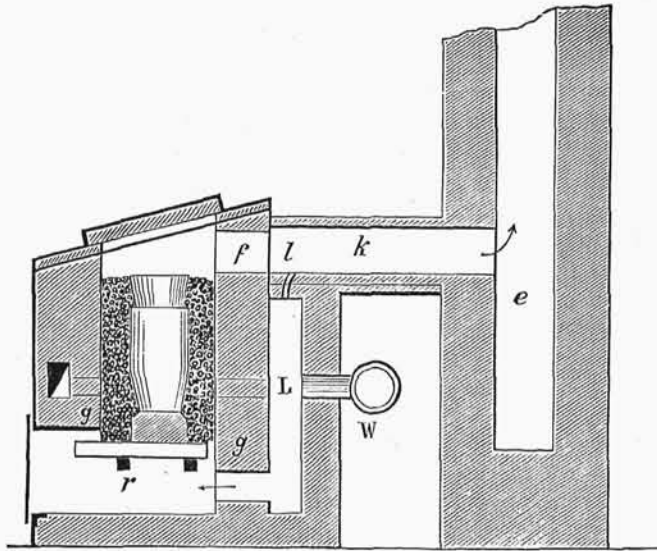


## Przyczyny powstawania dymu w paleniskach i środki zaradcze.<sup>1)</sup>

Zapobieganie tworzeniu się dymu w paleniskach jest zawsze sprawą nader wielkiej wagi, napotykaną szczególnie w przemyśle wielkim. Sprawa ta jest tak dawna, jak dawnym jest zastosowanie do opału węgla kamiennego. Tak np. czytamy, że w r. 1348 rada miasta Zwickau surowo zabroniła kowalom, zamieszkałym na przedmieściach, używania w kuźniach węgla kamiennego. Na początku XVI w. w Anglii, królowa Elżbieta zabroniła używania węgla kamiennego na opał, ze



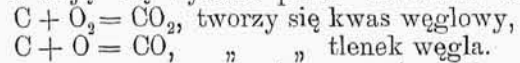
Rys. 1.

względem na zanieczyszczanie powietrza gazami szkodliwymi (jak np. bezwodnikiem siarkawym  $SO_2$ ). W r. 1673 zaczęła znikać rozporządzenia, zabraniające używania węgla kamiennego, a pojawiają się dążenia, zmierzające ku usunięciu szkodliwego wpływu dymu na otoczenie. W dzisiejszych czasach, prawie każdego roku pojawiają się najrozmaitsze urządzenia, które zdążają ku temu, aby usunąć czarne obłoki dymu otaczające okolice fabryczne. Do rozwiązania tej sprawy dąży każdy przemysłowiec, i to nietylko ze względu na zdrowotność okolicy, lecz także ze względów ekonomicznych, bo dym jest zawsze najlepszym dowodem niepełnego spalania się, a więc i straty na materiale opałowym. Wydzielanie się dymu stoi w najściślejszym stosunku ze stratą materiału opałowego, więc sprawa zapobiegania temu, jest sprawą oszczędzania na paliwie.

Aby usunąć wydzielanie się dymu z palenisk fabrycznych, należy przedewszystkiem zdać sobie sprawę, jakie zjawiska fizyczne i chemiczne zachodzą podczas palenia się i w czym leży bezpośrednia przyczyna dymienia. Bezwarunkowo odgrywa tu najważniejszą rolę budowa paleniska: powinno ono być tak urządzone, aby odpowiadało najprostszemu zasadom chemicznym i fizycznym i najdogodniejszym warunkom odbywania się procesu palenia. Nie należy więc zadawać się przestarzałymi konstrukcjami, które były obmyślane na zasadzie, że najlepiej się pali, gdy silnie dymi. Dzisiejsze zapatrywanie jest wprost odmienne. Gdy widzimy nad kominem wielkie kłęby dymu, zastanawiamy się nad losem okolicznych mieszkańców i nad ilością węgla uchodzącego w powietrze.

Dla dokładnego zrozumienia przyczyny powstawania dymu, należy przedewszystkiem zwrócić uwagę na proces chemiczny, odbywający się w paleniskach podczas palenia się paliwa. Najważniejszą rolę podczas palenia się odgrywa z jednej strony węgiel, a z drugiej tlen, względnie powietrze.

Między węglem a tlenem zachodzą dwojakiemu rodzaju oddziaływania chemiczne, a mianowicie: tworzy się bezwodnik węglowy ( $CO_2$ ) czyli kwas węglowy, jest to połączenie nasycone i tlenek węgla ( $CO$ )—połączenie nienasycone. Tlenek węgla jest wytworem niepełnego spalania; przy dostępie powietrza spala się na  $CO_2$ , przyczem daje 2403 ciepłostek. Procesy te dają się wyrazić przez równania chemiczne:



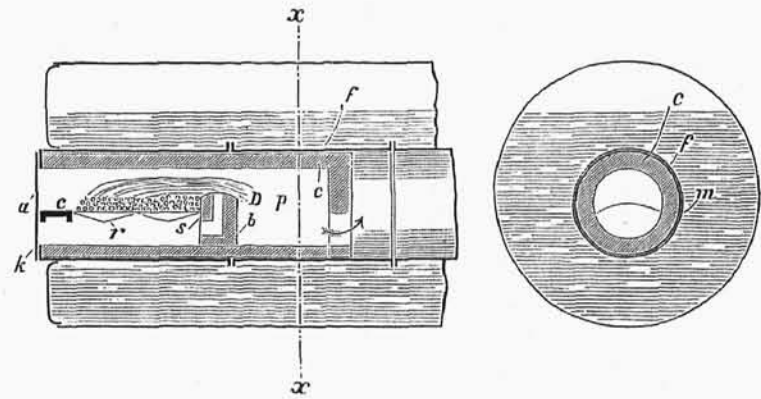
Proces wyrażony przez pierwsze równanie nazywamy zupełnym spalaniem lub utlenieniem, a przez drugie—niezupełnym czyli częściowym, zaś produkt z tego procesu może ulec dalszemu utlenieniu na  $CO_2$ .

Tlenek węgla  $CO$  powstaje nietylko przez niepełne spalanie, ale może powstać także przez redukcję, czyli od-tlenienie kwasu węglowego w pewnych warunkach; tak np.  $CO_2 + C = 2CO$ . Wypadek ten zachodzi wtedy, gdy u spodu odbywa się spalanie a wytwory spalania przechodzą przez górne warstwy rozżarzonego węgla.

Tlenek węgla odgrywa w pewnych wypadkach bardzo ważną rolę, a szczególnie przy paleniskach generatorowych, ponieważ jest on głównym składnikiem gazów generatorowych. W metalurgii jest on właśnie czynnikiem, któremu hutnik zawdzięcza całą niemal siłę redukcyjną.

Przy silnym dostępie powietrza spala się tlenek węgla na kwas węglowy, według równania  $CO + O = CO_2$ . Przy tej sposobności należy nadmienić, że prócz tlenu z powietrza niepoślednią rolę odgrywa para wodna, woda albowiem, przy zetknięciu się z rozpalonym węglem przy temperaturze wyżej  $1000^\circ C$ , rozkłada się w następujący sposób:  $C + H_2O = H_2 + CO$ ; tworzy się więc wodór i tlenek węgla, t. j. materiały, które przy spalaniu dają bardzo wielką ilość ciepła, bo wodór 29 633 ciepłostek, a tlenek węgla 2473, czyli razem 32 106 ciepł., gdy tymczasem węgiel daje tylko 8080 ciepł.

Przy temperaturze niższej, np.  $800^\circ C$ , zachodzi również rozkład, ale innego rodzaju, według równania:  $C + 2H_2O = 2H_2 + CO_2$ . Te ostatnie dwa równania są podstawą otrzymywania tak zw. gazu wodnego.

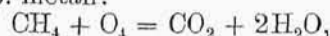


Rys. 2.

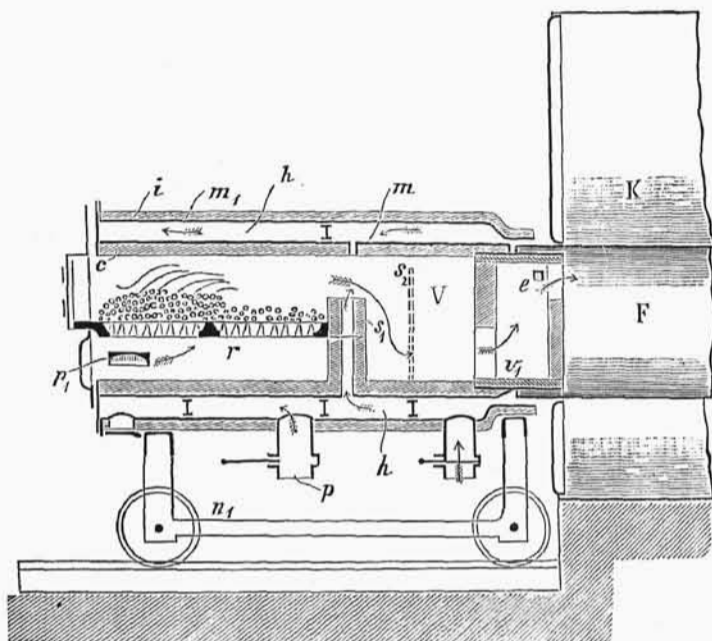
Dotychczas braliśmy pod uwagę wyłącznie tylko węgiel. Wszystkie materiały opałowe, jak drzewo, torf, węgiel kopalny we wszystkich gatunkach, olej skalny, maź łożyskowa i t. p., zawierają prócz węgla, zmienne ilości wodoru i tlenu. Wodór jest połączony chemicznie z tlenem i węglem na celulozę czyli włóknik (w drzewie), lub z węglem, jak np. przy węglu kamiennym, ropie naftowej, na węglowodory najrozmaitszego rodzaju, nasycone  $C_nH_{2n} + 2$ , lub nienasycone  $C_nH_{2n} - 2$  i t. d. Tworzenie się dymu należy głównie przypisać zawartości węglowodorów. Podczas palenia się wskutek ciepła ulatniają się węglowodory jak metan  $CH_4$ , etan  $C_2H_6$  i etylen  $C_2H_4$ , a dalej płynne węglowodory lekkie i ciężkie, tworzące smołę. Przy warunkach korzystnych, t. j.

