**Основні небезпеки при роботі з киснем**

Повітря з підвищеним обсягом кисню (більше 23%) і чистий кисень не токсичні і не здатні горіти і вибухати. Та, оскільки кисень є активним окислювачем, більшість речовин і матеріалів у його середовищі або в середовищі з високим вмістом кисню утворюють системи з підвищеною вибухо - пожежною небезпекою.

Ініціаторами загоряння  багатьох матеріалів у середовищі кисню можуть бути куріння, розряд електрики, нагрів механічних частинок при терті тощо. Багато матеріалів, які не здатні до горіння на повітрі - як листова сталь, сталеві труби, горять у кисні. Здатність матеріалів до загоряння зростає при підвищенні тиску і температури кисню.

**Робота з киснем зв'язана із небезпеками:**

  спалах устаткування, трубопроводів і арматури, що задіяні в роботі з киснем або повітрям з підвищеним вмістом кисню;

спалах одягу і волосся обслуговуючого персоналу, що знаходиться в середовищі газоподібного кисню або повітря з підвищеним вмістом кисню;
          вибух вуглеводнів і інших вибухонебезпечних домішок при перевищенні їх вмісту в рідкому кисні;

  вибух при просякненні рідким киснем пористих органічних матеріалів (асфальт, пінопласт, дерево і тому подібне);

  конструкційні і ущільнюючі неметалічні матеріали (фібра, капрон, полікарбонат, гума на основі натуральних каучуків і так далі) можуть легко запалати в кисні високого тиску при виникненні джерела запалення.

50 років тому, 27 січня 1967 року під час випробувань на стартовому майданчику космічної капсули корабля «Аполлон-1» пожежа в командному відсіку забрав життя всіх трьох членів екіпажу (Вірджіл Гриссом, Едвард Уайт, Роджер Чаффі). Атмосфера в відсіку на 100% складалася з кисню при тиску в 1,15 атм. Найбільш імовірним джерелом спалаху була електропроводка. Речовини, які насилу горять в повітрі, швидко спалахують в атмосфері з чистого кисню. Висока концентрація кисню часто приводила до промислових аварій. Ось кілька прикладів:

• Сталевар намагався полагодити машину, у якій засмітився паливопровід. Для цього він використовував кисень, і паливний бак вибухнув, вбивши одну людину

Після поточного ремонту трубопровід для постачання киснем був знежирений і просушений насухо. Але замість сухого азоту використовували стиснене повітря, який містив залишкову мастило з компресора. Частина масла осіла у вигляді тонкої плівки всередині труби. Після того, як трубопровід був встановлений на місце, суміш з масла і кисню спалахнула, і труба лопнула. Найбільш ймовірно займання сталося через компресії на закритому клапані.

• У газових балонах з киснем (які використовуються під час зварювальних робіт, в госпіталях і для дайвінгу) випадки загоряння на регуляторі відбувалися, коли кисень контактував із забруднювачами. Якщо кисень проходить через розподільник регулятора, починає утворюватися тепло. Будь-горючий матеріал, наприклад, неправильно підібраний матеріал прокладки, бруд, масло, мастило (навіть комаха!) Можуть горіти.

**Кисневий індекс (КІ) -** мінімальне об'ємне процентний вміст кисню в киснево-азотної суміші, при якому можливе горіння матеріалу в дифузійному режимі в умовах спеціальних випробувань. Характеризує пожежонебезпека полімерів, волокнистих матеріалів, тканин і ін. Горючих матеріалів.

Визначення КІ проводиться за допомогою спеціальних вимірювальних приладів, в яких горіння випробуваного матеріалу здійснюється в контрольованій за складом киснево-азотної середовищі, зазвичай при атмосферному тиску і нормальній температурі. При визначенні кисневого індексу перебуває мінімальна концентрація кисню в потоці киснево-азотної суміші, при якій спостерігається самостійне горіння вертикально розташованого зразка, запалюють зверху [1].

Концентрація кисню в повітрі близько 21 об. %, Тому матеріали, що горять в повітрі, мають КІ нижче 21.

Полімери, що мають КІ <27, вважаються легкозаймистими. У матеріалів з КІ = 20-27 горіння в повітрі протікає повільно, якщо КІ <20 - такі матеріали в повітрі горять швидко. Полімери вважаються важкогорючими матеріалами і є самозатухаючим при винесенні їх з вогню, якщо їх КІ> 27.

Значення кисневого індексу застосовується при розробці полімерних композицій зниженої горючості і контролі горючості полімерних матеріалів, тканин, целюлозно-паперових виробів та інших матеріалів.

