

Najskuteczniejsze środki do zmniejszenia kosztów wytwórstwa ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu włóknianego i chemicznego.

We wszystkich gałęziach przemysłu panuje żywe współzawodnictwo o zbyt produktów — a przewagę w tym względzie osiąga ci wytwórcy, którzy dobry wyrób tanio sprzedawać mogą. Im większe zaś ilości jakiegoś produktu są ludziom potrzebne, tem większa wytwarza się konkurencya między dostawcami i tem bardziej zależy wytwórcom na jaknajtańszym sposobie fabrykacji tegoż produktu. Najwybitniejsze miejsce między wieloma potrzebami człowieka zajmuje popyt na tkaniny i papier; z tego też względu przemysł włókniany, rozwijający się na gruncie polskim, mimo trudnych warunków współzawodnictwa, robi najdalej idące wysiłki, zmierzające do jaknajtańszego wytwarzania swoich wyrobów, by zapewnić im szeroki zbyt nawet po za granicami kraju.

Korzystny zakup materiałów surowych i paliwa oraz nizkie płace robotników, zależne są odępodaży i wchodzą w handlowo-administracyjny zakres działania kierowników fabryk. Prócz tego, pomyślny rozwój przemysłu zależny jest od technicznych warunków, przyczyniających się do niskich kosztów wytwórstwa, mianowicie: 1) Ulepszenia konstrukcyi maszyn roboczych, by zużywały jaknajmniej siły napędnej, względnie paliwa, smarów, obsługi i miejsca w stosunku do swojej wydajności i 2) różnych kombinacyi, zmierzających do oszczędnego wy-

twarzania pary i siły napędnej — jak również ich racjonalnego rozprowadzenia do maszyn roboczych. Konsekwentne przeprowadzenie tych warunków przez technicznych kierowników fabryk, stawia dopiero dany przemysł na wyżynie postępu, obniżając koszty wytwórstwa głównie przez zmniejszenie rozchodu paliwa. Rozchód ten bowiem w przemyśle, stanowi w kosztach wytwórstwa jedną z najpoważniejszych pozycyi i jest zarazem ściśle związany z ogólną państwową gospodarczą społeczno-polityczną.

Budową i ulepszaniem maszyn roboczych (robników) zajmują się właściwie specjalne fabryki maszyn; technicznemu kierownikowi danej gałęzi przemysłu włóknianego lub chemicznego, pozostaje więc głównie wybór tego lub innego robnika, by jakością, względnie taniością wyrobu sprostać konkurentowi lub przewyższyć go w oszczędnym wytwórstwie. O wiele szersze pole do wykazania oszczędności paliwa w przemyśle, daje wzmiankowane wyżej drugie zadanie inżynierów, obejmujące kotły parowe i rozprowadzenie pary oraz silnice i rozprowadzenie siły napędnej. Dział ten, odnośnie do przemysłu włóknianego i chemicznego, w których oprócz siły napędnej zużywa się parę wprost z kotłów do fabrykacyi, obrałem sobie za przedmiot niniejszego referatu, by zainteresować nim obecny

Zjazd Techników, jako przyczynkiem do podniesienia ogólnego dobrobytu przez prace techniczne.

W epoce powstawania przemysłu włóknianego w Polsce, około 1825. roku, w fabrykach zakładanych przez Bank Polski w Żyrardowie i Łodzi, a także we wszystkich fabrykach zakładanych później przez zagranicznych kapitalistów, panowała zasada budowania dla każdego oddziału fabrycznego oddzielnej kotłowni i stawiania oddzielnej maszyny parowej. Budowano wówczas kotły parowe tylko na niskie ciśnienie, poniżej 6 atm. i maszyny parowe nie wielkie, 10 do 50 koni siły; 100-konne maszyny parowe nazywano wtedy dużemi; założone odrazu na wielką skalę fabryki, miały oczywiście maszyny parowe większe, przeważnie balansyerowe, kolosalnych rozmiarów, dochodzące pod względem siły napędnej do 1000 koni mechan. Budowano je już od 200 koni siły. Maszyny parowe 10—50 konne zużywały około 30 kg. pary na konia indik. w godzinie; 150 konne około 25 kg.; 800 konne około 17 kg. Para wchodząca do maszyn parowych była w najlepszym razie nasycona, najczęściej wilgotna; przegrzewacze pary nie znano jeszcze. Stosunkowo najwcześniej około 1850. roku zwrócono uwagę na straty cieplne w spalinach i zaczęto stosować ogrzewacze wody do zasilania kotłów parowych, nazywane z angielska ekonomajzerami. Zapomocą tychże osiągnano przeciętnie 25% oszczędności na paliwie.

