

$$X \rightarrow \frac{\text{hitrost}^2}{\text{entalpija/maso}} = \frac{\text{dolžina}^2 \text{ čas}^{-2}}{\text{masa}^1 \text{ dolžina}^2 \text{ čas}^{-2} / \text{masa}^1} = \text{dolžina}^0 \text{ čas}^0 \text{ masa}^0$$

Parsonsovo število je torej brezdimenzijsko. Še več. V luči dimenzijsko koherentnega sistema kaže to število razmerje dvojne kinetične energije vsega masnega toka, izvirajoče iz obodnih hitrosti in njegove razpoložljive toplotne energije. V bistvu je tedaj razmerje dveh energij. S tem pa postane Parsonsovo število tudi fizikalno smiselno.

Ta podrobnost s področja toplotnih turbin naj po svoje pokaže, da Giorgijev absolutni racionalni sistem mer ozioroma moderna metrologija, ne le olajšuje računsko manipulativno delo tehnikom, temveč pripomore tudi k jasnejšim pogledom na bistvo stvari, ki ga

pogosto zasenčujejo merske enote, ki so že opravile svojo zgodovinsko nalogo.

Parsonsovo število v različnih merskih sistemih

Turbine:	$X_{\text{metr.}}$	$X_{\text{col.}}$	$X_{\text{Giorg.}}$
Enakotlačne, velike	1700...2100	280...350	0,4...0,5
Enakotlačne, majhne	nad 1200	nad 200	nad 0,29
Nadtlačne, velike	2800...3600	470...600	0,67...0,86
Nadtlačne, majhne	nad 1800	nad 300	nad 0,43

Avtor: doc. ing. Boris Černigoj, Oddelek za strojništvo Tehniške fakultete v Ljubljani

DK 628.53

Onečiščevanje atmosfere z dimnimi plini

BORIS EXEL

Kakor cenijo, je ušlo v Angliji leta 1938 z vesečim prahom v atmosfero okrog 9 milijonov ton premoga. Če pomislimo, da je bilo v tem letu pokurjenih v vseh vrstah kurišč v tej državi okroglo 180 milijonov ton premoga, vidimo, da znaša odstotek vesečega prahu 5 odstotkov. Razen tega prahu je šlo v istem letu v atmosfero na sto ton pokurjenega premoga še 3 tone SO_2 .

Ugotovili so, da vsebuje zrak v Londonu ob jasnem vremenu 4000 do 5000 delcev prahu, ob meglenem vremenu pa naraste ta številka na 80 000 do 100 000.

Podobne so razmere v vseh industrijsko močno razvitih deželah, predvsem pa tam, kjer uporabljajo pretežno stare naprave za kurjenje premoga. V času, ko so postavljali te naprave, še ni bilo treba jemati v poštev tega zdaj tako perečega problema, ki ni pomemben samo zaradi varčevanja z gorivom, marveč predvsem zaradi zdravja prebivalstva.

Za odstranjevanje vesečega prahu iz dimnih plinov so potrebne drage naprave. Pri izbiri takih naprav je važno preudariti, kateri sistem naj izberemo. Praksa namreč kaže, da obratujejo drage naprave, ko so v pogonu, ceneje, cenene pa draže. Pri velikih investicijah so torej obratovalni stroški majhni in pri majhnih — temu nasproti — veliki.

Vse države skušajo vprašanje čiščenja dimnih plinov urejati z zakonskimi predpisi. Poglejmo na kratko, kaj so na tem področju storile industrijsko najpomembnejše države.

