

TRANSPORT KOŁOWY NA KOPALNIACH ODKRYWKOWYCH

THE ROAD TRANSPORT IN OPEN CAST MINES

Zenon Gut - Dolnośląskie Biuro Projektów Górniczych, Wrocław

Z okazji Jubileuszu 60 – lecia czasopisma „Górnictwo Odkrywkowe” („Surface Mining”) prezentacja reprodukcji artykułu zamieszczonego w numerze 1 w 1959 r. Biuletynu Techniczno - Ekonomicznego „Węgiel Brunatny”.

Słowa kluczowe: historia górnictwa odkrywkowego, transport kołowy

On the occasion of the 60th anniversary of the „Górnictwo Odkrywkowe” („Surface Mining”) periodical, here is a presentation of the reproduction of the article published in issue 1 of the „Węgiel Brunatny”(„Lignite”) Technical and Economic Bulletin 1959.

Keywords: opencast mining history, road transport

W procesie wydobycia kopalin użytkowych metodą odkrywkową transport ich jest najbardziej złożonym pracochłonnym i kosztownym czynnikiem. Na kopalniach odkrywkowych pracuje w transporcie 40 - 45 % ogółu zatrudnionych pracowników kopalnianych a wydatki na przewóz urobku sięgają 45 - 50 % wszystkich kosztów i mają tendencje zwykłe wraz ze zwiększeniem się głębokości odkrywek np. przy głębokości wydobycia 300 m dochodzą do 65 - 70 % całkowitych wydatków /8/.

Wraz z ogromnym rozwojem światowej techniki wydobycia kopalin metodą odkrywkową rozwinęły się stare i powstały nowe rodzaje transportu. Do tych ostatnich można zaliczyć transport samochodowy i ciągnikowy, o których będzie mowa w niniejszym artykule.

1. Rozwój historyczny i obecne zastosowanie.

Samochody zostały użyte po raz pierwszy w kopalnictwie odkrywkowym węgla kamiennego i rudy w Stanach Zjednoczonych, około 30 lat temu. W rozwoju tego transportu w U.S.A. da się wyznaczyć pewne etapy, a mianowicie:

- 1/ do roku 1950 gdy stosowano wyłącznie samochody 15-tonowe.
- 2/ po tym czasie okres w którym wprowadzone samochody 22-tonowe.
- 3/ od roku 1954 kiedy użyte samochody o ładowności 35 t./2/

W Z.S.R.R. zastosowano transport samochodowy poraz pierwszy w 1942 r. do wywozu nadkładu przy budowie Karagandińskiej odkrywki nr.4, która została wybudowana w ciągu 1 roku dając 4000 t węgla kamiennego na dobę /6/.

Największe dotychczas zastosowanie znalazł ten rodzaj transportu w U.S.A. na odkrywkach węgla kamiennego, rud żelaznych oraz metali kolorowych. Około 90 % wydobytego węgla transportuje się samochodami i ciągnikami, pozostałe 10 % środkami szynowymi /2/. Również na kopalniach rudy żelaznej w ostatnich latach transport samochodowy umocnił swoją hegemonię i jest przyjmowany nawet na bardzo dużych odkrywkach, np. roczna objętość mas przewożonych na jednej z odkrywek w okręgu Minnesota-Range wyniosła w 1955 r. 60 mln m³ nadkładu i 45 mln t rudy żelaznej /3/; dalszy rozwój transportu samochodowego planuje się na odkrywkach rudy żelaznej w okręgu Missabee, gdzie już w 1955 r. pracowało 1500 dużych samochodów wywrotek. Należy nadmienić, że pierwotnie na tych odkrywkach używano do przewożenia rudy i nadkładu środki przewożowe szy-

- 30 -

nowe /do roku 1937/ /3/.

W Z.S.R.R. transport samochodowy stosowany jest przy niedużych pokładach z rocznym transportem urobku 3 - 5 mln m³ wyjątkowo do 10 mln m³ /3/, w początkach wydobywania /przy otwieraniu odkrywki/ na głębokich odkrywkach, przeważnie na odkrywkach rudy, rzadziej węgla /często wyłącznie do transportu węgla/. Ogólnie transportem samochodowym przewieziono w Z.S.R.R. w 1957 r 11-13% globalnej objętości wydobytego systemem odkrywkowym węgla kamiennego i brunatnego /6/.

Na odkrywkach materiałów budowlanych w Z.S.R.R. samochody wywrotki są podstawowym środkiem transportu a także otrzymały one pierwszeństwo na odkrywkach rud metali kolorowych i rzadkich.

W Angli samochody używane są do przewozu węgla /kamiennego/ a w wyjątkowych wypadkach nadkładu /rozwinęty system beztransportowy / /2/. Ostatnio przemysł zachodnio-niemiecki rozpoczął produkcję samochodów wywrotek z przeznaczeniem do robót ziemnych i kopalnianych /eksponaty na Międzynarodowych Targach Poznańskich w 1959 r. wystawione przez firmy: Krupp, Henschel, Magirus-Deutz, Faun/.

2. Zalety i wady transportu samochodowego.

Zalety transportu samochodowego są następujące :

znaczne ograniczenie objętości robót wstępnych w stosunku do transportu kolejowego, a tym samym istnieje możliwość przystąpienia w krótkim czasie do eksploatacji złóż:

przy złożach kopalnia o małej miąższości i beztransportowym systemie usuwania nadkładu transport samochodowy jest praktycznie najlepszym rodzajem transportu, gdyż eliminuje konieczność przesuwania torów lub taśmociągów w związku z stałą zmianą frontu robót. Tym między innymi tłumaczy się duże zastosowanie samochodów na odkrywkach węgla kamiennego w U.S.A., który zalega tam w warstwach o grubości średnio 1,6 m /maksimum 4 - 6 m/ /5/;

w porównaniu z transportem kolejowym samochody charakteryzują się większą manewrowością cenną w ciasnych warunkach odkrywek, elastycznością w pracy a przy tym prostą organizacją prowadzenia robót oraz możliwością pokonywania bardzo stromych pochyłości i wpisywania się w łuki o bardzo małych promieniach. /3/. Poza tym zwiększają wydajność czerparek - współczynnik wykorzystania czerparek przy transporcie szynowym wynosi 0,76 przy samochodowym - 0,96;

samochody są najracjonalniejszym środkiem transportowym na kopalniach z krótkim czasem eksploatacji.

