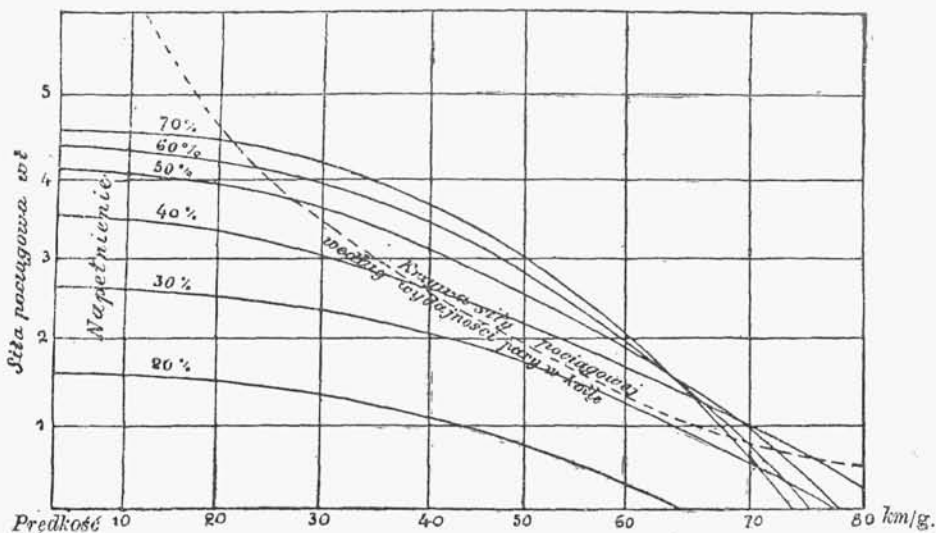




w którym  $N$  oznacza moc parowozu w koniach parowych, określoną na zasadzie ilości pary, jaką może dostarczyć kocioł.



Rys. 37.

Wykres siły pociągowej parowozu według spostrzeżeń Dedouits'a.

Jak widać z wykresu, zarówno przy małych, jak i przy bardzo dużych szybkościach, cylindry nie mogą spotrzebować, nawet przy największym napełnieniu, całej ilości pary, którą zdolny jest dostarczyć kocioł, i z tego powodu przy pomniejszych szybkościach siła cylindrów ogranicza moc parowozu. Wogóle zaś, za wyjątkiem szybkości bardzo małych i bardzo dużych, cylindry mogą spożytkowywać całą ilość pary dostarczanej przez kocioł, pracując z małą szybkością, gdy napełnienie, a więc i siła pociągowa, są duże, albo naodwrot z dużą szybkością, gdy napełnienie i siła pociągowa są małe.

W ten sposób w zwykłych warunkach ruchu moc parowozu, jak to powiedziano powyżej, określa się wydajnością kotła.

Ilość wody, wyparowanej na godzinę w kotle parowozu, wynosi przy dobrym węglu około 4000 litrów na metr kw. rusztów, rozchód zaś wody wynosi średnio około 12 litrów na konia parowego i godzinę i jest najmniejszy przy szybkości, odpowiadającej mniej więcej trzem obrotom kół napędnych na sekundę.

Wnioski Dedouits'a, dotyczące pracy parowozów, stwierdzone zostały pod wielu względami przez badania Goss'a, dokonane na stacji doświadczalnej uniwersytetu w Purdue. Goss obserwował średnią prężność pary w cylindrach przy różnych napełnieniach i szybkościach, które się zmieniały od 24 do 88 km na godz. Tablica, którą Goss ułożył, wskazuje, że oba czynniki, t. j. napełnienie i szybkość, silnie wpływają na średnią prężność pary. Tak, na przykład, przy ciśnieniu w kotle  $9,1 \text{ kg/cm}^2$  i napełnieniu  $25\%$ , w miarę zmiany szybkości od 24 do 88 km/godz, średnia prężność zmieniała się od  $3,1$  do  $1,27 \text{ kg/cm}^2$ . Przeciwnie, rozchód pary na konia parowego podlegał przy zmianie szybkości i napełnienia bardzo nieznacznym zmianom i wynosił średnio około  $12,5 \text{ kg/godz}$ .

*Strahl*, na podstawie *spostrzeżeń na dr. żel. pruskich* dochodzi do wniosku, że ilość pary  $S$ , którą może dać kocioł parowozu, oraz moc parowozu najwłaściwiej jest określać na  $1\text{ m}^2$  pola rusztu  $R$ , gdyż różnice w stosunku powierzchni ogrzewalnej kotła do pola rusztu wpływają bardzo nieznacznie na ilość odparowanej wody.