V Ameriki še nimajo za vso državo enotnega zakona o čiščenju dimnih plinov. Vsaka zvezna država si je za svoje lastne potrebe prikojila take pravilnike, kakršni so se ji zdeli glede na konkretne potrebe najpriladnejši. Najprej so se zainteresirali za ta problem v področjih z močno metalurško industrijo. V talilnici bakra v Ductownu n. pr. so bile razmere posebno kritične. Tamkajšnje rude vsebujejo namreč dosti arzena, ki je uničil daleč naokrog podjetja vse rastlinje. Postavili so visoke dimnike, da bi nosili veseči prah čim dalje in bi se le-ta v širokem prostoru čim bolj razredčil. Zgradili so ogromne komore za posedanje, kar vse pa ni nič koristilo. Zlo so odstranili v glavnem šele, ko so montirali električne čistilne naprave. Izmerili so, da je uhajalo vse dotlej, dokler niso postavili te čistilne naprave, v atmosfero dnevno okrog 2300 ton SO_2 , 200 ton SO_3 , 30 ton As_2O_3 in še 3 tone Zn ter 2 tona Cu. Zaradi arzena je bila ogrožena predvsem živina, saj povzroča že 0,04 odstotka As v travi ali senu resne zastrupitve.

Z dolgotrajnimi poizkusi so dognali v Ameriki, koliko prahu lahko delavec vdihava v 8 urah. Pri tem so

ugotovili, da je občutljivost glede na prah v zraku odvisna predvsem od konstitucije vsakega posameznika. Navajamo nekaj ugotovitev o dopustnih mejah za nečistoče v zraku za vdihavanje:

megla solne kisline	10 mg/m ³ zraka
dim cinkovega oksida	10 mg/m ³ zraka
megla žveplene kisline	5 mg/m ³ zraka
fluorove soli	2,5 mg/m ³ zraka
svinčevi hlapi	0,15 mg/m ³ zraka
magnezijske pare	0,15 mg/m ³ zraka
megla kromove kisline	0,10 mg/m ³ zraka

Znana je seveda še cela vrsta predpisov o najvišjih dopustnih koncentracijah nečistoč v zraku za razne vrste industrije. Ukrepi, ki jih uvajajo v Ameriki, če se industrija ne ravna po veljavnih predpisih, so prepoved obratovanja, denarne in tudi zaporne kazni.

Kako pa ocenjujejo ozir. nadzirajo upoštevanje izdanih predpisov? Za to se še vedno poslužujejo tako imenovane Ringelmannove skale, ki je stara že nad 50 let. Ringelmannov način primerjave sestoji v tem, da se vzporedno obarvanost dima z dozdevno barvo, ki jo da kvadratično polje s stranico 100 mm, na katerem je na belo podlago narisana navzkrižna mreža črnih linij različne debeline. Linije so take debeline, da ostane od celotne površine kvadrata bele podlage 80, 60, 40 in 20 odst. Ta polja opazujemo iz oddaljenosti 10 do 15 m — na to razdaljo se zde enakomerno osenčena — in jih primerjamo z barvo dima, ki uhaja iz dimnika.

Novejša je kontrola z optičnimi aparati, ki uporabljajo za zasenčevanje stekla različne sivine. Ti aparati pa ne kažejo povsem zanesljivo. Dimi v debeli plasti se zdijo pri tej metodi merjenja temnejši, v tanjši plasti pa svetlejši kakor so v resnici. Jasno je, da barva dimnega prahu še ne pove, kolikšna je količina vesečega prahu, ki uhaja na prosto. Pač pa je ta barva v zvezi s številom zrnc in njihovo velikostjo.

Prepovedano je, urejati kurjavo tako, da uhaja iz dimnika črn dim. Kakor je znano, je črn dim posledica nepopolnega izgorovanja. Glede na to dobivajo potrošniki, ki znajo uspešno urejati proces gorenja, premog drugačne kvalitete kakor široka potrošnja, ki porablja gorivo vselej brez nadzora nad procesom gorenja.

Ponekod omejujejo tudi maksimalno vsebino SO_2 v dimnih plinih. Tako je n. pr. v Los Angelesu lahko v dimnih plinih največ 0,2 odstotka SO_2 .

V Angliji so bili kar prisiljeni ukvarjati se s problemom čiščenja dimnih plinov. Saj so leta 1948 ugotovili, da je bilo v Londonu v enem tednu, ko je ležala nad mestom izredno gosta megla, 20 do 30 odstotkov več smrtnih primerov od pljučnice oziroma bronhitisa — kakor sicer.

