

UWAGI O RACYONALNEM KONTROLOWANIU I URZĄDZENIU KOTŁÓW PAROWYCH

skreślił

Zygmunt Rzyszczewski

INŻYNIER-TECHNOLOG,

(Tabl. I.)

Od pewnego czasu, zarządy naszych cukrowni otrzymują ze strony towarzystw i inżynierów zagranicznych wiele propozycji, mających na celu zagwarantowanie wydatku paliwa o 20% nawet mniejszego, od wykazywanego zwykle w rachunkach fabrycznych. Jakkolwiek propozycje te wydają się w zasadzie bardzo korzystne, w ogóle jednak nie mogły one być przyjęte przez zarządy naszych cukrowni, bo zmusiłyby je albo do zmienienia swoich kotłowni, albo do oddania takowych (a warunek ten stawiano często jako „sine qua non”) w ręce więcej może doświadczone, ale niestety zupełnie obce. Zresztą największa część tych propozycji miała za podstawę używanie paliwa specjalnego, albo też w specjalnym znajdującym się stanie, jako to: węgla angielskich, miału, paliwa gazowego pochodzącego ze smolnych węgli i t. p. Okoliczność ta jest bardzo korzystną pod względem ekonomicznego wytwarzania pary, ale przy najmniejszej zmianie ceny na targach węglowych, korzyść ta mogłaby uleść zmniejszeniu, albo też całemu zniesieniu. Z tych propozycji jednak wypływa ten pewnik, że w naszych zakładach przemysłowych, jesteśmy jeszcze bardzo dalecy od pożądanego dobrego zużycia paliwa—i że pomiędzy oszczędnością 20%, zapewnioną przez specjalnie urządzone paleniska i specjalne rodzaje paliwa a teraźniejszym stanem naszych kotłowni w ogóle, istnieje jeszcze szerokie pole do rzeczywistych ulepszeń, rezultatem których mógłby być zysk, wynoszący średnio dla zakładu do kilku tysięcy rubli rocznie.

Nie ma żadnego z naszych przemysłowców, któryby w zasadzie przynajmniej nie przyznawał możliwości zastosowania tych ulepszeń,—ale kiedy idzie o urzeczywistnienie tej zasady, znajdujemy się w praktyce wobec dwóch kategorii zarzutów.

Rzeczywista oszczędność paliwa, powiadają niektórzy,—przypuszczając, że kotłownia i paliwo „nie nie zostawiają do życzenia“ (sic), — zależy od dwóch czynników:

1) od najlepszego funkcyonowania istniejącego już systemu kotłów,

2) od pilności palacza, jego dobrej woli i zainteresowania go w żądanej oszczędności—

i przytaczają jako przykład—koleje żelazne, gdzie zainteresowanie palaczy w zaoszczędzeniu węgla więcej daje rezultatów, niż wprowadzanie ulepszeń do budowy ognisk parowozów, które to ogniska od początku bardzo małym uległy zmianom. Jednem słowem utrzymują oni, że dążność ulepszenia teraźniejszego systemu wytwarzania pary nie ma celu, gdyż podług nich budowa kotłowni i system kotłów *nie już nie pozostawiają do życzenia*. Dość więc jest, żeby palacz był zainteresowany w oszczędności paliwa, aby mieć w końcu roku kilka tysięcy zysku, a wszelka zmiana w kotłowni nie mogłaby dać znacznej różnicy w rezultacie, tembardziej, że takie zmiany są zawsze drogie i mocno obciążają fundusz amortyzacyjny.

Inni mówią, że są rzeczywiście ulepszenia, których zastosowanie w kotłowniach mogłoby doprowadzić do spodziewanych oszczędności w paliwie, ale i ryzyko jest większe, bo trzeba mieć specjalne paliwa albo w specjalnym stanie i do tego wszystkiego palaczy specjalnie uzdolnionych. nadto wydatki nie są małe, bo trzeba wymyśleć nowe urządzenie, zrobić próby i t. d. Gdyby to było jeszcze coś łatwego do wykonania, coś taniego, co by się opłaciło w końcu jednej kampanji, to... i t. d.

