

Making our world
more productive



ODOROX[®] hajuhappi. Ennakkovaroitusjärjestelmä.

Tekijä Nils Stenbacka – Ruotsi
Päiväys 01/09/2009
Julkaisija Region Europe North

Sisältö.

3	Johdanto
4	Haaste
4	Ratkaisu
5	Happi
5	Käyttökohteet
6	Turvallisuus
7	Miten ilma voi rikastua hapesta?
8	Turvatoimenpiteet
9	Hapen hajustaminen
10	Hajusteen ominaisuudet
11	Yhteenveto

Johdanto.

Hapen hajustaminen on ennaltaehkäisevä turvatoimenpide liekkiprosesseja, kuten happi-polttokaasuleikkausta, liekkilämmitystä ja happi-asetyleenihitsausta varten. Se toimii ennakkovaroitusjärjestelmänä, joka suojaa työympäristöä tuottamalla helposti tunnistettavan varoitushajun, mikäli ympäröivän ilman happipitoisuus kasvaa normaalia suuremmaksi.

Miten happi voi olla vaarallista? Happeahan on hengitysilmassamme ja sitä käytetään useissa lääketieteellisissä sovelluksissa. Puhtaan hapen tahaton vapautuminen ympäröivään ilmaan on hyvin vaarallista, sillä se kasvattaa palamisnopeutta.

Mitä suurempi ilman happipitoisuus on, sitä vähemmän energiaa materiaalien syttymiseen tarvitaan. Riittävän suurissa happipitoisuuksissa jopa palamattomina pidetyt materiaalit (esimerkiksi turvahaalarit) voivat syttyä. Noin joka kymmenennessä metallialan yrityksessä on koettu hapteen liittyvä onnettomuus. Sen vuoksi hapen käyttöön on suhtauduttava vakavasti.

ODOROX® hajuhappi on yksinkertainen ratkaisu tähän turvallisuusongelmaan: jos haistat kaasun, jotain on pielessä. Hajuhapetta käyttämällä happiprosessien tulipalon tai räjähdysriskin voidaan poistaa helposti.

Haaste.

Hapen aiheuttamien onnettomuuksien riski aliarvioidaan usein. Tämä johtuu yleisestä harhakäsityksestä: „Happi on harmiton kaasu, jota on hengitysilmassamme ja jota kaikki ihmiset, eläimet ja kasvit tarvitsevat.“ Itse asiassa meitä ympäröivän ilman normaalia pienemmät tai suuremmat happipitoisuudet voivat olla erittäin vaarallisia. Teollisuuslaitokset raportoivat hapen käyttöön liittyvistä, kuolonuhreja vaatineista onnettomuuksista vuosittain. Onnettomuuksia on tapahtunut erityisesti suljetuissa tiloissa, joissa on tavallista suurempi riski

paikalliseen ilman happipitoisuuden rikastumiseen vaatteissa ja muissa syttyvissä materiaaleissa. Koska suurin osa onnettomuuksista johtuu inhimillisistä tekijöistä (huolimattomuudesta, ajattelemattomuudesta, väärinymmärryksistä tai välinpitämättömyydestä), useimmat onnettomuudet voitaisiin välttää, jos hapen käyttäjillä olisi riittävästi tietoa mahdollisista riskitekijöistä ja turvallisuusnäkökohdista. Turvallisuuskoulutusta voidaan kuitenkin täydentää Linden erittäin luotettavalla hajuhappikonseptilla.

Ratkaisu.

