozlarında kullanmayın; örgülü esnek boru hatları kullanın (bkz. Esnek boru hatları [Esnek borular](#) sayfa 28).

Sık çevrimli uygulamalarda kullanıldığında, körüklerde yorulma nedeniyle iş görmezlik meydana gelmesi olasılığını dikkate alın.

7.3.2 Esnek borular

Esnek borular, körüklere göre daha kalın duvar bölümüne ve daha sığ kıvrımlara sahiptir. Esnek borular, vakum sistemi bileşenlerinin bağlantısı için rahat bir yöntem sunar ve yanlış hizalamanın ya da katı vakum borularındaki küçük hareketlerin telafi edilmesine yardımcı

olurlar. Esnek borulara göreceli olarak daha keskin bükümler verilebilir ve borular bu konumu koruyabilir.

Esnek borular, statik sistemlere monte edilmek üzere tasarlanmıştır. Bu borular, yorulma iş görmezliğine neden olabilecek tekrarlanan bükümler için uygun değildir.

Bir esnek boru kullandığınızda, mümkün olan en kısa uzunluğu kullanın ve gereksiz bükümlerden kaçının. Yüksek egzoz basınçlarının oluşabileceği durumlardaki uygulamalar için, örgülü esnek boru hatlarının kullanılması gerekir.

Örgülü esnek borular, dışında dokunmuş paslanmaz çelikten bir örgü katmanı olan körüklerdir. Bir örgülü esnek boruyu taktığınızda, örgülü esnek boru ile birlikte gelen kullanım kılavuzuna verilen minimum bükme yarıçapına dikkat etmelisiniz.

7.3.3 Dayanak noktaları

Boruları ve boru bileşenlerini sağlam bir şekilde sabitlemelisiniz. Örneğin, eğer körükleri hatalı bir şekilde sabitlerseniz, pompa tarafından üretilen titreşim azaltılmaz ve bu, borularda yorulmaya neden olabilir.

7.3.4 Contalar

Vakum sisteminin herhangi bir kısmında bir pozitif basınç meydana gelme olasılığı olduğunda (arıza durumlarında bile), beklenen vakuma ve pozitif basınçlara dayanabilecek tutturulmuş mühürleme türleri ve materyalleri kullanmanız gerekir.

7.4 Fiziksel aşırı basınç koruması

Aşırı basıncın nedeni, sisteminizdeki veya sistem bileşenlerinden birindeki bir kısıtlama ya da tıkanma olabilir. Aşırı basınç, pompadan ya da harici sıkıştırılmış gaz beslemelerinden (bir seyreltme sistemindekiler gibi) gelen sıkıştırılmış gaz akışının bir sonucu olarak meydana gelebilir. Aşırı basınç koruma sistemlerinin iki ana yöntemi bulunur: basınç boşaltma ve aşırı basınç uyarısı / alarmı, bunlar aşağıdaki paragraflarda tanımlanmıştır.

7.4.1 Basınç tahliyesi

Bir aşırı basıncı azaltmak için patlama diskleri veya basınç tahliye vanaları kullanabilirsiniz. Cihazın çalışma basıncı, sistemin tasarım basınç derecesinin altında olmalıdır. Bu cihazları uygun borularla, proses gazlarınızı salmanın güvenli olduğu ve havalandırmayla ilgili kısıtlamaları olmayan bir alana bağlamalısınız. Eğer prosesiniz katı yan ürünler üretiyorsa, basınç tahliye cihazları, tıkanma veya kısıtlama olmadığından emin olmak için düzenli olarak incelenmelidir. Bu tür koruma cihazlarının tasarımında, basınç vuruşlarının patlama disklerinin yorgunluk ömürleri ya da vananın ömrü üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır.

7.4.2 Aşırı basınç alarmı/salma

Bu koruma yöntemi Edwards tarafından kullanılır. Bu koruma tipi her sistem için önerilir, ancak özellikle katı yan ürünler üreten sistemler için uygun olmayabilir.

7.4.3 Basınç düzenleyicileri

İki ana basınç düzenleyicisi tipi vardır: Havalandırmalı ve havalandırmaz.