<sup>1)</sup> Podług pracy E. Schmatolli w „Zeitschrift f. ang. Ch.“ № 51 r. 1901.

przy dostatecznym przystępie powietrza, węglowodory te spalają się tak jak wolne pierwiastki, a więc na kwas węglowy i wodę, np. metan:



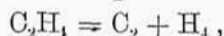
a więc  $\text{CH}_4$  rozpada się na  $\text{C}$  i  $\text{H}_4$ , a każdy z tych spala się gdy jest dostateczny przystęp powietrza. Gdy zaś powietrza jest mało, wtedy po rozkładzie wodór się spala, jako posiadający większe powinowactwo do tlenu, a węgiel osadza się na ścianach paleniska lub w kominie w postaci sadzy, lub porwany ssącym działaniem komina, ulatuje jako czarny dym.



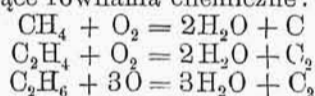
Rys. 3.

Nie zawsze jednak mały dopływ powietrza jest przyczyną kopcenia, bo i nadmiar jego może wywołać taki sam skutek, gdyż szybki ruch zimnego powietrza obniża temperaturę w palenisku, a rozłożone wytwory destylacji osadzają węgiel niespalony na ścianach paleniska. Temperatura palenia się węgla wynosi około  $700^\circ\text{C}$ ., a dla węgla, wydzielanego w postaci grafitu, nieco wyższa, również i gazy potrzebują odpowiedniej dla siebie temperatury do palenia się.

Rozkład węglowodorów podczas ogrzewania zachodzi np. taki:



a spalanie przy niedostatecznym przystępie powietrza przedstawiają następujące równania chemiczne:



We wszystkich tych trzech wypadkach wodór powstały z rozkładu spala się, a węgiel wydziela się jako t. zw. sadza.

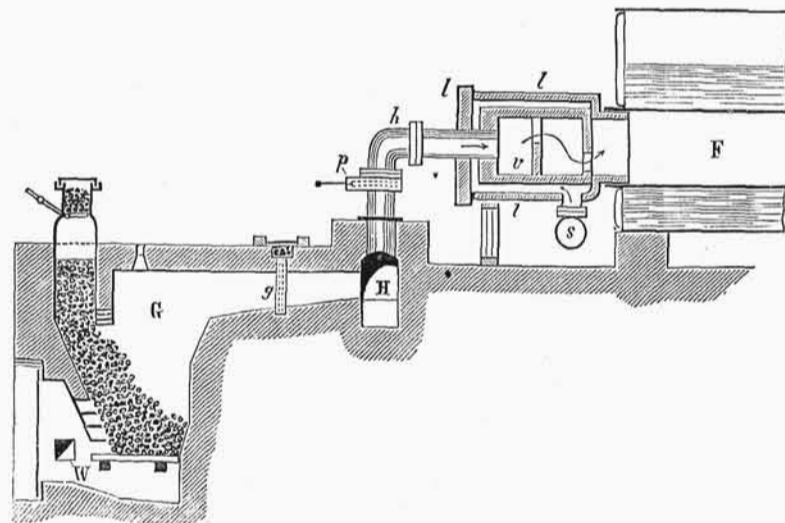
Zazwyczaj wyrażamy się o dymie wydzielającym się z komina jako o pladze dla otoczenia. Trzeba jednakże zauważyć, że ten dym widzialny dla oka, jakkolwiek przykry, nie jest taką plagą jak dym niewidzialny. W pierwszym bowiem wypadku dym składa się przeważnie z węgla w wielkim rozdrobieniu, a w drugim wypadku może on zawierać tlenek węgla, znany ze swych własności wielce trujących, a przy nim bywa często bezwodnik siarkawy ( $\text{SO}_2$ ), niekiedy zaś i chlor. Celem zabezpieczenia się przed wydzielaniem się sadzy, stosujemy często do opału koks, nie wydzielający podczas ogrzewania węglowodorów; dzieje się to często np. przy ogrzewaniu centralnym.

Pozornie otrzymujemy zawsze pożądany skutek, bo nie widzimy czarnych kłębow dymu. Ostatnie jednak słowo wypowie analiza gazów kominowych, bo ta dopiero rozstrzygnie czy spalanie jest dobre lub złe.

Jako przykład przytacza ERNEST SCHMATOLLA<sup>1)</sup> piec tyglowy, bardzo rozpowszechniony w przemyśle metalurgicznym (rys. 1). W piecu tym na ruszcie stoi tygiel, obłożony wysoką warstwą koksu; wysokość warstwy zależy od wielkości tygla, zazwyczaj nie przekracza wraz z podstawą tygla 50—80 cm. Piece te po większej części idą bez sztucznego

doprowadzania powietrza, np. za pomocą miechów. W nieznacznej wysokości nad rusztem, gdzie jest jeszcze dostateczny przystęp tlenu, odbywa się zupełne spalanie koksu na kwas węglowy ( $\text{CO}_2$ ); w warstwach wyższych, przez które przechodzi powietrze prawie pozbawione tlenu, tworzy się, częściowo wskutek niepełnego spalania, a częściowo wskutek odtlonienia kwasu węglowego, tlenek węgla ( $2\text{C} + 2\text{O} = 2\text{CO}$ ;  $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ ) i z tego powodu wychodzi z takiego pieca wiele tlenku węgla. W pewnej odlewni używano takiego pieca tyglowego, z doprowadzeniem powietrza przy pomocy miecha. Rys. 1 może posłużyć do dokładniejszego wyjaśnienia. W piecu znajdował się tygiel przeznaczony do topienia 150 kg materiału, otoczony warstwą koksu, około 70 cm wysoką. Ponieważ na ruszcie tworzył się żużel, przez który powietrze z trudnością się przedzierało, trzeba było otworzyć drzwi od czasu do czasu, celem usunięcia tej przeszkody. Podczas otwierania drzwi można było widzieć w głębi pieca płomień zamglony, zabarwiony na żółto. Piec szedł nienormalnie. Po pewnym czasie zauważono, iż w kanale  $f/k$ , którą gazy uchodziły do komina, znajduje się szczelina  $l$ , przez którą dopływało powietrze i tu dopiero następowało spalanie tlenku węgla. Spalanie odbywało się tak energicznie, że kanał od wewnątrz był zupełnie stopiony. Po zamurowaniu tej szczeliny piec pracował zupełnie normalnie. W tym wypadku mamy bardzo jasny dowód, jakie zachodzą straty na materiale opałowym, gdy w palenisku nie odbywa się zupełne spalanie.

Podczas niepełnego spalania się, znajdujemy często w gazach kominowych prócz azotu i kwasu węglowego, tlenek węgla, węglowodory jak metan  $\text{CH}_4$ , etan  $\text{C}_2\text{H}_6$  i inne węglowodory z szeregu  $\text{C}_n\text{H}_{2n} + 2$  lub  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . Czem sobie wytłumaczyć obecność tych składników? Palacz dorzucając węgla do paleniska, rozsypuje go po ruszcie a względnie po węglu palącym się. Wysoka temperatura paleniska powoduje, że świeżo dorzucony węgiel destyluje się, wydzielając węglowodory. Jeżeli powietrze dopływa tylko od dołu i w ilości niedostatecznej, to zostaje zużyte do spalania węgla leżącego bezpośrednio na ruszcie, a gazy wywiązujące się ze świeżo dorzuconego węgla nie mają czym się spalić i uchodzą do komina. Zachodzi więc na ruszcie proces zwany suchą destylacją. Proces ten absorbuje znaczne ilości ciepła, więc w przestrzeni paleniska obniża się nieco temperatura i w ten leży drugi powód, że gazy nie spalane uchodzą do komina.



Rys. 4.

W podobny sposób może odbywać się proces palenia się pod kotłami. Gazy, stykając się z zimniejszymi ścianami kotła, oziębiają się poniżej temperatury ich palenia się, a więc nie następuje całkowite spalanie. Wprawdzie temperatura ta, jaka panuje np. w rurze płomiennej, wystarcza do rozłożenia metanu, etanu i węglowodorów ciężkich na węgiel i wodór, ale nie wystarcza do spalania się tego ostatniego pierwiastka, a szczególnie, gdy on się wydzieli w postaci grafitu, mającego wyższą temperaturę palenia się.

Przetwory suchej destylacji węgla, co do składu ilościowego wahają się w bardzo szerokich granicach, np. 100 kg westfalskiego węgla kamiennego daje podczas suchej desty-

<sup>1)</sup> „Zt. f. ang. Ch.“ r. 1901.



lacy: 4 kg smoły, 4 kg wody gazowej i 16% = 30 m<sup>3</sup> gazu. Przy destylacji innych węgli otrzymujemy gazu więcej, np. niektóre angielskie gatunki dają nawet 33% gazu.

Z tego wszystkiego wynika, że celem osiągnięcia zupełnego spalania w paleniskach, winny być przestrzegane następujące warunki:

1) Należy się starać, ażeby w przestrzeni paleniskowej panowała wysoka temperatura, a mianowicie wyżej 700° C., i ażeby gorące gazy, zawierające składniki palne, nie stykały się z zimnemi ścianami kotła.