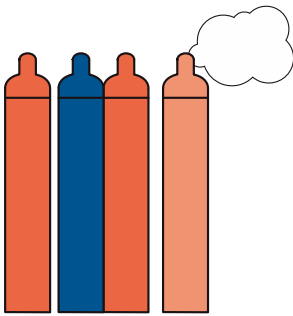
ODOROX® hajuhappi on Linden kehittämä ennakkovaroitusjärjestelmä, joka täydentää turvallisuuteen liittyviä peruskäytäntöjä ja lisää työturvallisuutta merkittävästi. Hajuhapen helposti erottuvan hajun ansiosta happivuodot on helppo havaita heti. Näin tarvittavien toimenpiteiden suorittamiseen jää riittävästi aikaa. Tähän päivään mennessä ODOROX® hajuhapetta käyttävissä kohteissa ei ole sattunut ensimmäistäkään kuolemaan johtanutta onnettomuutta.

ODOROX® hajuhappiratkaisu voidaan toimittaa niin pienille kuin suurillekin yrityksille. Hajuhapetta voidaan toimittaa pulloissa, pullopaketeissa tai yrityksen omaan kaasunjakelujärjestelmään toimitettuna. Tuotetta voidaan käyttää happi-polttokaasuleikkauksessa, liekkikuunnuksessa, happi-asetyleenihihtauksessa sekä muissa konepajateollisuuden prosesseissa, joissa hapetta käytetään polttotapahtumassa. Hajuhapetta ei voida käyttää laserprosesseissa tai lääketieteessä, kemian ja elintarviketeollisuuden prosesseissa.

Happi.

Ominaisuudet.

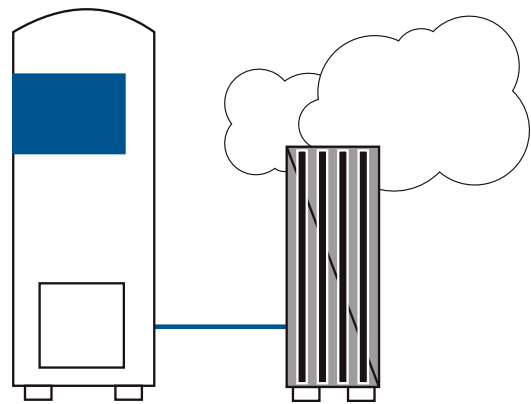
Happi on väritön, hajuton ja myrkytön kaasu. Sitä tuotetaan erottamalla happi ilmasta, jossa sitä on 21 %. Happi on 1,1 kertaa ilmaa raskaampaa (tiheämpää). Hapetta voidaan toimittaa asiakkaalle kaasuna tai nesteinä. Happikaasu toimitetaan perinteisissä korkeapainepulloissa. Euroopassa pullopaine on normaalisti 200 baaria, eli yksi litra paineistettua kaasua tuottaa 200 litraa kaasua ilmakehän paineessa.



Happikaasun laajeneminen vapaassa tilassa. Yksi litra 200 baariin paineistettua hapetta tuottaa 200 litraa happikaasua.

Hapen olomuoto muuttuu nesteeksi -183 °C lämpötilassa.

Tuotantolaitoksien keskitetyissä hapenjakojärjestelmissä happi varastoidaan nestemäisessä muodossa. Nestesäiliöissä oleva happi paineistetaan höyrystimissä huonelämpötilassa ja syötetään kaasunjakeluun järjestelmään. Nestemäinen happi tuottaa kaasuuntuessaan suuren määrän kaasua: ilmakehän paineessa ja huonelämpötilassa yksi litra nestemäistä hapetta muodostaa 860 litraa happikaasua.



Nestemäisen hapen laajeneminen. Yksi litra nestemäistä hapetta tuottaa 860 litraa happikaasua.

Käyttökohteet.

Konepajateollisuudessa hapetta käytetään esimerkiksi happi-polttokaasuleikkauksessa, happi-asetyleenihihtauksessa, happi-polttokaasutalittauksessa, happi-polttokaasuliekkipuhdistuksessa, liekkikarkaisussa, liekkioikaisussa sekä aihoiden ja harkkojen kaasuhöyläyksessä. Joitakin esimerkkejä on esitetty alla.

Happi ja polttokaasu muodostavat kuumennusliekin. Eräissä jäljempänä mainituissa prosesseissa, kuten happi-polttokaasuleikkauksessa tai -talittauksessa, happi voidaan lisätä prosessiin erillisenä suihkuna.