Do wad transportu samochodowego należą :

- 1/ większa zależność od wpływów atmosferycznych;
- 2/ duży rozchód stosunkowo drogiego paliwa płynnego;
- 3/ oraz duże koszty inwestycyjne /zakup taboru/ i eksploatacyjne.

Należy nadmienić, że ostatni czynnik przeważnie decydujący o wyborze rodzaju transportu, kształtuje się różnie w poszczególnych -

nych krajach. Otóż w U.S.A. na przeważającej części eksploatowanych obecnie odkrywkach rud, koszt transportu samochodowego nie przewyższa kosztu transportu kolejowego, a na niektórych innych odkrywkach np. azbestowych brytyjsko-kanadyjskiego towarzystwa w Kanadzie osiąga około 46% kosztów wcześniej stosowanego tam transportu kolejowego /3/. Przede wszystkim da się to wytłuma- czyć tym, że najczęściej spotyka się w U.S.A. nieduże odkrywki na których używane są duże samochody przystosowane do ciężkich warunków robót górniczych przy czym ich ocena zakupu wobec rozwiniętego przemysłu motoryzacyjnego i konkurencji jest stosunkowo niska. Niemalży wpływ ma dobra organizacja pracy, utrzymania i remontów maszyn, a także istnienie doskonałych dróg w odkryw- kach/3/.

Za racjonalne granice stosowności dużego taboru samochodowego na odkrywkach uważa się tam ilości masy przewożonego urobku do 20 - 30 mln t w roku, przy odległości przewozu 2,5 do 5 km, z przechyleniem niwelety dróg w ładownym kierunku nie większym niż 80 - 100 % /3/.

Natomiast szerokie zastosowanie transportu samochodowego na od- krywkach w Z.S.R.R. ogranicza wysoki koszt 1 tkm, który w latach 1954-55 kształtował się na 18 kopalniach odkrywkowych 3 - 4 razy drożej od transportu szynowego parowozowego i 4 - 5 razy przy trakcji elektrycznej /3/. W optymalnych warunkach t.j. przy prze- wozie na odległość do 3 km, przy zastosowaniu samochodów 25 t i dobrej organizacji pracy koszt 1 tkm kształtował się 1,3 - 1,5 razy drożej niż osiągniany w transporcie szynowym o trakcji paro- wej z tym, że nie uwzględniono tu skrócenia odległości przewozu /1,5 - 2 krotnie/ spowodowanego większym dopuszczalnym pochyleniem tras, w porównaniu z transportem kolejowym /3/. Stwierdzo- no przy tym, że koszt 1 tkm uzyskiwany w transporcie samocho- dowym zmienia się w szerokich granicach w zależności od ładowno- ści samochodów i tak, przyjmując koszt przewozu samochodami 5 t za równy 100% otrzymuje się w analogicznych warunkach przy uży- ciu samochodów 10 t - 90 %, 25 t - 60% i 40 t - 50% tych kosz- tów /8/.

Obniżenie kosztów eksploatacyjnych wraz ze zwiększeniem ładow- ności samochodów potwierdzają obliczenia amerykańskie, wykazu- jące, że przy użyciu wywrotek samochodowych 50 - 70 t i zacho- wanie analogicznych warunków pracy jak dla samochodów 25 - 30 t wydatki eksploatacyjne zmniejszają się o 25 - 30 %. Między in- nymi zwiększa się wydajność pracy na jednego robotnika, a tym sa- mym zmniejsza się koszt robocizny na 1 tkm /2/.

Wg źródeł radzieckich za racjonalną granicę odległości przewozu uważa się wielkość 2,5 km do 3 km, przy pochyleniach dróg nie większych niż 100 %.

3. Tabor samochodowy odkrywkowy.

Na odkrywkach w U.S.A. i Z.S.R.R. znajduje się obecnie w eksploatacji znaczna ilość typów samochodów o różnej ładowności.

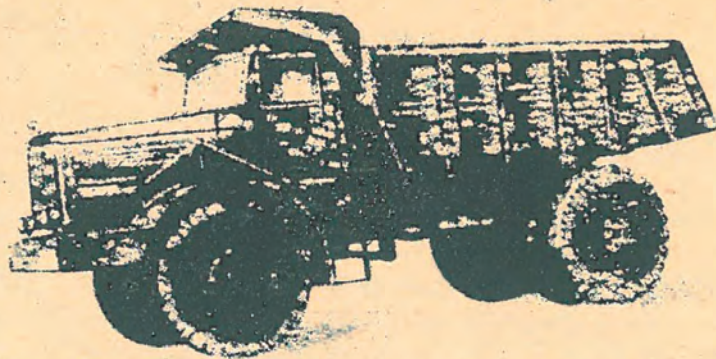
Krótki przegląd samochodów kopalnianych obecnie używanych i produkowanych daje poniższa tablica : /2/ /12/

