

KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU



INDUSTRIJSKE SVOJINE

KLASA 12 (6)

IZDAN 1 MAJA 1937.

PATENTNI SPIS BR. 13275

Ing. ter Linden Adam Johannes, Delft, Holandija.

Uredjaj za izdvajanje letećeg praha iz gasova pomoću jednog ili više naročito izvedenih ciklona.

Prijava od 9 aprila 1936.

Važi od 1 oktobra 1936

Naznačeno pravo prvenstva od 12 aprila 1935 (Holandija).

Pronalazak se odnosi na uredaj za izdvajanje letećeg praha iz gasova u strujanju, koji se sastoji iz ciklona određenog oblika ili iz više iste vrste istoga oblika, koji se na naročiti način paralelno priključuju.

Upotreba jednog ciklona kao izdvajača praha je poznata; u raznim industrijama se ovi uredaji upotrebljuju u raznim oblicima za izdvajanje letećeg praha iz gasova u strujanju.

Ovi poznati centrifugalni izdvajači imaju nezgodu, da je s jedne strane procenat izdvajanja većinom nezadovoljavajući i da je s druge strane otpor, na koji gasovi nailaze u ciklonu, i suviše veliki i ne podudara se sa postignutom cifrom izdvajanja. Takode su razmere (visina) često i suviše velike, da ugradivanje izdvajača u prostoru, koji se ima na raspoloženju, većinom nije moguće.

Sa uredajem po pronalasku se ove nezgode otplanjaju. Ovo se postiže time, što se razmere ciklona tako biraju, da se od izvesne veličine zrna, odnosno od brzine padanja, svi delovi letećeg praha sa sigurnošću izdvajaju, a da se time ne poveća otpor ili zapremina izdvajača no što je neminovno potrebno. Podelom kakvog velikog ciklona u izvestan broj malih paralelno uključenih ciklona i naročitim skupnim konstruisanjem ovih malih ciklona postoji mogućnost, da se zapremina izdvajača još smanji i da se oblik ovih izdvajača što je moguće bolje prilagodi prostoru koji se ima na raspoloženju.

Osim toga se ovim postupkom, da se izvestan veliki cikon zameni izvesnim brojem paralelno uključenih malih ciklona, znatno poboljšava cifra izdvajanja.

Na procenat izdvajanja jednog ciklona utiče se na prvom mestu: poljem strujanja u blizini izlaznog otvora cevi ciklona odvođenje gasa.

Ova oblast strujanja je pokazana na sl. 1, pri čemu je jednostavnosti radi pretpostavljeno, da se strujanje vrši dvodimenzionalno.

Jedan delić P praha (brzina padanja V_g), koji se nalazi u rastojanju r od srednje ose ciklona, uzeto u jednom trenutku, u kome se pokreće na jednom krugu sa poluprečnikom r sa brziom w_t , ova brzina je ravna tangencijalnoj komponenti brzine w . Ona će imati tada relativnu brzinu w_r u odnosu na ove gasove. Ova relativna brzina w_r vrši na delić praha unutra upravljenu silu F , koja iznosi po zakonu od Stokes-a:

$$F : mg = w_r : V_g \quad \text{ili} \quad F = mg \frac{w_r}{V_g}$$

Centrifugalnim dejstvom dobija delić praha (masa m) u polje upravljenu silu C , koja je ravna:

$$C = m \frac{w_t^2}{r}$$

Ako je sada $C > F$, onda će se delić u polje kretati i izdvajati.

Ako je pak $C < F$, onda će delić biti

zahvaćen gasovima i onda neće biti izdvojen ciklonom.

Za slučaj, da je $C = F$, delić se nalazi u ravnoteži na krugu O P i niti će se izdvojiti, niti će biti zahvaćen gasovima.

