

Obecny stan techniki ogrzewania i wentylacji.

Mechaniczne urządzenia współczesnych budynków przedstawiają dla inżyniera szerokie pole do zastosowania najrozmaitszych rodzajów energii. Budynek wielkomiejski bowiem zawiera dziś wszystkie dodatnie i ujemne strony wielkiego miasta i słusznie też nazwano go jego mikrokozmem. Podobnie jak i w miastach, zaludnienie budynków coraz bardziej wzrasta, interesy i wymagania mieszkańców są coraz zawilsze i wyższe i trzeba je dobrze studyować, aby to małe miasto mogło się z powodzeniem rozwijać.

Ogólnymi zasadami, jakimi powinny się kierować wszystkie te urządzenia są: ekonomia miejsca, komfort, czystość, dogodny podział, zdolność do ulepszeń i rozszerzeń, łatwość w naprawie i piękno zewnętrzne; przytem koszty zakładowe i koszty ruchu powinny być możliwie małe. Aby dać obraz rozwoju tych urządzeń mechanicznych, najlepiej będzie wyliczyć te urządzenia, jakie zawiera współczesny budynek amerykański, najwyżej dziś pod tym względem stojący. Są one następujące:

- 1) Ogrzewanie,
- 2) Wentylacja,
- 3) Oświetlenie,
- 4) Wodociągi,
- 5) Kanalizacja,
- 6) Chłodzenie sztuczne,
- 7) Wyciągi i windy,
- 8) Sporządzanie ciepłej wody,
- 9) Odkurzanie mechaniczne,
- 10) Urządzenia przeciwpożarowe.

Do jakiego stopnia da się posunąć ekonomia w projektowaniu tych urządzeń, świadczy poniższy szemat (fig. 1.) przedstawiający stosunki w świeżo wybudowanym uniwersytecie Columbia w Ameryce, w którym wytwarzanie całej prawie energii jest scentralizowane w jednym punkcie, a żaden rodzaj energii nie traci się, tylko wyzyskuje do ostatnich możliwych granic.

Referat nasz obejmuje tylko dwa z powyżej wymienionych działów, tworzące jedną z najważniejszych części higieny mieszkań t. j. ciepło i powietrze. Od dawna już wykazały badania higieny, że utrzymanie stałych temperatur, a szczególnie jednostajny rozdział ciepła jest nadzwyczaj ważny dla organizmu ludzkiego i że niezważanie na te czynniki może pociągnąć za sobą niepowetowane szkody. Oba te wymagania zaspokoić mogą jedynie ogrzewania centralne, które dziś coraz szersze zdobywają sobie pole zastosowania. Nietylko bowiem odpowiadają najlepiej dwom powyższym warunkom, ale mają jeszcze szereg innych zalet, które pokrótce wyliczymy.

Odpada zupełnie transport węgla i popiołu w pomieszczeniach, ognisko przenosi się do jednego miejsca zwykle w suterrenach, obsługa jest uproszczona, umożliwiona regulacja temperatury, bądź lokalnie w każdym pomieszczeniu, bądź centralnie z kotłowni. Wreszcie wprowadzono także automatyczne przyrządy, które raz nastawione na pewną temperaturę, stale jej pilnują. Następnie jest

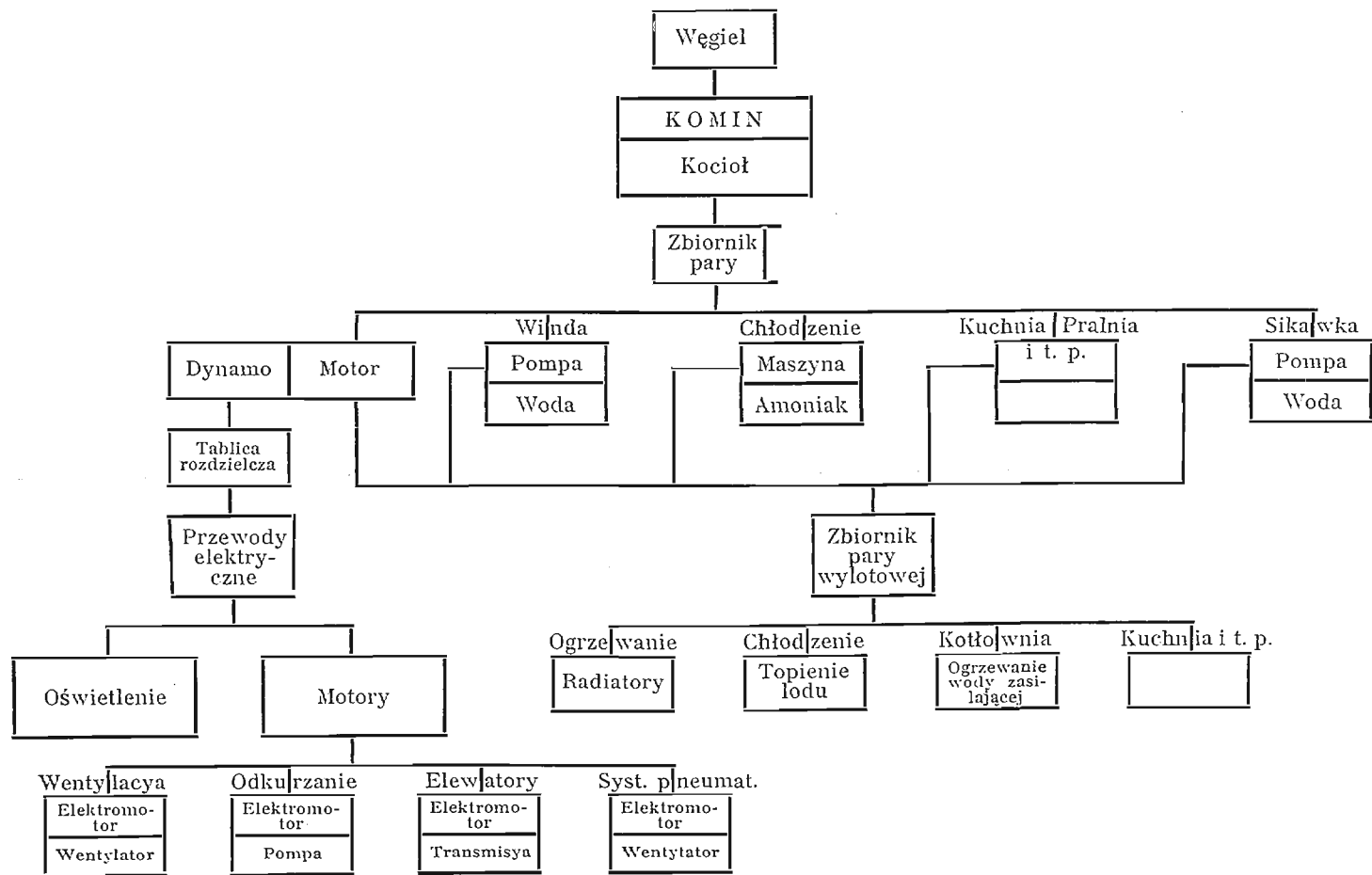


Fig. 1.

ogrzewanie centralne mimo większych kosztów zakładowych w ruchu tańsze od ogrzewania piecami. Wreszcie da się zawsze połączyć ze sporządzaniem ciepłej wody dla całego budynku, co stanowi wielką wygodę, i z wentylacją.

To nas wprowadza do drugiego działu, który mamy omówić. Jak on jest ważny dla zdrowia, dowodzi choćby ten fakt, że normalny człowiek konsumuje w przeciągu 24 godzin około 3 kg. pożywienia stałego i płynnego, a 12 kg. powietrza. Jeżeli więc zważymy, że pokarm powietrzny przewyższa około 4 razy stały i płynny, to zdziwić się wypada, jak mało w tym kierunku dla zdrowia czynimy. Jest więc rzeczą naturalną i naśladowania godną, że prawa w niektórych Stanach Ameryki północnej przepisują ustawowo wentylację szkół i fabryk.

Przechodząc do pytania, co technika współczesna w obu tych kierunkach zdziałała, zaznaczyć musimy z góry, że odpowiedź na nie tylko w krótkich rysach i kilku charakterystycznych przykładach.

O ile chodzi o ogrzewanie, to tendencje rozwojowe zdają się tu leżeć w dwóch kierunkach:

- 1) przenoszenie ciepła na odległość,
- 2) wyzyskanie produktów ubocznych zakładów maszynowych.

