

VUPEX a. s.

Sídlo: Trnavská cesta 27/B, 831 04 Bratislava
Zapísaná v OR OS Bratislava I, odd. Sa, vložka č. 429/B

vupex

POPIS NAVRHOVANÉHO RIEŠENIA

Zariadenie na prípravu kovových práškov atomizáciou taveniny AT-2530-001

1. TECHNICKÝ POPIS NAVRHOVANÉHO RIEŠENIA

Ponúkané technologické zariadenie je určené na prípravu kovových práškov z roztavených kovových zliatin plynným médiom. Materiálovým prevedením a vybavením bezpečnostnými prvkami je prispôsobené na prípravu výbušných práškov z ľahkých kovov najmä zo zliatin hliníka a horčíka. Na atomizáciu taveniny umožňuje používať prakticky akýkoľvek inertný plyn a po jednoduchých úpravách aj suchý vzduch.

Proces prípravy práškov pozostáva z prípravy taveniny v tégliku indukčnej pece vo vákuu alebo inertnej atmosfére. Z téglika sa pripravená tavenina vypúšťa spodným otvorom po otvorení tyčového ventilu cez odporovo ohrievanú rúrku do rozstrekovacieho nástroja (atomizačnej dýzy), v ktorom sa pomocou privedeného tlakového plynu rozstrekuje na prášok požadovanej frakcie. Roztavený prášok je tlakom plynu plynom a súčasne nasávacím účinkom dúchadla umiestneného na konci systému unášaný cez vertikálnu chladiacu vežu, v ktorej stuhne, cez potrubie v jej spodnej časti do separačného cyklónu, kde sa oddelí od nosného plynu.

Separovaný prášok sa zhromažďuje v odoberateľnej zbernej nádobe umiestnenej na spodnej časti cyklónu, pričom nosný plyn je odsávaný do filtra, ktorý zachytáva posledné jemné častice. Plyn zbavený prášku je potom cez dúchadlo vyfukovaný buď do vonkajšieho prostredia alebo do zberného nafukovacieho vaku, z ktorého ho možno späť prečerpať do tlakového zásobníka a znovu použiť. Celý proces prípravy práškov je riadený automaticky pomocou riadiaceho systému, pričom sa kontinuálne monitorujú všetky dôležité parametre, ktorými sú tlak, teplota a prietok plynu a obsah kyslíka. V prípade vzniku akéhokoľvek nebezpečenstva je proces prípravy práškov automaticky zastavený a zariadenie je automaticky uvedené do bezpečného stavu. Schéma zapojenia a podrobný popis jednotlivých konštrukčných častí sú uvedené v nasledovnej časti ponuky.

VUPEX a. s.