Następnie około 1870. roku wydoskoniono maszyny parowe przez zmianę konstrukcyi i zmniejszenie oporów własnych tychże, redukując rozchód pary n. p. 800 konnych maszyn parowych do 12 kg. na konia i godzinę; oszczędzono więc przez to około 30% na paliwie. Po wydoskonaleniu materiałów na kotły parowe około 1880 r. podwyższono ich ciśnienie do 10-ciu atm. wskutek czego można było z maszyn parowych wyzyskać więcej siły lub nadać maszynom mniejsze wymiary; zmniejszył się też i rozchód pary na koniogodzinę w maszynach, wielkości około 800 koni siły do 8 kg. z powodu zwiększenia ciśnienia. Oszczędzono więc ponownie około 30% na paliwie w stosunku do poprzedniego rozchodu. W tej epoce, po 1895. roku, zaczęto sto-

sować do kotłów przegrzewacze pary i budować maszyny do wysoko przegrzanej pary o podwójnem działaniu i podwójnej ekspansyi systemu Schmidta. Jednocześnie zaczęto stosować kotły t. z. wodnorurowe dla wysokich ciśnień pary t. j. 12—15 atm. i budować maszyny parowe o potrójnej ekspansyi dla pary nieco przegrzanej. Przy tej sposobności przekonano się, że maszyny parowe o potrójnej ekspansyi, n. p. 1000 konne, zużywają przy 15 atm. ciśnienia i 280° C. temperatury pary — około 5,5 kg. pary na koniogodzinę, podczas gdy maszyny syst. Schmidta, zbudowane specjalnie dla wysokoprzegrzanej pary, o podwójnej ekspansyi, zużywały przy 10 atm. ciśnienia i 350° C. temperatury pary, tylko około 4 kg. pary na koniogodzinę indikowaną. Wyniki te dały więc w stosunku do ostatnich znowu przeszło 30% oszczędności na paliwie. W tej epoce rozwoju kotłów parowych i maszyn, t. j. około 1900. roku, zdawało się, że dalsze ulepszenia przy nich mogą mieć tylko mało znaczenia a jednak kocioł najlepszy wyzyskiwał tylko około 67% ciepła z węgla spalanego (jedynie kotły z przegrzewaczami pary i ekonomajzerami Schmidta wykazywały 80% sprawności) a maszyna parowa Schmidtowska zamieniała zaledwie 14% tego ciepła, jakie jej doprowadzono za pośrednictwem pary — na pracę.

W tym samym czasie, około 1900 roku, wydoskoniono silniki wybuchowe do gazów wielkopieczowych i ropy naftianej. Te ostatnie, jako mogące ewentualnie nadać się do przemysłu włóknianego — a pracujące z niebywałą dotąd sprawnością cieplną, przechodzącą 30%, zdawały się zagrażać maszynom parowym poważną konkurencją. Pokazało się jednak, że koszty instalacji tych silników jak i koszty paliwa do nich używanego, są w stosunku do kosztów parowych instalacji za wysokie i nie opłacają się dla napędów fabrycznych. Jednocześnie fabryki maszyn parowych, chcąc wówczas wykazać, że i parowa maszyna może z równie dobrą sprawnością cieplną pracować jak silnik ropowy lub naftowy, budowały jakiś czas maszyny parowe w połączeniu z maszynami dla kwasu siarkawego — lub pędzono oddzielne maszyny kwasem siarkawym, ogrzewanym parą, wycho-

dzącą z istniejących parowych maszyn do kondensatora.

Kombinacje te dały przeszło 30% więcej siły z pary użytej do maszyny parowej — lecz okazały się za drogie, tak w kosztach instalacji jak utrzymania i jako niepraktyczne nie rozpowszechniły się.

Między 1890 i 1900 rokiem zaczęto praktycznie stosować elektromotory do pędzenia transmisji fabrycznych i pojedynczych robników. To dało pochoch do nowych reorganizacji napędu fabrycznego. Stan urządzeń kotłowni był wówczas, jak i dziś jeszcze w przeważnej liczbie fabryk, jakiś przejściowy. W każdej prawie kotłowni stawiano dwojakie kotły: o wysokim ciśnieniu, 10—15 atm. zwykle systemu wodnorurowego z dużym paleniskiem pod rurami do pędzenia maszyny parowej i kotły o niskim ciśnieniu, 4—7 atm. systemu walcowego o 2-ch rurach płomiennych z wewnętrznymi paleniskami, dla wytwarzania pary do takich potrzeb fabrykacyjnych — jak grzania, suszenia, gotowania, naparzania i t. p. Pociągało to za sobą niedogodności dwojakiego urządzenia kotłowni, przyczem opatrywano nowe kotły, pędzące maszynę parową, w najlepsze osprzęty i urządzenia dodatkowe, stare zaś kotły niskiego ciśnienia, znajdujące się w liczbie znacznie większej w tejże samej kotłowni, były zacołane pod tym względem i pochłaniały więcej paliwa w stosunku do swojej wydajności pary niż nowe.