Co do przenoszenia ciepła na odległość, ważną jest rzeczą zdać sobie sprawę, jak pod tym względem zachowują się trzy w technice ogrzewania używane ciała t. j. powietrze, para i woda ze względu na odległości, na które one w różnych zresztą warunkach. Najlepiej w tym celu wyznaczyć długości przewodów powietrznych, parowych i wodnych prowadzących tę samą ilość ciepła, pod warunkiem, że procentowe straty ciepła są te same. Oczywiście trzeba uwzględnić rozmaite przewodnictwa tych trzech ciał, rozmaite chylności w przewodach i t. p. Obliczenie takie przeprowadził O. Krell¹⁾ dla rozmaitych ilości ciepła, dla temperatury zewnętrznej 0° i dla 10% strat ciepła w przewodach. Założenia były następujące:

1) Ogrzewanie powietrzne. — Chylność w przewodach $v=10$ m/sek. — Początkowa

temperatura powietrza 100°, końcowa temperatura 90°, — temperatura zewnętrzna 0°. Spółczynnik transmisji $K=8$.

2) Ogrzewanie parowe. — Ciśnienie początkowe = 10 atm. (wzgl.) — chylność w przewodach $v=40$ m/sek. — temperatura początkowa i końcowa 180°, spółczynnik transmisji $K=16$.

3) Ogrzewanie wodne — chylność w przewodach $v=1$ m/sek., — temperatura początkowa 100°, temperatura końcowa 90°, — spółczynnik transmisji $K=16$.

Wyniki obliczeń dla ilości ciepła 100.000 i 1.000.000 ciepłostek podaje poniższe zestawienie:

W =	100.000 cpl.	100.000 cpl.
Ogrzewanie powietrzne:		
Długość przewodu . .	12,3 m	38,8 m
Srednica przewodu . .	340 $\frac{m}{m}$	1080 $\frac{m}{m}$
Ogrzewanie parowe:		
Długość przewodu . .	58 m	183 m
Srednica przewodu . .	19 $\frac{m}{m}$	61 $\frac{m}{m}$
Ogrzewanie wodne:		
Długość przewodu . .	111 m	354 m
Srednica przewodu . .	19 $\frac{m}{m}$	60 $\frac{m}{m}$

Jeżelibyśmy więc dla tych samych warunków i tych samych strat ciepła, długość przewodu dla ogrzewania powietrznego učinili = 1, to dla innych ogrzewań wynika:

ogrzewanie powietrzne	1
„ parowe	14,90
„ wodne	28,60

Ogrzewanie wodne jest więc pod względem odległości znacznie stosowniejsze od parowego, a ogrzewanie powietrzne nie nadaje się zupełnie na większe odległości.

Przenoszenie ciepła na odległość wchodzi dziś coraz powszechniej nie tylko w Ameryce, gdzie dziś znajduje się przeszło 400 stacy centralnych dla rozdziału ciepła, ale i w Europie, gdzie stosuje się ono do wszelkich grup i kompleksów budynków rządowych, krajowych lub gminnych, szpitali i sanatoryjów, które budowane w stylu pawilonomym, szczególnie się do tego nadają, zakładów naukowych i t. p. Podczas gdy do niedawna używana była do tego celu gło-

¹⁾ O. Krell, Gesundheitsingenieur 1908 str. 552.

wnie para na odległość do 1000 m, w ostatnich czasach występują częściej ogrzewania wodne na odległość.

Wyzyskanie produktów ubocznych w zakładach maszynowych, daje się przeprowadzić zarówno w maszynach parowych z kondensacją jak i bez kondensacji. U maszyn wydmuchowych może być para wylotowa, mająca zwykle ciśnienie 0,1 atm., bezpośrednio użyta do ogrzewania. Można także przeprowadzić parę wylotową miedzianą węzownicą rurową przez kocioł wodny, służący do ogrzewania wody, która potem krąży po całym budynku.

Przy użyciu maszyn z kondensacją może być wprowadzone także ogrzewanie bezpośrednie. Para, wychodząca z cylindra o niskim ciśnieniu, przechodzi przewodami do wszystkich ogrzewaczy, z których pompa ssie mieszaninę wody i powietrza. Ogrzewacze takiej instalacji nie są więc niczem innym, jak kondensatorem powierzchniowym. Można także połączyć ruch kondensacyjny maszyny z ogrzewaniem wodnym, wówczas maszyna otrzymuje normalny kondensator powierzchniowy. Woda, której temperaturę można regulować zależnie od wysokości próżni, przechodzi, tłoczona przez pompę do budynku, a ochłodzona rozpoczyna na nowo swój obieg przez kondensator. Równie dobrze zastosować się dają te same urządzenia przy turbinach parowych i motorach gazowych.

Nie trzeba wspominać, jakie to może mieć znaczenie dla zakładów przemysłowych, elektrowni miejskich, większych zakładów kąpielowych i t. p., które dotychczas większą część swego ciepła wyrzucają bezużytecznie. I może już nie tak bardzo dalecy jesteśmy od czasu, w którym całe kompleksy budynków lub ulic złączą się w jedną całość i z jednej wspólnej centrali pobierać będą ciepło, siłę motoryczną i światło. Że dla inżyniera otwiera się tu szerokie pole działalności, to nie ulega żadnej wątpliwości.

Możemy być z tego dumni, że i w Galicyi powstanie w niedługim czasie przenoszenie ciepła na znaczną odległość: w Zakładzie dla obłąkanych w Kobierzynie. Ze względu na brak miejsca opiszę tu tylko pokrótce samą centralę ciepła.

Dla przenoszenia ciepła ze stacji centralnej, do ogrzewania i wentylacji poszczególnych budynków, posiadających ogrzewanie wodne, użytą ma być woda, krążąca stale w zamkniętym rurociągu sieci zewnętrznej. Wodę tę grzeje się w podgrzewaczach zapomocą pary wylotowej z maszyn parowych, służących do wytwarzania prądu elektrycznego. W razie, gdyby ilość tej pary nie wystarczała, umieszczone będą osobne kotły wodne, na wypadek zaś czyszczenia lub naprawy któregośkolwiek z tych kotłów, służyć będzie aparat do bezpośredniego ogrzewania wody zapomocą pary świeżej z kotłów parowych. Tak ogrzana woda krążyć będzie przy pomocy pomp w zewnętrznej sieci, ułożonej w przełazowych kanałach, łączących centralę z poszczególnymi budynkami.

Woda ta służyć będzie do ogrzewania w budynkach zapomocą osobnych podgrzewaczy w suterenach (każdy budynek posiada osobne ogrzewanie od zewnętrznej sieci rur niezależne), i do ogrzewania kaloryferów, służących do wentylacji budynków. Ogrzewanie na odległość t. j. zewnętrzna sieć rur nosi na sobie przeważnie cechy ogrzewania gorącą wodą; temperatura wody tłoczonej pompami zależna będzie od temperatury zewnętrznej, przy najniższej temperaturze — 25° C ma być podgrzewaną najwyżej do +120° C., natomiast poszczególne budynki mają ogrzewanie ciepłą wodą o temperaturze najwyżej +90° C.

Aby uzyskać możliwie dużą korzyść z pary wylotowej, sposób użycia jej będzie następujący:

- 1) użyta będzie para wylotowa do bezpośredniego ogrzewania trzech budynków,
- 2) do grzania wody służącej do ogrzewania i wentylacji innych budynków.

- 3) ponieważ najczęściej ilość pary wylotowej będzie większa, niż użycie jej dla dwóch powyższych celów, a nadto ogrzewanie budynków przez pół roku nie będzie czynne, natomiast zakłady potrzebują przez cały rok gorącej wody użytkowej, więc nadwyżka pary wylotowej przechodzi ze zbiorników do podgrzewaczy wody użytkowej.

Tym sposobem ciepło dla ogrzewania i wentylacji budynków dostarczone będzie zapomocą trojakiego rodzaju przewodów:

1) dla ogrzewania i wentylacji wodą ze stacji centralnej rurami wodnymi, przeprowadzonymi tam i napowrót (10 budynków),

2) dla ogrzewania parą wylotową, rurami parowymi i kondensacyjnymi, prowadzącymi wodę do zbiornika wody kondensacyjnej z pary wylotowej (3 budynki),

3) dla ogrzewania parowo-wodnego lub świeżą parą zredukowaną rurami parowymi i kondensacyjnymi, prowadzącymi wodę do zbiorników wody kondensacyjnej z pary świeżej (5 budynków). Woda kondensacyjna tak z pary świeżej jak i wylotowej wraca do centrali naturalnym spadkiem bez pompowania. Nadto doprowadzona będzie lalą parą świeżą zredukowaną do 5 budynków dla różnych celów, a mianowicie destylacji, sterylizacji, podgrzewacza kuchenek, kuchni do gotowania, pralni, łazni, oraz do cieplarni i inspektów.

