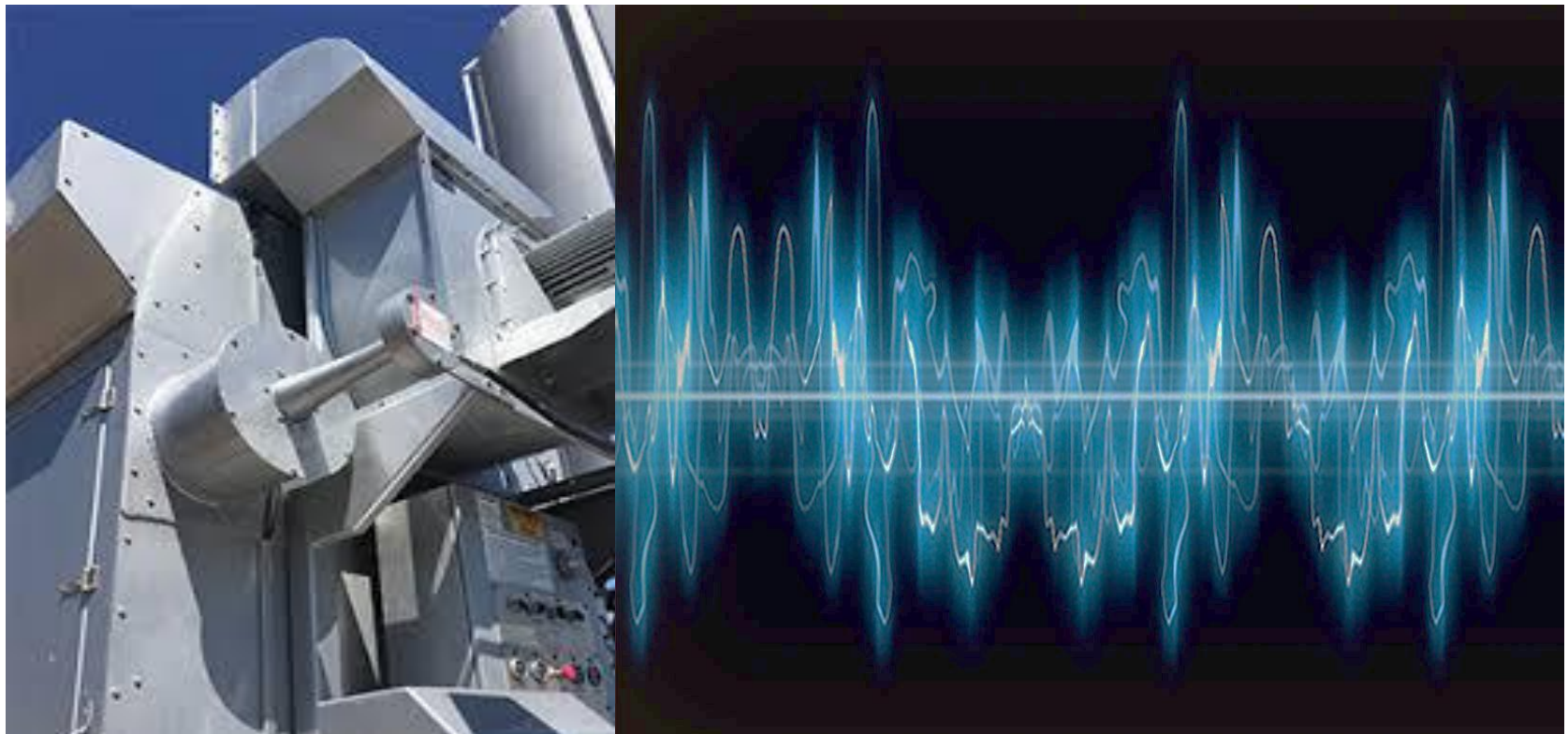




AKUSTIČKI SISTEMI ZA POBOLJŠANJE OTRESANJA I EVAKUACIJU PEPELA



UVOD

- Sistemi za akustičko čišćenje mogu značajno poboljšati postupke industrijskih prečišćavanja i uklanjanja polutanata vazduha
- U kombinaciji sa ostalim sistemima za prečišćavanje ovi sistemi mogu značajno poboljšati postupke otresanja pripadajućih taložnih elektroda i pražnjenja prihvatnih levkova
- Ova poboljšanja su veoma delotvorna, bilo da se radi o elektrostatičkom izdvajanju, sistemima vrećastih filtera ili o nekim drugim tipovima mehaničkih izdvajaa
- Obezbeđuju eliminaciju prekomernog sakupljanja nataloženih materijala, što inače može dovesti do neplaniranih troškova održavanja i vremena mirovanja postrojenja za izdvajanje čestičnih polutanata (dimni gas, cementna prašina i sl.)
- Mogu značajno smanjiti probleme protočnosti izdvojenih materijala
- Imaju značajno manje troškove održavanja u odnosu na druge sisteme otresanja (rotacioni ili linearni sistem čekića za otresanje taložnih elektroda izdvajaa)
- Projektovani su za rad u širokom opsegu pobudnih frekvencija i koriste akustičnu (zvučnu snagu) za eliminaciju i otresanje nataloženog pepela.
- Sistemi su bazirani na zvučnim pobuđivačima koji su nalik na tzv. „trube“ (horne)
- U ovom predavanju će biti reči o nekim osnovnim principima akustičkog otresanja i evakuacije, kao i nekim prednostima koje nude ovi sistemi

IZGLED AKUSTIČKIH TRUBA (HORNI)