Gdy się o tem przekonano, starano się, dla zmniejszenia strat, urządzać paleniska kotłowe tak, by czeluści mało lub wcale nie otwierać, doprowadzać automatycznie wtórne powietrze, wreszcie spalać pod kotłami jaknajtańszy węgiel.

Urządzano więc mechaniczne narzucanie węgla w drobnych kawałkach na ruszty zwyczajne lub spalano miał węglowy przy pomocy dmuchawek parowych albo powietrznych, zakładano regulatory do zasuw dymowych i klap przy drzwiczkach i t. p. Chodziło przytem także o wywołanie bezdymnego spalania.

Zamierzony cel osiągnąć z lepszym lub gorszym skutkiem, lecz oszczędność na paliwie była za mała, by pokrywała koszty utrzymania tych urządzeń, które często psuły się bądź same, bądź wywoływały

przerwy w robocie. Zwyczajne paleniska kotłów wodnorurowych, stosowanych coraz częściej w przemyśle przy centralizacji napędu, dymiły tak niemiłosiernie, że korzyści wynikające z instalacji o wysokim ciśnieniu pary, ginęły prawie z powodu nie należytego spalania się węgla na rusztach i stosunkowo małej wydajności tych kotłów, ponieważ nie można było ich forsować.

Dopiero zastosowanie mechanicznego rusztu łańcuchowego w ostatnich 3-ach latach do palenisk kotłów wodnorurowych, zmieniło radykalnie sprawę ekonomicznego spalania węgla i forsowania tych kotłów. Kotły wodnorurowe przestały zupełnie od tej pory dymić, węgiel drobny, tani, spala się doszczętnie, prawie bez strat z przesiewania się go przez ruszty w stanie niespalonym, wielkość rusztów może być wykonywana dowolnej długości i cyfra wydajności tych kotłów zwiększyła się z 16, przy ręcznym obsłudze, na 40 kg. pary z 1 m² pow. ogrzew. przy mechanicznym napędzie rusztów — sprawność zaś kotłów przekroczyła 86% wyzyskania ciepła z węgla spalonego. Na tej wyżynie stoją kotły wodnorurowe obecnie — a doszły do niej przez urządzenie wielkich elektrowni, po miastach ludnych i przemysłowych, w których chodziło o to by na jaknajmniejszej przestrzeni wytwarzać jaknajwiększe ilości pary jaknajekonomiczniej.

Wracając do reorganizacji napędów fabrycznych z powodu możliwości stosowania elektromotorów, urządzano i w fabrykach elektrownie, centralizując wytwarzanie siły napędnej w oddzielnych budynkach, mieszczących kotły i maszyny. Kotły o niskim ciśnieniu, do potrzeb fabrykacyjnych i ogrzewania, pozostawiono na dotychczasowem ich miejscu po oddziałach fabrycznych. Na centralizacji napędu zyskano, przy stosunkowo wielkich nakładach, zaledwie 15% oszczędności na paliwie. Dla wyciągnięcia zatem większych korzyści z owych nakładów urządzano — przy stosunkowo wielkich maszynach parowych fabrycznych elektrowni — dodatkowe ogrzewacze wody między cylindrem niskiego ciśnienia i kondensatorem dla otrzymywania znacznych ilości ciepłej wody zużywanej w fabrykacji oraz do zasilania kotłów i stosowano odpowie-

dnie urządzenia do upuszczania pary z receiverów maszyn parowych, zużywając tę parę do fabrykacji lub na ogrzewanie, jako tańszą od tej, którą się bierze wprost z kotłów parowych, ponieważ już częściowo wyzyskana została do wytwarzania siły napędnej. To upuszczanie pary z receiverów wpłynęło także bardzo korzystnie na maszyny parowe w taki sposób, że prace obydwóch cylindrów, małego i dużego wyrównały się. Ponieważ maszyny parowe mają największą sprawność, gdy są nieco przeciążone — a przy przeciążeniu przenosi się większa część pracy na cylinder niskiego ciśnienia, więc osiągnięto przez upuszczanie pary z receiverów także maximum pracy w cylindrze wysokiego ciśnienia, czyli zwiększono wydajność maszyny parowej, względnie jej sprawność i jednocześnie zyskano pokaźne ilości pary taniej do ogrzewania i fabrykacji. Te urządzenia wykazały około 18% oszczędności na paliwie przy stosunkowo nie wielkim nakładzie.