Za ovo stanje važi:

$$g = \frac{g \cdot w_r \cdot r}{w_t^2 \cdot w_t^2} \text{ Jednačina I.}$$

Pomoću mehanike može se dokazati,

da za slučaj $\frac{d w_t}{d r} > 0$, što je kod jednog

ciklona uvek slučaj prema sprovedenim merenjima, ravnoteža od P je labilna na krugu O P. Malo odstupanje prema napoliu dovoljno je, da se delić izdvoji ciklonom, dok je s druge strane malo odstupanje prema unutra dovoljno, da se delić odvede zajedno sa gasovima. O P se može uzeti kao granica oblasti, u kojoj se delić P odvodi gasovima. Izvan ovog kruga delić P se ne izlaže nikakvoj opasnosti, da bude zahvaćen; on se tada izdvaja pomoću ciklona.

Sada se može videti, da delić praha sa brzinom padanja

$$Vg = \frac{g w_r r_2}{w_t^2}$$

u kojoj r_2 predstavlja poluprečnik cevi za ispuštanje gasa, može da prede ceo unutarnji prostor ciklona, u koliko ovaj leži izvan ispusne cevi, a da se ne izloži opasnosti, da bude zahvaćen gasovima. U ovoj formuli predstavljaju w_t i w_r komponente brzine gasa u odnosu na poluprečnik r_2 .

Ciklon će ovaj delić praha sa brzinom

padanja $Vg = \frac{g w_r r_2}{w_t^2}$ izdvojiti sa sigurnošću. Od finijih delića praha sa manjom

brzinom padanja izdvojiće se naprotiv samo jedan deo pomoću ciklona. Jedan deo ovog finog praha, koji na svom putu kroz ciklon dolazi u blizinu ispusne cevi, biva odveden gasovima.

Pošto Vg praktično može biti ravan d^2 , gde d označava veličinu zrna praha, može se isto tako pisati:

$$Vg = d \cdot d^2 = \frac{g w_r r_2}{w_t^2}$$

ili:

$$d = \text{konstanta} \cdot \frac{\sqrt{w_r r_2}}{w_t}$$

Jednačina II.

Iz ove jednačine II izlazi, da kod datih brzina gasa w i w_t ciklon izdvaja ceo

prah sa veličinom zrna d , koja se veličina zrna može staviti ravna korenu iz r_2 ili iz D_2 , tako je $d = c \sqrt{D_2}$. Ciklon se ponaša kao sito sa veličinom rupa $d = c \sqrt{D_2}$.

U koliko je veće D_2 , u toliko će pri datim brzinama gasa biti veći prah, koji ciklon propušta, i u toliko će manji biti procenat izdvajanja. Obrnuto mali ciklon sa malim prečnikom D_2 ponaša se kao sito sa uskim rupama i ima veliki stepen izdvajanja.

Ova teoretska posmatranja u praksi se potpuno potvrđuju. Na sl. 2 predstavljena je cifra izdvajanja jedne serije ravnomernih ciklona različite veličine, koji su ispitani u laboratorijumu za građenje mašina Tehničke visoke škole u Delftu. Sva merenja sprovedena su sa istom vrstom praha (fini ugljeni prah, od koga 97% ide kroz sito 120 veličine rupa 50 μ) i sprovedena pri istoj brzini gasa u ciklonima.

Pri penjanje stepena izdvajanja μ sa smanjujućim D_2 ovde je jasno utvrđeno.

Na osnovu ove okolnosti može se za određenu vrstu praha sa datim vrednostima (d i Vg) izabrati veličina ciklona tako, da se celokupni prah izdvaja sa sigurnošću. Na primer za izdvajanje ($d = 50 \mu$) pri brzini gasa od 10 — 15 m/sec. prečnik ispusne cevi ciklona ne bi smeo da iznese više nego ± 1 m.

Na sl. 7 i 8 predstavljeni su „dvostruki cikloni”. Ovi cikloni zahtevaju središnje položenu upusnu cev sa dimenzijama 2A, B (sl. 7) ili A, 2 B (sl. 8) i sastoje se iz dva ciklona, koja obrazuju sliku u ogledalu i raspoređeni su na suprotnoj strani glavne upusne cevi. Naročitim oblikom upusne cevi pojedinih ciklona po sl. 6 moguće je, da se obrazuje povoljna veza od dva pojedina ciklona ka jednom dvostrukom ciklonu.