Zdaje się nam, że nie trudno odpowiedzieć na te zarzuty i że nawet po zainteresowaniu palaczy, można jeszcze znaleźć dosyć znaczną oszczędność w paliwie, bez uciekania się do innego paliwa jak nasze zwyczajne i to—zastosowując tylko w budowie kotłów bardzo małe zmiany, których koszt może być zamortyzowany po kilku miesiącach. Zanim jednakże poprzemy dowodami to nasze twierdzenie, rozjaśnić tu musimy niektóre kwestye przedwstępne.

Skutek użyteczny kotła albo systemu kotłów ogrzewanych danem paliwem, mierzy się w ogóle ciężarem pary wytworzonej przez pewną ilość jednostek ciężaru danego paliwa (np. 100 kgm. lub funt.) Do rachunku tego jednostki ciężaru wzięte być muszą jednakowe. Porównywając różne systemy kotłów między sobą, pod względem skutku użytecznego, trzeba albo używać tego samego paliwa, albo zredukować skutki paliwa do wspólnej jednostki. Jeżeli np. podczas jednego 12-godzinnego peryodu pracy, ilość zużytego paliwa wynosiła *A* funtów a ilość wytworzonej pary—*B* funtów, to

skutek użyteczny kotła lub systemu kotłów będzie $100 \frac{B}{A}$. Gdyby np. w ciągu tego peryodu, 15 000 funtów węgla zamieniało na parę w pewnym kotle 100 000 funtów wody, skutek użyteczny przy tem paliwie w ciągu danego peryodu będzie $100 \times \frac{100\,000}{15\,000}$, t. j. 666. Maximum skutku użytecznego może być określone przez 950 a minimum przez 450, bo 1 funt węgla w zwyczajnych kotłach przemysłowych może zamienić na parę co najwyżej $9\frac{1}{2}$ funt. wody a co najmniej $4\frac{1}{2}$ funt.

Ilość A może być wymierzona bardzo łatwo. Po wejściu paliwa do fabryki, zważeniu, zapisaniu do ksiąg i złożeniu w składach, palacz otrzymywać będzie codziennie przybliżoną ilość paliwa potrzebnego do dziennego użytku. Po upływie 12-godzinnego peryodu pracy, przez różnicę wagi ilości otrzymanej i pozostałej, będzie dokładnie wiedział ile funtów paliwa (w naszym przypadku A) użył do wytworzenia pary. Drobne paliwa używane do rozniecania ognia można pominąć w rachunku.

Ciężar wytworzonej pary B , w ciągu pewnego czasu, może być mierzony ilością wody puszczonej do kotła w tym samym przeciągu czasu. Konieczną jest rzeczą w tym przypadku, żeby woda zasilająca kocioł miała zawsze stałą temperaturę, jak to zresztą zwykle ma miejsce, z małemi bardzo różnicami, w zakładach przemysłowych ¹⁾.

Różne są sposoby mierzenia ilości wody puszczonej do kotła, podczas np. jednego 12-godzinnego peryodu. Jeden z najprostszych, kiedy zasilanie ma miejsce za pomocą pompy, polega na liczeniu skoków tłoka pompy, w każdym okresie zasilania. Liczbę skoków otrzymać można za pomocą przyrządu rachującego (compteur), umieszczonego na pompie, który tylko wtedy wskazuje, gdy pompa idzie w pełnym biegu. Warunek ten jest niezbędny, aby mieć dostateczne przybliżenie.

Gdy woda mająca zasilać kocioł, podnoszona jest do zbiornika, od którego idzie do pompy zasilającej, sposób mierzenia jej ilości może być bardzo prostym. Pływak połączony jest za pomocą łańcuszka z ciężarkiem, przesuwającym się wzdłuż podziałki, która jest umieszczoną na ścianie zewnętrznej zbiornika.

¹⁾ Gdyby zmiany te były znaczne i temperatura wody zasilającej kocioł była raz t^0 drugi raz t_1^0 (większe od t^0) a ilość paliwa używanego, raz — A a drugi raz — A_1 (mniejsze od A), to przy porównaniu skutków użytecznych w tych dwóch peryodach, ponieważ A_1 jest mniejsze od ilości paliwa potrzebnej w razie gdyby temperatura wody zasilającej kocioł była ciągle t^0 , trzeba będzie zamiast A_1 wziąć $A_1 \frac{t_1}{t^0} > A_1$ a odpowiednie skutki użyteczne będą $100 \frac{B}{A}$ i $100 \frac{B_1}{A_1} \frac{t_1}{t^0}$.