2) Doprowadzać powietrze ile możności podgrzane i w ilości wystarczającej do zupełnego spalania.

3) Ogień zasilać paliwem jaknajrównomierniej, aby gazy wywiązywały się równomiernie.

Przy zachowaniu tych trzech warunków można być pewnym bezdymnego spalania się węgla.

W jaki sposób można urzeczywistnić pierwszy warunek, wyjaśnia rys. 2. Stykaniu się gorących gazów z chłodniejszymi ścianami naczyń, można bardzo łatwo zapobiedz przez wyłożenie rury ogniowej materiałem ogniotrwałym, źle przewodzącym ciepło, np. szamotą. Przez tego rodzaju powłokę szamotową *c* utrzymuje się w palenisku odpowiednią temperaturę. Szamota rozgrzewa się, a gazy, zetknąwszy się z nią, spalają się zupełnie, naturalnie jeśli powietrze dopływa w ilości dostatecznej. Dopuszczanie dostatecznej ilości da się osiągnąć, pominąwszy wszelkie urządzenia, przez dobranie odpowiedniej grubości warstwy węgla na ruszcie.

Można również postępować w ten sposób, że na ruszcie utrzymuje się stale wysoką warstwę paliwa, która nie przepuszcza powietrza z popielnika przez ruszt,—a wtedy powietrze należałoby puszcząć ponad ruszt. Sposób doprowadzenia powietrza ponad ruszt może się odbywać albo przez zasuwkę w drzwiczkach, albo przez kanał *S*, urządzone w progu ogniowym. Ten ostatni sposób doprowadzenia jest racjonalny bardzo do doprowadzenia powietrza wtórnego. Co do powietrza wtórnego, to niektórzy powiadają, że należy się go wystrzegać, a pochodzi to stąd, że wogóle mało bywa zwracana uwaga na ilość dopływającego powietrza. Jeśli powietrze wtórne będzie doprowadzane wedle potrzeby i w ilości odpowiedniej, wtedy bezwarunkowo przyczyni się ono do dobrego palenia się.

Można osiągnąć bardzo dobre wyniki, jeśli opisana powłoka zostanie przedłużona poza próg ogniowy i utworzy tu przestrzeń, w której nastąpi wymieszanie się gazów z powietrzem, które weszło przez próg.

Czy w palenisku odbywa się zupełne spalanie, doświadczony technik zdoła na oko osądzić, a analiza wytworów spalania wskaże najdokładniej, jak proces się odbywa. W praktyce należy dążyć do tego, by gazy kominowe zawierały 16—18% kwasu węglowego a 3—4% nadmiaru tlenu. Przy forsownem paleniu do tego stosunku nigdy nie dojdziemy. Aby wykazać, jak wielka różnica zachodzi w składzie ilościowym gazów kominowych podczas normalnego pędzenia kotła a forsownego, przytaczam tu, jako przykład, analizy wykonywane przy przeprowadzaniu ścisłej kontroli kotłowni, w pewnej cukrowni, podczas ostatniej kampanii.

Przy normalnej robocie:

Analiza	Z a w a r t o ś ć				
	Kwasu węglowego CO <sub>2</sub>	Tlenu O	Tlenku węgla CO	Azotu N	
I	15,0 %	5,8 %	0 %	79,2 %	Temp. minim. 255°C. " maxim. 301,5°C. " średnia 286°C. Dym jasny; płomień czysty, jasno-czerwony.
II	12,4 "	7,6 "	0 "	80,0 "	
III	10,2 "	8,2 "	0 "	81,6 "	
IV	8,0 "	12,5 "	0 "	79,5 "	
V	13,12 "	5,8 "	0 "	81,0 "	
VI	14,7 "	4,5 "	0 "	80,8 "	
Średnio	12,6 "	7,4 "	0 "	80,3 "	

Przy forsownej robocie:

I	7,5 %	10,2 %	2,3 %	80,0 %	Temp. minim. 220°C. " maxim. 288°C. " średnia 252°C. Dym kopcący; płomień mdły, ciemnoczerwony.
II	8,3 "	10,5 "	1,8 "	79,4 "	
III	5,0 "	12,0 "	3,7 "	79,2 "	
IV	3,7 "	11,8 "	5,3 "	79,0 "	
V	6,4 "	10,8 "	2,4 "	80,4 "	
VI	8,2 "	10,2 "	1,6 "	80,0 "	
Średnio	6,5 "	10,9 "	2,8 "	79,6 "	

W tem zestawieniu mówią wszystko cyfry, zawartość CO<sub>2</sub>, 12,6% i 6,5% z jednej strony, a z drugiej zawartość CO, w pierwszym wypadku 0, a w drugim 2,8, chociaż tlenu mamy w gazach więcej niż w pierwszym wypadku o 3,5%.

Powyżej starałem się wykazać korzyści wyłożenia paleniska szamotą; nadmieniam jeszcze, iż niektórzy zarzucają, że przez to wyłożenie zmniejsza się powierzchnia ogrzewalna, a także zmniejsza się skutek użyteczny ciepła, skąd pochodzą straty na ciepło. Zmniejszeniu powierzchni ogrzewania można łatwo zapobiedz przez budowę dłuższych kotłów lub przez budowę t. zw. przedpalenisk.

Jednakże te ostatnie nie budzą u technika wielkiego zaufania i bywają stosowane tylko przy lichym i odpadkowym materiale opałowym. Że przedpaleniska nie dawały zadawalniających wyników, przyczyna leży wyłącznie w nienależytej budowie. Gdyby przedpalenisko było urządzone tak jak wskazano na rys. 3, to zdaje się, że ani z punktu widzenia praktyka, ani teoretyka nie stawiano by kwestyi, dlaczego palenisko tego rodzaju miałyby być gorsze, niż np. rura ogniowa.

Przedpalenisko powinno być zbudowane z mniej lub więcej szerokiej rury szamotowej o grubości 6—8 cm. Ciepło, zabierane przez szamotę, nie jest znaczne i da się łatwo obliczyć, mnożąc ciężar tej powłoki przez ciepło właściwe szamoty. Przypuśćmy, że ciężar całkowity rury szamotowej, o średnicy w świetle 0,5 m, przy grubości szamoty 8 cm, wynosi 300 kg (c. wł szamoty = 1,8) i że 300 kg szamoty ogrzewa się do 800° C. Ponieważ ciepło właściwe szamoty = 0,24, to cała rura zabiera ciepła 300 · 0,24 · 800 = 57 600 ciepłostek. Jeden kg dobrego węgla kamiennego daje 8000 ciepł., zatem 57600 : 8000 = ciepło zabrane przez szamotę wyrażone w kg węgla, co odpowiada w naszym wypadku 7,2 kg. A więc na rozgrzanie paleniska tracimy tylko 7,2 kg węgla!

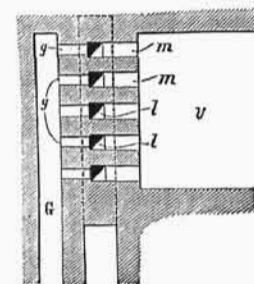
Znaczniejsze straty na ciepło powoduje promieniowanie, ale przez dobrą izolację paleniska możemy je zredukować do minimum.

Izolacja ta mogłaby być nader prosta, np. otoczenie szamoty płaszczem powietrznym, a ten, płaszczem ze złego przewodnika ciepła, np. azbestowym, a powietrze można doprowadzać przez ten płaszcz powietrzny i wyzyskać w nim zawarte ciepło na podgrzanie doprowadzanego powietrza.

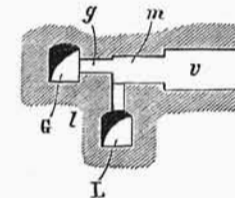
W ten sposób zbudowane palenisko przedstawia rys. 3. Powłoka szamotowa *c* jest otoczona płaszczem żelaznym *m*, między nim a zewnętrznym płaszczem *m*<sub>1</sub> znajduje się pusta przestrzeń *h*. Zewnętrzny płaszcz blaszany z bardzo cienkiej blachy jest otoczony masą azbestową *i* lub jakimś innym złym przewodnikiem ciepła. Powietrze doprowadza się przez zasuwę, umieszczoną na dole, powietrze to wchodzi w przestrzeń pustą *h* i przez kanały *s*<sub>1</sub> i *s*<sub>2</sub> wchodzi przez próg ogniowy, a względnie od góry do przestrzeni paleniskowej. Wskutek doprowadzenia odpowiedniej ilości powietrza

podgrzanego, następuje zupełne spalanie gazów w przestrzeni *V*. Głównym warunkiem zupełnego spalania jest dobre wymieszanie gazów z powietrzem i w tym celu przy końcu paleniska zwieszająca się ścianka oddziela komorę *v*<sub>1</sub> i zmusza gazy do odbicia krzywej drogi, podczas której gazy, wymieszane dobrze z powietrzem, wchodzi do przestrzeni *v*<sub>1</sub> i tu się spalają. Bardzo celowym urządzeniem są drzwiczki *e*, umieszczone tuż przy wyjściu gazów z paleniska, przez które można obserwować płomień. Jeśli jest czysty płomień, jest to najlepszą oznaką, że proces palenia odbywa się prawidłowo. Palenisko takie najlepiej budować na kółkach, aby można go łatwo na szynach poruszać, w ten bowiem sposób ułatwia się czyszczenie i naprawa rury ogniowej.

