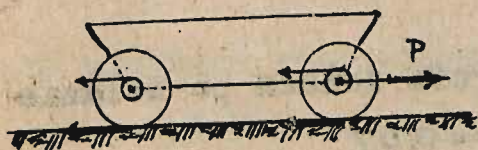


RUCH NA RÓWNI I NA WZNIESIENIACH (SPADKACH).

Ruch wozów. Siła poruszająca - zwierzęta pociągowe - działają na osi za pośrednictwem dyszla. (Rys.26).

Przy ruchu na równi powstają opory dwóch rodzajów:

1. Opory wewnętrzne wozu, jak tarcie w piastach, tarcie obrotowe w łożyskach, tarcie na czołach piast.



Rys. 26.

Opory te można znacznie zmniejszyć przez udoskonalenie konstrukcji wozu, a mianowicie piast i łożysk

oraz przez staranne smarowanie wozu. W stosunku do oporu, jaki daje nawierzchnia drogi ruchowi wozu, opory wewnętrzne małe mają znaczenie i wpływ na warunki ruchu. -

2. Istotną częścią oporu ruchu wozów jest opór jaki powstaje przy ruchu wozu między kołem wozu na obwodzie jego, a nawierzchnią drogi, czyli tak zwane tarcie p o t o c z y s t e. -

Tarcie to szczególnie jest duże, gdy nawierzchnia drogi jest miękka i pod naciskiem ciężaru wozu koła

zapadają w nią i wciskają się w nią.

Istnieje bardzo dużo wzorów teoretycznych i empirycznych, zarówno dla obliczenia tarcia wewnętrzne-
go wozu, jak i tarcia potoczystego.

Np. Prof. Larssle dla tarcia wewnętrznego podaje wzór

$$W_1 = f \cdot Q \cdot \frac{s}{r} \dots \dots (I)$$

Q - obciążenie koła brutto (t.j.s przypadająca
ca nań częścią wagi wozu)

r - promień koła

s - promień osi

f - współczynnik tarcia żelaza po żelazie
(nasmarowanych) = 0.07

Stosunek $\frac{s}{r}$ w zwykłych wozach = 0,06

$$W_1 = 0.004 Q \dots \dots (II)$$

Dla tarcia potoczystego istnieją wzory: Morin'a,
Dupuit, Gerstner'a.

Wzór Morin'a: $W_2 = \varphi_1 \frac{Q}{r} \dots \dots (III)$

φ_1 - współczynnik empiryczny dla różnych na-
wierzchni drogą doświadczeń określony.

Q - waga koła,

r - promień koła

Wzór Gerstner'a:
$$W_2 = \varphi_2 \sqrt[3]{\frac{Q^4}{b \cdot r^2}} \dots (\text{IV})$$

φ_2 - również współczynnik empiryczny

Q - waga koła

r - promień koła

b - szerokość obręczy koła.

Ogólny opór ruchu możnaby wyrazić z wzorów (I) i (III)

$$W = W_1 + W_2 = f \cdot Q \cdot \frac{s}{r} + \varphi_1 \cdot \frac{Q}{r}$$

$$W = \left(f \cdot \frac{s}{r} + \frac{\varphi_1}{r} \right) Q$$

Wzory powyższe nie zawsze dają dobre rezultaty, pretože w ostatnich czasach, dla określenia oporu ruchu przyjęto wzór prostszy, używany przez inżynierów angielskich

$$W = \varphi \cdot Q \dots (\text{V})$$

φ - współczynnik oporu różny dla różnych nawierzchni, wozów

W - opór ruchu

Q - waga wozu.

W doświadczeniach amerykańskiego prof. Baker'a podane są wartości dla φ ; w doświadczeniach uwzględniono wpływ na φ szerokości obręczy kół, szybkości ruchu i różnych właściwości nawierzchni.

Charakterystyczne liczby przytaczamy:

szerokość obrotu 3,75 cm. = 15 cm.

Dla twardej drogi gruntowej $\varphi = 0,074$ $\varphi = 0,054$

Dla drogi bitej " $0,060$ " $0,049$

-----"

Dla drożki jadącej stęp wolnym klusem szyb. kl.

Mocna droga bita $\varphi = 0,0200$ $\varphi = 0,0240$ $\varphi = 0,0245$

Gładki bruk kamienny $0,0155$ " $0,0235$ " $0,0270$

Istnieją różne tablice dla φ np. tablice Rudolpha Herring'a, prof. Baker'a i t.p.

