

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

inw.

1933/13

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000231398

ZAGADNIENIA TECHNICZNE ODBUDOWY KRAJU.

13

WYBÓR SILNIKA

DR INŻ. WIESŁAW CHRZANOWSKI
PROFESOR POLITECHNIKI LWOWSKIEJ

L W Ó W 1917

NAKLAD I WŁASNOŚĆ KSIĘGARNI POLSKIEJ BERNARDA POŁONIECKIEGO
WARSZAWA: GEBETHNER I WOLFF.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~II 1983/13~~

II - 347795

BPK-B-442/2016

Akc. Nr. _____

~~608149~~

WYKONANO W ZAKŁADZIE DRUKARSKIM „GRAFIA”, LWÓW,
ULICA CHORĄCZYŃNY LICZBA 27. — NUMER TELEFONU 1998.

Pracą niniejszą, wykończoną dnia 14. lipca 1914 r., nie ukazała się dotychczas w druku z powodu wypadków wojennych. Ponieważ porusza ona zagadnienia, które obecnie są częściowo, a po ukończeniu wojny będą bardzo aktualne, może oddać w niejednym przypadku usługi, pomimo że ceny, podane w rachunkach rentowności, odnoszą się do czasów przedwojennych. Sposób zestawiania rachunków rentowności pozostaje bowiem bez zmiany.

W ogólności wojna nie przyczyni się do zmian zasadniczych przy wyborze silnika. Wypadki lat ostatnich wskazują może jedynie na to, że nie należy, zwłaszcza jeśli chodzi o centrale miejskie, wybierać silników, pędzonych paliwami, które podlegają we wielkiej mierze spekulacji, n. p. ropa naftowa. Pomimo to trudno dziś przewidzieć, czy silniki, pędzone ropą lub smołowcem, nie zdobędą po wojnie znowu wielkiego znaczenia.

Bezwątpienia wzrosną po wojnie ceny paliw i oliwy, skutkiem czego zakłady o sile wodnej będą posiadały jeszcze większe znaczenie, zwłaszcza w niektórych częściach ziem polskich. Koszta ich budowy będą oczywiście również znacznie większe niż przed wojną, ponieważ pieniądz posiada mniejszą wartość. Wobór pomiędzy silnikowym zakładem wodnym a ciepłownym należy zawsze uskuteczyć na podstawie rachunku rentowności.

Dla zamieszczonych przykładów rachunków rentowności podały mi obszerny materiał następujące przedsiębiorstwa:

Fabryka motorów „Ursus“	w Warszawie	} dla warunków w zaborze rosyjskim;
Biuro techniczne Ryszard Bohne	„ „	
Tow. akc. Orthwein i Karasiński	„ „	
„ „ Siemens	„ „	} dla warunków w zaborze austriackim;
„ „ „Erste Brünnner M. F. G.“	w Brnie mor.	
„ „ „Leobersdorfer M. F. F.“	w Leobersdorf	
„ „ A. E. G. — Filia	w Krakowie	
„ „ Benz — Filia	we Lwowie	
Fabryka Lanza — Filia	we Wiedniu	

Tow. akc. H. Cegielski	w Poznaniu	} dla warunków w zaborze pruskim.
" " R. Wolf	w Magdeburgu	
" " Gasmotorenfabrik Deutz, Filia	we Wrocławiu	
" " „M. A. N.“	w Norymberdze	
" " Paucksch - Zastępstwo	w Poznaniu	

Inż. Z. Okoniewski i Tow. A. E. G. z Warszawy podali mi kilka cen maszyn elektrycznych.

Wymienionym przedsiębiorstwom składam na tem miejscu najserdeczniejsze podziękowanie.

W czasie opracowywania niniejszej publikacji ukazały się następujące książki z tego samego zakresu :

1. Inż. J. Weber „Wybór motoru w przemyśle drobnym“ ;
2. Urbahn-Reutlinger „Ermittelung der billigsten Betriebskraft für Fabriken“ ;
3. Friedr. Barth „Wahl, Projektierung und Betrieb von Kraftanlagen“, wraz z przykładami rachunków rentowności ;
4. E. Porębski „Motory dla przemysłu drobnego i ich obsługa“.

Z książek powyższych zaczerpnąłem niektóre dane, których nie posiadałem z własnego doświadczenia, względnie nie otrzymałem wprost z fabryk.

We Lwowie, dnia 3. czerwca 1917.

Autor.

T R E Ś Ć.

	Strona
Wstęp	VII
I. Znaczenie pomiarów odbiorczych i rachunek rentowności	1—10
II. Wybór wielkości i fabrykatu silnika	10—14
III. Pogląd na rodzaje silników	15—35
<i>A. Silniki cieplikowe:</i>	
1. parowe: a) kotły	15—18
b) maszyny parowe	18—23
c) turbiny parowe	23—27
2. spalinowe	27—31
<i>B. Silniki wodne</i>	31—33
<i>C. Silniki wiatrowe</i>	33—34
<i>D. Motory elektryczne</i>	34—35
IV. Pogląd na wybór rodzaju silnika	36—57
Czynniki, które oprócz rachunku rentowności uwzględnić należy:	
1. warunki lokalne, — wielkość miejsca, na którym silnik ma być ustawiony	39—41
2. rodzaj paliwa, jego dowóz, istnienie wody w potrzebnej ilości i jakości	41—42
3. rodzaj przedsiębiorstwa, potrzebującego siły popędowej, jako i kapitał, stojący do dyspozycji	42
4. gotowość silnika do pracy w każdej chwili i rodzaj jego ruchu	42—43
5. niezawodność biegu silnika i wymagania co do umiejętnej obsługi	43—46
6. zapotrzebowanie paliwa przy różnych obciążeniach silnika i w ruchu zwykłym	47—54
7. możność przeciążenia silnika	54—56
8. przymioty silnika pod względem regulacji	56—57
V. Przykłady rachunków rentowności:	
<i>A. Wskazówki ogólne:</i>	
1. Postępowanie przy wyborze silnika, wartości opałowe, ceny paliw, ceny oliwy	57—62
2. Silniki o skutku 1—30 koni efektywnych	62—66
3. " " " 30—150 koni efektywnych	66
4. " " " 150—1200 koni efektywnych	66—67
5. " " " ponad 1200 koni efektywnych	67
<i>B. Przykłady:</i>	
Przykład 1. Locomobila przewozowa o skutku 30 HPe	

- | | | | |
|----------|-----|---|---------|
| Przykład | 2. | Silnik o skutku | 4 HPe |
| " | 3. | " " " | 12 HPe |
| " | 4. | " " " | 30 HPe |
| " | 5. | " " " | 60 HPe |
| " | 6. | " " " | 130 HPe |
| " | 7. | " " " | 130 HPe |
| " | 8. | Dwa silniki o skutku po 200 HPe | |
| " | 9. | Stacya wodociągowa o dwóch silnikach po około 200 HPe | |
| " | 10. | Silnik o skutku 500 HPe | |
| " | 11. | Turbogenerator o skutku 1000 KW | |
| " | 12. | Dwa turbogeneratory o skutku po 2500 KW | |
-

W S T Ę P.

Zadaniem silników jest wytwarzanie pracy użytecznej z energii znajdującej się w przyrodzie pod różnemi postaciami. W obecnych warunkach najwięcej wyzyskuje się energię chemiczną paliw w silnikach cieplikowych (maszyny parowe i spalinowe, jako i turbiny parowe) i energię hydrauliczną rzek w silnikach wodnych (turbiny i koła wodne), a w znacznie mniejszej mierze siłę wiatru.

Przy „wyborze silnika“ należy uwzględnić mnóstwo różnorodnych czynników, które są przeważnie zależne od warunków pracy silnika i od warunków lokalnych, skutkiem czego nie można opierać się na zawsze ważnych regułach i schematach. Z tej przyczyny starałem się przede wszystkim ogólnie przedstawić czynniki, które przy wyborze silnika rozważyć należy. Przytoczone rachunki rentowności służyć mają jedynie jako przykłady zestawiania kalkulacji tego rodzaju, a odpowiadać będą tylko w nielicznych wypadkach warunkom rzeczywistym.

Wychodząc z założenia, że przy zakupie nowego silnika nie można się wyłącznie kierować względami na koszt paliwa i że wybór następuje zwykle na podstawie ofert i gwarancyi, złożonych przez fabryki dostarczające, nie podałem zużycia ciepła na jednostkę skutku wytworzonego u różnych silników cieplikowych. Porównywania silników w tym względzie tworzą często w publikacjach o wyborze silnika największą, ze względu na ogólny pogląd dla zawodowca bardzo pożądaną, lecz dla odbiorcy silnika mało wartościową część, ponieważ cyfry porównywane odnoszą się do warunków wyjątkowo korzystnych, w praktyce prawie nigdy nie zachodzących.

I. Znaczenie pomiarów odbiorczych i rachunek rentowności.

Wybór silnika popędowego następuje najczęściej na podstawie kalkulacji i rozważań ekonomicznych. Decydującym czynnikiem jest rachunek rentowności. Powinien on jednakże być tak zestawiony, aby rzeczywistym warunkom pracy silnika możliwie najlepiej odpowiadał. W przypadku silników cieplikowych ogromna trudność, nawet dla zawodowego inżyniera, polega na tem, iż należy ocenić ilość godzin pracy silnika w czasie jednego roku i spotrzebowanie paliwa przy średnim rzeczywistym obciążeniu i zwykłym stanie maszyny. Spotrzebowanie to jest zwykle, zwłaszcza przy uwzględnieniu strat z powodu postojów i nieumiejętnej obsługi silnika, znacznie większe, niż gwarantowane przez fabrykę dostarczającą i stwierdzone przez pomiary odbiorcze.

Wyniki rachunku rentowności, opracowanego na mocy otrzymanych gwarancji dla stałego, „normalnego“ obciążenia silnika, będą prawie zawsze bardzo znacznie, czasami pod względem paliwa na jednostkę skutku o przeszło 100⁰%, odbiegały od wyników, uzyskanych później w ruchu silnika. Niesłusznie przypisuje się więc zbyt wielkie znaczenie zużyciu paliwa, gwarantowanemu przez dostawcę dla „normalnego“ obciążenia silnika, względnie zapotrzebowaniu paliwa przez silnik, stwierdzonemu przy pomiarach odbiorczych. Ostatnie zostają prawie zawsze przeprowadzane w warunkach wyjątkowych, nie odpowiadających rzeczywistym. Stan maszyny i częściowo obsługi jej jest prawie zawsze w czasie odbioru wyjątkowo korzystny, który w czasie zwykłego ruchu nadzwyczaj rzadko można utrzymać. Odbiorca silnika popędowego powinien natomiast uwzględniać całkowite koszty ruchu, wypadające na jednostkę skutku użytecznego, przy średnim obciążeniu w czasie jednego roku z uwzględnieniem wszystkich strat, których w ruchu zwykłym uniknąć nie można. Niestety właściciel silnika bardzo często nie zdaje sobie sprawy z ogromnej

różnicy pomiędzy liczbami, otrzymanymi przy pomiarach odbiorczych, a rzeczywistymi kosztami przy zwykłym ruchu silników.

Odbiorca musi liczyć się z faktem, że fabrykantowi w ogólności nie zależy na tem, czy zaofiarowana przez niego maszyna jest najodpowiedniejsza dla warunków, w których później ma pracować. Celem każdego fabrykanta jest zarobkowanie, — starać musi się więc o sprzedaż jak największej liczby maszyn, wykonywanych w swem przedsiębiorstwie. Bardzo często fabrykant, względnie sprzedający maszyny, zawdzięcza jedynie swemu sprytowi, że udało mu się skłonić odbiorcę do zakupu jego wyrobów. Bezwątpienia nowoczesna fabryka dotrzyma przy pomiarach odbiorczych, więc przy wyjątkowym stanie silnika i przy wyjątkowych warunkach obciążenia, danych przez siebie gwarancyi, lecz nie świadczą one bynajmniej jeszcze o racjonalności odnośnego silnika, choćby nawet tylko pod względem kosztów paliwa na jednostkę skutku przy zwykłym ruchu. Oprócz tego pamiętać należy o tem, że gwarancje dawane bywają bardzo często z tolerancją 10⁰%, a pewna kara konwencyonalna jest wtedy przeważnie dopiero płatna przez dostawcę silnika, jeśli pomiary odbiorcze stwierdzą około 15⁰% większe spożycie paliwa.

Na mocy powyższych przesłanek można powiedzieć, że pomiary odbiorcze, przeprowadzone podług istniejących „norm“ przez rzeczoznawcę, często bardzo mało obeznanego z samą budową silników i z wymaganiami ruchu danego przedsiębiorstwa, bynajmniej nie udowadniają bezpośrednio, czy zakupiony silnik w danych warunkach będzie racjonalny, a że mogą jedynie służyć za pewną podstawę do skontrolowania rachunku rentowności, zestawionego przy zakupie silnika, — oprócz tego mogą one być cenne przy wyborze nowego silnika.

Z tej przyczyny mylnie jest postępowanie odbiorców, którzy wzywają rzeczoznawców jedynie do odbioru maszyny podług istniejących norm, t. j. u którego odgrywa najważniejszą rolę stwierdzenie dotrzymywania gwarancyi pod względem zapotrzebowania paliwa. Korzyści, jakie wynikają dla odbiorcy silnika z podobnych „odbiorów“, są, jak już wspominałem, stosunkowo małe, zwłaszcza że rzeczoznawca nie może zażądać od dostawcy maszyny przeprowadzenia zmian, które w czasie biegu silnika podczas odbioru nie okazały się bezwarunkowo konieczne, n. p. zmian, zapewniających większą niezawodność biegu, jeśli silnik w czasie stałego ruchu podczas odbioru nie zawiódł, dalej zmian, ułatwiających obsługę, jeśli one nie były zastrzeżone w kontrakcie i t. d. Łatwo więc wypadek, że silnik, który w czasie pomiarów odbiorczych

pracował zupełnie bez zarzutu, później przy zwykłym ruchu sprawa trudności, a dopiero po przeprowadzeniu znacznych zmian jest zdolny do podjęcia normalnej pracy.

Nie chcę przez to jednakże powiedzieć, że uważam zasięganie porady u rzeczoznawcy za zupełnie zbyteczne. Przeciwnie, wskazówki doświadczonego rzeczoznawcy mogą odbiorcy silnika przynieść ogromne korzyści, zwłaszcza takiemu, który nie jest zawodowym inżynierem. Oprócz tego trudno wymagać od inżynierów, którzy są kierownikami wielkich zakładów silnikowych lub przedsiębiorstw przemysłowych, dokładnych znajomości konstrukcyjnych z wszystkich działów maszyn, ustawianych w ich zakładach, względnie znajomości wpływu konstrukcji i wykonania na zachowanie się maszyn w ruchu zwykłym.

Nieodzownym warunkiem osiągnięcia pewnych korzyści z opinii rzeczoznawcy jest jednakże zawezwanie go w stosownym czasie; — źle zaprojektowanych urządzeń maszynowych nie może po ich wykonaniu nikt poprawić w pożądaney mierze bez znacznych nakładów kapitału. Jeśli odbiorca decyduje się na zawezwanie rzeczoznawcy, to powinien zasięgnąć rady jego przedewszystkiem przed zakupieniem silnika. Wtedy rzeczoznawca, jeśli posiada osobiste doświadczenie w budowie silników i zna właściwości zachowania się ich w ruchu, może oddać odbiorcy najcenniejsze przysługi.

Przy wyborze silnika nie można się bowiem kierować wyłącznie czynnikami ekonomicznymi, lecz trzeba uwzględnić także warunki specjalne miejsca ustawienia silnika, cel, do którego ma służyć, jako i ogólne wymagania ruchu, jak n. p. niezawodność biegu, łatwą i taną obsługę, łatwy demontaż w celu sprawdzenia ewentualnych niedomagań silnika, czasami także możliwość obsługiwania silnika przez ludzi niewykwalifikowanych i t. d.

W wielu wypadkach, — n. p. jeśli silnik zapasowy niema być ustawiony, aby zmniejszyć koszta zakładowe, — jest niezawodność biegu silnika nawet ważniejsza niż ekonomiczna praca jego. Wystarczy przy tej sposobności zwrócić uwagę na ogromne straty, jakie ponosi fabryka, posiadająca do swego popędu jeden silnik, który w ruchu często zawodzi i wymaga ciągłych napraw, powodując częste, nieraz nawet długie postoje fabryki, — albo zwrócić uwagę na straty kopalni, jakie powstać mogą przez unieruchomienie głównej maszyny wyciągowej. Również u silników małych, pracujących w czasie roku stosunkowo krótko, jak n. p. u różnych

silników w przemyśle rolniczym, są niezawodność biegu, prosta budowa, łatwa obsługa i naprawa zwykle czynnikiem decydującym przy wyborze.

Niezawodność biegu silnika nie da się określić w cyfrach. Niektóre rodzaje silników uchodzą za więcej niezawodne niż inne. Ogólnie nie można jednakże powiedzieć, że pewien silnik jest w ruchu zupełnie niezawodny, bo wszystko, co tworzymy, co technika tworzy, jest tylko względnie doskonałe. Do postępu techniki przyczyniają się drobne i ciągle udoskonalenia może nie w mniejszej mierze niż wielkie, epokowe wynalazki, a często właśnie te drobne ulepszenia przyczyniają się do zapewnienia niezawodności biegu silnika.

Chcąc swe zadanie w tym kierunku sumiennie spełnić, rzeczoznawca musi zażądać od fabryk, ubiegających się o dostawę silnika, rysunków szczegółowych, zbadać je dokładnie i dopiero na ich podstawie powziąć ostateczną decyzję. Gdy chodzi o silnik większy, który zwykle dopiero na zamówienie bywa budowany, rzeczoznawca powinien, w razie potrzeby, po zbadaniu rysunków konstrukcyjnych zażądać zastosowania zmian, które według jego doświadczenia przyczynić się mogą do uzyskania ekonomiczniejszej pracy przy zwykłym ruchu maszyny, do ułatwienia obsługi, a przede wszystkim do zapewnienia możliwie największej niezawodności biegu silnika. Wprowadzenie ulepszeń tego rodzaju nie wywołuje prawie nigdy zmian modeli istniejących, nie przyczynia się do podwyższenia ceny silnika. Do rzeczoznawcy należy także umiejętne spisanie kontraktu dostawy. Tak pojęte zadanie rzeczoznawcy może oczywiście wypełnić w zupełności jedynie inżynier, który rozporządza rozległą praktyką osobistą w budowie i w ruchu silników.

Pomimo że wypowiedziane wywody o zadaniach t. zw. rzeczoznawców nie należą ściśle do tematu, zamieszczono je ze względu na to, że na ziemiach polskich spotyka się często zapatrywania mylne, które zostają wcielane w życie.

Przy tej sposobności wypada zwrócić uwagę jeszcze na jedną rzecz niewłaściwą, która dosyć często u nas zachodzi, mianowicie na zakupno silników względnie urządzeń maszynowych, które gdzieindziej nie zostały jeszcze należycie wypróbowane, nie przebyły z powodzeniem dłuższej praktyki w ruchu. Nie chcę przez to powiedzieć, że polskie sfery przemysłowe powinny się zdała trzymać od najnowszych zdobyczy techniki, lecz zamierzam zaznaczyć, że przy wprowadzaniu wszelkich najnowszych typów maszyn trzeba, zwłaszcza u nas, postępować bardzo rozważnie, że

manja posiadania w swych zakładach urządzeń najnowszych, lecz niewypróbowanych w praktyce nie jest w naszych warunkach pochwały godna. Jesteśmy prawie wyłącznie odbiorcami wyrobów obcych, które wytwarzane bywają zdala od naszego kraju. Prawie każda maszyna najnowszego rodzaju jest dopiero po usunięciu nieraz licznych usterek zdolna do wykonywania normalnej swej pracy. Usunięcie tych niedomagań „dzieciących“, wykonane przez fabrykę dostarczającą bezpłatnie, przynosi odbiorcy zawsze pewne, często nawet bardzo znaczne straty, ponieważ wywołuje przerwy w ruchu, wymaga zwykle bezpłatnego dostarczenia sił pomocniczych do demontażu i montażu maszyny jako i bezpłatnego dostarczenia paliwa na wykonywanie najróżniejszych prób. Przeprowadzanie doświadczeń podobnych daje się u nas bardzo dotkliwie we znaki, z powodu wielkiej odległości od fabryki dostarczającej.

Z tej przyczyny w ogólności nie można zalecać w naszych warunkach stosowania silników względnie maszyn, które gdzieindziej nie udowodniły przez dłuższy ruch, że nie posiadają już różnych „chorób dzieciących“.

Powyżej naszkicowane względy, przedewszystkiem niezawodność biegu, powinny być zawsze przy wyborze silnika równomiernie rozważane z racjonalnie zestawionym rachunkiem rentowności, pomimo że ostatni uchodzi w zasadzie za czynnik najważniejszy.

Rachunek rentowności powinien uwzględnić całkowite roczne koszty ruchu, które się składają:

1. z pewnych odsetek kosztów w zakładowych:
 - a) z oprocentowania i amortyzacji kapitału zakładowego, wydanego na silnik, jego fundamenty i przynależne urządzenia maszynowe, jako i z kosztów konserwacji (naprawy) tych rzeczy;
 - b) z oprocentowania i amortyzacji kapitału zakładowego, wydanego na budynek z przynależnymi urządzeniami budowlanymi (także roboty ziemne i wodne) jako i z kosztów konserwacji tych budowli;
 - c) z oprocentowania kapitału, wydanego na zakupno ziemi;
2. z kosztów na utrzymanie ruchu silnika:
 - a) z kosztów paliwa i jego dowozu względnie kosztów zakupna lub wdzierżawienia siły wodnej względnie kosztów prądu elektrycznego;
 - b) z wydatków na wodę;

- c) z wydatków na oliwę i materiały do czyszczenia silnika;
- d) z wydatków na obsługę silnika i przynależnych urządzeń,
- e) z wydatków na ogrzewanie budynków;
- f) z wydatków powstałych przez podatki, zabezpieczenia, rewizje kotłów, czynsz za gazomierz względnie elektromierz;
- g) z kosztów administracyjnych zakładu silnikowego.

Większość pozycji rachunku rentowności można na podstawie zasięgniętych ofert określić z dosyć dużą pewnością; — przy ustanawianiu kosztów paliwa, które zachodzą jedynie u silników cieplikowych, lecz tworzą tutaj zarazem często najważniejszy czynnik rentowności, mogą jednakże zejść bardzo znaczne omyłki. Oprócz tego trudno ocenić jakieś nadzwyczajne naprawy po upływie roku gwarancyjnego, których nigdy przewidzieć nie można u żadnej maszyny. W ogólności można powiedzieć, że konserwacja (naprawy) silnika pochłania tylko nieznaczny odsetek kapitału zakładowego, jeśli kupuje się silnik dobrze zbudowany i typ wypróbowany w praktyce.

Wpływ kosztów paliwa na całkowite koszty ruchu zależy od następujących czynników:

1. od ceny paliwa loco silnik, przyczem należy uwzględnić, czy cena nie ulegnie podług zasięgniętych informacji przypuszczalnie znacznym zmianom w najbliższych latach;
2. od spożycia paliwa na jednostkę skutku w zwykłym ruchu silnika, w czasie którego obciążenie ulega często znacznym zmianom, n. p. spożycia na jednego konia i godzinę przy obciążeniu średnim, jakie w rzeczywistości przypuszczalnie zachodzić będzie i przy uwzględnieniu strat z powodu postojów silnika i nieumiejętnej obsługi całego zakładu silnikowego;
3. od stopnia wyzyskania silnika.

Stopniem wyzyskania silnika nazywamy:

$$\frac{\text{Średnio uzyskany skutek} \times \text{ilość godzin pracy w roku}}{\text{skutek normalny} \times 8760}$$

Do określenia skutku normalnego przyjmujemy zwykle to obciążenie, przy którym silnik pracuje pod względem zapotrzebowania materiału popędowego (paliwa) najekonomiczniej; — średnio uzyskany skutek czyli średnie obciążenie silnika jest jednakże zwykle mniejsze niż skutek normalny. Liczba 8760 oznacza liczbę godzin, w czasie których silnik pracować może przy 24-godzinnej pracy dziennej podczas 365 dni. W lite-

raturze spotykamy także inne określenia stopnia wyzyskania, skutkiem czego zaleca się przy porównywaniu różnych publikacji najpierw stwierdzić określenia autora.

Pojęcie stopnia wyzyskania nadaje się bardzo do przeprowadzania ogólnych porównań pomiędzy różnymi rodzajami silników, zwłaszcza w sposób graficzny, który w takich wypadkach uważać można za najodpowiedniejszy. Stojąc jednakże na stanowisku, że przy wyborze silnika popędowego należy w każdym przypadku poszczególnym rozważyć wszelkie możliwości i dla różnych rodzajów silników zestawić rachunki rentowności, korzystniej operuje się pojęciami „średnie obciążenie silnika“ i „liczba godzin pracy silnika“ w czasie jednego roku. Powyższe pojęcia posiadają także i tę zaletę, że nie mogą doprowadzić do żadnych nieporozumień. Przy zestawianiu rachunku rentowności nie można oczywiście liczyć z przypuszczalnym stopniem wyzyskania silnika w pierwszym lub drugim roku po uruchomieniu go, tylko trzeba przyjąć średnią cyfrę przypuszczalną z okresu najmniej dziesięcioletniego.

Im mniejsze jest wyzyskanie skutku silnika n. p. u maszyn zapasowych lub maszyn, pracujących w czasie roku małą liczbę godzin, tem mniejszą rolę odgrywa w rachunku rentowności spotrzebowanie paliwa, a tem większą rolę odgrywają odsetki kapitału zakładowego na oprocentowanie i amortyzację. Przy dużym stopniu wyzyskania silnika jako i przy wysokich cenach paliwa, wydatki na paliwo są natomiast czynnikiem decydującym w rachunku rentowności. Wynika więc z tego, że bynajmniej nie można uważać silnika, który odznacza się najmniejszymi kosztami paliwa, za maszynę najekonomiczniejszą, ponieważ dopiero odsetki kapitału zakładowego i wszystkie koszty utrzymania ruchu silnika dają rzeczywisty obraz rentowności.

Rachunki rentowności bez uwzględnienia oprocentowania i amortyzacji kapitału zakładowego, które w praktyce dosyć często, zwłaszcza w ofertach fabryk dostarczających się spotyka, dają zupełnie fałszywy obraz rentowności, — można powiedzieć, że są nietylko bezwartościowe, lecz mogą nawet doprowadzić do wniosków zupełnie mylnych. Wspomnianych obu czynników nie można w rachunku rentowności nie uwzględniać, pomimo, że mają one czasem] jedynie znaczenie bilansowe (buchalteryjne), czyli że nie potrzeba sum tych wypłacać gotówką, jeśli silnik względnie zakład silnikowy nie został ustalony za pieniądze, uzyskane w drodze pożyczki.