Rzadko wszakże zdarza się, żeby zmiany temperatury wody zasilającej kocioł były tak znaczne, a żeby usprawiedliwiały potrzebę tej poprawki. (P. A.)

Każdy stopień tej podziałki odpowiada pewnej ilości metrów albo stóp sześciennych wody w zbiorniku, a z liczby zbiorników i części zbiorników wypróżnionych można będzie łatwo obliczyć ciężar wody (a przeto i pary), odpowiadającej pracy w ciągu np. 12 godzin.

Do kontrolowania tego wyliczenia, które w ogóle może być prowadzone przez samego palacza, można używać jeszcze następującego sposobu.

Ciężarek złączony z pływakiem będzie przedziurawiony i w otwór wchodzić będzie koniec drążka zakrzywionego pod kątem prostym, drugi zaś koniec będzie chodził pomiędzy zębami kółka obracającego się w jednym tylko kierunku. Z ruchu tego kółka, którego każdy ząb odpowiada danej ilości stóp sześciennych w zbiorniku, można będzie czytać odrazu ilość wody puszczanej do kotła podczas np. jednego 12-godzinnego peryodu pracy.

Istnieje już kilka przyrządów, zbudowanych na tej zasadzie, ażeby dokładnie mierzyć wodę puszczaną do kotłów parowych. Do najlepszych należą tak zwane: *Trost's patent gallons* zrobione przez „Manchester Water Meter Company“ i wodomierz p. J. Rouseau, dyrektora tkalni mechanicznej pp. *Cocquel i Boulant* w Amiens.

Wodomierz p. J. Rouseau (fig. 1^a, 1^b) składa się z cylindra z blachy żelaznej podzielonego przez poziomą ściankę na dwie części różnej objętości: dolna część komunikuje w *Z* z pompą zasilającą, a przez otwór *E* opatrzony klapą *S* — z górną częścią. Górna część komunikuje ze skroplaczem lub cysterną przez otwór *T* opatrzony klapą *S'*. Klapy *S* i *S'* poruszane są osobnym mechanizmem, umieszczonym na pp. Mechanizm ten puszczany jest w ruch za pomocą pływaka *F*, osadzonego na drążku, który przechodzi przez pierścienie *t*. Drążek ten zaopatrzony jest w ząbki, które mogą zaczepiać o dźwignik *L* połączony z ciężarem *C*. Wahanie tego ostatniego udziela ruch dźwignikowi *L*, osadzonemu na tym samym wale *a* i widłom *bc*, których końce mogą dochodzić do sprężyny *r'* (fig. 1^b), lub sprężyny *r*, a tym sposobem otwierać klapę *S* i zamykać klapę *S'* lub odwrotnie.

Przy każdym otwarciu się klapy *S'*, języczek *d* postępuje o jeden ząb na kółku *f*, osadzonem na tym samym wale *co* i kóło *g*, którego każdy obrót odpowiada 10 metrom sześciennym użytej wody. Pusta rurka *h* służy do wypuszczania powietrza ze zbiornika, kiedy do niego wchodzi woda. Wymiary wodomierza są takie, żeby zawierał 333 $\frac{1}{3}$ litr. na każde 2 milimetry wysokości ¹⁾.

Po każdym peryodzie pracy, dyrektor zakładu, zawiadomiony o ilości węgla zużytych i ilości wody puszczanej do kotła, ukła-

¹⁾ Nadmienię tu, że zakłady firmy: „Lethuillier Pinel“ w Rouen, których przyrządy do zasilania samodzielnego były nagrodzone medalem złotym na ostatniej Wystawie Paryskiej, mają zamiar zbudować wkrótce bardzo dogodny i praktyczny wodomierz dla kotłów parowych.

da diagramę, której damy krótki opis, zastosowany do szczególnych przykładów, a to dla łatwiejszego przedstawienia rzeczy.

Diagrama składa się z tablicy podzielonej na różne rubryki. Długość jej reguluje się stosownie do liczby prób w pewnym przebiegu czasu.

Rubryka pierwsza (na prawo) ma skalę, której podziałki mogą być dowolne, np. 5 milimetrów dla odciętych i 1 milimetr dla rzędnych. Każda podziałka skali odciętych odpowiada jednemu dniowi, a każda podziałka skali rzędnych skutkowi użytecznemu kotła, albo systemu kotłów, t. j. ilości $100 \frac{B}{A}$ z tegoż samego dnia.