S problemom čiščenja dimnih plinov in atmosfere se ukvarja National Smoke Abatement Society. Dognali so, da dajo največ vesečega prahu naslednje industrijske panoge: premogovniki, plinarne in koksarne, metalurški obrati, kalorične centrale, pivovarne, železnice in paroplovba. Dalje so ugotovili, da posvečajo v majhnih podjetjih tem problemom mnogo manj skrbi kakor v velikih. Tega je krivo pomanjkanje primerno izvežbanega osebja, predvsem toplotnih tehnikov. Anglija ima ogromno število starinskih kotlov, kar povzroča velike težave pri odstranjevanju tega zla. Zato posebno skrbijo za kotelske naprave. Kotli na premogov prah morajo biti po vsi sili opremljeni z elektrofiltri. Odobritve za gradnjo izdaja ministrstvo za zdravstvo (kontrolno nad kotli izvajajo zavarovalnice, in sicer od valjanja pločevine do kontrole v obratu samem).

Pri novih napravah velja še posebna pozornost žveplu in fluoru, čeprav pomenijo čistilci v te namene veliko finančno breme za investitorja.

Tudi v Angliji je še v rabi Ringelmannova skala za kontrolo dimnih plinov. Razen tega pa imajo seveda na voljo še modernejše pripomočke, ki s foto celicami kontrolirajo barvo dimnih plinov in opozarjajo kurjača s svetlobnim ali slušnim signalom, kadar je dim preveč temen. V pripravi je zakon o obveznem čiščenju dimnih plinov, ki bo slonel po vsej verjetnosti na naslednjih načelih:

1. z določenimi izjemami mora biti temen dim po zakonu prepovedan;

2. v vsaki novi industriji, ki bo trošila premog v prahu ali kosih v količinah od 10 t/h navzgor, bo obvezna učinkovita naprava za čiščenje dimnih plinov; vsako podjetje bo dolžno izvesti meritve o količini vesečega prahu v dimnih plinih in predložiti podatke odgovornim krajevnim oblastem;

3. v ostali industriji, ki uporablja čvrsta goriva, bo treba uvesti vse razpoložljive razumne ukrepe, da bi se uhajanje vesečega prahu in škodljivih par omejilo na minimum;

4. že veljavne predpise o gradnji industrijskih peči je treba še izpopolniti glede vesečega prahu v dimnih plinih;

5. krajeвне oblasti bodo lahko določile področja, po katerih bo izpuščanje dima v atmosfero sploh prepovedano, enako tudi področja, v katerih ne bo dovoljena uporaba bituminoznih premogov v široki potrošnji;

6. krajeвне oblasti bodo obvezno dajale nadrejenim letna poročila o napredku pri omejevanju izmečka z dimnimi plini;

7. povišanje kazni za prestopke.

V Londonu dnevno preizkušajo zrak glede na sestavo izmečkov iz vesečega prahu, kakor tudi na SO_2 . Dalje prireajo propagandne razstave in objavljajo članke v tisku, v katerih opozarjajo, da je zrak s tolikšno nečistočo, kolikršna je trenutno nad Anglijo, pravo zlo socialnega in ekonomskega pomena.

V Franciji velja že od leta 1932 zakon, ki vsebuje predpise glede vesečega prahu v dimnih plinih. Vsekakor je ta zakon že zastarel in je njegova revizija v pripravi. Pri preudarjanju, ali naj vzamejo kot osnovo za kontrolo čiščenja količino vesečega prahu, ki jo neka naprava izloča v celoti, ali pa samo gostoto, izraženo v g/Nm^3 , so prišli do zaključka, da je praktičnejše, določiti določeno zahtevo glede na gostoto t. j. g/Nm^3 . Omejitev celotne količine na določeni maksimum bi terjala namreč predrage čistilne naprave.

