

Sejttároló rendszerek beszerzése és szállítása a biotechnológiai laboratórium számára

Szerzők: Steve Scheuring és Jim Gordon

A sejttároló rendszer kiválasztása fontos döntés minden élettudományi laboratórium esetében. Egy rossz választás veszélyeztetheti az értékes kutatást és többletköltségeket eredményezhet. A jó választás kevesebb bosszúságot okoz és csökkenti a kiadásokat. A tervezőknek számos tényezőt kell figyelembe venniük a sejttároló rendszer kiválasztásánál, beleértve a hőmérsékleti igényeket, a teljesítményigényeket, a minták szennyeződését, az esetleges létesítményi követelményeket, a biztonságot és a kriogén ellátást. Ez a cikk összehasonlítja a tárolórendszerek két típusát - a folyékony nitrogénes (LIN) fagyasztókat és a mechanikus fagyasztókat - így segítve az olvasót a tájékozottabb beszerzésben.

Hőmérséklet

Az első kérdés, amelyet a tervezőnek meg kell kérdeznie a tárolórendszer kiválasztásakor: "Milyen hidegre van szükség?" Számos alkalmazás esetében elegendő a víz üvegesedési hőmérsékletének (-130 °C) az elérése. Ezen a hőmérsékleten a sejten belüli mozgás megszűnik, a sejt a felfüggesztett animáció állapotába kerül. Ez lehetővé teszi a minta túlélését szinte végtelen ideig.

Két lehetőség van a minták tárolására ezen a hőmérsékleten: 1) LIN fagyasztók és 2) mechanikus fagyasztók. A LIN egységek a leghidegebb hőmérsékleteket kínálják. A LIN fagyasztók a mintákat egy LIN-medencében tárolják -196 °C-on, vagy gőzfázisú egység esetén, hideg nitrogéngőzben, 170-190 °C hőmérsékleten. A mechanikus fagyasztók némileg melegebb hőmérsékleten tárolják a mintákat. A leghidegebb mechanikai egységek elérik a -130 °C és -150 °C közötti hőmérsékletet, bár a mechanikus fagyasztók túlnyomó többsége -80 °C-ra történő hűtésre van tervezve. Általában a mechanikus egységek jelentik a kényelmesebb megoldást. A felhasználó egyszerűen csatlakoztatja a készüléket a hálózathoz, és beállítja a hőmérsékletet az indításhoz. Azonban a -130 °C-os vagy annál alacsonyabb hőmérséklet eléréséhez a mechanikus egységeknek a működési tartományuk szélén kell működniük, így a minták némileg ki vannak téve hőmérséklet ingadozásnak. Következésképpen ezek az egységek még mindig némileg ritkák. Ezzel szemben a LIN egységek a gyakoribb és megbízhatóbb választási lehetőség az üvegesedési hőmérséklet alatti tároláshoz és a hosszú távú minta megőrzéshez.