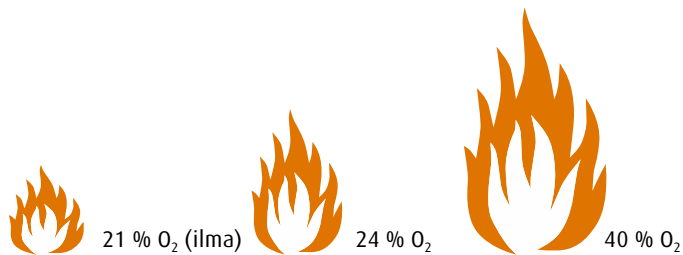
Happisuihkulla on kaksi tehtävää: se hapettaa (polttaa) metallia kasvattaen sen lämpötilaa ja puhalttaa palamistuotteet (kuonan) pois työstettävän materiaalin pinnasta.

Turvallisuus.

Työntekijöillä on usein liian vähän tietoa hapesta ja sen käyttämiseen liittyvistä riskeistä. Toisinaan riskit ovat tiedossa, mutta niitä aliarvioidaan. Sen vuoksi on tärkeää tiedottaa hapen ominaisuuksista, sen käyttöön liittyvistä riskeistä sekä happiprosessien turvaohjeista.

Happirikastus.

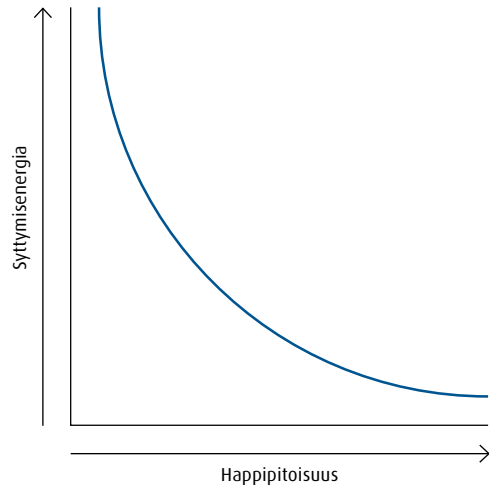
Hapen määrän lisääntyminen ympäröivässä ilmassa (rikastuminen) kasvattaa ilmaseoksen palamisnopeutta. Jo pieni lisäys normaalista 21 prosentin pitoisuudesta 24 prosenttiin kaksinkertaistaa



Mitä suurempi happipitoisuus, sitä nopeampi palaminen. Jos ilman happipitoisuus nousee kolme prosenttiyksikköä 24 prosenttiin, ilmaseoksen palamisnopeus kaksinkertaistuu. Kun ilmassa on happea 40 %, palamisnopeus on kymmenen kertaa normaalia suurempi.

palamisnopeuden. Kun ilmassa on happea 40 %, palamisnopeus on kymmenen kertaa normaalia suurempi. Jos näissä olosuhteissa syttyy tulipalo, se leviää niin nopeasti, että palon sammutus on mahdotonta niin kauan kuin palavia materiaaleja on jäljellä.

Mitä suurempi ilman happipitoisuus on, sitä vähemmän energiaa materiaalin syttymiseen tarvitaan. Hyvin suurissa happipitoisuuksissa jopa palamattomina pidetyt materiaalit (esimerkiksi turvaalarit) voivat syttyä. Kun happipitoisuus on 100 %, kaikki materiaalit palavat räjähtämällä.



Mitä suurempi happipitoisuus, sitä vähemmän energiaa tarvitaan materiaalin syttymiseen.

Miten ilma voi rikastua hapesta?

Happi on hieman ilmaa raskaampaa. Vuodon sattuessa happi painuu alaspäin ja se voi pysyä matalalla pitkään. Mitä kylmempää kaasu on, sitä painavampaa se on. Vastikään kaasumaiseksi muutettu nestemäinen happi on erityisen raskasta.