Pamiętać należałoby następujące wartości dla φ

Droga gruntowa nieulepszona - $\varphi = 0,10 - 0,15$

" " ulepszona - $\varphi = 0,05 - 0,07$

Droga brukowana, bruk zwykły - $\varphi = 0,04 - 0,05$

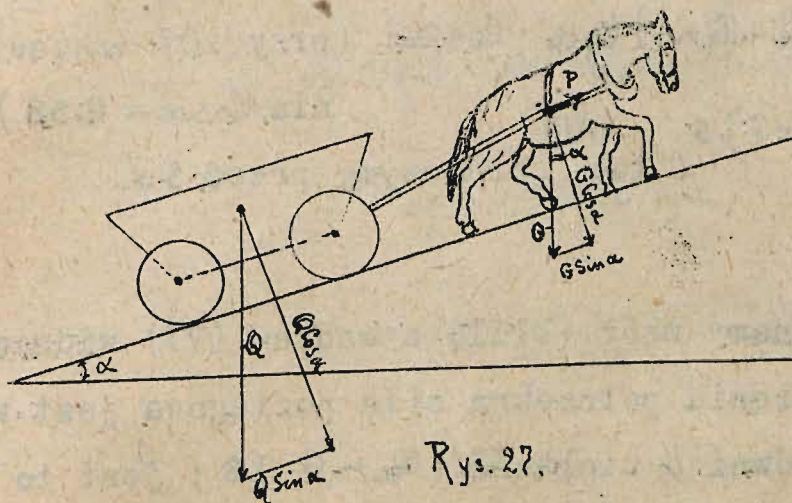
Droga bita (szosa) - $\varphi = 0,03 - 0,01$

Prasowana nawierzchnia asfalt. $\varphi = 0,008 - 0,010$

Kolej żelazna $\varphi = 0,005$

Ruch na równi wtedy może się odbywać gdy siła pociągowa jest równa lub jest większa od oporu ruchu to jest:

$$P \geq \varphi \cdot Q \dots \dots (VI)$$



Rys. 27.

Ruch na wzniesieniu i spadku.

Na równi ruch może się jeszcze odbywać gdy $P. = \varphi \cdot Q$,

Gdy jednak wóz porusza się po drodze pochylonej do poziomu pod kątem α (Rys. 27) pod górę lub na dół, wówczas potrzebna siła pociągowa będzie inna.

Jeżeli wagę wozu oznaczmy przez Q , wagę konia lub koni G , a siłę pociagową konia lub koni - P , rozłożymy Q i G na dwie siły \perp do nawierzchni i \parallel do niej, wtedy będziemy mieli zależność:

$$P_s = \varphi Q \cos \alpha + Q \sin \alpha + G \sin \alpha \text{ (VII)}$$

Gdyż siła pociągowa musi pokonać oprócz oporu wywołanego ciśnieniem wozu normalnem do nawierzchni drogi ($\varphi Q \cos \alpha$) jeszcze składowe siły ($Q \sin \alpha$) - wagi wozu i ($G \sin \alpha$) - wagi konia (koni).

Wzór (VII) po podzieleniu go przez $\cos \alpha$ otrzymamy

$$\frac{P}{\cos \alpha} = \varphi Q + (Q + G) \operatorname{tg} \alpha ; \cos \cong 1 \text{ (przy 10\% wzniesie-}$$

$$P_s = \varphi Q + (Q + G) s \quad \text{.. (VIII)} \quad \text{niu } \cos \alpha = 0.98).$$

/ $\operatorname{tg} \alpha$.. oznaczmy przez s /

Jeżeli porównamy wzór (VIII) z wzorem (VI) widzimy, że na wzniesieniu potrzebna siła pociągowa jest większa niż na równi o wielkość $(Q + G) s$; jest to więc ta część siły pociągowej, którą musimy użyć tylko dla pokonania wzniesienia s .

Mamy więc dla równi: $P_s = \varphi Q$

dla wzniesienia:

$$P_s = \varphi Q + (Q + G) s = P_s + (Q + G) s.$$

Jeżeli we wzorze (VIII) $s = \varphi$ wtedy

$$P_s = \varphi Q + \varphi Q + \varphi G = 2 \varphi Q + \varphi G. ; \text{ ponieważ zwykle}$$

G jest stosunkowo nieznaczne w porównaniu z Q , więc z przybliżeniem możemy powiedzieć, że dla każdego rodzaju nawierzchni przy wzniesieniu s równemu współczynnikowi oporu danej nawierzchni (φ) siła pociągowa musi być dwa razy większa, niż siła pociągowa potrzebna dla ciągnięcia po równi tego samego ciężaru