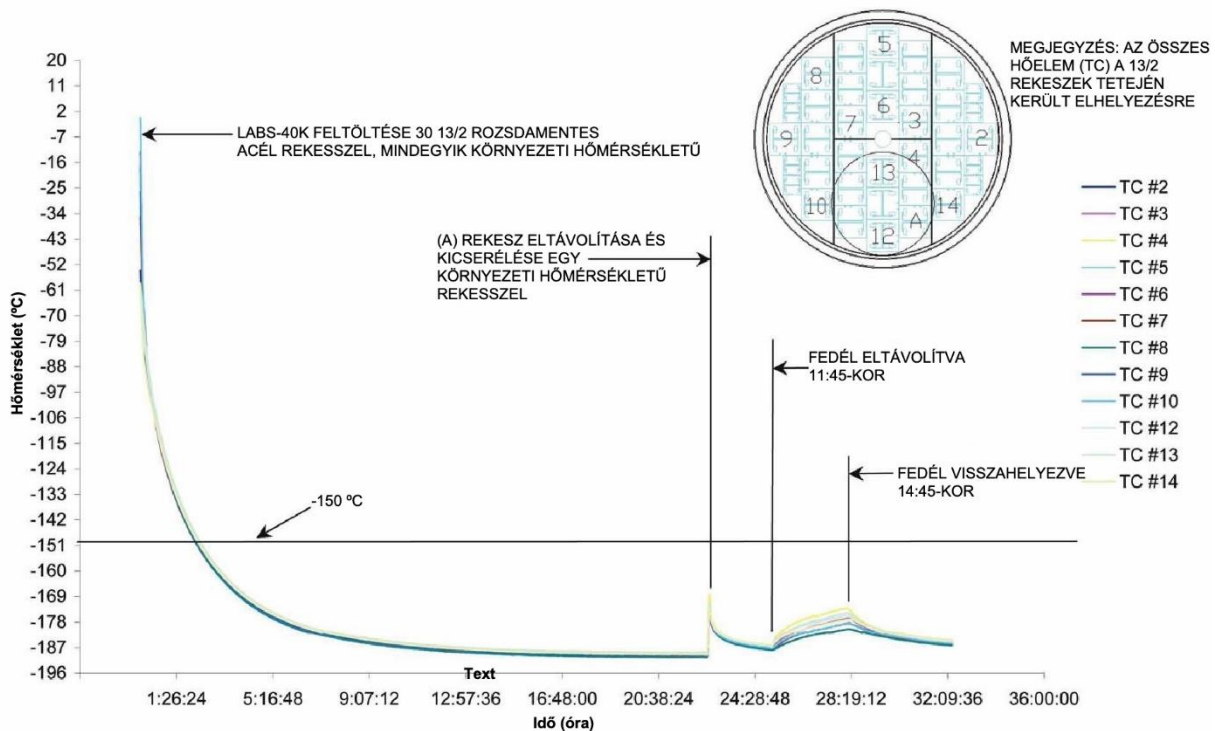


1. ábra LABS 40K fagyasztó

A minta integritása

Az elmúlt években problémát jelentett a szennyezőanyagok, mint például a vírusok, baktériumok és gombák potenciális áttérése az egyik sejtből egy másik sejtbe, amikor azokat LIN-be merítették. A laboratóriumokra igen erős nyomás helyeződik, hogy megvédjék a mintákat az elszennyeződéstől. Ennek egyik módja, hogy további védőedények biztosítása a mintákat tartalmazó fiolák körül. Másik módja a minták tárolása egy gőzfázisú egységben, amely a mintákat az üvegesedési hőmérséklet alatt tartja anélkül, hogy közvetlen kapcsolatba kerülne a LIN-nel.

**LABS-40K Hőmérséklet profil (kb. 76 liter) LN2-vel az alsó tálcában
(Hűtőberendezés előhűtve 1 héten keresztül)**



2. ábra A gőzfázisú egység hőmérséklete

Ezen berendezések ellen azt az érvet hozták fel, hogy a LIN gőzfázisú egységek nagy hőmérsékleti gradiensekkel rendelkeznek, és ezért nem képesek állandó hőmérsékletű fagyasztást biztosítani. Ez igaz lehet olyan régebbi egységek esetében, amelyeknek nagy fedele van. Azonban az újabb, jobb vezérlőrendszerekkel ellátott fagyasztók rendkívüli módon képesek az állandó hőmérsékletet fenntartani. Például egy hőmérsékletprofil-tesztben a KRYOS® vezérlőrendszerrel (Taylor-Wharton Cryogenics, Theodore, AL) felszerelt LABS 40K™ egység (1. ábra) demonstrálta azon képességét, hogy -180 - 187 °C-os állandó hőmérsékletet tart fenn a rekeszek tetején. Ténylegesen, amikor a fedelet 3 órán át nyitva tartották, a hőmérsékletet továbbra is -171 és -181 °C között tartotta (lásd 2. ábra). Nem valószínű, hogy egy mechanikus hűtőgép is ilyen jól működne ajtajának ilyen hosszán tartó nyitvatartása mellett.