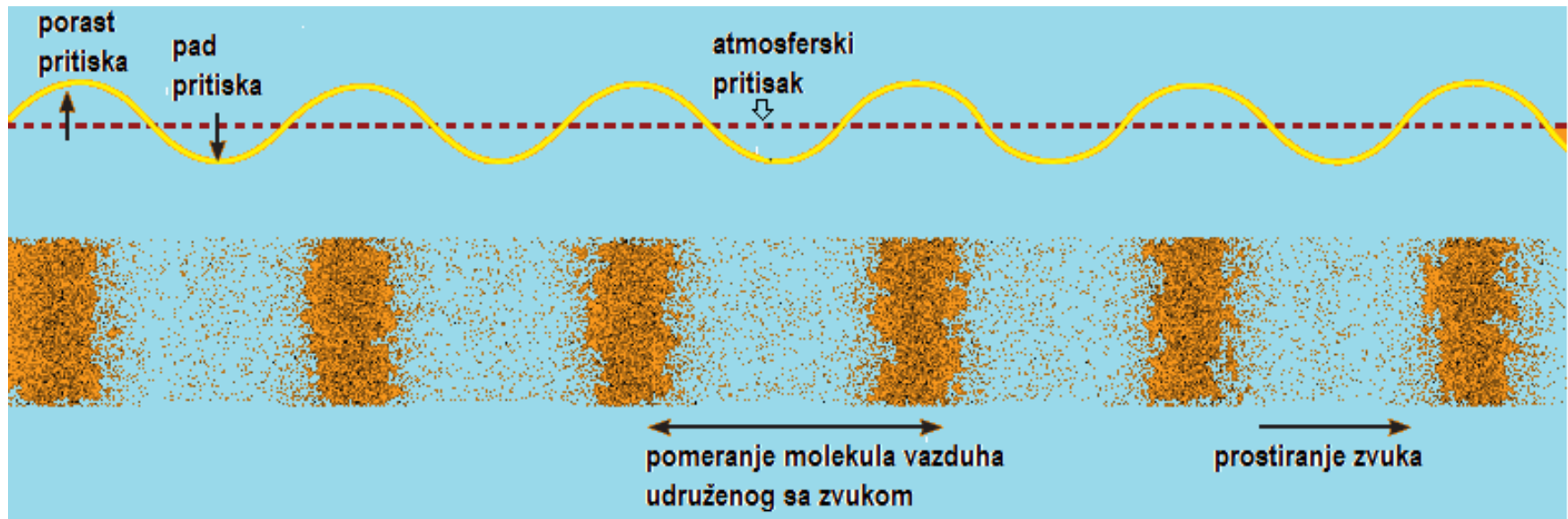


ELEKTROMAGNETNI POBUĐIVAČI

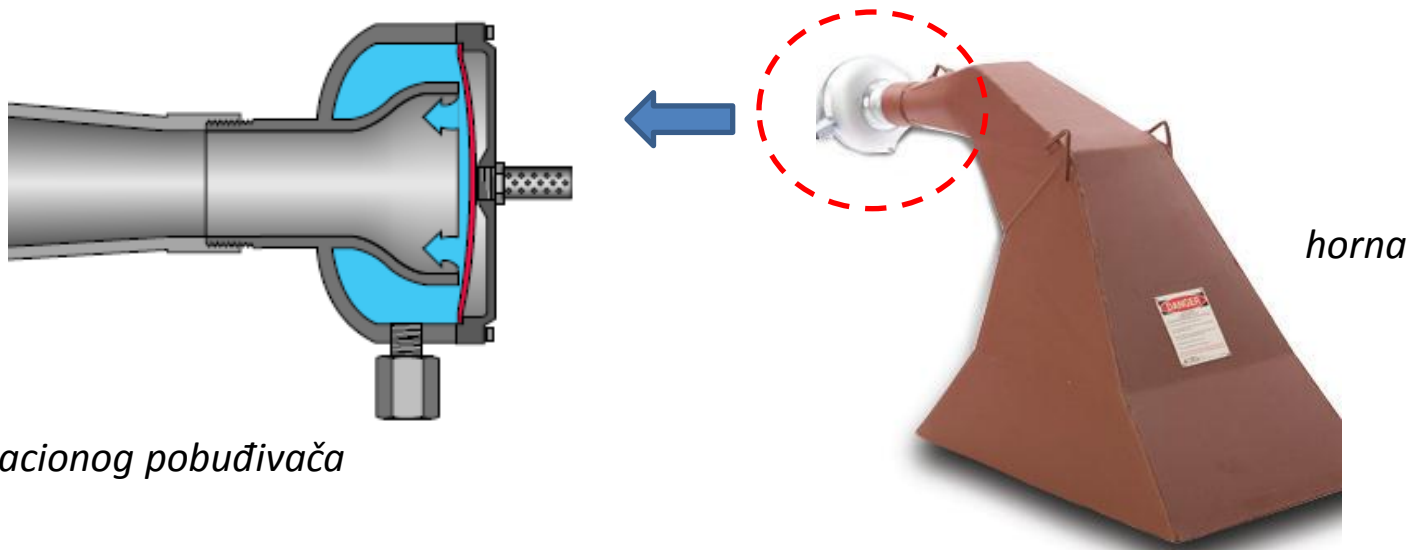
- Na slici je dat izgled industrijskih akustičkih horni zajedno sa elektromagnetnim pobuđivačima od renomiranog proizvođača *PARKER-BHA Powerwave Acoustic Cleaning Systems*
- Dužina „HORNE“ i spojnog elementa (tzv. roga) sa pobuđivačem jedan je od ključnih faktora koji određuje glavnu, ili osnovnu, akustičku frekvenciju.
- Što je duža horna, niža je frekvencija.
- Na slici rog ima zakrivljenje i često se koristi za zvučno otresanje šljake iz cevi kotla ili evakuaciju pepela iz taložnih komora.