Na sl. 9 predstavljen je veza od dva dvostruka ciklona sa jednom zajedničkom glavom upusnom cevi 2 A, 2 B ka jednom agregatu. Ovaj agregat može služiti kao zamena za jedan veliki ciklon sa ispusnom cevi 2 D_2 , pri čem veliki ciklon međutim zauzima znatno veći prostor i osim toga ima još mnogo manji stepen izdvajanja, nego izdvajač po sl. 9.

Za vrlo velike radove može se vezom od tri, četiri ili više dvostrukih ciklona, koji su svi priključeni na zajedničku glavnu upusnu cev, dobiti izdvajač na način naveden na sl. 9 sa velikom cifrom izdvajanja i sa što je moguće manjom potrebom u prostoru i vrlo zbivene konstrukcije. Ako se veliki ciklon zameni sa n jednakih malih ciklona,

koji pri istim brzinama gasa i približno istim gubicima u pritisku imaju dimenzije, koje imaju $\frac{1}{\sqrt{n}}$ ti deo dimenzija velikog ciklona, onda zapremina ovih malih ciklona iznosi $\frac{1}{\sqrt{n^3}} = \frac{1}{n \sqrt{n}}$ ti deo zapremine velikog ciklona. Celokupna sadržina ovih n malih ciklona biće tada $\frac{1}{\sqrt{n}}$

ti deo od sadržine velikog ciklona. Tako će celokupna sadržina od četiri mala ciklona iznositi polovinu jednog velikog ciklona sa radom četiri mala ciklona ukupno. Uz to dolazi još, da postoji mogućnost, da se oblik izdvajača praha sastavljenog iz malih ciklona prilagodi prostoru na raspoloženju. Pre svega zbiveno građeni dvostruki cikloni mogu se dobro upotrebiti za oblike, koji se dobro prilagodavaju prostoru na raspoloženju.

Veza od dva dvostruka ciklona, koja se može vrlo vešto rasporediti na dimnjaku jednog kotlovskeg postrojenja, predstavljena je na sl. 10. Vrlo malim dimenzijama i težinama sa mlim odstojanjem teže moguće je, da se ovi dvostruki cikloni okače neposredno za dimnjak i da se izbegnu skupe konstrukcije za podupiranje.

Pored veličine ciklona je i oblik od pretežnog uticaja na stepen izdvajanja. Naravno su važni:

1. ulazni ugao β (vidi sl. 6), pod kojim gasovi ulaze u cilindrični deo ciklona;
2. izlazna dubina S (vidi sl. 6), to je dužina, za koju izlazna cev dimnog gasa ulazi u cilindričan deo ciklona;
3. visina H cilindričnog dela ciklona;
4. prečnik D_1 cilindričnog dela ciklona.

Od manjeg značaja su dimenzije A, B (vidi sl. 6) ulazne cevi dimnih gasova i veličina koničnog dela ciklona. Ali ovaj poslednji deo ne treba da bude suviše kratak i ne treba da bude ispod $0,9 D_1$.

Da bi se za jedan ciklon određene veličine (sa navedenim prečnikom D_0) utvrdio oblik, koji pruža najpovoljnije rezultate, izvedeni su u laboratorijumu za građenje mašina na Tehničkoj visokoj školi u Delfu još sledeći ogledi:

1. Uticaj ulaznog ugla β na stepen izdvajanja. Nadenno je, da do jedne vrednosti $\beta = 180^\circ$ nastaje brzo penjanje stepena izdvajanja. O vrednosti $\beta = 180^\circ$ nije se moglo više utvrditi nikakvo penjanje cifre izdvajanja. Iz preduzetih oglada izlazi, da se dobija vrlo povoljan oblik, ako, kao što je predstavljeno na sl. 6, ispusna cev ide polucilindrično na spolnoj strani i postepeno prelazi u cilindar ciklona. Poluprečnik ove cilindarske površine

za upusnu cev iznosi onda $\frac{D_1}{2} + \frac{B}{2}$, gde D_1 predstavlja prečnik ciklonskog cilindra B širinu upusne cevi.