Happirikastuksen riski on suurin suljetuissa tiloissa, kuten laivan rakenteissa tai säiliöissä työskenneltäessä. Suljetulla tilalla tarkoitetaan yleensä alle 10 kuutiometrin tilaa. Happipitoisuus voi lisääntyä myös paikallisesti esimerkiksi työvaatteissa vuodon tai hapen huolimattoman käsittelyn vuoksi.

Esimerkkejä tahattomasta happirikastuksesta:

- Hapiletkun vuoto
- Venttiilin tai liittimen vuoto
- Hapiletkun äkillinen irtoaminen
- Happiventtiilin unohtaminen auki tai sulkeminen vain osittain
- Hapen väärinkäyttö esimerkiksi vaatteiden tai työkalujen puhdistamiseen tai jäähdytykseen
- Riittämätön ilmanvaihto leikkaus- tai hitsausprosessissa

Turvatoimenpiteet.

Happiprosesseissa on aina noudatettava turvaohjeita. Esimerkkejä:

- Suljetuissa tiloissa työskenneltäessä on aina huolehdittava riittävästä tuuletuksesta. Liian suurista tai pienistä happipitoisuuksista varoittavan happi-ilmaisimen käyttäminen on suositeltavaa. Toinen henkilö tarkkailee tilannetta suljetun tilan ulkopuolella. Hänellä tulee olla heti käytettävissään pelastusköysi (mahdollisesti kiinnitettynä vinssiin), sammutin ja hengityslaite.
- Ennen työskentelyn aloittamista on tarkistettava kaikkien liittimien ja letkujen tiiviys vuotojen varalta. Tarkistuksessa tulee aina käyttää vuodonilmaisusuihketta.
- Kaasujen paineet on säädettävä laitteiston valmistajan ohjeiden mukaisesti. Jos asetukset on tehty väärin, prosessiin voi tulla syötetyksi liikaa happea. Oikeanlaista suutinta on aina käytettävä.
- Työntekijöillä on oltava tarkoituksenmukaiset työvaatteet. Suositeltavia materiaaleja ovat nahka ja luonnonmateriaalit (villa tai puuvilla). Vaatteet eivät saa tuottaa staattista sähköä tai sulaa. Näin voi käydä, jos vaatteet on valmistettu tietyistä synteettisistä kuiduista.
- Jos tilassa epäillään olevan liikaa happea, pitoisuus on tarkistettava happi-ilmaisimella, ennen kuin tilaan voidaan mennä.
- Erityistä varovaisuutta on noudatettava riittävän pitkään sen jälkeen, kun on poistuttu tilasta, jossa on ollut happivuoto. Happi pysyy vaatteissa vähintään kymmenen minuuttia. Happi on yritettävä saada pois vaatteista riisumalla ne tai ravistelemalla niitä. Happivuodolle altistunut henkilö ei saa koskaan mennä lämmön- tai savunlähteen lähelle.
- Letkut ja laitteet on poistettava suljetusta tilasta pitkien taukojen aikana ja työvuorojen jälkeen. Kaasupullojen ja -liitännöiden venttiilit on suljettava kokonaan.
- Happea ei saa koskaan käyttää muuhun kuin sille tarkoitettuun käyttötarkoitukseen:
 - Vaatteiden puhdistaminen puhtaalla hapella on kielletty
 - Happea ei saa koskaan käyttää paineilmatyökalujen tai maalausruiskujen kanssa
 - Putkistojen puhdistaminen puhtaalla hapella on kielletty
 - Happea ei saa koskaan käyttää ilmanvaihtoon tai jäähdytykseen
- Öljyn tai rasvan ja hapen seos voi syttyä räjähdysmäisesti, etenkin korkeassa paineessa. Sen vuoksi on tarkistettava, ettei paineensäätimissä ja happilinjastojen liittimissä ole öljyä tai rasvaa.
- Tupakointi happea sisältävien laitteistojen läheisyydessä on ehdottomasti kielletty.