Oprócz ciepła rozprowadzona jest także centralnie gorąca woda użytkowa do 13 budynków. Ogrzewanie wody ma się odbywać zapomocą pary wylotowej, a gdyby jej zabrakło, z domieszką pary świeżej. Temperatura wody gorącej, dostarczanej do kuchni i pralni wynosić ma 85°C ., do innych budynków 65°C . Woda ta, jako będąca stale do dyspozycji, użyta ma być także do podgrzewania powietrza wentylacyjnego, odprowadzanego z ubikacji klozetowych, łazienek, kuchen, dla zapewnienia wentylacji przez cały rok. Osobne pompy tłoczyć będą tę wodę, powracającą z budynków z temperaturą około 50°C . do mieszalnika dla zmieszania się z wodą o temperaturze 85° , skąd ogrzana do 65°C . przechodzi do sieci rozprowadzającej. Ponieważ para wylotowa, mająca grzać tę wodę, jest do dyspozycji w ilościach i chwilach, nie odpowiadających zapotrzebowaniu wody gorącej użytkowej, niezbędne są więc zbiorniki, mające magazynować wodę gorącą w czasach największego dopływu pary wylotowej.

Sieć zewnętrzna przewodów dla wody do ogrzewania wykonana ma być w ten sposób, że całkowita ilość wody, tłoczona pompami, przychodzić będzie w każdą stronę dla rezerwy dwoma rurami. W ten sposób sieć składać się będzie z 4 rur równoległych. Ciśnienie w tych rurach ma sięgać najwyższej

do 4 atmosfer. Każdy budynek połączony będzie do wszystkich 4 rur i połączenie opatrzone zasuwą. W razie więc wyłączenia jednej z rur będzie odcięta ta rura jedynie na długości między dwoma najbliższymi węzłami. Natomiast rury parowe, kondensacyjne i z gorącą wodą użytkową, ułożone będą pojedynczo.

Ogrzewania centralne, używane dziś dla poszczególnych budynków, są to przeważnie ogrzewania parowe o niskim ciśnieniu, ogrzewania wodne o naturalnym obiegu i szybkoobiegowe, podczas gdy gorąca woda wyszła już zupełnie z użycia. Najbardziej ulubionym jest ogrzewanie parowe o niskim ciśnieniu, dla domów czynszowych i willi prawie wyłącznie używane, mimo że dla tych ostatnich ogrzewanie wodne przedstawia liczne zalety.

Wiadomo, że najdoskonalszem ogrzewaniem byłoby takie, które na każde miejsce straty ciepła dostarczyłoby równie wielkiego źródła ciepła. Ponieważ jednak można dostarczać ciepła tylko w pewnych miejscach, przeto dla rozdziału ciepła konieczny jest ruch powietrza, a ono dopiero ogrzewa ściany otaczające. Tak się dotychczas zawsze w praktyce działo. Im mniejsza jest różnica temperatur między powietrzem a ścianami z jednej strony, a ogrzewaczem i powietrzem z drugiej strony, tem jednostajniejszy może być rozdział ciepła. Opowiedniej natomiast byłoby postępować odwrotnie: ogrzewać naprzód ściany, a od nich dopiero powietrze.

Nie było jednak do dziś dnia konstrukcji, umożliwiających tego rodzaju rozwiązanie kwestyi. Dopiero z pierwszą w tym kierunku próbą wystąpił inżynier rosyjski Jachimowicz. Wprowadził on rury żelazne, kryte betonem, które z łatwością umieszczać można we wnętrzu ścian i nazwał to ogrzewanie betonowo-parowym. Fig. 2. przedstawia takie ogrzewanie w niszy okiennej; w ścianach zewnętrznych są wgłębienia *a b c d e f*, w które wkłada się baterie rur betonowo-parowych, baterie te następnie zamurowuje się cegłą. Dla zmniejszenia strat ciepła na zewnątrz wykonane są w ścianach miejsca puste *m*. Fig. 3. przedstawia ogrzewacz parowo-betonowy w ścianie na wzór pieca kaflowego. Jest tu tak samo bateria rur *a* na wyprawie cementowej *b*, obłożona

cegłami *c* i wyprawą *d*. W dolnej części pieca jest otwór *e* dla zużytego powietrza, które przewodem *g* uchodzi na zewnątrz. Powietrze świeże wychodzi kanałem *h* miesza się z powietrzem w ubikacyi i ogrzewa się.

Nie wiadomo mi, czy tego rodzaju ogrzewania parowo-betonowe zostały już gdziekolwiek wykonane i dopiero doświadczenia



Fig. 2.

praktyczne mogą potwierdzić lub zaprzeczyć doniosłości tego wynalazku. W każdym razie jako zaletę tego ogrzewania poczytać należy: bardzo niską temperaturę powierzchni ogrzewających, która stawia je na równi z piecami kaflowymi, tak, że ogrzewanie to łączy w sobie dodatnie strony ogrzewania centralnego i lokalnego. Ogrzewacze

można dostosować do wymagań estetycznych architektury wewnętrznej, gdyż dają się zewnętrznie obłożyć kafłami, lub płytami z terakoty. Rurę betonowo-parową przedstawia fig. 4., *a* przewód parowy, *b* beton, *c* osłona żelazna. Przewody takie mają mieć temperaturę na powierzchni 40–50° C.

Również do zbadania pozostawałaby

kwestya, o ile takie ogrzewania są ekonomiczniejsze od zwykłych ogrzewań parowych lub wodnych. Zwykłe bowiem radiatory, umieszczone przy ścianach lub niszach okiennych, większą część ciepła oddają powietrzu wewnętrznemu, a mniejszą tylko ścianie zewnętrznej, ogrzewacze zaś betonowo-parowe całe ciepło oddają bezpośrednio ścianie, w której są zabudowane. Doświad-

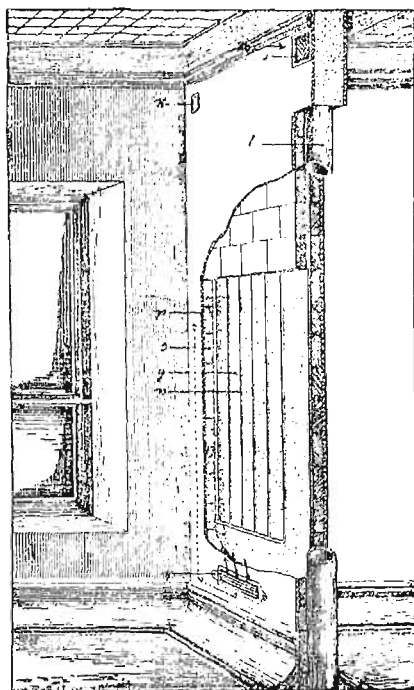


Fig. 3.

czenia praktyczne mogą tu jedynie rozstrzygnąć.

Aby uczynić ogrzewanie wodne pod względem kosztów możliwie zbliżonem do parowego, wprowadzono ogrzewania wodne szybkoobiegowe, których mamy

w praktyce wielką liczbę systemów i patentów. Zdaje się jednak, że żaden z nich, z wyjątkiem chyba systemu

Brücknera i Recka -- nie zdołał uzyskać szerszego zastosowania, i w tych wypadkach, gdzie zachodzi potrzeba szybkiego obiegu, przenoszą pompę, która łączy w sobie szybki obieg z zaletami zwykłego ogrzewania wodnego. Wyjątek stanowi ogrzewanie syst. Krella.

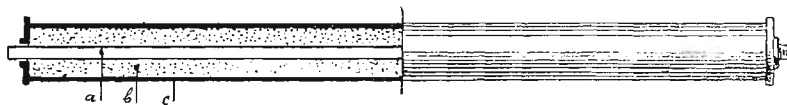


Fig. 4.