2. Uticaj dubine S odvodne cevi na cifru izdvajanja izlazi iz sl. 3. Kod dubine umetanja od $S = D_2$ postiže se najveći stepen izdvajanja. Dalje povećanje od S ne donosi više nikakvo poboljšanje.

3. Uticaj visine H na cifru izdvajanja izlazi iz sl. 4. Povećanjem visine H u opšte nastaje povećanje η . Ali kako se sa H povećava i zapremina ciklona, praktično se mora ograničiti vrednost H , na primer $H = 3 D_2$. S druge strane s obzirom na stepen izdvajanja ne sme se ići ispod najmanje vrednosti $H = 2,25 D_2$.

4. Kao što se može videti na sl. 2, povećava se stepen izdvajanja sa cilindarskim prečnikom D_1 , tako da se ne sme preći vrednost $D_1 = 2 D_2$. Ali kako se sadržina ciklona povećava sa D_1^2 , iz praktičnih razloga želi se ograničenje $D_1 = 2,75 D_2$.

Svi gore navedeni rezultati dobiveni su ogleđima, koji su preduzeti na jednom ciklonu, od koga je uvek menjana jedna dimenzija β, S, H i D_1 , dok su sve ostale dimenzije ostale nepromenjene.

Tako je uvek mogao biti utvrđen uticaj jedne od veličina β, S, H i D_1 na η . Na osnovu gornjeg jedan ciklon sa:

ulaznim uglom $\beta = 180^\circ$
dubinom ulaženja $s = D_2$
visinom ciklonskog cilindra $H = 2,5 D_2$
prečnikom ciklonskog cilindra $D_1 = 2,5 D_2$ jeste naročito povoljan kako u odnosu na stepen izdvajanja, tako i u odnosu na zauzeti prostor

Na nacrtu je pronalazak bliže objašnjen na osnovu nacrtu.

Sl. 1 pokazuje sliku strujanja praha u gas u blizini ispusnog otvora za gas u jednom ciklonu.

Sl. 2 pokazuje odnos između stepena izdvajanja i veličine ispusnog otvora (D_0). Ova slika dobivena je iz oglada, koji su preduzeti sa jednoobraznim ciklonima različitih veličina pri istom otporu i sa istom vrstom praha.

Sl. 3 objašnjava odnos između procenta izdvajanja i dubine ulaženja s jednog ciklona pri jednakom otporu i istoj vrsti praha.

Sl. 4 predstavlja odnos između stepena izdvajanja i visine H ciklona pri konstantnom otporu i istoj vrsti praha.

Sl. 5 pokazuje odnos između stepena izdvajanja i prečnika D_1 .

Sl. 6 predstavlja jedan ciklon sa najpovoljnijim dimenzijama: $D_1 = 2,5 D_2$, $S = D_2$, $H = 2,5 D_2$ i $\beta = 180^\circ$.

Sl. 7 pokazuje dvostruki ciklon, koji se sastoji iz dva jednaka ciklona, koji jedan prema drugom stoje kao slika u ogledalu i imaju zajednički dovod sa dimenzijama 2A, B.

Sl. 8 pokazuje jedan dvostruki ciklon, koji se sastoji iz dva jednaka ciklona, koji isto tako stoje kao slika u ogledalu i imaju zajednički dovod sa dimenzijama A, 2B.

Sl. 9 pokazuje vezu dva dvostruka ciklona po sl. 8 sa zajedničkim dovodom 2 A, 2 B.

Sl. 10 pokazuje hvatač letećeg pepela za jedno kotlovsko postrojenje, koje se sastoji iz dva dvostruka ciklona, koji je okačen na dimnjaku.