Tablica nr. 1

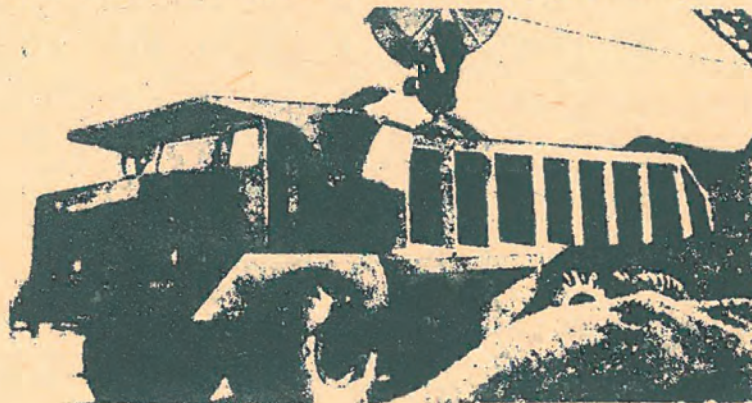
ładowność	Moc silnika	Ciężar własny	Pojemność skrzyni	Wyładunek	Szybkość na poziomie	Współczynnik tary x/	Produkcja/kraj, firma/ i nazwa samochodu
t	KM	t	m ³		km/h		
5	110	6,7	-	tylny	60	1,34	Z.S.R.R.-MAZ-205
10	165	12	-	"	45	1,20	"- JAZZ-210E
10	156	8,6	-	"	-	0,86	U.S.A.
13,7	164	10,6	15	"	-	0,774	Anglia-A.E.C. Dumptruk
15	185	12,9	9/8,15/	"	51	0,86	N.R.F.-Krupp MK 15 C 5
19	230	15	11/10/	"	48,2	0,789	N.R.F.-Krupp ANK 19 C 6
20	180/192/	14	10	"	57	0,7	N.R.F.-Henschel, HS3-180 TAK
20	225/275/	15,7	10,6	"	-	0,785	U.S.A.
20	250/300/	16	11	"	46	0,8	N.R.F.-Faun, K-20
25	300	22	14,3	"	30	0,88	Z.S.R.R.-MAZ-525
30	300/350/	21,8	18,2	"	48	0,73	U.S.A.-Dart
35	300/400/	25	-	pocz.i tylny	-	0,715	"- Euklid
40	450	33	29	-	30	0,875	Z.S.R.R.-MAZ-530
45	2x300	-	24	tylny	50	-	U.S.A.
70	2x350	43,5	-	"	32	0,65	U.S.A.-Dart

x/ radz. - stosunek ciężaru własnego samochodu do ciężaru ładunku

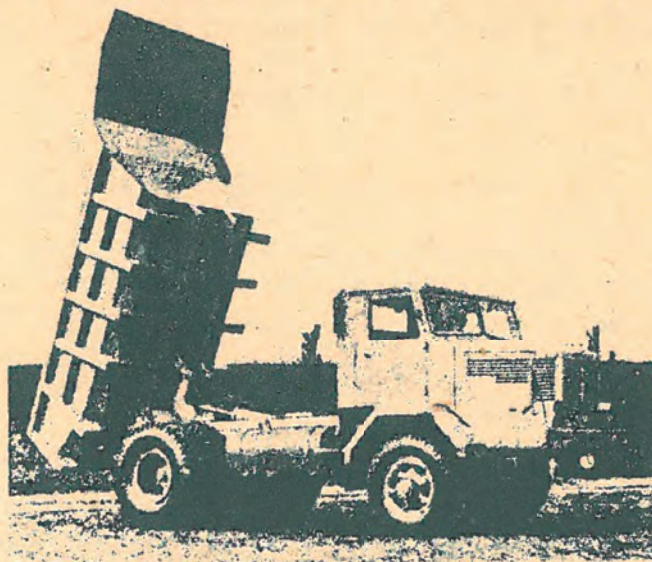
- 33 -



Rys. nr.1. Samochód wywrotka MAZ-525 produkcji radzieckiej



Rys. nr.2. Samochód typu Dart 70 t, produkcji amerykańskiej



Rys. nr.3. Samochód wywrotka produkcji firmy Krupp

- 34 -

Na uwagę zasługuje użyty w 1956 r w U.S.A. na odkrywce rudy miedzi "Bagdad" samochód wywrotka produkcji firmy Dart. Jest to samochód posiadający dwa 8-mio cylindrowe silniki diesla po 350 KM mocy każdy, umieszczone pod skrzynią ładunkową, w środku samochodu za kabiną, co polepsza warunki pracy kierowcy, chroniąc go przed hałasem i ciepłem wywołanymi przez te motory. Takie położenie silników upraszcza transmisję. Każdy z dwóch motorów wprowadza w ruch tylko jedną z tylnych osi przy pomocy przekładni hydraulicznych, trójschodkowych, z paliwem dieslowskim jako płynem roboczym. Samochód jest 3-osiowy, wszystkich osiach 4 kołowych, z 2-ma napędzonymi tylnymi osiami. Maksymalny nacisk na oś tylną wynosi 38,5 t a koła posiadają średnicę 1,6 m. Osie tylne resorowane są resorami piórowymi o szerokości pióra 50 mm, podwieszenie zaś przedniej osi jest hydrauliczne, przy czym amortyzatorem jest płynny azot. Podwieszenie to wykonane jest w ten sposób, że przy przechodzeniu po krzywych dokoła środkowego punktu obraca się cała przednia oś a nie tylko koła, co sprawia że samochód wykazuje wysoką manewrowość, przy dużej stateczności. Mechanizm kierowania składa się z dwóch równoległych działających cylindrów hydraulicznych z mechanizmem wspomagającym.

Wymiary gabarytowe samochodu: długość 9906 mm, szerokość 3560 mm, wysokość 3505 mm. Szybkość ruchu, ładowność, sposób wyładunku, ciężar własny podane zostały w tablicy nr.1. Należy dodać, że skrzynia samochodu ogrzewana jest wydzielającymi się z silników gazami spalinowymi /2/.

W trakcie eksploatacji samochodów 50 - 70 t ujawniły się pewne niedostatki, a mianowicie : 1/ krótki czas służby transmisji i dyferencjażu konstrukcja których przy silnikach dużej mocy jest złożona, 2/ szybki wzrost ceny zakupu ze wzrostem ładowności, 3/ konieczność zwiększenia ilości osi a tym samym wydatków na opony /3/.

Poza tym budowa dużych samochodów z dwoma silnikami nie jest korzystna, gdyż konieczne są wówczas dodatkowe urządzenia pomocnicze, które komplikują i podrażniają konstrukcję. Daje to tylko taką korzyść, że na niektórych poziomych odcinkach dróg może pracować jeden silnik.