Ogrzewanie wodne syst. Krella jest urządzone jak zwykle ogrzewanie wodne, tylko jest zamknięte, tak aby można w niem stale wytwarzać nadciśnienie. Zresztą system przewodów, łączenia ich z kotłem i ogrzewaczami jest zupełnie podobny jak w zwykłym ogrzewaniu wodnem. Najprostszym sposobem wytworzenia nadciśnienia jest połączenie ogrzewania z instalacją wodociagową. Ponieważ zaś zwykłe ciśnienie wodociagu jest większe niż to, na które narażone być mogą lano-żelazne kotły i radiatory (około 35 mm. sł. w.), trzeba między ogrzewaniem a wodociagiem włączyć wentyl redukcyjny. Wówczas całe ogrzewanie wygląda jak na fig. 5. W razie, gdyby z jakichkolwiek przyczyn regulator na kotle odmówił służby i nastąpić mogło zbytne przegrzanie, podnosi się wentyl wydmuchowy *b* przewodem *c* wypływa naprzód woda potem para, jako sygnał do odstawienia ogrzewania.

Fig. 5. przedstawia t. zw. ogrzewanie piętrowe (Etagenheizung), przyczem oznaczają:

i — kocioł wodny,
u — ognisko kuchenne,
l, o — przewody,
n — ogrzewacze,
m, a — wentyle regulacyjne,

v — przewód wodociagowy,
b — wentyl wydmuchowy,
c — przewód wydmuchowy,
d, e, f — wentyle zamykające,

k — wentyl spustowy,
h — naczynie do odpowietrzania,
g — kurek odpowietrzający.

Tam, gdzie ciśnienie wodociagu jest zbyt małe, albo gdzie wogóle nie ma wodociagu, włącza się do ogrzewania pompkę ręczną (dla ogrzewań piętrowych) i banię powietrzną dla umożliwienia rozszerzania.

Ponieważ temperatura wody w ogrzewaniach syst. Krella wynosi 90° do 180°, przeto nie ulega wątpliwości, że koszty zakładowe są znacznie niższe od zwykłego ogrzewania wodnego. Nie można jednak posuwać się z temperaturą zbyt wysoko. Jeżeli bowiem założymy, że ciśnienie w ruchu nie powinno w lanych kotłach i ogrzewaczach przenosić 35 mm sł. w., to suma własnego ciśnienia ogrzewania, od najniższego punktu w kotle do najwyższego punktu "krążącej wody", pomnożona o wywołane nadciśnienie, nie może być większa niż 35 mm sł. w., a przez to już jest wyznaczona granica temperatury, do jakiej w każdym danym wypadku posunąć się możemy. W każdym razie powierzchnie ogrzewaczy mogą być mniejsze, a oszczędność — jak obliczył Krell — wynosi 14—18% w porównaniu ze zwykłym ogrzewaniem wodnem. Dalszą zaletą tego

ogrzewania jest centralna regulacja, której nie ma ogrzewanie parowe. Nie daje natomiast tak miłego i łagodnego ciepła, jak zwykłe ogrzewanie wodne, ze względu na znacznie wyższą temperaturę, również większe są

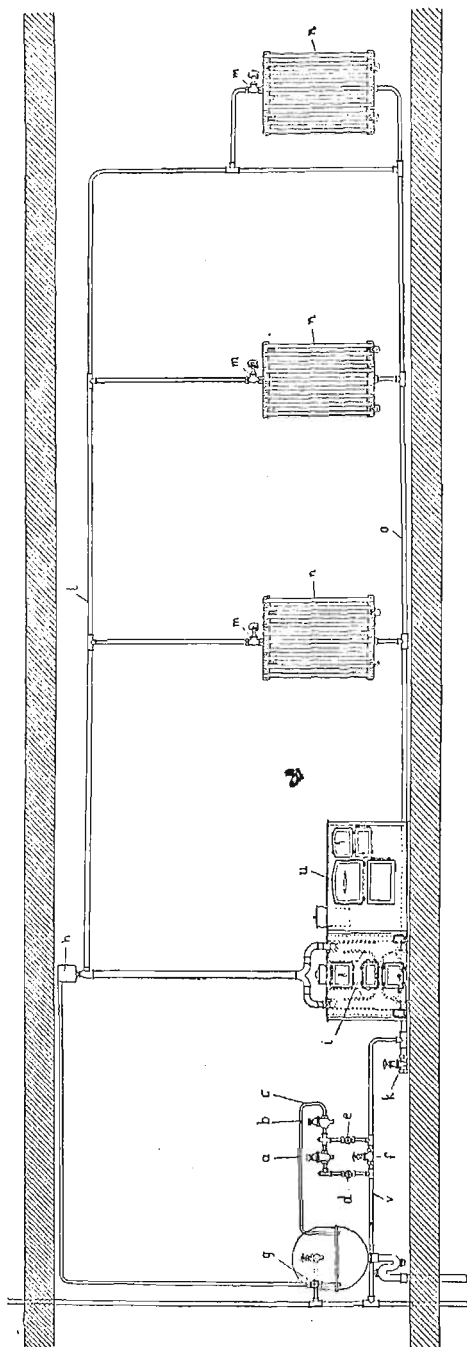


Fig. 5.

koszta utrzymania, gdyż z powodu wysokich ciśnień przewody częściej się psują. Nadaje się bardzo dobrze do ogrzewań piętrowych.

W ogrzewaniu domów czynszowych odczuwać się obecnie daje prąd charakterystyczny. Podczas gdy dotychczas miały one albo ogrzewanie piecami albo centralne z jednego miejsca w suterrenach, od niejakiego czasu dostają t. zw. ogrzewania piętrowe, do których nadaje się tylko ogrzewanie ciepłą wodą i to albo z naturalnym obiegiem albo szybkoobiegowe.

Geneza tych ogrzewań jest zapewne następująca. W wyborze systemu ogrzewania budynków czynszowych chodzi nie tylko o kosztą zakładowe, ale także i ta okoliczność gra tu rolę, że w centralnem ogrzewaniu wszystkie starania o zadowalające wyniki spadają na właściciela budynku. Wprawdzie nie ulega wątpliwości, że ogrzewanie centralne jest oszczędniejsze w wydatkach na paliwo od ogrzewania piecami dla tej samej ilości ciepła i w tych samych warunkach; wynikałoby więc z tego, że stosunek czynszów domów z ogrzewaniem centralnem i bez mógłby być taki, iż właścicielowi przypadłby w udziale zysk z powodu oszczędzania paliwa, lokatorom większa wygoda. Tymczasem doświadczenia praktyczne wykazują pozornie inny wynik: właściciele budynków skarżą się nieraz na niespodziewanie wielkie zużycie paliwa w budynkach ogrzewanych centralnie. Pochodzi to zapewne stąd, że lokatorowie płacą kosztą ogrzewania ryczałtem, nie mają więc w tem żadnego interesu, aby ogrzewać oszczędnie, niektórych pokoi nieużywanych chwilowo nie ogrzewać, otwierają często okna, gdy temperatura jest zbyt wysoka i t. p. Należałoby zatem rozdzielić kosztą ogrzewania między lokatorów ilościowo t. j. podług ilości zużytego ciepła. To się da uzyskać racjonalnie tylko w ogrzewaniu piętrowem, gdzie każde mieszkanie otrzymuje własny kocioł i osobną instalację. Kocioł umieszcza się wówczas obok ogniska kuchni, a obsługa jego jest tak mała, że może być załatwiona przez personal domowy. Samo palenie i ogrzewanie należy do lokatorów i stosuje się do jego potrzeb i życzeń.

Czy te dążenia w kierunku rozwoju ogrzewań piętrowych przybiorą większe roz-

miary, trudno przewidzieć, najbliższe lata przyniosą nam wyjaśnienia.

Co do materiałów, używanych do ogrzewania, należy zauważyć, że kotły żelazno-lane mimo braków, które niewątpliwie mają, rozpowszechnione są bardziej od kutych. I rzeczywiście mają zalety bardzo łatwego montowania, a co ważniejszą, demontowania, tak, że przy jakimkolwiek zepsuciu szybko można włożyć poszczególne części, co przy kotłach kutych jest prawie wykluczone.