Kapitał, wydany na założenie zakładu silnikowego, musi być należycie oprocentowany, bo stosownie użyty w innem przedsiębiorstwie przynosiłby zyski, które często przekraczałyby normalną stopę procentową, przyjmowaną zwykle do rachunku rentowności dla silników. W ogólności ostatnia daje za dużą sumę, ponieważ w rachunku rentowności liczymy pewien procent stały od całego kapitału zakładowego, który w rzeczywistości zmniejsza się rok rocznie o sumę odpisaną (amortyzowaną). Uwzględniając kilkunastoletni okres pracy silnika, można 4% do 6% oprocentowanie kapitału zakładowego uważać za zupełnie wystarczające.

Za amortyzację trzeba również liczyć pewien procent od kapitału zakładowego, ponieważ silnik z biegiem czasu tak dalece się zużywa, że przedstawia potem jedynie wartość starego żelaza. Te same uwagi odnoszą się do części budowlanej.

Kwota odpisywana powinna być tak duża, aby kapitał zakładowy, wydany na zakupno silnika, po upływie lat, w czasie których silnik wykonywa pracę, został odpisany z wyjątkiem wartości starego żelaza czyli amortyzacja powinna wynosić:

$$\frac{\text{Kapitał zakładowy} - \text{wartość starego żelaza}}{\text{ilość lat pracy silnika}} = \frac{K-S}{L}$$

Zwykle liczy się $S=0,1K$. We wzorze powyższym sprawia pewną trudność oznaczenie czynnika L , który jest zależny od rodzaju, konserwacji i obsługi silnika, od stopnia wyzyskania silnika i od możliwości przestarzenia.

Postępy techniki często zmuszają, czy to ze względów ekonomicznych czy też na niezawodność pracy zakładu silnikowego zastąpić silnik istniejący nową maszyną, odpowiadającą w zupełności każdorazowym nowoczesnym wymaganiom. Amortyzacja powinna być więc tem większa, im znaczniejszych ulepszeń należy się spodziewać przy pewnego rodzaju silnikach.

Przy projektowaniu silnika trzeba się także zastanowić, czy nie zajdzie, z powodu rozszerzenia zakładów, konieczność zastąpienia silnika w krótkim czasie nowym większym silnikiem. Wtedy należy zastosować większe odpisywanie, ponieważ zwykle osiąga się za silnik używany znacznie mniejszą cenę, niż to odpowiada jego wartości rzeczywistej, a niektóre rodzaje silników wogóle bardzo trudno odsprzedać.

Im większy jest stopień wyzyskania, tem większa powinna być amortyzacja, gdyż silniki, pracujące często i pod dużem obciążeniem zuży-

wają się znacznie prędzej niż mniej wyzyskiwane. Również niedostateczna obsługa, anormalnie duża liczba obrotów jako i niekorzystne warunki pracy silnika (n. p. jeśli silnik musi pracować w hali zanieczyszczonej przez kurz i pył) przyczyniają się do przedszego zużycia silnika niż w warunkach normalnych.

Na amortyzację silników cieplikowych jako i kotłów liczy się w warunkach normalnych:

1. przy 24-godzinnej pracy na dobę 9% do 12% kapitału zakładowego,
2. przy 10 " " " " 7% " 9% " " " ,
3. przy ruchu peryodycznym i dla maszyn zapasowych 4% do 7% kapitału zakładowego.

Naturalnie powyższe liczby uleż mogą znacznym zmianom, zależnie od względów, powyżej omówionych, które wpływają również na ustalenie kosztów konserwacji i reparacji. Jeśli ostatnie oceniono należycie, to nawet przy bardzo niekorzystnych warunkach pracy silnika i rodzajach maszyn, których poszczególne części stosunkowo prędko się zużywają, nie potrzeba czynić anormalnie wysokich odpisów.

Na amortyzację budynków w liczy się 2% do 4%, najczęściej 2,5%. Kosztów ziemi, na której znajduje się budynek maszynowy, nie potrzeba amortyzować, ponieważ w ogólności wartość jej wzrasta.

Dla zakładów o sile wodnej liczy się tylko 1% do 2% na amortyzację. Kwota ta wystarcza w zupełności, jeśli urządzenia zostały dobrze wykonane i są należycie konserwowane. Dla części maszynowej silnikowego zakładu wodnego można zastosować około 1% mniejszą amortyzację niż liczby, podane wyżej dla silników cieplikowych.

Dla zakładów wiatrowych powinna odpisywana suma wynosić 5% do 6% całych kosztów zakładowych.

Amortyzację można przeprowadzić podług różnych sposobów. Najwięcej rozpowszechniony jest słusznie rodzaj amortyzacji, u którego corocznie zostaje ta sama suma odpisana, więc n. p. w roku pierwszym ta sama co i w piątym. Stosowane czasami odpisywanie w pierwszych latach znacznie większych sum niż w następnych (t. zw. odpisywanie podług wartości buchalteryjnej) prowadzi bowiem do tego wyniku, że rentowność każdego nowego zakładu silnikowego, który i z innych przyczyn pracuje na początku zwykle w trudnych warunkach, przedstawiałaby się z powodu wielkich odpisów w pierwszych latach istnienia bardzo niekorzystnie.

Konserwacja i naprawy wynoszą dla silników ciepłokowych 1% do 3% ceny silnika i fundamentów (dla silników dobrze zbudowanych wystarcza 1%), a dla budynków średnio 0,5% kosztów budynku. Dla turbin wodnych liczy się na powyższe koszty również 1% do 3% ceny silnika, zależnie od stopnia wyzyskania, a dla reszty zakładu wodnego, 0,5% do 2% kapitału zakładowego, zależnie od miejsca ustawienia i jakości wykonania zakładu.

Przy projektowaniu zakładu silnikowego należy zawsze zastanowić się, czy oprócz zapotrzebowania siły mechanicznej istnieje także zapotrzebowanie ciepła do gotowania, podgrzewania wody, suszenia i ogrzewania. Zachodzi to przeważnie w cukrowniach, w browarach, w różnych fabrykach chemicznych i włókienniczych, w cegielniach, farbiarniach, pralniach, kąpielniach, fabrykach papieru i t. d. Jeśli ciepło, uchodzące z silników ciepłokowych, po oddaniu w nich pracy może być w jeden z wyżej podanych sposobów dalej wyzyskane, to otrzymuje się zwykle zakłady, pracujące bardzo ekonomicznie. Rachunek rentowności w takich wypadkach powinien być przeprowadzony łącznie dla obu rodzajów zapotrzebowania energii, więc równocześnie dla wytwarzanego skutku mechanicznego i dla ciepła, zużytego na inne cele.

II. Wybór wielkości i fabrykatu silnika.

Przed zażądaniem ofert od fabryk, budujących silniki, odbiorca powinien chociaż w przybliżeniu oznaczyć najczęściej zachodzące i największe zapotrzebowanie mocy, która zwykle wyrażana bywa w koniach mechanicznych (1 koń mech. = 1 HPe = 75 kgm/sec). W tym celu najlepiej zasięgnąć informacji w istniejących zakładach silnikowych, przez co otrzymuje się najpewniejsze dane. Jeśli chodzi o nowy zakład fabryczny, to konieczną moc mechaniczną otrzymuje się z łatwością na podstawie zapotrzebowania poszczególnych maszyn, które podają fabryki dostarczające. Po otrzymaniu ofert zaleca się przeprowadzić kontrolę zapotrzebowania mocy mechanicznej przy pomocy inżyniera z fabryki, która ma największe widoki otrzymania dostawy.

Przy projektowaniu silnika należy wychodzić zawsze ze założenia, że silnik powinien zadość uczynić największemu zapotrzebowaniu mocy mechanicznej, choćby ono nawet rzadko i na krótko zachodzić miało. Równocześnie ze względów na pracę ekonomiczną

jest bardzo pożądane, aby najczęściej zachodzące obciążenie odpowiadało normalnemu skutkowi silnika, przy którym jego wydajność ekonomiczna jest najkorzystniejsza.

W niektórych wypadkach i dla niektórych rodzajów silników, t. j. których skutek maksymalny jest nieznacznie większy od skutku normalnego, czyli które bardzo mało można przeciążać, trudno wspomnianym obu warunkom zadość uczynić. Wtedy należy rozważyć, czy nie uzyskaby się ekonomiczniejszego zakładu przez podzielenie skutku jednego silnika na dwa, z których jeden służyłby do pokrycia największego obciążenia. Stosowanie większej liczby silników o mniejszym skutku połączone jest zwykle z większymi kosztami zakładowymi, posiada jednakże jedną bezsprzeczną zaletę, t. j. zakład rozporządza zawsze pewnym zapasem mocy.

Przy wyborze wielkości silnika jako i jego rodzaju względ na przypuszczalną konieczność powiększenia zakładu silnikowego w krótkim czasie może także odegrać rolę decydującą. W takich wypadkach racjonalniejsze jest często ustawienie silnika o większym skutku, niż to odpowiada chwilowemu zapotrzebowaniu, a czasami może nawet powyższy względ wpłynąć na wybór rodzaju silnika i skłonić do nabycia silnika, u którego spotrzebowanie paliwa na jednostkę skutku przy małym obciążeniu wzrasta nieznacznie.

Aby mógł zestawić rachunki rentowności, odpowiadające warunkom rzeczywistym, jako i upewnić się co do wymaganego największego skutku, odbiorca musi zażądać od fabryki dostarczającej podania i zagwarantowania kontraktowo:

1. normalnego skutku silnika i spotrzebowania paliwa na jednostkę skutku przy tem obciążeniu;

2. stałego skutku maksymalnego i spotrzebowania paliwa na jednostkę skutku przy tem obciążaniu; — „stałym skutkiem maksymalnym“ nazywamy obciążenie, które silnik stałe t. j. w nieograniczonym czasie opanowywać może bez ujemnego oddziaływania na poszczególne części silnika, n. p. bez nadmiernego zagrzewania się ich;

3. przejściowego skutku maksymalnego, który dopuszczalny jest tylko na krótki okres czasu, ponieważ długotrwałe silne przeciążenie może łatwo przyczynić się do uszkodzenia niektórych części silnika; — odbiorca powinien sobie zastrzedz kontraktowo, jak długo trwać może przejściowe obciążenie maksymalne;

4. spotrzebowania paliwa na jednostkę skutku przy obciąż-

zeniach mniejszych niż stały skutek maksymalny, n. p. przy $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ i $\frac{1}{4}$ stałego skutku maksymalnego;

5. liczby obrotów silnika.

Przy zestawianiu rachunku rentowności należy liczyć z zapotrzebowaniem paliwa na jednostkę skutku przy średnim obciążeniu silnika w ciągu roku i dodać do otrzymanych gwarancji spotrzebowania paliwa pewien procent, aby zadość uczynić omawianym już warunkom rzeczywistym ruchu. Stosowane w praktyce dodatki do gwarancji zostaną w dalszym ciągu podane.

Przy wyborze fabrykatu silnika odgrywa mnóstwo różnorodnych względów pewną rolę. Wymienię tylko następujące: chęć popierania przemysłu rodzimego, operowanie odbiorcy i dostawcy kapitałami wspólnymi n. p. jednego banku, względ na dostawy odbiorcy dla fabryki, dostarczającej silnik, kapitał, którym chwilowo rozporządzać można na zakupno silnika, dogodnie spłaty pieniędzy w braku chwilowo dostatecznego kapitału zakładowego, cena silnika, żądana przez różne fabryki, dobroć fabrykatu silnika.

Popieranie przemysłu rodzimego, które nazwać możnaby czynnikiem przeważnie natury idealnej, jest zasadniczo godne największej pochwały. Możliwość stosowania wyrobów własnego kraju powinna być zawsze sumiennie rozważana. Każdemu narodowi zależeć powinno bowiem na podniesieniu ekonomicznem własnego społeczeństwa.

W tym względzie spotyka się u nas postępowanie często wprost niezrozumiałe. Czasami odczuwa się wyraźnie, że przy wyrażaniu opinii o wyrobach swojskich i przy rozdawaniu zamówień nie odgrywają głównej roli względy rzeczowe, tylko pewne uprzedzenie i pewna niechęć do własnych przedsiębiorstw. W niektórych wypadkach trudno je sobie inaczej tłumaczyć jak nieusprawiedliwionym brakiem zaufania, niezyczliwością i zazdrością ze strony odbiorców, a jeszcze częściej ich doradców, jeśli pewne swojskie przedsiębiorstwo nadspodziewanie dobrze się rozwija.

Drugostronnie spotyka się nawet u ludzi, którzy powinni móżdż bezstronnie i rzeczowo ocenić wartość rzeczywistą pewnego fabrykatu, jeśli podjęli się wypełnić zadania osiągniętego stanowiska, niezrozumiałe wprost uwielbianie wyrobów obcych, jeśli pochodzą z fabryki renomowanej; — w oczach nieuprzedzonego zawodowca jest owe wychwalanie często niczem nieusprawiedliwione, chyba zdaniem: „wyrób obcy, więc musi być dobry“.

Ponieważ przedsiębiorstwa, wytwarzające maszyny różnego rodzaju, pracują u nas z przyczyn wiadomych w warunkach bardzo niekorzystnych, odbiorcy powinni uwzględnić czynnik ten przy rozdawaniu zamówień, choćby to było połączone z pewną osobistą niekorzyścią. Oprócz tego odbiorcy mogą się przyczynić do podniesienia jakości wyrobów swojskich przez stawianie odpowiednich żądań, dopilnowanie ich wykonania i dawanie stosownej inicjatywy. Jestto zwłaszcza u nas bardzo ważne, ponieważ fabrykom brak często przedsiębiorczości i wytrwałości w przeprowadzaniu ciągłych ulepszeń wyrobów. Przedewszystkiem należy oczywiście popierać przedsiębiorstwa, które same wytwarzają, a nie te, które przeważnie handlują towarem obcym.

Wzgląd na popieranie wyrobów swojskich nie może jednakże wyłącznie decydować przy wyborze fabrykatu silnika, bo mogłyby łatwo powstać zakłady nieodpowiednio zbudowane i pracujące skutkiem tego nieracjonalnie, co byłoby połączone z znacznym uszczerbkiem ekonomicznym odbiorców, będących członkami tego samego społeczeństwa.

Bezkrytyczne, ślepe stosowanie hasła „Swoj do swego“ nie wpływa korzystnie na rozwój przemysłu rodzimego. Łatwo może się ono bowiem przyczynić do nieuwzględniania postępów techniki i wyrzucić na producentów wpływ w kierunku zgnuszenia, braku przedsiębiorczości, a czasem nawet niesumienności we wykonaniu. Czynniki tego rodzaju wywierają prędzej czy później skutki fatalne dla fabryki wytwarzającej; — wyroby jej stają się z biegiem czasu tak dalece przestarzałe, że nie mogą wogóle współzawodniczyć.

Reasumując powyższe wywody, zaleca się wyroby swojskie traktować z życzliwością czynną, lecz nie bezkrytyczną, co wymaga sumiennego zastanowienia się w każdym przypadku poszczególnym.

Również operowanie tymi samymi kapitałami przez odbiorcę i dostawcę, czyli wpływ banków na odbiorcę zostaje często przy wyborze fabrykatu silnika nadużywany, powodując czasami odbiorcy bezpośrednie straty, a przyczyniając się drugostronnie nieraz do stosowania typów maszyn nawet przestarzałych. Słusznie kierownicy zakładów silnikowych opierają się obecnie coraz częściej temu, aby owe wpływy finansowe wyłącznie decydowały o wyborze dostawcy silnika. Żaden finansista-bankowiec nie będzie bowiem nigdy brał odpowiedzialności za różne niedomagania w ruchu silnika, a wszelkie nieprzyjemności i kłopoty, powstające przez nieodpowiednio zbudowany silnik, ma przedewszystkiem kierownik zakładu silnikowego.

Wzgląd na wzajemne dostawy, ograniczony kapitał zakładowy jako i dogodne spłaty ceny zakupnej zmuszają czasami także do stosowania pewnego fabrykatu, nawet pomimo świadomości, że nie jest on najlepszy. Trudno natomiast zrozumieć zasadę, której hołdują różni odbiorcy, że dostawę otrzymuje fabryka, żądająca najniższą cenę. Przeważnie przynosi to odbiorcy straty, bo za niską cenę można otrzymać tylko wyrób lichi, wymagający później częstych napraw, powodując liczne przerwy ruchu i straty z tem połączone.

Tandetnie zbudowane silniki są, pomimo niskiej ceny zakupnej, dla odbiorcy przeważnie maszynami najkosztowniej-szemi. Fabryka, której wyroby są „tanie, lecz złe“, nie powinna przy wyborze silnika być wogóle uwzględniana.

Niektórzy odbiorcy wymagają także, po skutecznieniu dostawy silnika, zastosowania bezpłatnie różnych ulepszeń, pomimo że cena maszyny została już do minimum zredukowana. W takich razach fabryka dostarczająca słusznie wzbrania się żądaniu podobnemu zadość uczynić, bo każde przedsiębiorstwo powinno dbać o swe własne zyski, a nie może dostarczać wartości większych niż odpowiadających cenie osiągniętej za maszynę. W interesie własnym każdy odbiorca powinien przede wszystkim stosować się do typów silników, których modele posiada fabryka, bo otrzymuje wtedy maszynę tańszą, a wypróbowaną, — natomiast nie powinien przy wyborze fabrykatu kierować się wyłącznie względem na taniość silnika.

Przy porównywaniu ofert należy starannie zbadać przyczyny różnicy cen żądanych. Najczęściej dojdzie się wtedy do wniosku, zwłaszcza jeśli o dostawę ubiegają się fabryki dobrze prowadzone i nowoczesnie urządzone, że silnik droższy jest korzystniejszy, tak pod względem jakości jak i zastosowania różnych ulepszeń, przyczyniających się nieraz do zmniejszenia rzeczywistych kosztów ruchu i do zapewnienia większej niezawodności biegu. Oddane gwarancje zużycia paliwa nie mogą być dla odbiorcy jedynie miarodajne, ponieważ nie odpowiadają zwykłym warunkom ruchu, jak o tem już wspominałem.

Chcąc otrzymać wyrób dobry i stawiać wysokie wymagania pod względem konstrukcyi i wykonania warsztatowego, odbiorca musi zapłacić cenę odpowiadającą wartości silnika dostarczonego; — użycie fabrykatu pierwszorzędnego upewnia go najwięcej, że nie dozna później, po uruchomieniu silnika, żadnych niemiłych niespodzianek.

III. Pogląd na rodzaje silników.

Energię przyrody wyzyskuje się obecnie przeważnie:

A. w silnikach cieplikowych:

1. parowych,
2. spalinowych;

B. w silnikach wodnych;

C. w silnikach wiatrowych.

A. 1. Silniki parowe.

a) K o t ł y.

W silnikach parowych uzyskuje się pracę użyteczną zapomocą pary wodnej o wysokiem ciśnieniu, którą wytwarza się w kotłach przez spalanie w nich paliw różnego rodzaju. Całość silnikowego zakładu parowego składa się więc z kotła i z silnika. Na ustawienie kotła trzeba otrzymać koncesyę od władzy przełożonej, a równocześnie jest się zobowiązany do poddawania kotła rewizyi urzędowej.

Jako najwięcej używane paliwa wymienić można: węgiel kamienny i brunatny, torf, różne gazy, ropę, trociny z drzewa, drzewo, słomę. Stosownie do używanego paliwa musi być wykonane palenisko kotła; skutkiem tego musi odbiorca zdecydować się z góry na pewien rodzaj paliwa. Zmiana paleniska nie powoduje jednakże zbyt wielkich kosztów.

W celu uzyskania możliwie ekonomicznej pracy silnika jako i w celu zmniejszenia strat ciepła w przewodach (rurach) pomiędzy kotłem a silnikiem, stosuje się dziś najczęściej parę przegrzaną o wysokiem ciśnieniu. W nowoczesnych zakładach z silnikami o średnim i wielkim skutku spotyka się obecnie przeważnie kotły na 12 do 14 atmosfer ciśnienia, połączone z przegrzewaczami, w których para, płynąca z kotła do silnika, zostaje przez gazy spalane, uchodzące z kotła, ogrzana na 300° do 350° C. Oprócz tego zostają często ustawiane t. zw. ekonomizery czyli podgrzewacze, w których spaliny (gazy spalane), przed ulotnieniem się do kolumny, ogrzewają wodę, używaną do zasilania kotłów. W ten sposób można uzyskać lepszą wydajność całego zakładu parowego. Przez zastosowanie przegrzewaczy pary, nie zostają w ogólności koszta zakładowe urządzenia kotłowego podwyższone, ponieważ wtedy powierzchnia ogrzewalna kotła może być mniejsza i średnio silniej obciążona.

U wszystkich silników parowych odgrywa jakość wody rolę bardzo ważną. Do zasilania kotła nie można bowiem używać wody, która pozostawia w kotle dużo osadu w postaci kamienia kotłowego, który nie tylko wpływa ujemnie na sprawność kotła, lecz może się czasami nawet przyczynić do zniszczenia go (niebezpieczeństwo życia dla ludzi obsługujących). Skutkiem tego trzeba czasami ustawiać osobne aparaty, w których przez dodawanie sody, wapna i t. d. lub też przez destylację usuwa się z wody, zasilającej kotły, wspomniane składniki kamienia kotłowego.

Przy projektowaniu silnikowego zakładu parowego zaleca się w laboratorium chemicznym zbadać wodę, której ma się używać, aby móżdż w rachunku rentowności zaraz uwzględnić ewentualne koszty zakładowe jako i koszty ruchu aparatów oczyszczających. Równocześnie należy rozważyć, czy ze względu na konieczność czyszczenia kotła nie powinno się uwzględnić w rachunku rentowności także kosztów kotła zapasowego.

Jako najczęściej używane systemy kotłów wymienić można kotły płomienicowe i wodnorurkowe (opłomkowe). U pierwszych są w dnach zewnętrznego walczaka utwierdzone jedna, dwie lub trzy rury gładkie lub falowane o dość dużej średnicy, t. zw. płomienice. Na początku płomienic znajdują się paleniska, tak, że gazy spalinowe przechodzą wzdłuż płomienic. Kotły płomienicowe stosuje się obecnie najczęściej w zakładach małych i średnich. Są one tutaj najodpowiedniejsze ze względu na dużą przestrzeń wodną (duży zapas pary przy nadmiernym, chwilowym zapotrzebowaniu), prostą budowę, łatwe czyszczenie i stosunkowo małe wymagania co do wody zasilającej, wymagają jednakże dużo czasu na otrzymanie pary po rozpaleniu ognia. Ponieważ kotły płomienicowe zabierają dużo miejsca i wykonanie ich dla wysokich ciśnień i dużych powierzchni ogrzewalnych jest kosztowne, nie używa się ich w wielkich kotłowniach.

Do budowy jako kotły wielkie, posiadające duże powierzchnie ogrzewalne i przeznaczone do wytwarzania wysokiego ciśnienia, nadają się najczęściej kotły wodnorurkowe. Woda znajduje się tutaj wewnątrz rurek o małej średnicy, ogrzewanych z zewnątrz płomieniem. Kotły wodnorurkowe, zbudowane jako kotły wielkie dla wysokiego ciśnienia, odznaczają się nie tylko małymi kosztami zakładowymi i małym zapotrzebowaniem miejsca, lecz także łatwością otrzymania pary w krótkim czasie. Skutkiem ostatniego przymiotu nadają się one także dla zakładów, w których ruch jest często przerywany n. p. dla dostarczania pary do silników zapasowych. Obsługa ich musi być umiejętna, aby stale utrzymać ciśnienie przepisane.

Lokomobile parowe posiadają zwykle kotły z płomienicą przedłużoną płomieniówkami, u których spaliny przechodzą wewnątrz szeregu rurek płomieniowych. Kotły tego rodzaju odznaczają się łatwością czyszczenia rurek zewnątrz i wewnątrz.

Zasilanie paleniska paliwem skutecznia się ręcznie lub automatycznie. Ostatni rodzaj jest najodpowiedniejszy dla wszystkich większych zakładów kotłowych, a nawet i dla mniejszych, które są stale w ruchu. Przez automatyczne zasilanie można się częściowo uniezależnić od nieumiejętnej obsługi i otrzymać lepszą sprawność kotła w czasie zwykłego ruchu, a drugostronnie zaoszczędzić także wydatków na obsługę. U kotłów płomienicowych stosuje się najczęściej przyrządy, wrzucające węgiel na palenisko, które rozdzielają go zarazem równomiernie na wszystkie strony paleniska; — niektóre systemy ich wymagają używania węgla o pewnej wielkości. U kotłów wodnorurkowych natomiast spotyka się przeważnie ruchome ruszta łańcuchowe lub ruchome rusztownice płaskie.

We wszystkich zakładach kotłowych jest kwestya wytwarzania potrzebnego przeciągu bardzo ważna. Obecnie zapatrywania nie są ustalone, czy racjonalniej uzyskuje się go zapomocą wysokiego komina, czy też zapomocą dmuchawy (wentylatora).

Wystawienie komina wymaga większych kosztów zakładowych, zastosowanie przeciągu zapomocą dmuchawy względnie wentylatora połączone jest z większymi kosztami ruchu, z zapotrzebowaniem mocy do popędu wspomnianych aparatów. W większości wypadków są zakłady kotłowe, zaopatrzone w kominy, rentowniejsze i skutkiem tego obecnie jeszcze najczęściej stosowane. Czasami jednakże można uzyskać korzystniejsze wyniki ekonomiczne przy użyciu sztucznego przeciągu, a zachodzi to przeważnie w następujących przypadkach:

- 1) przy silnikach, pracujących krótko i z częstymi dłuższymi przerwami,
- 2) w zakładach, których kapitał zakładowy przez silniejsze forsonowanie kotła może zostać zmniejszony,
- 3) w zakładach parowych, które mają służyć wyłącznie jako moc zapasowa, gdzie ważną rolę odgrywa również możliwość otrzymania pary w krótkim czasie zapomocą sztucznego przeciągu,
- 4) w zakładach, w których gazy spalinowe, uchodzące z kotła, muszą przechodzić jeszcze przez cały szereg aparatów do suszenia (n. p. suszenie w cegielniach).

W powyższych słowach są scharakteryzowane także główne zalety sztucznego przeciągu, jak małe koszty zakładowe, małe zapotrzebowanie miejsca, szybkie wytwarzanie pary, łatwość dostosowania sprawności kotła do bardzo zmiennego obciążenia, możliwość opanowania dużych oporów.