Dla zaoszczędzenia miejsca, podziałka rzędnych zaczyna się od najmniejszego możebnego zasilania wodą:

Obok każdej rzędnej, skutki użyteczne czyli ilości $100 \frac{B}{A}$ zapisuje się jeszcze w liczbach. Każda rzędna, odpowiadająca pierwszemu dniowi pracy po spoczynku (po dniach świątecznych), musi być opatrzoną specjalnym znakiem, np. gwiazdką.

W drugiej rubryce od strony prawej zapisuje się godziny pracy każdego dnia, a w rubryce trzeciej—daty dni pracy. Rubryka czwarta obejmuje dzienną ilość wody przetwarzanej w parę w kotle, lub systemie kotłów, a rubryka piąta—dzienną ilość węgla używanych do wytworzenia pary. Rubryka szósta zawiera zmiany, które mogły się przytrafić w kotłach. W rubryce siódmej zapisuje się liczbę i gatunek kotłów, a wreszcie rubryka ósma zawiera różne informacje i uwagi, które mogą być potrzebne do diagramy.

Linja łącząca końce różnych rzędnych w pierwszej rubryce, nazywa się właściwie *diagramą skutków użytecznych* kotła lub systemu kotłów. Ta diagrama razem z zapisaniem w różnych rubrykach wszystkich zmian mających wpływ na nią, stanowi zasadę naszego systemu mierzenia i porównywania między sobą skutków użytecznych kotłów parowych. Pokazuje ona na pierwszy rzut oka wszystko co jest potrzebne, do przekonania się, że gatunek paliwa jest dobry, że kocioł i przyrządy przemysłowe znajdują się w porządku i dobrze użytkują paliwo, w końcu zaś, że palacze dokładnie wypełniają swoje obowiązki.

Dla lepszego objaśnienia tego systemu prowadzenia kontroli, załączamy tablicę (fig. 2) ułożoną według prawideł wyżej podanych, a przedstawiającą użytkowanie paliwa (zwyczajnego węgla kamiennego palonego na rusztach) w kotłowni, należącej do tkalni pana *inż. Bassi'ego*, ustawionej w Trezzo blisko Medyolanu, według danych udzielonych nam łaskawie przez właściciela.

W naszych zakładach przemysłowych, zwłaszcza więcej oddalonych od kopalni, zaczyna być wprowadzana też sama kontrola paliwa, ale dotychczas tylko tygodniowa. Według danych, zakomunikowanych nam przez dyrektora cukrowni „Łyszkowice”,

użytkowanie paliwa w miesiącu grudniu może być przedstawione diagramą podaną na fig. 3.

Z porównania wypadków danych przez te dwie tablice, widzimy na fig. 2, że paliwo w ogóle jest lepiej użytkowane w tym przykładzie, bo wzięwszy wypadki średnie tygodniowe, otrzymamy:

	Skutki użyteczne średnie	
	Kotłownia tkalni w Trezzo	Kotłownia cukrowni „Łyszkowice“
1-szy tydzień	834	780
2-gi „	822	754
3-ci „	895	726
4-ty „	864	642 ¹⁾

Wypadki te dowodzą, jak powiedzieliśmy wyżej, że w naszych zakładach przemysłowych, po zaprowadzeniu wszelkiej kontroli, zostaje jeszcze szerokie pole dla studyów, mających na celu oszczędność i dokładne spożytkowanie paliwa ²⁾.

Pierwsza myśl, jaka się nasuwa, gdy chcemy osiągnąć jak największą korzyść z ciepła produktów palnych, wychodzących z ogniska kotła parowego,—jest zwiększyć powierzchnią ogrzewalną, czy to przez powiększenie wymiarów kotła, czy też przez dodanie do niego ogrzewaczy cylindrowych, wężowych, rur i t. p. Podobny środek, chociaż pozornie racjonalny, nie jest jednak zawsze praktyczny, a to z następujących przyczyn:

1) *Produkty spalania nie mogą się ochładzać nieskończenie, gdyż przy temperaturze niższej od pewnej granicy, silnie nadgryzają blachę, zwłaszcza przy zetknięciu się z zimną wodą, co było wykazane doświadczeniami inż. Scheurer'a Kestner'a i Dollfus-Meunier'a ³⁾.* Wiadomo zaś że pierwiastki chemiczne nadgryzające blachę, mają największą stałość przy niskich temperaturach.