Hapen hajustaminen.

Mitä hajustaminen tarkoittaa?

Kun happikaasu hajustetaan, siihen lisätään hajustetta (12 ppm dimetyylisulfidia), joka varoittaa vuodoista. Jos käyttäjä haistaa kaasun, vuotokohta on etsittävä ja korjattava mahdollisimman nopeasti, ettei happipitoisuus ehdi nousta vaarallisen suureksi.

Happivuodon havaitsemisen jälkeen suoritettavat korjaustoimenpiteet:

1. Sammuta liekki ja sulje kaikki laitteet, jotka voivat sytyttää tulipalon vuotoalueella.
2. Varoita kaikkia alueella olevia.
3. Sulje hapen ja muiden kaasujen pääsyötö.
4. Tuuleta liika happi pois tilasta avaamalla ovet ja ikkunat.
5. Paikallista ja korjaa vuotokohta. Tarkista, että vuotoa ei ole, ennen kuin jatkat työskentelyä.

Miksi happea hajustetaan?

Hajustaminen on ennaltaehkäisevä turvatoimenpide, jonka etuna on, että se on valmiina tuotteessa. Hajustaminen on tarkoitettu täydentämään muita turvatoimenpiteitä, ei korvaamaan niitä. Hajuhapesta on merkittävä hyöty kaikissa teollisuuslaitoksissa, joissa käytetään liekkiprosesseja, kuten happi-palokaasuleikkausta, liekkikumennusta, happi-asetyleenihitsausta tai muita vastaavia prosesseja. Tämä koskee etenkin työskentelyä suljetuissa tiloissa.

Hapen hajustaminen on tunnettu ja laajalti testattu tekniikka.

Useimmissa teollisuusmaissa polttokaasujen, kuten maakaasun, valokaasun ja propanin hajustaminen on pakollista. Polttokaasu- ja

happivuodoissa on useita yhtäläisyyksiä. Maakaasu muodostaa räjähtävän seoksen, kun sen pitoisuus ilmassa on yli 5 %. Kun ilman happipitoisuus nousee viidellä prosenttiyksiköllä 21 prosentista 26 prosenttiin, vastaava räjähdysriski on olemassa kohonneen palamisnopeuden vuoksi.

ODOROX® hajuhappi.

Euroopan telakoilla vuosien ajan käytetyssä, perinteisessä hajustusmenetelmässä dimetyylisulfiditiivistettä suihkutetaan happilinjastoon annostelupumpulla. Tässä menetelmässä on tiettyjä haittoja, kuten mahdolliset pumppujen toimintahäiriöt sekä haitallisen ja syttyvän dimetyylisulfiditiivisteen riskialtis käsittely. Linde on selättänyt nämä ongelmat kehittämällä ODOROX® hajuhapen – turvallisen ja luotettavan hapen hajustusmenetelmän. Paljon neste-mäistä happea järjestelmässään käyttävät asiakkaat voivat hajustuttaa happensa omissa tiloissaan. Tavallisissa kaasupulloissa säilytettävä välittäjäkaasu suihkutetaan happilinjastoon luotettavalla kaasunsekoitustekniikalla, jolloin pumppuja ja dimetyylisulfiditiivisteen käsittelyä ei tarvita. Tämän lisäksi kaiken kokoisille asiakkaille voidaan toimittaa valmiiksi sekoitettua ODOROX® hajuhapetta joko pulloina tai pullopaketteina.

Hajusteiden ominaisuudet.

Dimetyylisulfidi on hajuste, jonka haju on helposti muista hajusta erottuva. Dimetyylisulfidin ominaisuudet on koostettu jäljempänä olevaan taulukkoon. Lisätietoja on ODOROX® hajuhapen tuoteselosteesta.