Przy reorganizacji fabrycznych instalacji siły przechodzi się zwykle z niskiego ciśnienia pary na wyższe i zdarza się przy tem, że istniejące wielkie maszyny parowe są jeszcze bardzo zdadne do dalszego użytku, tylko nie możliwe do pędzenia z powodu wykonania ich dla małego ciśnienia pary. W takich wypadkach wymienia się tylko korpus i tłok cylindra wysokiego ciśnienia na mniejszy, użytkując wszystkie części stawidła i części pociągowe do nowego mniejszego cylindra, odpowiedniego dla wyższego ciśnienia. Przy tej kombinacji daje się powiększyć moc maszyny n. p. z 800 na 1000 koni indik. i zredukować rozchód pary z 9,5 na 6 kg. na koniogodzinę przy podwyższeniu ciśnienia początkowego w małym cylindrze z 6,5 na 14 atm. Zyskuje się więc przeszło 20% siły i oszczędza przeszło 35% pary, względnie węgla na koniogodzinę, bardzo małym stosunkowo kosztem.

Z powstaniem elektrowni miejskich wprowadziły się w użycie, w ciągu ostatnich 5-ciu lat, turbiny parowe jako wygodne jednostki dla wielkich sił, zajmujące mało miejsca i pracujące przy tem z lepszą sprawnością cieplną, niż maszyny parowe tłokowe. Techniczni kierownicy fabryk idąc z postępem, zaprowadzają w elektrowniach

fabrycznych obecnie również turbiny parowe i przystosowują je przy tem do odmiennych warunków i potrzeb fabrykacyjnych.

W elektrowniach fabrycznych ustawia się turbiny, pracujące z kondensacją, wyzyskując z nich dodatkowo tylko ogrzewanie wody dla celów fabrykacyjnych i na potrzeby kotłowni. Po oddziałach zaś fabrycznych, w których zużywa się parę o niskim ciśnieniu do celów fabrykacyjnych, ustawiają się specjalnej konstrukcji turbiny parowe, że się tak wyrażę pożytkowe, do wytwarzania prądu elektrycznego, pędzone przeznaczoną do zużycia w fabrykacji danego oddziału parą. Należy tylko wytworzyć tę parę umyślnie o ciśnieniu jaknajwiększym aby dany spadek ciśnienia wyzyskać na wytworzenie siły napędnej i wypuścić z turbiny parę z resztą ciśnienia na zużycie w fabrykacji. Decentralizuje się co prawda przez takie urządzenia wytwarzanie siły napędnej, lecz otrzymuje się tę siłę prawie darmo.

Turbiny te pracują zwykle równolegle z elektrownią na wspólną sieć przewodników. Pożytkowe turbiny parowe, pracujące bez kondensacji, nazwałem turbinami przeciwprężnymi (niem. „Gegendruckturbinen“). Podobne turbiny, pracujące tylko z częściową kondensacją, względnie całą — i oddające z jednej z przedostatnich komórek turbinowych parę do fabrykacji lub na ogrzewanie, nazwałem turbinami paroupustnymi (niem. „Anzapfturbinen“ albo „Dampfen-tnahmeturbinen“).

Wreszcie przy istniejących wielkich maszynach parowych z kondensacją, które jeszcze są za dobre, aby je kasować, lecz które zużywają o jakie 30% więcej pary niż maszyny Schmidrowskie dla wysoko przegrzanej pary, ustawiają się dodatkowe turbiny parowe z dodatkową kondensacją, włączane między cylinder małego ciśnienia i kondensator maszyny parowej. Para wychodząca z dużego cylindra o ciśnieniu nieco wyższym od 1-szej atmosfery, pracuje dalej w turbinie niskiego ciśnienia i wychodzi z niej do kondensatora maszyny parowej, zaopatrzonego w dodatkowy kondensator z pompką powietrzną. Turbiny te nazwałem turbinami wylotnoparnymi lub turbinami parowymi dodatkowymi (niem. „Abdampfturbinen“).

Przy urządzeniu tego rodzaju turbiny dodatkowej — pozostaje cała ilość pary zużywanej przez maszynę parową bez zmiany, skutek mechaniczny maszyny parowej, n. p. 1000 konnej, zmniejsza się do 700 koni, lecz skutek elektryczny dodatkowej turbiny wynosi 530 koni, tak — że ostatecznie suma siły napędnej wynosi 1230 koni, czyli zyskuje się 23% na sile, względnie osiąga się taką oszczędność na paliwie przy danej maszynie.