Przy ruchu w dół po spadku (rys.28) mamy zależność

$$P_s = \varphi Q \cos \alpha - Q \sin \alpha - G \sin \alpha \quad | : \cos \alpha$$

$$\frac{P_s}{\cos \alpha} = \varphi Q - (Q + G) \operatorname{tg} \alpha ; \cos \alpha \approx 1$$

$$P_s = \varphi Q - (Q + G) s \dots (\bar{I} \bar{X})$$

Siła pociągowa na spadku jest mniejsza niż na równi o wielkość $(Q + G) s$. Jeżeli we wzorze (IX) pominiemy G , które jest stosunkowo małe w porównaniu do Q , otrzymamy:

$$P_s = Q(\varphi - s)$$

Gdy $\varphi = s$; $P_s = 0$ - wóz sam się toczyć może bez użycia żadnej siły pociągowej

Gdy $\varphi < s$; $P_s < 0$ - siła pociągowa wstrzymuje wóz (hamuje)

Praca zwierząt pociagowych

Zajmiemy się wyłącznie koniem, jako siłą pociagową najczęściej rozpowszechnioną.

Siła pociągowa normalnego roboczego konia jest zależna od wagi własnej konia i jest mniej więcej w stosunku prostym do niej. Jeżeli przez P oznaczymy

siłę pociagową konia i G wagę własną konia otrzymamy zależność:

$$P = \alpha \cdot G \dots, \text{ gdzie } \alpha - \text{współczynnik} = \frac{1}{5} \text{ do } \frac{1}{7}$$

Moznaby przyjąć:

dla słabego konia: $G = 250 \text{ kg}$; $P = 60 \text{ kg}$.

dla średniego konia " $= 350 \text{ kg}$; $P = 75 \text{ kg}$.

dla silnego konia " $= 400 \text{ kg}$; $P = 90 \text{ kg}$.

Jeżeli dwa konie zaprzęgniemy do jednego wozu, ich siły pociagowej nie będziemy mogli wyzyskać całkowicie tak jak w wypadku gdy koń jest zaprzężony w pojedynkę. Im więcej koni jest w zaprzęgu, tem nieekonomiczniej wyzyskiwana być może ich siła pociagowa, dzięki rozmaitym brakom w urządzeniu uprzęży oraz dzięki niemożliwości dokładnego skoordynowania wysiłków wszystkich koni, pracujących w jednym zaprzęgu. Następujące zestawienie poucza, jak nieekonomiczne jest używanie zaprzęgów w większej ilości koni:

Liczba koni w zaprzęgu	1	2	3	4	5	6	7	8
Stopień wyzyskania siły pociągowej konia	100%	98%	87%	80%	73%	64%	55%	49%

Siłę pociagową konia można wymierzyć w każdej chwili jego pracy przy pomocy dynamometrów, umieszczanych między poruszającym wozem, a zaprzęgiem i zapisujących

automatycznie wysiłek zaprzęgu w każdej chwili jego pracy. Znane są dynamometry Baldwina. -

S z y b k o ś ć r u c h u k o n i. Boeckelberg określa ruch konia w sposób następujący:

Przy $v = 0,6$ m/sek. - wolny stęp

" = 1,0- 1,1 m/sek. - stęp

" = 2,0 m/sek. - szybki stęp

" = 3,0-4,0 m/sek - trucht (wolny kłus)

" = 4,0-6,0 m/sek. - kłus

" = 12,0-16,0 m/sek. - galop (tempo wyścigowe)

Praca konia dzieli się: 1) na pracę wewnętrzną potrzebną do poruszania własnego ciała i 2) pracę użyteczną. Stosunek pracy wewnętrznej konia dla przeniesienia własnego ciała - do pracy użytecznej zależy od szybkości. Praca dzienna konia w stępie może wynosić do $10.000 \times G$ kg.m, gdzie G - waga własna konia z tego zaledwie 54% jest pracą użyteczną a reszta 46% - pracą wewnętrzną.

Jeżeli $G = 350$ kg. praca użyteczna konia w stępie dziennie wyniesie $1.890.000$ kg \times m.

W kłusie użyteczna praca wynosi zaledwie 13-16%, w kłusie więc konie ciągnąć mogą stosunkowo nieznaczne ciężary

Jeżeli wydajność pracy oznaczamy przez L , siłę pō-

ciągową konia P , szybkość ruchu V i czas pracy t , wydajność pracy oznaczymy wzorem

$$L = P \cdot V \cdot t \quad (I)$$

L nazywamy też momentem pracy konia.

Jedną z charakterystycznych właściwości pracy konia jest ta, że wydajność jego pracy jest największa, gdy koń pracuje ze średnim natężeniem, ze średnią szybkością pewną przeciętną ilość czasu

$$L_{max.} = P_0 V_0 t_0 \quad (II)$$

Doświadczenia Lechallas'a wskazują, że maksimum wydajności przeciętnego konia roboczego ma miejsce, gdy koń ten pracuje przy szybkości $V_0 = 0,8 \frac{m}{sek.}$ przy $P_0 = \frac{1}{5}$ wagi konia i w ciągu 8 godzin dziennie.