Tárolás az üvegesedési hőmérséklet felett

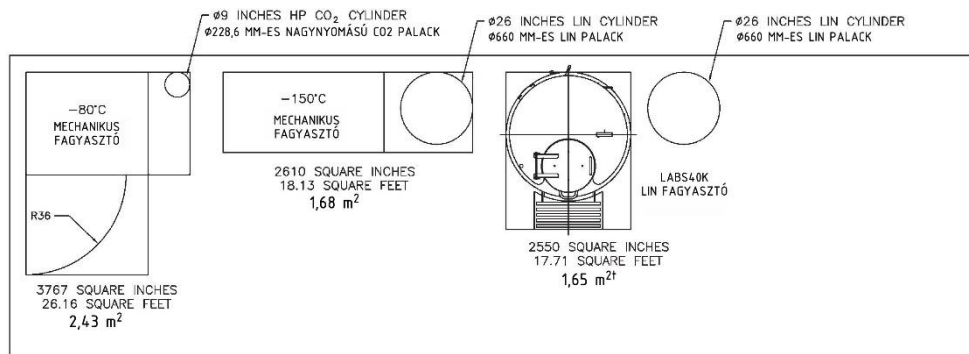
A hagyományos bölcsesség azt mondja, hogy mivel a mechanikus fagyasztók kényelmesebbek, ezek a természetes választás az üvegesedési hőmérséklet feletti tároláshoz. A választás azonban nem annyira egyszerű. A felhasználóknak számos olyan tényezőt kell figyelembe venniük, amelyek közül néhány azt mutatja, hogy a LIN fagyasztó jelenti a praktikus választást az üvegesedési hőmérséklet feletti tárolásnál is. A valóságban a legtöbb létesítmény mechanikus és LIN egységek kombinációját használja a saját szükségletei kielégítéséhez. Az alábbiakban felsorolt néhány tényezőt kell figyelembe venni, amikor döntéseket hoznak az adott felhasználások esetében.

Létesítmény tervezési kérdések

A létesítményekkel kapcsolatos olyan kérdések, mint például a villamosenergia igény, a helyigény, az elhelyezés, a tiszta szoba, és a biztonságos hozzáférési követelmények mind-mind fontos szerepet játszanak. A felhasználóknak olyan kérdéseket kell figyelembe venniük, mint például: "Mennyi villamos energiát fogunk használni a fagyasztók üzemeltetéséhez?" És "Hogyan fogom ellátni az egységet a felső emeleteken?" Ezeket a kérdéseket tárgyaljuk az alábbiakban.

Villamosenergia-igény

Az energiafogyasztás elsődleges szempont. Minden tárolórendszer működtetéséhez villamosenergia szükséges. Azonban a mechanikus fagyasztók sokkal több energiát fogyasztanak az alacsony hőmérséklet elérését biztosító kompresszorok és hűtőrendszerek működtetéséhez. A mechanikus fagyasztó üzemeltetéséhez szükséges villamos energia költsége kb. 1100 - 2200 dollár évente, a villamos energia helyi áráról függően. A legtöbb létesítmény 20-30 fagyasztóval rendelkezik; így az éves energiafogyasztás költsége 44 000 - 66 000 dollár lehet. Ezzel szemben egy LIN egység az automatizált vezérlőegységének az üzemeltetéséhez kevesebb energiát fogyaszt, mint egy villanykörte. Alacsony hőmérsékletet a kriogének használatával éri el. A nagyobb energiaigényhez még hozzáadódik a mechanikus fagyasztókkal felszerelt helyiség légkondicionálásának az energiaigénye. A mechanikus egység kompresszorai kb. 3200 BTU hőmennyiséget bocsátanak ki óránként.



3. ábra Az egyes egységek méretei

A szoba hőmérséklete gyorsan 70-ről (21,11 °C-ról) 100 °F-re (37,78 °C-ra) nőhet, növelve a légkondicionáló rendszer terhelését. Egy -80 °C-os egység esetén ez évente 300 dollár költségnövekedést fog jelenteni, a helyi energiaköltségektől függően. A teljes létesítmény esetében ez további 6000-9000 dolláros energiaköltséget jelenthet. Egyes régebbi létesítményekben nem biztos, hogy elegendő légkondicionáló áll rendelkezésre, ami olyan korszerűsítési beruházást igényel, amely miatt a mechanikus fagyasztók nem kifizetődők lehetnek.

Emellett mérlegelni kell az áramkimaradás lehetőségét is. Katasztrófa esetén, vagy akár egy gyakoribb áramszünet vagy áramkimaradás esetén az áramkimaradás veszélyeztetheti a mintákat, különösen akkor, ha a megfelelő biztonsági rendszerek nincsenek kiépítve. A mechanikus fagyasztók ugyanúgy működnek, mint a háztartási fagyasztók - áram nélkül, az egység nem állít elő hideg hőmérsékletet. A tipikus -80 °C-os mechanikus egység ezért nagynyomású CO₂ palackokat használ, amelyek kb. 5-7 óráig hidegen tartják az egységet áramkimaradás esetén. Figyelembe kell venni, hogy a palackból érkező gáz -50 °C-os, ami melegebb, mint a -80 °C-os fagyasztó megkívánt hőmérséklete. Alacsonyabb hőmérséklet esetén LIN tartalék palack szükséges. Ezzel szemben villamos áramkimaradás esetén egy tipikus LIN fagyasztó 10 napig képes a mintákat az üvegesedési hőmérséklet alatt tartani, feltéve, hogy a fedelét zárva tartják. A biztonsági rendszereket az alábbiakban részletesen tárgyaljuk az ellátási lánc kezeléséről szóló szakaszban.