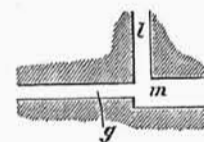
Wychodząc z założenia, że palenisko ma średnicę



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

w świetle 50 cm, wyłożenie szamotowe posiada grubość 8 cm, a oddalenie wewnętrznego płaszcza  $m$  od zewnętrznego  $m_1$  wynosi również 8 cm, to cała zewnętrzna średnica paleniska wraz z płaszczem blaszanym wynosi 85 cm, a gdy długość paleniska wynosi 2 m, to powierzchnia otaczającego płaszcza będzie = 5,3 m<sup>2</sup>.

Przypuśćmy, że w przestrzeni  $h$  panuje temp. 150° C., a zewnętrzna warstwa izolacyjna z gliny posiada grubość 1 cm, to według doświadczenia strata na ciepłe przy 10 godzinach pracy i temp. otaczającej 20° C. wynosi 5,3.130.10.5 = 34450 ciepłostek. A że 8000 ciepłostek = 1 kg węgla, przeto 34450 : 8000 = 4,3 kg węgla, który tracimy w postaci ciepła wypromieniowanego w czasie 10 godzin. Strata ta będzie jeszcze mniejsza, gdy izolację urządzimy jaknajlepszą.

Na podstawie tych cyfr łatwo osądzić, iż takie palenisko nie jest wcale gorsze od umieszczonego w rurze ogniowej.

Jak już wspomniałem, do najważniejszych warunków dobrego palenia się, należy równomierne zasilanie paleniska paliwem. Warunek ten spoczywa w rękach palacza i zależy całkowicie od jego inteligencji. Zastosowanie palenisk gazowych, lub dzisiaj rozpowszechniających się naftowych, ułatwia spełnienie tego warunku i usuwa na drugi plan zależność procesu palenia się od palacza.

Do opalania gazowego używamy palenisk generatorowych. Palenisko generatorowe składa się z generatora i przestrzeni, w której następuje spalanie gazów wytworzonych w generatorze. Generator tworzy zazwyczaj palenisko zamknięte, urządzone w ten sposób, że na ruszcie znajduje się stała warstwa węgla o wysokości 0,5—1 m. Tuż nad rusztem spala się węgiel na kwas węglowy, w wyższych warstwach przeważnie na tlenek węgla, z powodu braku powietrza, a przytem następuje redukcja kwasu węglowego przechodzącego przez warstwę rozżarzoną na tlenek węgla. Tlenek węgla zmieszany z węglowodorami, utworzonymi przez suchą destylację świeżo dorzuconego węgla, idzie do paleniska.

Skład chemiczny ilościowy gazu będzie zależał od utrzymania jednakowej warstwy węgla na ruszcie.

Rys. 4 przedstawia najprostsz typ generatora, nadającego się do wszelkiego rodzaju materiału opałowego. Za pomocą takiego generatora, albo kilku złączonych, można opalać całą baterię kotłową, albo za pomocą zasowy wyłączać pojedyncze kotły.

Gaz z generatora idzie przez kanał  $g$  do głównego kanału  $H$ , stąd przez otwarty wentyl  $p$  i przewód  $h$  przechodzi do paleniska. Powietrze wtórne doprowadzane przez rurę  $S$  ogrzewa się ciepłem wypromieniowanym z paleniska i ciepło to w ten sposób wraca do paleniska.

Co do palenisk gazowych, należy uwzględnić, że zasilanie generatora materiałem opalowym jest rzeczą pierwszorzędną wagi, a to ze względu na ilościowy skład gazów, które powinny zawierać jak najwięcej tlenu węgla CO. Nie mniej ważnym jest mieszanie się gazów z powietrzem, a przytem należy uważać, aby mieszanina ta nie ztykała się z zimnymi ścianami, dopóki nie nastąpi całkowite spalanie się,

gdyż inaczej wytwarzać się będzie dym i sadze. Jeżeli generator dostarcza zawsze gazu o jednakowym składzie chemicznym i w jednakowej ilości, co łatwo uzyskać przez dobrą budowę generatora, i jeśli dopływ powietrza wtórnego dobrze jest uregulowany, to spalanie będzie najlepsze.

Bardzo pożądanym warunkiem przy paleniskach gazowych jest podgrzewanie powietrza wtórnego, a to się da łatwo osiągnąć, gdyż przy każdym niemal palenisku wypromieniowane ciepło może być wyzyskane do ogrzewania powietrza.

Za wielką użytecznością i praktycznością palenisk gazowych przemawiają następujące urządzenia:

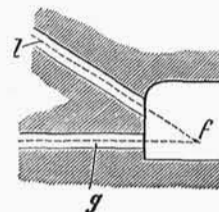
Gdy mamy do czynienia z wielkim paleniskiem, przy którym trzeba ogrzewać znaczną przestrzeń, wtedy lepiej jest podzielić strumień gazu na małe rozgałęzienia, t. j. na strumienie o mniejszym przekroju, w ten sposób, aby gaz dochodził do paleniska przez kilka kanałów wąskich, równoległych (rys. 5). W ten sam sposób i powietrze wtórne winno być doprowadzane, to znaczy, że do każdego kanału gazowego  $g$  winien należeć kanał powietrzny  $l$ .

Czy powietrze doprowadzamy do gazu od góry, czy też od dołu, nie jest rzeczą obojętną. Jeżeli powietrze doprowadzamy z głównego kanału  $L$  (rys. 6) przez kanał pionowy boczny  $l$  z dołu, to spalanie się nie będzie tak energiczne jak w razie, gdybyśmy doprowadzali od góry (rys. 7), a to dlatego, że powietrze ma większy c. wł. niż gaz, a więc jeśli powietrze dochodzi od góry, to następuje szybsze i dokładniejsze wymieszanie się z gazem.

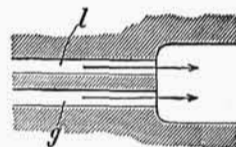
Jeżeli gaz i powietrze doprowadzane są w sposób wskazany na rys. 7, to następuje spalanie bezpośrednio przy zetknięciu się gazu z powietrzem. Takie doprowadzenie jest bardzo korzystne, gdy chodzi o ogrzanie małej przestrzeni. Gdy chodzi o dłuższy płomień, wtedy z wielką korzyścią możemy zastosować sposób doprowadzenia, uwidoczniony na rys. 8, t. j. pod kątem ostrym. Doprowadzenie powietrza i gazów kanałami równoległymi, jak przedstawia rys. 9, daje możliwość uzyskania płomienia bardzo długiego. Ten ostatni sposób ma jeszcze tę dobrą stronę, że możemy uzyskać płomień utleniający lub odtleniający. Doprowadzając powietrze dolnym kanałem a gaz górnym, otrzymamy płomień utleniający, a w przeciwnym wypadku odtleniający.

O paleniskach gazowych można powiedzieć wogólności, że przedstawiają one największe korzyści pod każdym względem. Łatwość regulowania palenia się, niezależność od palacza i możliwość stosowania każdego rodzaju materiałów opałowych, przemawiają szczególnie za budową palenisk gazowych.

Jan Lombardo, chemik-techn.



Rys. 8.



Rys. 9.

## Z TEORII WODOTRYSKÓW.

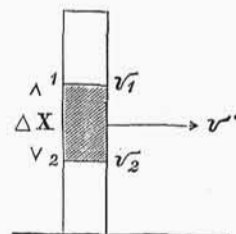
Napisał H. Czopowski, inż.

(Ciąg dalszy; p. № 42 r. b., str. 513).

Równania (9), (10) i (11) zdają się rozwiązywać postawione zadanie i wyczerpywać dany temat, pozostaje tylko określenie współczynnika  $\lambda$ , który na drodze doświadczałnej da się łatwo określić.

Nim jednakże przystąpię do tego określenia, chciałbym wyjaśnić i zanalizować jeszcze uczynione obserwacje. Zauważyliśmy przy obserwowaniu wytrysku, iż cząstki wody odpryskują od głównego strumienia wody i samodzielnym ruchem opisując pewną krzywą, spadają na dół. Ruch tych cząstek posiada pewne składowe szybkości pionowe oraz poziome; pierwszą można w przybliżeniu przyjąć równą szybkości cząstek wody zewnętrznego pierścienia, drugą zaś postaram się bliżej określić. W tym celu obserwuję dwa prze-

kroje wytryskującego strumienia, jeden będzie biegł z szybkością  $v_1$ , drugi będzie doganiał pierwszy z szybkością  $v_2$ , wzajemne zaś zbliżenia przekrojów będą następowały z szybkością  $(v_2 - v_1)$ , cząstki więc wody, zawarte pomiędzy przekrojami 1 i 2 (rys. 3), ulegają pewnemu hydrostatycznemu ciśnieniu, jako rezultat tego ciśnienia występują wyżej wspomniane siły poziome, które nadają cząstkom wody pewną składową szybkość, działającą w kierunku poziomym. Zauważywszy, iż różnica ilości wody przepływającej przez oby-



Rys. 3.



dwa przekroje strumienia, musi być równą ilości wody odpryskującej od powierzchni strumienia, możemy zestawić równanie:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot (v_2 - v_1) = \pi \cdot d \cdot \Delta x \cdot v' \dots (14),$$

gdzie  $v'$  oznacza składową poziomą szybkość,  $\Delta x$ —odległość obserwowanych przekrojów. Przyjmując, iż te przekroje nie skończenie blisko wzajemnie siebie leżą, otrzymamy:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot dv_x = \pi \cdot d \cdot dx \cdot v'_x,$$

skąd 
$$v'_x = \frac{d}{4} \cdot \frac{dv_x}{dx} \dots (15).$$

Dla  $x = h$ , t. j. dla wierzchołka wytrysku otrzymamy  $v'_x = \frac{dv_x}{dx} = \infty^1$ , t. j. składowa pozioma oddzielających się cząstek wody od wierzchołka wytrysku powinna się równać nieskończoności. Niezgodność tego rezultatu z obserwacją nasuwa nam przypuszczenie, iż u wierzchołka wytrysku występują nowe siły dotychczas nieuwzględnione w niniejszym rachunku. W tym celu uprzytomnijmy sobie, iż szybkość cząstek podnoszącej się wody u wierzchołka strumienia zmniejsza się do zera, jest więc punkt, w którym te cząstki pozostają w zawieszeniu, w stanie tym występują siły wewnętrzne płynu, które nie mając żadnych przeszkód ze strony zewnętrznych sił działających na dane masy wody, dążą do nadania biegnącym masom wody formy kulistej i w rzeczywistości możemy obserwować, iż zwężły strumień wody u wylotu zamienia się u wierzchołka wytrysku na masy wody o formie kulistej, które się wznoszą ku górze aż do wygaśnięcia nabytej szybkości.