Drugą charakterystyczną właściwością zwierząt pociagowych jest ta, że zwierzę pociagowe może wykonywać pracę, powiększając siłę pociagową 3-4 razy w stosunku do przeciętnej; wtedy jednak czas trwania pracy winien być odpowiednio zmniejszony, w stosunku do czasu, jaki zwykle dziennie przy normalnem napięciu to zwierzę pociagowe pracuje, a po ukończeniu pracy zwierzę pociagowe winno dłużej niż zwykle odpoczywać. -

Jeżeli we wzorze (II) t_0 pozostawimy, a P_0 i V_0 będzie-

my zmieniać na P i V tak aby

$P_0 \cdot v_0 \cdot t_0 = P \cdot v \cdot t$, otrzymamy takie warunki pracy konia, przy których on będzie pracować codziennie korzystnie, bo z wydajnością normalną ($L_{norm.}$) i bez potrzeby dawania mu odpoczynków. Taką pracę nazywamy **pracą przy stałym utrudzeniu**.

W literaturze drogowej spotykamy często wzór Mascheka, określający siłę pociagową.

$$P = P_0 \left(3 - \frac{v}{v_0} - \frac{T}{T_0} \right) \dots \dots \dots (III)$$

w stosunku do przeciętnej normalnej siły pociagowej konia $P_0 (= np. 75 \text{ kg.})$, normalnej szybkości $V_0 (np. = 1,1 \text{ m/sek})$ i normalnej długości dnia roboczego $T_0 (np. = 8 \text{ godz.})$

Wzór (III) daje nam możność określania siły pociagowej w różnych warunkach pracy konia..-

Wzór ten jednak daje rezultaty zgodne z rzeczywistością tylko wtedy gdy V i T niezbyt się dużo różnią od V_0 i T_0 , t.j. średnich wielkości dla normalnego konia.

Jeżeli we wzorze (III) przyjmiemy:

$$\begin{aligned} P_0 &= 75 \text{ kg.} \\ V_0 &= 1,1 \text{ m/sek (4 kl.godz)} \\ T_0 &= T = 8 \text{ godz} \end{aligned}$$

otrzymamy $P = P_0 \left(2 - \frac{v}{V}\right)$, skąd

dla różnych V otrzymamy odpowiednie P , a mianowicie:

$V = 0,61 \text{ m/sek} (2,2 \text{ kl/godz}) - P = 1,45 P_0 = 108 \text{ kg.}$

$V = 0,83 \text{ m/sek} (3,0 \text{ kl/godz}) - P = 1,24 P_0 = 93 \text{ kg.}$

$V = 1,0 \text{ m/sek} (3,6 \text{ kl/godz}) - P = 1,09 P_0 = 109 \text{ kg.}$

$V = 1,1 \text{ m/sek} (4,0 \text{ kl/godz}) - P = \dots = P_0 = 75 \text{ kg.}$

$V = 1,5 \text{ m/sek} (7,9 \text{ kl/godz}) - P = 0,64 P_0 = 48 \text{ kg.}$

Mając powyższe dane można obliczyć przy tych szybkościach dzienną wydajność pracy konia. -

Ruch samochodów na równi i wzniesieniu.

Warunki ruchu samochodów i traktorów po drogach są bardzo skomplikowane.

Nas interesować będzie wielkość siły pociągowej, jaką może rozporządzać dany samochód lub traktor przy ruchu po równi lub po wzniesieniu. -

Zwykle siła pociągowa jest przedstawiona w następujących wzorach: $P_0 = kQ$ (IV) dla ruchu po równi

$P_s = (k-s)Q$ (V) dla ruchu po wzniesieniu (pod górę.)

We wzorach powyższych oznacza:

P_0 - siłę pociagową, jaką ma samochód przy ruchu na równi

P_s - siłę pociagową, jaką ma samochód przy ruchu na wzniesieniu s .

Q - wagę własną samochodu,

s - tg kąta nachylenia wzniesienia do poziomu

k - współczynnik, zależny od szczepności samochodu względnie traktora z nawierzchnią drogi, a więc od rodzaju i stanu nawierzchni od ustroju samochodu (w szczególności części jego wagi przypadającej na oś ciągnącą, od urządzenia kół ciągnących względnie czołgów np. urządzenia poprzecznych deseczek na obręczy koła i t.p.).

Współczynnik k np. przy ruchu po drogach gruntowych dla wielu traktorów - 0,25 do 0,3 i rzadko - przy traktorach czołgowych dochodzi do 0,4.