W praktyce zachodzą także wypadki, w których przeciąg wytwarzany częściowo względnie przy ruchu normalnym przez komin, a dodatkowo względnie w czasie większego zapotrzebowania pary przez wentylator, daje wyniki najlepsze. Jako przykład wymienić można zakłady silnikowe, w których zachodzi duże, krótkotrwałe przeciążenie, n. p. często w elektrowniach miejskich, ponieważ zaoszczędza się wtedy paliwa na podpalenie kotła zapasowego. Również dodatkowe wbudowanie ekonomizera może skłonić do dodania przeciągu sztucznego do kominu istniejącego.

Oprócz wymienionych warunków jest sztuczny przeciąg, wytwarzany przez wtłaczanie powietrza pod poruszające się ruszty paleniska (n. p. ruszt „Pluto-Stoker“), najkorzystniejszy przy stosowaniu paliwa małowartościowego (węgiel poniżej 5000 ciepłostek/kg) i drobnego, n. p. miału węgla, u którego opór rusztu jest duży. Koszta zakładowe podobnych palenisk, które pochłaniają także dosyć dużo mocy mechanicznej są znaczne. Dlatego są one w ogólności tylko tam odpowiednie, gdzie spalany węgiel jest tani. Przy dużej wartości ciepłikowej węgla zawiodą podobne paleniska, gdyż ruszty spalają się w krótkim czasie.

Drugą część silnikowego zakładu parowego, t. j. sam silnik, może tworzyć:

- b) maszyna parowa,
- c) turbina parowa.

W celu zmniejszenia strat ciepła i strat ciśnienia pary, kotłownia powinna się znajdować możliwie blisko hali maszynowej, a wszelkie przewody (rury) parowe jak również ich kołnierze powinny być starannie izolowane.

b) Maszyny parowe.

Do cylindra maszyny parowej doprowadza się parę o wysokim ciśnieniu, która przez swe działanie raz na jedną, drugi raz na drugą stronę tłoka, znajdującego się w cylindrze, porusza tłok raz naprzód, drugi raz wstecz. Ruch ten zostaje zapomocą t. zw. układu korbowego zamieniony na ruch obrotowy wału głównego, pędzącego maszyny robocze.

Zależnie od rodzaju stawidła, które uskutecznią rozrząd (rozdział dopływu i odpływu) pary na obu stronach tłoka, rozróżniamy maszyny suwakowe i wentylowe. Dla uzyskania małego skutku, więc poniżej 50 do 80 HPe (efektywnych koni mechanicznych), są maszyny suwakowe częściej używane, ponieważ wykonanie ich jest tańsze, a zatem i cena niższa. Przy parze przegrzanej można jednakże stosować jedynie zupełnie odciążone suwaki tłokowe, które w celu zachowania dobrej szczelności powinny być zaopatrzone w pierścienie rozprężne.

Jeśli zależy na uzyskaniu możliwie małego spożycia pary, poleca się, począwszy od około 50 HPe, stosować maszynę wentylową z wentylami zwykłymi lub z wentylami tłokowymi. Oba te rodzaje stawideł można używać przy parze przegrzanej. Ogromna większość zewnętrznych mechanizmów stawideł wentylowych nie dozwala stosowania większej liczby obrotów niż około 180, a niektóre rodzaje pozwalają najwyżej 130 obrotów na minutę.

Główną wadą zwykłych wentyli rurowych jest niepełna ich szczelność. Niesłuszne natomiast są zarzuty, spotykane często w praktyce, że normalna maszyna wentylowa nie jest tak niezawodna w biegu jak maszyna suwakowa, że wymaga znacznie lepszej obsługi i że ewentualne usunięcie niedomagań wentyli może być jedynie wykonane przez wyuczonych ślusarzy. Zarzuty podobne mogą się tyczyć jedynie pewnych systemów maszyn, posiadających bardzo zawile stawidła (mechanizmy) zewnętrzne i nieracjonalnie wykonane gniazda wentylowe (stożkowe osadzenie gniazd w cylindrze, które ogromnie utrudnia włożenie nowego gniazda zapasowego).

Maszyny z wentylami tłokowymi (system Kerchove'a) odznaczają się, z powodu doskonałej szczelności wentyli i małych strat przez skraplanie pary świeżej przy wlocie do cylindra, małym zapotrzebowaniem pary i nieznacznym wzrostem zużycia pary przy zmniejszającym się obciążeniu. Wykonanie ich jest jednakże droższe niż maszyn z wentylami normalnymi.

Oprócz rodzaju stawideł przyczyniają się do zmniejszenia spożycia pary, a więc i do zmniejszenia spożycia paliwa następujące środki:

1. osobne ogrzewanie tulei roboczej i pokryw cylindra;
2. wyzyskanie ciśnienia pary w kilku cylindrach, przez które para kolejno przepływa, w t. zw. maszynach o kilkakrotnej ekspansji;

3. przegrzewanie pary świeżej;
4. zastosowanie skraplania pary wylotowej (kondenzacji).

ad 1.) Ogrzewanie tulei i pokryw cylindra wpływa dodatnio na zużycie pary przy stosowaniu pary nasyconej, przy parze przegrzanej natomiast przynosi jedynie ogrzewanie pokryw korzyści i to tylko wtedy, jeśli pokrywy ogrzewane są parą, dopływającą do cylindra. Cylindry z osobnemi ogrzewkami (także przy parze przegrzanej) posiadają natomiast dla odbiorcy zaletę dogodnego podgrzewania ich przed puszczeniem maszyny w bieg, są jednakże kosztowniejsze niż cylindry zwykłe.

ad 2.) U silników o skutku powyżej 100 do 150 HPe stosuje się maszyny o podwójnem rozprężaniu pary. Najwięcej rozpowszechniony jest obecnie układ posobny (tandem), u którego ułożone są w jednej osi rama, cylinder niskoprężny, przełącz, cylinder wysokoprężny. Układ posobny jest tańszy, posiada trochę mniejsze straty tarcia i zabiera mniej miejsca niż układ sprzężony (compound). U ostatniego znajduje się cylinder wysokoprężny po jednej, a cylinder niskoprężny po drugiej stronie koła zamachowego, przez co powstają większe wydatki na zbudowanie silnika.

Maszyny o wielkim skutku (obecnie została normalna maszyna parowa o skutku powyżej około 1000 HPe wyparta przez turbinę parową względnie maszynę spalinową [gazową]) buduje się przy parze nasyconej jako silniki o potrójnej ekspansji, a przy parze przegrzanej (powyżej 2000 do 2500 HPe) jako silniki bliźniaczo — posobne, t. j. dwie maszyny posobne pracują na jeden wał główny.

ad 3.) Ze względu na zapewnienie dobrego smarowania cylindrów, nie za dużego zużycia oliwy i nadmiernego wycierania cylindrów, czyli ze względu na niezawodność biegu silnika, stosuje się obecnie najczęściej parę o temperaturze około 300° do 320° C. przy maszynie, czyli w kotle około 320° do 350° C. Zaznaczyć jednakże należy, że umiejętnie zbudowane maszyny pracują przy użyciu dobrej i stosownej oliwy nawet przy temperaturze 350° C. stale zupełnie bez zarzutu.

ad 4.) Większość silników parowych pracuje z kondenzacją, przez którą zmniejsza się spożycie pary, a zatem i paliwa znacznie, bo u maszyn parowych aż do około 28%, a u turbin parowych jeszcze więcej.

Para, uchodząca z silnika o ciśnieniu mniejszem niż 1 atmosfera, zostaje skroplona przez wstrzykiwanie wody lub też przez chłodzenie

wodą i zapomocą osobnej pompy t. zw. kondenzacyjnej wypompowana przeciw ciśnieniu atmosfery. Najwięcej używane są następujące rodzaje skraplania:

a) **Kondenzacja natryskowa**, u której skraplanie odbywa się przez bezpośrednią styczność pary wylotowej z wodą skraplającą. System ten wymaga 25 do 40 kg. wody do skroplenia 1 kg. pary (zależnie od temperatury wody) przy skraplaczach spółprądowych, najczęściej używanych przy ustawianiu osobnej kondenzacji dla poszczególnych silników, a około 15 do 30 kg. wody przy skraplaczach przeciwprądowych, które stosuje się przy przyłączeniu kilku silników do jednej kondenzacji (kondenzacja centralna). W celu zmniejszenia zapotrzebowania wody można wodę, pompowaną przez pompę kondenzacyjną, chłodzić we wieży chłodniczej i potem używać jako wodę natryskową.

b) **Kondenzacja powierzchniowa**, u której skraplanie pary odbywa się przez ochłodzenie jej zapomocą wody, z którą para się nie styka. Do skroplenia 1 kg. pary potrzebne są 45 do 70 kg. wody, średnio 58 kg. Skraplacz powierzchniowy posiada zazwyczaj kształt kotła, zaopatrzonego w dużą ilość rurek mosiężnych; — wewnątrz ostatnich przepływa woda, a zewnątrz płynie para. Kondenzacja powierzchniowa jest kosztowna, lecz w takich wypadkach najodpowiedniejsza, gdy używa się wodę, otrzymaną z pary skroplonej (po usunięciu oliwy z pary zapomocą odoliwiaczy), do zasilania kotłów. Kondenzacja powierzchniowa może być również wykonana jako kondenzacja centralna, a woda skraplająca także chłodzona we wieży chłodniczej, w celu zmniejszenia jej zapotrzebowania.

Ponieważ koszta zakładowe maszyn parowych, pracujących z kondenzacją, są większe, nie oplaca się ustawianie jej u silników o małym skutku i u silników, pracujących bardzo krótko (n. p. zapasowych). Rozstrzygnięcie, czy silnik z wolnym wydmuchem lub z kondenzacją jest pod względem ekonomicznym racjonalniejszy, może nastąpić jedynie na podstawie rachunku rentowności.

Jeśli parę, uchodzącą z cylindra, używa się do ogrzewania, gotowania i t. d., to silnik pracuje zwykle z przeciwprężnością 0,2 do 1 atmosfery nadciśnienia, zależnie od warunków odnośnych. Jak już wspominałem, wyzyskuje się wtedy najlepiej ciepło pary, czyli że połączenie tego rodzaju jest zwykle znacznie korzystniejsze niż zastosowanie kondenzacji.

W niektórych zakładach istnieje zapotrzebowanie pary o wyższej temperaturze, lecz nie stale i tylko w mniejszej mierze niż ilość, którą dostarcza ustawiona maszyna parowa. W takich przypadkach odbiera się parę z przelotni (z receiveru), znajdującej się pomiędzy cylindrem wysokoprężnym a niskoprężnym maszyny parowej o podwójnem rozprężaniu. Oczywiście silnik musi być wtedy zaopatrzony w regulację odpowiednią, a cylinder niskoprężny nie może być wiele co większy od cylindra wysokoprężnego. Chcąc zmniejszyć kosztą zakładowe podobnego urządzenia, można ustawić maszynę jednocylindrową systemu Missonga, której opis znajduje się w „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure“ r. 1913, strona 2030.

Postępy techniki jako i walka konkurencyjna z silnikami innego rodzaju przyczyniły się w ostatnich latach do zaprowadzenia u maszyn parowych licznych ulepszeń. Zmierzają one przede wszystkim do zmniejszenia zużycia pary i do uproszczenia budowy, które zmniejsza kosztą wykonania i ułatwia obsługę silnika. Rekord co do prostej budowy wzięła t. zw. maszyna przelotowa systemu prof. Stumpfa. Pomimo zastosowania jednego cylindra roboczego, nawet dla wytwarzania wielkiego skutku, nie jest zużycie pary przez nią wiele co większe niż najlepszych maszyn o podwójnem rozprężaniu. Oprócz tego posiada ona zaletę nieznacznego wzrostu zużycia pary przy zmniejszającym się obciążeniu, skutkiem czego doskonale się dostosowuje do rzeczywistych warunków ruchu. Drugostronnie maszyna przelotowa posiada dotkliwą wadę, że pracuje racjonalnie jedynie przy bardzo wielkiej próżni, co inżynierowi ruchu może sprawić nieraz dużo kłopotu.

W celu złagodzenia jej wad, a częściowego zachowania jej zalet, niektóre fabryki budują jednocylindrowe maszyny półprzelotowe lub maszyny o podwójnem rozprężaniu, u których strona niskoprężna jest maszyną przelotową.

Silniki parowe mogą być ustroju leżącego lub stojącego. Obecnie jest najczęściej wykonywany ustrój leżący, ponieważ dostęp do poszczególnych części maszyny jest łatwiejszy i obsługa maszyny dogodniejsza. Maszyny stojące stosuje się przeważnie tylko w razie braku miejsca na maszynę leżącą, lub jako maszyny szybkobieżne o możliwie małych kosztach zakładowych, n. p. jako silniki zapasowe.

Przez ułożenie maszyny parowej bezpośrednio na kotle otrzymuje się t. zw. lokomobilę parową. Lokomobile przewozowe, u których kocioł spoczywa na osiach, a te na kołach, są najwięcej rozpowszechnione

w rolnictwie. Lokomobile stałe, u których kocioł spoczywa na fundamencie buduje się obecnie o skutku aż do 1000 HPe. W ogólności nie można jednakże polecać używania lokomobil tak wielkich, a są one przeważnie stosowane o skutku średnim, aż do około 400 HPe.

Pod względem ekonomicznym nowoczesne lokomobile stałe dają nawet lepsze wyniki niż maszyny parowe. Oprócz tego posiadają one następujące zalety: małe zapotrzebowanie miejsca, małe koszty zakładowe na urządzenie maszynowe i fundamenty, często zmniejszenie kosztów obsługi dalej łatwość ustawienia lokomobilu w krótkim czasie i łatwość odsprzedania używanej lokomobilu. Drugostronnie przyznać jednakże trzeba, że poszczególne części maszyny parowej, ułożonej bezpośrednio na kotle, z powodu dostającego się do nich pyłu, ulegz mogą większemu wycieraniu się niż u zwykłych maszyn parowych. U większych lokomobilu zostaje słusznie maszyna oddzielona od kotła przez odpowiednią posadzkę. Bardzo uciążliwe i kosztowne są również czasami reparacje kotłów lokomobilowych, które oczywiście rzadko zachodzą u lokomobilu nowych.

c). Turbiny parowe.

W turbinie parowej wywołuje para bezpośrednio ruch obrotowy wału, pędzącego maszyny, służące do wytwarzania pracy. Ciśnienie pary zamienia się w przyrządach, zwanych zależnie od ich budowy dyszami lub kierownicami, na prędkość. Wytworzona w ten sposób energia kinetyczna wytwarza przy przepływie przez łopatki, umocowane na obwodzie koła względnie kół turbiny, pracę przez nacisk, który powstaje przy zmianie kierunku prądu pary.

Turbina parowa jest najodpowiedniejszym silnikiem, jeśli chodzi o uzyskanie wielkiego skutku. W porównaniu z maszynami tłokowymi (maszyną parową i spalinową) turbina parowa o wielkim skutku odznacza się małym zapotrzebowaniem miejsca, małymi kosztami zakładowymi, zwłaszcza przy uwzględnieniu kosztów generatora elektrycznego, małym zapotrzebowaniem oliwy i materiałów do czyszczenia, tanią i dogodną obsługą. Pod względem spożyczenia pary turbina o wielkim skutku daje lepsze wyniki niż maszyna, a przy wykonaniu dobrej, celowej regulacji, dostosowuje się turbina także doskonale do zmiennego obciążenia, nie powodując znacznego zwiększenia zużycia pary przy zmniejszającym się obciążeniu.

W warunkach normalnych turbina parowa o skutku powyżej około 1000 koni efektywnych w jednym silniku jest zwykle korzystniejsza niż

maszyna parowa. Ostatnia może jednakże z powodzeniem współzawodniczyć z turbiną nawet przy większym skutku niż 1200 HPe, jeśli silnik ma pracować z przeciwprężnością (para wylotowa używana do ogrzewania, gotowania i t. d.). W obrębie wysokich ciśnień pracuje bowiem maszyna parowa racjonalniej niż turbina, której praca jest najekonomiczniejsza przy wielkiej próżni.

Obecnie wykonywuje się turbiny parowe o skutku aż do 40.000 HPe w jednym silniku. Dla wytworzenia wielkiego skutku są najczęściej rozpowszechnione t. zw. wielostopniowe turbiny kombinowane. Wśród nich odgrywają największą rolę następujące dwa systemy:

1. koło Curtisa w połączeniu z wielostopniową turbiną odrzutną (akcyjną),
2. koło Curtisa w połączeniu z wielostopniową turbiną naporną (reakcyjną).

W obu wypadkach zostaje większa część ciśnienia pary zamieniona przed kołem Curtisa na prędkość, tak że do osłony turbiny, a zatem i do wielostopniowej części dostaje się para o stosunkowo niskim ciśnieniu (około 3 atm.). Również u obu wspomnianych rodzajów turbin można przeprowadzić automatyczną regulację zapomocą dysz, która skutecznie przeciwdziała znacznie większemu zwiększeniu zużycia pary przy zmiennym obciążeniu. W zakładach o zmiennym zapotrzebowaniu mocy mechanicznej podobna regulacja może przynieść znaczne korzyści.

Pod względem spożycia pary są oba systemy w ruchu zwykłym mniej więcej równorzędne. Pod względem niezawodności biegu daje większe gwarancje w ogólności system pierwszy (koło Curtisa z turbiną akcyjną), jeśli turbinę dostarcza fabryka, posiadająca dostateczne doświadczenie co do wykonania łopatek z materiału stosownego. U systemu drugiego (koło Curtisa z turbiną reakcyjną) łopatki nie sprawiają w ruchu prawie nigdy trudności, ponieważ są z powodu stosunkowo małych prędkości pary mało obciążone. Elementy, mogące się przyczynić do unieruchomienia turbiny, tworzą natomiast tutaj małe szczeliny pomiędzy łopatkami a osłoną turbiny (wyłamanie ogromnej ilości łopatek) jako i t. zw. tłoki odciążające. Z tych przyczyn zachodziły też dawniej kilkakrotnie kosztowne naprawy, połączone z długą przerwą ruchu.

Niektóre fabryki budują także jeszcze dziś wielostopniowe turbiny akcyjne bez koła Curtisa, które również wymagają dużego doświadczenia pod względem materiału łopatek. Turbiny tego rodzaju pracują przy cał-

kowitem obciążeniu równie ekonomicznie jak systemy kombinowane, dają jednakże przy zmniejszającym się obciążeniu czasami trochę mniej korzystne wyniki, ponieważ stosować można jedynie regulację zapomocą dławienia pary świeżej. Połączenie wielostopniowej turbiny akcyjnej jako części wysokoprężnej z wielostopniową turbiną reakcyjną jako częścią niskoprężną jest również z dobrem powodzeniem wykonywane.

Nowocześnie zbudowane turbiny parowe można w krótkim czasie puścić w bieg i całkowicie obciążyć. Pewne trudności mogą sprawiać jedynie niektóre turbiny kombinowane z częścią reakcyjną, jeśli ruch zostaje przerwany tylko na kilka godzin. Jednostronne ogrzanie bębnow turbiniowych może bowiem tutaj przyczynić się do wywołania nadmiernych wibracji, a nawet do wyłamania łopatek. W razie kilkogodzinnych przerw ruchu zaleca się okręcać turbinę tego rodzaju kilka razy w międzyczasie, aby osiągnąć równomierne ostygnięcie bębnow. Odbywa się to zapomocą elektromotoru, lecz jest w każdym razie niedogodne. U większości turbin wystarcza krótkotrwałe podgrzanie przed puszczeniem ich w bieg w czasie 5—8 minut.

Turbiny o średnim skutku (poniżej około 1.000 HPe) i turbiny, mające służyć jako silniki zapasowe, składają się przeważnie z dwóch do trzech kół Curtisa, aby otrzymać turbinę możliwie tanią.

Spotrzebowanie pary na jednostkę skutku jest u turbin powyżej około 600 koni efekt. mniejsze niż u maszyn parowych, jeśli pracują z wielką próżnią, około 94%. Pogorszenie próżni przyczynia się u turbin do znacznego wzrostu zużycia pary, o czym każdy właściciel turbiny pamiętać powinien.

U turbin o skutku małym jest zapotrzebowanie pary większe niż u maszyn parowych. Pomimo to stosuje się je czasami, częściowo ze względu na wymienione przedtem zalety turbin, częściowo ze względu na to, że para wylotowa nie jest zanieczyszczona oliwą, co w niektórych zakładach jest bardzo pożądane. Turbiny o małym skutku wykonywane są przeważnie jako turbiny promieniowe lub Curtisowe. Dawniej często używanej turbiny de Laval'a nie można polecać z powodu licznych jej wad.

Otrzymywanie z turbiny parowej pary czystej, bez wszelkich domieszek oliwy, jest jedną z najcenniejszych jej zalet, ponieważ woda, otrzymana przy zastosowaniu kondensacji powierzchniowej, może być bezpo-

średnio używana do zasilania kotłów. Przedstawia to znaczną ochronę i możliwość lepszego wyzyskania kotłów, gdyż woda zasilająca nie pozostawia wtedy kamienia kotłowego.

Przy projektowaniu zakładu parowego z kondensacją powierzchniową należy pamiętać o tem, że konieczność czyszczenia kondensatora zachodzi, zależnie od rodzaju wody, najmniej raz na rok, przeważnie jednakże co 2 do 3 miesięcy, a czasami nawet częściej i wymaga zastosowania pewnej mocy zapasowej. U turbin parowych używa się prawie wyłącznie osobnej kondensacji dla każdej maszyny w celu zmniejszenia spadku próżni, której wielkość, jak wspomniano, ogromnie wpływa na wydajność turbiny. Przy kondensacji centralnej wynosi bowiem strata próżni około 5%, przy osobnej natomiast tylko 0,5% do 1,5%.

Ponieważ turbina parowa opanowuje doskonale, bez wszelkich strat mechanicznych, duże próżnie, przy których wyzyskuje się największą ilość ciepła, zawartego w parze, można czasami podnieść wydajność ekonomiczną całego zakładu przez pędzenie turbin parą, uchodzącą z maszyn parowych. Podobne połączenie obu rodzajów silników zachodzi przeważnie u maszyn nawrotnych (wyciągowych i walcowniczych), u których kondensacja nie przynosi tak wielkich korzyści jak u maszyn normalnych. Używana w takich wypadkach turbina posiada zwykle dwa główne stopnie ciśnienia. W części niskoprężnej pracuje para, dopływająca z maszyn parowych o nadciśnieniu 0,2 do 0,3 atmosfery. Jeśli ilość pary, dostarczanej przez maszyny tłokowe, jest większa niż chwilowe zapotrzebowanie jej przez turbinę, wtedy para zostaje gromadzona w zbiorniku, który obecnie wykonywa się najczęściej jako zbiornik dzwonowy systemu Harlé. Natomiast w razie niedostatecznej ilości pary wylotowej zostaje para świeża dodawana do części wysokoprężnej w sposób zupełnie samoczynny (najkorzystniejsza jest samoczynna regulacja zapomocą dysz).

Przez powyższe połączenie maszyny parowej z turbiną parową uzyskuje się niezaprzeczone korzyści pod względem technicznym, t. j. pod względem wyzyskania ciepła pary w silnikach. Nie udowadnia to jednakże bynajmniej rentowności podobnego zakładu silnikowego, gdyż kapitał zakładowy na sprawienie turbiny, zbiornika dla pary wylotowej i przewodów, znajdujących się pomiędzy maszynami a turbiną jest znaczny. Czynniki te uwzględnia się często za mało, skutkiem czego spotyka się w praktyce podobne zakłady, ustawiane w zupełnie niewłaściwych warunkach. Nie chcąc stosować kondensacji u maszyn nawrotnych, można bowiem czasami osiągnąć pod względem ekonomicznym korzystniejsze wyniki przez wyzyska-

nie pary wylotowej do podgrzewania wody, zasilającej kotły, niż przez wyzyskanie jej w turbinie.

A. 2. Silniki spalinowe (gazowe).

Silniki spalinowe są obecnie wyłącznie motorami tłokowymi tak samo jak i maszyny parowe, pracę użyteczną otrzymuje się jednakże w nich w sposób zasadniczo inny. Do cylindra maszyny gazowej dopływa bowiem mieszanka palna, składająca się z gazów niespalonych i z powietrza świeżego, a posiadająca tylko ciśnienie mniej więcej atmosferyczne. Dopiero przez stosowne spalanie skompresowanej mieszanki w cylindrze powstaje wysokie ciśnienie, które działa na tłok, uruchamiając silnik w taki sam sposób jak u maszyn parowych.

Silnik spalinowy może być:

- a) systemu czterosuwowego, jeśli spalanie mieszanki czyli wytwarzanie wysokiego ciśnienia odbywa się co czwarty skok tłoka, czyli co drugi obrót korby,
- b) systemu dwusuwowego, jeśli spalanie mieszanki odbywa się co drugi skok tłoka, czyli raz na jeden obrót korby.

Zasadniczo są oba systemy w ogólności równorzędne. Dzięki różnorodnym zaletom praktycznym znalazły silniki czterosuwowe znacznie większe rozpowszechnienie niż dwusuwowe, które przedstawiają tylko w nielicznych przypadkach, przy obecnym stanie budowy silników, pewne korzyści.

Oba systemy mogą być wykonane jako maszyny jednostronnie działające, u których proces pracy odbywa się tylko po jednej stronie tłoka, lub też obustronnie działające, u których proces pracy odbywa się po obydwóch stronach tłoka. Ostatnie używa się zwykle do wytworzenia wielkiego skutku, pierwsze natomiast dla małego i średniego skutku, a oba rodzaje buduje się jako silniki jednocyldrowe i kilkocyldrowe.

Pod względem układu najczęściej rozpowszechnione są silniki leżące, ze względu na udogodnienie obsługi. Jedyne maszyny małe i tanie, biegnące z wielką ilością obrotów, są ustroju stojącego. Ustrój ten przedstawia także pewne korzyści praktyczne, zwiększające niezawodność biegu, u jednostronnie działających maszyn o skutku średnim (średnica cylindra 400 do 600 mm), które zwykle nie posiadają osobnego wozzika (krzyżulca).

Przez ułożenie silnika spalinowego na stosownie zbudowanym wozie otrzymuje się lokomobilę spalinową, która współzawodniczy z powodzeniem w niektórych stronach z przewozową lokomobilą parową, zwłaszcza gdy chodzi o skutek mały.