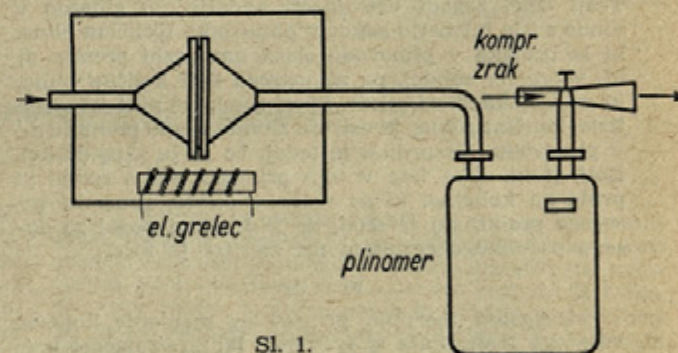
Pri določanju, kolikšna gostota je dovoljena v posameznih industrijskih panogah, je veljal kot vodilo

naslednji preudarek: če bi bile zahteve glede odprave nečistoče prevelike, bi podjetja zaradi finančnih težav zavlačevala izgradnjo čistilnih naprav. To bi bilo prav gotovo slabše, kakor pa da bi čimprej postavili cenene, toda manj učinkovite čistilce, ki bi vsaj deloma izboljšali ponekod že kar kritične razmere. V Franciji in Angliji težijo za tem, da bi bila začasna praktična gostota dimnih plinov omejena na največ $1 g/Nm^3$.

Sovjetska zveza je tudi že mislila na maksimalno dopustno gostoto dimnih plinov in atmosfere. Te meje pa so izdatno nižje od onih na Zahodu. V stanovanjskih naseljih računajo z maksimalno gostoto v zraku z $2 mg/m^3$, s koncentracijo SO_2 pa z $0,3 mg/m^3$.

Tudi Zahodna Nemčija se že dolga leta ukvarja z ublaževanjem tega zla. Tudi tam pripravljajo zakonski osnutek, ki naj bi ustavil nekontrolirano gradnjo izgorevalnih naprav. V vseh vejah industrije izvajajo medtem poskuse, da bi ugotovili dejansko stanje. V najbolj ogroženem področju, t. j. v Porurju, je prejel odbor za ta vprašanja izdatna finančna sredstva za izvedbo obsežnih poizkusov in meritev. Po potrebi se bodo s helikopterji spuščali nad žrela dimnikov in tam jemali preizkuske. Vse industrijske dežele se torej ukvarjajo s problemom čiščenja dimnih plinov. Ponekod so bili primorani lotiti se tega vprašanja po neogibni potrebi, drugod uvajajo samo preventivne ukrepe.

Veseči prah prihaja v dimne pline samo pri izgo-revanju čvrstih goriv. Čim drobnejše je gorivo, tem več uhaja vesečega prahu z dimnimi plini v atmosfero. Zaradi tega si povsod prizadevajo, da bi prešlo čimveč interesentov na uporabo plinovitega goriva ali na elektriko. Za oboje pa morajo biti seveda realni in ekonomsko opravičljivi razlogi.



Sl. 1.

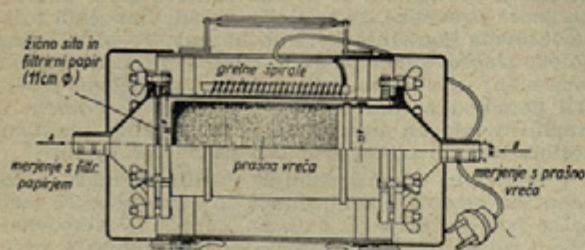
Kako pa določimo količino vesečega prahu v dimnih plinih?

Najenostavnejša priprava za izvajanje tovrstnih poskusov je dvostranski stožec po sliki 1.

Slika 2 kaže izboljšano napravo, ki je v bistvu sesalec za prah. Če vemo, da plin nosi s seboj tudi večja zrnca, bomo odsesavali pri B in pustili izstopati očiščen plin pri A. Če pa imamo opravka s finim vesečim prahom, bomo sesali pri A in pustili izstopati prečiščen plin pri B. Vgrajevali pa bomo za to filtrirni papir tolikšne gostote, da bo zadrževal tudi zelo fine delce.

Kakor napravo po sliki 1, tako je treba ogrevati tudi drugo napravo po sliki 2, in sicer nekaj stopinj nad temperaturo, kakršno ima plin ob vstopu v čistilno napravo. Samo tako preprečujemo kondenzacijo vlage ob hladnih stenah prečiščevalcev. Vsako kondenziranje mahoma zavre nadaljevanje poizkusa, ker se filtri zadelajo in ni mogoče skoznje več sesati plin.