Dimetyylisulfidi muodostaa tunnistettavan varoitusajun, kun sen pitoisuus ilmassa ylittää 0,1 ppm. Varoitusaju on niin voimakas, että sen pystyy havaitsemaan kuka tahansa, jonka hajuaisti ja fyysinen kunto ovat normaalit. Entä kuinka paljon ilman happipitoisuuden pitää kasvaa, että varoitusaju on tunnistettavissa?

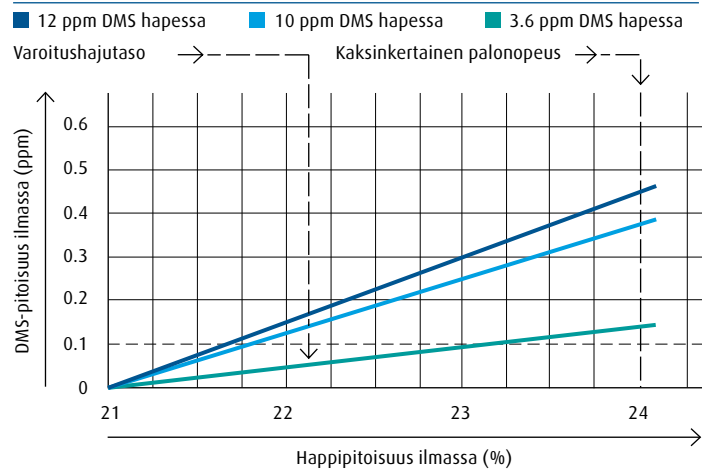
Jos hajuhappi sisältää esimerkiksi 10 ppm dimetyylisulfidia, ilman happipitoisuuden tarvitsee nousta vain alle prosenttiyksikön verran (21 prosentista 21,8 prosenttiin), jotta dimetyylisulfidin pitoisuus ilmassa ylittää 0,1 ppm ja varoitusaju muodostuu.

Työntekijät eivät totu dimetyylisulfidin hajuun. Vertailutestit ja käytännön kokemukset ovat osoittaneet, että dimetyylisulfidi, mukaan lukien ylimääräisen hapen mukana ilmaan leviävä osuus, palaa kokonaan happi-palokaasuprosessissa ja muissa vastaavissa prosesseissa. Sen vuoksi hajua ei normaaleissa olosuhteissa huomata lainkaan. Jos haju voidaan havaita, kyseessä on aina happivuoto, joka on korjattava välittömästi. Kun tarvittavat toimenpiteet on suoritettu, haju häviää. Dimetyylisulfidin palamistuotteet ovat hiilidioksidi, vesi ja rikkidioksidi. Rikkidioksidin suositeltu enimmäispitoisuus kahdeksan tunnin altistuksessa on 2 ppm ja lyhytaikaisessa altistuksessa 5 ppm. Normaalin hapen käytön yhteydessä dimetyylisulfidi palaa. Tällöin työkohteen ilmanvaihdon on muiden syiden ohella oltava riittävä, jotta rikkidioksidin pitoisuus ilmassa pysyy selvästi näiden suositusarvojen alapuolella.

Nimi:	Dimetyylisulfidi
Kemiallinen kaava:	(CH ₃) ₂ S
Hajukynnys:	2.5 ppb
Varoitusajutaso:	0.1 ppm
Myrkyllisyys:	535 mg/kg (LD50 rat) "Ihoa ja silmiä ärsyttävä" "Ei vahingollista hengitettynä"
Kiehumispiste:	+37 °C
Höyrystymispaine 25 °C:	0.53 bar
Itsestäänsyttymispiste:	215 °C
Räjähtävä pitoisuus ilmassa:	2.2-19.7 %
Räjähtävä pitoisuus hapessa:	2.0-50.0 %

Dimetyylisulfidin ominaisuudet. ppm = miljoonasosa (parts per million), ppb = miljardisosa (parts per billion). LD50 = annos joka ainekokeilussa tappaa puolet koe-eläimistä (LD = Lethal Dose, tappava annos).