Helyigény

Mivel a legtöbb biotechnológiai laboratóriumban a helyigény elsődleges fontosságú, a tervezőknek alaposan meg kell fontolniuk a rövid és hosszú távú helyigényüket az egységek kiválasztásakor. Egy tipikus -80 °C-os fagyasztó, 48 000 fiola tárolási kapacitással, valamivel több mint 26 négyzetláb (2,42 m²) helyet igényel, beleértve az ajtónyitást és a 6-hüvelykes (0,15 m) helyigényt az egység körül a légáramlás biztosításához. Az egység egy 9-hüvelyk (23 cm) átmérőjű biztonsági CO₂ palackot is igényelhet. Ezzel szemben egy LABS 40K egység kb. 17 négyzetláb (1,58 m²) helyigényű és 41500 fiola tárolására alkalmas (lásd 3. ábra). Figyelembe kell venni, hogy a LIN egység egy 26 hüvelyk (66 cm) átmérőjű LIN palackot használ. Ha egy laboratórium úgy dönt, hogy a LIN palackot közvetlenül az egység mellett tartja, a helyigény körülbelül 30 négyzetláb (2,79 m²). Azonban a tervezők fontolóra vehetik, hogy

olyan alternatív ellátási módokat alkalmazzanak, mint például egy külső cseppfolyós tartály vagy kis cseppfolyós tartályok, amelyek kevésbé szűkös helyeken vannak elhelyezve, így helyet takarítva meg a fagyasztó helyiségben. Egy másik szempont, hogy a LIN fagyasztók a jó választás olyan helyeken, ahol a hely magassága

korlátozott. A LIN fagyasztók dobozos kialakításúak - az átlagos LIN egység alig 4,5 láb (1,37 m) magas, lényegesen alacsonyabb, mint egy 6,5 láb (1,98 m) magas mechanikus fagyasztó. További 1,5 láb (0,46 m) hely kell felette a fedél kinyitásához, és hogy a személyzet a mintákat ki tudja venni, amikor szükséges.

Súly és létesítmény korlátozások

A felső emeleten elhelyezendő egységek kiválasztásakor a súlykorlátozás korlátozhatja az egyes tárolóegységek méretét. Az értékelés nagyon részletes és specifikus lehet; ezért jó elgondolás, hogy az egység kiválasztása előtt ellenőrizze az épületre vonatkozó szabványokat. Emellett a liftek, ajtók és folyosók fizikai méretei korlátozhatják a felső szinteken elhelyezésre kerülő egységek kiválasztását. Például egy nagyobb egység ideális lehet egy földszinti elhelyezéshez, de nem működhet a második emeleten, ha nincs megfelelő méretű felvonó. Hasonlóképpen, a nagyobb egységek nem vihetők keresztül a keskeny ajtókon vagy folyosókon.

Validálás

A validálás egy folyamat, amelyet mind mechanikai, mind LIN egységeknél el kell végezni. A validálás több folyamatot foglal magában, beleértve a telepítési minősítést (IQ), a működési minősítést (OQ) és a teljesítmény-minősítést (PQ) - ami kb. 1000 dollárba kerül. Ez a költség növekedhet az egyéni vevői előírásoktól függően, és figyelembe kell venni az egyes egységek költségénél. Általában minél kevesebb egység van, annál alacsonyabb a validálási költség. Így, ahol lehetséges, fontolóra kell venni, hogy egy termékszála legnagyobb egysége kerüljön kiválasztásra ezen költség minimalizálása érdekében. Például egy LABS 80K™ egység körülbelül két LABS 40K egységnyi tárolókapacitással rendelkezik, és fele a validálási költsége.