У будівництві кисневий індекс використовується, в першу чергу, для визначення допустимості застосування в якості теплоізоляційного матеріалу. Через низький КІ в багатьох країнах заборонений в будівництві популярний в РФ пінополістирол, з огляду на його високу пожежонебезпеку.

Одними з кращих теплоізоляційних матеріалів з точки зору пожежонебезпеки є волокнисті поліефірні утеплювачі, особливо поліетилентерефталатні, що володіють КІ близько 31.

З полімерних композиційних матеріалів високими значеннями кисневого індексу мають пластики, армовані негорючими волокнами: склопластики, базальтопластіков. Кисневий індекс для епоксидного склопластику становить 40% і вище, для базальтопластика - вище 50%.

1) Негорючі матеріали: КІ ≥ 75%

2) Важкогорючі матеріали: КІ = 60-75%

3) Горючі важкозаймисті (самозагасаючі матеріали): КІ = 40-60%

4) Горючі: КІ = 20-40%

5) Горючі легкозаймисті: КІ <20%

**Кислородные индексы некоторых полимеров (в %):**

|  |  |
| --- | --- |
| Полимер | Значение кислородного индекса, в % |
| [**Полиэтиленоксид**](https://mplast.by/encyklopedia/polietilenoksid/) | 15,0 |
| [**Полиметилметакрилат**](https://mplast.by/encyklopedia/polimetilmetakrilat/) | 17,3 |
| [**Полиэтилен**](https://mplast.by/encyklopedia/polietilen/) | 17,4 |
| [**Полистирол**](https://mplast.by/encyklopedia/polistirol/) | 17,4 |
| Хлорированный полиэтилен | 21,1 |
| Поливиниловый спирт | 22,5 |
| [**Поливинилфторид**](https://mplast.by/encyklopedia/polivinilftorid/) | 22,6 |
| Полифениленоксид | 28,0 |
| Полиамид | 29,0 |
| [**Поливинилиденфторид**](https://mplast.by/encyklopedia/polivinilidenftorid-ftoroplast-2-pvdf/) |  43,7 |
| [**Поливинилхлорид  (ПВХ)**](https://mplast.by/encyklopedia/polivinilhlorid-pvh/) | 49,0 |
| [**Поливинилиденхлорид**](https://mplast.by/encyklopedia/polivinilidenhlorid/) | 60,0 |
| [**Политетрафторэтилен**](https://mplast.by/encyklopedia/politetraftoretilen-ftoroplast-4-ftorlon-4-teflon/) | 95,0 |

Киснепроводи, в залежності від тиску кисню, діляться на категорії, зазначені в табл. 1. Категорія киснепроводу повинна бути вказана в проекті на кожну ділянку трубопроводу, який має на всьому своєму протязі постійні параметри газу, що транспортується.Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория кислородопровода | I | II | III | IV | V | VI |
| Рабочее давление, МПа | Свыше25,0 | Свыше6,4 | Свыше4,0 | Свыше2,5 | Свыше1,6 | До1,6 |
| до42,0 | до25,0 | до6,4 | до4,0 | до2,5 |  |

2.2. За ступенем агресивності по відношенню до вуглецевої сталі, що транспортується по трубопроводах кисень підрозділяється:

на малоагрессівний - при виключенні можливості випадання крапельної вологи в умовах експлуатації,

на середньоагресивний - при можливості випадання крапельної вологи в умовах експлуатації.

Надалі малоагрессівний кисень іменується "сухий", середньоагресивнийу - "вологий".

**3. Траси і способи прокладки киснепроводах**

**3.2.** Траси киснепроводах слід проектувати уздовж проїздів і доріг, як правило, з боку, протилежного до розташування тротуарів і пішохідних доріг. Всередині виробничих кварталів траси киснепроводах слід проектувати паралельно лініям забудови.

3.3. При виборі геометричної схеми трас слід передбачати можливість самокомпенсации температурних деформацій киснепроводах за рахунок використання поворотів трас.

3.4. Трубопроводи для вологого кисню, як правило, повинні проектуватися з ухилом по ходу потоку не менше 0,003. В обґрунтованих випадках допускається прокладка киснепроводах з меншим ухилом, без ухилу або протиухилами. У всіх випадках повинні передбачатися заходи, що забезпечують видалення води з місць її можливого скупчення.

3.5. При надземному паралельному прокладанні цехових і міжцехових киснепроводах II-V категорій з внутрішнім діаметром більше 200 мм, а також киснепроводах I категорії (незалежно від діаметра), відстань у світлі між цими киснепроводами і трубопроводами для горючих газів, масла, горючих, легкозаймистих і корозійно активних рідин, а також паропроводами I категорії має бути не менше 2 м.