Havalandırmalı düzenleyiciler, akışsız koşullar altında sabit bir çıkış basıncını korumak için gazı atmosfere ya da ayrı bir havalandırma hattına salar. Havalandırmalı düzenleyiciler genellikle boru hattı bütünlüğünün çok büyük önem taşıdığı durumlarda kullanılır.

Havalandırmaz düzenleyiciler, akış koşulları altında sadece sabit bir çıkış basıncını korurlar.

Akışsız koşullar altında, bazı düzenleyicilerin çıkış basıncı, besleme basıncının seviyesine kadar yükselebilir. Bu yükselişin oranı düzenleyicinin karakteristiklerine ve çıkışın bağlı olduğu hacme bağlıdır. Yükseliş, birkaç dakikadan birkaç aya kadar sürebilir.

Basınç düzenleyicileri kesme vanaları olarak tasarlanmamıştır ve yalıtım gerektiğinde uygun bir yalıtım cihazı (bir selenoid vana gibi) ile birlikte kullanılmalıdır. Alternatif olarak, aşırı basınçları emniyetli bir şekilde tahliye etmek için önlemler de alabilirsiniz.

7.4.4 Alev durdurucular

Alev tutucular, patlama önleme cihazları değildir. Bunlar, bir alev cephesinin bir boru veya kanal boyunca yayılmasını önlemek üzere tasarlanmıştır (lütfen bkz. [Alev tutucu koruma sistemlerinin kullanımı](#) sayfa 23). Alev tutucular geniş bir yüzey alanı ile alev cephesine küçük iletkenlik boşlukları sunar ve böylece alevin sönmesine neden olur. Alev tutucular genellikle sadece, temiz gazlar veya buharlar için kullanılan sistemlerde kullanım için uygundur.

Gaz karışımlarının patlayıcı enerjisi, basınçla birlikte artar. Çoğu alev tutucusu, iç basıncın atmosferik basıncı aşmayacağı yerleri korumak üzere tasarlanmıştır. Alev tutucuya çıkan tahliye sistemindeki çalışma basıncının, maksimum işletim basıncı aşmasına izin verilmediğinden emin olmalısınız. Onaylanan tutucular konusunda, Edwards Kimyasal kuru vakum pompaları ile kullanım için ve maksimum izin verilen basınçlar için lütfen ATEX kullanım kılavuzuna başvurun. Aynı zamanda, vakum pompanızın maksimum izin verilen arka basıncını da hesaba katmanız gerekir.

Alev tutucuları, alev cephesinden yanma ısısının alınmasıyla çalışır ve bu yüzden azami düzeyde emniyetli bir çalışma sıcaklığına sahip olurlar. Bu sıcaklığın yüzey ısıtma, yalıtım veya bunların içinden geçen gaz akışının sıcaklığı tarafından aşılmasına izin vermemeniz gerekir.

Bir alev tutucunun bir alevi tutma kabiliyeti, alev cephesinin hızına bağlıdır ki bu da, alev cephesinin tutuşma kaynağından uzaklığına bağlıdır. Bunlar Edwards kimyasal pompalarıyla kullanıldığında, girişe ve egzoza yakın bir şekilde bağlanmalıdır. Pompa ile tutucu arasında dirseklerin ve T parçalarının kullanılması, belirli koşullar altında kabul edilebilir. Bilgi edinmek için lütfen Edwards'a danışın.

7.5 Temizleme sistemleri

Bir proses çevriminden sonra sistemde kalan proses gazın giderilmesi amacıyla ekipmana soy gaz temizleme sistemleri takılabilir.

Temizlemenin doğru kullanılması durumunda korozif ürünler giderilir, bunların pompaya ve daha önemlisi alev tutucular gibi koruma sistemlerine zarar vermesi engellenir. Ayrıca, proses gazlarının giderilmesi, farklı proses çevrimlerinde kullanılan malzemeler arasında istenmeyen ve potansiyel olarak tehlikeli kimyasal reaksiyonların oluşmamasını sağlar.