Zmniejszenie się siły pociągowej samochodu na wzniesieniach w stosunku do siły pociągowej na równi daje się bardzo odczuwać; gdy np. we wzorze $k=0,3$, a

$$\lambda = 0,10 \quad P_{\lambda=0,10} = (0,3 - 0,1) = 0,2 Q$$

ponieważ w tym wypadku

$$P_0 = 0,3 Q$$

przeto siła pociągowa na wzniesieniu $\lambda = 0,10$ przy $k=0,3$ jest o jedną trzecią mniejsza niż na równi.

Przy ruchu samochodu względnie traktora po spadku otrzymamy:

$$P_s = (k + \lambda) Q \dots \dots (\bar{y}_1)$$

Otrzymujemy siłę pociagową większą niż na równi o wyraz $s \cdot Q$.

Przy większych szybkościach samochodu pewien wpływ na zmniejszenie siły pociągowej ma opór powietrza, szczególnie wtedy, gdy wieje silny wiatr w kierunku przeciwnym ruchowi samochodu. Opór powietrza przedstawić możemy we wzorze empirycznym

$$W = \lambda \cdot S \cdot v^2 \dots \dots \dots (VII), \text{ w którym}$$

W - oznacza opór w kg.

λ - współczynnik, wielkość którego możemy oznaczyć 0,005

S - powierzchnia samochodu w przekroju poprzecznym w m^2

V - szybkość samochodu w km/godz

O ile ruch samochodowy z szybkością V_1 kl/godz. odbywa się przeciw wiatrowi, tnącemu z szybkością V_2 kl/godz. we wzorze (VII) $V = V_1 + V_2$

Należy również zauważyć, że o ile przy ruchu w łuku wozów ciągniętych przez zwierzęta, których szybkość nie przenosi 12-15 kl/godz. opór ruchu nie wzrasta znacznie w stosunku do oporu ruchu, jaki ma tenże wóz w odcinku prostym o takim samym pochyleniu drogi w przekroju podłużnym do poziomym, o tyle opór

ten wzrasta znacznie przy ruchu samochodów; sprawa ta jednak jest bardzo mało dotychczas zbadana i nie ujęta we wzory ani teoretyczne, ani empiryczne. -

Dopuszczalna wielkość wzniesień i spadków na drogach.

Jeżeli przez $Q = Q_1 + Q_2$ oznaczymy wagę wozu Q_1 wraz z jego ładunkiem Q_2 , G - wagę koni, a przez P_0 - siłę pociagową, potrzebną dla przewiezienia tego wozu z ładunkiem, φ - współczynnik oporu danej nawierzchni drogi, mamy

$$P_0 = \varphi \cdot Q \dots (I)$$

Gdy ruch odbywa się pod górę na wzniesienie i , wtedy potrzebna siła pociagowa $P_s = \varphi Q + i(Q + G) \dots (II)$

Przy ruchu pod górę siła pociagowa będzie potrzebna większa o wyraz $i(Q + G)$

Doświadczenie wskazuje, że - o ile na drogach znajdują się odcinki z takimi wzniesieniami, na których siła pociagowa potrzebna będzie tylko dwa razy większa, niż dla tego samego ciężaru na równi, o ile takie odcinki nie są dłuższe niż 500-600 m. i o ile są niemi następują odcinki poziome lub z małym wzniesieniem, choćby krótkie, na których zwierzęta mogą

wypocząć, - konie się zbytnio nie męczą i ze ciężar

Q może nie być zmniejszany. -

Przy powyższem założeniu mamy:

$$P_3 = 2 P_0 = 2 \varphi Q = \varphi Q + 1 (Q + G) , \quad \text{skąd}$$

$$1 = \frac{\varphi Q}{Q + G} ;$$

ponieważ G jest stosunkowo małe w porównaniu z Q , możemy go opuścić.

Otrzymujemy $1 = \varphi$

Stąd wniosek: o ile na drodze mamy największe spadki

1 równające się wielkości współczynnika oporu nawierzchni danej drogi, zwierzęta pociągowe na takie wzniesienia o długości maximum 500-600 m. wciągają takie same ładunki, jak na równi przy dwukrotnie powiększonej sile pociągowej, nie męcząc się tem i bez szkody dla siebie. Ładunek wozu obliczony na zupełne wykorzystanie siły pociągowej zwierząt, przy przewożeniu po krótkich (do 500-600 m. długości) wzniesieniach 1 , które nie są większe od φ współczynnika danej drogi, nie będzie zmniejszany.