 3.6. Надземні киснепроводи, що прокладаються на загальних опорах з трубопроводами масла, горючих, легкозаймистих і корозійно-активних рідин, повинні розташовуватися вище цих трубопроводів. Киснепроводи з тиском понад 1,6 МПа повинні прокладатися нижче трубопроводів з горючими газами.

 3.8. При перетині киснепроводів між собою або з іншими трубопроводами відстань між ними в світлі повинна бути не менше 100 мм при діаметрах трубопроводів не більше 300 мм і не менше 150 мм при великих діаметрах трубопроводів.

**Для міжцехових киснепроводів** повинні застосовуватися такі способи прокладки:

а) надземна - на естакадах, високих і низьких опорах, по зовнішніх стінах і покрівель будівель з обмеженнями, що передбачені цією Інструкцією;

б) підземна - тільки для сухого кисню, якщо це не суперечить вимогам галузевих норм підприємств, по території яких прокладаються киснепроводи.

3.10. Кут перетину киснепроводів з залізничими і автомобільними дорогами повинен бути, як правило, 90 °, але не менше 60 °. В обґрунтованих випадках допускається зменшувати кут до 45 °.

3.11. Відстань від розташованих на території підприємств адміністративно-побутових будівель повинно бути не менше:

до киснепроводах I категорії - 20 м;

- "- II категорії - 15 м;

- "- III і IV категорій:

при діаметрі не більше 300 мм - 5 м;

при діаметрі більше 300 мм - 15 м;

до киснепроводах V і VI категорій - 5 м.

При підземному прокладанні відстані від адміністративно-побутових будівель, які не мають підвалів, до киснепроводах II-VI категорій з внутрішнім діаметром не більше 200 мм можуть бути зменшені в 2 рази.

**Оперативний контроль стану киснепроводів проводиться не рідше одного разу на місяць і включає:**

* огляд зовнішніх поверхонь трубопроводів з визначенням стану з'єднань, опор і заземлювань;
* огляд арматури і проведення необхідних регламентних робіт;
* перевірку стану запобіжних пристроїв (зворотних клапанів тощо);
* перевірку роботи пристроїв відводу конденсату (за їх наявності), яка в зимовий час проводиться щодня.

Виявлені під час проведення оперативного контролю несправності і дефекти, а також терміни і методи їх усунення, повинні заноситись в журнал експлуатації трубопроводів газоподібного кисню за підписом осіб, що виявили і усунули їх, та відповідальних за справний стан і безпечну експлуатацію цього трубопроводу.

**Терміни проведення контролю стану трубопроводів газоподібного кисню:**

* випробовування на щільність - не рідше одного разу на 5 років;
* гідравлічні  або пневматичні випробування на міцність - не рідше одного разу на 8 років;
* вибіркова ревізія запірної арматури на трубопроводах газоподібного кисню - не рідше одного разу на рік;
* ревізія регулюючої арматури - не рідше одного разу на рік.

Трубопроводи кисню підлягають гідравлічним або пневматичним випробуванням на міцність після ремонтів і переробок, пов’язаних із застосуванням зварювальних робіт (підключення інших відгалужень, заміна ділянок тощо) або розбирання трубопроводів, а також перед пуском в експлуатацію трубопроводів, що знаходились у законсервованому стані  більше одного року.

Перед початком експлуатації, а також у випадку, якщо киснепровід не експлуатувався більше місяця, його необхідно продути повітрям або азотом із вмістом масла не більше 10,0 мг/м3, зі швидкістю 40 м/с і тривалістю, що визначається відсутністю домішок у потоці, який виходить, але не менше 2 год.

Труби, для трубопроводів кисню, повинні мати сертифікат заводу -виробника.

До обслуговування посудин і систем трубопроводів кисню можуть бути допущені особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, інструктаж, навчання та перевірку знань з охорони праці і мають відповідне посвідчення.

Періодична перевірка теоретичних знань і практичних навичок  обслуговуючого персоналу повинна проводитися не рідше одного разу в 12 місяців. Особи, що не пройшли перевірку знань з охорони праці і не мають посвідчення, не можуть бути допущені до самостійної роботи.

**Для запобігання спалаху при експлуатації балонів і систем подачі кисню, необхідно:**

при ремонті і виконанні робіт з використанням кисню не застосовувати устаткування, прилади, арматури, матеріали і деталі (ущільнювачі, прокладки тощо – з фібри, капрону, полікарбонату, гуми на основі натуральних **каучуків**, інших горючих у кисні матеріалів), які не відповідають вимогам  ГОСТ 12.2.052-81. Матеріал – гума визначених марок, фторопласт, дифлон, пароніт тощо.