Cylindry i pokrywy (łbice) silników spalinowych muszą być chłodzone wodą, która odpływa z silnika, zależnie od jego rodzaju, z temperaturą 40° do 70° C. U maszyn obustronnie działających są także tłoki i drągi tłokowe chłodzone wodą, a u większych maszyn jednostronnie działających, u których średnica cylindra jest większa niż około 500 mm, poleca się również zastosować chłodzenie tłoków przez wodę.

Chłodzenie zapobiega przybraniu przez materiał zbyt wysokich temperatur, które mogłyby się przyczynić do pęknięć różnych części motoru jako i do samoczynnego zapalenia mieszanki palnej w chwili nieodpowiedniej, a oprócz tego umożliwia dobre smarowanie cylindra.

Chłodzenie może być przeprowadzone w różny sposób:

- a) jeśli ma się do dyspozycji dostateczną ilość wody, nie pozostawiającej na częściach maszynowych, po ogrzaniu jej na daną przez rodzaj silnika temperaturę, osadu w postaci kamienia, odbywa się chłodzenie wodą wciąż świeżą,
- b) jeśli zachodzi brak wody odpowiedniej, trzeba ustawiać aparaty oczyszczające (zmiękczające) wodę, a wodę odpływającą z silników, chłodzić we wieżach chłodniczych, aby móc ją znowu używać do chłodzenia; — urządzenia tego rodzaju opłacają się oczywiście jedynie w zakładach średnich i wielkich,
- c) u silników małych stosuje się, w celu zaoszczędzenia wody, chłodzenie połączone z odparowywaniem.

Przed ustawieniem silnika spalinowego należy zbadać wodę, aby móc kosztą chłodzenia uwzględnić w rachunku rentowności.

Zapalenie mieszanki w chwili odpowiedniej odbywa się u nowoczesnych silników spalinowych zapomocą wyłączenia iskry elektrycznej (maszyny, pędzone gazami lub paliwami płynnymi, łatwo gazującymi), lub samoczynnie przez wstrzykiwanie paliwa w powietrze bardzo wysoko skompresowane (motory Diesela i pokrewne, pędzone ropą naftową lub smołowcem), lub też samoczynnie przez styczność skompresowanej mieszanki z łbicą żarzącą (motory ropowe o małym i średnim skutku).

Ponieważ do cylindra spalinowego doprowadzamy energię chemiczną, a nie jak u maszyn parowych energię prężności, czyli ponieważ

moc popędowa powstaje w cylindrze spalinowym dopiero skutkiem zastosowanego procesu pracy, silniki spalinowe niemogą o własnej sile ruszyć z miejsca. Uruchomienie motorów małych, o skutku poniżej około 15 koni, odbywa się ręcznie przy pomocy korby wyłączalnej, a u motorów większych przeważnie zapomocą skompresowanego powietrza, — w niektórych wypadkach, u silników średniej wielkości, także zapomocą prądu elektrycznego. W czasie rozruszania silnik nie może być obciążony, a może dopiero po uzyskaniu normalnych zapaleń oddawać pracę przepisaną.

Pod względem termicznym, czyli pod względem wyzyskania ciepła paliwa, silniki spalinowe są znacznie korzystniejsze niż silniki parowe. Czynnik ten nie jest jednakże miarodajny dla właściciela silnika, który pod względem racjonalności ekonomicznej silnika może polegać jedynie na rachunku rentowności.

Najmniejsze spożycie paliwa otrzymuje się u większości silników spalinowych przy stałym skutku maksymalnym, na podstawie którego przeważnie sprzedaje się motory. Stały skutek maksymalny jest tutaj skutkiem normalnym. Z tej przyczyny nie pozwalają one w ogólności długotrwałego dużego przeciążenia. Większość motorów małych można przejściowo (na $\frac{1}{2}$ do 1 godziny) przeciążyć o 10⁰/₀ do 15⁰/₀, a niektóre większe motory stale o 10⁰/₀ do 15⁰/₀. Chcąc zapewnić sobie większe stałe przeciążenie, trzeba zakupić większy typ.

Oprócz niemożności dużego przeciążenia większość silników spalinowych (z wyjątkiem silników Diesel'a i pokrewnych) spożykuje przy zmniejszającym się obciążeniu znacznie więcej paliwa na wytworzenie jednostki skutku niż przy stałym skutku maksymalnym.

Podobnie jak u silników parowych można i u spalinowych polepszyć wydajność ekonomiczną całego zakładu silnikowego przez wyzyskanie ciepła, zawartego w gazach wydmuchowych i we wodzie, chłodzącej silnik. Ciepła woda, odpływająca z silnika spalinowego, nie jest niczem zanieczyszczona i może być czasami bezpośrednio użyta do fabrykacji różnych wyrobów, w kąpielniach i t. d. lub też do ogrzewania wodą ciepłą, lecz ciepło wyzyskane jest stosunkowo niewielkie. Ciepło gazów wydmuchowych, uchodzących z cylindra o temperaturze 400⁰ do 600⁰ C. może być wyzyskane do suszenia, do dalszego podgrzewania wody ciepłej, płynącej z silnika, lub do wytwarzania pary w kotłach stosownie zbudowanych. Ostatnia może także służyć do zasilania silników parowych, przede wszystkim turbin.

Zakłady tego rodzaju są kosztowne, opłacają się obecnie przeważnie tylko we wielkich centralach silnikowych, a rzadko w zakładach średniej wielkości, n. p. w różnych fabrykach chemicznych, browarach i t. d.; — przy silnikach małych natomiast otrzymuje się pod względem ekonomicznym wyniki wprost ujemne. Ogrzewanie hal fabrycznych i ubikacji wodą ciepłą, otrzymaną w sposób powyższy, wymaga zwykle, ze względu na postoje silnika i przerwy ruchu w czasie świąt, ustawienia osobnego parowego ogrzewania dodatkowego, przez co znacznie wzrastają koszty zakładowe podobnych urządzeń.

Jako paliwa, najczęściej używane do popędu silników spalinowych, wymienić można:

1. u motorów małych: benzynę, benzol, różne destylaty ropy, nazywane także ropą naftową, (n. p. olej błękitny), naftalinę, spirytus denaturowany, gazy świetlne; — ostatnie otrzymuje się z gazowni miejskich;
2. u motorów średnich: różne destylaty ropy, smołowiec (Teeröl), gazy naturalne (ziemne), płynące wprost ze ziemi, gazy generatorowe; — ostatnie wytwarza się przeważnie w t. zw. generatorach ssących, rzadziej w generatorach ciśnących, z antracytu, koksu, brykietów węgla brunatnego i z torfu;
3. u motorów wielkich: przeważnie gazy wielkopieczowe w hutach żelaznych i gazy z pieców koksowych w kopalniach węgla kamiennego, a rzadziej destylaty ropy i smołowiec jako i gazy naturalne.

Większość fabryk buduje dziś silniki małe w takim wykonaniu, które umożliwia, po przeprowadzeniu niewielkich zmian, pędzenie silnika różnymi paliwami. Smołowiec i destylaty ropy wymagają natomiast specjalnych konstrukcji motorów, n. p. silniki Diesel'a i pokrewne.

Ogromna różnorodność używanych paliw wskazuje już na wielką ilość najróżniejszych silników spalinowych. Przymioty zachowania się ich w ruchu jako i wskazówki co do wyboru rodzaju silnika spalinowego będą przeważnie rozpatrywane w rozdziale IV., a częściowo V.

Nadmienić jeszcze wypada, że silniki spalinowe prawie nigdzie nie wymagają koncesyi i że nie potrzeba ich poddawać rewizyi urzędowej.

Usiłowania, zdążające do zbudowania turbiny gazowej, za pomocą której uzyskaćby można przez spalanie mieszanki palnej bezpo-

średnio pożytkowy ruch obrotowy wału głównego, nie wydały dotychczas pożądaných wyników. Skutkiem tego nie może być ona przy wyborze silnika popędowego chwilowo wogóle rozważana.

Również pompa spalinowa Humphreya*), mająca dostarczać wielkie ilości wody (n. p. 150 m³ na minutę) na małą wysokość, przy małych kosztach zakładowych całego urządzenia maszynowego i małym zużyciu gazu, nie dała w praktyce zadawalających wyników.

B. Silniki wodne.

Siły wody płynącej wyzyskuje się obecnie, w celu otrzymania pracy pożytkowej, przeważnie w turbinach wodnych, a w bardzo nieznacznej mierze w kołach wodnych.

Stosowanie kół wodnych jest jedynie wtedy częściowo uzasadnione, jeśli woda dopływająca posiada mały spadek (poniżej 6 m.) i jest bardzo silnie zanieczyszczona, a ilość jej jest niewielka (poniżej 3 m³ na sekundę) i bardzo zmienna, lub też gdy chodzi o silnik, biegnący z małą liczbą obrotów. Ostatnia nie wynosi u kół wodnych zwykle więcej niż 8 obrotów na minutę, co w ogromnej większości wypadków tworzy jedną z ich najslabszych stron, z powodu konieczności wykonania wielkich przenośni.

W porównaniu z turbiną koła wodne posiadają następujące dalsze wady: zapotrzebowanie miejsca jest znacznie większe, koszt wykonania są najczęściej większe, wydajność jest mniejsza, bieg nie jest równomierny, przy wyższym poziomie wody dolnej zmniejsza się skutek uzyskany, przy wielkich mrozach zachodzi obawa, z powodu małej ilości obrotów, aby łopatki nie obmarzły. Jednym słowem, koła wodne mają jedynie rację bytu w instalacjach prymitywnych.

Podobnie jak u turbin parowych zniknęły i u turbin wodnych z biegiem czasu najróżniejsze systemy, tak że obecnie buduje się przeważnie tylko dwa następujące typy:

1. turbina Francisa, jeśli chodzi o wyzyskanie wielkiej ilości wody przy małych i średnich spadkach (aż do około 200 m. spadku) i o wielką liczbę obrotów wału turbinowego;

*) Opis znajduje się w Czasopiśmie Technicznym r. 1913 str. 425.

2. koło Peltona, jeśli chodzi o wyzyskanie małej ilości wody przy stosunkowo dużym spadku (spadek powyżej 15 do 20 m.) i o uzyskanie możliwie małej liczby obrotów wału turbinowego.

Zapomocą powyższych dwóch rodzajów turbin wodnych można zadania, zachodzące w praktyce, prawie zawsze należycie rozwiązać.

Turbina Francisa jest t. zw. turbiną naporną (reakcyjną), a wykonywana jest przeważnie o wale poziomym, ze względu na łatwiejszy popęd generatora elektrycznego. Czasami jest ustrój o wale pionowym korzystniejszy, n. p. przy małym spadku wody, przy umieszczeniu kół zębatach na końcu wału turbinowego i t. d. Przy spadkach powyżej około 15 m. umieszcza się turbinę Francisa w osobnej osłonie, do której woda dopływa osobną rurą, — przy mniejszych spadkach w komorze murowanej, znajdującej się przy końcu kanału dopływowego.

Koło Peltona jest tylko na pewnej części swego obwodu zasilane wodą. Stopień zasilania może podlegać znacznym zmianom bez wywierania ujemnego wpływu na wydajność.

Turbina Francisa jako i koło Peltona odpowiadają, przy racjonalnym wykonaniu, wszelkim wymaganiom nowoczesnej techniki, tak pod względem liczby obrotów, samoczynnej regulacji, przeprowadzonej zapomocą serwowatoru, jako i wydajności, niezawodności biegu i łatwej obsługi.

Moc popędowa, uzyskana zapomocą silników wodnych, zostaje w zakładach małych i średnich (n. p. młynach, tartakach) najczęściej bezpośrednio spożytkowana. W zakładach wielkich natomiast przetwarza się ją na energię elektryczną i rozsyła w postaci prądu elektrycznego przeważnie do miejsc zapotrzebowania, nawet na dalekie odległości. Czasami ustawia się także przy podobnym zakładzie silnikowym fabryki elektrochemiczne, które mają duże zapotrzebowanie energii elektrycznej.

Wyzyskanie sił wodnych na wielką skalę wymaga zwykle wielkiego kapitału zakładowego, którego brak często zmusza do zaniechania wykonania projektu, zapowiadającego się pod względem rentowności korzystnie. Same silniki wodne tworzą tutaj stosunkowo niewielką część całkowitych kosztów zakładu, ogromną większość kapitału zakładowego pochłaniają t. zw. roboty wodne, jak wybudowanie jazów, śluz, kanałów względnie rur dopływowych, kanałów odpływowych, ogromnych zbiorników wody i t. d. Wykonanie robót tego rodzaju umożliwia dopiero prawidłowe

wyzyskanie sił wodnych, które w warunkach naturalnych posiadają zwykle bardzo nierównomierną ilość wody. Chcąc siłę wodną rzek i potoków wyzyskać, trzeba w pierw przeprowadzić regulację ich koryta, a zapomocą środków wyżej wspomnianych odbierać wodę w miejscu odpowiedniem i uniezależnić się od wielkich wahań ilości wody dopływającej.

Umiejętne zaprojektowanie robót wodnych wymaga nietylko dużego doświadczenia specjalnego i licznych, kosztownych pomiarów, lecz opierać musi się także na danych statystycznych z okresu kilkuletniego, w celu uwzględnienia największych opadów i najmniejszej ilości wody. Przed przystąpieniem do wykonania podobnych zakładów należy przedewszystkiem upewnić się co do istniejącego zapotrzebowania siły mechanicznej w danej okolicy, aby mieć zbyt na wytworzoną energię.

Również mniejsze zakłady wodne wymagają stosunkowo dużego nakładu kapitału. Chwilowy brak jego zmusza nieraz do ustawienia silnika, który według rachunku rentowności jest mniej korzystny niż silnik wodny. W celu uniknięcia późniejszych niespodzianek niemiłych zaleca się stosować tę samą przeczność przy projektowaniu zakładów mniejszych jak i większych. W niektórych częściach ziem polskich energia rzek płynących może zostać jeszcze w wielkiej mierze wyzyskana, zwłaszcza dla popędu małych i średnich zakładów przemysłowych przy stosunkowo niewielkim kapitale zakładowym.

Urzeczywistnienie wielkich zakładów wodnych rozbija się u nas częściowo o brak przedsiębiorczości i kapitału zakładowego, przedewszystkiem jednakże o brak należytych podstaw do zestawienia rachunków rentowności. Projektujący centralę okręgową inżynier-elektrotechnik lub mechanik musi opierać swe kalkulacje na liczbach prawie że zupełnie pewnych. Zapatrywania naszych najwybitniejszych inżynierów wodnych różnią się natomiast bardzo znacznie co do kosztów wybudowania zakładów wodnych.

C. Silniki wiatrowe.

Już od kilku wieków siła wiatru służy do popędu wiatraków, które miały zboże. Obecnie wiatraki coraz więcej zanikają. Głównymi ich wadami są mała wydajność i brak samoczynnego nastawiania skrzydeł, w zależności od kierunku i siły wiatru. Samoczynną regulację tego rodzaju posiadają natomiast t. zw. koła wiatrowe, które powstały w połowie zeszłego wieku na gruncie amerykańskim. Posiadają one dużą średnicę

i wielką ilość skrzydeł nastawnych (aż do 100); działanie ich odpowiada działaniu turbiny wodnej bez koła kierowniczego.

Koła wiatrowe ustawia się przeważnie na wieżach, wykonanych z konstrukcyi żelaznej. Wieże muszą być tak wysokie, aby dolna krawędź koła znajdowała się o kilka metrów (około 2 m.) powyżej domów i drzew w obrębie kilkuset metrów (około 300 m.), aby zapewnić swobodny dopływ i odpływ wiatru z koła.

Podobnie jak turbiny wodne, wymagają i koła wiatrowe stosunkowo dużych kosztów zakładowych, utrzymanie ich w ruchu natomiast nie powoduje żadnych wydatków na materiał popędowy. Ze względu na nierównomierność siły wiatru, silniki wiatrowe powinny być wyłącznie tylko tam używane, gdzie nie chodzi o wytwarzanie pracy mechanicznej w pewnym określonym czasie; — oprócz tego mogą one służyć jedynie do uzyskania małego skutku, aż do około 8 koni.

Koła wiatrowe znalazły główne zastosowanie do popędu małych pomp, które dostarczają wodę do nawadniania obszarów ziemi lub do małych zakładów wodociągowych, dalej w rolnictwie do popędu różnych mniejszych maszyn, n. p. śrutowników, sieczkarń, wialni, sortowników, krajaczy, a nawet małych młocarni włościańskich. Popęd tych maszyn odbywa się wałem, przeprowadzonym wzdłuż wieży. Jedną z ważnych zalet podobnych kół wiatrowych jest bardzo prosta ich obsługa.

Przy projektowaniu silnika wiatrowego należy zwrócić się do instytutu meteorologicznego dla odnośnej okolicy po dane statystyczne, tyczące się prędkości wiatru i ilości godzin wiatru w czasie roku. W celu utrzymania możliwie równomiernego ruchu silnika i uniknięcia niemiłych niespodzianek co do skutku, średnio uzyskalnego, zaleca się wykonywać średnicę kół dla średnio mniejszych prędkości wiatru, niż dane statystyczne podają. Całość urządzenia musi być jednakże tak wykonana, aby nawet najsilniejsze wiatry nie zdołały go zniszczyć, co każdy odbiorca silnika powinien kontraktowo sobie zastrzedz na dłuższy okres czasu.

- D. Motory elektryczne.

Rodzaje silników, rozpatrywane w rozdziałach poprzednich, wytwarzają użyteczną energię mechaniczną ze skarbów przyrody. W razie zapotrzebowania mocy mechanicznej osiąga się czasami jednakże wyniki ko-

rzystniejsze przez sprowadzanie jej w postaci prądu elektrycznego z jakiegoś większego zakładu silnikowego. Prąd służy do popędu motoru elektrycznego, którego wał pędzi maszyny robocze.

Zastosowanie motoru elektrycznego zamiast silnika innego rodzaju uwzględnić należy przedewszystkiem w następujących wypadkach:

1. w przemyśle drobnym, jeśli cena prądu, otrzymywanego z centrali elektrycznej, nie jest zbyt wysoka, jeśli chodzi o zaoszczędzenie kosztów zakładowych, obsługi i miejsca; —

2. w przemyśle rolniczym, jeśli cena prądu, otrzymywanego z elektrycznej centrali okręgowej, nie jest zbyt wysoka, co jednakże w dotychczas istniejących zakładach okręgowych stosunkowo rzadko zachodzi; —

3. w przemysłowych zakładach średnich, a nawet wielkich, które znajdują się w okolicach o kwitającym przemyśle hutniczo-górnicy, gdzie z wielkich centrali elektrycznych, ustawionych w hutach żelaznych lub w kopalniach, można otrzymać prąd elektryczny po cenie bardzo niskiej.

Główne zalety motorów elektrycznych streścić można w słowach: mały kapitał zakładowy, małe zapotrzebowanie miejsca, tanie fundamenty nawet u większych motorów, możność ustawienia motoru w każdym miejscu, czystość ruchu, łatwą obsługę, gotowość do pracy w każdej chwili, ekonomiczną pracę przy zmiennem obciążeniu (małym obciążeniu), możność dokładnej kontroli kosztów ruchu. Czasami zalety powyższe decydują przy wyborze silnika na korzyść elektromotoru, w większości wypadków czynnikiem rozstrzygającym jest rachunek rentowności. Aby mózdz ostatni odpowiednio ustawić, należy zastrzedz sobie kontraktowo cenę prądu na okres kilkuletni.

Co do rodzaju prądu odbiorca musi się oczywiście stosować do jednoznacznej centrali elektrycznej. Obecnie używa się najczęściej prądu trójfazowego, który nadaje się najlepiej do przenoszenia energii elektrycznej na większe odległości. Motor o prądzie trójfazowym jest w większości wypadków, z powodu swej prostej budowy, łatwej obsługi i wielkiej niezawodności, odpowiedniejszy niż motor o prądzie stałym. Ostatni odznacza się natomiast łatwą i korzystną regulacją ilości obrotów, skutkiem czego w niektórych specjalnych przypadkach prawie wyłącznie jest stosowany, n. p. do popędu kolei elektrycznych i większych maszyn wyciągowych.

IV. Pogląd na wybór rodzaju silnika.

Przystępując do wyboru rodzaju silnika trzeba najpierw rozstrzygnąć:

- a) czy można wyzyskać siłę wiatru lub wody płynącej;
- b) czy zakład silnikowy ma służyć tylko do wytwarzania energii mechanicznej, czy ma także oprócz tego dostarczać energii ciepła do ogrzewania, gotowania, suszenia i t. d.

Na szczupły zakres warunków, w których energia wiatru może być wyzyskana do wytwarzania pracy mechanicznej, zwróciłem już uwagę, natomiast wywody, wypowiedziane o silnikach wodnych, wymagają pewnego uzupełnienia.

Na pytanie, czy przy możliwości spożytkowania siły wodnej racjonalniej ustawić silnik wodny lub ciepłikowy, można pod względem ekonomicznym znaleźć odpowiedź przez zestawienie rachunku rentowności. Odsetki, jakie przy ostatnim stosować należy, podano na str. 9. i 10. Tutaj dodać trzeba jeszcze, że u silników wodnych mamy w rachunku rentowności, zamiast kosztów paliwa, kosztą zakupną względnie dzierżawy siły wodnej, dalej że kosztą oliwy i materiałów do czyszczenia są mniej więcej równie wielkie jak u turbin parowych, więc wynoszą, zależnie od wielkości poszczególnych agregatów, tylko 50% do 20% kosztów równie wielkich silników tłokowych. Obsługa turbin wodnych jest tania, lecz obsługa całego zakładu wodnego może, zależnie od położenia zakładu silnikowego i od oddalenia poszczególnych jego części (jazów, długości rur i t. d.), pochłaniać znaczne koszty, zwłaszcza w porze zimowej, gdy trzeba usuwać lód i t. d.

W ogólności rentowność zakładów o sile wodnej zależy przede wszystkim od kosztów zakładowych, przypadających na jednostkę używanego skutku i od ceny paliwa w danej okolicy. W rachunku rentowności odgrywają bowiem u silników wodnych największą rolę oprocentowanie i amortyzacja kapitału zakładowego, u silników ciepłikowych natomiast najczęściej kosztą paliwa, które zależą od miejsca ustawienia silnika.

Wybudowanie wodnego zakładu silnikowego jest przeważnie jedynie wtedy odpowiednie, jeśli rachunek rentowności wykaże, że całkowite koszty ruchu, przypadające na wytworzenie jednostki skutku (n. p. na 1 konia i godzinę) są przy zastosowaniu silników wodnych mniejsze niż przy silnikach ciepłikowych. Przy nieznacznej różnicy wspomnianych kosztów uważać można zakład o sile wodnej również za odpo-

wiedniejszy, ponieważ nie podlega chwiejnym, prawie wciąż wzrastającym kosztom paliwa. Drugostronnie postępy w budowie i prowadzeniu silnikowych zakładów cieplikowych przyczyniły się często do zmniejszenia całkowitych kosztów ruchu, przypadających na jednostkę skutku, pomimo wzrostu cen paliwa.

Przed przystąpieniem do wykonywania wielkiego zakładu wodnego należy stwierdzić zapotrzebowanie mocy mechanicznej w odnośnej okolicy, niezapominać o uwzględnieniu w rachunku rentowności kosztów i strat, powstałych przez przenoszenie energii elektrycznej na dalekie odległości i przetwarzanie jej na różne napięcia, dalej, że należy zestawiać rachunek rentowności, ze względu na wielkie koszty zakładowe, z pewnym stopniem bezpieczeństwa. Jeśli jednakże urządzenia, połączone z wybudowaniem silnikowego zakładu wodnego, mogą usunąć katastrofy, powstałe przez wylewy rzek i powódzie, to powinna budowa ich być czynnie popierana przez władze państwowe.

Czasami zachodzą także warunki, że wyzyskanie siły wodnej, nadającej się do wytwarzania średniego skutku, jest możliwe tylko w czasie kilku miesięcy w ciągu roku. Jeśli koszty zakładowe wodnego urządzenia silnikowego w danych okolicznościach nie są wielkie, to osiągnąć można najracjonalniejsze rozwiązanie przez ustawienie turbin wodnych jako silników głównych, a maszyn cieplikowych jako silników zapasowych. Tutaj również rachunek rentowności musi służyć za podstawę, czy podobne połączenie silników lub też użycie wyłącznie silników cieplikowych jest odpowiedniejsze.

Z powyższych wywodów wynika, że silniki wodne nie są bynajmniej zawsze najracjonalniejsze, pomimo że materiał, pędzący silniki, nic lub też bardzo mało kosztuje. Bez wątpienia byłyby one najkorzystniejsze, gdyby chodziło o wyzyskanie energii, która w przeciwnym razie jest dla ludzkości bezpowrotnie stracona. Czynnikiem ten nie może jednakże odgrywać roli decydującej. Pod względem ekonomicznym powinna być bowiem wyłącznie całość osiągniętego wyniku miarodajna, — czyli, że ten silnik uważać należy za najkorzystniejszy, zapomocą którego jednostka uzyskanego skutku mechanicznego powoduje najmniejsze koszty ruchu.

W razie gdy wybór ma nastąpić jedynie pomiędzy poszczególnymi rodzajami silników cieplikowych, to przy zapotrzebowaniu, oprócz siły mechanicznej, także ciepła do kilkakrotnie już wspomnianych celów

osiąga się najczęściej najlepsze wyniki przy ustawieniu silników parowych. W różnych specjalnych wypadkach, zależnie od miejsca ustawienia i wielkości zakładu silnikowego (patrz str. 29 i 30), można jednakże zapomocą silników spalinowych, połączonych z wyzyskaniem ciepła gazów wydmuchowych i ciepła wody, używanej do chłodzenia, osiągnąć korzystniejsze wyniki niż przy wytwarzaniu skutku w silnikach parowych.

Wybierając pomiędzy ostatnimi, przy wyzyskaniu ciepła pary wylotowej lub przy odbieraniu pary z silnika o ciśnieniu wyższem niż wylotowe (n. p. z przelotni u maszyny parowej lub z pewnego stopnia ciśnienia u turbiny parowej) w ogólności maszyna parowa jest rentowniejsza, jeśli skutek wytworzony w jednym silniku jest mniejszy niż 1200 do 1500 koni, przy większym skutku natomiast turbina parowa.

W niektórych przedsiębiorstwach istnieje znacznie większe zapotrzebowanie pary, o niskiem ciśnieniu niż ilość pary wylotowej, dostarczanej przez silniki, która u maszyn parowych wynosi najwyżej 7 do 8 kg. na efekt. konia i godzinę. W takich wypadkach nie odgrywa zużycie pary przez silnik decydującej roli, wobec czego najodpowiedniejsza jest turbina parowa o skutku nawet znacznie mniejszym niż 1000 koni. Na korzyść ostatniej mogą także, niezależnie od wielkości silnika, rozstrzygnąć różne specjalne warunki n. p. względ na zapotrzebowanie miejsca, na otrzymanie jakościowo lepszej pary wylotowej, bo niezanieczyszczonej oliwą i posiadającej wyższą temperaturę i t. d.