OSNOVNI PRINCIP AKUSTIČKOG ČIŠĆENJA

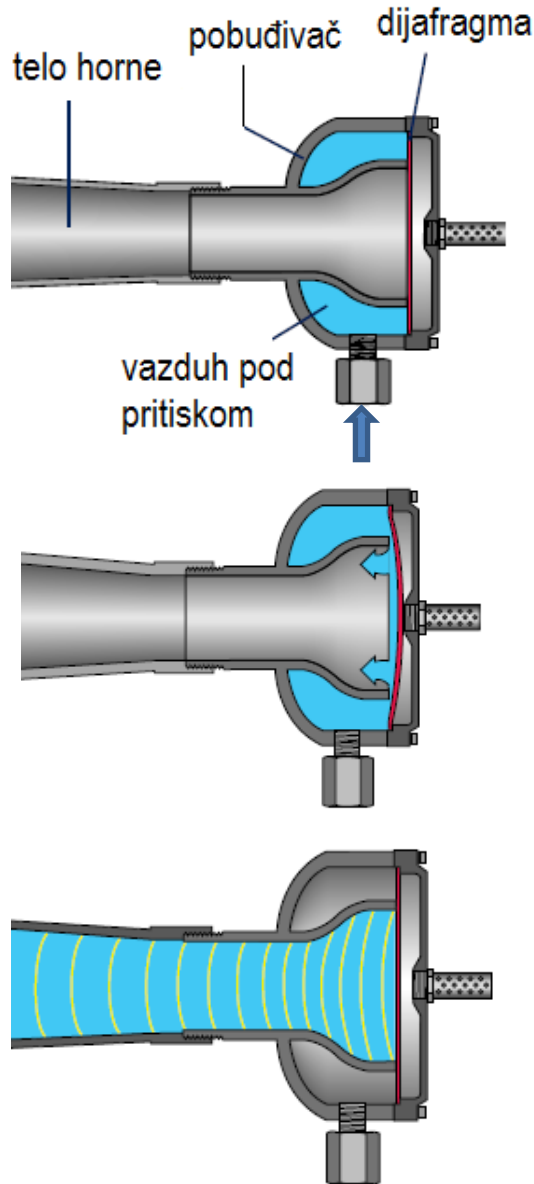


- Akustička sredstva obično najefikasnije uklanjaju prašinu i čestice
- Akustičko čišćenje je jednostavan koncept kojim se vrši premeštanje i otresanje čestica.
- Ono je bazirano na promeni vazdušnog pritiska (naizmeničnom povećanju i smanjenju u odnosu na atmosferski vazdušni pritisak), kao što je pokazano na slici.
- Ova promena pritiska utiče na akustičku snagu koja može biti dovoljnog intenziteta da prekida međusobne mehaničke veze između čestica, ali i njihove veze sa strukturom na kojoj su nataložene.
- Niže frekvencije proizvode veće pomeraje čestica, a ovi pomeraji su sposobni da očiste veću površinu taložnih elektroda
- Zvučni talasi ekstremno niske frekvencije moraju se nalaziti dovoljno blizu konstrukcije ili posude, ali mogu potencijalno prouzrokovati strukturna oštećenja ili otpustiti zavarene spojeve (to predstavlja izvesnu manu!!!)



- Akustička sredstva za čišćenje (električni pobuđivači sa pripadajućim hornama) proizvode snažne impulse zvučne energije koja obezbeđuje pražnjenje prašine iz vrećastih filtera, kotlovskih cevi i izmenjivača toplote, ploča za prikupljanje čestica (taložnika), rezervoara, kanala i industrijskih katalizatora.
- Tehnologija akustičkog čišćenja temelji se na jednostavnom principu da je zvuk ustvari vibracija kroz se prostire kroz vazduh.
- Bez obzira na izvor - zvučni talasi ili mehanički vibracioni udari - ako imaju dovoljan intenzitet, usmereni na neku površinu izbaciće prašinu i druge čestice sa te površine.
- Veoma bitan element je vibracioni pobuđivač, koji je obično baziran na elektromagnetnom principu

OSNOVNI PRINCIP RADA AKUSTIČKOG SISTEMA „HORNA-POBUĐIVAČ“



Komprimovani vazduh se uvodi u sklop pobuđivača sistema akustičke horne. Naizmenično povećanje i smanjenje pritiska prouzrokuje savijanje membranske ploče (membrane), odnosno “DIJAFRAGME“, kako je nazačeno na slici. Ova membrana je najčešće izrađena od titanijuma (Ti). Dve najkorisnije osobine ovog metala od bilo kojeg drugog elementa su: (1) otpornost na koroziju, (2) najbolji odnos između čvrstine i gustine

Usled povećanja pritiska, vazduh izlazi pored savijene dijafragme (membrane) u telo horne (rog), smanjući pritisak u pobuđivaču. Ovo smanjenje pritiska omogućava da se dijafragma brzo vrati nazad, stvarajući snažan impuls u telu horne.

Impulsi putuju kroz rog, gde se pojačavaju oblikom horne, i postaju ustvari snažni „rafalni zvuk“, energetski sposoban da nataložene čestice materijala razbacuje i otresa sa taložne površine.