Obliczenie więc  $v_x$ , wyżej przytoczone, może się tyczyć do niższych części wytrysku, do wyższych zaś należałoby stosować obliczenia stosowane w ballistyce. Wyprowadzony zatem wzór (9) i pochodne (10) i (11) posiadają następujące błędy zasadnicze: 1) iż wprowadzono do rachunku średnią szybkość cząstek w przekrojach strumienia, nie uwzględniając szybkości zewnętrznej pierścienia; 2) iż nie wprowadzono w rachunek przyspieszenia, jakiemu podlega zewnętrzny pierścień strumienia przy wyjściu z otworu wylotu. Dla praktyki te dwa błędy dadzą się wyrównać, pierwszy przez wprowadzenie średniej wartości dla  $\lambda$  bezpośrednio z doświadczeń, drugi zaś błąd da się wyrównać przez wprowadzenie zmiennej wielkości dla  $\lambda$ , t. j. iż zamiast przyjąć do rachunku większą szybkość od przyjętej średniej szybkości  $v_x$ , przyjmujemy większą wartość dla  $\lambda$ . Jakieśmy już wyżej zaznaczyli, wspomniane naprężenie szybkości zewnętrznego pierścienia jest w przybliżeniu proporcjonalne do  $\frac{v_0 - v_x}{d}$ , a podług przybliżonego wzoru (6)

$$\frac{v_0 - v_x}{d} = K \cdot \sqrt{\frac{I}{d}};$$

wynagradzając więc sobie owe powiększenie szybkości, przez powiększenie wartości dla  $\lambda$ , przyjdziemy do wniosku, że wartość dla  $\lambda$  powinna się powiększać z powiększeniem się ciśnienia przy wylocie, zmniejszać się z powiększeniem średnicy wylotu i wogóle powiększać się tam, gdzie jest spodziewana duża różnica  $\frac{v_0 - v_x}{d_m}$ , w którym to wzorze  $d_m$  oznacza najbliższą odległość zewnętrznej warstwy strumienia od środka przekroju wylotu;  $\lambda$  więc dla otworów w cienkich ściankach będzie większe niż dla otworów zwykłych walcowych, jak również będzie większe dla otworów kształtu wielokąta, niż dla koła i t. p. Trzecim i ostatnim błędem wzoru (9), jaki wypływa z wyżej wyprowadzonych wniosków i zauważonych obserwacji, iż cząstki wody u wierzchołka strumienia unoszą się w formie kulistej, a nie zwężonej walcowej, lecz prawa i wzory ruchu pocisków są tak

<sup>1)</sup>  $\frac{dv}{dx}$  otrzymamy, różniczkując równanie (9a), a mianowicie:  $v_x \frac{dv_x}{g} = -\frac{\lambda}{d} e^{-\frac{\lambda}{d}x} \left( \frac{v_0^2}{2g} + \frac{d}{\lambda} \right) \cdot dx$ ; ponieważ dla  $x=h$   $v_x=0$ , przeto z ostatniego równania dla  $x=h$ ;  $\frac{dv_x}{dx} = \infty$ .

przybliżone do wyżej przytoczonego wzoru (9), iż pozostawiam ten ostatni wzór dla praktyki zupełnie wystarczającym.

Na tem zakończęm teoretyczną stronę danej kwestyi i, przyjmując wzory te jako zasadnicze rozwiązanie postawionego zadania, przystępuję do oznaczenia wartości dla  $\lambda$ . Do oznaczenia wartości  $\lambda$  korzystam z doświadczeń uczynionych przez d-ra OTTO LUEGER'A (Die Wasserversorgung der Städte) i WEISBACH'A (Klimpert, Hydrodynamik I); z doświadczeń tych wypadła średnio  $\lambda = 0,0004 = 4 \cdot 10^{-4}$ .

Tablica poniżej podana wykazuje rezultaty powyższych doświadczeń w zestawieniu z rezultatami, otrzymanymi z wyżej przytoczonego wzoru (10).

Wzór	H	d=0,010 m	d=0,014 m	d=0,030 m
Lueger'a . . . . .	5,0	h = 4,49	h = 4,65	h = 4,87
Weisbach'a . . . . .		4,68	4,80	—
Wzór mój . . . . .		4,56	4,68	4,84
Lueger'a . . . . .	10,0	8,14	8,69	9,49
Weisbach'a . . . . .		8,81	9,28	—
Wzór mój . . . . .		8,41	8,79	9,38
Lueger'a . . . . .	15,0	11,18	12,26	13,89
Weisbach'a . . . . .		12,06	13,26	—
Wzór mój . . . . .		11,75	12,48	13,67
Lueger'a . . . . .	20,0	13,73	15,38	18,05
Weisbach'a . . . . .		14,32	16,67	—
Wzór mój . . . . .		14,70	15,82	17,72
Lueger'a . . . . .	30,0	17,82	20,74	25,82
Weisbach'a . . . . .		—	—	—
Wzór mój . . . . .		19,71	21,66	25,23
Lueger'a . . . . .	40,0	20,92	25,04	32,90
Weisbach'a . . . . .		—	—	—
Wzór mój . . . . .		23,89	26,68	31,96
Lueger'a . . . . .	50,0	23,38	28,66	39,42
Weisbach'a . . . . .		—	—	—
Wzór mój . . . . .		27,46	31,05	38,80
Lueger'a . . . . .	100,0	30,50	40,16	64,93
Weisbach'a . . . . .		—	—	—
Wzór mój . . . . .		40,23	47,25	63,55

Zestawienie powyższe wykazuje najpierw pewną różnicę pomiędzy rezultatami doświadczeń d-ra LUEGER'A i WEISBACH'A, cyfry więc tym można dać tylko przybliżoną wartość; rezultaty jednakże otrzymane z wzoru przezemnie wyprowadzonego nie wychodzą z granic tego przybliżenia. Przy obliczeniach więc dla praktycznych celów należy dawać pewien zapas ciśnienia. Większą różnicę pomiędzy rezultatami otrzymanymi z wzoru d-ra LUEGER'A i z wzoru (10) daje się zauważyć przy  $d = 0,01$  i  $H > 20,0$  m. Ponieważ dr. LUEGER nie daje granic, dla jakich wzór jego jest zgodny z rzeczywistością, nie należałoby twierdzić, iż wartości dla  $h$  w danym wypadku, obliczone z mojego wzoru, są zbyt wielkie, gdyż może wzór d-ra LUEGER'A dla tych granic nie jest odpowiedni, mając jednakże na uwadze wyżej streszczoną teorię, iż wartość dla  $\lambda$  należy powiększyć przy powiększaniu ciśnienia i zmniejszaniu średnicy wylotu, w danym więc wypadku należy powiększyć  $\lambda$  i wtedy w rzeczywistości otrzymamy wartości dla  $h$  mniejsze od wyżej wliczonych. Z powiększeniem wartości dla  $d = 0,014$ ,  $\lambda$  może być przyjęte jak wyżej  $\lambda = 4 \cdot 10^{-4}$ , przy wysokościach jednakże  $H > 50$ ,  $\lambda$  należałoby w danym wypadku przyjąć większe; przy  $d = 0,03$  granica dla  $H$ , przy której winno się zmienić  $\lambda$ , jest bardzo odległa. Pomimo tych różnic pomiędzy wzorem rozumowym, przezemnie wyprowadzonym i wzorami empirycznymi, uważam ten pierwszy za praktycznie wystarczający i będę stosował go do dalszych obliczeń.

Przystąpię obecnie do obliczenia szybkości strumienia w pewnym przekroju oraz do zestawienia równania krzywej, jaką opisuje strumień wodotrysku, w razie nachylenia osi wylotu względem poziomemu. (D. n.)

## O S M A R A C H.

(Ciąg dalszy; p. № 42 r. b., str. 516).

## 3. WYMAGANIA STAWIANE SMAROM.

Gdy przed stosunkowo niewielu jeszcze laty cała wytwórczość smarów wyłącznie prawie szła na smarowanie osi przyrządów, służących do zmiany miejsca, t. j. lokomocyi, a w nieznacznej tylko ilości te same smary szły na użytek nielicznych, o pierwotnym urządzeniu, ówczesnych fabryk, dziś pod tym względem warunki gruntownej uległy zmianie. Ciągły wzrost przemysłu, a z nim rozwój techniki i udoskonalenia pod każdym względem, zwróciły uwagę techników między innymi i na smary, przyczyniające się w znacznej mierze do prawidłowej i spokojnej pracy maszyn, których różnorodność wymagała różnych smarów, coraz lepiej przystosowanych do danej pracy, coraz lepiej spełniających swoje zadanie. Widocznym jest, iż mając smarować oś kilkusetcentnarowego koła i oś kółka zegarka kieszonkowego, tysiące obrotów na minutę robiącą prądnicę, turbinę, lub wolno poruszający się jakiś przyrząd, jeżeli dalej mamy smarować oś koła wystawionego na kilka lub kilkanaście stopni niższej 0°, lub też jakiś przyrząd wystawiony na kilkadziesiąt stopni gorąca, to oczywiście nie możemy bez strat i to bardzo dotkliwych, tak w zużytych częściach trących się powierzchni jak i w niepotrzebnym zużyciu siły pociągowej, używać ciągle jednego i tego samego smaru.