Rachunek kalkulacyjny takiej turbodynamomaszyny dodatkowej przedstawia się jak następuje: Siła wywiązana przez nią idzie na sieć przewodników, wspólną z elektrownią fabryczną i elektrownią o tyle mniej siły wysyła do sieci — o ile więcej tej siły dostarczają turbodynamomaszyny pożytkowe po oddziałach. Koszt własny jednej koniogodziny w elektrowni wynosi = 2,5 kop. Turbodynamomaszyna dodatkowa przy maszynie parowej, wyżej wspomnianej, daje po nad to, co maszyna parowa dotychczas dawała, 230 koni siły. Przy 10-godzinnej dniówce i średnio 290 dniówkach w roku, wynosi oszczędność roczna

$$\left(\frac{230 \times 2,5 \times 10 \times 290}{100} \right) = \text{Rb. } 16.675.$$

Cena tej turbodynamomaszyny na miejscu ustawienia wynosi Rb. 16.150. — Koszt więc owej instalacji dodatkowej opłaci się w ciągu jednego roku.

Turbiny paroupustne można pod względem obciążania i upuszczania pary w bardzo szerokich granicach wyzyskiwać i daleko lepiej niż urządzenia do upuszczania pary z receiverów maszyn parowych, zwłaszcza gdy upuszczana para ma stosunkowo duże jeszcze ciśnienie. N. p. turbodynamomaszyna paroupustna z kondensacją, zbudowana tak, że można z niej upuszczać od 0 do 18.000 kg. pary na godzinę o ciśnieniu 4 atm., wywiązuje normalnie 1.500 koni siły przy 3.000-ch obrotów na minutę.

Jeżeli pracuje z pełnem obciążeniem i upuszcza się z niej 18.000 kg. pary na godzinę o ciśnieniu 4 atm., to trzeba jej doprowadzić 21.200 kg. pary na godz. o ciśn. 12 atm., czyli 14,1 kg. na koniogodzinę. Jeżeli przy pełnem obciążeniu maszyny nie upuszcza się pary wcale, to zużycie pary w turbinie wynosi 7.500 kg. na godzinę, czyli 5 kg. na koniogodzinę.

Przy połowie obciążenia i upuszczaniu 18.000 kg. pary na godzinę, trzeba turbinie doprowadzić 18.100 kg. pary na godzinę, czyli 21 kg. na koniogodzinę; nie upuszczając zaś pary wcale — 5,3 kg. na koniogodzinę. Turbodynamomaszyna ta pracuje niezależnie na swoją sieć przewodników doprowadzających prąd do elektromotorów, których to pracę zastępowała poprzednio maszyna parowa z transmisją — a koszt jednej koniogodziny wynosił 3 kop. Przeciętne obciążenie tejże turbodynamomaszyny wynosi 1.125 koni, czyli $\frac{3}{4}$ obciążenia przeciętne zaś upuszczanie pary wynosi 12.000 kg. na godzinę — a przeciętny rozchód pary na godzinę wynosi 16.000 kg. Z tej ilości traci się zatem 4.000 kg. w kondensatorze, czyli $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ zużywa się w fabrykacji. Kosztem więc podwyższenia ciśnienia 16.000 kg. pary na godzinę z 4-ch do 12 atm. i kosztem straty 4.000 kg. pary na godzinę co wynosi razem Rb. 9,75 na godzinę, zyskuje się $\frac{1125 \times 3}{100} = \text{Rb. } 33,75$ na godzinę, czyli na czysto Rb. 24 na godzinę.

Na rok czyni to Rb. 69.600. Koszt instalacji tej paroupustnej turbodynamomaszyny, nie licząc elektromotorów, wynosi Rb. 85.300. Instalacja taka opłaca się więc z oszczędności na paliwie w ciągu 1 $\frac{1}{4}$ roku.

Turbinę paroupustną stosuje się tam, gdzie niema elektrowni fabrycznej — lub gdzie się chce wytwarzać siłę elektryczną bez zależności od ilości pary, wypuszczanej z turbiny na fabrykację.

Turbiny przeciwpiężne są stosunkowo najkorzystniejsze jako turbiny pożytkowe dla oddziałów fabrycznych, zużywających parę w fabrykacji o ciśnieniu niższem od 6-ciu atmosfer. Przeciwpiężna turbodynamomaszyna prądu 3-fazowego do pędzenia motorów elektrycznych, pracująca na wspólną sieć przewodników z istniejącą elektrownią fabryczną oraz z innemi turbodynamomaszynami pożytkowemi, przepuszczająca od 9.000 do 18.000 kg. pary na godzinę dla fabrykacji, pracująca z początkowem ciśnieniem = 14 atm. i początkową temperaturą pary = 325° C. daje przy największem przepuszczaniu pary = 920 koni siły, zużywając na koniogodzinę niecałe 20 kg. pary. Zwiększyw-