Jeśli silnik wodny nie może być uwzględniony i jeśli istnieje zapotrzebowanie tylko siły mechanicznej do popędu różnych urządzeń względnie do wytwarzania prądu elektrycznego, to przy wyborze silnika popędowego decydującą rolę odegrać mogą oprócz rachunku rentowności który zasadniczo uważać trzeba za czynnik najważniejszy, następujące względy:

1. warunki lokalne, — wielkość miejsca, na którym silnik ma być ustawiony,
2. rodzaj paliwa, dogodny jego dowóz, istnienie wody w potrzebnej ilości i jakości,
3. rodzaj przedsiębiorstwa, potrzebującego siły popędowej, jako i kapitał, stojący do dyspozycji,
4. gotowość silnika do pracy w każdej chwili i rodzaj ruchu silnika,
5. niezawodność biegu silnika i wymagania co do umiejętnej (wykwalifikowanej) obsługi,

6. zapotrzebowanie paliwa przy różnych obciążeniach silnika i w ruchu zwykłym,
7. możliwość przeciążenia silnika,
8. przymioty silnika pod względem regulacyi.

Powyżej wymienione czynniki należy bliżej rozpatrzeć.

1. Warunki lokalne.

Przy wyborze silnika trzeba brać wzgląd na przepisy ustawowe co do koncesyi i na najbliższe sąsiedztwo, które może żądać odszkodowania, a nawet zaniechania ruchu, gdyby zakład silnikowy przykro oddziaływał na otoczenie przez dym, sadze, nadmierny hałas lub też zanieczyszczał pola wodą, która jest nasycona oliwą. Ustawy wymagają koncesyi na ustawienie kotłów. Ze względów bezpieczeństwa jest uzyskanie koncesyi na ustawienie kotła wewnątrz lub w bezpośrednim sąsiedztwie budynków zamieszkanycy ogromnie utrudnione, prawie że niemożliwe. Skutkiem tego muszą być w takich wypadkach, n. p. wśród budynków w miastach, silniki parowe wykluczone, a rozważane mogą być jedynie silniki spalinowe i elektromotory.

Również pod względem wytwarzania dymu i sadzy są silniki parowe najmniej korzystne. Z wyjątkiem niektórych motorów ropowych n. p. silników z łbicą żarzącą, których wydmuch sprawia, z powodu złego spalania paliwa, dużo dymu i sadzy, jako i nieprzyjemnej woni wydmuchu silników naftalinowych, nie można innym silnikom spalinowym, o ile są umiejętnie zbudowane, robić w tym kierunku żadnych zarzutów. Natomiast nie należy zalecać ustawiania silników, pędzonych gazami generatorowymi (nawet o gazie ssanym), w śródmieściu, z powodu wytwarzania czasami czadu przykrego, zapelniającego okolicę w obrębie kilkudziesięciu metrów, jako i cuchnięcia wody, oczyszczającej gazy w t. zw. skruberach. Przy umiejętnej obsłudze generatorów i racjonalnem odprowadzaniu wody wspomnianej możnaby uniknąć tego niehygienicznego zanieczyszczenia powietrza, lecz praktyka niestety dała się mieszkańcom miast bardzo dotkliwie we znaki. Skutkiem tego istnieją w niektórych miastach pewne ograniczenia co do ustawiania generatorów gazowych i co do wpuszczania wody oczyszczającej do kanałów i rzek.

Pod względem higienicznym stoją na pierwszym miejscu elektromotory, odznaczające się także największą cichością biegu. W ostatnim

kierunku dorównują im jedynie turbiny parowe. U silników tłokowych, tak parowych jak i spalinowych, można tylko przez zastosowanie dobrego wyrównania mas osiągnąć bieg stosunkowo równomierny, który nie powoduje drgań ścian budynków, znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie silników. Największe trudności zachodzą u wielkich silników spalinowych, jeśli grunt budowlany jest nieodpowiedni. Ruch silników tych powoduje czasami drgania budynków, znajdujących się nawet w znaczniejszej odległości.

Oprócz tego może u silników spalinowych, zwłaszcza u typów większych, wydmuch gazów spalonych powodować przy nieumiejętnym wykonaniu t. zw. garneków wydmuchowych hałas ogromny i dokuczliwy, a nawet wprost nieznośny dla mieszkańców okolicznych. Również u maszyn parowych, pracujących z wolnym wydmuchem, może hałas, spowodowany przez wydmuch, być nieprzyjemny dla sąsiedztwa, jeśli nie stosuje się racjonalnych tłumików. W celu uniknięcia różnych skarg i kosztów, zaleca się zażądać w tym kierunku gwarancji kontraktowych od fabryki dostarczającej silniki.

Zapotrzebowanie miejsca przez silnik odgrywa wielką rolę przeważnie w miastach, gdzie grunt jest drogi lub też ogromnie trudno do nabycia w odpowiednim miejscu w koniecznej wielkości. Jeśli chodzi o uzyskanie małego lub średniego skutku, to z silników parowych możnaby wtedy jedynie wybrać maszynę, zmontowaną na kotle stojącym, lub lokomobilę parową; — silniki spalinowe, zwłaszcza pędzone paliwami płynnymi, wymagają znacznie mniej miejsca, a najmniej miejsca zapotrzebowują elektromotory.

Dla centrali silnikowej, wytwarzającej wielki skutek, a zajmującej możliwie mało miejsca, są najodpowiedniejsze turbiny parowe i stojące motory Diesel'a, budowane dziś już o bardzo wielkich jednostkach. Jeśli w takich razach mają z innych przyczyn być ustawione maszyny parowe, to wybiera się maszyny szybkobieżne o ustroju stojącym, u których zużycie pary jest jednakże duże.

Powierzchnia, zajmowana przez motory Diesel'a, jest w zakładach z silnikami po 3000 do 4000 koni w jednym silniku mniejsza niż powierzchnia, która potrzebna jest na ustawienie równie wielkich agregatów turbin parowych wraz z kotłami, abstrahując już od zarezerwowania choćby małego miejsca na skład paliwa. Tak wielkie ograniczenie miejsca w zakładach tego rodzaju zachodzi stosunkowo rzadko. Przy wytwarzaniu

większego skutku w jednym silniku niż około 4000 koni, przedstawiają się turbiny parowe pod względem zapotrzebowania miejsca najkorzystniej.

2. Rodzaj paliwa, jego dowóz, istnienie wody w potrzebnej ilości i jakości.

Pewność, czy pewne paliwo będzie można w okresie kikutastoletnim otrzymywać po cenie przystępnej, umożliwiającej rentowność zakładu silnikowego, może także wpłynąć przy wyborze rodzaju silnika. Jako drastyczny przykład służyć mogą wątpliwości, nasuwające się przy wybudowaniu kosztownej centrali z silnikami gazowymi, pędzonymi gazami ziemnymi, w okolicy, w której paliwa innego rodzaju są tanie. W celu uniknięcia ewentualnych dotkliwych strat, zaleca się zachować możliwość wytwarzania w silnikach skutku mechanicznego zapomocą różnych paliw po przeprowadzeniu mało kosztownych zmian. Nie jest to jednakże wykonalne u wszystkich silników.

Również wzgląd na dogodny dowóz paliwa może być czynnikiem ważnym przy wyborze rodzaju silnika. Odgrywa to oczywiście najważniejszą rolę, jeśli paliwo musi być koźmi dowożone, n. p. u silników ustawianych wśród miasta lub też zdala od toru kolejowego. Dla uzyskania małego skutku najodpowiedniejsze są wtedy motory elektryczne i motory spalinowe, pędzone gazem świetlnym, o ile jeden z tych dwóch rodzajów siły popędowej można otrzymać w danej miejscowości po cenie przystępnej, — w przeciwnym razie silniki spalinowe, pędzone paliwami płynnymi. Dla wytwarzania większego skutku natomiast nadają się w podobnych warunkach najwięcej motory Diesel'a, u których paliwo może być dostarczane w sposób bardzo dogodny, n. p. rurami z dworca lub z gazowni. Nawiasem nadmieniam tylko, że przy bardzo niskich cenach paliwa, n. p. jeśli centrala silnikowa znajduje się w pobliżu kopalni węgla lub szybów ropnych, oddających paliwo po niskiej cenie, rachunek rentowności wykaże z łatwością wyższość silników o najmniejszych kosztach zakładowych, więc dla wytwarzania wielkiego skutku turbin parowych.

W nie mniejszej mierze jak paliwo ważne jest istnienie wody w ilości i jakości, wymaganej przez pewien rodzaj silnika, o czym często zapomina się przy projektowaniu zakładu silnikowego. Największe wymagania w tym kierunku stawiają silniki parowe, zwłaszcza maszyny parowe z kondensacją. Najmniej wody zużywają silniki Diesel'a, lecz także i u silników spalinowych trzeba czasami ustawiać aparaty, oczyszczające wodę,

o czym w poglądzie na rodzaje silników już wspominałem. Oprócz tego może para chemicznie nieczysta (czasami także z powodu aparatów zmiękczających wodę) przyczynić się do nadmiernego zdzierania łoków u maszyn, a łopatek u turbin parowych.

3. Rodzaj przedsiębiorstwa i kapitał, stojący do dyspozycji.

W przedsiębiorstwach, których rozwój jeszcze nie jest zapewniony (n. p. nowo ufundowanych), lub też w przedsiębiorstwach, którym trudno uzyskać większą pożyczkę kapitału pod warunkami dogodnymi, polecać można ustawienie silnika o najmniejszych kosztach zakładowych t. j. motoru elektrycznego, jeśli całkowite koszty ruchu, wypadające na jednostkę skutku, nie są znacznie większe niż u innych silników.

Często brak odpowiedniego kapitału wprost zmusza do zastosowania silnika taniego, lecz powodującego wielkie koszty ruchu. Podobny wybór może nawet ujemnie wpłynąć na rentowność całego zakładu, jeśli koszty siły popędowej są w stosunku do wytwórczości danego przedsiębiorstwa nierównomiernie wysokie. W zakładach prowizorycznych średniej wielkości uwzględniana być powinna przedewszystkiem stała lokomobila parowa, ponieważ w razie zbędności najłatwiej ją odsprzedać.

4. Gotowość silnika do pracy w każdej chwili i rodzaj ruchu silnika.

Przymioty silników w tym kierunku muszą być przedewszystkiem rozważane, jeśli projektowany silnik przypuszczalnie pracować będzie z dłuższymi przerwami, lub też jeśli ma on być silnikiem zapasowym, który w każdej chwili bezwarunkowo ma być gotów do podejmowania pracy. W takich razach nie można polecać silników parowych i silników o gazie ssanym, tylko motory elektryczne i silniki spalinowe, pędzone paliwem płynnym. Także silniki naftalinowe nie nadają się do ruchu krótkotrwałego, ponieważ przy uruchomieniu silnik musi przez $\frac{1}{2}$ do 1 godziny być zasilany benzolem. Częste, dłuższe przerwy w ruchu głównego silnika popędowego powodują bowiem u silników parowych znaczne straty paliwa z powodu utrzymywania ognia pod kotłem i wielkie koszty obsługi.

Jeśli natomiast u rzadko pracujących silników zapasowych nie potrzeba wielkiej wagi przypisywać do natychmiastowej gotowości do pracy,

to należy wtedy wybierać silnik najtańszy, odznaczający się niezawodnością biegu, ponieważ koszty paliwa odgrywają u silników zapasowych rolę podrzędną. Tutaj trzeba się starać o możliwie małe koszty zakładowe, aby całkowite koszty krótkotrwałego ruchu, obliczone podług rachunku rentowności, wypadły możliwie małe.

W wielkich centralach silnikowych, w których nie chodzi o bezzwłoczną gotowość każdego silnika do podjęcia pracy, a których główne obciążenie opanowują turbiny parowe, nie są w ogólności silniki Diesel'a odpowiednią mocą zapasową, ponieważ cena ich jest za wysoka. Przez wręcz przeciwny podział pracy na poszczególne rodzaje silników osiąga się czasami znacznie korzystniejszy wynik ekonomiczny, t. j. motory Diesel'a całkowicie obciążone, pokrywają obciążenie normalne, najczęściej zachodzące, — turbiny parowe, zasilane przez stosowne kotły, służą jako siła zapasowa i do pokrywania nadmiaru obciążenia normalnego.

Z wywodów powyższych wynika, że w centralach z popędem parowym turbina parowa jest najodpowiedniejszym silnikiem zapasowym, a przy mniejszym skutku szybkobieżna maszyna o ustroju stojącym. Zastosowanie w podobnym zakładzie motoru Diesel'a jako silnika zapasowego często obciąża, z powodu wysokich kosztów zakładowych, znacznie budżet centrali, może być jednakże pożądane ze względu na jego bezzwłoczną gotowość do pracy. Przy obecnym stanie budowy silników Diesel'a poleca się w takich wypadkach wybrać typ tańszy, więc szybkobieżny.

5. Niezawodność biegu silnika i wymagania co do obsługi.

W czterech poprzednich punktach omówiono przeważnie względy, wskazane przez warunki lokalne i finansowe. W ogólności ważniejsze są jednakże przymioty silników podczas zwykłego ruchu, z których na pierwszym miejscu postawić trzeba niezawodność biegu.

Jak już zaznaczyłem, niezawodność biegu nie da się określić cyframi. Również pewna panująca opinia, wyrobiona na mocy doświadczenia długoletniego, nie da się usunąć przez reklamy, rozumowania i statystyki. Podobne zachowanie się ogółu jest we wielu wypadkach słuszne, ponieważ nie tylko reklamowe ogłoszenia są jednosłonne, co zresztą jest zupełnie zrozumiałe, lecz także spotyka się w literaturze statystyki, które absolutnie nie pozwalają na wyciąganie jakichkolwiek wniosków konkret-

nych. Można nawet powiedzieć, że grzeszą brakiem bezstronności, bo uwzględniają tylko szczupłą ilość silników i nie troszczą się o jakość i rok zbudowania poszczególnych, porównywanych silników.

Pod względem niezawodności biegu sprawia zwykle mało kłopotu elektromotor, zwłaszcza o prądzie trójfazowym, który stawia również bardzo małe wymagania co do obsługi. Ostatnia odgrywa natomiast ważną rolę u silników ciepłikowych. Przy umiejętnej i sumiennej obsłudze można silniki spalinowe uważać pod względem stopnia pewności biegu za zupełnie równorzędne z silnikami parowymi, jeśli porównuje się typy nowoczesnie zbudowane. W razie braku stosownej obsługi, korzystniejsze są silniki parowe. Wynika to z różnicy zasadniczej procesu pracy, który odbywa się u obu rodzajów silników, mianowicie parowe są pędzone medyum, posiadającym pewne ciśnienie, spalinowe natomiast muszą sobie same wytworzyć w cylindrze siłę popędową. Aby silnik spalinowy nie zawiódł w ruchu, konieczne jest spełnienie wysokich wymagań pod względem konstrukcyi, wykonania i obsługi; n. p. przy złej obsłudze łatwo zawiedzie silnik naftalinowy i silnik ropowy z łbicą żarzącą. Silnik parowy natomiast nie tak łatwo wypowie posłuszeństwo, nawet pomimo pracy w warunkach bardzo niekorzystnych. Prawie zawsze wytwarzać będzie wtedy skutek przepisany, naturalnie często w połączeniu ze stratami paliwa.

Porównanie ogólne wymagań obu rodzajów silników co do obsługi można streścić w następujących słowach: parowe wymagają umiejętniejszej obsługi w czasie ruchu, lecz nie ze względu na silnik, tylko ze względu na racjonalne spalanie paliwa pod kotłami; — spalinowe wymagają przede wszystkim dobrego utrzymania w porządku różnych części silnika w czasie przerw ruchu, aby zapewnić sobie niezawodny bieg, — rodzaj obsługi w czasie ruchu natomiast wpływa w ogólności w znacznie mniejszej mierze na ekonomiczną pracę niż u silników parowych, ponieważ prawie jedynie woda chłodząca może oddziaływać na wynik ekonomiczny.

Największe wymagania pod względem umiejętnej i sumiennej obsługi stawiają generatory gazowe dla motorów o gazie ssanym, aby zapewnić wymagany ruch bez przerw. Brak obsługi należytej czyli zrobione skutkiem tego doświadczenia praktyczne przyczyniły się przede wszystkim do złej renomy, jaką posiadają wspomniane silniki. Dotychczasowe postępy w budowie generatorów nie zdołały jeszcze usunąć tej opinii przez osiągnięcie nowych, lepszych wyników. Oprócz tego jest częste czyszczenie generatorów o gazie ssanym uciążliwe, bo musi przy zasilaniu generatora

paliwem, pozostawiającem dużo smoły, odbywać się co 10 do 12 dni; — najmniej czyszczenia wymagają generatory zasilane antracytem.

Również u silników naftalinowych i u t. zw. motorów ropowych, przedewszystkiem dwusuwowych, jest obsługa stosunkowo kosztowna, z powodu konieczności częstego czyszczenia cylindra i pierścieni tłokowych, jeśli motor pracuje bez przerw pod całkowitem obciążeniem. U niektórych wspomnianych silników ropowych dają się także ich posiadicielom nie-miłe we znaki koszta, spowodowane przez częste pęknięcie tłocy żarzącej i konieczne skutkiem tego postoje. Niejeden odbiorca wybiera nie bez słuszności silnik innego rodzaju, pomimo, że rachunek rentowności, w którym strat, powstałych przez nieprzewidziane przerwy ruchu i trudno oznaczalne wymagania obsługi, należyć uwzględnić nie można, wykazuje większe całkowite koszta ruchu na jednostkę skutku.

U silników spalinowych, pędzonych gazem świetlnym, benzyną i benzolem, jest obsługa łatwa, silniki Diesel'a wymagają natomiast obsługi bardzo umiejętnej.

Kwestya istnienia wykwalifikowanej obsługi silników odgrywa na ziemiach polskich rolę bardzo ważną. Dotyczy to przedewszystkiem warunków wiejskich (silniki do młocki, śrutowania, rznięcia siewki i t. d.). Tutaj silniki pracują zwykle stosunkowo małą ilość godzin w czasie roku, tak że koszta paliwa nie są u nich w większości wypadków czynnikiem decydującym o rentowności. Wymagane natomiast być muszą: wielka niezawodność biegu, oddawanie pracy w warunkach nawet bardzo niekorzystnych i łatwość usunięcia mniejszych usterek na miejscu przez ludzi niezupełnie wykwalifikowanych.

Tymi względami przedewszystkiem, a nietylko konserwatyzmem ziemian, tłumaczy się ich zachowanie, że największe rozpowszechnienie znajduje w przemyśle rolniczym maszyna parowa prostej konstrukcyi, z którą obchodzić się umie prawie każdy kowal wiejski. Przytoczone postępowanie rolników jest w zupełności uzasadnione dobrze zrozumianą korzyścią własną, jeśli cena paliwa loco silnik nie jest zbyt wygórowana i jeśli chodzi o popęd młocarni, tej najważniejszej maszyny w rolnictwie, której unieruchomienie spowodować może ogromne straty, n. p. przez brak stosownego zatrudnienia dla ludzi, przez opóźnienie siewów, przez kary za spóźnione dostawy i t. d.

W okolicach, w których paliwo jest drogie, lub w miejscowościach,

w których dowóz paliwa z powodu wielkiej odległości od dworca kolejowego i złych dróg jest bardzo uciążliwy, nie powinien jednakże względem na obsługę i mniemaną niezawodność silnika przyczyniać się do stosowania silnika, którego praca nasuwa pod względem rentowności wielkie wątpliwości. W naszych warunkach zachodzą czasami, może nie zbyt często, podobne warunki, które wprost nakazują wybór silnika spalinowego, pędzonego paliwem płynnym, do popędu młocarni, gdy chce się uniknąć większych strat materyalnych i uciążliwych niedogodności przy dowozie paliwa.

Również do popędu różnych maszyn mniejszych, n. p. sieczkarń, śrutowników (także młocarni włościańskich) i t. p., pracujących zazwyczaj krótko i z długimi przerwami, nie można polecać używania lokomobil parowych ze względu na straty paliwa, spowodowane przez każdorazowe rozpalanie ognia pod kotłem, jeśli wykonywanie danych prac nie da się uskutecznić kolejno bez dłuższych przerw w czasie dnia. Do celów zaznaczonych najodpowiedniejsze są motory spalinowe, zasilane paliwem płynnym, jeśli prądu elektrycznego nie można otrzymać po cenie przystępnej. Chcąc się w takich razach zupełnie uniezależnić od możliwego zawodu ze strony silnika, można wykonać urządzenie tego rodzaju, że w każdej chwili możliwe jest uruchomienie tych maszyn zapomocą manieża (kieratu) przez siłę końską.

Rozważając wymagania pod względem obsługi i stopień pewności biegu maszyn i turbin parowych, należy zaznaczyć, że obsługa musi być u obu rodzajów silników równie uważna, lecz jest u maszyn kosztowniejsza, a niezawodność biegu jest równorzędna. Niedomagania mogą zajść u każdego silnika, nawet wzorowo wykonanego, nieraz z zupełnie drobnej przyczyny.

W niektórych zakładach przemysłowych, nie posiadających dostatecznej mocy zapasowej, ważne natomiast jest łatwe i szybkie usunięcie usterek, aby uniknąć dłuższych przerw w produkcyi. Pod tym względem jest maszyna parowa korzystniejsza, ponieważ naprawa turbiny parowej może być prawie wyłącznie wykonana w mechanicznych zakładach fabrycznych. Osobiście sympatyczniejsze byłoby mi n. p. ustawienie w cukrowni, której kampania powinna być ukończona w krótkim czasie, bo w czasie około 100 dni, maszyny parowej ze względów powyżej zaznaczonych.

6. Zapotrzebowanie paliwa przy różnych obciążeniach silnika i w ruchu zwykłym.

W warunkach rzeczywistych silniki pracują zwykle rzadko pod obciążeniem, przy którym zapotrzebowanie paliwa jest najmniejsze. Średnie obciążenie jest przeważnie znacznie mniejsze niż normalne. Dlatego odbiorca silnika powinien znać właściwości silników, gdy pracują przy obciążeniu zmiennem. W ogólności są pod względem spożycia paliwa na jednostkę skutku, przy zmniejszającym się obciążeniu silniki spalinowe, z wyjątkiem motoru Diesel'a, mniej korzystne niż silniki parowe i motory elektryczne. Uwagi o przymiotach, które w tym kierunku posiadają najczęściej używane silniki, można streścić w następujących słowach.

Najniekorzystniej przedstawia się motor o gazie ssanym. U niego jest bowiem zużycie paliwa na 1 HPe i godzinę:

przy	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	stałego obciążenia maksymalnego
o około	15 ⁰ / ₀	45 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀	większe niż przy stałym skutku maksymalnym.

Na podpalanie generatora liczy się przy 12 godzinnej pracy dziennej 5⁰/₀ do 10⁰/₀ dodatku, a przy częstych przerwach ruchu i więcej. Oprócz tego nie nadają się silniki te dla ruchu o bardzo zmiennem zapotrzebowaniu siły, zwłaszcza maszyny większe, ponieważ generator nie może swej wytwórczości gazu tak pod względem ilościowym jak i jakościowym dostosować dostatecznie szybko do zapotrzebowania gazu przez motor. Skutkiem tego dostają się przy zasilaniu generatora paliwami bitumicznymi po dłuższym ruchu z małym obciążeniem do silnika gazy, zawierające smołę, które zanieczyszczają poszczególne części motoru, tak że wyczyszczenie ich okazuje się konieczne.

Ogromne wymagania pod względem obsługi przy zmiennem obciążeniu silnika i różnej jakości paliwa stawiają zwłaszcza generatory, u których para wodna zostaje doprowadzana pod ruszty. Jeśli w takich wypadkach nie odbywa się nadzwyczaj umiejętna regulacja pary dopływającej, gazy wytworzone zawierają w sobie za dużo wodoru, powodując przez to zapalenie przedwczesne mieszanki w cylindrze i skutkiem tego uderzenia w motorze, lub też posiadają za wiele dwutlenku węgla czyli za małą wartość opałową (cieplikową), zmniejszając przez to uzyskalny w motorze skutek. Aby się uniezależnić od obsługi, poleca się u większych silników, powyżej około 300 do 400 koni, ustawić mechaniczne urządzenia, któreby zastępowały najważniejsze funkcje obsługi ludzkiej.

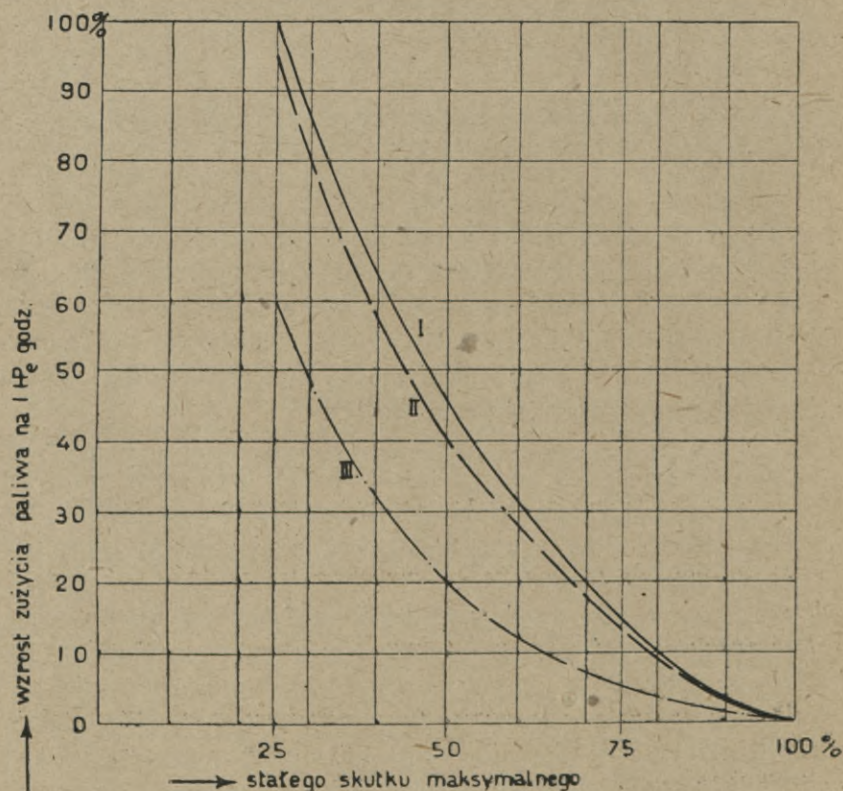
U większości motorów, pędzonych paliwami płynnymi jako i gazem świetlnym, wzrasta jednostkowe zużycie paliwa przy zmniejszającym się obciążeniu mniej więcej w sposób następujący:

przy	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	stałego obciążenia maksymalnego
o około	13 ⁰ / ₀	40 ⁰ / ₀	95 ⁰ / ₀ .	