Jako postępowanie w budowie kotłów parowych dla ogrzewań centralnych zaznaczyć należy możliwość opalania ich ropą. Wprawdzie tutaj powszechnie używane kotły żelazno-lane zastosować się nie dają, gdyż ze względu na nader wysoką temperaturę spalania nafty, ścianki żelazno-lane kotła, które nie mogą być zaopatrzone masą ogniotrwałą, przepaliłyby się prędko¹⁾, ale mogą być zastosowane kotły żelazno-kute. Fig. 6. przedstawia przekrój kotła żelazno-kutego, opalanego ropą zapomocą urządzenia systemu Górdajewa (zaprowadzona w lwowskiej Izbie handlowo-przemysłowej). Rura płomienna wyłożona jest wewnątrz cegłą ogniotrwałą, zabezpieczającą od przepalania.

Jeżeli chodzi o samo zużycie paliwa, oszczędność przy stałej cenie ropy jest niewątpliwa. W powyższym wypadku budynki Izby handlowej i Instytutu technologicznego wymagają około 727.000 cpl. na godzinę. Gdyby kotły były opalane koksem, to można założyć, że z 1 kg. koksu zużytkowuje się po odtrąceniu wszystkich strat — dla ogrzewania 4000 cpl.; wobec tego zużycie dzienne paliwa, licząc dzień 8 godzinny, będzie 1456 kg., roczne zaś, licząc 200 dni ogrzewania, 291.2000 kg. koksu. 100 kg. koksu kosztuje 420 Kor., a zatem roczne kosztą opalania koksem wyniosą 12.230 K. Do tego trzeba doliczyć

Roczne zużycie drzewa na rozpał	380 K.
Czyszczenie i odnawianie rusztu itp.	460 „
Płaca palacza à 80 K. miesięcznie	480 „
Roczne kosztą koksu	12.230 „
Razem	13.550 K.

¹⁾ W ostatnich czasach znana fabryka Strebła robi próby w celu opalania ropą kotłów żelazno-lanych, podobno z dobrym wynikiem.

Przy opalaniu ropą zakładając, że z 1 kg. ropy otrzymujemy 7.000 cpl., mamy dzienne zużycie paliwa 832 kg., a więc roczne 166.400 kg. ropy. Jeżeli 100 kg. ropy kosztuje 3 K., to roczne koszty opału wynoszą 4.992 kor., wynika więc stąd roczna oszczędność przez opalanie ropą $13.550 - 4.992 = 8.558$ kor. Cała ta kalkulacja tyczy się oczywiście samego zużycia paliwa, bez uwzględnienia kosztów zakładowych instalacji i ich amortyzacji.

Bardzo ważną kwestyą ogrzewań centralnych, w praktyce zbyt często pomijaną,

—25° C.), więc dla każdej innej temperatury zewnętrznej jest ona za wielka. Wynika stąd potrzeba regulowania temperatury, wentyle regulacyjne umieszczone przy każdym ogrzewaczu pozwalają wprowadzić na zmianę ilości pary, ale w praktyce jest to efekt iluzoryczny. Przy ciągle zmiennym zapotrzebowaniu ciepła w ciągu dnia nikt nie będzie nieustannie nastawiał wentyli, tembardziej, że niema kontroli co do trafności nastawienia, gdyż temperatura w pokoju dopiero po pewnym czasie reaguje. Stąd też mamy tak często w porach przejściowych zupełnie

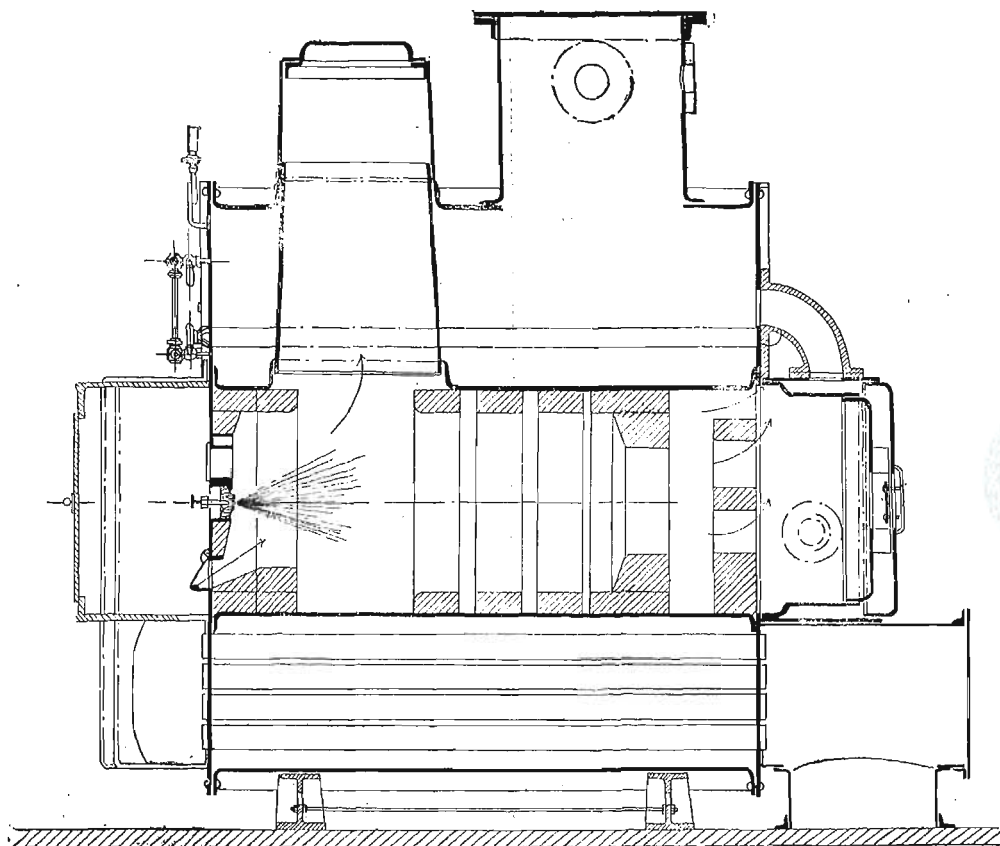


Fig. 6.

stanowi ich ekonomia, jeżeli zważywszy, że roczne koszty ruchu wynoszą tutaj od $\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{3}$ kosztów zakładowych, a więc dość znaczne sumy. Okazało się w praktyce, że rozmaite systemy rozmaicie się pod tym względem zachowują. Najracjonalniej pracuje ogrzewanie wodne, gorsze pod tym względem jest ogrzewanie parowe, przyczyna tego leży w marnowaniu ciepła podczas przejściowych pór roku. Ponieważ powierzchnia ogrzewaczy jest obliczona dla najniższej temperatury zewnętrznej (—20° lub

otwarte wentyle i pełne ogrzewacze. Wprowadzone w ostatnich czasach samoczynne regulatory temperatury zmieniają zupełnie te własności ogrzewania parowego. Wykonano np. doświadczenie nad budynkiem, w którym było 32 ubikacji ogrzewanych, raz przy użyciu wentyli regulacyjnych, drugi raz automatycznych regulatorów¹⁾ i okazało się, że roczne koszty ruchu wynoszą:

¹⁾ Gesundheitsingenieur 1906 str. 420.

Samoczynne Wentyl regulowanie regulacyjny

Roczne koszty ruchu 465 marek 787 marek

A więc wprowadzenie regulatorów dało oszczędność 69%. Najbardziej nieekonomiczne są w ruchu ogrzewania powietrzne, gdyż oprócz pokrycia transmisji wymagają znacznej ilości ciepła dla świeżego powietrza, gdyż się ciągle wprowadza w miejsce uchodzącego ciepłego powietrza.

W dziedzinie wentylacji możemy powiedzieć, że jesteśmy obecnie świadkami pewnego rodzaju przesilenia. Obok głosów, które domagają się jak najdalej idących urządzeń wentylacyjnych, szczególnie n. p. dla szpitali, szkół i t. p. odzywają się inne, przeciwne wogóle wentylacji, które twierdzą, że kanały, doprowadzające powietrze mogą być ważnym źródłem zanieczyszczenia. Zdaje się, że prawda leży pośrodku. Że wentylacja zapomocą okien jest niewystarczająca, zwłaszcza dla budynków publicznych, to udowodniono doświadczalnie¹⁾, z drugiej jednak strony nie ulega wątpliwości, że wadliwie obliczona i wykonana wentylacja może być raczej szkodliwa. Ze względu na wymagania higieny powinny powszechnie używane u nas kanały murywane ustąpić miejsca kanałom z polewanych rur kamionkowych, jak we Francji, albo jeszcze lepiej wzorem amerykańskim. Inżynierowie amerykańscy starają się o uniezależnienie technicznych urządzeń od reszty budynku, tak, że wprowadzają ogrzewanie i wentylację jakby gotowe maszyny na budowę. Przez to konstruktor ma daleko większą swobodę i nie jest, jak u nas, zdany na pomoc architektów i budowlanych przedsiębiorców. A zatem wszystkie kanały wentylacyjne wykonują z blachy, którą w fabryce dopasowują, a na budowie tylko montują. Taki sposób budowania ma nie tylko zalety higieniczne, gdyż zanieczyszczenie jest tu prawie wykluczone, ale i ekonomiczne, gdyż opory są mniejsze, a więc możliwe użycie większych chylności powietrza i mniejszych przekrojów. W nowoczesnych fabrykach, warsztatach jakoteż na okrętach wchodzi ten sposób wykonania coraz więcej w użycie.