Należy nadmienić, że kierowanie samochodami dużej ładowności odbywa się hydraulicznie lub elektrycznie /2/. Samochody samowyładownicze o dużej ładowności z przekładnią elektryczną nie są budowane, gdyż ich konstrukcja byłaby bardzo skomplikowana /2/. Były natomiast próby, i to udane, użycia na kopalniach odkrywkowych pojazdów trolejowych, które wykazały się mniejszymi kosztami ruchowymi niż samochody na paliwo płynne /1/.

Większość używanych silników jest czterosuwnych, choć ostatnio zauważa się tendencję do przechodzenia na dwusuwny np. Krupp które są lżejsze od pierwszych przy tej samej mocy. Często stosowane jest doładowanie, które powoduje zmniejszenie eksploatacyjnego rozchodu paliwa a w potrzebnych wypadkach zwiększa moc silników o 50 - 60 %, z tym że w dwusuwnych dieslach znacznie mniej z powodu i tak już panujących w nich wysokich temperaturach. /3/.

W samochodach o dużej ładowności stosuje się przekładnie hydrauliczne, zapewniające płynność pracy dyferencjałom i tylnym osiom oraz zwiększenie czasu ich pracy o 25 - 40 % przez likwidację powstałych w czasie jazdy uderzeniowych nacisków, od poślizgu i innych nierównomierności w ruchu. Przekładnie te zwiększają żywotność silników i powodują oszczędność w rozchodzie paliwa, w porównaniu ze zwyczajną skrzynią biegów. Przyjęcie przekładni hydraulicznej daje możliwość zwiększenia wydajności transportu samochodowego o 20 - 25 % przez automatyczne nastawianie stanów pracy co znacznie powiększa zwrotność i szybkość przejazdów gdyż przy uruchamianiu i ruchu samochodów już w średnich warunkach ze zwyczajną skrzynią przekładniową ilość przełączeń przez kładni wynosi 150 - 200 razy w jednym cyklu co bardzo męczy kierowcę /2/. Stosuje się też przekładnie kombinowane hydrauliczno-mechaniczne / do ruchu przy większych szybkościach/.

W dalszym ciągu doskonalenia samochodów myśli się o :
zmniejszeniu współczynnika tary /radz. stosunek ciężaru własnego do ciężaru ładunku/ przez racjonalne konstruowanie maszyn, użycie stali stopowych i lekkich stopów np. zastosowanie lekkiego i wytrzymałego stopu aluminiowego do budowy skrzyń samochodowych o ładowności 10 - 25 t zmniejsza ich ciężar o 50 %; /2/, zmniejszenie ciężaru silników dieslowskich jest sprawą kłopotliwą, gdyż zwiększają się przy tym wydatki eksploatacyjne i skracają się czas pracy samych silników /2/.

Dąży się również do ograniczenia ilości typów pojazdów o różnej budowie na odkrywcę.

Przy upraszczaniu konstrukcji samochodów zmniejsza się ilość osi i ilość kół na osi / z 4 na 2/ co pozwalają opony produkowane obecnie o wymiarach 30 x 33 a nawet 48 x 68. Przyjęcie opon niskiego ciśnienia daje możliwość zrezygnowania z resorowego podwieszenia. Opony niskiego ciśnienia produkuje się z przekładką z wysoko wytrzymałych syntetycznych tkanin / typu nylonu/ dobrze znoszących uderzenie, oprócz tego pozwalających zmniejszyć ciężar opon, zwiększając równocześnie ich wytrzymałość. Należy również stwierdzić, że wytrzymałość termiczna nylonu jest wyższą niż zwykłej bawełnianej tkaniny, co znów jest istotne przy zwiększaniu szybkości jazdy samochodów /2/.

Ważnym dla transportu samochodowego o dużej ładowności przy mniejszej ilości osi, jest sposób hamowania. W takich wypadkach najczęściej używane są hamulce hydrauliczne, których zasada pracy polega na absorpcji energii kinetycznej przez ciecz chłodzącą w chłodnicy. Praktycznie urzeczywistnia się to przez przekładnię hydrodynamiczną /hydrokinetyczną/ /2/.

Dokonując te ulepszenia w budowie samochodów konstruktorzy nie poprzestali na samochodach 70 t. Ostatnio firma Western Contracting Corp. w U.S.A. wykonała wywrotkę samochodową z przeznaczeniem do budowy tamy na rzece Missouri. Nowy samochód otrzymał nazwę Eucnik i przedstawia w zasadzie wieloosiową półprzyczepę /naczepę/. Samochód Eucnik posiada następującą charakterystykę techniczną: skrzynię wykonaną ze stali, spawaną, o pojemności

- 36 -

61 m³ ziemi lecz w czasie prób maksymalna pojemność wyniosła 96m³ co przy ciężarze objętościowym gruntu 1,8 t/m³ dało 173; pełny ciężar skrzyni wraz z ładunkiem osiągnął 267 t; skrzynia posiada wysokość 4,3 m a po podniesieniu do wyładunku zawartości, jej najwyższy punkt znajduje się 13,8 m nad ziemią; samochód zaopatrzone był 2 silniki diesla o mocy po 300 KM każdy i rozwijał szybkość do 56 km/godz.; jednak w czasie pierwszego kursu złamał się w przegubie na skutek złego wykonania teleskopowy mechanizm podnoszenia skrzyni mający średnicę 550 mm. W czasie wymiany uszkodzonego mechanizmu podnoszącego skrzynię na mocniejszy, silniki diesla o mocy po 300 KM które mogły rozwijać moc do 750 KM zostały zamienione silnikami o mocy po 500 KM każdy.



Rys.nr.4 Samochód Eucnik

Wykonawcy przewidują, że samochody te w przyszłości znajdą powszechne zastosowanie przy dużych robotach ziemnych a szczególnie w tych wypadkach gdy konieczny stanie się przewóz tych mas ziemnych na znaczne odległości. /7/.