Patentni zahtevi:

1.) Uredaj za izdvajanje letećeg praha iz strujećih gasova, koji se sastoji iz jednog ciklona, naznačen time, što kod jednog ciklona dubina ulaženja S cevi za odvođenje gasa iznosi 0,8 do 1,2 unutarnjeg prečnika D_2 ove odvodne cevi, što dalje visina cilindričnog dela ciklona iznosi (2,25 do 3) D_2 , i što prečnik D_1 ciklona iznosi (2,25 do 2,75) D_2 , pri čem se priključak uvođenja gasa u cilindričan deo ciklona vrši najmanje iznad 150° a najviše 200° od obima i vrši se što je moguće više tangencijalno.

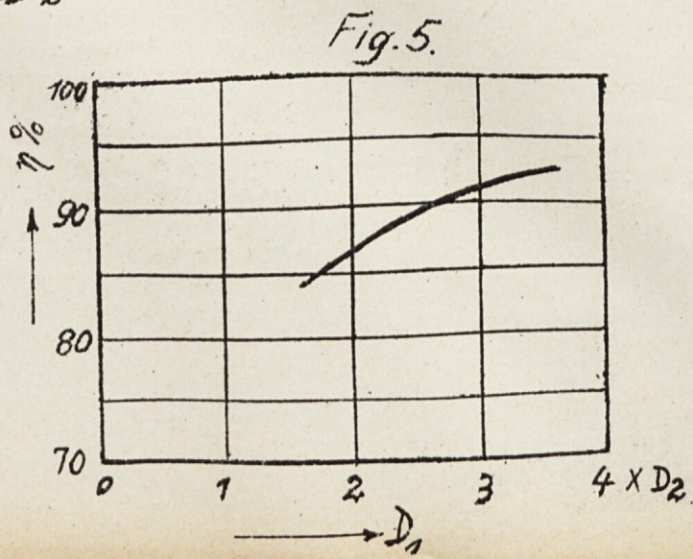
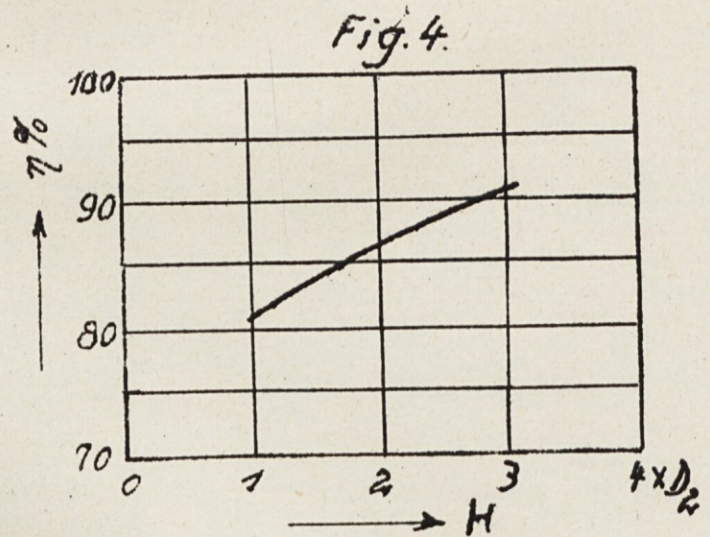
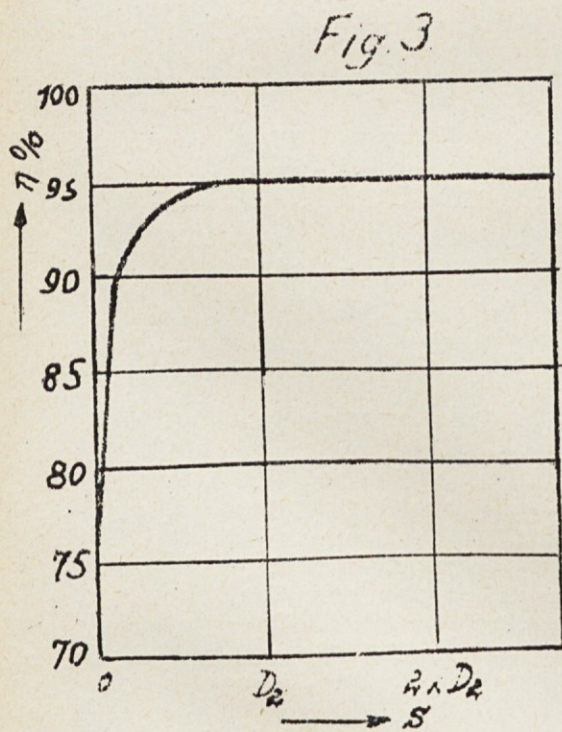
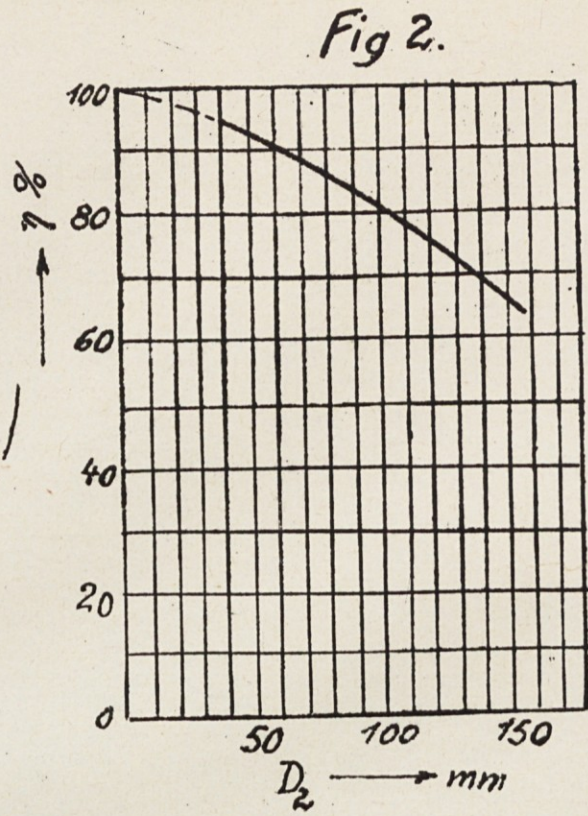
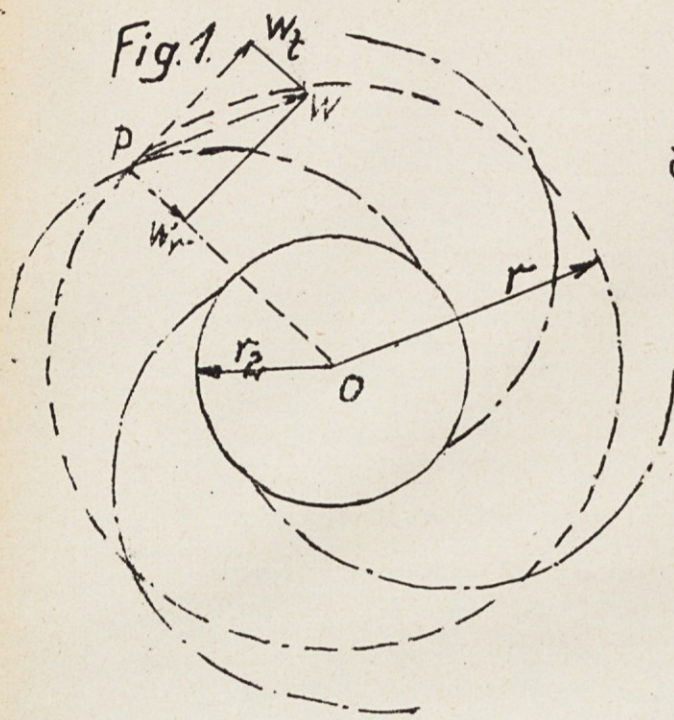
2.) Izdvajač praha po zahtevu 1, naznačen time, što je dubina ulaženja S jednaka prečniku cilindrične odvodne cevi, što dalje visina cilindričnog dela ciklona iznosi 2,5 D_2 , kao i što se veza uvođenja gasa u cilindrični deo ciklona vrši iznad 180° od obima i vrši se tangencijalno.