Przykład liczbowy

$$P_0 = \varphi \cdot Q \quad ; \quad P_0 = \frac{G}{5} \quad , \quad \text{gdzie } G - \text{waga konia}$$

$$= 0,03 \quad \text{dla dróg bitych}$$

Na jednego konia

$$Q = \frac{P_0}{\varphi} = \frac{\frac{G}{5}}{0,03} = \frac{50}{0,03} \approx \frac{80}{0,03} = 1500 \text{ do } 1600 \text{ kg.}$$

Na parę koni $Q = 2 \cdot 1500 \times 0,98 = 2600 - 2 \times 0,98 = 3000$ do 5200 kg.

Ponieważ $Q = Q_1 + Q_2$, gdzie Q_2 - waga ładunku

Q_1 - waga wozu ≈ 1000 kg.

przeto z określonych dla Q wartości trzeba odjąć wagę wozu, aby znaleźć wagę ładunku, jaki normalnie może osiągnąć koń.

Wartości dla Q podane zostały na str. 58.

Przy powyższem założeniu największy dopuszczalny spadek na drogach gruntowych nieulepszonych wynosić

będzie $s = 0,10 - 0,15$

" " " " ulepsze - $s = 0,05 - 0,07$

" " " brukow.bruk.zwykłym - $s = 0,04 - 0,05$

" " " bitych - $s = 0,03$

" " " z nawierzchnią z as-
faltu lanego - $s = 0,01$

Warunek wyżej podany, przy którym $\beta_{max.} = \varphi$ może być jednak zachowany tylko w miejscowości równinnej z t e r e n e m p ł a s k i m.

Wtedy siła pociągowa może być wykorzystana w całości, gdyż ciężar ciągnięty Q będzie obliczony na max siły pociągowej na równi P_0 , a na krótkich wzniesieniach wielkości $\beta = \varphi$ zwierzęta pociągowe podwoją siłę pociagową bez szkody dla siebie.

W miejscowości pagórkowatej lub górskiej zwykle nie można zachować przy budowie drogi warunku, aby największe dopuszczalne wzniesienia nie były większe niż współczynnik oporu dla nawierzchni danej drogi; zachowanie tego warunku wymagałoby w takich miejscowościach olbrzymich kosztów z powodu konieczności wydłużenia trasy drogi lub wykonania wielkich robót ziemnych lub skalnych.

W takich miejscowościach dopuszczalne są większe wzniesienia niż normalne. -

Ponieważ przy ruchu po takich wzniesieniach większych niż współczynnik φ potrzebna już jest większa siła pociągowa, niż podwojona siła normalna na równi P , co już jest ze szkodą dla zdrowia zwierząt pociagowych, przeto na takich większych wzniesieniach należy doprzęgać dodatkową ilość zwierząt pociagowych, lub też odrazu zmniejszać ciężar Q , tak aby na tych wzniesieniach dla zmniejszonej wagi ciężaru ciągnionego Q siła pociągowa nie wychodziła za granice dopuszczalne ze względu na zdrowie zwierząt pociagowych. Gdy na takich dużych wzniesieniach mamy do przewieszenia pociąg drogowy obliczony dla drogi w równi lub nie-

wielkich spadkach pociąg drogowy wciągamy na wzniesienie częściowo, lub też przy pewnych traktorach, odpinamy wozy przyczepne, traktor sam wchodzi na górę i stamtąd wciąga wozy przyczepne przy pomocy liny stalowej nawijanej mechanicznie na specjalny bęben. -

Co do możliwości zmniejszania ładunku przy przewozie po drogach ze znaczniejszemi spadkami, należy zauważyć, że stosunek wagi ładunku do wagi wozu ($\frac{Q_2}{Q_1}$) wynosi dla dróg równinnych więcej niż 2, dla miejscowości pagórkowatych i górskich jest mniejszy niż 2, a ze względów ekonomicznych nie powinien być mniejszy niż $1\frac{1}{2}$.

Z tego założenia wychodząc i przyjmując za punkt wyjścia normalne typy wozów, rozpowszechnione w danej okolicy, możemy określić największe dopuszczalne wzniesienia na drogach podgórskich i górskich.

Np. mamy typ dwukonnych wozów $Q_2 = 800$ kg;

$$Q = Q_2 + Q_1 = 800 + 1200 = 2000 \text{ kg.}$$

$$G = 350 \text{ kg} \times 2 \dots \dots (2 \text{ konie})$$

$$P = 50 \times 2 \dots \dots (2 \text{ konie})$$

$$\varphi = 0,03 \dots \text{ dla drogi bitej}$$

$$P_1 = 2 P = \varphi Q + 1 (Q + G); 200 = 0,03 \times 2000 + 1(2000 + 700)$$

$$1 = \frac{140}{2350} = 0,06$$

Niektórzy inżynierowie drogowi uważają, że dla trudnych warunków topograficznych można przyjąć

$$\max. \beta = 2 \varphi$$

gdyż wtedy zwykle pojazdy z łatwością przejdą po takich wzniesieniach, a na wozach ciężarowych trzeba ograniczyć ładunek mniej więcej do połowy ładunku dopuszczalnego dla tego samego wozu i tej samej siły pociągowej na równi.