Dlatego też wymagania, jakie stawiają smarom, są tak liczne i różnorodne, iż niekiedy trudno jest doprawdy zdać sobie sprawę czego od danego smaru wymagać należy. Ażeby zadowolnić odbiorców, fabrykanci smarów są nieraz w niemałym kłopotcie, chcąc zadosyć uczynić wszystkim warunkom, jakim dany smar odpowiadać winien. Wielkie towarzystwa przemysłowe, zarządy dróg żelaznych i statków parowych, zużywające ogromne ilości smarów rocznie, przy zamawianiu tychże podają dostawcom warunki, jakim dostarczane smary odpowiadać powinny. Zdawałoby się, iż towarzystwa przemysłowe, lub koleje, znajdujące się w jednych i tych samych warunkach, czy to pod względem klimatycznym, czy też co do rodzaju fabrykacji, używać powinny jednakowych od swych własności smarów. Tymczasem z zapotrzebowań, dawanych fabrykom smarów, pokazuje się, iż każda prawie fabryka, każda droga żelazna i t. p. stawiają inne warunki i inne wymagania co do fizycznych i chemicznych własności smarów. Ciekawym będzie przejrzeć tutaj kilka takich wymagań.

Zarząd dróg żel. w Berlinie stawia następujące warunki: Smar mineralny osiowy powinien być zupełnie czysty, odszlammowany i wolny od kwasów, nie powinien posiadać własności wysychania, to jest, będąc w cienkich warstwach wystawiony na działanie powietrza, nie powinien ani żywiczeć, ani tworzyć ciągnącej się, podobnej do pokostu, warstwy. Olej mineralny z olejami zwierzęcymi i roślinnymi powinien się mieszać w każdym dowolnym stosunku; przy 15° mieć c. wł. pomiędzy 0,900—0,925; zagrzany do 160° nie zaplaniać się; przy silnem ogrzaniu nie pnieć, a przy —5° nie wydzielać ciał stałych, t. j. nie krzepnąć. Zapach powinien posiadać słaby, a w benzynie zupełnie się rozpuszczać. Przy dłuższem staniu nie powinien zostawiać na dnie naczynia osadu. Olej mineralny, któryby zawierał żywicę lub oleje smołowe, przyjętym nie będzie. Olej cylindrowy, przeznaczony do części silniej pracujących w parze przegrzanej do 220°, nie powinien wydzielać gazów palnych, a punkt krzepnięcia powinien leżeć niższej —5°. Warunki dla olejów niemineralnych: olej dostarczany dla tendrów i parowozów powinien być ciekły, zupełnie czysty i dobrze odstąpił; zwierzęcy lub roślinny nie powinien zawierać kwasów mineralnych, żywicy, olejów żywicznych, smołowych lub mineralnych, jako też produktów pozostałych po destylacji; po dłuższem staniu nie powinien dawać osadu; zawartość wolnych kwasów tłuszczowych nie powinna przekraczać 0,3%; oleje któreby posiadały własności wysychania, żywicy lub żywicy, nie będą przyjęte.

Zarząd dr. żel. w Bydgoszczy stawia takie warunki: Olej mineralny, przeznaczony do parowozów, powinien być czysty, dobrze przerafinowany, ze światłem brunatny, pod światło zielonkawy; z olejem rzepakowym i innymi olejami mineralnymi powinien się łączyć w żądanym stosunku. Dalej olej

ten powinien być wolny od szlamu, żywicy, kwasów, ługów, soli, smoły i wody, ciał parafinowych, nie powinien wysychać i po dłuższem staniu nie zmieniać się. C. wł. przy 15° powinien być 0,90—0,92. Ścisłość w zwykłych granicach temp. nie powinna się zmieniać. Punkt zapłnienia nie niższej 150°; punkt zapalności nie niższej 200°; przy mocnem ogrzaniu nie powinien się pnieć. Ług sodowy, o c. wł. 1,40, do temp. 100° na olej działać nie powinien. Ciekłość przy 50° nie powinna być mniejsza od ciekłości oleju rzepakowego. Przy —5° olej powinien jeszcze wypływać z rurki o średnicy 5 mm, przy 30 mm ciśnienia. Traktowany kwasem siarczanym, o c. wł. 1,13, tak na zimno jak i przy 100°, olej nie powinien zabarwiać kwasu, najwyżej na kolor jasno-żółty. Kwas mineralny nie powinien wywoływać osiadań węgla, asfaltu, żywicy i t. p. Przy kłóceniu z kwasem azotowym, o c. wł. 1,45, w równych częściach, normalna temp. 15° podnieść się powinna najwyżej o 5°. Wyżej wymienione warunki dla smarowania parowozów zmienia się dla osi wagonów w ten sposób, że c. wł. powinien leżeć pomiędzy 0,88—0,92, punkt zaś krzepnięcia przy —10°, temp. zapłnienia przy 180°.

Droga żel. Warszawsko-Wiedeńska pierwszy raz wprowadziła smary mineralne w r. 1882, przyczem używała olejów mineralnych amerykańskich. W trzy lata później, t. j. w r. 1885 droga używała i dotychczas używa: 1) Do smarowania wszystkich powozów, zarówno towarowych jak i osobowych, oleju mineralnego ciemnego kaukaskiego, t. zw. wagonowego, letniego, o c. wł. 0,907—0,912 i punkcie zapalności 160°, oraz zimowego, o c. wł. 0,905—0,910 i zapalności 145°. 2) Do smarowania silnic parowych i innych maszyn oleju mineralnego maszynowego kaukaskiego 0,906, przy 17½° i przy zapalności 210°. 3) Do smarowania cylindrów parowych olej rzepakowy w połączeniu z łojem. 4) Do zasilania maźnic parowozowych i tendrowych, sabonaftę czyli łój mineralny. Olej wagonowy, a raczej odpadki naftowe, nie powinny zawierać wody, t. j. po ogrzaniu do 120° nie powinny burzyć się, nadto nie powinny wydzielać części stałych po odstaniu się przez 24 godzin. Olej maszynowy powinien być klarowny i zupełnie obojętny. Olej rzepakowy również powinien być klarowny i nie powinien zawierać żadnych domieszek oraz wolnych kwasów tłuszczowych więcej ponad 0,5%, sabonafta powinna posiadać punkt topliwości nie niższej 36°, mieć odczyn obojętny i po roztopieniu dawać ciecz klarowną<sup>1)</sup>.

Przeoglądając kolejno wiele innych zapotrzebowań, znajdujemy coraz to inne wymagania i warunki. Niekiedy warunki te wprost zbijają się wzajemnie i co jedni uważają za zupełnie dobre, inni za wprost szkodliwe. Wogóle zaznaczyć wypada, iż nie mamy jeszcze dotychczas ustalonych i ściśle określonych pojęć o dobroci i przymiotach smarów i w wielu razach idziemy jeszcze po omacku. Pomimo tego jednakże, zestawiając różne wymagania, stawiane smarom, przychodzimy do wniosku, iż wogóle dobry smar powinien: 1) Być odpowiednio przystosowany do warunków, w których będzie pracował. 2) Zmniejszać tarcie do najmniejszości i własność tę zachować jak najdłużej. 3) Posiadać odpowiednią ścisłość (konsystencję), któraby nawet przy największych dopuszczalnych dla niego zmianach temperatury pozostawała zawsze jednakową. 4) Posiadać odpowiednią ciekłość (viscosité). 5) Nie wywierać chemicznego działania na smarowane części (t. j. być wolnym od kwasów, ługów i wody). 6) Przy dłuższem nawet przechowaniu nie zmieniać swych własności fizycznych i chemicznych (nie jęlczeć, nie mętnieć, nie żywiczeć, nie wysychać). 7) Nie dawać osadu. 8) Posiadać stopień zapłnienia wyżej, a stopień krzepnięcia niższej od skrajnych granic tych temperatur, przy których będzie pracował. 9) Powinien być zawsze jednakowy przy każdej nowej dostawie. 10) Cena jego nie powinna być wysoka.

St. Nukielski.

(C. d. n.)

<sup>1)</sup> Powyższe dane, dotyczące się drogi żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, zostały mi łaskawie udzielone przez p. Wł. Kolendo, chemika tejże drogi żelaznej.



Przeгляд wynalazków, ulepszeń i robót celniejszych.

FIZYKA PRZEMYSŁOWA.

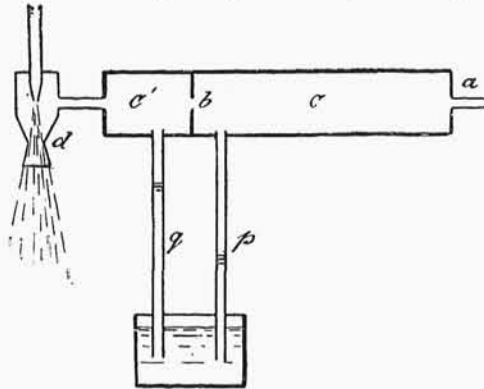
Nowy przyrząd do mierzenia wysokich temperatur.