Silnik Diesel'a daje natomiast lepsze wyniki, ponieważ zużycie paliwa na 1 HPe i godzinę jest u niego:

przy	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	stałego obciążenia maksymalnego
o około	5 ⁰ / ₀	20 ⁰ / ₀	60 ⁰ / ₀	większe niż przy stałym skutku maksymalnym.

Powyżej przytoczone liczby podają tylko średnie wartości, które mogą odbiegać od wyników, otrzymanych u pewnego typu, o kilka procent na dół lub też w górę. Obrazowe przedstawienie poszczególnych silników we wspomnianym kierunku uwidocznia rys. 1. Krzywa I. odnosi



RYS. 1.

się do silników o gazie ssanym, krzywa II. do silników, pędzonych paliwem płynnym i gazem świetlnym, krzywa III. do silników Diesel'a.

U normalnych motorów czterosuwowych, pędzonych gazami wielkopieczowymi i gazami z pieców koksowych, wzrasta jednostkowe spożycie paliwa przy zmniejszającym się obciążeniu mniej więcej także podług krzywej II. Maszyna dwusuwowa systemu Koertinga posiada natomiast przy mniej więcej $\frac{3}{4}$ stałego obciążenia maksymalnego najmniejsze zużycie paliwa, przez co dostosowuje się dobrze do rzeczywistych warunków ruchu, lecz absolutne jednostkowe spożycie paliwa jest u niej większe niż u wielkich silników czterosuwowych. Przez zastosowanie u ostatnich osobnego przepłukiwania cylindra powietrzem sprężonym powiększa się nie tylko ich jednostkowy skutek i zmniejsza się jednostkowe zużycie paliwa, lecz osiąga się równocześnie najmniejsze zapotrzebowanie paliwa również przy około $\frac{3}{4}$ stałego obciążenia maksymalnego.

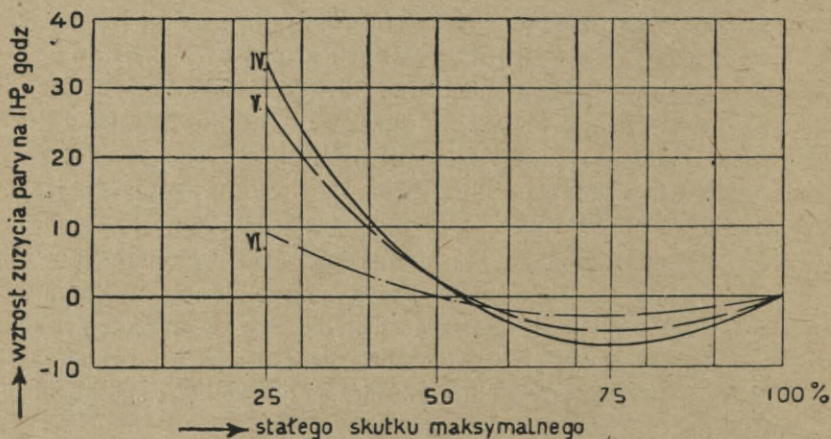
U silników parowych, tak maszyn jak i turbin parowych, trzeba rozróżnić wzrost zużycia pary i wzrost zużycia paliwa przy zmniejszającym się obciążeniu. Pierwszy zależy od rodzaju silnika, drugi od silnika i kotła jako i od umiejętności wyzyskania kotłów. Dla właściciela silnika miarodajne jest jedynie spożycie paliwa.

Zapotrzebowanie pary na 1 konia i godzinę przy różnych obciążeniach przedstawia się u nowoczesnie zbudowanych silników parowych, pracujących z parą przegrzaną i z kondensacją, mniej więcej następująco:

przy	$\frac{4}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ stałego obciążenia maksymalnego
u maszyn parowych	0 ^o / _o	7 ^o / _o mniejsze	2 ^o / _o większe	34 ^o / _o większe
u maszyn przelotowych Stumpfa	0 ^o / _o	5 ^o / _o „	2 ^o / _o „	27 ^o / _o większe
u turbin parowych powyżej 1600 HPe z regulacją automatyczną zapomocą dysz	0 ^o / _o	3 ^o / _o „	0 ^o / _o „	9 ^o / _o większe niż przy stałym obciąż. maks.

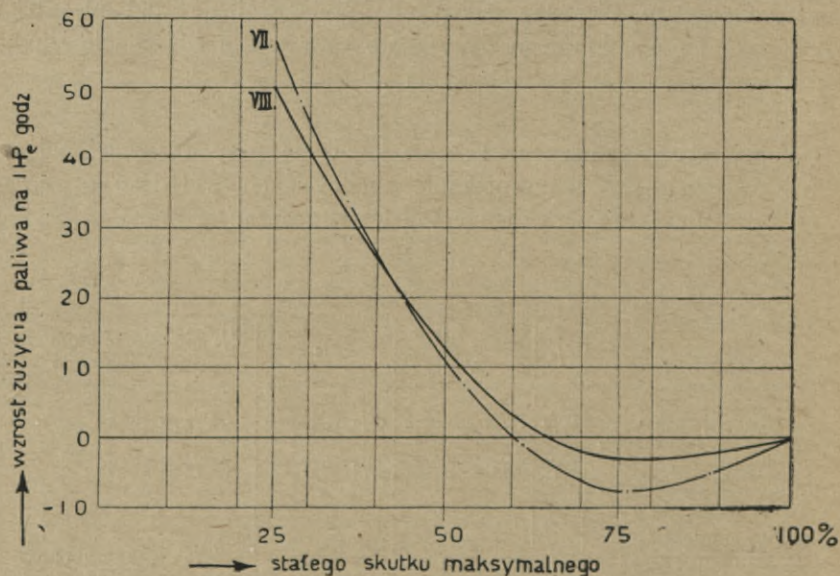
U turbin parowych poniżej 1600 HPe wzrasta zużycie pary na jednostkę skutku trochę więcej niż u typów większych. Ta sama uwaga odnosi się do turbin z regulacją przez dławienie pary świeżej. Stosując się

do powyższych liczb, otrzymujemy w *rys. 2.* dla maszyn parowych krzywą IV., dla maszyn przelotowych systemu Stumpfa krzywą V., a dla turbin parowych krzywą VI.



RYS. 2.

Powyższe krzywe odpowiadają także mniej więcej zużyciu paliwa na jednostkę skutku, jeśli silnik, zależnie od danego obciążenia,



RYS. 3.

zasilany jest parą, wytwarzaną w mniejszej lub większej ilości kotłów. Jeśli jednakże ilość kotłów zasilających i wielkość rusztów pozostaje niezmienną, to zużycie paliwa na 1 konia i godzinę wzrasta szybciej, mia-

nowicie mniej więcej podług krzywej VII. u maszyn parowych, a krzywej VIII. u turbin parowych (rys. 3*) czyli

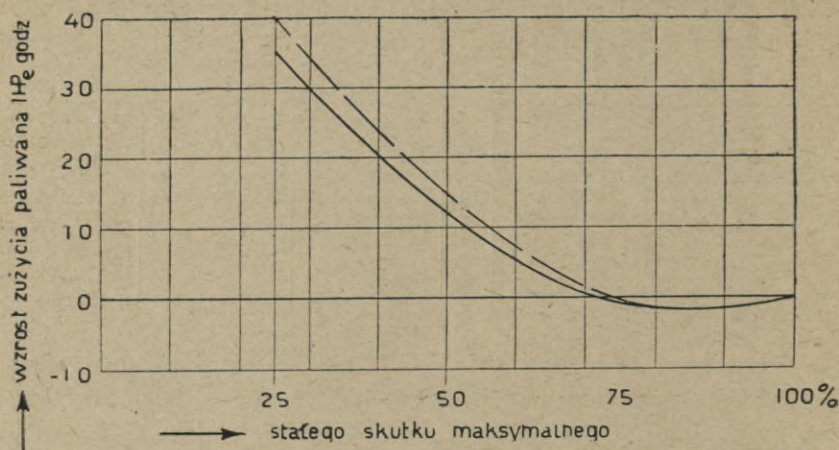
przy		$\frac{4}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ stałego obciążenia maksymalnego
u maszyn parowych	z parą przegrzaną i z kondensacją	0 ⁰ / ₀	8 ⁰ / ₀ mniejsze	11 ⁰ / ₀ większe	57 ⁰ / ₀ większe
u turbin parowych		0 ⁰ / ₀	3 ⁰ / ₀ „	12 ⁰ / ₀ „	50 ⁰ / ₀ większe niż przy stałym obciążeniu maksym.

Zaznaczam, że krzywe VII. i VIII. nie zawsze będą odpowiadały rzeczywistemu zużyciu paliwa, ponieważ jest ono we wielkiej mierze zależne od chwilowego stanu i obsługi kotła. Do oceny jakości silnika parowego uwzględnia się więc słusznie jedynie zużycie pary przez silnik, do oceny całości silnikowego zakładu parowego miarodajne są natomiast koszty paliwa. Przy ustanawianiu zapotrzebowania pary trzeba do zużycia pary przez silnik dodać 2 do 6⁰/₀, którą spotrzebowują pompy, zasilające kotły.

Z powyższych krzywych wynika, że silniki parowe pracują najekonomiczniej przy mniej więcej 0,75 do 0,8 stałego obciążenia maksymalnego, które to obciążenie nazywamy u nich skutkiem normalnym. Zmienność w jednostkowym spotrzebowaniu paliwa podano w rysunku 2. i 3. w stosunku do stałego obciążenia maksymalnego, aby mógł przeprowadzić porównanie z silnikami spalinowymi. Dodać jeszcze należy, że krzywa VI. wyznaczona jest na mocy założenia, że ilość wody skraplającej i jej temperatura dopływowa pozostają wciąż niezmiennie, czyli, że próżnia polepsza się przy mniejszem obciążeniu, jako i że turbiny posiadają automatyczną regulację zapomocą dysz. Polepszenie próżni przyczynią się u turbin parowych do znaczniejszego zmniejszenia zużycia jednostkowego pary, n a j m n i e j s z e p o g o r s z e n i e jej powoduje natomiast znacznie większy wzrost zapotrzebowania pary niż u maszyn parowych.

U lokomobil parowych, pracujących z parą przegrzaną i z kondensacją, otrzymuje się korzystniejsze wyniki. Spotrzebowanie paliwa na 1 konia i godzinę przy zmiennem obciążeniu uwidoczniło w rys. 4., mianowicie:

*) Dane rys. 3. w przybliżeniu podług Bartha.



RYS, 4,

przy o około	$\frac{1}{4}$ 0%	0,8 1,5% mniejsze	$\frac{1}{2}$ 12% do 15% większe	$\frac{1}{4}$ stał. obciąż. maks. 35% do 40% większe niż przy stałym skutku maksymalnym.
-----------------	---------------------	-------------------------	---	--

Obciążenie normalne odpowiada tutaj około 0,8 stałego obciążenia maksymalnego. Liczby mniejsze, 12% względnie 35% odnoszą się do lokomobil większych, powyżej około 250 koni, — liczby większe, 15% względnie 40% do mniejszych silników.

Zamieszczone dane (rys. 1—4) wykazują, że można wymienić silniki cieplikowe pod względem wzrostu zapotrzebowania paliwa przy zmniejszającym się obciążeniu w porządku następującym: lokomobila parowa, maszyna przelotowa systemu Stumpfa, turbina parowa z automatyczną regulacją dysz, maszyna parowa, motor Diesel'a, silniki spalinowe, pędzone paliwami płynnymi i gazami świetlnymi, wielkopiecowymi i koksowniczymi, w końcu silniki spalinowe, pędzone gazami generatorowymi. Ponieważ jednakże krzywe VII. i VIII. nie są dostatecznie ustalone, a motor Diesel'a daje często w praktyce lepsze wyniki, niż podług krzywej III., należałoby go umieścić zaraz po lokomobili parowej.

Wymieniony porządek odnosi się jedynie do wyników, otrzymanych przy pomiarach odbiorczych. W ruchu zwykłym wzrastają koszty paliwa, częściowo przez zużycie paliwa przy rozpoczęciu i zatrzymaniu ruchu (rozpalanie i wygasanie ognia pod kotłem lub w generatorze gazowym) i w czasie krótszych przerw ruchu, częściowo przez nieumiejętną obsługę kotła, generatora, silnika jako i przez straty w przewodach, pracę pomp

zasilających kotły i czasami pomp kondensacyjnych, przez gorszą próżnię i drobniejsze niedomagania w stawidłowych organach silnika. Do gwarancji spożycia paliwa, otrzymanych z fabryk, należy przy zestawianiu rachunku rentowności dodać pewien procent (oprócz dodania tolerancji, żądanej przez fabryki), w celu uwzględnienia wspomnianych strat w ruchu zwykłym.

Dodatek powyższy, nazwijmy go krótko „dodatkiem ruchu“, zależy od sposobu prowadzenia ruchu czyli od rodzaju ruchu, od systemu kotłów, rusztów i silnika, od obciążenia i zręczności obsługi kotła i silnika. Najtrudniej ustanowić go u silników parowych, bo jest tutaj tem większy, im krócej silnik pracuje i im częściej zachodzą postoje, których długość trwania odgrywa także wielką rolę.

„*Dodatek ruchu*“ wynosi w przybliżeniu, odnośnie do skutku normalnego:

U lokomobil, pracujących z parą przegrzaną i z kondensacją, a umiejętnie obsługiwanych przy 10-godzinnym ruchu dziennym około	15%
„ „ „ 5 „ „ „ „ „	25%
a przy mniej umiejętnej obsłudze aż do	40%

W silnikowych zakładach parowych, u maszyn i turbin parowych z parą przegrzaną i z kondensacją,

umiejętnie obsługiwanych przy 10-godzinnym ruchu dziennym około	18%
„ „ „ 5 „ „ „ „ „	30%

U motorów Diesel'a i pokrewnych 1%—4%

„ „ , pędzonych paliwami płynnymi i gazem świetlnym . 4%—10%.

W wielkich centralach parowych, równomiernie obciążonych i dobrze prowadzonych 10%—18%

u silników parowych, pracujących z przerwami lub przy niezbyt umiejętnej obsłudze kotłów *) 25%—50%

u silników spalinowych, pędzonych gazami generatorowymi *) 15%—35%.

Ponieważ pod względem „dodatku ruchu“ silniki spalinowe są korzystniejsze niż parowe, może on czasami rozstrzygnąć w rachunku rentowności na korzyść silników spalinowych. U nich może bowiem wzrost zużycia paliwa powstać w ruchu zwykłym jedynie przez nieumiejętną regulację ręczną ilości wody chłodzącej lub też nieodpowiednie ustawienie

*) Większe liczby odnoszą się do ruchu krótkotrwałego.

stawidel. U silników parowych natomiast zapotrzebowanie paliwa w ruchu zwykłym zależy w wielkiej mierze od rodzaju obsługi kotłów.

W celu osiągnięcia w tym kierunku możliwie korzystnych wyników, właściciel silnika parowego powinien dbać o możliwie dobrą obsługę kotła (dla większych jednostek samoczynne zasilanie paleniska paliwem), stosować aparaty, ułatwiające maszyniście racjonalną obsługę kotła, n. p. aparaty, wskazujące potrzebną ilość powietrza lub też regulujące samoczynnie przeciąg, dalej przyrządy, kontrolujące maszynistę, n. p. rejestrujące samoczynnie składniki gazów spalinowych. Chcąc poznać rzeczywiste koszty, przypadające średnio na jednostkę skutku wytworzonego jako i znaleźć z łatwością przyczyny osiągniętych ewentualnie złych wyników, trzeba oprócz tego zaprowadzić rejestrowanie samoczynne węgla spotrzebowanego, wody zużytej, temperatury i składników spalin i skutku wytworzonego przez silnik. Na podstawie tych danych, codziennie zapisywanych, można dopiero obliczyć rzeczywiste koszty ruchu. Z powodu mniej wahającego się zapotrzebowania paliwa można w ogólności przy projektowaniu z większą pewnością ocenić koszty ruchu u silników spalinowych.

Elektromotory sprzedaje się dziś również podług stałego skutku maksymalnego. Zapotrzebowanie prądu przy różnych obciążeniach przedstawia się u mniejszych motorów mniej więcej następująco (rys. 5):

przy	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ stałego obciążenia maksymalnego
zużycie prądu	0 ^o / _o	0 ^o / _o	2—2,5 ^o / _o	10—13 ^o / _o

większe niż przy stałym obciążeniu maksymalnym. Na korzyść motorów elektrycznych nadmienić należy, że nie wymagają one żadnego „dodatku ruchu“ i że koszty prądu mogą być z łatwością dokładnie oznaczone.

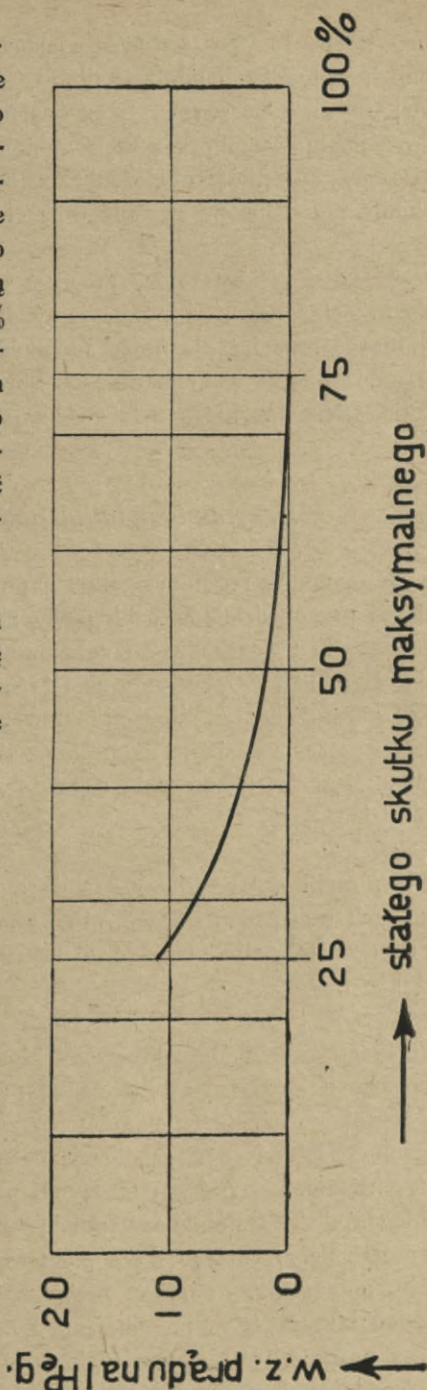
7. Możliwość przeciążenia silnika.

Jak już wspomniano, silniki parowe posiadają najmniejsze zużycie paliwa przy t. zw. obciążeniu normalnym, które odpowiada 0,7 do 0,8 stałego obciążenia maksymalnego, silniki spalinowe natomiast przy obciążeniu maksymalnym. Chcąc przy najczęściej zachodzącym zapotrzebowaniu mocy popędowej osiągnąć wyniki najkorzystniejsze pod względem spotrzebowania paliwa, oznacza się zwykle u silników parowych skutek normalny, a u spalinowych stały skutek maksymalny.

Skutkiem tego nie można u silników spalinowych uzyskać trwale większego przeciążenia niż 6% do 10%, jedynie motor Diesel'a dozwala w obecnie najwięcej stosowanej budowie stałe przeciążenie o 12% do 15%, a przejściowe aż do 20%. Maszyny parowe dozwolają natomiast stałe przeciążenie o 20% do 35%, przejściowo do 50% skutku normalnego. Również u turbin parowych można uzyskać bardzo znaczne przeciążenie, które ograniczone jest jedynie przez część elektryczną t. j. generator elektryczny.

Nadmierne przeciążenie silnika może spowodować zagrzanie się łożysk i t. d., a u silników spalinowych często nawet zatrzymanie się silnika. U ostatnich skutek maksymalnie uzyskalny zależy bowiem od jakości gazów świeżych i od odpowiedniego ustawienia stawideł.

W większości zakładów przemysłowych zachodzi zmienne zapotrzebowanie mocy popędowej, a przejściowo, na długi lub krótki okres czasu, wymagany jest znacznie większy skutek niż obciążenie najczęściej zachodzące. Pod względem możliwości przeciążenia są silniki spalinowe mniej korzystne niż parowe, które doskonale dostosowują się w kierunku wspomnianym do ogólnych wymagań ruchu. Ponieważ jednakże każdy silnik powinien opanować obciążenie największe, jakie zachodzić



RYS. 5

może, trzeba to przy wyborze wielkości uwzględnić, czyli wybrać w podobnych wypadkach silnik spalinowy o znacznie większym skutku niż parowy; — wielkość parowego oznaczona jest bowiem przez skutek normalny, spalinowego przez maksymalny. Skutkiem tego silnik spalinowy będzie przy średnim obciążeniu pracował pod względem zużycia paliwa na konia i godzinę przeważnie w warunkach niekorzystnych.

Również elektromotory mogą w ogólności być stale tylko nieznacznie przeciążone, a na pół godziny o 25%. Ponieważ dłuższe lub często zachodzące przeciążenie może spowodować nadmierne zagrzanie się motoru, oddziałujące ujemnie na jego sprawność, zaleca się stosować motory o takiej wielkości, która z łatwością opanować może skutek maksymalny.

8. Przymioty silnika pod względem regulacji.

Racyjonalna regulacja silnika powinna zapewnić niezawodny bieg silnika i przeciwdziałać rozbieganiu się, a drugostronnie przeciwdziałać nadmiernemu zwiększeniu zużycia paliwa przy zmniejszającym się obciążeniu. U silników tłokowych zostaje równomierność biegu w czasie jednego obrotu zapewniona przez koło zamachowe, którego ciężar zależy od przeznaczenia silnika, a zachowanie stałej liczby obrotów, pomimo zmiennego obciążenia, uskutecznią regulator, działający na kłapy dławiące lub organy sterujące.

W ogólności regulator spełnia u nowocześnie zbudowanych silników tłokowych swe zadanie w sposób samoczynny ku zupełnemu zadowoleniu. Na dwa rodzaje silników, które nasuwają pewne wątpliwości, zwracam jednakże uwagę.

Pierwsza wzmianka dotyczy niektórych suwakowych maszyn parowych, zwłaszcza u których pas rzemienny pędzi regulator. U niektórych rodzajów suwaków, uskuteczniających rozrząd pary, regulator nie jest w stanie zupełnie zapobiedz dostawaniu się pewnej ilości pary do cylindra, która może, zależnie od rodzaju maszyny, przy jej odciążeniu wystarczyć do rozbiegania się. Ostatnie następuje jeszcze znacznie łatwiej w razie pęknięcia rzemienia, służącego do popędu regulatora, w czasie biegu silnika przy małym obciążeniu. Ponieważ rozbieganie się silnika może być przyczyną różnych nieszczęść n. p. pęknięcia koła zamachowego i zabicia ludzi, odbiorca powinien w tym względzie żądać kontraktowych zobowiązań, przede wszystkim dostarczenia przyrządu dodatkowego, któryby w razie pę-

knięcia rzemienia wspomnianego samoczynnie zamykał dopływ pary do cylindra.

Rozbieganie może również nastąpić u motorów Diesel'a, jeśli maszynista przed puszczeniem motoru w ruch dopompuje ręcznie za dużo paliwa do rozpylacza. W ogólności nie trzeba się tego obawiać, natomiast inną większą wadę posiadają normalne silniki Diesel'a, mianowicie że ciśnienie powietrza wstrzykującego musi być, zależnie od obciążenia, ręcznie regulowane, co wymaga pewnej uwagi ze strony maszynisty. Należy się jednakże spodziewać, że brak wymieniony zostanie wkrótce usunięty, ponieważ już obecnie niektóre fabryki stosują także u zwykłych motorów Diesel'a samoczynną regulację powietrza wstrzykującego, na wzór motorów Diesel'a, pędzących okręty.

Zasilanie turbiny parowej może być regulowane zapomocą dławienia pary wylotowej lub zapomocą automatycznej regulacji dysz. Pod względem pewności działania są oba rodzaje równorzędne, pod względem ekonomicznej pracy turbiny drugi rodzaj jest korzystniejszy, zwłaszcza jeśli zachodzi częsta zmiana w obciążeniu. Oprócz tej regulacji każda turbina parowa posiada t. zw. regulator bezpieczeństwa, który po przekroczeniu najwyższej dopuszczalnej liczby obrotów o kilka procent zamyka samoczynnie i całkowicie dopływ pary do turbiny. Pod względem regulacji odpowiada nowoczesnie zbudowana turbina parowa w zupełności wszelkim wymaganiom.

V. Przykłady rachunków rentowności.

A. Wskazówki ogólne.

1. Postępowanie przy wyborze silnika, wartości opałowe, ceny paliw i oliwy.

W tabelach końcowych umieszczone przykłady rachunków rentowności nie mogą mieć ogólnego znaczenia, ponieważ koszty zakładowe zależą od konjunktury każdorazowej i od warunków lokalnych, a koszty paliwa znacznie się różnią, zależnie od miejsca ustawienia silnika; — mają więc one jedynie służyć jako przykłady, w jaki sposób należy przeprowadzać podobne kalkulacje.

We wszystkich przykładach nie uwzględniono:

oprocentowania kapitału, wydanego na zakupno ziemi, kosztów dozoru, administracji, podatków, zabezpieczeń, rewizji (n. p. u kotłów), oświetlenia i ogrzewania budynków maszynowych. Suma tych kosztów jest w warunkach normalnych mniej więcej równa u wszystkich silników, tak, że przy porównywaniu samych silników nie odgrywa przeważnie żadnej roli; — jedynie przy bardzo wysokich cenach ziemi, może ona czasami zmienić ostateczny wynik kalkulacji. Również nie uwzględniono kosztów urządzenia elektrycznego, transmisji, całości budynków, ponieważ zależą one od każdorazowych warunków. W ogólności koszty budynków, podane w przykładach, nie mogą być miarodajne, bo na wydatki te wpływają we wielkiej mierze warunki lokalne i rodzaj wykonania budynków.