Właściwą trudność wentylacji stanowi nie tyle doprowadzenie żądanej ilości powietrza na godzinę, ile raczej takie rozdzielanie tej ilości powietrza we wszystkich miejscach, aby nie wywołać przeciągu. W tym celu konieczna jest nadwyżka ciśnienia powietrza w całej ubikacji, a więc użycie wentylatorów i kanałów dla powietrza świeżego, natomiast wentylatory i kanały dla powietrza zużytego mogą zwłaszcza dla większych budynków — być zbyleczne, a nawet szkodliwe. Innymi słowy, t. zw. strefa obojętna musi leżeć możliwie nisko. Warunek ten nie jest wcale łatwy do spełnienia, trzeba bowiem w wysokich salach nadzwyczaj wielkich ilości powietrza i bardzo znacznej pracy maszynowej, aby tę nadwyżkę ciśnienia uzyskać. Według doświadczeń Krella trzeba dla wielkich teatrów około 100.000 m³ powietrza na godzinę. Szczególnie ważną rolę gra tu szczelność budynków. Zwłaszcza stropy muszą być starannie wykonane i trzeba użyć materiałów takich jak asfalt, aby je uczynić nieprzepuszczalnymi. Niebezpieczne są również pod tym względem klapy, ruchome okna i drzwi w wyższych warstwach sali. Trzeba jednak i to wziąć pod uwagę, że nie rozporządzamy jeszcze dziś dostatecznym materiałem doświadczalnym co do położenia strefy obojętnej przy rozmaitych warunkach budowlanych i w tym kierunku należałoby w przyszłości robić więcej, niż dotychczas, doświadczeń.

Z drugiej strony podniesiono słusznie, że warunek niewywołania „przeciągu“ zbyt jest indywidualny i zmienny, aby się z nim liczyć można. Hygiena postawiła tę zasadę wtedy, gdy sama była jeszcze w początkach swego rozwoju, dziś zapatrywania pod tym względem zmieniły się znacznie. Działanie ruchu powietrza na organizm jest zupełnie inne, skoro powietrze jednostajnie okrąża ciało ludzkie i ma odpowiednią temperaturę. Jeżeli to powietrze w chłodnym pomieszczeniu przynosi ciepło, a w zbyt ogrzanim chłód, to działanie jego jest tem skuteczniejsze, im jest żywszy ruch. Nieprzyjemne wrażenia przeciągu lub przeziębienia mogą tylko wtedy nastąpić, jeżeli albo ruch powietrza jest za energiczny, albo temperatura za niska. Spoczone ciało odczuwa mile ruch powietrza pokojowego, podczas gdy zimny

¹⁾ G. Brunn: Gesundheitsingenieur 1906, str. 1.

prąd powietrza wpływającego oknem wprawia je w drżenie. W każdym razie jednostajne otoczenie ciała ruchem powietrza, zbliża je do warunków na wolnym powietrzu i należy się hartować i przyzwyczajać do tego ruchu. Energia życiowa człowieka zależy przede wszystkim od stosunku ciepła, w tem znaczeniu, że musi być równowaga między doprowadzoną a oddaną ilością ciepła. Ochładzanie, jednostajne i niezbyt wielkie, organizmu pobudza go do oddania większej ilości ciepła, a zatem żywszej wymiany materii. W ogrzewaniach centralnych często dostarczana ilość ciepła przewyższa tę, która która może być oddana, i tu leży jedna z przyczyn niezadowolenia z tych ogrzewań. Tylko ruch powietrza może temu skutecznie zapobiedz.

Dlatego należy jako postępowanie powitać taką wentylację mniejszych budynków, w których powietrze bezpośrednio z zewnątrz pobrane wypływa pod stropem przez liczne małe otwory, przenika ogrzane górne warstwy powietrza, miesza się z niemi i tak się rozdziela w całym pomieszczeniu, że ze wszystkich stron okraża ciała mieszkańców. Powietrze zużyte odpływa przy ścianie wewnętrznej u podłogi. Gdy ciało jest w ruchu, np. podczas szybkiego chodu, nie odczuwa się tej wentylacji, w spoczynku wyraźnie można czuć ruch powietrza. Trzeba się tylko przyzwyczaić, nie uważać tego za przeciąg, a w krótkim przeciągu czasu uznać można odświeżające działanie powietrza.

Co do wentylacji większych budynków sal, teatrów, itp. technika uzyskała już takie postępy, że możemy z nich być dumni. Jeżeli w teatrze norymberskim, który pod tym względem może służyć za wzór, w sali obejmującej 26.000 m³ (scena i widownia) strefa neutralna jest stale w wysokości podłogi nawet przy temperaturze zewnętrznej -14° C., mimo, że wentylator tłoczy nie więcej jak 47.000 m³ powietrza na godzinę, jeżeli nie występuje najmniejszy przeciąg mimo otwierania wszelkich drzwi od kurytarzy, przedśionków, parteru i łóż, jeżeli w najgorętszych dniach lata, gdzie temperatura na dworze dochodziła do 31° C., udało się w teatrze utrzymać stale temperaturę nie większą jak 21° C., bez użycia sztucznego chłodzenia, to jest to najlepszym dowodem, jak postąpiła

technika wentylacyjna. Prawda, że w tym celu wprowadzone zostały wszystkie nowoczesne urządzenia do regulacji, a więc termometry odległościowe, manometry odległościowe, mikromanometry, termostaty, elektryczne, hydrauliczne i pneumatyczne mechanizmy do poruszania kłap i wentyli, wszystkie zmontowane razem w jednym centralnym miejscu, aby kierownik instalacji mógł mieć przejrzysty obraz tego, co się w całym budynku dzieje, i podobnie, jak elektrotechnik z tablicy rozdzielczej mógł znieść efekt wentylacji we wszystkich ważniejszych miejscach budynku.

Cały ten postęp na polu techniki ogrzewania i wentylacji nie byłby możliwy, gdyby nie coraz gruntowniejsza i żywsza praca nad podstawami naukowymi tej gałęzi przemysłu. Dawno już minęły czasy, gdy na podstawie empirycznych czysto, summarycznych reguł obliczano ogrzewanie lub projektowano wentylację. Dzięki niezmordowanej pracy prof. Rietschla opieramy się już raz na zawsze na zasadach naukowych. Idziemy już nawet dalej od prof. Rietschla i staramy się badania jego poddawać gruntownej rewizji; można więc powiedzieć, że i teoria ogrzewania i wentylacji przechodzi — podobnie jak praktyka — pewnego rodzaju przesilenia.

Wiele rzeczy jest tak zawitych, że długi jeszcze czas zapewne z pod obliczenia usuwać się będzie. Np. straty ciepła budynku. Prawie wszystkie ciała przepuszczają ciepło z szybkością zależną od swej grubości i rodzaju masy: są to ciała diatermiczne. Jeżeli więc jakieś pomieszczenie otrzymuje stale ilość ciepła równą tej, jaką jego ściany przepuszczają na zewnątrz, to temperatura pozostaje stała. Jeżeli jednak n. p. w nocy, źródło ciepła przestaje działać, pomieszczenie ochładza się stopniowo, zrazu powoli, potem szybciej i temperatura spada. Odwrotnie ma się rzecz na drugi dzień rano, przy rozpalaniu. Dla każdego materiału, a więc i dla każdego budynku musi zatem istnieć współczynnik, któryby można nazwać współczynnikiem bezwładności cieplnej, a który — mimo wielu prób w tym kierunku — usuwa się zupełnie z pod obliczenia. Odnośne władze lub kierownicy budowy stawiają nieraz fabrykom albo firmom zadanie,

aby gwarantowały pewne zużycie paliwa dla uzyskania pewnej przepisanej temperatury w budynku w oznaczonych warunkach. Ci, którzy mają zadanie to rozwiązać, obliczają ilość ciepła potrzebną do ogrzewania ciągłego (bez przerw w nocy) tego budynku i dodają do tego, wyrażoną w procentach, pewną ilość ciepła na podstawie swych doświadczeń, zresztą zupełnie dowolnie. Ale gwarancja ich w praktyce utrzymać się nie da i można na niej zrobić tylko — smutne doświadczenia.