Technika nowoczesna, stosując w wielu gałęziach przemysłu do celów praktycznych wysokie temperatury, do mierzenia ich, posługuje się *pyrometrami*. Do dziś dnia nie mamy jednak takiego przyrządu, który, łącząc w sobie praktyczne wymagania z dokładnością i trwałością, dałby się zastosowywać we wszelkich wypadkach. Jako najdokładniejszy podobny instrument uważać należy pyrometr powietrzny<sup>1)</sup>, w którym wiadoma objętość powietrza, zamknięta w naczyniu porcelanowym, rozszerza się pod wpływem ciepła. Mierząc bezpośrednio lub też pośrednio ciśnienie, wywierane na słup rtęci, wnioskować można z dostateczną dokładnością o wysokości temperatury mierzonej. Przyrząd ten używany jest jednak niemal wyłącznie do celów naukowych, z powodu kosztowności i delikatnej konstrukcji. Z innych do tego celu przeznaczonych przyrządów wchodzi w użycie pyrometry elektryczne, polegające na zjawisku zmienności oporu elektrycznego drutu platynowego, wraz ze zmianą jego temperatury. Z powodu, że umożliwia się tu odczytywanie temperatury z dowolnej odległości, pyrometry te znalazły szybko zastosowanie do kontrolowania pracy wielkich pieców.

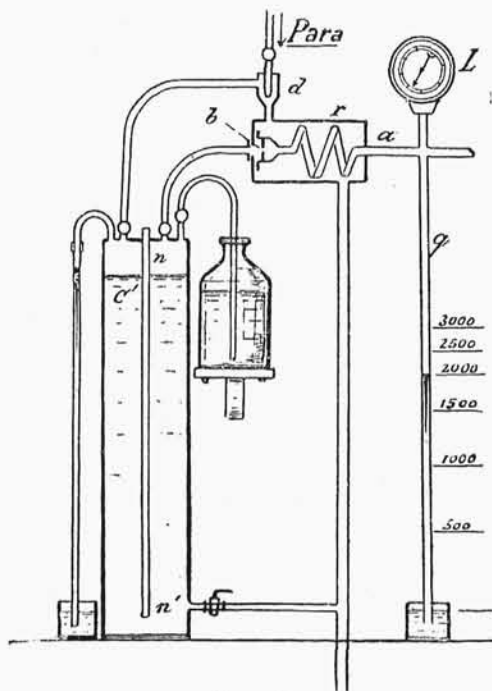
Znacznie mniej dokładny, lecz z powodu swej tanioci i poręczności ogólnie znany w naszych kotłowniach, jest pyrometr grafitowy. W tym przyrządzie za pomocą dźwigni, działającej na tarczę wskazówkową, określana bywa zmiana długości, której ulega pod wpływem wysokiej temperatury słupek żelazakutego w stosunku do słupka grafitowego, obok leżącego. Jednakże dokładność tego, zresztą bardzo dogodnego przyrządu, jest mała, a przy temperaturach ponad 1000° rzadko napotkać można dwa przyrządy, zgadzające się z sobą. W fabrykach ceramicznych, dotychczas znajdują zastosowanie t. zw. *stożki Seeger'a*, otrzymywane przez domieszanie do kaolinu różnych ilości kwarcu, wapienia i potasu.

W Niemczech zalecany jest obecnie pyrometr, oparty na zupełnie odrębnej zasadzie niż pyrometry dotychczas znane i pozwalający mierzyć najwyższe temperatury z dużą dokładnością<sup>2)</sup>.

Zasadę działania tego przyrządu objaśnia rys. 1. W na-



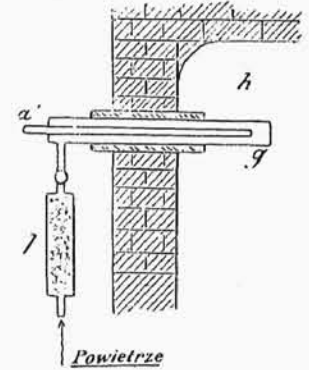
Rys. 1.



Rys. 2.

czyniu platynowym, zaopatrzonym otworami *a* i *b*, tworzona jest próżnia przy pomocy dmuchawki *d*, która ciągnie powietrze z komocy *c'*. Powietrze dopływa powoli przez otwór przegrody *b*, tworząc częściowo próżnię w komorze *c* i powodując przyływ powietrza przez otwór *a*. Utrzymując w *c'* stałą temperaturę i ciśnienie, zauważymy, że przy zwiększaniu temperatury powietrza w komorze *c'*, ciśnienie ulega zmniejszeniu tak, że z różnicy ciśnień w *c'* i *c* wnioskować można o temperaturze powietrza, dopływającego przez *a*.

Na tej zasadzie zbudowano pyrometr, uwidoczniiony na rys. 2. Dmuchałka *d* tworzy próżnię w zbiorniku *r* i połączonym z nim, częściowo wodą napełnionym, zbiorniku *c'*. Utrzymywanie próżni w stałym stopniu dokonywa się za pomocą rurki *n'*. Jeżeli rozrzedzenie większe jest niż ciśnienie wody w *c'*, to wchodzi przez *n'* powietrze tyle, ile potrzeba go do wyrównania ciśnienia. Ażeby z drugiej strony otrzymać stałą temperaturę powietrza, przepływającego przez przegrodę *b*, zamknięta jest ona wraz z częścią rurki *a* w zbiorniku *r*, napełnionym parą z dmuchawki. Wolno dopływające powietrze przyjmuje temperaturę pary, zanim dojdzie do przegrody *b*. Rurka *a* połączona jest z miejscem mierzonej temperatury, a próżnia w niej, po puszczeniu w ruch przyrządu, odczytywana jest za pomocą vacuummetru rtęciowego *g* lub wskazówkowego *L*.



Rys. 3.

Na rys. 3 wskazano zachowywanie się przyrządu w piecu. Powietrze przechodzi najprzód przez zbiornik *J*, napełniony watą i wkracza następnie w rurę *g* zachodzącą częściowo w piec. W rurze tej powietrze ogrzewa się do temperatury pomieszczenia *h*. W rurze *g* znajduje się przedłużenie rury *a'* przyrządu, ażeby powietrze ogrzane w rurze *g* przeprowadzić do *b*.

Przyrząd otrzymuje skalę stopni przez porównanie z wypróbowanym pyrometrem. Wielomiesięczne próby i sprawdzenia udowodniły, że ten sposób sporządzenia skali jest wystarczający i że temperatura w *g* może być zawsze dostatecznie dokładnie zmierzona.

Zmiany ciśnienia barometrycznego nie wywierają wpływu widocznego na dokładność wskazań przyrządu, o którym tu mowa. Cz. 8.

ELEKTROTECHNIKA.

Rewizja osi kolejowych metodą elektryczną. W d. 3 maja r. b., w pobliżu stacji Zschortau, zdarzył się wypadek kolejowy, w którym zginęło 2-ch podróżnych a kilku było ranionych. Przyczyną tego wypadku było złamanie się jednej z osi tendra w pobliżu piasty. Koło tendrowe rozłączone w ten sposób z osią, obaliło się pod nadchodzące powozy i spowodowało wykolejenie się tychże. Jakkolwiek wypadki łamania się osi wagonowych zdarzają się względnie rzadko, to jednak inżynierowie kolejowi, w celu zapobieżenia im wogóle, winni obmyśleć sposoby, pozwalające na łatwe i pewne sprawdzanie wytrzymałości danej osi. Jak poucza doświadczenie, przyczyną łamania się osi bywa nietylko wadliwy materiał lub dawniejsze nadłamania, lecz także zmieniająca się z czasem budowa wewnętrzna stali, wskutek czego stal poddaje się pewnego rodzaju krystalizacji, staje się krucha i traci na wytrzymałości w stosunku długości ogólnej drogi przebytej. Mając to na względzie i pod wrażeniem świeżej katastrofy, inż. p. W. HEYDEN<sup>3)</sup> dochodzi do wniosku, iż dla zupełnie pewnego wypróbowania osi powozów nie wystarczają stosowane dotychczas zewnętrzne oględziny tychże. Osie winny być poddawane rewizji wewnętrznej, dla której skuteczniejszą najlepszym środkiem, zdaniem inż. p. W. HEYDEN'A, byłby prąd elektryczny. Inż. p. HEYDEN przypuszcza, że w miarę postępującej zmiany materiału przez krystalizację, zmniejsza się jego przewodnictwo elektryczne. Należałoby

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1894, str. 1547.

<sup>2)</sup> Por. Ges.-Ing. № 20 r. z., str. 321.

<sup>3)</sup> Por. Ztg. d. V. d. E.-V., № 41 r. b. str. 664.



przeto mierzyć opór każdej nowodostarczonej osi i łącznie z innymi danymi wpisywać do odnosnej kontroli osi. Następnie zaś osie powracających do warsztatu parowozów, tendrów i powozów poddawać należy próbie na ich opór elektryczny. Wówczas, zdaniem inż. p. W. HEYDEN'A, okazałoby się, iż powiększenie oporu elektrycznego osi jest pewną funkcją przebytej przez nią liczby kilometrów, ułożony zaś na tej podstawie wykres oporów miałby przy normalnym postępie krystalizacji jednakowy kształt dla wszystkich osi. Odstępstwa zaś od tego kształtu wskazywałyby na niezwykły i podejrzany stan danej osi, co dawałoby możność os taką natychmiast wyłączyć z dalszego użycia.