Karbantartás

A karbantartás egy másik költség, amelyet figyelembe kell venni. A mechanikus fagyasztók különféle működő alkatrészeket -kompresszorokat, elektronikus reléket, termosztátokat, nyomásérzékelőket és szelepeket tartalmaznak, amelyek meghibásodhatnak és amelyek karbantartást igényelnek. A legrosszabb a kompresszor meghibásodása, amelynek a javítása körülbelül 3000 dollárba kerülhet. Általában a felhasználónak tartalékegységet kell tartania ilyen meghibásodás előfordulásának az esetére. A csereegységet fel kell állítani,

sterilizálni, validálni és telepíteni kell. A mintákat ezután az új egységbe további költséggel át kell helyezni, mielőtt a meghibásodott egységet javítás céljából ki lehet kapcsolni. Ezzel szemben a LIN egységeknek kevés működő alkatrészük van, és szinte semmilyen karbantartást nem igényelnek. A LIN fagyasztó egyetlen mozgó alkatrésze egy mágnesszelep, amelyet 3-5 évente kell cserélni kb. 300 dollár költséggel.

A legtöbb javítást a helyszínen el lehet végezni és anélkül, hogy az egységet ki kellene kapcsolni. Ez alól kivétel a fagyasztó vákuum-meghibásodása, ami nagyon ritka esemény.

A mechanikus egységek kompresszorai zajt keltenek. Egy egységnél lehet, hogy ez nem jelent problémát, de 15 vagy 20 egységnél már igen jelentős lehet. A zaj növekszik, amikor a kompresszorok öregednek - mint a kompresszor egy idősebb konyhai hűtőszekrényben, így a cseréjük sürgetőbb probléma lehet, különösen, ha a fagyasztók a munkahelyeken találhatók.

Tisztaszobák és biztonságos

hozzáférs

A karbantartás és a javítás bonyolultabbá válik, ha figyelembe kell venni tisztaszobák és biztonságos helyiségek követelményeit. Általában szükséges, hogy a szakemberek a karbantartást vagy javítást ebben a környezetben végezzék. Ez általában kedvez a LIN egységeknek, mivel kevés karbantartást igényelnek. Ezenkívül kevesebb szerszámra van szükség a cseppfolyós nitrogén fagyasztó javításához, ami kevesebb eszköz sterilizálását, tisztítását igényli és kevesebb gondot jelent. Például egy nagy biztonságú kormányzati laboratórium LIN fagyasztókat választott, hogy csökkentse a külső technikusok hozzáférsét.

A cseppfolyós nitrogén- és CO₂-ellátást a tisztaszobákban és a biztonságos helyiségekben is figyelembe kell venni. Minden palackot megfelelően meg kell tisztítani és validálni kell, mielőtt bevinnék a helyiségbe. Az egyik dolog, amit meg kell fontolni, hogy a szállító alkalmaz-e olyan gázszerelő szakembereket, akik tapasztalattal rendelkeznek a tiszta helyiségekben és biztonságos helyiségekben való munkavégzést illetően. Jobb megoldás a LIN vagy CO₂ csővezeték bevezetése a korlátozott helyiségen kívüli közeli ellátóhelyről.

A kriogén ellátási lánc irányítása

Számos kriogén felhasználó úgy véli, hogy az ellátási lánc hatékonysága és a minták megőrzése kölcsönösen kizárják egymást. Azonban ez nem csak rossz vélemény, de szükségtelenül pazarló döntésekhez vezet a kriogén ellátásról. A LIN és a CO₂ ellátási lánc egyszerűsítése csökkentheti a költségeket, növelheti a hatékonyságot és jobb eredményre vezethet a minták megőrzésében. Két kérdés figyelembe vétele szükséges: 1) a helyszíni készlet és 2) a palackok bérleti díja. Ezek költségei összeadódnak, ha nem kezelik megfelelően.

A jobb palack ellátási eljárások alkalmazása további megtakarítást eredményezhet. A végfelhasználók gyakran

hajlandóak figyelmen kívül hagyni a költségeket, ha nagyobb biztonságot tudnak biztosítani a minták számára. Ezért képesek fenntartani a felesleges palack készleteket. A cseppfolyós palackok esetében a tartalék palackok tartalmának egy része egyszerűen elpárolog, amíg tartalékban van, vagy olyan gyakorlatokhoz vezethet, amelyeknél felhasználható termékeket küldenek a szállítóhoz. Például egy laboratórium gyakran cseréli le a palackokat a LIN egységein egy meghatározott ütemezés szerint, hogy megkönnyítse a megfelelő ellátás biztosítását, annak ellenére, hogy a palackok még használható terméket tartalmaznak.