Treba je še razmisliti, s kakšnimi pogoji jemljemo preizkuse iz plinovoda. V ta namen služi sonda, ki je z odprtino obrnjena proti smeri pretoka plina in je na kraju odrezana ravno. Čelna površina naj bo čim-



Sl. 2.

manjša, ker prihaja sicer do vrtninčenja in s tem do motenj v pretakanju. (Glede jemanja preizkusov je treba vpogledati še DIN 51702 iz l. 1950.)

Zelo važno pa je naslednje: hitrost plina v sondi mora biti enaka hitrosti plina v plinovodu, iz katerega jemljemo preizkusek. Če to ni tako, smo vzeli napačen vzorec. Vsak plin nosi s seboj delce različne velikosti. Večji delci imajo pri gibanju v plinovodu večjo vztrajnost kakor manjši. Če je torej hitrost plina v plinovodu večja od hitrosti plina v sondi, pokaže rezultat poizkusa večjo količino vesečega prahu, kakor je pa v resnici. Obratno pa je hitrost plina v plinovodu manjša od hitrosti plina v sondi. Zato dobimo edino pravi rezultat le, če pazimo, da sta ti dve hitrosti medsebojno enaki.

Vsi trije gori omenjeni primeri so vidni s slike 3. Pod a) je prikazan primer, ko je $v_1 = v_2$. Plin, ki se pretaka v plinovodu s hitrostjo $v_1 > v_2$ (sl. 3b), udari pri vstopu v sondo na plinski stolp, ki je že v sondi. Težji delci zaradi vztrajnosti nadaljujejo gibanje v sondo z isto hitrostjo kakor v plinovodu. Količina plina, ki se pretaka v plinovodu skozi navidezni premer d_1 (d_1 = premer sonde), pa ne ustreza tisti količini plina, ki se pretaka skozi sondo. Skozi sondo se pretaka samo tista količina plina, ki ustreza navidezemu premeru d_1' v plinovodu. Nasprotno je tedaj, če je $v_1 < v_2$ (sl. 3c). Bolj grobi delci lete v tem primeru mimo sonde in pride na količino, ki se vsesa v sondo, premalo vesečega prahu, saj je sedaj $d_1' > d_1$. Prvi pogoj za doseg pravi rezultata pri meritvi je torej:

$$v_1 = v_2$$

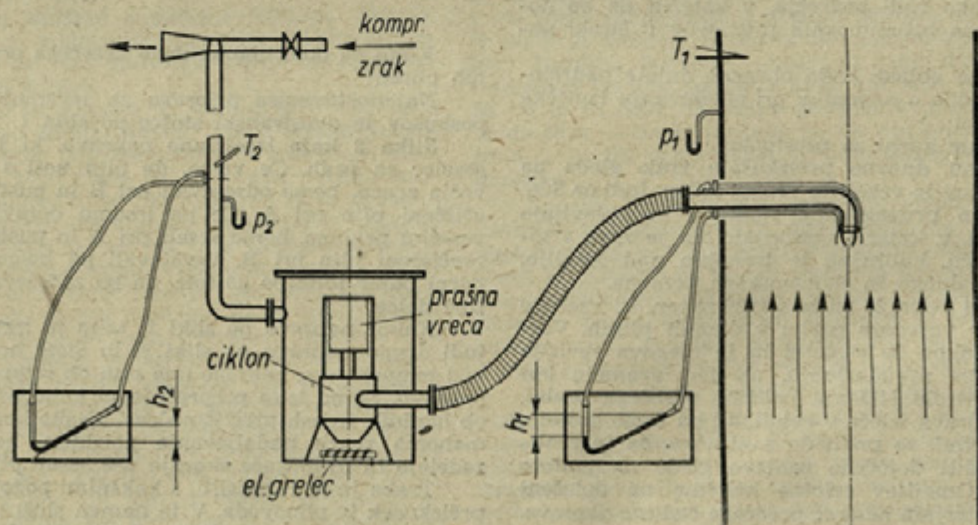
Razpored merilnih priprav za merjenje količine vesečega prahu kaže sl. 4. Preden lahko vzamemo pre-