Mysł ta jest bardzo oryginalna i nie pozbawiona pewnej słuszności w swem założeniu; nie mniej jednak napotyka w swem wykonaniu praktycznym trudności techniczne, których istnienia inicjator, jak widać z dalszego ciągu artykułu, niedostatecznie z pracami elektrotechnicznymi obeznan, zupełnie nie przewidział. Inicjator wyobrażał sobie, że do przeprowadzenia odnosnych pomiarów, wystarczy most WHEATSTONE'A, obsługiwany przez jedną osobę. Tymczasem mamy tu do czynienia z bardzo małymi wielkościami oporu (wielomilionowymi częściami oma), do których skonstatowania niezbędne jest zastosowanie najbardziej precyzyjnych metod pomiarowych, przeprowadzanych z nadzwyczajną starannością. Skoro zważymy nadto, że stan kontaktów w punktach, po-

między którymi mierzymy opór i temperatura osi w danej chwili, wobec minimalnej wielkości, z jakimi tu mamy do czynienia, wywierają na poszukiwany rezultat wpływ doniosły, mogący, przy odpowiednim zbiegu tych czynników, zmniejszyć rzeczywistą wielkość oporu kilkakrotnie, to musimy przyznać, że badanie takie dla warsztatów kolejowych staje się bardzo skomplikowane i co za tem idzie trudno wykonalne. Niezależnie od tego, należałoby przedewszystkiem przeprowadzić obszernie badania nad ustaleniem związku pomiędzy zmianą budowy wierzchniej materyalu i jego przewodnictwa elektrycznego, w zależności od przebytej ilości kilometrów, o ile taka zależność wogóle istnieje, ponieważ jest to podstawą wzmiankowanego powyżej sposobu badań.

Jednakże myśl inż. p. W. HEYDEN'A obudziła duże zainteresowanie w sferach kolejowych niemieckich<sup>1)</sup> i niektóre drogi żelazne (jak np. Dyrekcya Erfureka dróg żel. państwowych pruskich) już obecnie przystąpiły do zastosowania jej praktycznego, zaczynając przedewszystkiem od wypracowania odpowiedniej metody pomiarowej. Naturalnie, że do wypracowania ostatecznych wniosków o praktycznym znaczeniu tego sposobu badania osi dla dróg żelaznych, niezbędnym jest kilkuletni przeciąg czasu i staranne zebranie odnosnych danych statystycznych.

i. p. w.

<sup>1)</sup> Por. Ztg. d. V. d. E.-V., № 61 r. b., str. 931.

## KRONIKA BIEŻĄCA.

**Komunikacje.** Projekt połączenia drogą żel. Rosji z Ameryką. Projekt ten powzięto kilku amerykańskich przedsiębiorców, na zasadzie dokonanych badań przedwstępnych. Na cieśninie Beringa, o szerokości 110 wiorst (=117,4 km) zbudowany będzie most, lub urządzona będzie stała komunikacja za pomocą promów, na wzór urzędzonej dawniej komunikacji promowej na jeziorze Bajkalskim.

Z Irkucka do Jakucka prowadziłaby ta droga żel. przez miejscowe trzęsawiska (tundry). Zasy pyłowe nie groziłyby tej drodze żel. więcej niż na innych drogach północnych. W Irkucku łączyłaby się ta nowa droga żel. z istniejącą drogą żel. Syberyjską. cs.

(Rig. I.-Z. № 18 r. b., str. 231)

**Nowe przepisy żeglugi wewnętrznej.** Przy zarządzie komunikacji wodnych i szosowych, otworzona zostaje specjalna komisya, złożona z delegatów Ministerium Komunikacji, Skarbu i Marynarki, w celu opracowania nowych przepisów żeglugi wewnętrznej po rzekach i jeziorach. Również uległ ma reformie inspekcya żeglugi. ar.

**Wagony-łodowni.** Koleje fińskie wprowadzają stały bieg wagonów-łodowni. Rząd puszcza w bieg specjalny wagon-łodownię na linii od Kamyszyna do Rygi i od Kamyszyna do Warszawy. Bieg ten jest na razie próbny. ar.

**Urządzenia miejskie.** Kolej elektryczna miejska w Petersburgu<sup>2)</sup>. Sfery techniczne i finansowe Petersburga żywo zajmują się projektem inż. Balińskiego i p. Mery Wernera, przedstawiciela kapitalistów amerykańskich, pragnących uzyskać na 81 lat koncesyę na kolej miejską elektryczną, którą zamierzają zbudować kosztem około 120 milionów rub. Kolej ma być podziemna, co ze strony niektórych techników petersburskich wywołuje poważne przeciwko projektowi zarzuty. W zarządzie miasta oraz w stowarzyszeniach technicznych przeważa pogląd, iż kolej winna być zbudowana przez miasto, a nie oddawana w ręce przedsiębiorstwa prywatnego. Rząd wyznaczył komisję do ponownego zbadania projektu. ar.

**Przemysł i handel.** Zmniejszenie pracy w przedsiębiorstwach bawełny. Przędzalnie nadreńskie, westfalskie i gladbachskie, zmniejszyły z d. 1 września długość dnia roboczego o 15%. W Oldham (Anglia) zredukowano liczbę wrzecion czynnych o  $\frac{3}{4}$  miliona. St. J.

**Przemysł bawełniany w St. Zjedn. Am. P.** Z drugiej półkuli dochodzą wiadomości pełne sprzecznych danych. Według Nowo-Yorskiej Gazety Handlowej, projektuje się w bliskości Kansas City (Missouri) nowe przedsiębiorstwo fabryczne, które rozmiarami swymi nie ma równego sobie w Ameryce. Fabryka ta, o kapitale akcyjnym 10 milionów dolarów, ma być obliczona na 500 000 wrzecion i 12 000 krosien. Oprócz tego projektuje się cały szereg nowych mniejszych przedsiębiorstw, obok znacznego powiększenia wielu istniejących.

Z drugiej strony nadchodzą wciąż alarmujące wiadomości z północnej Karoliny (centrum przemysłu bawełnianego); donoszą o zamknięciu tam czterech największych przędzalni i o prawdopodobnej dalszej redukcji wytwórczości. Powodem tego zastoju są nader niskie ceny przędzy w porównaniu z cenami surowej bawełny, jak również znaczne zmniejszenie zapotrzebowania wyrobów bawełnianych w Chinach. St. J.

**Towarzystwa techniczne.** Łódzka Sekcya Techniczna. Posiedzenie z d. 17 października r. b. Pan Wagner podzielił się z zebra-

<sup>1)</sup> Por. Przegl. Techn. r. b. № 8 (str. 96) i № 25 (str. 304).

<sup>2)</sup> Por. Przegl. Techn. № 29 r. b. (str. 351).

nymi kilkoma spostrzeżeniami ze swej podróży za granicę. Opisał mianowicie

### Kolej wisząca w Loschwitz pod Dreznem.

Kolej ta ma na celu ułatwienie komunikacji mieszkańcom na długości 280 m, przy wzniesieniu ogólnem 100 m. Powozy, zawieszane na kołach, poruszane są za pomocą liny, nawijanej na wał, przy pomocy lokomobilii o mocy 80 k. p. Ciężar powozu wynosi 9350 kg; powóz może pomieścić 50 osób. Koszt budowy tej kolei wynosi 700 000 marek. Następnie przeszedł p. Wagner do opisu

### Turbiny systemu „Ratteau“.

Podajemy niektóre dane, jakie prelegent zebrał w Zurychu, podczas badania tych turbin.

Moc turbin w końcach	Zużycie pary w kg		Ciśnienie pary w atm.	Liczba obrotów na minutę	Cena turbin w rub.	Cena takiej samej maszyny parowej w rub.
	nasyc.	przegrz.				
300	7,0	6,7	12	3000	12 760	19 935
	7,8	7,5	6			
600	7,1	6,8	6	2500	23 320	
	6,3	6,0	12			
1000	6,6	6,3	6	1500	38 720	58 360
	5,9	5,6	12			

Na zapytanie, o ile lepsze są wchodzące w użycie

### liny kwadratowe

od okrągłych, nie można było dać wyczerpującej odpowiedzi z powodu nieukończenia prób, podjętych przez różne fabryki. O ile jednak dotąd się okazuje, wartość obu gatunków lin jest jednakową, a koszt kwadratowych znacznie większy. I. K.

**Stowarzyszenie Techników.** Posiedzenie z d. 24 października r. b. Po odczytaniu protokołu z poprzedniego posiedzenia, zabrał głos redaktor pisma naszego inż. J. Heilpern i uzasadniał postanowienie redakcyi „Przeglądu Technicznego“, dotyczące sprawozdań z towarzystw technicznych (p. № 42, str. 520), którego częściowej zmiany żądał wniosek inż. p. K. Obrębowicza, postawiony na poprzednim posiedzeniu (p. № 43, str. 528).

Z powodu wyjazdu p. Łatkiewicza, zapowiedziany przezeń odczyt: „Wrażenia z Wystawy w Düsseldorfie“ odroczone do przyszłego piątku. Natomiast przewodniczący zebrania, p. Henryk Karpiński, zakomunikował kilka uwag

### „O metalizacji skóry“.

Jest to wynalazek d-ra med. Danielewskiego i galwanoplastyka Turczanowa, a polega na tem, że przy pomocy prądu elektrycznego nasycy się tkanki skóry miedzią. Dotychczasowe prace nie wychodzą po za granice badań laboratoryjnych. Prof. Bielowickij poddawał skórę metalizowaną badaniom na ścieranie, w pracowni mechanicznej Instytutu Inżynierów Komunikacji w Petersburgu, i przekonał się, że jest ona  $6\frac{1}{3}$  raza odporniejszą w tym względzie od zwykłej. Innych prób dotąd jeszcze nie czyniono. Wynalazcy sądzą, że skóra metalizowana da się zastosować na podeszwy, szczególnie dla armii. Skóra na podeszwę kosztuje 35 kop., metalizacja 25—35 kop., zatem koszt jednej podeszwy metalizowanej wyniósłby do 70 kop., co przy przewidywanej trwałości wyrobów z tej skóry nie byłoby zbyt wiele. Przyuszczalnie skóra metalizowana nada się także jako materyał do pakunków. J. L.