2) *Cena kotła parowego niezmieniłaby się powiększyła.* Według Redtenbacher'a, liczy się zwykle w kotłach stałych 1½ m² powierzchni ogrzewalnej na każdego konia parowego, której to powierzchni musi odpowiadać wytworzenie się pary od 25 do 30 kilogr. na godzinę. Powierzchnię tę, według doświadczeń inż. Stuhlen'a można powiększyć aż do 2 m², tylko w tym razie, gdyby był bardzo mały wydatek paliwa. Chcąc się stosować do tej ostatniej zasady, trzeba byłoby powiększyć o ⅓ powierzchnię ogrzewalną zwykle obliczaną przez konstruktorów, a ponieważ ciep-

¹⁾ Rzecz naturalna, że gdzie węgle więcej kosztują, tam więcej się myśli o oszczędności; tak np. obecnie w północno-włoskich zakładach przemysłowych, węgle kamienne (angielskie), kosztują 60 lir. za 1000 kilogramów (prawie 2 ruble korek) a u nas *maximum* 90 kop. korzec. (P. A.)

²⁾ Można by było zrobić uwagę, że węgle angielskie „Newcastle“ większy dają skutek użyteczny od węgla Miłowickiego, ale też i kotły rurowe Paucksch'a i Field'a powinny dać większy skutek użyteczny od kotłów „Cornwall“ z jednym albo dwoma wewnątrzniemi ogniskami. (P. A.)

³⁾ Sprawozdanie Towarzystwa Przemysłowego w Mülhlnzie. P. A.)

zar i cena kotła są prawie proporcjonalne do jego powierzchni ogrzewalnej, to cena kotła mogącego zapewnić racjonalne wytwarzanie się pary, stanowiłaby prawie $\frac{1}{3}$ ceny kotła mającego wymiary zwykle przyjęte przez konstruktorów, co nie opłacałoby się w żadnym razie.

Ażeby lepiej spożytkować ciepło produktów palnych, można także przegrzewać nimi wytworzoną parę, budując kocioł w ten sposób, aby część powierzchni ogrzewalnej pośredniej, była w bezpośrednim zetknięciu z parą wytworzoną, jak to było urządzone w pięknym kotle z pochyłymi ogniskami systemu *Ten. Brink'a*, pokazanym nam przez *p. Sulzer'a* z Winterthur w szwajcarskim oddziale zeszłorocznej Wystawy Paryskiej. Ale użycie pary przegrzanej jest jeszcze bardzo ograniczonem — i jestem zdania, że u nas z naszymi palaczami mogłoby ono być powodem wybuchów i innych smutnych wypadków. Toż samo powiedzieć można o paliwach gazowych, albo pochodzących z dystylacji zwykłego węgla w specjalnych ogniskach, jak na przykład w ogniskach systemu *Ponsard'a* i wielu innych.

Ponieważ do ogrzewania wody w kotle, używanie całkowitej ilości ciepła, jaką dają produkty palne przed ich wejściem do komina, za wieleby za sobą pociągnęło kosztów, bądź to na założenie kotłowni, bądź to na reperacye — i ponieważ z drugiej strony z produktów tych można wyciągnąć jeszcze dużo ciepła, puszczając je w komin tylko przy temperaturze 200° C (która to temperatura dostateczną jest do przeciągu), nie ma przeto innego sposobu ekonomicznego rozwiązania tego zadania, jak używanie produktów palnych pochodzących z ogniska *do ogrzewania powietrza podsycającego palenie w temże ognisku*.

Ogrzewanie powietrza podsycającego palenie w ognisku, było poraz pierwszy zastosowane w piecach systemu *Chinaglia* i *Hoffman'a* używanych w cegielniach. Praktyczność tego pomysłu nie ulega żadnej wątpliwości, gdyż:

1° palenie staje się zupełniejszym, co powiększa ilość produktów palnych razem z ich temperaturą,

2° skutek użyteczny kotła (co także wykazuje doświadczenie) staje się większym, kiedy powietrze podsycające palenie wchodzi do ogniska przy 100° i wychodzi przy 250°, niż kiedy wchodzi przy 20° i wychodzi przy 300°, co zawsze praktykuje się w naszych kotłowniach.