szy ciśnienie początkowe i zmniejszywszy końcowe o 0,25 atm. osiąga się w przybliżeniu 1000 koni siły, czyli zużycie około 18 kg. pary na koniogodzinę. Przy przepuszczaniu 9.000 kg. pary na godz. osiąga się 400 koni siły, zużywając 23 kg. pary na koniogodzinę. Zużycie pary w tym oddziale fabrycznym, w którym ta turbodynamomaszyna pracuje, wynosi przeciętnie 16.000 kg. pary na godzinę i wywiązuje się z niej przeciętnie 800 koni siły. Licząc tę siłę jak poprzednio po koszcie własnym elektrowni fabrycznej = 2,5 kop. za koniogodzinę, otrzymuje się w zysku Rb. 20 na godzinę. Nakład zrobiony dla osiągnięcia tej korzyści t. j. koszt podwyższenia ciśnienia pary z 5 na 15 atm. oraz do temperatury 380° C. wynosi przy 16.000 kg. pary na godz. = Rb. 2,80 na godzinę. Czysty więc zysk wynosi Rb. 17,20 na godzinę. Przy 10-godzinnej dniówce i 290 dniówkach w roku, wynosi czysty zysk roczny = Rb. 49.800. Cała instalacja tej turbodynamomaszyny przeciwprężnej kosztuje Rb. 40.600. Nakład umarza się więc w ciągu 10 miesięcy.

Poza temi korzyściami realnemi, jest turbina przeciwprężna teoretycznie najekonomiczniej pracującą turbiną, ponieważ — pracując bez kondensacji — zamienia większą ilość ciepła na pracę niż inne turbiny lub maszyny parowe. Zważywszy, że 1 ciepłina, czyli jednostka ciepła = 427 mkg., siła 1 konia zaś = 75 mkg. sek. — to 1 koniogodzina = $75 \times 3.600 = 270.000$ mkg. Ilość ta, przeliczona na ciepło, daje $\frac{270.000}{427} = 632$ ciepliny; czyli 632 ciepliny odpowiadają sile 1 koniogodziny. Z poprzednio przytoczonych cyfr: 14 atm. ciśnienia początkowego i 325° C. oraz 5 atm. ciśnienia końcowego i 180° C. wynosi ilość ciepła wchodzącego do turbiny w 1 kg. pary — podług tabeli Molliera = 742 ciepliny; ilość ciepła wychodzącego z turbiny w 1 kg. pary = 671 cieplin; na pracę zamienia się więc teoretycznie (742—671) = 71 cieplin z 1 kg. pary, czyli $\frac{71}{632} = 0,12$ konia rz. albo, dla wytworzenia 1 koniogodziny zużywa się: $\frac{1}{0,112} = 9$ kg. pary teoretycznie. W rzeczywistości wytwarza ta turbina przy 16.000 kg.

pary na godzinę 800 koniogodzin, czyli na 1 koniogodzinę przechodzi przez nią = 20 kg. pary; w stosunku do teoretycznej ilości jest to $\frac{9}{20} = 0,45$, — czyli turbina przeciwprężna zamienia 45% ciepła na pracę.

Dotychczas nie można było w żadnym silniku cieplnym tego dokonać. Ze względu na to, że turbiny przeciwprężne tak korzystnie pracują — a nie można ich było używać w szerokim zastosowaniu — ponieważ trzeba było ręcznie nastawiać zmieniającą się ciągle ilość pary przez nie przechodzącą, stosownie do chwilowego jej zapotrzebowania w fabrykacji, zastosowałem do pierwszej większej, norm. 900-konnej turbodynamomaszyny przeciwprężnej, pracującej w Pabjanicach, a zbudowanej w Zgorzelickiej Fabryce Maszyn, stawidło automatyczne własnego pomysłu, które umożliwia pędzenie turbiny z jednostajną liczbą obrotów (= 3000 na min.) i jednostajnem końcowem ciśnieniem pary (= 5 atm.) przy zmiennej ilości pary przechodzącej w jednostce czasu przez turbinę, nawet przy jednostajnem początkowem ciśnieniu pary — lecz zawsze przy możliwie największem wyzyskaniu siły z pary przechodzącej przez turbinę, więc przy zmieniającem się ciągle obciążeniu turbodynamomaszyny. Jest to kombinacja regulacji ilościowej z regulacją jakościową pary.

Wracając do kotłów parowych, to przez zastosowanie turbin pożytkowych po oddziałach fabrycznych, gdzie zużywa się parę do fabrykacji, stało się możliwem wytwarzanie pary o wysokiem ciśnieniu i dla tych oddziałów, jak dla maszyn i turbin parowych, pracujących z kondensacją. Można więc obecnie wszystkie kotłownie, jeżeli jest ich kilka w danej fabryce, scentralizować.