Egy nagy biotechnológiai laboratórium Bostonban, Massachusetts-ban hetente egyszer cserélte a cseppfolyós palackokat a kriogén ellátás biztosítására, annak ellenére, hogy a tényleges felhasználás miatt csak havonta egyszeri cserét igényelt volna. A laboratórium indokolta rögeszméje miatt a minták megőrzésére vonatkozóan a felhasználható termék 75% -át pazarolta el, ami a laboratóriumnak évente 60 000 dollár költséget jelentett. Az olyan megoldások, mint az automatizált átváltó rendszerek a teljes palack tartalom felhasználását eredményezhetik.

Például sok vállalat korábban lecseréli a szén-dioxid-palackokat, amelyek mechanikus fagyasztót biztosítanak, hogy meghibásodás esetén friss ellátást biztosítsanak. Ez idővel drága lehet - egy 20 egységes létesítmény havonta egyszer cserélheti a palackokat. Ha egy palack költsége 30 dollár, ez évente több mint 7200 dollárba kerülne. Azonban, egyszerű mérési technikák, például olcsó mérlegek bevezetésével, a laboratóriumok hatékonyabban tudják nyomon követni készleteiket, és csökkenthetik a beszerzést.

A legtöbb laboratórium átalány kölcsönzési díj elosztást alkalmaz, amelyből mindegyik felhasználó meghatározott havi részletet kap. Mivel ez a kiadás viszonylag alacsony, sok végfelhasználó nem figyeli aktívan a hengerek egyensúlyát; egyszerűen csak azt akarják, hogy a LIN vagy a CO₂ elérhető legyen, amikor szükségük van rá. Ez túlzott készlet tartáshoz vezet, és a felhasználók többlet készleteket tartanak a helyszínen, annak ellenére, hogy beszállítója hetente több szállítást végezhetne. Ez nemcsak a többlet beszállításhoz vezet, hanem többlet bérleti díjakhoz is.

Amikor egy teljes laboratóriumi komplexumra vonatkozóan számítjuk ezt, a megnövekedett bérleti költség magas lehet. A többlet raktárkészlet azonosítása érdekében kiszámíthatjuk, hogy mennyi ideig tartózkodik egy palack a helyszínen szállítva úgy, hogy a havi beszerzett egységek számát elosztjuk a hó végi egyenleggel. Sok felhasználó meglepődik, amikor megtudja, mennyi ideig tartózkodnak a palackok a létesítményben - gyakran minden használatban lévőre kettő - ami szükségtelen többlet költségeket eredményez.

Amint azt korábban említettük, a laboratóriumoknak mérlegelniük kell a LIN ellátási mód működésükre gyakorolt hatását. Megfontolhatják az ellátás központosítását mikro-tartályos vagy tartályos ellátás útján.

Gáz és kriogén ellátási opciók			
Az ellátás módja	SCF	Gallon	
	Palackok	10 - 350	N.A.
	Cseppfolyós palackok	4.500 - 5.600	48-61
	Mikro-tartályok	5.000-48.000	61 - 539
	Tartályos ellátás	> 45.000	>500

4. ábra Gáz ellátási opciók.

Ezek a nagyobb szállítási módok költségmegtakarítást eredményezhetnek, mivel nagyobb mennyiségeket kínálnak alacsonyabb költségek mellett (lásd a 4. ábrát). Továbbá javíthatják a korlátozott helyiségekre vonatkozó ellátási lehetőségeket, feltéve, hogy azok nincsenek túl távol az ellátási forrástól.

Ez az, ahol a helyszín egyre fontosabb szerepet játszik. Általánosságban elmondható, hogy a központi ellátás a legjobb az olyan laboratóriumok számára, amelyek a földszinten helyezkednek el, közel a külső falakhoz, és megfelelő hozzáféréssel rendelkeznek a szállító járművek számára. Ez különösen igaz az tartályos vagy mikro-tartályos ellátásra, mivel minél távolabb van a forrás a felhasználási helytől, annál nagyobb a költség. A vákuumköpenyes csövek ára kb. 150 dollár/láb. A rövid csőszakaszok nem drágák, de a hosszabb csőszakaszok jelentősebb többlet költségeket eredményeznek, amelyek ellensúlyozzák az egyéb költségsökkentéseket. Rádásul sok újabb rendszer rendelkezik beépített rádiós telemetriával, amely lehetővé teszi a szolgáltató számára, hogy figyelemmel kísérje a LIN szinteket és automatikusan töltsen fel a tartályt, csökkentve az adminisztratív költségeket.