Pierwszą myśl zastosowania produktów palnych gazowych, pochodzących z ognisk kotłów stałych, do ogrzewania powietrza podsycającego palenie, powziął inż. technolog *Guzzi* z Medyolanu, który otrzymał patent na ten wynalazek w r. 1876. Według tego systemu zbudowano i przebudowano już więcej jak 60 kotłów w samej prowincyi Medyolańskiej, a skutek użyteczny kotła znacznie się przez to powiększył, jak to zresztą można widzieć na fig. 1, z diagramy skutków użytecznych kotłów tkalni w Trezzo (od 3-go do 9-go kwietnia 1877 r.)

Opiszemy tu zastosowanie systemu *p. Guzzi'ego* do zwykłego kotła parowego z dwoma wewnętrznymi ogniskami i kanałami dymowymi (systemu „Cornwall”), który to system z małymi zmianami, może być zastosowany do jakiegokolwiek rodzaju kotłów.

Fig. 4^a przedstawia przecięcie pionowe wzdłuż osi kotła, 4^o — przecięcie poprzeczne pionowe, gdzie widać także porządkowy przebieg produktów spalania w kanałach I, II, III, IV, V, 4^b i 4^c — przecięcia poziome według *AB*, i *CD*, 4^o 4^f i 4^g — przecięcie poprzeczne według *EF* i widok frontowy murowanego kotła — a 4^d przecięcie poprzeczne kanałów dymowych, przedstawionych w przecięciu podłużnym 4^a, które łączą podmurowanie kotła z kominem.

Produkty palenia unoszące się z rusztu w *b* (jak to jest pokazane na fig. 4^a), uderzają o małe sklepienie ogniotrwałe *c*, zwracają się na dół i rozchodząc się widłowo, wznoszą się do samego końca kanału I, ciągnąc do góry i na dół drugiego sklepienia *d*, (jak wskazują fig. 4^a i 4^o).

Sklepienie *d* odbiera produktom palenia część ich ciepła i oddaje ją przez promieniowanie ściankom kotła, a sklepienie *c* rozdziela najcieplejsze gazy w ten sposób, że przymusza je do dotykania i niższej części kanału I, gdy tymczasem przy zwyczajnym systemie murowania kotłów, najcieplejsze produkty palenia dotykają tylko najwyższych części kanałów dymowych.

Produkty palenia, przyszedłszy do *e*, składają tam popiół i sadzę, które spadają do studni *f* (Fig. 4^b i 4^c) a stając się tym sposobem stosunkowo wolnymi od nieczystości, nie mogą utworzyć na ściankach kotła warstwy odosobniającej, któraby się sprzeciwiała przewodnictwu ciepła. Produkty palenia przebiegają potem przez kanał II (fig. 4^o), udając się do przodu kotła, potem znowu od przodu idą do końca przez kanał III, wracają znowu do przodu przez kanał IV, na końcu którego przez środkowy otwór (fig. 4^b) udają się do kanału V zajmującego całą górną część kotła, a potem postępują w kierunku strzałki i udają się do komina.

Zanim zobaczymy, w jaki sposób powietrze potrzebne do podsyceania palenia, może być ogrzewane przez produkty gazowe, musimy poprzednio opisać specjalny ustrój kanału V i kanałów prowadzących do komina.

Kanał V i kanał podziemny *g* są pokryte pierwszym sklepieniem z próżnych cegieł *h* i *i* (Fig. 4^a, 4^d, 4^o, 4^f), na którym jest drugie sklepienie z zwyczajnych cegieł *m* i *n*. W sklepieniu *n* znajduje się otwór *c'* do przepuszczania powietrza potrzebnego do podsyceania palenia.

Próżne cegły sklepień *h* i *i* tworzą różne kanaliki równoległe między sobą i do osi kotła; miejscami te próżne cegły są przebite na wierzchu rzędami dziur aby utworzyć prostą komunikację pomiędzy kanalikami i przestrzeniami *k*, *l*. Na fig. 4^b przedstawione są w *o* i *p* dwa rzędy otworów przebitych w górnej

części próżnych cegieł sklepienia *i* a na Fig. 4^c cztery rzędy *g*, *r*, *s*, *t* otworów przebitych w górnej części próżnych cegieł sklepienia *h*. Przednia ściana kotła, zamiast być odkrytą, jak to zwykle bywa, zakrywa się obmurowaniem zawierającym 2 kanały *u* i *v* (jak pokazuje fig. 4^c i 4^d), które rozchodząc się po wyjściu z kanału *k*, łączą się znowu w komorze *z* (fig. 4^a).