Sídlo: Trnavská cesta 27/B, 831 04 Bratislava

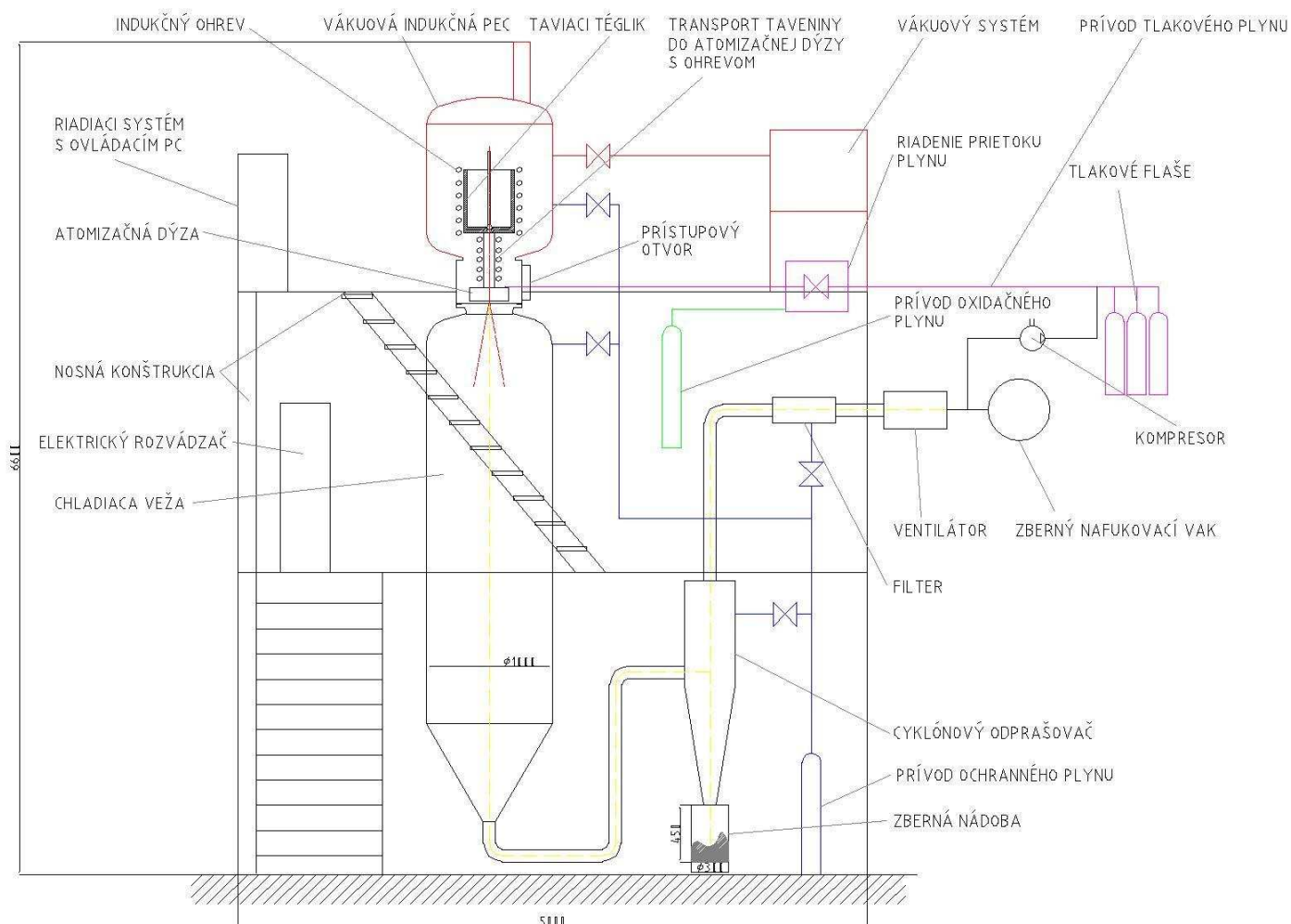
Zapísaná v OR OS Bratislava I, odd. Sa, vložka č. 429/B

vupex

V súlade s požiadavkami umožňuje ponúkané technologické zariadenie nasledovné činnosti:

- bezpečnú výrobu práškov zo zliatin hliníka požadovaného zloženia metódou riadeného rozstrekovania roztavenej zliatiny pomocou inertného plynu alebo vzduchu
- plne automatický režim prípravy po nastavení požadovaných parametrov, pričom nastavené parametre možno v súlade s bezpečnostnými limitmi meniť aj počas procesu prípravy
- prípravu práškov prakticky a akýchkoľvek kovových zliatin, ktoré majú teplotu tavenia do 1500°C, za predpokladu použitia vhodného materiálu taviaceho teglika, transportnej rúry na taveninu a atomizačnej dýzy
- zmenu distribučnej krivky veľkosti pripraveného prášku zmenou technologických parametrov prípravy (plynu, tlaku, teploty) a pomocou nastavenia geometrických parametrov rozprašovacieho nástroja
- jednoduchú a bezpečnú obsluhu zariadenia
- rýchle a jednoduché čistenie zariadenia, ktoré umožní opakovanie rozprašovacieho cyklu v čase do dvoch hodín po ukončení predchádzajúceho cyklu (čas opakovania závisí aj od času prípadného odčerpávania plynu zo zberného vaku – prečerpávacie zariadenie nie je súčasťou dodávky)
- kontinuálne monitorovanie všetkých dôležitých parametrov rozprašovania, ktorými sú teplota taveniny, tlak a teplota plynu, obsah kyslíka a stav uzatváracích ventilov. Tieto parametre sú počas procesu neustále zobrazované na displeji riadiaceho systému a súčasne sa zaznamenávajú pre potreby ďalšej analýzy. Prípadné poruchové alebo nebezpečné stavy sú okrem toho avizované svetelným majákom a akustickým signálom
- riadiaci systém automaticky blokuje všetky režimy, ktoré by mohli viesť k nebezpečenstvu výbuchu, v prípade že takéto potenciálne nebezpečenstvo počas prevádzky z nepredpokladaných príčin nastane, uvedie zariadenie automaticky do bezpečného stavu