Osnovna frekvencija i snaga zvuka 75Hz/147dB



Osnovna frekvencija i snaga zvuka 230Hz/147dB



Osnovna frekvencija i snaga zvuka 230Hz/147dB

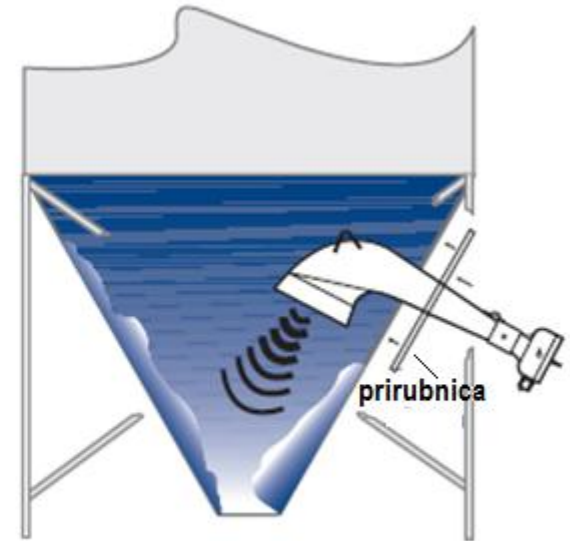
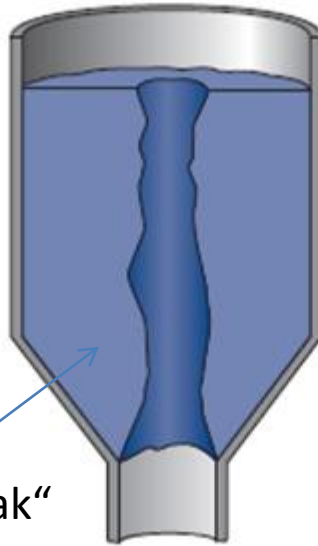


- Budući da se radi o niskim pobudnim učestanostima i relativno visokim zvučnim intenzitetima u decibelima (dB), ovaj način je veoma pogodan i ustvari je najefikasniji za uklanjanje čestica.
- Obično ovi sistemi rade na 75 Hz ili više - iznad prirodne (rezonantne) frekvencije mehaničke strukture sa koje se otresaju čestice, kako bi se osiguralo da strukturne komponente, ovim zvučnim vibracijama ne budu oštećene.
- Za efikasno akustičko čišćenje, frekvencija vibracija treba da bude niska, a intenzitet zvuka dovoljno visok da ukloni skupljene čestice.
- Tehnologija akustičkog čišćenja pokazala se veoma značajnom u povećanju efikasnosti opreme za kontrolu zagađenja vazduha
- U nekim postrojenjima (naročito u industriji cementa) se koriste „akustični rogovi“ odnosno HORNE, kao isključivi i jedini uređaj za čišćenje.

OSNOVNI PRINCIP MONTAŽE



nalep tipa
„obrnuti levak“



- Akustički čistači eliminišu uobičajene probleme sa nakupljanjem materijala u prihvatnim levcima, kantama, rezervoarima, silosima i pneumatskim transportnim vodovima.
- Lako instalirani na podesnoj prirubnici (kao što je prikazano na slici), i kroz probušene otvore ili pristupna vrata, ovi čistači pružaju intenzivnu akustičnu energiju za razbijanje i uklanjanje začepjenja, blokada i tvrdokornih naslaga, bez mehaničkog zamora materijala suda