A palack kezelési logisztikát is figyelembe kell venni. A tárolóegységek helyétől függően átlagosan 20 percet vesz igénybe egy palack cseréje. Ha a nitrogén palackokat közvetlenül a tárolóegységek mellé szállítják, a kicserélési idő csak néhány perc lehet. Azonban, ha a palackokat egy épület felső szintjén kell kicserélni, az időigény sokkal hosszabb lehet.

A LIN ellátási láncolat figyelembe vételével a legtöbb létesítmény több ellátási módot tart fenn. Tarthatnak mikro-tartályt vagy cseppfolyós tartályt a fő ellátáshoz és a palackokat a tartalék és "helyi" használatához. Alternatív megoldásként egy második tartályra is szükség lehet, hogy lerövidítsék a csővezetékek hosszát a nehezebben elérhető helyekre.

Megfelelő biztonsági óvintézkedéseket kell alkalmazni mind a LIN, mind a mechanikus egységeknél. A rendkívül alacsony hőmérséklet miatt a kriogének gyorsan megfagyasztják az emberi szöveteket. Ezért a kriogén szolgáltatásban való használatra engedélyezett szigetelt kesztyűt kell viselni, különösen akkor, amikor a szelepeket működtetik, vagy ha fennáll a termékkel vagy a csupasz hidegcső érintésének a veszélye. Köpenyt, védőszemüveget és arcvédőt is viselni kell, hogy megakadályozzák az arc és a szem sérülését.

Ezenkívül a LIN nagy mennyiségű gázt termel, amikor elpárolog. Ha nagy mennyiségű folyadék kerül elpárolgásra, az egészségkárosodást okozhat, különösen ha zárt térben szabadul fel. Például a kis mennyiségű LIN folyadék térfogata 697-szeresére nő, amikor elpárolog. Ez kiszorítja az oxigént, ami potenciálisan oxigénhiányos környezetet teremt. Ezért a LIN-t jól szellőztetett helyeken kell használni és tárolni. A jó hírű gyártónak rendelkeznie kell szakértelemmel és tapasztalattal ahhoz, hogy használati utasítást adjon a LIN biztonságos kezeléséhez és használatához.

Következtetések

A laboratóriumoknak fontolóra kell venniük, hogy a lehető legjobb minta megőrzést biztosítsanak kutatásaikhoz a legalacsonyabb áron és a lehető legkényelmesebb módon. - 130 ° C alatti hőmérsékleten a cseppfolyós vagy gőzfázisú LIN fagyasztók hosszabb ideig és hatékonyabban tartják hidegen a mintákat. Azonban a LIN fagyasztók számos alkalmazási területen - 80 °C-os mechanikus egységekkel szemben is kedvezőbbek. Nem csak az egység kezdeti beszerzési költségét kell figyelembe venni; minden elemet - a hőmérsékletet, a minta épségét, teljesítmény igényt, helyet, hely igényt, karbantartást, validálást, biztonságot, ellátást és az egység biztonságát - figyelembe kell venni a döntéshozatal során. A helyes választás még kritikusabbá válik, ha figyelembe vesszük a létesítményben tárolt kutatási minták értékét. Ezenkívül a laboratóriumoknak a minták megőrzését és a költséghatékonyságot, mint egyformán elérendő célokat kell figyelembe venni. A kriogén készletek jobb nyomon követése és a hulladék csökkentése révén meg lehet védeni a létfontosságú munkát, miközben azonnali és hosszú távú költségmegtakarítást lehet elérni.

Végül a laboratóriumnak olyan szállítót kell keresnie, aki hajlandó szorosan együttműködni ügyfeleivel annak érdekében, hogy megismerje a folyamatait, és ajánlja az igényeinek megfelelő megoldásokat. A beszállító bevonása az elemzésbe segít abban, hogy a legtöbbet hozza ki a gáz- és berendezés beszerzéséből.

Scheuring úr Marketing vezető, Speciális gázok, Airgas, Inc., 259 N. Radnor-Chester Rd., Ste. 100, Radnor, PA 19087, U.S.A.; e-mail: steve.scheuring@airgas.com. Gordon úr Értékesítési vezető, Kriogén termékek, Taylor-Wharton Cryogenics, Theodore, AL, U.S.A.



További információért látogasson el a www.airgas.com weboldalra