Vuodon aiheuttama DMS- ja happipitoisuus ilmassa.



Esimerkkejä dimetyylisulfidin pitoisuuden ilmassa ja hajuhappivuodon aiheuttaman ilman happipitoisuuden kohoamisen välisestä suhteesta.

ODOROX® tuoteseloste	
Happi, O ₂	≥ 99,5 %
Dimetyylisulfidi	12 t 3 ppm
Vesi	≥ 50 ppm

	Eurooppa		U.K.	
	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
Min.	10	3.6	16.6	6
Max.	30	10.8	33.2	12

Virallisesti suositellut, tehokkaan hajustuksen varmistavat dimetyylisulfidipitoisuudet.

Yhteenvedo.

- Ilma sisältää 21 % happea. Happipitoisuuden nouseminen kasvattaa palamisnopeutta, jolloin jopa syttymättöminä pidetyt materiaalit voivat syttyä.
- Happipitoisuus voi nousta myös paikallisesti esimerkiksi seuraavista syistä:
 - Letkujen, venttiilien tai liittimien vuodot
 - Letkun äkillinen repeäminen
 - Venttiilin unohtuminen auki
 - Hapen väärinkäyttö, esimerkiksi vaatteiden tai laitteiden puhdistaminen hapella
- Tahattomissa vuototapauksissa happi voi olla yhtä vaarallista kuin palokaasut.
- Useissa maissa polttokaasujen, kuten propanin, maakaasun ja valokaasun, hajustaminen on pakollista.
- Hapen hajustus on turvatoimenpide, joka ei korvaa muita toimenpiteitä, kuten hyvää ilmanvaihtoa.
- Hajusteena käytetyn dimetyylisulfidin haju on helposti erottuva. Työntekijät eivät totu sen hajuun.
- Dimetyylisulfiditiiviste on haitallista ja syttyvää.
- Happivuodot ovat aiheuttaneet useita kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Siksi useat yritykset ovat aloittaneet hajustuksen käytön happijärjestelmissään. Usein yritykset kuitenkin valitsevat perinteisen hajustusmenetelmän.
- Perinteisessä hajustamismenetelmässä dimetyylisulfiditiivistettä suihkutetaan happilinjastoon annostelupumpulla. Tässä hajustamistavassa on useita riskitekijöitä, kuten mahdolliset pumppujen toimintahäiriöt ja dimetyylisulfiditiivisteen vaarallinen käsittely.
- Linden ODOROX® hajuhappea voidaan toimittaa kaikille happi-polttokaasuprosesseja käyttäville asiakkaille. Hajuhappea voidaan toimittaa pulloina tai pullopaketteina. Suurten asiakkaiden omiin happijärjestelmiin Linde on kehittänyt hajustusjärjestelmän, jossa ei ole perinteisen hajustusmenetelmän haittapuolia.
- Yli 20 vuoden menestyksekkäs kokemus hajuhapen käytöstä Euroopan telakoilla todistaa, että hapen hajustaminen täydentää tehokkaasti muita pakollisia turvatoimenpiteitä.

Innovaatioilla etumatkaa.

Innovatiiviset toimintatavat ovat tehneet Lindestä edelläkävijän kaikkialla maailmassa. Tekniikan suunnannäyttäjänä tehtävämme on parantaa tasoa jatkuvasti. Kehitämme jatkuvasti uusia korkealaatuisia tuotteita ja innovatiivisia prosesseja yhdessä asiakkaittemme kanssa.

Linde antaa enemmän. Luomme lisäarvoa, selkeästi havaittavia kilpailuetuja ja parempaa kannattavuutta. Kaikki menetelmämme räätälöidään asiakkaiden vaatimusten mukaan. Tarjoamme sekä vakio- että asiakaskohtaisia ratkaisuja. Ne on tarkoitettu kaikenkokoisille ja kaikilla aloilla toimiville yrityksille.

Linde – Making our world more productive