PRIMENA AKUSTIČKIH POBUĐIVAČA U SISTEMIMA VREĆASTIH FILTERA



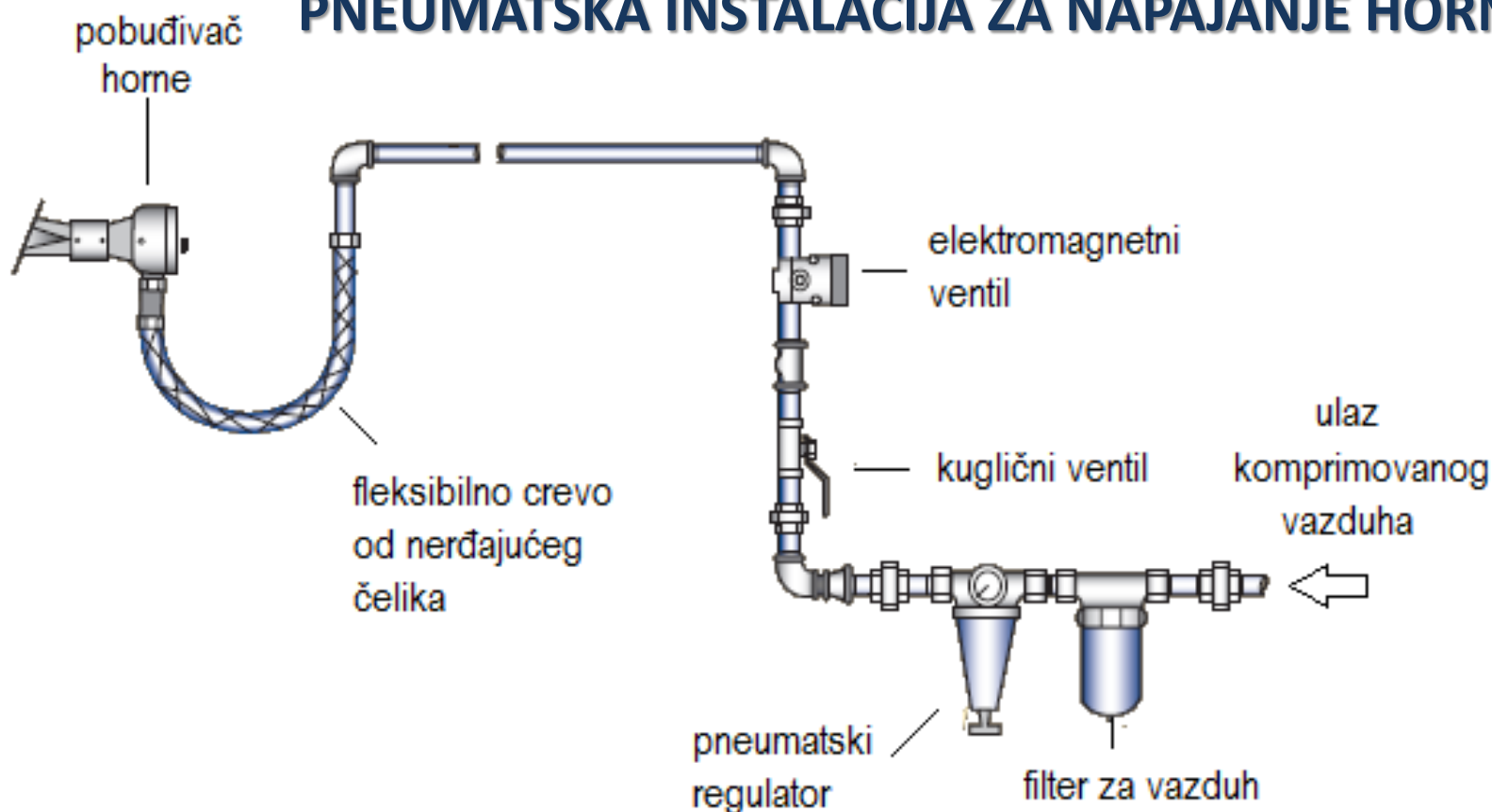
Akustički pobuđivač u vrećastom filteru

- Dokazano je da zvučno čišćenje efikasno odstranjuje nakupljene čestice prašine iz ovog tipa filtera, za razliku od tradicionalnih metoda čišćenja, poput trešenja i povratnog vazduha, koje skraćuje životni vek vrećastog filtera
- Akustičko čišćenje je blago za tkaninu vreće i ne izaziva abraziju ili fleksiranje vlakana.
- Sistemi akustičkog čišćenja mogu se lancem obesiti u vrećama - smanjujući učestanost ciklusa čišćenja, a u nekim slučajevima eliminišući potrebu za drugim metodama čišćenja.



- Za rad na visokim temperaturama, ovi sistemi akustičkog čišćenja eliminišu uobičajene probleme sa nakupljanjem materijala u posudama, rezervoarima, silosima, u kanalima i cevima.
- Prednosti ovih sistema kod vrećastih filtera: (1) poboljšavaju uklanjanje prašine sa filterskih vreća, (2) smanjuju diferencijalni pritisak, (3) smanjuju trošenje filtera (posebno u mešačima za otresanje), (4) pomažu u uklanjanju tzv. „zaslepljenosti“ vreća i (5) povećavaju životni vek vrećastog filtera

PNEUMATSKA INSTALACIJA ZA NAPAJANJE HORNI



Zahtevi za snabdevanje vazduhom prilagođavaju se svakoj instalaciji, upravljanje može biti složenije od primene elektromagnetnog ventila i tajmera (kao kod otresača sa čekićima-“rapper“ sistemima) .

Veoma je bitno da ulazni vazduh bude određene čistoće i mora biti filtriran ulaznim filtrom za vazduh. Uloga regulatora pritiska (pneumatski regulator) je da stabilizuje i obezbedi konstantan pritisak u instalaciji. Prelaz sa fiksirane instalacije na elektromagnetni pobuđivač se može ostvariti fleksibilnim crevom od nerđajućeg čelika.