2. FUNKČNÁ SCHÉMA NAVRHOVANÉHO RIEŠENIA



V súlade s priloženou schémou je zariadenie umiestnené na dvoch plošinách položených vo výške 2,3 a 4,7 m. Horná plošina je priamo napojená na existujúcu lávku, čo umožňuje prístup ku všetkým častiam zariadenia pomocou dvoch schodísk, jednak zospodu zo základného podlažia alebo zhora z existujúcej lávky, čím je súčasne vždy zabezpečená alternatívna úniková cesta. Pôdorys plošiny je 5x5 m vrátane hornej existujúcej lávky. Celková výška zariadenia je max. 6700 mm.

Hlavný pracovný priestor pre obsluhu zariadenia je na hornej plošine, kde je umiestnený riadiaci systém s monitorom a všetky ovládacie prvky potrebné na nastavenie potrebných technologických parametrov.

Na hornej plošine je umiestnená vákuová indukčná pec, ktorá je cez prechodovú komoru s atomizačným nástrojom prepojená s vertikálnou chladiacou vežou. Atomizačný nástroj je pomocou pripravených technologických dvierok ľahko prístupný z horného schodiska pre potreby čistenia, údržby resp. nastavenia.

Separačný cyklón je umiestnený v priestore pod spodnou plošinou, pričom vývod plynu z neho ide do filtra umiestneného na spodnej plošine, ktorý je takto ľahko prístupný pre potreby čistenia. Vývod plynu z filtra ide potrubím cez uzatvárací ventil do dúchadla, ktoré je umiestnené vonku sa stenou haly s vývodom do okolitého prostredia. Na vývod dúchadla je možné napojiť zberný nafukovací vak na použitý plyn, ktorý je súčasťou dodávky.

Prívod tlakového plynu je privedený z existujúceho rozvodu do modulu riadenia prietoku a tlaku plynu, ktorý je umiestnený na hornej plošine, aby potrebné ventily boli rýchlo a ľahko prístupné pre obsluhu. Modul riadenia prietoku plynu umožňuje v prípade potreby pridávanie pasívneho oxidačného plynu do nosného inertného plynu.

Taviaca pec, chladiaca veža, separačný cyklón a filter sú každý pomocou samostatných ventilov napojené na rozvod inertného ochranného plynu, ktorý súži na vyrovnanie tlaku v jednotlivých častiach zariadenia v prípade potreby alebo nebezpečenstva. Ventily sú ovládané automaticky riadiacim systémom, v prípade výpadku napájania sa automaticky otvoria.

Popis jednotlivých konštrukčných častí

Vákuová taviaca pec je vybavená stredofrekvenčným indukčným ohrevom s kontinuálne riaditeľným výkonom do 60 kW. Celý plášť pece vrátane veka a prechodových prírub je chladený vodou. Pec je valcového tvaru, os valca je umiestnená vertikálne. Vnútorý priestor pece má priemer 1 m a výšku 1m. V hornej časti pece je umiestnené veko, ktoré pokrýva celý vnútorný prierez pece. Veko sa otvára pomocou pneumatického nadvihnutia s možnosťou následného otočenia do strany, čím sa otvorí prakticky celý vnútorný priestor pece. Vo veku je umiestnená separačná evakuovateľná komora, cez ktorú je možné počas tavenia pridávať do taveniny legujúce prvky, resp. odoberať z taveniny vzorky, bez potreby otvárania pece a narušovania vákua resp. ochrannej atmosféry.

Taviaci téglík je vyhotovený z impregnovaného grafitu s vnútorným priemerom 250 mm a výškou 300 mm (objem 14,7 l). V spodnej časti má vypúšťací otvor, ktorý sa uzatvára grafitovou tyčou, ovládanou pneumaticky cez prechodovú prírubu v spodnom plášti pece. Indukčný ohrev a konštrukčné prevedenie taviaceho téglíka umožňujú dosiahnutie teploty taveniny nad požadovaných 1500°C. Teplota taveniny je snímaná pomocou termočlánku umiestneného v uzatvárací tyči.