Że i współczynnik transmisji ogrzewaczy zależy od chyżości otaczającego powietrza i nie jest liczbą stałą, o tem wiadano już dawniej, a ogólnie używany podręcznik prof. Rietschla zawiera rozmaite daty dla tego współczynnika, zależnie od chyżości powietrza. Nie było jednak dokładnych doświadczeń w tym kierunku. Autor tego artykułu przeprowadził swego czasu w laboratorium politechniki berlińskiej, doświadczenia nad ogrzewaczem rurowym systemu Kellinga¹⁾ przez który przepuszczał powietrze za pomocą wentylatora z rozmaita chyżością, z których wynika, że współczynnik transmisji rośnie wprost proporcjonalnie z chyżością powietrza według równania empirycznego

$$K = 6 (1 + v)$$

gdzie oznaczają

K — współczynnik transmisji ogrzewacza w cpl./m^2 ,

v — chyżość powietrza w m./sek.

Podobne doświadczenia nad innym typem ogrzewaczy (radiatorem) przeprowadził inż. Zyka²⁾ i doszedł do tego samego wyniku, że współczynnik K zmienia się z chyżością v , tylko według niego ilościowo inaczej nieco, mianowicie w granicach od $v = 1$, o m do $v = 2$, o m zmienia się szybciej, potem powolej, tak że związek przedstawił w formie paraboli

$$k = 4_{,917} + 9_{,723} v - (1_{,188} v^2).$$

Tłumaczyć to można sobie w ten sposób, że każde przejście wymaga pewnego czasu; jeżeli więc zwiększymy chyżość tak, że przenoszenie ciepła od pary, względnie wody do

powietrza nie znajduje potrzebnego czasu, to ogrzewacz oddaje mniej ciepła, gdyż przekroczyliśmy największą dozwoloną chyżość. Według doświadczeń Zyki wynosi ona dla wody około 5 m./sek. , przyczem współczynnik K dochodzi do swego maximum $K = 28$.

Jakkolwiek więc zależność współczynnika transmisji od chyżości nie ulega żadnej wątpliwości, i uzyskać można w praktyce znaczną oszczędność powierzchni ogrzewanej przez powiększenie chyżości powietrza, to jednak kwestya ta ilościowo nie jest jeszcze dokładnie zbadana i wymaga dalszych doświadczeń.

Tymczasem praktyka — jak zwykle — wyprzedza doświadczenie rozmaitemi próbami. Ogrzewanie i wentylacja szkół nasunęła pierwsze pomysły. Dziś powstające szkoły mają przeważnie ogrzewanie centralne (parą o niskiem ciśnieniu albo ciepłą wodą) z ogrzewaczami umieszczonymi w niszach okiennych, i zupełnie osobną wentylację z wentylatorem lub bez, z gładkimi powierzchniami ogrzewającymi powietrze w suterrenach. Te ostatnie powierzchnie umieszczone są zwykle w kilku odpowiednich komorach w suterrenach, z których pionowe kanały murowane prowadzą świeże powietrze do klas, a coraz więcej wagi przywiązuje się do przystępności i łatwego czyszczenia ogrzewaczy. Bardzo dobrym sposobem wykonania są osobne komory ogrzewające dla każdej wentylować się mającej klasy, przyczem można w każdej klasie regulować dowolnie tak ilość jak i temperaturę powietrza. Jako dalsze ulepszenie ogrzewań i wentylacji szkół przytoczyć można powszechne wprowadzanie wentylacji tłoczącej jako też umieszczanie samoczynnych regulatorów u ogrzewaczy.

Niestety, w większości wypadków środki materialne nie pozwalają na uwzględnienie warunków higienicznych w tym stopniu, aby wszystkie te ulepszenia wprowadzić; z drugiej strony nie da się zaprzeczyć, że kosztą zakładowe takich instalacji wypadają bardzo wysoko, zwykle dwa razy tyle co w zwykłych ogrzewaniach bez urządzeń wentylacyjnych.. Ta okoliczność wpłynęła na powstanie kilku pomysłów, z których wymieniam projekt inż. Hasego, polegający na tem, że usuwa się ogrzewacze w poszczególnych klasach, a używa ogrzewaczy po-

¹⁾ zob. Dr. Bronisław Biegeleisen: Straty ciepła przewodów parowych. Odbitka z „Przeglądu technicznego“, Warszawa 1906.

²⁾ Gesundheitsingenieur 1908. Str. 1 i 613.

wietrza w ten sposób, że w suterenach dla każdej klasy umieszcza się ogrzewacz, przez który oddzielne wentylatory tłoczą powietrze kanałami do klasy. Ogrzewacz taki przedstawia fig. 7. K jest to ogrzewacz, umieszczony w suterenach pod odnośnym kanałem wentylacyjnym, V — wentylator, zamontowany bezpośrednio nad ogrzewaczem, Z — kanał dopływowy, R — kanał odpływowy, W — kłapa, za pomocą której można albo kanał odpływowy, albo dopływ świeżego powietrza połączyć z wentylatorem, U — kanał obiegowy

z kłapą W_2 , służącą do regulacji temperatury powietrza. Podczas rozpalania zamyka się dopływ świeżego powietrza do wentylatora, a otwiera kanał odpływowy, tak że to samo powietrze krąży ciągle między ogrzewaczem a klasą, podczas nauki zaś otwiera się dopływ świeżego powietrza i zamyka kanał odpływowy, tak, że tylko świeże powietrze wpływa do klasy. Pomysł Hasego zasługuje niewątpliwie na uwagę. Zaletą jego jest przede wszystkim dobra regulacja. Jak z rysunku widać

kłapa W_2 pozwala albo cały prąd powietrza przesłać przez ogrzewacz, albo przez kanał obiegowy bez zetknięcia się z powierzchnią ogrzewającą. Przez odpowiednie położenie kłapy można dowolnie przedzielić prąd powietrza, a więc zmienić temperaturę powietrza bez zmiany ilości powietrza. W ten sposób można w klasach uzyskać szybkie dostosowanie się do każdorazowego stanu temperatury, a szczególnie przy wysokich

temperaturach zewnętrznych i gęstym obsadzeniu klasy unikać przegrzania jej przez wprowadzenie chłodnych prądów powietrza. Jako ujemne strony projektu przytoczyć należy wielką liczbę wentylatorów, a więc większy hałas i znaczniejsze koszty popędu elektrycznego, jakoteż i to, że do dokładnej regulacji potrzebne są termometry odległościowe i mechanizmy przenoszące ruch kłap, tak, aby palacz mógł z jednego miejsca zmieniać położenie kłap z uwzględnieniem temperatury w każdej klasie, a więc nie odpa-

dają zupełnie koszty urządzeń do regulowania, jak to autor projektu podnosi. W każdym razie przy obliczaniu powierzchni ogrzewających w takich instalacjach niepodobna nie uwzględnić zależności współczynnika transmisji od chylności powietrza.

Niepewność panuje także przy obliczeniu przewodów wodnych. Dotychczas powszechnie używana metoda Rietschla polega na użyciu współczynnika tarcia podług Weisbacha, który na podstawie 50 doświadczeń znalazł, że

współczynnik tarcia jest tylko funkcją średnicy. Według najnowszych doświadczeń Biela zależy on zarówno od chylności jak i średnicy, i na tej podstawie oparte są tablice Recknagla, w użyciu wygodniejsze od tablic Rietschla.