PRIMENA AKUSTIČKIH POBUĐIVAČA U SISTEMIMA ZA ČIŠĆENJE KOTLOVA I IZMENJIVAČA TOPLOTE

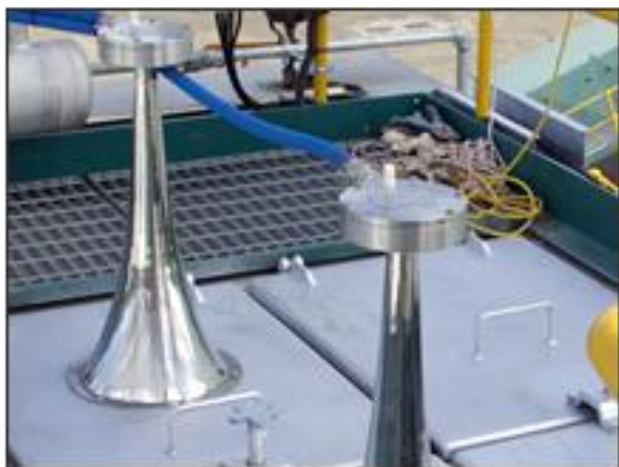


- Najzaprlijaniji delovi kotlovskih instalacija su obično kotlovske cevi i ispusti iz kotlova
 - Na tim mestima se obično talože nus produkti kao što su šljaka, kamenac, silikati i sl.
 - Akustički čistači obezbeđuju čuvanje cevi kotlova, čiste ih i mogu eliminisati efekte čađi, kamenca i sl.
 - Primena je uglavnom na industrijskim i komunalnim kotlovima
 - Obezbeđuju smanjenje vršnih vrednosti neprozirnosti (zagađenosti) gasova koji su bogati česticama čađi.
-
- Akustički čistači mogu da rade češće od ventilatora za čišćenje, a rezultat su čistije cevi bez upotrebe parazitne pare.
 - Sa samo jednim pokretnim delom - čvrstom membranom od titanijuma sistemi za akustično čišćenje koštaju manje od pneumatskih sistema za uduvavanje koji su takođe veoma efikasni za uklanjanje čestica sa rotacionih ili cevastih površina kotlova, izmenjivača toplote i sl.



Načini montaže akustičkog čistača na kotlu

PRIMENA AKUSTIČKIH POBUĐIVAČA U SISTEMIMA ELEKTROSTATIČKIH IZDVAJAČA (ELEKTROSTATIČKIH FILTERA)



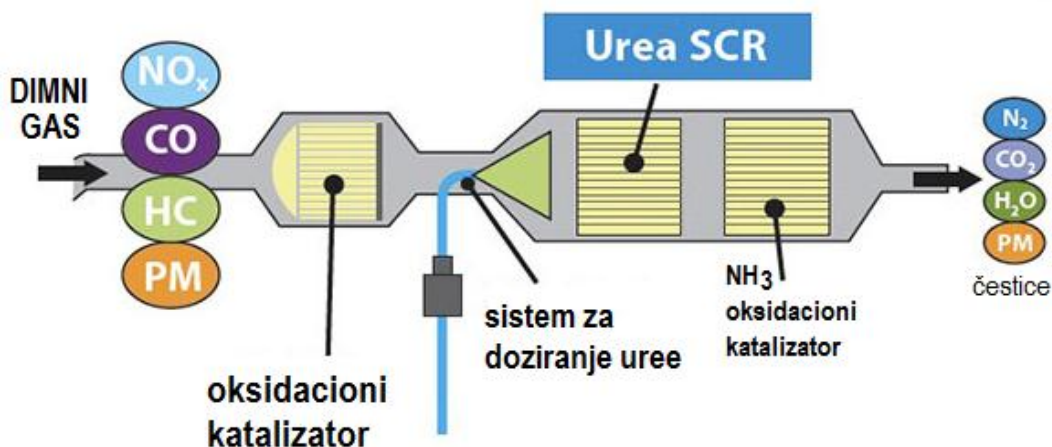
Akustički čistači na taložnim komorama elektrostatičkih izdvajača

- Tradicionalni sistemi za čišćenje (npr. spoljašnji linearni otresači ili unutrašnji rotirajući čekići) tokom otresanja „glavama čekića“ upadaju u istu prašinu, a ovo često rezultuje ponovnim zadržavanjem prašine na njima.
- Mehanički uticaj ovih metoda su pukotine, izobličenja i mehanički stres sakupljajućih površina (taložnih elektroda, a vrlo često i oštećenja emisionih elektroda elektrostatičkih filtera.
- Akustički sistemi za čišćenje obezbeđuju čišćenje pomenutih elektroda bez izazivanja njihovog mehaničkog naprezanja i stresa , a u nekim slučajevima eliminišu potrebu za konvencionalnim sistemima za otresanje, baziranim na udarnim „čekićima“.
- Pored smanjenja preopterećenja i mehaničkog stresa, akustička tehnologija čišćenja pomaže povećanju snage i efikasnosti elektrostatičkog polja u taložnim komorama elektrostatičkog izdvajača, odnosno povećanju efikasnosti sakupljanja čestica dimnog gasa.