Pec je cez uzatvárací ventil napojená na systém prípravy vákua pozostávajúci z Rootsovej a rotačnej olejovej vývevy s čerpacím výkonom 250 m³/hod, čo umožňuje bezproblémové dosiahnutie požadovaného vákua 50 Pa do 20 min.

Vnútorý plášť pece je vyhotovený z nerezovej ocele. Do pece je cez automaticky riaditeľný uzatvárací ventil privedený inertný plyn, ktorý umožňuje tavenie aj pri miernom pretlaku plynu. Uzatvárací mechanizmus veka umožňuje prácu do max. 0,15 MPa (pretlak 0,5 bar). Tlak plynu možno počas prevádzky pece automaticky nastavovať podľa potreby.

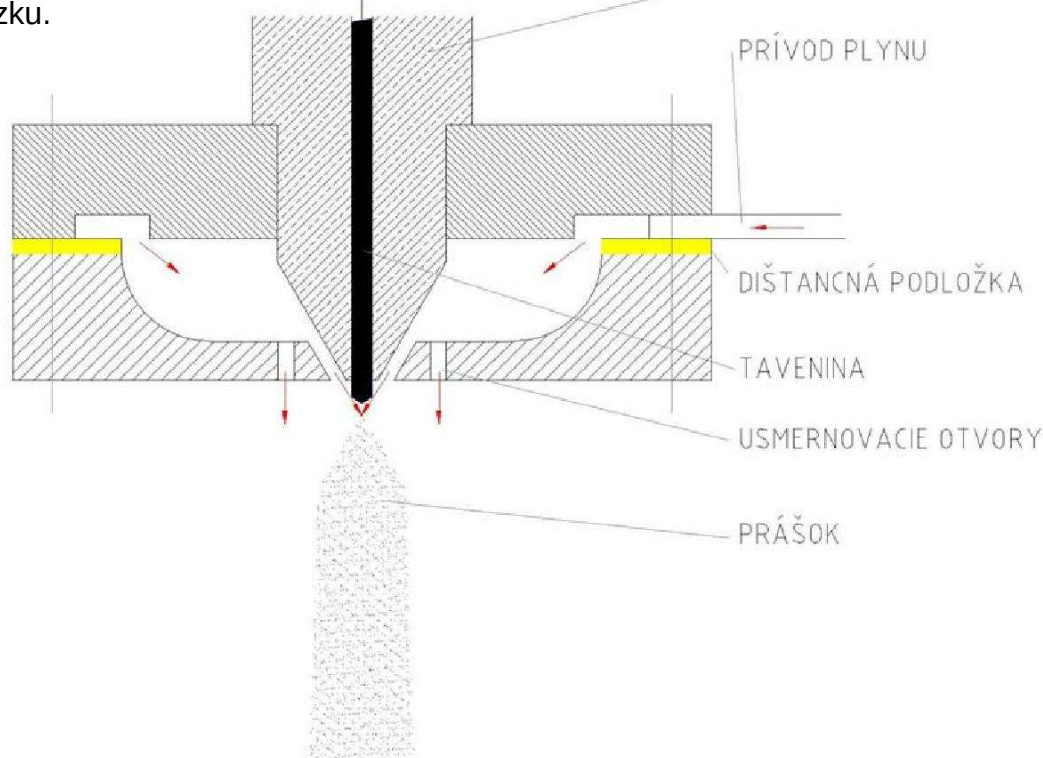
Vo veku pece sú dva sklenené priezory s priemerom 30 mm. V spodnom plášti sú umiestnené 4 prechodové príruby na prípadné pripojenie potrebných ovládacích resp. meracích zariadení.

V spodnej časti pece je otvor s priemerom 350 mm, na ktorý je napojená prechodová časť s rozstrekovacím nástrojom. Otvor možno pre prípad využitia pece len na potreby vákuového tavenia uzavrieť doskovým vákuovým ventilom DN 250.