Dla siły pociągowej na wzniesieniu $\beta = 2\varphi$ mamy:

$$(I) P_{\beta=2\varphi} = \varphi Q_s + \beta(Q_s + G) = Q_s \cdot \varphi + 2\varphi(Q_s + G) = 3\varphi \cdot Q_s + 2\varphi \cdot G.$$

Q_s - zredukowany dla górskiego terenu ciężar.

Siła pociągowa na wzniesieniu nie powinna być ze względu na racjonalne wykorzystanie siły zwierząt pociągowych większa niż podwójna normalna siła pociągowa tego samego konia (koni) na równi t.j.

$$(II) P_{\beta=2\varphi} = 2 P. = 2 \varphi Q.$$

Z równań (I) i (II) mamy

$$2 \varphi Q. = 3 \varphi Q_s + 2 \varphi G.$$

$$Q_s = \frac{2 \varphi Q. - 2 \varphi G}{3 \varphi} = \frac{2}{3} Q. - \frac{2}{3} G.$$

Jak widzimy trzeba w tym wypadku ograniczyć ciężar przewożony do wielkości 0,5-0,6 ciężaru normalnie przewożonego na równi.

Przy założeniu max. $\varphi = 2^\circ$, mielibyśmy:

Dla dróg gruntowych nieulepszonych max. $s = 0,20-0,30$

" " " ulepszonych . . . " 0,10-0,14

Dla bruku zwykłego " 0,08-0,10

Dla dróg bitych " 0,06

Dla dróg z nawierzchnią z asfaltu lanego . . . 0,02

W następnym rozdziale o traśowaniu dróg podane będą dane praktyczne co do praktykowanych dopuszczalnych wzniesień i spadków na drogach.-

-----:~::~~::~~::~~::~~::~~::~:-----

ROZDZIAŁ II.

TRASOWANIE I PROJEKTOWANIE DRÓG.

Trasowanie

Trasowanie, to jest wytknięcie kierunku projektowanej drogi na mapie szczegółowej z warstwicami, albo na specjalnie w tym celu zrobionych zdjęciach z warstwicami, lub też wprost na gruncie, powinno uwzględniać zarówno wymagania miejscowej gospodarki społecznej, jak wymagania techniki drogowej.

Z tych względów dzielimy trasowanie dróg na dwie części: trasowanie gospodarcze i trasowanie techniczne.
Trasowanie gospodarcze ma za zadanie dostosowanie mającej się budować drogi do potrzeb ekonomicznych i komunikacyjnych państwa lub miejscowości, przez którą budowana droga ma przechodzić.

Potrzeby ekonomiczno komunikacyjne zmuszą do przeprowadzenia drogi przez te albo inne punkty, do przystosowania budowanej drogi do tych lub innych warunków ruchu; wreszcie wymagania obrony państwa zmusić mogą do postawienia pewnych zadań np. może być przez odpowiednie urzędy wojskowe postawione zadanie

aby budowana droga była nie węższa niż to jest potrzebne dla względów wojskowych i t.p.

Wreszcie finansowanie przedsięwzięcia budowy drogi zaliczyć można również do zakresu gospodarczego traktowania drogi. Znalezienie źródeł pokrycia kosztów budowy i późniejszego utrzymywania drogi należy do poważniejszych czynności, które obciążają nietyle inżyniera budującego drogę, ile urzędy rządowe lub samorządowe, zarządzające sprawami drogowymi.

Oznaczymy przez B - koszt budowy danej drogi

U - koszt utrzymania zbudowanej drogi w ciągu roku, w przypuszczeniu, że droga uległa pewnemu zużyciu.

R - koszt roczny ruchu, jaki po wybudowanej drodze będzie się odbywać; pod kosztem ruchu rozumieć należy koszt utrzymania, amortyzacji, napraw i t.p. pojazdów wraz z siłą pociagową, które po danej drodze po jej wybudowaniu będą przechodzić. Jeżeli jakiś pojazd nie stale chodzi po danej drodze, do kosztu ruchu R należy wliczyć jedynie koszt utrzymania, amortyzacji i napraw tego pojazdu tylko na czas jego ruchu po danej drodze.

p - % od kapitału włożonego w budowę drogi wraz z jego amortyzacją. -

$$\text{Wtedy } K = B \cdot \frac{p}{100} + U + R$$

datek na daną drogę.

będzie roczny wy-

Przy racjonalnem budowaniu dróg należy dążyć aby K było minimum.