**Забороняється:**

 використання кисневих балонів під інші гази і не за призначенням, а також наповнювати киснем балони з під інших газів;

 направляти для наповнення киснем балони, укомплектовані вентилями, не дозволеними до застосування (дозволені ВК-86 і ВК-74);

отримувати і наповнювати балони без помітного спеціального блакитного забарвлення і напису чорною фарбою "КИСЕНЬ" або "КИСЕНЬ МЕДИЧНИЙ", а також експлуатувати трубопроводи кисню без блакитного  забарвлення по всій його довжині;

 визначати  місця витоків за допомогою вогню або тліючих предметів.

 наповнювати киснем балони із залишковим тиском нижче 0,05мПа(0,5кгс/см**2**)

проводити будь які роботи у приміщенні при підвищені в повітрі складової частки кисню більше 23%.

**При експлуатації систем подачі кисню не допускається:**

 проведення ремонтних робіт, зокрема зварювальних робіт, підтягування елементів ущільнень, заміни арматури і тому подібне при знаходженні системи під тиском і наявності в системі кисню;

 використання забрудненого (замасленого)  ганчір’я  та,  застосування інструменту, що викликає іскріння при ударах;

 появи слідів масла в радіусі 25 метрів від кисневих балонів чи кисневої  установки (у випадку появ  маслянистих плям необхідно негайно їх засипати піском)

**При експлуатації систем подачі кисню необхідно:**

постійно стежити  за тим, щоб не було витоків кисню в процесі експлуатації систем, особливо в місцях з'єднань, установки арматури;

контроль витоків проводити  тільки методом намазування мильним розчином.

перед початком роботи переконатися в достатній кількості кисню на проведення запланованих заходів;

кисень подавити в систему тільки після включення відповідного устаткування, вентиляції і освітлення;

підтримувати тиск у системі не вище встановленої норми;

припинити подачу кисню після  закінчення експлуатації системи.

 Кисневе обладнання повинно фарбуватися в блакитний колір або мати смугу блакитного цвета.На кисневому обладнанні повинен бути напис: "Кисень. Небезпечно!". Напис наносять чорною фарбою по блакитному фону або блакитною фарбою з будь-якого фону. Зазначена вимога не поширюється на засоби індивідуального захисту. Кисневе обладнання повинно встановлюватися у вибухо- пожежонебезпечних приміщеннях \*.

Матеріал для труб і деталей обладнання у залежності від тиску, діаметру і швидкості потоку – ал. сплави, вуглецева або легована сталь, чавун, мідь, мідно-нікелеві сплави.

При тиску понад 25 МПа (250 кгс / см) допускається застосування труб з корозійностійкої сталі внутрішнім діаметром не більше 6 мм без спеціальних заходів захисту людей. Труби більшого діаметру, а також труби з вуглецевої сталі при тиску понад 6,4 МПа (64 кгс / см) слід застосовувати тільки при прокладці в землі або в захисному кожусі, що забезпечує захист людей від ураження при прогоранні трубопроводу.

**Споживачеві забороняється:**

здійснювати ремонт балонів (закріплювати чи посилювати башмак, різьбове кільце);

розбирати і ремонтувати вентилі балонів (замінювати прокладку сальника та інші деталі);

викручувати вентиль;

фарбувати балони і наносити на них надписи;

передавати балони іншим організаціям і особам;

витрачати газ нижче залишковий тиску (в балоні має залишатись тиск не менше 0,05 Мпа (0,5 кгс/см. кв.);

використовувати одяг з синтетичних і вовняних  матеріалів;

використовувати для протирання устаткування та інструменту замаслене ганчір’я;

палити та використовувати відкритий вогонь у приміщеннях, де зберігаються кисневі балони;

Споживачі, що мають балони, які потребують ремонту або повторного огляду, зобов'язані відправляти їх на підприємство - наповнювач або випробувальний пункт, які мають відповідний дозвіл (ліцензію) на виконання даних робіт.

Випуск газів з балонів в ємності з меншим робочим тиском повинен проводитися тільки через редуктор, призначений для даного газу і пофарбований у відповідний колір. Камера низького тиску редуктора повинна мати манометр і пружинний запобіжний клапан, відрегульований на відповідний дозволений тиск в ємності, в яку перепускається газ. Вентилі на кисневій рампі і балонах повинні закриватися і відкриватися поволі без ривків. Інструмент слід утримувати в чистоті і справності та постійно перевіряти на відсутність мастила і інших забруднень жирового походження.