Przy najkorzystniejszej szybkości ilość węgla spalanego stale na godzinę na  $1\text{ m}^2$  rusztu może być doprowadzona do  $600\text{ kg}$  węgla górnośląskiego, którego wartość cieplikowa  $c_b$  wynosi średnio  $6700$  ciepłostek, chwilowo zaś do  $790\text{ kg/godz.}$  Przy dobrej średniej pracy parowozu spala się tego węgla na  $1\text{ m}^2$  rusztu przeciętnie  $450\text{ kg/godz.}$

Ilość węgla innych gatunków, która może być spalana, zmienia się w stosunku odwrotnym do jego wartości cieplikowej. Natężenie paleniska  $A = \frac{Bc_b}{10^6 R}$  wynosi więc: największe stałe  $4$ , krańcowe chwilowe  $5,3$  i przeciętne około  $3$  milionów ciepłostek wartości cieplikowej paliwa, spalanego na godzinę na  $1\text{ m}^2$  rusztu.

Współczynnik sprawności kotła  $\eta = \frac{S c_s}{B c_b}$  t. j. stosunek wartości cieplikowej  $S c_s$  wytworzonej pary<sup>1)</sup> do wartości cieplikowej  $B c_b$  spalonego węgla, zmniejsza się ze zwiększeniem natężenia paleniska, gdyż zwiększenie to powoduje jednocześnie zwiększenie ilości paliwa niezupełnie spalonego, które unosi się z paleniska do dymnicy. Zależność współczynnika sprawności kotła od natężenia paleniska  $A$  *Strahl* wyraża przybliżonym wzorem doświadczalnym

$$\eta = 0,843 - 0,061 A \quad (7)$$

i przyjmuje jego wielkość, zgadzającą się ze spostrzeżeniami pirometrycznymi, przy największym stałym natężeniu paleniska średnio  $0,60$ , przy krańcowym chwilowym  $0,52$  i przy przeciętnej dobrej pracy parowozu  $0,65$ .

Najmniejszy rozchód pary  $\frac{S}{N}$  na konia parowego na godzinę wynosi w parowozach jednoprzężnych o ciśnieniu manom. w kotle  $12\text{ atm.}$ : nasyconej  $12$  do  $11\text{ kg}$  i przegrzanej  $7$  do  $6,5\text{ kg}$ . W parowozach dwuprzężnych rozchód ten wynosi odpowiednio  $10$  do  $9,5\text{ kg}$  i  $6,4$  do  $6,2\text{ kg}$  na godzinę. Jeżeli ciśnienie w kotle jest większe niż  $12\text{ atm.}$ , to rozchód pary może być przyjęty o  $1\%$  mniejszy na każdą  $\text{atm.}$

Zastosowanie podgrzewaczy wody zasilającej kocioł zwiększa moc parowozu o  $13\%$  do  $27\%$ .

Powyższe dane pozwalają określić odparowalność węgla w kotle parowozu:

$$\frac{S}{B} = \eta \frac{c_b}{c_s} \quad (8)$$

oraz moc parowozu w  $\text{MK/godz.}$  na  $\text{m}^2$  rusztu:

<sup>1)</sup> Przy ciśnieniu  $p = 12\text{ atm.}$ , wartość cieplikowa pary nasyconej  $c_s = 635$  ciepłostek, pary zaś przegrzanej do  $300^\circ\text{C}$   $c_s = 725$  ciepłostek.



dla parowozów o parze nasyconej jednoprzężnych  $p_i = 4,0 - 4,2$   
 „ „ „ „ dwuprzężnych „ „ 3,8 — 4,0  
 dla parowozów o parze przegrzanej jednoprzężnych  $p_i = 3,6 - 3,8$   
 „ „ „ „ dwuprzężnych „ „ 3,4 — 3,6

Przy  $p > 12$  atm. należy przyjmować  $p_i$  o 3% większe na każdą atmosferę.

Dla szybkości  $v$  innych niż szybkość najkorzystniejsza  $v_1$  Strahl określa moc parowozu  $N$  w stosunku do mocy największej  $N_1$  z następujących wzorów doświadczalnych:

$$\text{przy } v < v_1 \quad N : N_1 = 0,6 \left( 2 - \frac{v}{v_1} \right) \frac{v}{v_1} + 0,4 \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

$$\text{przy } v > v_1 \quad N : N_1 = 0,5 \left( 3 - \frac{v}{v_1} \right) \sqrt{\frac{v}{v_1}} \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Na drogach żelaznych polskich parowozy są opalane przeważnie węglem z zagłębia Dąbrowskiego, którego wartość cieplikowa jest mniejsza, niż węgla śląskiego, i wynosi średnio 6300 ciepłostek na  $kg$ , odparowalność zaś pary nasyconej otrzymuje się przy największym stałym natężeniu rusztu

$$\frac{S}{B} = \eta \frac{c_b}{c_s} = 0,6 \frac{6300}{635} = 5,95 \text{ } kg$$

przy krańcowym chwilowym

$$\frac{S}{B} = 0,52 \cdot \frac{6300}{635} = 5,16 \text{ } kg$$

Odparowalność pary przegrzanej otrzymuje się odpowiednio 5,21 i 4,52  $kg$

Przyjmując według Strahl'a, że na  $1 m^2$  rusztu może być spalana większa ilość węgla dąbrowskiego odpowiednio do mniejszej jego wartości cieplikowej, a mianowicie przy największym stałym natężeniu rusztu 637  $kg$  i przy krańcowym chwilowym 840  $kg$ , otrzymałyby się ilości pary zbieranej z  $1 m^2$  rusztu w obu tych wypadkach: nasyconej 3780 i 4350, przegrzanej zaś 3300 i 3800, t. j. taka sama jak przy węglu śląskim.