7.6 Özet – doğru ekipman seçimi

- Uygulamanız için doğru ekipman tipini seçin
- Bir arıza durumunda emniyeti sağlayacak tüm uygun emniyet cihazlarını kullanın
- Durgun hacimleri ortadan kaldırın
- Sistemin uygun bir şekilde kontrol edilmesini ve düzenlenmesini sağlayın

- Uygun olan durumlarda, basınç tahliye cihazları kullanın
- Uygun olan durumlarda, alev tutucular kullanın
- Sistemleri ve ekipmanları kullanmadan önce sızıntı testi yapın.

8. Çalışma prosedürleri ve eğitim

Ekipmanların çalışma güvenliği, uygun eğitimler gerektirir ve açık ve anlaşılır talimatlarla ve düzenli bakımla geliştirilir. Vakum ekipmanlarını kullanan tüm personelin uygun eğitim almış olması ve gerektiğinde denetlenmeleri önemlidir.

Eğer Edwards ekipmanlarının çalıştırılmasıyla veya emniyetle ilgili emin olmadığınız bir ayrıntı varsa, lütfen tavsiye almak için bizimle iletişime geçin.

9. Özet

- Tüm tehlikeleri en aza indirmek, olası durumlarda saf dışı bırakmak ve tespit etmek için bir tehlike değerlendirmesi yapın. Vakum sistem tasarımı, yapımı, işleme alınması, çalıştırılması, bakımı ve işletimden çıkarılması için bu işlem yapılmak zorundadır.
- Sisteminiz içindeki tüm olası kimyasal reaksiyonları göz önüne alın. Arıza hallerinde ortaya çıkabilecek olanlar dahil, anormal kimyasal reaksiyonları hesaba katın.
- Kendiliğinden tutuşma gibi proses malzemeleriyle ilişkili potansiyel tehlikeleri ölçerken, malzeme veri sayfalarına/malzeme emniyet veri sayfalarına başvurun.
- Oksidanlar ve yanıcı materyallerle reaksiyonları en aza indirmek için seyreltme teknikleri kullanın.
- Oksidanlar ve yanıcı materyallerle reaksiyonlar meydana gelmesini en aza indirmek için seyreltme teknikleri kullanın.
- Oksidanları ve kıvılcımlanan malzemeleri pompalarken, pompanızda doğru yağlayıcı tipini kullanın.
- Güvenlik hesaplamaları yaparken, sistemdeki tüm bileşenler için güvenli çalışma basınçlarının göz önüne alındığından emin olun. Ayrıca anormal koşullarla arıza koşullarını da dikkate alın.
- Doğru tip basınç tahliye cihazları kullandığınızdan ve bunların uygulamanız için uygun derecelere sahip olduğundan emin olun.
- Egzoz tıkanmalarının meydana gelmemesini sağlayın.
- Seyreltme gazlarının uygun bir şekilde düzenlendiğinden ve izlendiğinden emin olun.
- Tehlikeli materyaller pompalıyorsanız, sistemi arıza halinde güvende olacak şekilde tasarlamalısınız.
- Oksidanlar pompaladığınızda PFPE (perfloropolieter) yağ ve gres kullanın.
- Güvenli seviyeler ya da hatalar da dahil olmak üzere tüm proses koşulları esnasında uygun güvenlik faktörleri ile ilgili patlama sınırı / üst yanıcı üstünde kaldığınızdan emin olmak için pirofonik ve yanıcı gazı seyreltmek amacıyla bir giriş gazı kullanın.
- Sistemin maksimum basıncının, sistemin herhangi bir parçasının maksimum basınç derecesini aşmasına izin vermemelisiniz.
- Süpürülen hacimde yağ ile ilgili tehlikeler olduğunda, yağ keçeli pompalar yerine kuru pompalarını kullanmayı düşünün.
- Durgun hacimleri ortadan kaldırın.
- Sistemin uygun bir şekilde kontrol edilmesini ve düzenlenmesini sağlayın.
- Uygun olan durumlarda, alev tutucular kullanın.
- Sistemleri ve ekipmanları kullanmadan önce sızıntı testi yapın.