Výpustný otvor z téglíka je s rozstrekovacím nástrojom spojený pomocou keramickej rúry, ktorú možno ohriať odporovým ohrevom do 1000°C. teplota rúry je kontrolovaná termočlánkom.

Indukčná cievka je spolu s taviacim téglíkom sklápateľná pomocou manipulačnej páky vyvedenej zvonka pece. Umožňuje to potom alternatívne odlievanie roztavenej zliatiny do vhodnej formy umiestnenej v peci pod taviacim téglíkom. V takom prípade je však potrebné vymeniť taviaci téglík za uzatvorený téglík bez spodného otvoru, vybrať ventil téglíka a prepojovacie keramické potrubie do rozstrekovacieho nástroja, a uzatvoriť otvor v spodnej príрубе pece. Taviaca pec potom funguje v režime štandardnej odlievacej vákuovej indukčnej pece.

Rozprašovací nástroj je umiestnený v prechodovej komore medzi pecou a chladiacou vežou. S taviacim téglíkom je spojený vyhrievaným keramickým potrubím, ktoré zabezpečuje teplotu rozstrekovacej dýzy nad teplotou tavenia bežných hliníkových zliatin. Schéma nástroja je znázornená na nasledovnom obrázku.



Konštrukcia nástroja umožňuje dostatočnú flexibilitu pri nastavovaní geometrie potrebnej na dosiahnutie požadovaného distribučného spektra veľkostí prášku. Keramická dýza je ľahko vymeniteľná, veľkosť štrbiny pre atomizačný plyn možno jednoducho nastavovať dištančnými podložkami. Nástroj je v prechodovej komore prístupný z horného schodiska pomocou otváracích dvierok, ktoré umožňujú jeho jednoduchú výmenu, nastavenie resp., čistenie. Súčasťou dodávky sú 2 keramické dýzy vyrobené z ľahko opracovateľnej HBN keramiky.

Chladiaca veža je vyhotovená z nerezovej ocele s tlakovou odolnosťou PN16. Je valcového tvaru priemeru 1 m s kónickým ukončením v spodnej časti do potrubia DN 100. Celková výška chladiacej veže vrátane kónusu je 4 m, čo zabezpečuje bezproblémové stuhnutie atomizovanej taveniny vo forme prášku. V hornej tretine má dva presklené priezory priemeru 100 mm umiestnené tak, aby bolo možné pozorovať prúd vznikajúceho prášku. V spodnej časti má zabudovaný uzatvárateľný manipulačný otvor, pomocou ktorého sa dá rýchlo a ľahko vyčistiť. Chladiaca veža je vybavená bezpečnostným tlakovým ventilom, kontrolným tlakomerom a snímačom obsahu kyslíka. Je priamo napojená na rozvod inertného plynu, ktorý cez automaticky riadený ventil umožňuje vyrovnanie tlaku v prípade potreby.

Separáčny cyklón so zbernou nádobou na vyrobený prášok sú vyhotovené z nerezovej ocele s tlakovou odolnosťou PN16. Cyklón má priemer 400 mm s kónickým ukončením v spodnej časti, kde je na neho cez rýchly uzáver napojená nerezová zberná nádoba na vyrobený prášok. Nádoba má priemer 350 mm a výšku 450 mm, čo bez problémov stačí na požadovaných min. 30 kg hliníkového prášku. Dno nádoby je umiestnené tesne nad podlahou haly, čo umožňuje jej manipuláciu pomocou vhodného vozíka. Súčasťou dodávky sú dve zberné nádoby. Celková výška cyklónu vrátane zbernej nádoby je 2,3 m.

V hornej časti cyklónu je prírubou zaslepený otvor, ktorý umožňuje jeho prípadné čistenie. Je ľahko prístupný z prvej plošiny. Cyklón je vybavený bezpečnostným tlakovým ventilom, kontrolným tlakomerom, teplomerom a snímačom obsahu kyslíka. Je priamo napojený na rozvod inertného plynu, ktorý cez automaticky riadený ventil umožňuje vyrovnanie tlaku v prípade potreby.