W zamówieniach na ogrzewania centralne gra wielką rolę gwarancja dostatecznego ogrzania budynku przy najniższych temperaturach zewnętrznych, przy której cho-

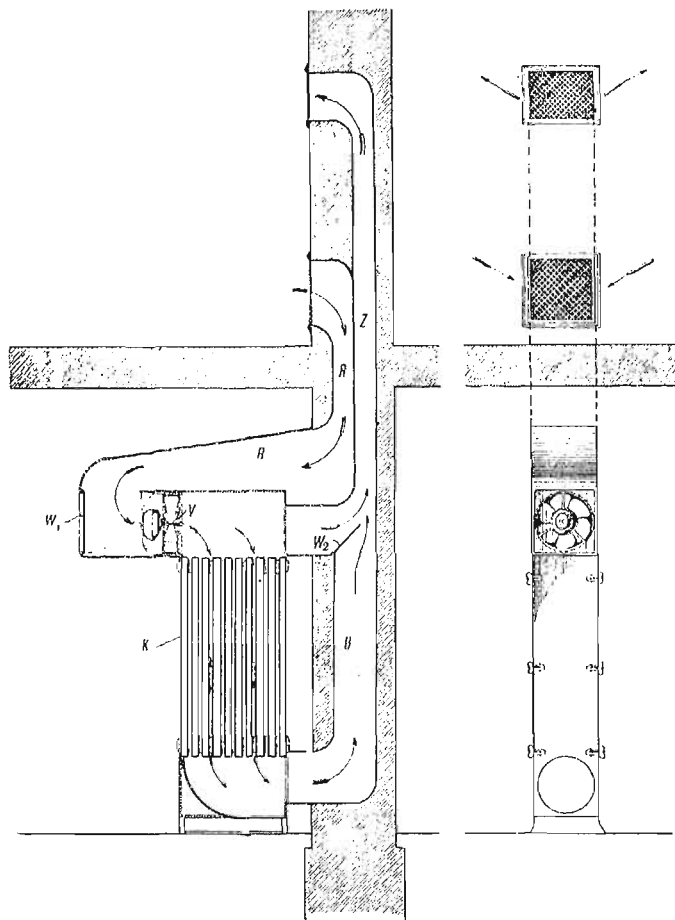


Fig. 7.

dzi głównie o to, aby i w czasie największych mrozów (zwykle -20°C) osiągnięto przepisane temperatury wewnętrzne. Ponieważ jednak te najniższe temperatury zewnętrzne rzadko występują i nie zawsze długo trwają, a przeprowadzenie próby gwarancyjnej wymaga zwykle parę dni, przeto wynikają stąd niedogodności zarówno dla strony zamawiającej jak i wykonywującej, gdyż ważnego punktu umowy nie można sprawdzić. Dotychczas brakło norm, któreby umożliwiły przeprowadzenie tych prób przy temperaturach zewnętrznych wyższych. Jest bowiem rzeczą niemożliwą uzyskać przy największych mrozach, a więc przy temperaturze zewnętrznej -20°C , wewnętrznej $+20^{\circ}\text{C}$, takiesame różnice temperatur, jak przy wyższych temperaturach zewnętrznych. Laicy często przyjmują, że ogrzewanie, które przy -20°C zewnątrz daje różnicę temperatur 40° , t. zn. temperaturę wewnętrzną $+20^{\circ}\text{C}$, powinno przy temperaturze zewnętrznej 0° wywołać temperaturę wewnątrz $+40^{\circ}\text{C}$, jeżeli działanie ogrzewaczy jest takiesame. To jest błędne, gdyż ilość ciepła oddanego przez ogrzewacz znacznie maleje, gdy temperatura w ubikacji rośnie, a nadto powiększają się równocześnie straty ciepła ku sąsiednim ubikacyom n. p. kurytarzom i schodniom. Dopiero H. Recknagel dał dokładny sposób obliczenia¹⁾, jakich temperatur należy się w praktyce spodziewać przy wyższych temperaturach zewnętrznych, tak że na podstawie tej metody przeprowadzić można próbę gwarancyjną, nie czekając na największe mrozy, w każdym czasie. Trzeba tylko, podług wzorów przez niego podanych, uwzględnić wszystkie czynniki, jakie wpływają na przebieg próby. Np. dla ogrzewania wodnego jeżeli dla temperatury zewnętrznej najniższej -20° , temperatura wody dopływającej z ogrzewacza wynosi 90° , wypływającej 65° , to różnica temperatur między ogrzewaczem a powietrzem w pokoju będzie $\frac{90+65}{2} - 20 = 57,5^{\circ}$. Dla temperatury zewnętrznej 0° , zdawałoby się, że takasama różnica będzie o połowę mniejsza t. zn. $\frac{57,5}{2} = 28,75^{\circ}$, z czego wynika średnia temperatura ogrzewacza $28,75 + 20 = 48,75^{\circ}$;

dokładne jednak obliczenie Recknagla daje 53° ; różnica więc jest znaczna. Podczas gdy w ogrzewaniu wodnem możliwa jest taka próba gwarancyjna przez odpowiednie obliczenie i dobór temperatury wodny, bez znacznych przeszkód dla mieszkańców budynku, trudniejsza sprawa jest z ogrzewaniem parowem, gdyż wpływ centralnej regulacji ciśnienia pary z kotłowni jest przy znaczniejszych odległościach poziomych bardzo nieznaczny, a manipulacja przy wentylach regulacyjnych nie daje żadnej pewności co do skutku ogrzewaczy; dlatego też w większości wypadków jesteśmy zdani — w razie wyższych temperatur zewnętrznych, — na metodę przegrzania. I tutaj obliczenia Recknagla, choć nie tak pewne jak dla ogrzewań wodnych, mogą być w praktyce pożyteczne. Chodzi bowiem o to, aby wiedzieć, jakiej temperatury można się spodziewać w ogrzanych pokojach podczas próby gwarancyjnej, skoro temperatura zewnętrzna wzrosła. Np. dla pomieszczenia, którego strata ciepła przy -20°C zewnątrz, a $+20^{\circ}\text{C}$ wewnątrz wynosi 1355 cpl/godz. , wynika z obliczenia dla temperatury zewnętrznej 0° , żądana temperatura $22,7^{\circ}\text{C}$, a więc daleko niższa, niżby się tego można spodziewać.

Dla nauki ogrzewania i wentylacji wielką korzyść przyniesie rozszerzone w roku obecnym laboratorium politechniki berlińskiej, pozostające pod kierownictwem zasłużonego prof. Rietschla. Doświadczenia, przeprowadzone w tem laboratorium mają służyć bezpośrednio praktyce, nie są to więc próby laboratoryjne w celu wyprowadzenia ogólnych praw fizycznych, ale doświadczenia nad konstrukcjami, w praktyce używanymi, lub nowo występującymi, aby ocenić ich wartość i stworzyć dane do ich obliczenia. Dotychczas przeprowadzono w niem następujące doświadczenia:

Oznaczenie współczynnika transmisji ogrzewaczy parowych i wodnych.

Doświadczenia nad oporami ruchu powietrza w kanałach blaszanych i muryowanych.

Badania materiałów izolacyjnych.

Doświadczenia nad stratą ciśnienia w filtrach.

Oznaczenie chylzości i ciśnienia powietrza przepływającego przez przewody.

¹⁾ Gesundheitsingenieur 1910, str. 361 i n.

Badanie automatycznych oddzielaczy wody kondensacyjnej.

Wyznaczenie współczynników tarcia w przewodach wodnych.

Doświadczenia nad wentylatorami.

Laboratorium berlińskie oprócz ćwiczeń ze studentami służy także bezpośrednio przemysłowi, o tyle, że każdy przemysłowiec lub fabrykant może za stosownem wynagrodzeniem dać do zbadania swą konstrukcję lub wynalazek. Nadto wydaje ono periodycznie drukiem opis i wyniki swych doświadczeń.

Stan przemysłu ogrzewania i wentylacji jest w rozmaitych krajach różny. W Niemczech np. jest obecnie bardzo zły. Wobec silnej konkurencji z powodu olbrzymiej ilości firm

ceny są tak niskie, że niektóre z nich zmuszone są pracować bez zysku, inne musiały zwinąć swą działalność. Szczególnie sposób rozpisywania ofert wpływa na niski stan przemysłu. Zwykle do konkursu staje bardzo wiele firm, a z wszystkich projektów przyjmuje się tylko jeden i to najtańszy. W innych gałęziach przemysłu jest to rzeczą normalną, tutaj projekt przedstawia tyle pracy duchowej i wysiłku umysłowego, że cała ta praca idzie na marne i pociąga za sobą stratę czasu. W Polsce w ostatnich latach ruch pod względem ogrzewania poczynia się ożywiać, a ponieważ konkurencja nie jest jeszcze zbyt silna, widoki na przyszłość są pomyślne.