*Načini montaže akustičkog čistača
na komorama elektrotatičkih
Izdvažača*

PRIMENA AKUSTIČKIH POBUĐIVAČA U SISTEMIMA Selektivne Katalitičke Redukcije (Selective Catalytic Reduction)



Akustički čistači na SCR katalitičkim komorama

- Trenutno je metoda selektivne katalitičke redukcije sa amonijakom (NH_3) najčešće korišćena tehnologija u otklanjanju štetnih oksida azota u dimnim gasovima; nema nus-proizvoda, nema sekundarnog zagađenja, jednostavna je struktura uređaja, visoka efikasnost uklanjanja (do 90%), pouzdan rad i lako održavanje.
- „Selektivnost“ znači da u prisustvu kiseonika, amonijak NH_3 preferirano prolazi kroz reakciju smanjenja i uklanjanja azot oksida (NO_x), kao bi se formirao azot i voda, bez oksidacije sa kiseonikom u dimnim gasovima.
- Parni čistači čađi u sistemima *Selektivne Katalitičke Redukcije*, dovode do parazitske pare i troškovi održavanja mogu značajno iznositi
- Takođe ovi čistači čađi mogu dovesti do erozije i smanjenje životnog veka cevnog sistema u ovim postrojenjima

- Obzirom da se ovim sistemima u toku rada retko pristupa i rukuje (ovo su uglavnom autonomni sistemi), preterano izbacivanja čađi (čestica PM) može dovesti do ponovnog zarobljavanja i „naduvanja“ u komorama, a to značajno može smanjiti pozitivne efekte katalitičkih reakcija između ciklusa izduvavanja čađi .
- Akustički sistemi za čišćenje mogu obezbediti održivu i efikasnu metodu čišćenja SCR katalizatora koji je relativno jeftiniji za rad, u poređenju sa parnim čistačima čađi i čestica.
- Zbog svoje male veličine, mogu se postaviti preko slojeva katalizatora kako bi se uklonio leteći pepeo
- Pored smanjene potrošnje pare, akustički čistači mogu značajno smanjiti eroziju katalizatora.





Načini montaže akustičkih čistača na SCR postrojenjima-1



Načini montaže akustičkih čistača na SCR postrojenjima-2

PRIMENA AKUSTIČKIH POBUĐIVAČA U SISTEMIMA ZA EVAKUACIJU PEPELA (prihvatni levci, silosi, ventilatori,)



- Akustički sistemi za čišćenje dostupni su u različitim konfiguracijama za primenu na prihvatnim levcima, ventilatorima, prihvatnim komorama, kanalima za transport pepela i sl.
 - Kompaktniji modeli mogu da fluidiziraju prašinu u pneumatskim transportnim linijama i ventilima za pražnjenje rezervoara - dok specijalizovani modeli održavaju lopatice ventilatora čistim, uravnoteženim i bez vibracija.
-
- Akustička sredstva za čišćenje mogu eliminisati potrebu za udaranim čekićima za pražnjenje, opasnim radom (u smislu mehaničkih oštećenja) odčepljavanja prihvatnih levkova pepela.
 - Takođe ovi akustički sistemi su u prednosti u odnosu na vibracione sisteme (udarni vibratori, rotacioni vibracioni aktuatori, elektromagnetni linearni aktuatori i sl.) obzirom da ne dovode do stresa, zamora i pucanja mehaničke konstrukcije prihvanih levkova i tankova
 - Sistemi zvučnog čišćenja mogu eliminisati začepjenja, taloženje pepela, lepljenje, formiranje unutrašnjih levaka stvrdnutog materijala na bočnim zidovima i sl.



Način montaže akustičkog čistača prihvatnih levkova

<https://www.youtube.com/watch?v=YtRKWy1BrPQ>



Acoustic Cleaning.wmv

HVALA NA PAŽNJI!!!!



Beograd, April 2021