Koncový filter plynu je takisto vyhotovený z nerezovej ocele s tlakovou odolnosťou PN16. Je určený na zachytenie posledných zvyškov jemného prášku, ktorý prejde cez separáčny cyklón. Na potrubie je napájaný prírubami priemeru DN 100. V hornej časti má otváracie veko, cez ktoré možno filter vyčistiť, prípadne vymeniť filtrovaciu vložku. Filter je ľahko prístupný na prvej plošine zariadenia. Filter je vybavený bezpečnostným tlakovým ventilom, kontrolným tlakomerom indikujúcim zanesenie vložky a snímačom obsahu kyslíka. Je priamo napojený na rozvod inertného plynu, ktorý cez automaticky riadený ventil umožňuje vyrovnanie tlaku v prípade potreby.

Filter je pomocou spojovacieho nerezového potrubia DN 100 PN16 cez uzatvárací guľový ventil spojený s **dúchadlom**, ktoré je umiestnené na vonkajšej strane budovy. Dúchadlo slúži na vytváranie podtlaku min 16 kPa v celom systéme pri prietoku plynu do 1000 m³/hod. Otáčky sú nastaviteľné pomocou frekvenčného meniča. Je vyhotovené v antiexplozívnom prevedení (pre ATEX 22 prostredie s explozívnym prachom). Jeho konštrukcia je vhodná do externého prostredia. Na dúchadlo možno napojiť **zberný nafukovací vak** na použitý plyn s objemom 50 m³, zhotovený v antistatickom prevedení a vybavený bezpečnostným ventilom, ktorý sa otvorí v prípade jeho naplnenia. Vak je súčasťou dodávky.

Chladiaca veža, separačný cyklón, zberná nádoba a filter sú vyhotovené z nerezovej ocele a sú dimenzované na skúšobný tlak PN 16 (16 bar). Takisto sú vyhotovené aj všetky prepojovacie potrubia. Prierez potrubia je DN 100.

Celý systém možno uzatvoriť guľovým ventilom umiestneným pred dúchadlom, pričom od rozstrekovacieho nástroja po guľový ventil je odolný tlakovému namáhaniu 16 bar, čo zabezpečuje jeho pevnosť aj pri prípadnom výbuchu. Pri uzatvorení guľového ventilu možno celý systém evakuovať pomocou systému prípravy vákua napojeného na taviacu pec. Okrem toho možno pomocou prívodov inertného plynu do každej časti zariadenia vyrovnávať tlak v systéme, ak by náhodou došlo k upchatiu alebo netesnosti niektorej časti.

Zariadenie si vyžaduje prívod chladiacej vody na chladenie plášťa pece a indukčného ohrevu s prietokom 100l/min.

Zdroj tlakového a inertného plynu (napr. kontajner s tlakovými fľašami) nie sú predmetom dodávky. Na zdroj sa zariadenie napája dodávaným rozvodom obsahujúcim riadiacim systémom ovládateľný redukčný ventil na vstupe do zariadenia, elektromagneticky ovládateľný uzatvárací ventil na vstupe do zariadenia, merač tlaku plynu v zdroji snímateľný riadiacim systémom.

Modul riadenia prietoku plynu umožňuje v prípade potreby pridávanie vzduchu do nosného inertného plynu na pasiváciu povrchu práškov. Pridávanie vzduchu je riadené automaticky podľa potreby na základe merania obsahu kyslíka v chladiacej veži. Systém pridávania je mechanicky obmedzený ihlovým ventilom aby nedošlo k nadmernému obsahu kyslíka ani v prípade poruchy riadenia a meracieho zariadenia.

Celkový inštalovaný príkon zariadenia je do 100 kW vrátane zdroja na indukčné tavenie, systému vákuovania, odporového ohrevu a potreby riadiaceho systému.

Celé zariadenie je centrálné riadené **automatickým riadiacim systémom**, ktorý pri prevádzke kontinuálne monitoruje a zaznamenáva všetky dôležité parametre procesu, ktorými sú výkon ohrevu, teplota taveniny, teplota a tlak plynu a obsah kyslíka vo všetkých častiach zariadenia, prietok nosného plynu, stav uzatváracích ventilov. Tieto parametre sú zobrazené obsluhu zariadenia na monitore s uhlopriečkou 19". Zaznamenané údaje možno exportovať do programu MS Excel, kde sa dajú ďalej spracovávať podľa potreby.