Budowane dla kopalń odkrywkowych samochody posiadają przeważnie tylny sposób wyładunku, rzadziej na boki a niekiedy z mechanizmem umożliwiającym przechylenie skrzyni we wszystkich trzech kierunkach. Najlepsze efekty przy opróżnianiu dużych samochodów lub przyczep dają podnośniki hydrauliczne, teleskopowe.

Szybkość ruchu działa na pracę samochodów wywrotek w zależności od odległości przewozu. Ze zwiększeniem szybkości ruchu wydajność samochodów zwiększa się, przy czym lepszy efekt obserwuje się przy znacznej odległości przewozu co tłumaczy się większym znaczeniem czasu ruchu w trwaniu cyklu. W Z.S.R.R. uważa się, że szybkości samochodów nie powinny przewyższać 20 km/godz, co pozwala budować prostsze i tańsze drogi, a na stromych pochyleniach wykorzystywać całkowitą ładowność pojazdów.

W U.S.A. istnieją tendencje do zwiększania szybkości pojazdów kołowych do 50 km/godz., gdyż uważa się za podstawowy miernik wydajności pracy transportu na odkrywkach ilość t/km na godzinę który oczywiście wzrasta z szybkością ruchu /5/.

Samochody przeznaczone są zasadniczo do samodzielnej pracy,

lecz w odpowiednio łatwiejszych warunkach / niedużych spadkach i dostatecznej ilości miejsca do zwrotów/ mogą być do nich doczepiane przyczepy, jedna lub dwie. Zastosowanie przyczep pozwala zwiększyć wydajność transportu, zmniejszając jednocześnie ciężar martwy pociągu drogowego. Wprawdzie zwiększa się przy tym zużycie paliwa lecz w znacznie mniejszym stopniu niż następuje zwiększenie ładowności.

Okres pracy samochodów przy należyтым utrzymaniu i właściwym przeprowadzaniu remontów oraz przy dobrym stanie dróg można przyjąć do 20 000 godzin co stanowi 150 000 - 200 000 km przebiegu.

4. Ciągniki kołowe z przyczepami lub naczepami /półprzyczepami/.

Obok samochodów na kopalniach odkrywkowych U.S.A. i Z.S.R.R. są w użyciu ciągniki kołowe z przyczepami lub naczepami. Służą one do transportu nadkładu, częściej zaś węgla i rudy. W Z.S.R.R. używane są na odkrywkach niedużych, przy transporcie na odległość 800-1000 m, gdy promienie łuków poziomych uniemożliwiają zastosowanie transportu samochodowego.

Praca ciągników na podwoziu pneumatycznym dwuosiowym lub jednoosiowym polega na ciągnięciu przyczepy lub t.zw. naczepy t.j. przyczepy o jednej osi. Ciągnik jednoosiowy lub dwuosiowy stosowany z naczepą nosi nazwę ciągnika siodłowego. Jego tylna oś stanowi równocześnie podparcie przedniej części skrzyni naczepy. Z ciągnika i przyczep formowane są podciągi drogowe, których ładowność, stale zwiększana, dochodzi do 150 t i więcej. Odbywa się to dzięki temu, że pojemność przyczep nie jest ograniczona konstrukcyjnie tak silnie jak skrzyń samochodowych.

Przyczepy i naczepy w zależności od potrzeb budowane są o dennym lub bocznym sposobie wyładunku. Kierowanie wyładunkiem przyczep i naczep odbywa się liną drucianą przy pomocyciągarki z napędem elektrycznym, a także, choć rzadziej hydraulicznie./2/. Wyładunek boczny jest korzystniejszy od wyładunku do tyłu, gdyż odpada konieczność cofania się pojazdu, połączone ze stratą czasu, natomiast jest przyczyną szkodliwego bocznego nacisku na podwozie i koła w chwili ssuwania się ładunku./2/.

Tak ciągniki jak i przyczepy są przeważnie zaopatrzone w koła o dużej średnicy i opony o dużym przekroju dla umożliwienia jazdy po drogach gruntowych. W porównaniu z ciągnikami gąsienicowymi ciągniki kołowe okazują się lepsze dzięki swojej manewrowości, szybkości ruchu, nieniszczącemu działaniu na nawierzchnie dróg. Ciągniki gąsienicowe są natomiast mniej czułe na zły stan dróg z powodu niedużych nacisków na podłoże /0,1 do 0,5 atm/.

Lepszymi zaletami oznaczają się pojazdy składające się z ciągnika kołowego jednoosiowego i naczepy z tylnym sposobem wyładunku, t.zn. ciągniki wywrotki, używane często w U.S.A.

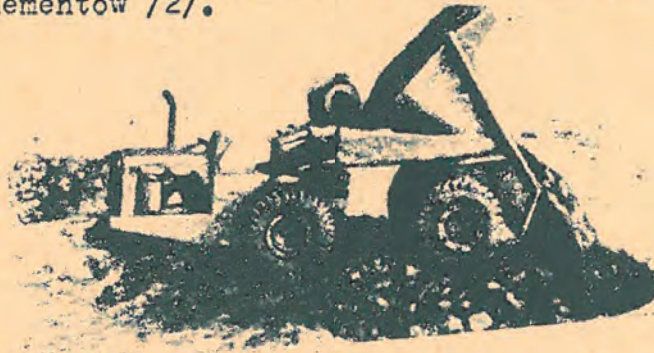
Charakteryzują się one dużą prostotą konstrukcji, a mianowicie: brakiem ramy resorów, wału kardanowego i tylnego mostu napędowego. Elementy powyższe w pojazdach kołowych są narażone na silne zużycie a tym samym skracają ich żywotność.