Osiągnięcie tego bywa zazwyczaj trudne, gdyż zależność między czynnikami B , U i R bywa najrozmaitszą i nieuchwytną. Często bywa tak, że o ile koszt budowy drogi B będzie większy, to jest im droga trwalej i lepiej pod względem technicznym bywa zbudowana (np. nawierzchnia zastosowana typu trwalszego, dane są mniejsze spadki i t.d.), o tyle w tym wypadku koszty utrzymania U i ruchu R są potem mniejsze i naodwrot; droga tanio zbudowana wywołuje zwiększony wydatek na utrzymanie i duże wydatki na ruch.

Iść jednak w kierunku budowania dobrych i trwałych a więc drogich dróg możemy tylko do pewnych granic, po których przekroczeniu kapitał włożony w budowę będzie tak duży, że procenty od niego wraz z amortyzacją, stanowić będą we wzorze tak poważną rubrykę, że K nie będzie minimum.

Znalezienie min K jest rzeczą trudną, bo o ile B i U można prawie zawsze dość dokładnie określić na zasadzie projektu wstępnego, o tyle wielkość kosztu ruchu R jest wartością, którą nadzwyczaj trudno określić.

Po przeprowadzeniu studjów gospodarczych przystępuje się do trasowania technicznego.

T r a s o w a n i e t e c h n i c z n e. Pierwszą czynnością jest wybranie typu drogi, który musi być przystosowany do potrzeb ekonomiczno-komunikacyjnych danej miejscowości.-

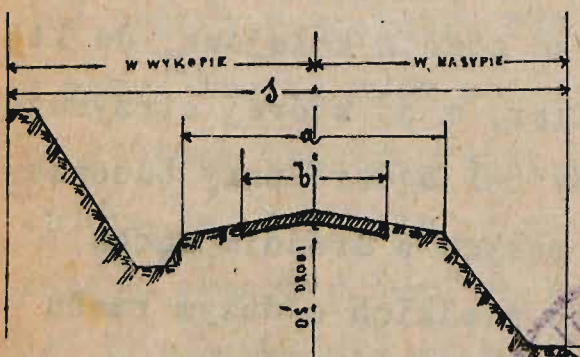
Gdy zachodzi potrzeba wybudowania drogi między dwoma punktami, przedewszystkiem musi być ustalony cel, dla którego buduje się droga. Ten cel będzie inny gdy buduje się drogą przeznaczoną dla obsługiwanu ruchu miejscowego nieznacznego, np. między polami ornymi, należącemi do pewnej wioski i między tą wioską; inny cel będzie gdy buduje się drogę z ożywionym ruchem handlowym między dwoma miastami; inny cel będzie, gdy droga łączy cukrownię ze stacją kolejową, do której cukrownia odstawia cukier, a od której otrzymuje buraki i węgiel, dalej inny cel będzie przy budowie ulic miejskich w miastach małych o średnim ruchu ulicznym, inny - w miastach wielkich o dużym ruchu ulicznym; inny jest cel drogi w górach przeznaczonej do wywozu długich kłoców drzewa, - inny - dróg górskich, służących tylko do ruchu pieszego lub turystycznego.

Dokładne ustalenie celu budowanej drogi daje możność wyboru najodpowiedniejszego dla danego wypadku typu drogi.

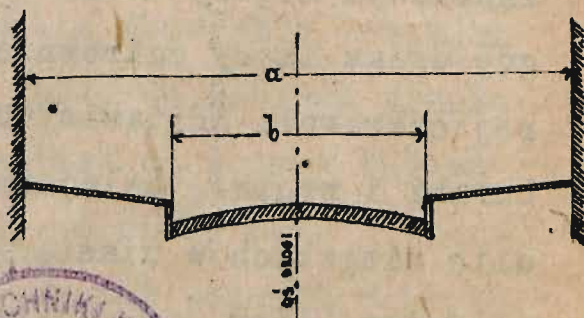
Wybór typu drogi zależny jest 1) od rodzaju i napięcia (gęstości) ruchu spodziewanego na danej drodze, i 2) od materiałów, z jakich dana droga może być zbudowana. -

Typ drogi charakteryzuje się: 1) przekrojem poprzecznym drogi, 2) ustrojem powierzchni, 3) wielkością najmniejszego dopuszczalnego promienia łuków, 4) wielkością największych dopuszczalnych wzniesień (spadków).

Przekrój poprzeczny drogi w ogólnych zarysach przedstawiony jest na rys. 28 i 29.



Rys. 28.



Rys. 29.