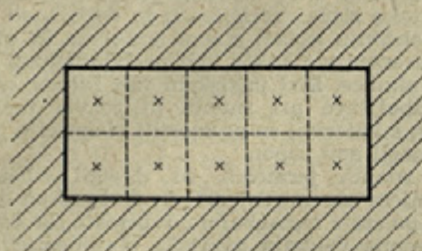
Sl. 3.

izkusek, izmerimo v plinovodu hitrost pretakanja. V ta namen izmerimo dinamični tlak v plinovodu s Pitotovo ali Prandtlovo sondo. Nato izračunamo, kakšno količino plina moramo odsesavati, da bo izpolnjen prvi pogoj za pravilno merjenje. V cevovod, ki vodi od sonde do ejektorja, vgradimo merilec pretočne količine. Ves čas merjenja mora biti količina plina, ki se pretaka skozi sondo, konstantna. Ker se pa filter gosti zaradi vesečega prahu, ki se lovi na njem, moramo ves čas jemanja preizkusa povečevati tlak, s katerim ga sesamo. To je mogoče izvajati praktično samo z ejektorjem na stisnjeni zrak, ki mu postopoma povečujemo pretok zraka.

V plinovodu in sondi moramo meriti pretlak in temperaturo zaradi tega, da lahko reduciramo odsesano količino na normno stanje (0° C, 760 mm Hg).



Sl. 4.



Sl. 5.

Razmeroma preprosto je jemanje preizkuska, če ima plinovod okrogel prerez. Večkrat pa imamo opravka s pravokotnim profilom dimovodnega kanala ali pa je dimovodni kanal speljan tako, da ni dvoma, da se hitrost pretakanja po prerezu menjava. V tem primeru ravnomo tako, da razdelimo ves pretočni prerez na večje število manjših površin čim bolj kvadrataste oblike. Nato jemljemo preizkuske v središčih vsake delne površine ter na kraju seštejemo rezultat za prerez v celoti. Če imamo n. pr. dimovod, kakršnega kaže slika 5, bomo jemali preizkuske desetkrat, in sicer povsod na mestih, označenih s križcem. Tako bomo dobili rezultat, ki bo najbolj ustrezen stvarnosti.

Sicer pa so tudi že znane priprave za merjenje količine vesečega prahu, pri katerih vtikamo sonde kar v dimovod. V sondi sami so vgrajene cevke za določanje dinamičnega tlaka in pretlaka. Razen tega je v njej tudi že prašna vreča in zato ni treba ogrevati celotne aparature.

DK 621.852

0 sodobnih jermenskih pogonih

VIKTOR SAVNIK

Z razvojem električne industrije, ki je z množinsko proizvodnjo postavila na trg cenene elektromotorje, je spričo velikih prednosti, ki jih ima posamezni pogon z elektromotorjem, pogon z jermenom izgubil »vidno« voden vlogo. Tudi v naših podjetjih so postali že redkost dolgi transmisijski pogoni s celim gozdom gonilnih jermenov.

Preureditev na pogon, ki je terjal majhno osno razdaljo med gonilno in gnano jermenico, da bi zavežal čimmanjši prostor, so rešili na več načinov: zrenje jermena so preprečili z uporabo napenjalne jermene in dosegli tudi pri kratki osni razdalji zadosten objemni kot na gonilni jermenici. Temeljitejša rešitev je bila z vstavitvijo zobniškega ali tornega prenosa. Večina pa se je odločila za pogon s klinastimi jermeni, ki ga je imela za najsodobnejši jermenski pogon, saj se je v zadnjem desetletju na široko razmahnil v svetu.