- 38 -

Prace tych części przejęły w ciągnikach wywrotkach : opony niskiego ciśnienia /amortyzację/ o wymiarach 20 x 25 i konstrukcję skrzyń o masywniejszej budowie / z blach znacznej grubości i kilku warstw/.

ciągniki wywrotki cechuje poza tym :

- 1/ dzięki oponom niskiego ciśnienia o dużych wymiarach jazda na złyh drogach odbywa się bez znacznego spadku prędkości ;
- 2/ wysoka szybkość jazdy /40 - 50 km/h/ i manewrowość/35 t ciągnik wywrotka skręca o 90° w miejscu, a przy skręcie o 180° na placu szerokości 10 m a czasami nie większym niż długość pojazdu.
- 3/ bezpieczna praca na zwałach dzięki napędowi na przednie osie;
- 4/ uniwersalność - same ciągniki mogą pracować z jednoosiowymi zgarniarkami lub innymi drogowymi maszynami;
- 5/ niskie położenie skrzyni, która umożliwia zmniejszenie czasu załadunku a jej duża szerokość u góry zabezpiecza przed zepszywaniem się ładunku w chwili ładowania.
- 6/ tańsza i prostsza eksploatacja dzięki mniejszej ilości pracujących elementów /2/.



Rys.nr.5 Ciągnik wywrotka produkcji amerykańskiej.

Ciągniki wywrotki budowane są o ładowności 9,18 i 35 t. Wobec tego, że ciągniki wywrotki wyładowują ładunek do tyłu, a więc na miejscu wyładunku muszą się zatrzymywać dla zmiany kierunku jazdy i podjechać tyłem z ograniczoną szybkością z powodu utrudnionej widoczności, co połączone jest ze stratą czasu, zaczęto budować pojazdy ze skrzynią umieszczoną w przodzie. Lepszym rozwiązaniem jest zaopatrzenie pojazdu w podwójne koło kierownicze i przyczepiane siedzenie dla kierowcy zezwalające mu na siedzenie zawsze twarzą do kierunku jazdy.

Dalszy rozwój transportu ciągnikowego idzie w kierunku zwiększenia mocy ciągników, podwyższania szybkości jazdy i ładowności przyczep i naczep ze zaniżaniem ciężaru samych pojazdów. Dla odkrywek o małej i średniej wydajności widzi się konieczność zastosowania ciągników z różnymi zawieszonymi i przyczepionymi mechanizmami do wykonywania prac pomocniczych/3/.

5. Optymalny wzajemny stosunek pojemności skrzyń samochodów i czerparki czerparki.

- 39 -

Powiększenie efektywności transportu samochodowego jest uzależnione od wzajemnego doboru pojemności skrzyń samochodowych i pojemności czerpaka czerparki. Należy nadmienić, że przeważnie z transportem samochodowym pracują na odkrywkach czerparki łyżkowe.

Wydajność czerparki wykazuje wpływ na użyteczną pracę transportu samochodowego, szczególnie wyraziście przy krótkich odległościach przewozu / do 3 - 5 km/. Przy dalszej zaś drodze odstawy urobku wpływ ten praktycznie nie istnieje.

Ze zmniejszeniem pojemności skrzyni samochodu trwanie cyklu czerparki zwiększa się, w związku z czym techniczna wydajność czerparki zmniejsza się. Ten wpływ szczególnie silnie daje się we zna ki przy małej wielkości stosunku pojemności skrzyni samochodu $/q_E/$ i czerpaka czerparki $/E/$.

Czas ładowania samochodów czerparką o pojemności łyżki 3 m^3 / CJe -3/ pokazuje poniższa tablica : /5/.

Tablica nr. 2

Typ samochodu	Pojemność skrzyni samochodowej $q_E \text{ m}^3$	q_E	Średni czas ładowania min-sek	
			E	samochodu
MAZ - 205	3	1	1 - 00	1 - 00
JaAZ - 210	6	2	1 - 20	0 - 40
MAZ - 525	15	5	2 - 46	0 - 35

Uwaga : przy średniej wydajności czerparka CJe -3 wykonuje około dwa cykle/min.

Przy $\frac{q_E}{E}$ 2 zmniejszenie technicznej wydajności czerparki następuje w mniejszej mierze, a przy $\frac{q_E}{E}$ 5 można uważać praktycznie za niewystępujące, a więc niezależnie od ładowności samochodów.

Polskie "Przepisy technicznej eksploatacji kopalń odkrywkowych" zalecają stosowanie samochodów o pojemności skrzyni nie mniejszej niż trzykrotna pojemność czerpaka czerparki. W Z.S.R.R. dąży się do stosunku czterokrotnego. W U.S.A. zapewnia się stosunek 3 - 4 krotny.

Stąd wniosek, że ze wzrostem ładowności samochodów winna zwiększać się pojemność czerpaka czerparki i odwrotnie. Użycie jednak czerparok o dużych czerpakach stwarza trudności w konstruowaniu samochodów a szczególnie w wykonaniu skrzyń samochodowych, gdyż zwiększają się wówczas siły uderzeniowe od większych kawałków skał. Skrzynie trzeba wzmacniać przez : użycie blach grubszych lub z lepszej stali, zakładanie płyt drewnianych pod dnem skrzyń /dębowe - 50 mm grubości/, albo przez składanie dna z kilku blach.

- 40 -

Do transportu materiałów lekkich konieczne jest podwyższenie burt skrzyń samochodowych, co często jest uwzględniane już przez same firmy wytwarzające samochody.

Racjonalną pojemność skrzyni samochodowej można wyliczyć z następującego wzoru :

$$q_E = \frac{A \cdot Q - Q \cdot t_i \cdot \sqrt{\frac{q' + A \cdot Q}{Q \cdot t_i}}}{\sqrt{\frac{q' + A \cdot Q}{Q \cdot t_i}} - 1}$$

gdzie $A = \frac{1,8 L}{V} + t_w$ - czas jazdy w cyklu i czas wyładunku samochodu,

L = odległość transportu, km

V = szybkość jazdy /średnia/, km/h

Q - techniczna wydajność czerparki, m^3/h

t_i - przerwa w ładowaniu samochodów /przerwa w pracy czerparki/, godz.

q' - 3 E a E - pojemność czerpaka, m^3

Wzór ten uwzględnia ponadto wpływ odległości transportu na pojemność skrzyni samochodu, która rośnie z odległością powodując tym samym lepsze równoczesne wykorzystanie czerparki i środków transportowych /5/.