Na centralizacji wytwarzania pary osiąga się również olbrzymie zyski z oszczędności paliwa i obsługi kotłów. Wytwarzając parę przegrzaną o wysokiem ciśnieniu i wysokiej temperaturze, można ją na wielkie odległości rozprowadzać przy nieznacznej stracie ciepła. W takiej kotłowni centralnej, dającej parę o 15 lub 16 atm. ciśnienia, przegrzaną do 380 lub 400° C., usławia się więc obecnie kotły wodnorurowe o możliwie wielkiej powierzchni ogrzewalnej i możliwie wielkiej wydajności pary z 1 m² pow. ogrz.

z rusztami łańcuchowymi, pędzonymi mechanicznie, z ogrzewaniem wody zasilającej gazami spalinowymi, odchodzącymi do kominu, z łączeniem tejże wody przez ekonomajzer, zapomocą pompy centryfugalnej dla wysokich ciśnień, z mechanicznym doprowadzeniem węgla drobnego ze zwał do palenisk kotłowych i ewentualnie z urządzeniem sztucznego ciągu kominowego. Przy ześrodkowaniu wytwarzania pary w wielkich ilościach i opisanem urządzeniu kotłowni, zyskuje się przez użycie łańszczego gatunku węgla oraz doskonałe spalanie tegoż jak również przez zastosowanie najlepszych urządzeń dodatkowych, przeszło 30% oszczędności na koncie węgla w stosunku do tego rozchodu, jaki był przed scentralizowaniem kotłowni, nie licząc oszczędności na obsłudze kotłów i na podwójnem wyzyskiwaniu pary. Tak pomyślnie wyniki osiągnąłem n. p. przez skasowanie 5-ciu kotłowni z 17-tu kotłami mającemi łącznie 1900 m² pow. ogrzew. i przez ustawienie w jednej z tych kotłowni 6-ciu nowych kotłów systemu Babcock i Wilcox o łącznej powierzchni ogrzewalnej = 1830 m² i ekonomajzera syst. Krügera do nich o powierzchni ogrzewalnej = 1010 m².

Przeprowadzenie pary o wysokiem ciśnieniu i wysokiem przegrzaniu, jest stosunkowo łatwe na największe nawet odległości, dochodzące kilkuset metrów długości, bez strat znaczniejszych, ponieważ przekroje rur wypadają niewielkie a zwłaszcza, gdy rury są szczelne i dobrze na całej długości wraz z flanszami izolowane masą azbestową i ewentualnie termalitem. Jako kompensatory okazały się do tego rodzaju kombinacji najpraktyczniejsze rury kuto-żelazne spawane, fałdowane w kręgi — jakby z blachy falistej i wyginane, systemu Maciejewskiego, z flanszami stalowymi lub żelaznemi kutem, nasadzonemi i zawalcowanemi. Jako uszczelnienia flanszy do tego rodzaju komunikacji jest Klingerit najodpowiedniejszy tam, gdzie nie można flanszy z sobą znitować i zaklepać. W Pabjanicach są n. p. komunikacje parowe przeprowadzone 200 i 150 mm średnicy z kutego żelaza, izolowane termalitem i warstwą powietrza, przeprowadzające parę o ciśnieniu 15 atm. i o temperaturze 380° C. pod głównemi ulicami miasta ułożone na

głębokości 1,2 m. w żelaznych lanych rurach kanałowych 400 mm śr. i zabrukowane. Komunikacje dla gorącej wody, żelazne lanne, 150 i 200 mm śr. ułożone bez izolacji, wprost w ziemi i zabrukowane, funkcjonują również bardzo dobrze, prawie bez strat na cieple.

Mając tanią siłę elektryczną, można w najszerszym zakresie stosować ją dla osiągnięcia dalszych korzyści, zmierzających do zmniejszenia kosztów wytwórstwa. Zamiast więc pędzenia specjalnych dynamoszyn do elektrycznego oświetlenia sal fabrycznych, zastosować przetworniki prądu zmiennego na prąd stały, gdy nie opłaci się przerabiać instalacji oświetlenia na prąd zmienny o wysokiem napięciu. Jeżeli z danej sieci przewodników prądu zmiennego 3-fazowego pędzą się głównie duże motory elektryczne, n. p. na ogólne zapotrzebowanie 1000-ca koni siły 6 motorów 100 konnych asynchronicznych, to wówczas panuje zwykle w sieci duże przesunięcie faz i przez to strata na sile. Przyłączając do takiej nieekonomicznie pracującej sieci 1 motor 100 konny synchroniczny z własną dynamoszynką do zasilania pola magnetycznego, można przesunięcie faz wyprostować zupełnie i zyskać 100 koni siły na czysto, bez obciążania niemi dynamoszyny głównej w elektrowni, a sprawność tejże zwiększy się nawet.