Drzwiczki żelazne *m'*, *n'* (Fig. 4^a i 4^e) zamykają górną część komory *z* i pozwalają palaczowi wyczyścić ruszty, wrzucić do komory *z* popiół i gorące żużle, ciepło których ogrzewa powietrze podsycające palenie przed jego wejściem do rusztów; otwory sklepienne (zwykle zamknięte cegłami bez wapna) pozwalają na czyszczenie kanałów dymowych, a otwór *o* (fig. 4^e) także zwykle zamurowany, daje możność poruszenia kranu od rury opałowej *p* kotła.

Zobaczmy teraz jakim sposobem produkty palenia będą mogły ogrzewać powietrze podsycające palenie. Ogrzewanie to ma miejsce w kanale *V* i w kanale podziemnym *g*, prowadzącym do komina.

Zimne powietrze, wchodzące przez otwór *c* do kanału *l* (fig. 4^a, 4^b, 4^c), spotyka ściankę *d'*, która zmusza je do rozdzielania się. Pierwsza część tego powietrza wchodzi w otwory pierwszego rzędu *o* i potem w skutek przeciągu przez otwory *p*, przebiega kanaliki podłużne utworzone przez próżne cegły długości *o p* w sklepieniu *i* i ogrzewa się tam kosztem produktów palenia, znajdujących się w kanale *g*. Druga część powietrza, udaje się wprost przez kanał *l* aż do punktu *e* i także ogrzewa się kosztem produktów palenia, ale mniej od pierwszej części. Złączone potem powietrze idzie do góry od punktu *e* przez kanał *f'* do końca kanału *k*, z tą różnicą, że część, która już przeszła przez otwory *o*, *p*, jako więcej ogrzana, a więc lżejsza, przebiega górną część *k* znajdującą się pomiędzy sklepieniami *h* i *m*, gdy inna część, która przeszła prosto przez *l*, wejdzie w *g'* w kanaliki utworzone przez próżne cegły sklepienia *h* i przebiega je aż do pierwszego rzędu *g* otworów kanału *V*, gdzie się silniej ogrzewa kosztem produktów palenia, znajdujących się na końcu kanału *V*.

W *g* bieg powietrza jeszcze raz się zmienia, bo to powietrze, które przebiegło kanaliki części *g'g*, wychodzi przez otwory *q* i wznosi się do górnej części kanału *k*, gdy inne powietrze gęstsze bo mniej ciepłe, zmuszone do wejścia w otwory *r* (a ta siła przeciągu w praktyce jest większa, niżby można było przypuszczać), przebiega kanaliki części *rs* i ogrzewa się zawsze, bo zabiera ciepło tym właśnie produktem spalania, które z przyczyny wysokiej temperatury znajdują się w górnej części kanału *V*. Tym samym sposobem powietrze, które w *t* miało niższą temperaturę, będzie zmuszone przebiegać kanaliki części *tw* w początku kanału *V*. Z punktu *w*, powietrze dość już ogrzane idzie na dół przez kanały *u* i *v*, potem do komory *z* zawierającej na dole żużle i popiół, a w końcu wchodzi przez *x* do rusztów *a*.

Dla uzupełnienia opisu obmurowania kotłów według systemu *p. Guzzi*ego wypada dodać jeszcze następujące szczegóły.

Ażeby przejście powietrza mogło być zupełnie zatamowane, kiedy para się nie wytwarza, tak komin jak i otwór *c'* zaopatrzone są w regulator przeciągu, składający się z blachy, która może się kręcić około osi poziomej i pozostaje w zależności od ruchu drzwiczek ogniskowych, (co nie jest widoczne na fig. 4) a podczas nieczynności kotła zamyka się tak zwanem hermetycznem zamknięciem piaskowem.

Kanały II i IV pokryte są na zewnątrz taflami, aby produkty palenia nie mogły wyjść prosto do kanału V, w razie gdyby pękły sklepienia kanałów II i IV.