Pri nastavovaní technologických parametrov obsluhou zariadenia sa automaticky blokujú režimy, ktoré by mohli viesť k nebezpečným stavom. Pred

spustením procesu rozprašovania sa automaticky overuje tesnosť systému uzatvorením guľového ventilu pred dúchadlom a evakuovaním celého systému. V prípade úspešného testu tesnosti sa potom celý systém naplní inertným plynom.

Počas prevádzky sa kontrolujú najmä tlaky v jednotlivých častiach zariadenia a obsah kyslíka. Táto kontrola umožňuje odhaliť potenciálne nebezpečenstvo vznikajúce pri upchatí určitej časti potrubia alebo pri vzniku netesnosti. Následne sa systém automaticky uvedie do bezpečného stavu zastavením procesu atomizácie a vyrovnaním tlakov pomocou inertného plynu, ktorý je privádzaný separátne do každej časti zariadenia.

Dodávané príslušenstvo

K zariadeniu je v súlade s požiadavkami dodávaná technická dokumentácia vrátane potrebných vstupných revízií podľa platných noriem, náhradný taviaci téglik z grafitu bez spodného otvoru, náhradná rozprašovacia dýza z keramiky HBN a druhá zberná nádoba na prášok.

Súčasťou dodávky zariadenia s príslušenstvom je jeho doprava, inštalácia, uvedenie do prevádzky a základné predvedenie jeho funkčnosti (na užívateľskej úrovni) zodpovednej osobe objednávateľa.

Súčasťou dodávky nie sú zdroje technologických plynov ani nádoby na ich uskladnenie.

Ponúkané zariadenie spĺňa **všetky** technologické parametre požadované vo výzve v časti .

Zariadenie je v zhode s platnými európskymi normami a predpismi. Spĺňa všetky bezpečnostné predpisy týkajúce sa výroby Al práškov platné v EÚ.

Záruka a servisné podmienky

Záručná doba na celú dodávku 12 mesiacov. Nástup na servisný zásah do 36 hodín od nahlásenia vady. Garancia dodávky náhradných dielov po dobu 10 rokov od inštalácie.

3. ANALÝZA BEZPEČNOSTNÝCH RIZÍK A NÁVRH OPATRENÍ NA ICH ODSTRÁNENIE

Zariadenie je dodávané ako bezpečné, v súlade s platnými technickými normami. Je koncipované tak, aby k nebezpečným stavom nemohlo dochádzať ani pri nesprávnej obsluhu a aby boli identifikované okamžite aj počas prevádzky v prípade nepredpokladanej udalosti.

Najväčším bezpečnostným rizikom pri výrobe práškov z hliníka je **nebezpečenstvo výbuchu** v dôsledku veľkého povrchu prášku a jeho vysokej afinity

ku kyslíku. Nebezpečný stav vzniká v intervale koncentrácie prášku a kyslíka v kritickom rozsahu, pričom ďalšou podmienkou je nutnosť zapálenia resp. vzniku iskry.

Koncept zariadenia bol preto zvolený tak, aby k uvedenej kombinácii kritických podmienok nemohlo v žiadnom prípade dôjsť. Slúžia na to nasledovné opatrenia:

- zariadenie principiálne pracuje v inertnej atmosfére, ktorá sa pripravuje celkovou evakuáciou a napustením inertným plynom
- pred spustením zariadenia sa automaticky kontroluje jeho tesnosť, priechodnosť potrubí a stav (v prípade neuspokojivého výsledku sa zariadenie nespustí)
- počas celej prevádzky sa v najdôležitejších kritických uzloch, kde sa nachádza prášok, kontroluje koncentrácia kyslíka, v prípade prekročenia nastavenej bezpečnej hranice sa proces automaticky zastaví a zariadenie sa inertizuje ochranným plynom
- kritické časti zariadenia sú vyrobené na tlakovú pevnosť PN16, ktorá zabezpečí jeho mechanickú pevnosť aj v prípade, keby náhodou k nepravdepodobnému výbuchu došlo
- vznik prípadných netesností alebo upchatí okrem analýzy obsahu kyslíka odhalí aj monitorovanie tlaku v jednotlivých častiach zariadenia. V prípade kritického rozdielu tlaku sa proces automaticky zastaví a tlak sa vyrovná pomocou inertného plynu
- nastavenie kombinácie parametrov, ktoré by mohli viesť ku kritickým stavom je automaticky blokové riadiacim systémom
- veľmi čistý inertný plyn by mohol viesť k vzniku reaktívneho povrchu na hotových práškoch, zariadenie je preto vybavené možnosťou pridávania vzduchu do nosného plynu tak, aby sa zabezpečil vznik dostatočnej pasívnej vrstvy, ktorá chráni prášok pred ďalšou oxidáciou a s tým spojeným nežiaducim ohriatím. Dávkovanie vzduchu je realizované cez riaditeľný ventil na základe merania obsahu kyslíka v chladiacej veži, s konštrukčným obmedzením maximálneho prietoku pomocou dodatočného manuálneho ihlového ventilu