Przykład :

Do obsługi czerparki jednoczerpakowej o poj. $3 m^3$ /wydajność godzinowa $Q = 235 m^3$ / przy dł. cyklu 35 sek. i współczynnika napełnienia czerpaka 0,75/, gdy odległość przewozu wynosi 4 km, z szybkością średnią 25 km/godz., przyjmując przerwy w ładowaniu samochodów ok. 12 min/godz. potrzebne są samochody o pojemności skrzyni q_E wg powyższego wzoru :

$$a/ \quad A = \frac{1,84}{V} + t_w = \frac{1,8 \cdot 4}{25} + 0,0084 \text{ godz.} \approx 0,30 \text{ godz.}$$

t_w - przyjęto równe 30 sek. tj. 0,0084 godz.

t_i - przyjęto 6 min = 0,1 godz.

$q' = 9 m^3$

$$q_E = \frac{0,3 \cdot 235 - 235 \cdot 0,1 \cdot \sqrt{\frac{9 + 0,3 \cdot 235}{235 \cdot 0,1}}}{\sqrt{\frac{9 + 0,3 \cdot 235}{235 \cdot 0,1}} - 1} \approx 17,6 m^3$$

- 41 -

- b/ Przy czerparce o pojemności czerpaka 5 m^3 /JeKG-4/ :
 $Q \approx 340 \text{ m}^3$ /godz. przy dł. cyklu 40 sek. i współczynnika napełnienia czerpaka 0,75

$$q_E = \frac{0,3 \cdot 340 - 340 \cdot 0,1}{\sqrt{\frac{15 + 0,3 \cdot 340}{370 \cdot 0,1}}} \approx 25 \text{ m}^3$$

$$\sqrt{\frac{15 + 0,3 \cdot 340}{235 \cdot 0,1}} - 1$$

- c/ Przy dłuższej drodze dla wypadki a/:

$$A = \frac{1,8 \cdot 8}{25} + 0,0084 = 0,58$$

$$q_E = \frac{0,58 \cdot 235 - 235 \cdot 0,1}{\sqrt{\frac{9 + 0,58 \cdot 235}{235 \cdot 0,1}}} = 34,5 \text{ m}^3$$

$$\sqrt{\frac{9 + 0,58 \cdot 235}{235 \cdot 0,1}} - 1$$

Wydajność transportu samochodowego i czerparek zależy również od schematu ruchu i podstawień wywrotek pod zakładunek. Dla zapewnienia potoczności ruchu samochodów stosuje się schemat pierścieniowy /okólny/ z oddzielnym wjazdem i wyjazdem, zaś w celu zabezpieczenia czerparce nieprzerwanej pracy należy podstawić pojazdy z dwóch stron i mieć rezerwę w taborze.

Skrzynie samochodów zabezpiecza się w zimie przed przymarzeniem nadkładu przez :

- a/ opryskiwanie solnym roztworem masy nadkładowej i smarowanie nasyconym roztworem chlorku wapnia powierzchni wewnętrznej skrzyni przy czym jest ona uprzednio pokryta mieszaniną bitumu i drzewnej smoły. Sposób ten używany w Z.S.R.R. daje efekt przy temperaturze do -20° .
- b/ ogrzewanie odchodzącymi gazami z silników przepuszczanymi pod dnami skrzyń, które w tym celu składają się z dwu płyt /podstawowej i czasowej/. Takie ogrzewanie pozwala zwiększyć wydajność samochodu w okresie zimowym minimum o 15 - 20 %/4/.

6. Drogi wewnątrz i w obrębie odkrywek.

Wydajność i ekonomiczność transportu samochodowego zależą od budowy i utrzymania dróg. Na źle utrzymanych drogach przez obniżenie szybkości jazdy zmniejsza się wydajność, a także żywotność środków transportowych - czas pracy samochodów w odkrywkach przy złych drogach nie trwa dłużej niż 5 lat, co odpowiada 12,5 - 15 tys. godzin efektywnej pracy.

- 42 -

Scieranie się opon również zależy od stanu i rodzaju dróg. Na drogach gruntowych i tłuczniowych w porównaniu z drogami asfaltowo-betonowymi otrzymuje się odpowiednio o 40 - 45 % i o 20-25% większe zużycie się opon. /4/.

W związku Radzieckim typ nawierzchni dróg samochodowych stałych odkrywkach przyjmuje się w zależności od spodziewanego na nich natężenia ruchu wg tablicy nr. 3 /11/

Tablica nr. 3

Rodzaje nawierzchni	Ilość samochodów przejeżdżających na dobę	Uwagi
gruntowe ulepszone żwirowe lub żuźłowe /wielkopieczowy/ tłuczniowe betonowe asfaltowe z tłuczniowym lub betonowym fundamentem	mniej niż 200 200-300 300-500 500-700 powyżej 700	Przy ładowności samochodu ponad 10t wybór dwóch pierwszych typów nawierzchni jest niepożądany

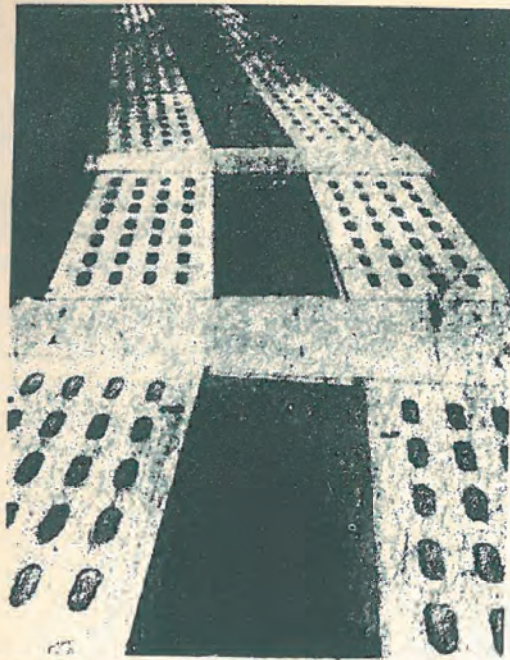
Drogi tymczasowe przy czerparkach i na zwałach nie mają specjalnej nawierzchni.