3.) Izdvajač praha po zahtevu 1 i 2, naznačen time, što se ulaz gasova vrši iznad polovine obima cilindričnog dela ciklona, pri čem je upusni kanal ograničen na spoljnoj strani polovinom cilindra sa prečnikom $D_1 + B$, koji postepeno prelazi u ciklonski cilindar.

4.) Uredaj za izdvajanje praha iz strujećih gasova, koji se sastoji iz jednog dvostrukog ciklona, naznačen time, što je isti sastavljen iz dva ciklona po zahtevima 1 do 3, koji su jedan prema drugom kao u slici u ogledalu priključeni za zajedničku središnju pooženu cev.

5.) Uredaj za izdvajanje letećeg praha iz strujećih gasova, koji se sastoji iz dva ili više dvostrukih ciklona, naznačen time, što su ovi izvedeni po zahtevu 4 i svi su priključeni na zajedničku cev.

6.) Hvatač letećeg pepela za kotlovsko postrojenje, koje je sastavljeno iz niza paralelno uključenih ciklona, naznačen time, što su ovi izradjeni u obliku dvostrukih ciklona po zahtevu 4, koji su okačeni neposredno na dimnjaku.



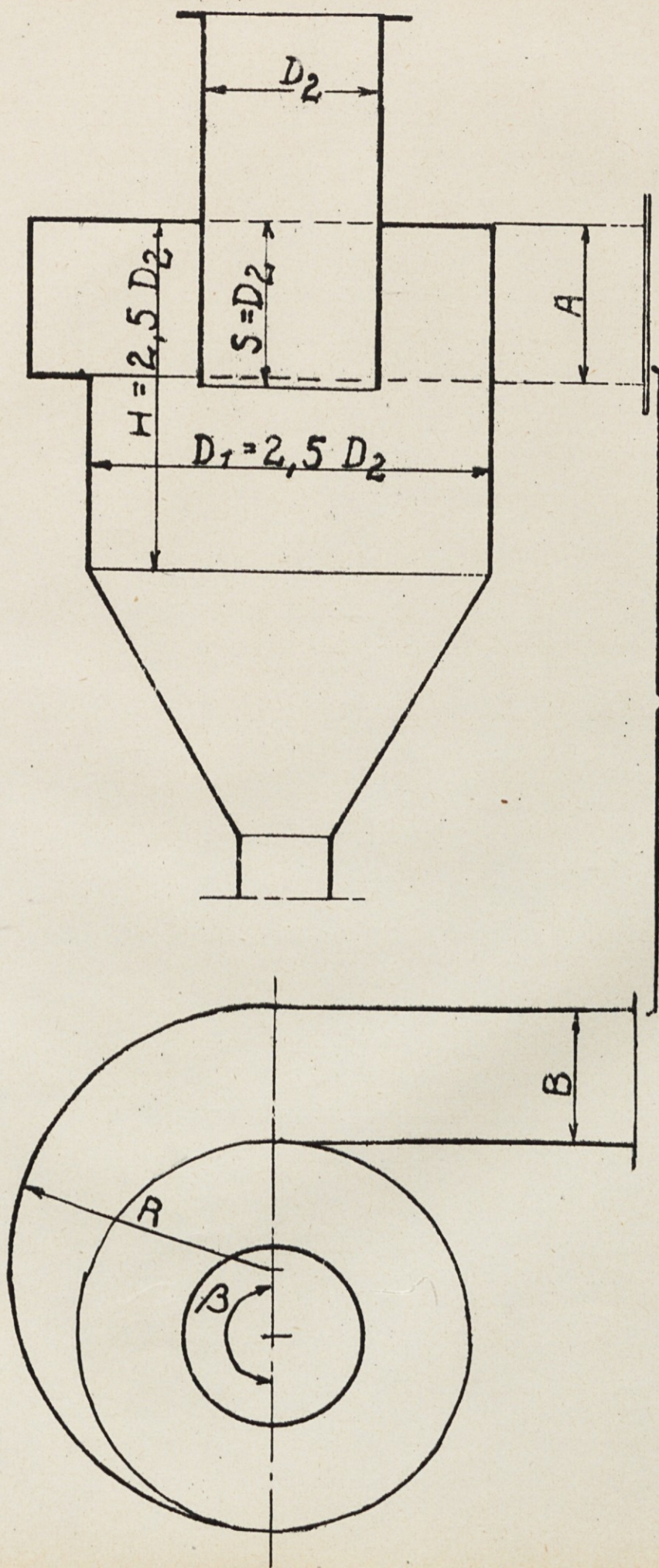


Fig. 6

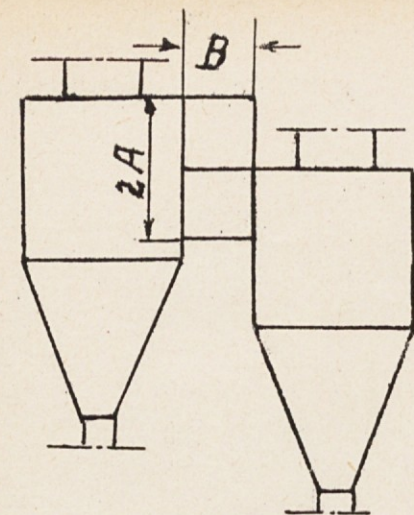


Fig. 7.

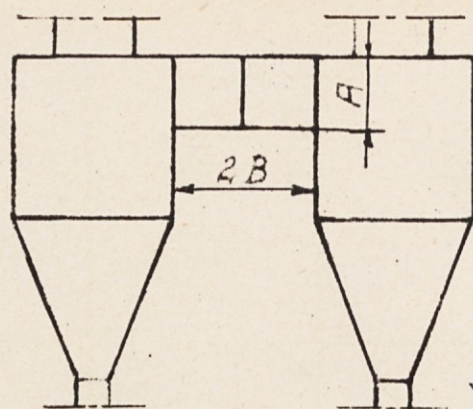


Fig. 8.

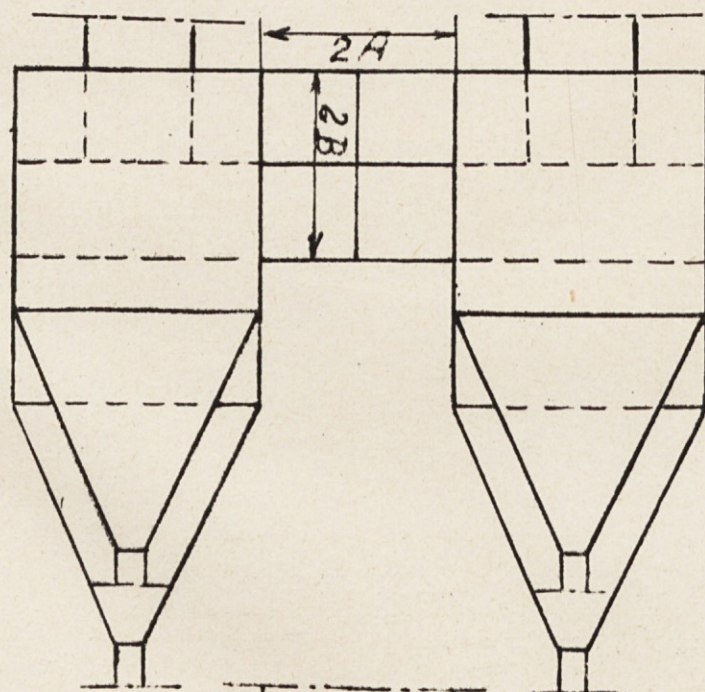


Fig. 9.