V prípade akéhokoľvek zistenia nebezpečenstva sa zariadenie uvedie do bezpečného stavu nasledovným spôsobom:

- zastaví sa prívod nosného práškovacieho plynu a odstaví sa dúchadlo
- ak sa nepoužíva nafukovací zberný vak, uzavrie sa ventil pred dúchadlom
- uzavrie sa ventil na vypúšťanie taveniny
- otvoria sa ventily na inertný plyn vo všetkých častiach zariadenia, kým sa tlak nevyrovná s atmosférickým (keďže zariadenie principiálne pracuje pri podtlaku cca 16 kPa, k stavu, že by došlo k rýchlemu pretlaku v jednotlivých častiach dôjsť nemôže, s výnimkou výbuchu)

K ostatným možným bezpečnostným rizikám patria:

- možnosť popálenia vysokou teplotou – táto možnosť je prakticky vylúčená, pretože všetky horúce časti zariadenia sú zakryté vodou chladeným plášťom. K popáleniu by mohlo dôjsť len nesprávnou obsluhou, keby došlo k dotyku obsluhy s horúcou časťou pri otvorení zariadení mimo prevádzkového režimu. Obsluha má možnosť neustále kontrolovať teplotu horúcich častí (téglika, nástroja, prepojovacieho potrubia) pomocou zabudovaných termočlánkov, ktoré indikujú či sa ich už možno dotýkať
- možnosť výbuchu pri upchatí potrubia a pretlakovaní zariadenia – toto riziko je minimalizované jednak kontinuálnou kontrolou tlaku v jednotlivých častiach zariadenia, ktorá v prípade stúpnutia tlaku prívod plynu zastaví, jednak je každá časť zariadenia chránená bezpečnostným poistným ventilom, ktorý uvoľní pretlak nad úroveň 0,15 MPa, čo je max prípustný tlak pre vákuovú pec, ktorý je limitný pre celé zariadenie. V prípade nepravdepodobného výbuchu sú všetky ostatné časti zariadenia schopné vydržať tlak 1,6 MPa, pričom mechanické upevnenie nástroja na chladiacej veži zabráni prenosu tlaku do vákuovej taviacej pece
- možnosť úrazu zásahom elektrického prúdu – zariadenie je navrhnuté podľa platných noriem s potrebným istením a uzemnením. Elektrické vodiče sú umiestnené tak, aby v žiadnom prípade nemohlo dôjsť k poškodeniu izolácie vplyvom mechanického trenia alebo tepelného namáhania. Obsluha neprichádza do styku so žiadnymi časťami zariadenia, ktoré by mohli byť vystavené nebezpečnému elektrickému napätiu.
- vznik prašnosti – toto riziko je minimalizované konštrukčným princípom zariadenia, ktoré pracuje pri podtlaku plynu vyrobeného pomocou dúchadla s vysokým odsávacím výkonom. Všetok plyn v zariadení je preto odsávaný do vonkajšieho priestoru, pričom sa prakticky všetok prach oddeľuje jednak v separačnom cyklóne a následne v záchytnom filtri. Výstupný plyn možno okrem toho zbierať v nafukovacom zbernom vaku a dosiahnuť tak 100% odstránenie prašnosti aj v okolitom prostredí.

Príloha č. 2 k zmluve o dielo
Špecifikácia diela

Príloha č. 2 k zmluve o dielo
Špecifikácia diela