Ażeby nie pozwolić na przechodzenie ciepła do ziemi i na zewnątrz, fundamenty składają się z rzędu filarów związanych sklepieniem i stojących na warstwie betonu, pod którą znajduje się warstwa grubego żwiru i kamieni, mająca na celu sprzeciwiać się podnoszeniu wody przez włoskowatość. Przestrzeń pomiędzy filarami wypełnia się popiołem lub innym złym przewodnikiem ciepła. Boczne i przednie mury kotła, jak również około zbiornika pary, zawierają także warstwę popiołu, żeby wstrzymać ulatywanie ciepła i zamknąć te szpary, które z przyczyny nierównego rozszerzania tworzą się zawsze w murach kotłów. Górna ściana muru kotła osłonięta jest warstwą piasku, ułożoną na górnem sklepieniu.

Za pomocą powyższych urządzeń można w tych zakładach, gdzie nie ma nocnej pracy, otrzymać podczas nocy bardzo znaczne zwiększenie ciśnienia w kotłach. I tak np. zauważano, że kiedy wieczorem skończy się praca przy ciśnieniu w kotle, wynoszącą dwie atmosfery, to nazajutrz rano manometr pokazuje ciśnienie wynoszące do czterech atmosfer; obmurowanie bowiem posiada temperaturę wyższą od temperatury kotła, a podczas jego nieczynności ustanawia się równowaga temperatury we wszystkich punktach kotła i muru. Główne wyniki otrzymane przez specjalny system *p. Guzzi*ego obmurowywania kotłów parowych stałych są następujące:

- 1) Całkowite spożytkowanie ciepła otrzymywanego z produktów palenia a niepotrzebnego niezbędnie do przeciągu, czy to w kotle parowym, czy to w jakimkolwiek bądź stałem ognisku, przez ogrzewanie temi produktami powietrza potrzebnego do podsywania palenia.

- 2) Korzystne zastosowanie powierzchni, posiadających własność pochłaniania i oddawania ciepła, do odbioru płomieniom i produktom palenia części ich ciepłoty i oddania jej przez promieniowanie powierzchni ogrzewalnej.

- 3) Użycie wszelkich środków, aby podczas nieczynności kotła przeszkodzić ulatnianiu się ciepła, czy to przez promieniowanie, czy też przez zetknięcie obmurowania z ziemią lub powietrzem; ten ostatni rezultat otrzymuje się murując fundamenty

i ścianki kotła jak powiedzieliśmy wyżej i zastosowując zamknięcia piaskowe do komina i do otworu przepuszczającego powietrze potrzebne do podsycańa palenia.

Co do kosztu specjalnego obmurowania, możemy powiedzieć— i łatwo będzie przekonać się o tem rachunkiem, że obmurowanie kotłów według systemu *p. Guzzi'ego* nie kosztuje drożej jak zwykłe, a przebudowanie na nowy system jest kwestyą nie więcej jak kilkuset rubli, który to wydatek po kilku miesiącach sownicie się opłaci.

W zakładach, gdzie system *p. Guzzi'ego* został już wprowadzony, okazała się odrazu oszczędność 10—20%, stosownie do większej albo mniejszej doskonałości używanego przedtem systemu kotłów.

W końcu, co do regulowania ognia, nie okazało się także więcej trudności. a nawet w kilku zakładach, gdzie w miejsce skomplikowanych kotłów rurowych, zastosowano proste kotły z dwoma wewnętrznymi ogniskami, opatrzone obmurowaniem systemu *Guzzi'ego*, przy oszczędności paliwa okazała się jeszcze wielka oszczędność w wydatkach na naprawę.

Przy takich korzyściach i łatwości urządzenia opisanego systemu *p. Guzzi'ego*, możemy tylko polecić takowy wszystkim przemysłowcom, którzy z uwag powyższych mogli się przekonać, że oszczędność w paliwie zależy więcej od racjonalnego i prostego systemu murowania kotłowni i od dobrze prowadzonej kontroli przez codzienne zestawianie diagramy skutków użytecznych, niż od sprowadzania skomplikowanych systemów kotłów, których powiększone powierzchnie ogrzewalne bardzo rzadko się opłacają, albo nareszcie od stosowania specjalnych paliw w specjalnych ogniskach, które to systemy wymagają nadto specjalnych ludzi, a po ścisłem obliczeniu, prowadzą do większych jeszcze wydatków.

Warszawa, w styczniu 1879 r.