Chcąc poznać rzeczywiste koszty, przypadające na jednostkę skutku wytworzonego, nie można oczywiście powyżej wymienionych czynników opuszczać. W rzeczywistości „całkowite roczne koszty ruchu“ są więc większe niż zamieszczone w przykładach liczby, które jednakże wystarczają w zupełności do przeprowadzenia porównań ekonomicznych. Nadmieniam, że w przykładach przyjęto zastosowanie filtrów do oczyszczania oliwy.

Reasumując uwagi poprzednie o wyborze silnika (z wyłączeniem silników wodnych i wiatrowych), można polecić postępowanie następujące;

a) Zażądać ceny paliw od dostawców paliw wraz z podaniem dolnej wartości cieplikowej paliwa, względnie ceny prądu elektrycznego za kilowatt-godzinę. (1 koń efektywny = 1 HPe = 0,76 kilowatt = 0,76 KW; elektromotor zużywa jednakże do oddania 1 HPe więcej niż 0,76 KW, ponieważ zachodzą w nim pewne straty).

W celu zmniejszenia kosztów poleca się sprowadzać paliwo, o ile możliwości, wagonami lub w cysternach, więc w większej ilości naraz. Na mocy otrzymanych cen można, po doliczeniu kosztów dowozu paliwa do silnika, ustanowić cenę 100 kg. paliwa loco silnik. Równocześnie należy się upewnić, czy będzie można otrzymywać dane paliwo po tej samej cenie w okresie kilkuletnim.

Węgiel górnośląski posiada wartość opałow ^ą	6.500—7.300	ciepłostek/kg.,
„ zagłębia krakowskiego „ „	4.200—5.600	„
dobry węgiel brunatny „ „	4.000—5.000	„
pośledni „ „	2.000—3.000	„
brykiety z węgla brunatnego „ „	4.500—5.000	„
antracyt „ „	7.600—8.000	„

koks hutniczy	posiada	wartość	opałową	6.800—7.000	ciepłostek/kg.
torf	"	"	"	2.500—3.500	"
drzewo	"	"	"	3.000—4.500	"

Ceny tych paliw różnią się bardzo w poszczególnych częściach ziem polskich, zależnie od odległości od miejsc wydobywania ich. Ogólnie można tylko zaznaczyć, że przy wielkiej odległości od kopalni zaleca się używać materiał opałowy o wysokiej wartości opałowej, aby zaoszczędzić na kosztach przewozu.

Pewien pogląd na wartość opałową innych paliw daje tabelka następująca:

	Dolna wartość opałowa, średnio ciepłostek	Cena 100 kg paliwa, względnie 100 m ³ gazu — zabór		
		rosyjski rubli	austryacki koron	pruski marek
ropa naftowa, olej błękitny i gazowy	10.000	4·9—6	7—11 *)	10—12
smołowiec (olej smołowy) z węgla kamiennego	8.600—8.900	—	—	4—6
benzyna motorowa (lekka) bez cła	10.000	25—30	45—55	32—40
benzol	9.300—9.500	—	38—45	28—30
naftalina	9.300	—	12—16	10—12
gaz świetlny	4.500—5.000	waha się zależ. od miasta	waha się	waha się

b) Stwierdzić, czy w pobliżu miejsca ustawienia silnika znajduje się woda w dostatecznej ilości. Najwięcej wody zapotrzebowują silniki parowe z kondensacją, bo wodę do napełnienia kotła i wodę do skroplenia pary. Ilość pierwszej wynosi, zależnie od wielkości maszyny, 4·5 do 12 litrów na 1 konia i godzinę. Ilość drugiej jest znacznie większa (patrz str. 21), bo przy temperaturze 12° do 15° C wody dopływowej przy kondensacji:

a) natryskowej 15—40 razy ilość pary, zużytej na 1 HPe godzinę,

b) powierzchniowej 45—70 " " " " " " " " " "

W razie braku wody poleca się ustawić wieże chłodnicze i używać wciąż tej samej wody do skraplania. Z powodu odparowywania wody i konieczności odnawiania jej, liczyć można, że dodana woda świeża wynosi 5 do 10% podanych powyżej liczb.

*) cena bardzo się waha.

Przy kondensacji powierzchniowej usuwamy oliwę z pary, a wodę uzyskaną przez skroplenie pary, możemy wtedy używać do zasilania kotła, przez co zapotrzebowanie wody się zmniejsza. Równocześnie przedstawia zasilanie kotła wodą miękką wielką ochronę kotła.

Przy wolnym wydmuchu silniki parowe spotrzebowują 7 do 25 ltr wody na 1 konia i godzinę, zależnie od wielkości silnika.

Silniki spalinowe o gazie ssanym zapotrzebowują przy 12° do 15° C wody dopływowej 35 do 45 ltr na 1 konia-godzinę, t. j. 20 do 30 ltr dla chłodzenia cylindrów i pokryw, a około 15 do 20 ltr dla części generatorowej. Mniejsze motory gazowe i pędzone paliwami płynnymi spotrzebowują do chłodzenia cylindra 20 do 32 ltr na 1 HPe godzinę, a motory Diesel'a 13 do 20 ltr na 1 HPe godzinę, jeśli temperatura wody dopływowej wynosi 12° — 15° C. Wielkie maszyny gazowe spotrzebowują natomiast około 30 ltr wody na 1 HPe godzinę.

W celu zmniejszenia kosztów wody (patrz str. 28) stosuje się u małych silników spalinowych chłodzenie, połączone z odparowywaniem, a u większych ustawia się wieżę do chłodzenia wody, t. j. chłodzenie odbywa się wodą powrotną. Ostatni rodzaj chłodzenia w połączeniu z oczyszczaniem wody należy także zastosować w wypadku, gdy woda zawiera składniki, które osadzają się po ogrzaniu wody na chłodzonych częściach silnika.

Przy chłodzeniu z odparowywaniem wody lub wodą powrotną, wynosi dodatek wody świeżej 2 do 4 litrów na 1 HPe godzinę.

Ponieważ koszta wody znacznie się różnią w poszczególnych zakładach silnikowych, należy je w każdym wypadku starannie stwierdzić. Ciekawe dane statystyczne z praktyki co do kosztów wody i kosztów innego rodzaju znajdują się w książce „Elektrownia miasta Tarnowa“, opracował dyrektor Dr. inż. Jan Studniarski.

c) Zbadać, czy w miejscu ustawienia silnika grunt budowlany jest odpowiedni, czy też będzie wymagał specjalnych fundamentów dla silnika, przez które wzrosłyby znacznie koszta zakładowe. Większe silniki powinny być tylko w takich miejscach ustawiane, w których dowóz paliwa nie sprawia wielkich trudności i kosztów.

d) Zażądać od fabryk ofert na silnik i gwarancji co do zużycia

paliwa i wody, w sposób omówiony bliżej na stronie 11., podając fabrykom wartość opałow^ą paliwa, którą gwarantowali dostawcy paliw. Równocześnie zaleca się posłać fabrykom próbkę wody, która stoi do dyspozycji, żądając stwierdzenia (także gwarancyi), czy woda będzie się nadawała do zasilania kotłów, względnie do chłodzenia silników spalinowych, czy też będzie wymagała aparatów oczyszczających.

Jeśli chodzi o elektromotor, to fabryki dostarczające powinny zagwarantować zapotrzebowanie prądu w kilowatach na 1 konia efekt. przy różnych obciążeniach motoru jako i liczbę obrotów.

Przy zażądaniu ofert poleca się zaznaczyć, że w kontrakcie dostawy będzie umieszczona wysoka kara konwencyjonalna za niedotrzymanie gwarancyi, które będą stwierdzone po uruchomieniu silnika.

Oprócz tego fabryki powinny podać:

1. wielkość fundamentu dla silnika, kotłów, generatorów w m³ z dołączeniem szkicu;
2. wielkość budynku dla silnika, kotłów, generatorów w m² z dołączeniem szkicu;
3. wymagania co do obsługi (ilość i jakość), lecz nadmieniam, że fabryki liczą zwykle za małe koszty obsługi;
4. zagwarantować całkowite zużycie oliwy cylindrowej i maszynowej na 10 godzin ruchu silnika, które przy odbiorze może być stwierdzone. Przez podchwytywanie oliwy zużytej i filtrowanie jje można koszta oliwy znacznie zmniejszyć.

Cena 100 kg oliwy wynosi mniej więcej:

	Z a b ó r		
	rosyjski rubli	austryacki koron	pruski marek
oliwa cylindrowa dla pary przegrzanej i silników spalinowych	30—35	55—70	60—75
oliwa cylindrowa zwykła	23—30	45—55	42—55
oliwa maszynowa	14—20	20—35	30—40

Na materiały do czyszczenia można liczyć $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3}$ kosztów oliwy.

Przy dalszych pertraktacjach z fabrykami dostarczającymi należy

poprosić o udowodnienie różnych twierdzeń szczegółowymi rysunkami silnika.

e) Zażądać od budowniczych na mocy szkiców, otrzymanych z fabryk, kosztorysu na budynek i fundamenty silnika, generatorów gazowych lub obmurowanie kotłów parowych. Jeśli brak wyjątkowy miejsca nie zmusza do ograniczeń, zaleca się nie oszczędzać zbytnio na budynku, dbać o możliwie jasny budynek, jasne piwnice, dobrą wentylację, łatwy dostęp do poszczególnych części budynku i dobry układ poszczególnych silników (n. p. u silników parowych powinna kotłownia być możliwie blisko hali maszynowej).

f) Na mocy otrzymanych cen i gwarancji zestawić rachunek rentowności; — potrzebne dalsze dane co do oprocentowania i amortyzacji kapitału zakładowego podano na str. 8, 9 i 10.

g) Rozważyć czynniki rozpatrywane w rozdziale IV., str. 38—57.

W celu możności wskazania na rodzaje silników, które przy pewnym skutku w warunkach normalnych powinny być rozważane w rachunkach rentowności na ziemiach polskich, podzielę silniki na 4 grupy:

A.	od	1	do	30	koni	w	jednym	silniku,
B.	"	30	"	150	"	"	"	"
C.	"	150	"	1200	"	"	"	"
D.	ponad			1200	"	"	"	"

2. Silniki o skutku 1—30 HPe.

Silniki od 1 do 30 koni służą przeważnie do popędu:

- w przemyśle rolniczym,
- w przemyśle drobnym.

a) Silniki dla przemysłu rolniczego.

Najwięcej rozpowszechnionym silnikiem jest tutaj lokomobila przewozowa (parowa lub spalinowa), służąca do popędu młocarni, u której zachowały się jeszcze dawne oznaczenia skutku.

Lokomobila zwana	posiada mniej więcej skutek normalny	stały skutek maksymalny	przejsiowy skutek maks.
4 konną	10 HPe	14 HPe	18 HPe
5 „	12 HPe	16 HPe	20 HPe
6 „	14 HPe	18 HPe	25 HPe
7 „	16 HPe	21 HPe	29 HPe
8 „	20 HPe	26 HPe	34 HPe
10 „	24 HPe	31 HPe	40 HPe
12 „	30 HPe	40 HPe	50 HPe
16 „	35 HPe	45 HPe	60 HPe

O rozumowaniu właścicieli ziemskich przy wyborze lokomobili wspominałem na stronie 45. Tutaj dodam jeszcze, że przy zestawianiu rachunku rentowności należy obliczyć cenę paliwa wraz z transportem z dworca kolejowego i z dowozem do silnika i nie zapominać o kosztach dowozu wody.

W większej części ziem polskich najczęściej słusznie padnie wybór na lokomobilę parową, jeśli silnik jest większy niż 6 konny (normalny skutek 14 HPe), pracuje w czasie roku powyżej około 100 do 120 dni i odległość majątku od dworca kolejowego nie jest zbyt duża. Dla mniejszego skutku, więc poniżej około 14 HPe skutku normalnego („6 konny“) korzystniejsze są przeważnie silniki spalinowe, pędzone ropą naftową, benzolem, benzyną lub spirytusem (naftalinowych przewozowych nie buduje się dotychczas), ponieważ cena małych lokomobil parowych jest bardzo wysoka, a silnik mniejszy, używany w gospodarstwach mniejszych, pracuje w czasie roku stosunkowo krótko. Jeśli zwózka węgla z dworca kolejowego jest bardzo uciążliwa i kosztowna, wtedy silnik spalinowy, nawet o dużym skutku, jest odpowiedniejszy niż parowy.

Przy wysokich cenach węgla i dużym wyzyskaniu silnika poleca się u lokomobil parowych stosować parę przegrzaną. Zarzuty, czynione do niedawna lokomobilom przewozowym o parze przegrzanej (n. p. długie trwanie podpalania aż do otrzymania pary), usunięto w zupełności przez najnowsze konstrukcje, u których podpalanie trwa około 1 godziny, t. j. tak samo długo jak u lokomobili zwykłej. Również kotły z wyciągalną płomienicą i płomieniówkami, stosowane u lokomobil przez niektóre firmy, okazały się w praktyce przy umiejętnym wykonaniu zupełnie szczelne. O parowych lokomobilach angielskich, pracujących z regulacją zapomocą dławienia pary dopływowej, można powiedzieć, że nie są tak sta-

rannie przekonstruowane jak lokomobile, budowane na kontynencie europejskim i że spotrzebowują więcej pary i węgla.

Największym rywalem przewozowej lokomobili parowej jest na ziemiach polskich przy obecnych cenach paliw przewozowy silnik ropowy z łąbicą żarzącą, który pod względem rachunku rentowności może z nią, pomimo umiarkowanych cen węgla, współzawodniczyć nawet jako silnik o dużym skutku, więc aż do „16 konnego“ garnituru. Pod względem praktycznym posiada natomiast większość lokomobil ropowych pewne niedogodności, których agronomowie słusznie się obawiają, — mianowicie łatwe pęknięcie łąbicy żarzącej, dosyć częste czyszczenie cylindra i pierścieni tłokowych, konieczność ręcznego zamykania dopływu wody wstrzykiwanej przy zmniejszeniu obciążenia, aby zapobiedz zatrzymaniu się silnika, konieczność ciągłego ogrzewania łąbicy żarzącej lampą przy małym obciążeniu i zimnem powietrzu. Aby zapobiedz zgaśnięciu lampy pod wpływem wiatru, powinna ona być należycie ochroniona. W końcu nadmieniam jeszcze, że każda lokomobila spalinowa powinna być zaopatrzona w sprzęgło stosowne, w celu ułatwienia puszczenia jej w bieg.

Natomiast elektromotor może dotychczas stosunkowo rzadko współzawodniczyć na ziemiach polskich z lokomobilą ciepłikową (parową względnie spalinową), gdyż koszt instalacji elektrycznej na wsi są często bardzo wielkie, a cena prądu, otrzymywanego z elektrowni okręgowych, jest przeważnie zbyt wysoka. Jedyne do popędu mniejszych młotarni, pracujących w czasie roku krótko, może elektromotor dać lepsze wyniki ekonomiczne niż silnik spalinowy. Dodać także można, że zapatrywanie, jakoby zapomocą elektromotoru otrzymywało się zboże czystiej wymłócone, nie jest dotychczas praktycznie udowodnione.

Zasadniczo należy jednakże przy wyborze silnika do popędu młotarni polegać przedewszystkiem na rachunku rentowności.

Do popędu innych maszyn mniejszych, używanych w rolnictwie n. p. siewczkarni, gniotowników i t. d., najodpowiedniejsze są silniki spalinowe (ropowe, benzolowe, benzynowe), jeśli elektromotor i silnik wiatrowy nie mogą być uwzględnione. Maszyny te pracują bowiem zwykle krótko i z dłuższymi przerwami. Chcąc je pędzić lokomobilą, poleca się kilka maszyn równocześnie uruchomić, aby skutek maszyny lepiej wyzyskać i zaoszczędzić paliwa, spotrzebowanego do podpalania.

Oprócz wymienionych maszyn spotykamy silniki na wsi przede-

wszystkiem w gorzelniach i suszarniach ziemniaków. Z powodu zachodzącego tutaj dużego zapotrzebowania ciepła do celów fabrykacyjnych, wybiera się zwykle maszynę parową o prostej budowie i małych kosztach zakładowych, a parę, uchodzącą z silnika, wyzyskuje się do fabrykacji.

Zagadnienia, jakiego rodzaju silnik zaleca się stosować do motorowej uprawy gleby, nie będę tutaj bliżej rozpatrywał, chcąc odczekać doświadczeń praktycznych z pługami motorowymi nowszych systemów,

b) Silniki dla przemysłu drobnego.

Najodpowiedniejszym silnikiem dla przemysłowca drobnego w mieście, w którym istnieje elektrownia, jest elektromotor. Małe koszty zakładowe, małe zapotrzebowanie miejsca, możliwość ustawienia w każdym miejscu, gotowość do pracy w każdej chwili są głównymi zaletami elektromotoru.

Ponieważ cena prądu w niektórych miastach polskich jest zbyt wygórowana, przemysłowcy drobni zmuszeni są stosować czasami silniki ciepłikowe, które w razie braku prądu elektrycznego w danej miejscowości jedynie mogą być rozważane. Przy ustawianiu ostatnich wśród miasta należy brać wzgląd, oprócz rachunku rentowności, na sąsiedztwo (hałas wydmuchu, zanieczyszczanie powietrza przez wydmuch, sadze i t. d.).

W tym kierunku powtórzę uwagi już zaznaczone: parowa maszyna, zmontowana na kotle, jako i parowa lokomobila stała, powodują przy pracy z wolnym wydmuchem stosunkowo dużo hałasu, jeśli nie zastosuje się dobrego tłumika wydmuchu, a wymagają koncesyi na ustawienie kotła; — wydmuch silnika spalinowego, pędzonego gazem świetlnym, benzyną lub benzolem jako i silnika Diesel'a nie jest bardzo dokuczliwy, natomiast wydmuch silników ropowych z łbicą żarzącą i naftalinowych jako i woda, odpływająca ze skrubierów generatorów dla gazu ssanego, dają woń dokuczliwą.

O niezawodności biegu silnika i wymaganiach pod względem obsługi znajdują się bliższe dane na str. 43—46.

Z silników spalinowych nie nadaje się do ruchu krótkotrwałego motor naftalinowy i silnik o gazie ssanym (patrz str. 42).

W przedsiębiorstwach przemysłu drzewnego uzyskuje się zwykle najlepsze wyniki przez wyzyskanie trocin i odpadków drzewa do palenia pod kotłem. W końcu nadmieniam jeszcze, że przy silnikach, pędzonych gazem świetlnym, należy zażądać gwarancyi zużycia gazu przy stanie barometru $730^m/m$ do $735^m/m$.

3. Silniki o skutku od 30—150 HPe.

W rachunku rentowności powinny być tutaj rozważane: silnik spalinowy Diesel'a, silnik spalinowy o gazie ssanym, silnik ropowy z łąbicą żarzącą, stała lokomobila parowa, maszyna parowa (także przelotowa systemu prof. Stumpfa), a w razie istnienia siły wodnej, przedewszystkiem turbina wodna.

Do zasilania silnika Diesel'a służy w zaborze rosyjskim i austriackim ropa naftowa, a w zaborze pruskim smołowiec (olej smołowy). W przemyśle drzewnym powinno się zużywać odpadki drzewa do palenia pod kotłem, a w przedsiębiorstwach, w których istnieje zapotrzebowanie ciepła do celów fabrykacyjnych, należy uwzględnić w rachunku rentowności korzyści, jakie przynosi para wylotowa, względnie para, odbierana z przelotni maszyny lub lokomobili parowej.

4. Silniki o skutku 150—1200 HPe.

Tutaj rozważyć należy wszystkie silniki, wymienione w grupie poprzedniej, z wyjątkiem silnika ropowego z łąbicą żarzącą. Zamiast ostatniego uwzględnić należy natomiast turbinę parową.

Uwagi uczynione poprzednio uzupełniam następującymi zdaniami o turbinach i maszynach parowych (wspomniano częściowo na str. 38):

a) Stałą lokomobilę parową poleca się uwzględniać aż do skutku około 400 HPe.

b) Koszta zakładowe turbiny parowej wraz z generatorem elektrycznym są powyżej skutku około 450 HPe mniejsze niż równie wielkiej maszyny parowej z generatorem elektrycznym. Jeśli istnieje możliwość zastosowania popędu zapomocą transmisji zamiast generatora elektrycznego, wtedy koszta zakładowe maszyny parowej są poniżej skutku około 700 HPe mniejsze niż turbiny parowej. Ostatnią wykonywuje się poniżej skutku 500 HPe rzadko jako maszynę, pracującą z kondensacją, tylko wyzyskuje się parę wylotową do celów fabrykacyjnych.

c) Z przelotni (receivru) maszyny parowej można odbierać najwyżej 7—8 kg. pary na konia i godzinę. Jeśli zapotrzebowanie pary o ciśnieniu, panującym w przelotni, nie przekracza powyższej liczby, wtedy rachunek rentowności silnika o skutku poniżej 1200 HPe rozstrzygnie najczęściej na korzyść maszyny parowej. Jeśli istnieje możliwość wyzyskania pary wylotowej (praca z większą przeciwprężnością niż 0,1 atm nadciśnienia), maszyna parowa może najczęściej z powodzeniem współzawodniczyć z turbiną parową aż do skutku około 1500 koni efekt.

d) W razie zapotrzebowania pary wylotowej względnie pary o ciśnieniu 1 do 4 atm nadciśnienia, która jednakże nie ma być wcale zanieczyszczona oliwą (n. p. farbiernie, fabryki gumy i gułaperki i t. d.), powinna być jedynie uwzględniana turbina parowa.

5. Silniki powyżej 1200 HPe.

Z wyjątkiem przypadku, wymienionego w grupie poprzedniej (koniec ustępu c), turbina parowa o skutku powyżej 1200 HPe jest na ziemiach polskich najodpowiedniejszym silnikiem popędowym, o ile siła wodna nie może być rozważana. W innych krajach współzawodniczą z dużym powodzeniem z turbiną parową o wielkim skutku wielkie maszyny gazowe, pędzone gazami wielkopieczowymi lub gazami z pieców koksowych.

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

8-20

9-96

Przykład 1.

Lokomobila przewoźowa o stałym skutku maksymalnym 31 koni efektywnych, służąca do popędu mtocarni t.zw. garnituru 10-cio-konnego ma być ustawiona na wsi w Poznańskim.


W ciągu roku lokomobila ma pracować: 6 dni po 10 godzin dziennie pod obciążeniem 30 HPe, 10 dni po 10 godzin dziennie pod obciążeniem 18 HPe,

20 " " 8 " " " " 20 HPe, 40 " " 8 " " " " 14 HPe,
 30 " " 7 " " " " " 20 HPe, 15 " " 6 " " " " 12 HPe,
 30 " " 6 " " " " " 14 HPe.

Rodzaj silnika				Lokomobila benzolowa (Chłodzenie przez odparowywanie wody)				Lokomobila parowa (para przegrzana)		Lokomobila parowa (para nasycona, lecz zmienna ekspansja)		Lokomobila parowa (regulacja przez dławienie pary)		Lokomobila z dwusuwowym motorem z tlicza żarząca... (Chłodzenie przez odparowywanie wody)			
Rodzaj paliwa				benzol				węgiel		węgiel		węgiel		ropa			
wartość opatowa paliwa... cież/kg				9350 do 9500				7300		7300		7300		10.000			
cena 100 kg paliwa loco silnik *..... marek				30				2.40		2.40		2.40		12			
Spotrzebowanie paliwa na 1 konia efekt. i godzinę: przy obciążeniu w koniach efektywnych:				30	22.5	15	7.5	30	17	30	17	30	17	30	22.5	15	7.5
spotrzebowanie gwarantowane. kg				0.275	0.310	0.385	0.485	0.93	1.05	1.5	1.57	1.86	0.290	0.350	0.480	0.520	
tolerancja żądana..... kg				0.0275	0.031	0.0385	0.0485	0.04	0.05	0.07	0.07	0.09	0.029	0.035	0.048	0.052	
dodatek ruchu..... kg				0.0105	0.012	0.0155	0.0195		0.30**		0.46**	0.55**	0.006	0.007	0.010	0.110	
Spotrzebowanie rzeczywiste na 1 HPe godz. kg				0.313	0.353	0.439	0.553		1.4		2.1	2.5	0.325	0.392	0.538	0.583	
Spotrzebowanie paliwa w warunkach wymienionych w przykładzie..	godziny pracy	konie	konie x godziny	spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godz. kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg	spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godz. kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg	spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godz. kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg	spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godz. kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg	spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godz. kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg	spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godz. kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg		
	60	30	1800	0.313	564									0.325	585		
100	18	1800	0.4	720									0.460	828			
160	20	3200	0.376	1203									0.425	1360			
320	14	4480	0.46	2061									0.540	2420			
210	20	4200	0.376	1579									0.425	1785			
90	12	1080	0.5	540									0.560	605			
180	14	2520	0.46	1159									0.540	1360			
roczna ilość	1120	17	19080	0.410	7826	1.4	26712	2.1	40068	2.5	47700	0.469	8943				
Cena kompletnego silnika (bez mtocarni) marek				7200				7450		7100		6800		6800			
Roczne koszty ruchu:																	
1.) oprocentowanie kapitału zakładowego 3%.. mk.				360			372.5		355		340		340				
2.) amortyzacja..... 7%.. mk.				504			521.5		497		476		476				
3.) konserwacja i naprawy..... 1%.. mk.				72			74.5		71		68		104				
razem kosztą state..... mk.					936		968.5		923		884		920				
4.) kosztą paliwa..... mk.				2348			641		961.6		1145		1073				
5.) kosztą dowozu wody..... mk.				20			200.5		230.4		250		43				
6.) kosztą oliwy i materiałów do czyszczenia... mk.				150			140		130		130		140				
7.) kosztą obsługi..... mk.				380			380		380		380		380				
razem kosztą zmienne..... mk.					2898		1361.5		1702		1905		1636				
Całkowite roczne koszty ruchu..... mk.				3834				2330		2625		2789		2556			
Całkowite roczne koszty ruchu na 1 HPe godz. fenygów:				20.94				12.2		13.76		14.62		13.4			

Z powyższego rachunku rentowności wynika, że „kosztą state” mało się różnią dla poszczególnych lokomobil, a główną rolę odgrywają koszty paliwa. Przy mniejszym stopniu wyzyskania mocy silnika zmniejsza się również różnica w całkowitych rocznych kosztach ruchu. W takich wypadkach ziemianin słusznie wybiera silnik konstrukcji najprostszej, niewymagający obsługi wykwalifikowanej. Z silnikami porównywanymi w przykładzie nie może współzawodniczyć motor spirytusowy przy cenie około 30 mk za 100 kg spirytusu, ponieważ zużywa więcej paliwa niż silnik benzolowy. Racionalność zastosowania elektromotora do popędu mtocarni zależy od ceny prądu, jaką żąda centrala okręgowa.