На наповнюючій рампі необхідно розмістити документацію з видами клейм, якими позначаються балони України. Перевіряючи балон необхідно  порівняти клеймо на балоні з клеймом у документі (його ставить організація, яка опосвідчує балон. Опосвідчення повинне проводитись не рідше, ніж раз на 5 років).

Подача кисню у приміщення повинна проводитись через централізований пункт зберігання і розподілу кисню та систему трубопроводів газоподібного кисню. Балони з киснем слід встановлювати (не більше 10 штук ємкістю 40 літрів кожен) у спеціальних шафах, що не згоряють, поза будівлею у простінках на відстані не менше 4 м. від віконних і дверних отворів по горизонталі і вертикалі або в одноповерхових прибудовах з негорючих матеріалів. Центральний пункт зберігання і розподілу кисню слід розміщувати в окремих будівлях із стінами із негорючих матеріалів без віконних отворів з покриттям, що легко знімається, на відстані **не менше 25 метрів** від будівель і споруд, в яких можуть перебувати люди. Підлога має рівною з неслизькою поверхнею, із матеріалів, що виключають виникнення іскри. Балони з киснем слід встановлювати на відстані не менше  ніж 1 м від опалювальних приладів.

При наповненні балонів необхідно використовувати газоаналізатори (один для контролю вмісту кисню в повітрі біля цистерни з рідким киснем,  другий - для контролю газу в кисневому балоні)

Встановлені у приміщенні одинарні балони мають бути закріплені до стіни або стійки за допомогою хомутів або ланцюжків.

Трубопроводи газоподібного кисню мають відповідати вимогам **ВСН 10-83** Відомчі будівельні норми. Інструкція з проектування трубопроводів газоподібного кисню**і НПАОП 0.00-1.65-88** Правила безпеки при виробництві та споживанні продуктів розділення повітря**.**

Прокладка трубопроводів здійснюється з урахуванням вимог ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги".

**Забороняється**:
 здійснювати  подачу кисню за допомогою гумових трубок та по трубопроводах, що мають нещільні з'єднання;

* прокладка трубопроводів кисню у тунелях і підвальних приміщеннях, всередині несучих конструкцій і перегородок приміщень і будівель, через вентиляційні канали, технічні, побутові і господарські приміщення;
* розміщувати  балони у місцях зберігання паливно – мастильних або матеріалів на основі жирів будь якого іншого походження, у місцях, освітлених прямими сонячними променями;
* паління і використання відкритого вогню в приміщеннях для зберігання і експлуатації балонів.

Трубопровід всередині будівлі повинен прокладатися відкрито по стінах на 0,3 - 0,5 м. нижче стелі. У місцях, де можливі механічні пошкодження, має бути передбачено захист труб.

Відстань між трубопроводом кисню і електричними проводами і кабелями має бути не менше 0,3 м., при зовнішній прокладці - не менше 1 м.

При проходженні через стіни і перекриття трубопроводи кисню повинні прокладатися у гільзах з труб більшого діаметру з подальшим заповненням отворів негорючим матеріалом.

Ділянки трубопроводів в місцях проходження через стіни і перекриття не повинні мати стиків. Трубопроводи закріплюються за допомогою скоб. Лінії трубопроводів мають бути пофарбовані в блакитний колір.

Перед здачею систем централізованої подачі кисню повинна проводитися перевірка на знежирення деталей і вузлів, а також випробування систем подачі кисню із складанням відповідних актів.

Прокладка трубопроводів через сходові клітки не допускається.

Використані балони слід зберігати окремо від наповнених. .Зберігати балони необхідно з накрученими ковпаками.

Трубопроводи мають бути заземлені у місцях вводу в будівлю або у газових сховищ.

Заправку кисневих подушок слід здійснювати у відокремленому  приміщенні. Заправлені подушки повинні зберігатися на стелажах, встановлених не ближче 1 м від опалювальних приладів.

Знежирення трубопроводів, що знаходяться у контакті з киснем, слід проводити у разі перевищення норм жирових забруднень на їх внутрішній поверхні під час монтажу і ремонту та при експлуатації за інструкціями, розробленими споживачем. Норми допуску жирових забруднень на поверхні устаткування і трубопроводів, що знаходяться у контакті з газоподібним киснем, встановлені згідно з ГОСТ12.2.052-81. Знежирення трубопроводів проводиться у випадках забруднення їх внутрішньої поверхні, але не рідше одного разу на рік**,** періодичність проведення аналізів - не рідше 1 разу на 6 місяців.