W odkrywkach o krótkim czasie istnienia, a także przy budowie dróg czasowych korzystnie jest stosować płyty żelbetowe np. o wymiarach 2 x 2 m. grubości 17 cm i ciężarze 1,7 t, o wytrzymałości 800 kg/cm² wg projektu inż. Jakowlewa, pokazane na poniższym rysunku. Okres żywotności tych płyt wynosi 2 lata, przy czym jeździły po nich i ciągniki gąsienicowe.

Korzyści ze stosowania płyt żelbetowych na drogach :

- 1/ przy układaniu ich może być wprowadzona całkowita mechanizacja,
- 2/ drogi można budować niezależnie od pory roku,
- 3/ płyty można używać kilkakrotnie, np. na zwałach./4/.

- 43 -



Rys.nr.6. Przenośne żelbetowe płyty konstrukcji inż.Jakowlewa do budowy dróg samochodowych. /10/.

Często wprowadza się rozdział tras samochodowych, dla samochodów ładownych i próżnych, co pozwala budować drogi dla pojazdów próżnych z dużymi pochyleniami niwelety /nawet do 200 %/ dzięki czemu odległość jazdy między zwałami a czerparkami skraca się. Porównania wykazały, że przy takim układzie drogowym wydatki na jedną tonę przewożonego ładunku są podobne jak i przy dwupasowych drogach, ale niezależność ładunkowego i próżnego potoku samochodów pozwala im rozwinąć większą szybkość, zapewnić bezpieczeństwo ruchu, daje możliwość budowy węższych jezdni, wyklucza ewentualność zderzenia się maszyn i ułatwia pracę transportu zimą i w okresie roztopów. /4/.

7. Urządzenia pomocnicze dla transportu kołowego.

Ważną sprawą jest budowa garaży i warsztatów. W Związku Radzieckim przewiduje się zakryte stanowiska dla 60 - 70 % ilości samochodów z dostateczną ilością kanałów przeglądowych /rewizyjnych/ a przy ustalaniu wielkości warsztatów przyjmuje się, że w remoncie będzie równocześnie 6 - 8 % ilości ewidencyjnej samochodów.

Z braku garaży urządza się odkryte parkingi z ogrzewaniem parowym lub prądem elektrycznym do podgrzewania silników w okresie zimy. Przy podgrzewaniu prądem o napięciu 65 V na jeden samochód zużywa się 1,6 kW/h.

W U.S.A. koszt garaży osiąga 9 - 10 % kosztów taboru /4/.

Kopalnie zaopatruje się w komplety maszyn drogowych do budowy, remontu i utrzymania dróg np. polewaczki i szczotki drogowe, pług odśnieżne oraz maszyny rzucające piasek. /4/.

- 44 -

Zakończenie.

Ostatnio mówi się w Polsce o wykorzystaniu małych złóż węgla brunatnego, których ilość jest dość znaczna. Do tej pory złoża te nie są wykorzystywane. Uważa się, że eksploatacją tych złóż w najbliższej przyszłości, dla zaspokojenia potrzeb własnych, winien zająć się przemysł terenowy, przez co zaoszczędzi on poważnie ilości zużywanego obecnie węgla kamiennego.

Przy wydobywaniu węgla z małych złóż właśnie samochody winne znaleźć powszechne zastosowanie, jako najbardziej korzystne technicznie i ekonomicznie środki przewozowe na tego rodzaju kopalniach odkrywkowych.



1959 - 2019 60 lat czasopisma „Górnictwo Odkrywkowe”

S P I S L I T E R A T U R Y

1. prof. mgr inż. A. Czeżewski :
"Przewóz samochodami i ciągnikami w kamieniołomach i kopalniach odkrywkowych węgla oraz rud", Stalinogród 1954.
2. Praca zbiorowa pod redakcją prof. N.W. Melnikowa:
"Technika odkrytych górnych robót za rubierzon." Moskwa 1956
3. k.n.t. M.W. Wasilew :
"Perspektiwy razwitija awtomobilnego i traktornego transporta na odkrytych górnych rozrabortkach." Gornyj żurnał 1957 r. zesz.1.
4. k.n.t. N.W. Wasilew :
"Zadaczi powyszenija ofektiwnosti awtomobilnego transporta na karierach." Gornyj żurnał 1957 zesz.5
5. K.E. Winickij :
"Proizwoditelnoje ispolowanie ekskawatorów i awtotransporta w karierach." Ugol 1955 zesz.1
6. Prof. N.W. Melnikow :
"Rozwitie dobyczy uгля odkrytym sposobem w Z.S.E.R." Ugol 1957 zesz.11
7. Ekspres informacja :
"Krupnejziej w mire samoswał". Ugolnaja promyszlenost wyd.8 Moskwa 1959
8. k.n.t. H.W. Wasilew :
"Ocena awtomobilnego i żeleznodorożnego transportu na karierach." Gornyj żurnał 1958 zesz.9
9. k.n.t. Ł.G. Tymowskij :
"Transport na głębokich ugodnych karierach," Ugol 1957 zesz.1
10. Inż. W.A. Czeresznew :
"O kompleksnoj mechanizaciji rabot na karierach nerudnych stroitelnych materiałow." Mechanizacja stritelstwa 1956 zesz.12
11. Praca zbiorowa :
"Sprawoznik gornogo mastera ugodnych karierow;" wyd.2 Moskwa 1956
12. Prospekty firm :
A.E.C. - Sonthall, sam. "Dumpruk" - Anglia
Krupp - samochody MK 1565 i AMK 1906 - N.R.F.
Faun - samochody K 20 - N.R.F.
Henschel - samochody HS3 - 180 TAK - N.R.F.
w posiadaniu D.B.P.G. Działu Studiów.