Dalej, — znany jest w przemyśle włóknianym fakt, że na przedzarkach obrączkowych przedzie się nitka nie zupełnie równej grubości z tego powodu, że transmisja obraca się z jednostajną liczbą obrotów i przy nawijaniu nitki na szpulkę w grubem jej miejscu, napręża się nitka więcej niż w miejscu cienkiego nawinięcia. Oprócz tego, liczba obrotów wrzecion przedzarki obrączkowej jest taka tylko duża, przy jakiej wrzeczona nie wyskakuje z panewek, gdy się przedzarkę, pędzoną pasem transmisyjnym puszcza w ruch przez przesunięcie pasa z koła luźnego na koło napędowe. Wówczas w jednej chwili osiągają wrzeczona najwyższą swoją liczbę obrotów. Gdyby jednak możliwem było puszczenie wrzecion w ruch z niewielką liczbą obrotów i z szybkim następnie zwiększaniem tej liczby, to można by nadać przedzarce o 25% większą liczbę obrotów niż dotychczas zapomocą pasa i zwiększyć przez to o

ty też jej produkcję. Tej potrzebie czynią za-
dłość nowe motory elektryczne, t. z. repul-
syjne, dla prądu zmiennego jednofazowego,
pracujące bez straty prądu przy zmiennej
liczbie obrotów, którą to można zmie-
niać w granicach n. p. 700—1100 na min.
Motor taki, sprzężony bezpośrednio z każdą
przędzarką obrączkową, puszcza ją w ruch
n. p. przy 700 obrotach i przez proste dal-
sze przesunięcie ręczki, można nadać prę-
dzarce 900 obrotów, jak zwykle przy napę-
dzie transmisyjnym lub więcej — dla zwięk-
szenia produkcji. Oprócz tego można wsku-
tek tej łatwiej zmienności liczby obrotów
motoru repulsyjnego, prząść na danej prę-
dzarce różne numery przędzy bez potrzeby
zmieniania kół zębatych stosunkowych —
i co najważniejsze, przez zastosowanie regu-
latora obrotów motoru, nadającego moto-
rowi zmienną liczbę obrotów w zależności
od przesuwania się stołu z obrączkami, na-
wijającemi nitkę na szpulkę, osiąga się je-
dnostajne naprężenie nitki przez cały czas
ich przedzenia, równą ich grubość przez to,
około 10% większą moc nitki i twardsze ich
nawinięcie na szpulki — przy zwiększonej
produkcji o 20—30%. Są to więc bardzo
wielkie korzyści, zmierzające do redukcji
kosztów wytwórstwa, osiągane wprost z za-
stosowania instalacji elektrycznej w miejsce
ruchu mechanicznego.

Przy mechanicznem przenoszeniu siły
za pomocą transmisji, okazały się cienkie
liny bawełniane, mogące pracować na ma-
łych średnicach kół, pod każdym względem
korzystniejsze i przedewszystkiem tańsze od
szerokich pasów i można te liny transmi-
syjne stosować już od 10-ciu koni siły w tych
razach, w których można obejść się bez prze-
suwania pasa — stosując ewentualnie sprzę-
gacz wyprężalny.

Reasumując wyszczególnione tutaj prace
techniczne, przynoszące olbrzymie korzyści
tym gałęziom przemysłu, w których zużywa
się siła napędna i para do fabrykacji, przy-
loczę tylko na zakończenie ogólne wyniki
tych pomyślnie rozwiązanych zadań technicz-
nych kierowników pewnej fabryki wy-
robów tkackich w Pabjanicach. Fabryka
ta, zatrudniająca około 4.000 robotni-
ków, zużywała przed 3-ma laty blisko
za 300.000 rubli węgla na rok. Obecnie, po
przeprowadzeniu centralizacji oddziałowych
kotłowni i zastosowaniu turbin pożytkowych
oraz nowszych elektromotorów i przy po-
większonej jeszcze produkcji, zużywa mniej
niż za 150.000 rubli węgla na rok. Gdyby
wszystkie duże i małe fabryki, ewentualnie
grupy małych fabryk zreorganizowały u sie-
bie wytwarzanie i rozprowadzanie pary i
siły napędnej w podobny sposób, jak tutaj
ogólnikowo przytoczyłem, oszczędzono by wię-
cej niż połowę węgla spalanego w prze-
myśle; z powodu tańszych wyrobów pod-
niósłby się ogólny dobrobyt, a krajowych
zapasów węgla w ziemi spoczywających,
wystarczyłoby na 100% dłuższy okres czasu
niż przy dotychczasowej gospodarce — zanim
by się te pokłady wyczerpały.

Wskazane w niniejszym referacie środki
do zmniejszenia kosztów wytwórstwa w prze-
myśle włóknianym i chemicznym są wy-
próbowane, korzyści z nich płynące dają się
w każdym poszczególnym wypadku na-
przód obliczyć i następnie udowodnić — a
wyniki ogólne, z zastosowania tych środków
wypływające, skuteczniej i zdrowiej oddzia-
ływają na rozwój przemysłu niż ryzykowne
spekulacje giełdziarskie.

Pabjanice w sierpniu 1910 r.