* zależna od miejsca ustawienia silnika.
 ** przy nieumiejętnej obsłudze należy przyjąć większy dodatek ruchu..


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Przykład 2.

Silnik o stałym skutku maksymalnym 4 koni efektywnych ma być ustawiony w mieście zaboru austriackiego. Ceny paliw względnie prądu elektrycznego są poniżej podane. Silnik ma pracować u jednego rękodzielnika podług rubryki I., a u drugiego podług rubryki II.

Rubryka I	Rocznie 60 godzin pracy pod obciążeniem 4 HPe, czyli 240 HPe godzin,	" 160 " " " " 3 HPe, " 480 HPe " "
	" 100 " " " " 2 HPe, " 200 HPe " "	" 80 " " " " 1 HPe, " 80 HPe " "
	Razem rocznie 400 godzin pracy pod średnim obciąż. 2.5 HPe czyli 1000 HPe godzin.	
Rubryka II	Rocznie 300 godzin pracy pod obciążeniem 4 HPe, czyli 1200 HPe godzin,	" 900 " " " " 3 HPe, " 2700 HPe " "
	" 800 " " " " 2 HPe, " 1600 HPe " "	" 300 " " " " 1 HPe, " 300 HPe " "
	Razem rocznie 2300 godzin pracy pod średnim obciąż. 2.52 HPe, czyli 5800 HPe godzin	

Rodzaj silnika	Elektromotor o prądzie trójfazowym		Silnik ropowy (2 silwowy) z tbcą żarzącą		Silnik spalinowy o gazie świetlnym		Silnik spalinowy benzolowy		Silnik spalinowy benzynowy	
Wartość opłata paliwa ciepł/kg wzgl. ciepł/m ³	-		10.000		5.000		9.400 - 9.500		10.000	
Cena 100 kg wzgl. 100 m ³ paliwa loco silnik wzgl. 100 H.W. godz. kor.	25k { loco przy rocznym odbiorze około 5000 KW godzin tylko 20k		10		16		40		55	
Rodzaj pracy silnika	Rubryka I	Rubryka II	Rubryka I	Rubryka II	Rubryka I	Rubryka II	Rubryka I	Rubryka II	Rubryka I	Rubryka II
ilość obrotów silnika na minutę	1400	1400	550-650	300-320	400-480	240-280	400-480	240-280	400-480	240-280
Spotrzebowanie paliwa względnie prądu na 1 HPe godzinę przy obciążeniu 2.5 HPe										
gwarantowano kg wzgl. m ³ wzgl. kilowattgadz.	0.89	0.89	0.536	0.47	0.77	0.67	0.384	0.365	0.42	0.4
tolerancja żądana kg wzgl. m ³	-	-	0.054	0.047	0.077	0.067	0.038	0.036	0.042	0.04
dodatek ruchu kg wzgl. m ³	-	-	0.017	0.010	0.053	0.043	0.024	0.023	0.026	0.025
Spotrzebowanie rzeczywiste na 1 HPe godz. w kg wzgl. m ³ wzgl. H.W. godzin	0.89	0.89	0.607	0.527	0.9	0.78	0.446	0.424	0.488	0.465
całkowite spotrzebowanie paliwa wzgl. prądu w kg wzgl. m ³ wzgl. H.W. godzinach	890	5162	607	3057	900	4524	446	2460	488	2697
Cena kompletnego silnika z montażem, rurami (wzgl. złączem elektrycznym) i fundamentami	kor. 800	800	1800	2700	1700	2600	1800	2700	1800	2700
koszta budynków	kor. 80	80	300	500	300	500	300	500	300	500
koszta zakładowe	kor. 880	880	2100	3200	2000	3100	2100	3200	2100	3200
Rocznie koszta ruchu										
1) oprocentowanie kapitału zakładow. 5% - kor.	44	44	105	160	100	155	105	160	105	160
2) amortyzacja	33	40	108	189	102	182	108	189	108	189
a) silnik										
b) budynek 3% - kor.	2	2	9	15	9	15	9	15	9	15
3) konserwacja i naprawy	8	8	36	54	34	52	36	54	36	54
a) silnik										
b) budynek	1	1	2	3	2	3	2	3	2	3
razem koszta stałe	kor. 88	95	260	421	247	407	260	421	260	421
4) koszta paliwa względnie prądu	kor. 223	1032	61	306	144	724	178	984	268	1483
5) koszta wody * wzgl. dzierżawy miernika elektr. kor.	30	30	2	10	2	10	2	10	2	10
6) koszta oliwy i materiałów do czyszczenia	kor. 2	2	20	100	20	100	20	100	20	100
7) koszta obsługi	kor. 5	10	60	120	60	120	60	120	60	120
razem koszta zmienne	kor. 260	1074	143	536	226	954	260	1214	350	1713
Całkowite roczne koszta ruchu	kor. 348	1169	403	957	473	1361	520	1635	610	2134
Całkowite roczne koszta ruchu na 1 HPe godz. hal.	34.8	20.15	40.3	16.5	47.3	23.46	52	23.19	61	36.79

przy obciążeniu	1/4	1/2	3/4	4/4
gaz świetlny	0.63 m ³	0.70 "	0.88 "	1.17 "
benzyna	0.33 kg	0.36 "	0.46 "	0.62 "
benzol	0.30 kg	0.33 "	0.42 "	0.57 "
ropa	0.35 kg	0.42 "	0.55 "	0.71 "
dla silnika o normalnej ilości obrotów				
dla silnika szybkiego = bezinego				

Fabryki gwarantują, że silnik 4 konny spożytkowuje przy podanych obrotach w wartościach opłatowych i stanie barometru 730-735 mm, na 1 HPe godzinę mniej więcej.

Ceny silników tej wielkości różnią się znacznie. W przykładzie uwzględniono silniki wzorowo wykonane. Rubrykę I przeliczono dla silników szybkoobrotowych, ze względu na krótki okres pracy silnika. Tutaj nie nadawałby się więc silnik naftalinowy, natomiast w rubryce II powinien być rozważany, o ile nie potrzebaby się obawiać, że najbliższe sąsiedztwo będzie się uskarżało na jego wydźwięk.

*) chłodzenie silników spalinowych połączone z odparowywaniem wody.

CHNICZNA
W

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Przykład 5.

Silnik o statym skutku maksymalnym 60 koni efektywnych ma być ustawiony w zaborze austriackim, w miejscowości oddalonej od dworca kolejowego 4 km. W jednym przedsiębiorstwie, t.j. w rubryce I, pracuje silnik 7000 godzin rocznie, w drugim przedsiębiorstwie, t.j. w rubryce II, 3000 godzin rocznie pod średnim obciążeniem 45 HPe. Ceny paliw loco silnik podane są poniżej. Wrazie, gdyby silnik miał służyć do popędu tartaka, należałoby przedewszystkiem rozważyć lokomobilę parową, wyposażoną w stosowne palenisko do spalania odpadków drzewa.

Rodzaj silnika		Silnik Diesela jednocylindrowy				Lokomobilę parową z kondensacją i parą przegrzaną		Maszyna parowa z kondensacją i parą przegrzaną		Turbina wodna								
Rodzaj paliwa		ropa naftowa (olej białekitny)				węgiel		węgiel		Koszt zakładu wodnego zależy od warunków lokalnych, mogą być też większe niż 70000 koni								
wartość opałowa paliwa ciepł./kg		10.000				7000		7000										
cena 100 kg paliwa loco silnik kor.		10				3		3.2										
Spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godzinę: przy obciążeniu w częściach statego skutku maxym.						Rubryka I	Rubryka II	Rubryka I	Rubryka II									
spotrzebowanie gwarantowane kg:		4/4	3/4	1/2	1/4	3/4	3/4	3/4	3/4									
tolerancja żądana kg:		0.195	0.205	0.235	0.315	0.77	0.77	0.9	0.9									
dodatek ruchu kg:		0.0195	0.020	0.023	0.031	0.04	0.04	0.045	0.045									
spotrzebowanie rzeczywiste kg:		0.004	0.004	0.005	0.006	0.06*	0.14	0.085*	0.215									
		0.218	0.229	0.263	0.352	0.87	0.95	1.03	1.16									
Spotrzebowanie paliwa w warunkach wymienionych w przykładzie.	Rubryka I		Rubryka II		Rubryka I		Rubryka II		Rubryka I		Rubryka II							
	godziny	konie HPe	godziny	konie HPe	godziny	konie HPe	godziny	konie HPe	godziny	konie HPe	godziny	konie HPe						
roczna ilość	7000	45	315000	3000	45	135000	0.229	72135	0.229	30915	0.87	274050	0.95	128250	1.03	324450	1.16	156600
Cena kompletnego silnika z fundamentami, kominem, rurami, windą, pomocniczymi urządzeniami i montażem kor.		26.500				22.000		29.000		6.000								
koszta budynku kor.		6.000				6.000		11.000		4.000								
koszta zakładu wodnego kor.		-				-		-		70.000								
koszta zakładowe kor.		32.500				28.000		40.000		80.000								
Roczne koszty ruchu:		Rubryka I		Rubryka II		Rubryka I		Rubryka II		Rubryka I		Rubryka II						
1) oprocentowanie kapitału zakładowego kor.		1625		1625		1400		1400		2000		2000						
2) amortyzacja .. a) silnik kor.		2385		1855		1980		1540		2610		2030						
b) budynek kor.		150		150		150		150		275		275						
c) zakład wodny kor.		-		-		-		-		-		-						
3) konserwacja i naprawy .. a) silnik kor.		450		265		370		220		500		290						
b) budynek kor.		30		30		30		30		55		55						
c) zakład wodny .. kor.		-		-		-		-		-		-						
razem koszty stałe kor.		4640		3925		3930		3340		5440		4650						
4) koszty paliwa względnie dzierżawy za wodę kor.		7213		3091		8770		4104		10382		5011						
5) " wody (z rzeki lub z własnej studni) .. kor.		477		204		290		126		298		129						
6) " oliwy i materiałów do czyszczenia kor.		1150		500		1150		500		1200		530						
7) " obsługi kor.		3000		1500		3000		1500		3000		1500						
razem koszty zmienne kor.		11840		5295		13210		6230		14880		7170						
Całkowite roczne koszty ruchu kor.		16.480		9220		17.140		9570		20320		11820						
Całkowite roczne koszty ruchu na 1 HPe godz. kal.		5.23		6.83		5.44		7.09		6.45		8.75						

Pomimo stosunkowo wysokich kosztów zakładowych byłaby w danym wypadku, najracjonalniejsza turbina wodna, bo popęd silników cieplikowych jest, godności dowozu paliwa, kosztowniejszy z powodu wysokich cen paliw. Jedynie brak dostatecznego kapitału zakładowego mógłby w praktyce, z bryki II, skłonić do wyboru motoru Diesela lub lokomobilę parową. Końcowe liczby rachunku rentowności udowadniają także, że przy małym stopniu wyzyskania silnika jest różnica kosztów 1 HPe godziny niezmiernie mała, przy dużym natomiast, przy zakład wodny jest znacznie korzystniejszy. Gdyby silnik mógł być jeszcze mniej wyzyskany, niż w przykładzie przyjęto, gdyby n.p. 1000 godzin rocznie, rachunek rentowności wykazałby mniejsze całkowite koszty ruchu u silników cieplikowych niż u turbiny wodnej.

* ponieważ przerwy w ruchu zachodzą rzadko. ** nie zawsze potrzeba płacić.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Przykład 6.

Silnik o stałym skutku maksymalnym 130 koni efektywnych ma służyć do popędu przedsiębiorstwa przemysłowego w zaborze pruskim i pracować rocznie 2850 godzin pod średnim obciążeniem 87 HPe, czyli rocznie wytwarzać $2850 \times 87 = 247950$ HPe godzin.
 Z 1 kg pary wylotowej o nadciśnieniu 0.15 atm. można w danym przedsiębiorstwie wyzyskać około 450 ciepłostek do suszenia.
 W celu obliczenia wartości pary wylotowej, wyrażonej w paliwie, przyjmuje się wydajność kotła 0.75.

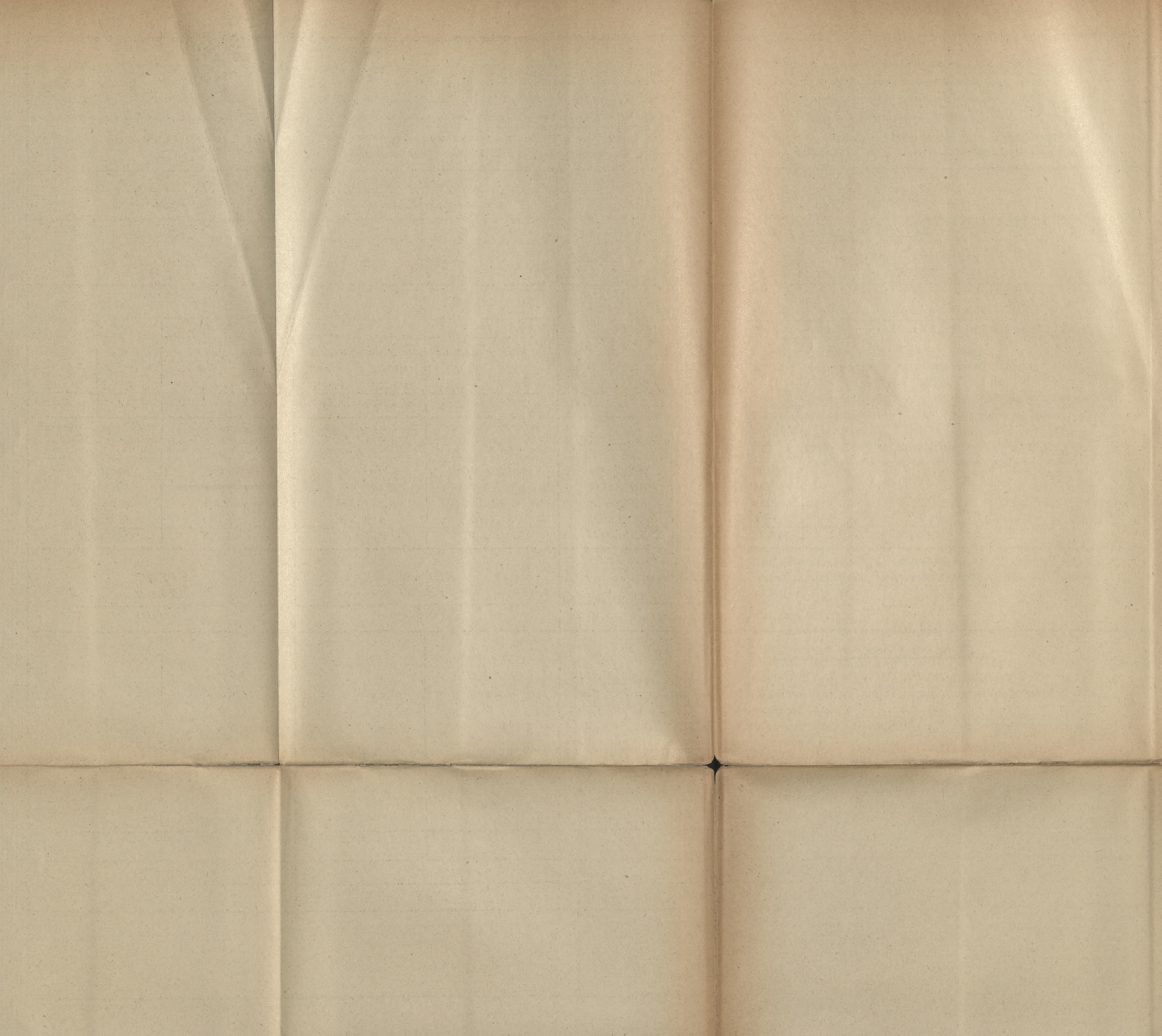
Rodzaj silnika	Lokomobila parowa (Para przegrzana, przeciwprężność 0.15 atm. nadc.)	Maszyna parowa (Para przegrzana, przeciwprężność 0.15 atm. nadc.)	Lokomobila parowa (Para przegrzana, kondensacja z wieżą chłodniczą)	Maszyna parowa (Para przegrzana, kondensacja z wieżą chłodniczą)	Motor Diesel'a (Dwa cylindry, chłodzenie wodą świeżą)	Silnik o gazie ssanym (Dwa cylindry, chłodzenie wodą świeżą)						
Rodzaj paliwa	węgiel	węgiel	węgiel	węgiel	olej smołowy	koks hutniczy						
Rodzaj paliwa dodatkowego	-	-	-	-	olej białkowy	-						
Wartość opałowa paliwa ciepł./kg.	7000	7000	7000	7000	8900	7000						
Wartość opałowa paliwa dodatkowego	-	-	-	-	10000	-						
cena 100 kg. paliwa mk.	2.16	2.16	2.16	2.16	5	2.3						
cena 100 kg. paliwa dodatkowego	-	-	-	-	11	-						
Spotrzebowanie paliwa na 1 konia efekt. i godzinę przy obciążeniu w częściach stałego skutku maksymalnego												
spotrzebowanie gwarantowane kg.	1.03	1.09	1.06	1.12	0.59	0.63	0.72	0.76	0.215	0.230	0.440	0.530
tolerancja żądana kg.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.0215	0.023	0.044	0.053
dodatek ruchu kg.	0.18	0.19	0.24	0.26	0.11	0.12	0.17	0.18	0.0045	0.005	0.096	0.117
razem kg.	1.26	1.33	1.35	1.43	0.73	0.78	0.93	0.98	0.241	0.258	0.58	0.7
ilość pary wylotowej na 1 HPe godz. w ruchu zwykłym kg.	-	8.9	-	8.9	-	-	-	-	-	-	-	-
wartość pary wylotowej na 1 HPe godz., wyrażona we węglu = $\frac{8.9 \cdot 450}{0.75 \cdot 7000}$ = około kg.	-	0.76	-	0.76	-	-	-	-	-	-	-	-
rzeczywiste spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godz. kg.	-	0.57	-	0.67	-	0.78	-	0.98	-	0.258	-	0.7
" " " dodatkowego na 1 HPe godz. kg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	-	-
Catkowite spotrzebowanie paliwa rocznie kg.	141332	166127	193401	242991	63971	173565						
" " " dodatkowego rocznie kg.	-	-	-	-	3720	-						
Cena kompletnego silnika z fundamentami i windą, u silników parowych z obmurowaniem kotła i kominem, przy kondensacji z wieżą chłodniczą mk.	22000	24700	25000	28000	35000	36500						
koszta budynku mk.	5000	8000	5000	8000	4000	7500						
koszta zakładowe mk.	27000	32700	30000	36000	39000	44000						
<u>Roczne koszty ruchu</u>												
1) oprocentowanie kapitału zakładowego mk.	1215	1471.5	1350	1620	1755	1980						
2) amortyzacja: a) silnik mk.	1540	1729	1750	1960	2450	2555						
b) budynek mk.	125	200	125	200	100	185						
3) konserwacja i naprawy: a) silnik mk.	220	247	250	280	350	730						
b) budynek mk.	25	40	25	40	20	40						
razem koszty stałe mk.	3125	3687.5	3500	4100	4675	5490						
4) koszty paliwa (włącznie paliwa dodatkowego) mk.	3053	3588	4177	5249	3608	3992						
5) koszty wody mk.	152	152.5	203	251	247	608						
6) koszty oliwy i materiałów do czyszczenia mk.	700	700	700	700	750	750						
7) koszty obsługi mk.	1500	1800	1500	1800	1500	1800						
razem koszty zmienne mk.	5405	6240.5	6580	8000	6105	7150						
Catkowite roczne koszty ruchu mk.	8530	9928	10080	12100	10780	12640						
catkowite roczne koszty ruchu 1 HPe godz. fen.	3.44	4	4.07	4.88	4.35	5.1						

Przykład 1.

Silnik o statym skutku maksymalnym 130 koni efektywnych ma służyć do popędu fabryki maszyn, znajdującej się w zaborze rosyjskim. - W czasie roku pracuje silnik 300 dni po 10 godzin dziennie mianowicie: pod obciążeniem $\frac{4}{4}$ statego skutku maks. przez 2 godziny dziennie, pod obciążeniem $\frac{3}{4}$ statego skutku maks. przez 4 godz. dziennie, pod obciążeniem $\frac{2}{3}$ stat. skutku maks. przez 3 godz. dzien., pod obciążeniem $\frac{1}{2}$ stat. skut. maks. przez 1 godz. dziennie. Z powodu braku cen lokomobil i maszyn parowych, u których para wylotowa w czasie zimy mogłaby służyć do ogrzewania, zestawiono rachunki rentowności jedynie dla silników spalinowych. - Jako porównanie z silnikami parowymi służyć może przykład 6. -

Rodzaj silnika				Stojący silnik Diesel'a (dwi-cylindrowy)				Leżący silnik o gazie ssanym (dwi-cylindrowy)				
Rodzaj paliwa				ropa naftowa				antracyt				
wartość opatowa paliwa..... ciepł./kg.				10000				8000				
cena 100 kg paliwa loco silnik..... rbl.				4.9				1.75				
Spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godzinie:												
przy obciążeniu w częściach statego skutku maksymalnego:.....												
spotrzebowanie gwarantowane..... kg				4/4	3/4	1/2	1/4	4/4	3/4	1/2	1/4	
tolerancja żądana..... kg				0.190	0.200	0.230	0.310	0.380	0.430	0.545	0.720	
dodatek ruchu..... kg				0.019	0.020	0.023	0.031	0.038	0.043	0.055	0.072	
Spotrzebowanie rzeczywiste na 1 HPe godz..... kg				0.004	0.004	0.005	0.006	0.085	0.097	0.122	0.162	
				0.213	0.224	0.258	0.347	0.503	0.570	0.722	0.954	
Spotrzebowanie paliwa w warunkach wymienionych w przykładzie.		godziny pracy	ilość koni HPe	HPe x godziny	Spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godzinę kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg	Spotrzebowanie paliwa na 1 HPe godzinę kg	całkowite spotrzebowanie paliwa kg				
		600	130	78000	0.213	16614	0.503	39234				
		1200	97	116400	0.224	26074	0.570	66348				
		900	87	78300	0.232	18166	0.610	47763				
		300	43	12900	0.305	3934	0.860	11094				
roczna ilość		3000	95.2	285600	0.227	64788	0.576	164439				
Cena kompletnego silnika z fundamentami, wieżą chłodniczą, wszelkimi urządzeniami pomocniczymi i montażem:..... rbl:				22000				21200				
koszta budynków..... rbl:				1800				3400				
koszta zakładowe..... rbl:				23800				24600				
Roczne koszty ruchu												
1) oprocentowanie kapitału zakładowego 6%..... rbl:				1428				1476				
2) amortyzacja..... a) silnik..... 7%..... rbl:				1540				1484				
b) budynek..... 2 1/2%..... rbl:				45				85				
3) konserwacja i naprawy a) silnik..... rbl:				220				424**				
b) budynek..... rbl:				9				17				
razem koszty stałe..... rbl:				3242				3486				
4) koszt paliwa..... rbl:				5175				2878				
5) koszt wody*..... rbl:				93				236				
6) koszt oliwy i materiałów do czyszczenia..... rbl:				320				350				
7) koszt obsługi..... rbl:				750				900				
razem koszty zmienne..... rbl:				4338				4364				
Całkowite roczne koszty ruchu..... rbl:				7580				7850				
Całkowite roczne koszty ruchu na 1 HPe godz..... kop.				2.65				2.75				

* chłodzenie oczyszczoną wodą powrotną.
** 2% ze względu na generator. -



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Przykład 9.

Stacja wodociągowa o dwóch silnikach, z których każdy może pompować na sekundę około 190 ltr. na wysokość manometryczną 70 m, ma być wybudowana w zaborze austriackim. - Ceny paliwa w danym mieście są poniżej podane loco silnik. - W czasie roku pracuje jedna maszyna 7000 godzin; druga służy jako silnik zapasowy. -

Skutek maszyny = $\frac{190 \times 70}{75} \approx 177$ koni wody, czyli w roku $177 \cdot 7000 = 1239000 \text{ HP}_w \times \text{godziny}$

Rodzaj silnika	Maszyny parowe z pompami, wieżą chłodniczą dla kondensacji (para przegrzana)	Silniki Diesel'a z pompami (chłodzenie oczyszczoną wodą powrotną)
Rodzaj paliwa	węgiel	ropa naftowa (olej białki)
wartość opatowa paliwa	7000	10000
cena 100 kg węgla loco silnik	2.6	8.5 (cena bardzo się waha)
<u>Spotrzebowanie paliwa na 1 konia wody i godzinę:</u>		
Spotrzebowanie gwarantowane	kg: 0.78	0.22
tolerancja żądana	kg: 0.04	0.022
dobitek ruchu	kg: 0.18	0.005
<u>Spotrzebowanie rzeczywiste na 1 konia wody i godzinę-kg:</u>		
całkowite spotrzebowanie paliwa	1.00	0.247
	1239000	306033
Cena kompletnego urządzenia silników z pompami, fundamentami, kottami jako i obmurowaniem ich, windami, wszelkimi pomocniczymi urządzeniami i zbiornikami, wieżami chłodniczymi, aparatami do zmiękczenia wody, rurami wewnątrz budynków i prowadzającymi do wieży chłodniczej i montażem ..		
	kor: 250,000	255,000
koszta budynku kor:	100,000	65,000
koszta zakładowe kor:	350,000	320,000
<u>Roczne koszty ruchu:</u>		
1.) oprocentowanie kapitału zakładowego	kor: 17,500	16,000
2.) amortyzacja	kor: 17,500	17,850
a.) maszyny	kor: 17,500	17,850
b.) budynki	kor: 2,500	1,625
3.) konserwacja i naprawy	kor: 2,500	2,550
a.) maszyny	kor: 2,500	2,550
b.) budynki	kor: 500	325
Razem koszty stałe	kor: 40,500	38,350
4.) koszty paliwa	kor: 32214	26,013
5.) " wody wraz ze zmiękczeniem jej	kor: 1800	1,000
6.) " oliwy i materiałów do czyszczenia	kor: 2716	2717
7.) " obsługi	kor: 8000	7200
Razem koszty zmienne	kor: 44830	36,930
Całkowite roczne koszty ruchu	kor: 85330	75280
Całkowite roczne koszty ruchu na 1 konia wody i godzinę - hal:	6.89	6.07

Z powodu małej różnicy całkowitych rocznych kosztów ruchu polecać by można wybranie w danym wypadku maszyny parowej, ponieważ cena węgla nie podlega tak wielkim zmianom jak cena ropy. -

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

S. 61

9-88

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKOW

100

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-347795

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000231398