Da je uporaba klinastih jermenov v razmeroma hitrem času dosegla tako stopnjo, je pripisati temu, da je povrh velike propagande, ki jo je izvedla zlasti ameriška industrija gumija o prednostih klinastih jermenov, znala upoštevati tudi nove pogoje, ki so jih morali izpolnjevati jermeni pri kratkih osnih razdaljah. Z izdelavo podrobnega izračuna za dimenzioniranje pogona, v katerem upošteva sunkovite obremenitve in upogibe, ki se pojavljajo pri posameznih pogonih v znatno večji meri kakor pri skupinskem pogonu, je skušala jermene zavarovati proti do tedaj še ne upoštevanim preobremenitvam in si za take primere pridržati nekaj skrite rezerve. Pogoni s 5 do 15 klinastimi jermeni niso redki, obratujejo pa celo pogoni s 30 jermeni.

Tudi pri nas se v nekaterih krajih že kaže potreba po ugotavljanju dopustnih meja za onečiščevanje atmosfere. V Sloveniji je treba omeniti predvsem celjski industrijski bazen (cinkarna), talilnico svinca v Žerjavu in Jesenice. Predvsem pa moramo gledati za prihodnost. Začeti moramo že sedaj ugotavljati, kaj vse in koliko najrazličnejših nečistoč odvajamo v atmosfero. Za sedaj imamo glede tega še lahko delo. Le tu pa tam bo treba popravljati že zamujeno. Nikakor pa nas ne sme prehiteti čas. Če bomo poskrbeli, da bo dobila naša industrija dovolj goriva v obliki plina, ki razen tega ne bi imel žvepla, namesto čvrstih goriv, bomo zaradi onečiščenja atmosfere z vesečim prahom precej brez skrbi. Te možnosti pri nas imamo; omenimo samo možnost vplinjavanja velenjskega lignita ter zemeljski plin iz Lendave in sosednje republike Hrvaške. Mnogo nam lahko pomaga tudi električna moč. Pomislimo samo na možnost elektrifikacije železnic. V Angliji računajo, da so železnice pri onečiščevanju atmosfere udeležene s 15 odstotki! Ne glede na to je učinek izkoriščanja premoga v parnih lokomotivah približno trikrat manjši kakor pri uporabi premoga v kaloričnih centralah in z dovajanjem toka električnih lokomotiv. Parne lokomotive uporabljajo razen tega lahko samo kosovec, ki ga ni veliko, kalorična centrala pri premogovnikih pa lahko vozi in mora voziti samo s prahom in manjvrednim odpadnim premogom!

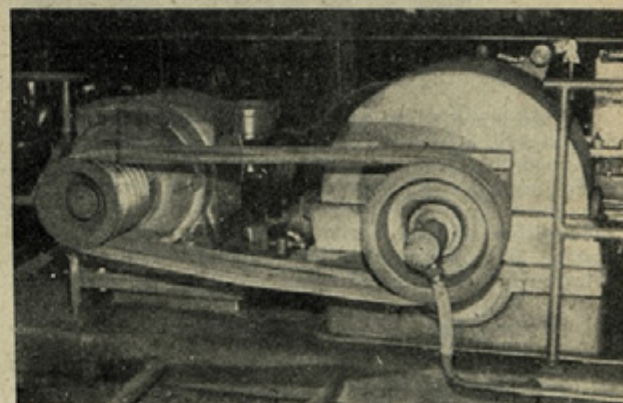
Viri:

Poročilo Fachausschuss für die Staubtechnik VDI iz leta 1950.
Poročilo Wärmestelle Düsseldorf 1954.
Fuel Efficiency 1954/55.
Energie 1955.

Avtor: ing. Boris Exel, Ljubljana,
Aškerčeva 42.

V prospektu slovite tvrdke je rečeno o uporabnosti klinastih jermenov: z namestitvijo več vzporedno tekočih klinastih jermenov je hkrati zagotovljena večja zanesljivost obratovanja. Če je en jermen defekten, je s tem izločen le del sredstva za prenos sile, medtem ko ostali jermeni začasno lahko nadaljujejo s prenosom sile. Res je — in zakaj?

Slika 1 kaže posnetek pogona 500 t stiskalnice za karoserije v tovarni avtomobilov Volkswagen (osvetlitev posnetka 1/5000 s). Od motorja, ki ima 70 KS, prenaša 6 klinastih jermenov s hitrostjo 16 m/s obodno



Sl. 1.