Spostrzeżenia nad pracą parowozów, opalanych węglem dąbrowskim, wskazują, że osiągnięcie tych cyfr jest możliwe, jednakże stosowanie tak wielkich natężeń rusztu nie jest pożądane ze względu na niekorzystne spalanie węgla i silne zużycie kotła. Wobec tego właściwem będzie ograniczyć przy obliczeniach w warunkach dr. żel. polskich ilość spalanego węgla przy największej stałej pracy parowozów do 500 i przy krańcowej chwilowej do 650  $kg$  na godz. na  $1 m^2$  rusztu, co przy węglu dąbrowskim odpowiada natężeniom rusztu około 3 i 4 milj. ciepłostek. Prócz tego dla rozchodu pary bezpieczniej będzie przyjąć wyższą granicę podaną przez Strahl'a.

Przybliżone dane do określenia pracy parowozów, opalanych węglem dąbrowskim, oparte na tem założeniu, podane są poniżej.

**Tab. 10. Przybliżone dane do określenia pracy parowozów opalanych węglem dąbrowskim.**

|  | Praca parowozów  |                   |
|--|------------------|-------------------|
|  | największa stała | krańcowa chwilowa |
| 1. Natężenie paleniska w milj. ciepł. $\frac{B}{10^6 R} \cdot c_b$ . . . . . | 3                | 4                 |
| 2. Ilość węgla w kg spal. na godz. na $1 m^2$ rusztu $\frac{B}{R}$ . . . . . | 500              | 650               |
| 3. Współczynnik sprawności kotła $\eta$ . . . . .                            | 0,65             | 0,60              |
| 4. Ilość pary w kg odparowanej na godz. na $1 m^2$ rusztu                    |                  |                   |
| a) pary nasyconej $\frac{S}{R}$ . . . . .                                    | 3 230            | 3 870             |
| b) pary przegrzanej „ . . . . .  | 2 830            | 3 390             |
| 5. Odparowalność węgla dąbrowskiego  |                  |                   |
| a) pary nasyconej $\frac{S}{B}$ . . . . .                                    | 6,45             | 5,95              |
| b) pary przegrzanej „ . . . . .  | 5,65             | 5,21              |
| 6. Rozchód pary najmniejszy w kg/MK na godz.                                 |                  |                   |
| A. Para nasycona, $p = 12$ atm.  |                  |                   |
| a) w parowozach jednoprzężnych $\frac{S}{N}$ . . . . .                       | 12               | 12                |
| b) „ „ dwuprzężnych „ . . . . .  | 10               | 10                |
| B. Para przegrzana do $300^0 C$ , $p = 12$ atm.                              |                  |                   |
| a) w parowozach jednoprzężnych $\frac{S}{N}$ . . . . .                       | 7                | 7                 |
| b) „ „ dwuprzężnych „ . . . . .  | 6,4              | 6,4               |
| 7. Moc na $1 m^2$ rusztu, MK na godz.  |                  |                   |
| A. Para nasycona, $p = 12$ atm.  |                  |                   |
| a) parowozów jednoprzężnych $\frac{N}{R}$ . . . . .                          | 270              | 325               |
| b) „ „ dwuprzężnych „ . . . . .  | 325              | 390               |
| B. Para przegrzana do $300^0 C$ , $p = 12$ atm.                              |                  |                   |
| a) parowozów jednoprzężnych $\frac{N}{R}$ . . . . .                          | 405              | 485               |
| b) „ „ dwuprzężnych „ . . . . .  | 440              | 530               |

4. Najmniejsza szybkość parowozu. Sprawność parowozu.

Przyjmując moc parowozu w normalnych warunkach ruchu za wielkość mniej więcej stałą, widocznem jest z równania  $Z = \frac{75 N}{v}$ , że siła pociągowa będzie tem większa, im mniejsza jest szybkość  $v$ .

Jednak normalna szybkość ruchu, za wyjątkiem rozpędzania i zwalniania, nie powinna być zmniejszana poniżej pewnej granicy  $v_{min}$ , ze względów handlowych, w zależności od rodzaju przewozu, a także ze względów technicznych, w zależności od przyczepności kół napędnych parowozu. Największa siła pociągowa, odpowiadająca tej szybkości: