

Aleksander DOKUKIN

SPOSOBY PODWYŻSZENIA POZIOMU TECHNICZNEGO
KOMPLEKSOWEJ MECHANIZACJI ROBÓT WYBIERKOWYCH

Streszczenie. W artykule omówiono znaczenie stosowanej obecnie technologii wydobycia węgla poprzez zastosowanie kompleksów zmechanizowanych i opisano znaczenie mechanizacji dla dalszego postępu technicznego w górnictwie.

Podano wzory, wyprowadzone na podstawie analizy danych statystycznych, uwzględniające zależności pomiędzy wielkością wydobycia z przodka i wydajnością pracy a warunkami techniczno-górnictwymi.

Ponadto, zaproponowano szereg działań mających na celu zmniejszenie awaryjności, wzrost trwałości, wydajności i funkcjonalności maszyn górniczych.

W przemyśle węglowym ZSRR dużym osiągnięciem naukowym ostatnich lat było stworzenie i szerokie wdrożenie kompleksowej mechanizacji robót wybierkowych, bazującej na zastosowaniu zasilanej hydraulicznie obudowie zmechanizowanej przy kombajnowym albo strugowym urabianiu oraz transporcie przenośnikowym z prowadzeniem stropu przy pomocy pełnego zawалу. Taka technologia będzie podstawą postępu technicznego przy wydobywaniu węgla przez następne 15-20 lat. W 1975 roku poziom kompleksowej mechanizacji osiągnął 53%, a pracochłonność tego procesu wynosiła średnio 60 ludzi na zmianę na 1000 t wydobytego węgla, co jest 2,5 raza mniej w porównaniu z wąskozabiorowym wybieraniem i obudową indywidualną oraz 3,2 raza mniej w porównaniu z wybieraniem szerokozabiorowym. Technologia ta daje możliwość nie tylko mechanizacji, ale w konsekwencji także i automatyzacji wszystkich procesów w przodku wybierkowym, tym samym podwyższając wydajność i bezpieczeństwo pracy. Modernizacja i tworzenie nowych kompleksów, z wyższymi parametrami pod względem wytrzymałości, niezawodności i uniwersalności pozwoli rozszerzyć zakres stosowania tej technologii do bardziej złożonych warunków górniczo-geologicznych. Zmechanizowane kompleksy pozwalają na eksploatację grubych pokładów, z podziałem na warstwy, złóż naruszonych tektonicznie - drogą racjonalnego rozcięcia wybieranego pola i jego eksploatację nie tylko po rozciągłości, ale i po upadzie bądź wzniosie pokładu z przesuwaniem kompleksu i regulacją jego technicznych parametrów.

Przy wybieraniu stromych lub poziomych pokładów, z podsadzaniem wybranej przestrzeni w kompleksach zmechanizowanych przewiduje się zastosowanie przewodów rurowych do pneumatycznego lub hydraulicznego transportu materiału podsadzkowego.

Do tego czasu w kopalniach stwierdzono określone trudności w dalszym rozwijaniu kompleksowej mechanizacji. Do obecnej chwili nie znaleziono rozwiązań kompleksowej mechanizacji wybierania bardzo cienkich pokładów (mniej niż 0,7 m) w związku ze złożonością rozmieszczenia obudowy zmechanizowanej w przodku wybierkowym. Jedynie w ostatnim czasie zaczęto stosować kompleksy zmechanizowane w pokładach z trudnorabowanymi stropami, dla których efektywnej eksploatacji nieodzowne jest stosowanie obudowy o podporności 700-1400 kN/m².

Kompleksowa mechanizacja stromych pokładów wstąpiła w początkową fazę swego rozwoju (wskaźnik 6%). Przy uwzględnieniu dużego przyspieszenia prac projektowo-konstrukcyjnych (3 typy kompleksów gotowych do seryjnej produkcji i 4 typy przechodzące badania doświadczalne) problem ten będzie rozwiązany w X pięcioletce (stopień kompleksowej mechanizacji podwyższy się do 30%). Dlatego powinny zostać przezwyciężone trudności technologiczne, spowodowane górnico-geologicznymi warunkami zalegania pokładów stromych.

Podwyższenie poziomu technicznego i rozszerzenie zakresu stosowania mechanizacji kompleksowej znacznie polepszy wskaźniki techniczno-ekonomiczne. Ogólną charakterystyką techniczno-ekonomiczną wskaźników kopalni są: wydobyte z przodka wybierkowego i wydajność pracy, które zależą nie tylko od stopnia doskonałości technologii i wyposażenia, ale i w znacznej mierze od warunków górnico-geologicznych. Przy kompleksowej mechanizacji robót wybierkowych najlepsze wskaźniki osiąga się przy eksploatacji pokładów o średniej miąższości a szczególnie w zakresie 1,6-3,0 m, z wytrzymałością węgla na skrawanie 180-240 kG/cm, gazowością do 5-10 m³/T, przy lekkorabujących się stropach, z wpływami wody w przodku nie większymi niż 3 m³/h.

Bez względu na złożoną zależność wskaźników techniczno-ekonomicznych od szeregu zmiennych, uwarunkowanych różnorakimi górnico-geologicznymi warunkami zalegania złoża węglowego podstawowym czynnikiem jest grubość eksploatowanego pokładu. Grubość pokładu wywiera wpływ na pracochłonność przebiegu szeregu procesów technologicznych (liczba cykli i złożoność operacji końcowych) oraz górniczych (ograniczenie warunkami przewietrzania, rozmieszczenia wyposażenia itp.). Wydajność pracy w przodku wybierkowym wzrasta w zależności od grubości pokładu, jednakże w związku z cechami konstrukcyjnymi obudowy i różnorodnością wpływu warunków górnico-geologicznych i czynników ergonomicznych przy najbardziej sprzyjającej grubości pokładu tworzy się optymalne systemy pracy, przy których osiąga się najwyższe wydobyte z przodka i wydajność pracy.

Równania do obliczenia tych wskaźników można zapisać jako zależność paraboliczną:

wydobyte z przodka

$$A = C_1 + (C_2 + C_3 \cdot m) m \quad T/\text{dobe} \quad (1)$$

wydajność pracy

$$n = C_4 + (C_5 + C_6 m) m \quad T/\text{dniówkę}, \quad (2)$$

gdzie: $C_1 - C_6$ - współczynniki uwzględniające typ kompleksu mechanicznego i wpływ wszystkich czynników górniczo-technicznych.

Z równań (1) i (2) wynika, że przy grubości pokładów od 0,7 do 5 m najbardziej stroma część paraboli znajduje się w zakresie najcieńszych pokładów, których eksploatacja wykazuje poważny wpływ na snízenie wskaźników techniczno-ekonomicznych.

Opracowanie danych statystycznych, charakteryzujących techniczno-ekonomiczne wskaźniki przodków wybierkowych, wyposażonych w najszerszej stosowane komplekxy KMB7, OKMTM, OKP i KMB1 pozwoliło ustalić dla nich wielkość współczynników C (tabl. 1) w zakresie grubości pokładów:

1,0 - 2,3 m dla KMB7 (z uwzględnieniem przybierki skały przy eksploataowaniu pokładów cienkich i stosowania nakładek na stojaki obudowy przy wybieraniu pokładów grubszych od 2 m)

2,0 - 3,4 m dla OKMTM

2,1 - 3,5 m dla OKP

2,4 - 3,5 m dla KMB1

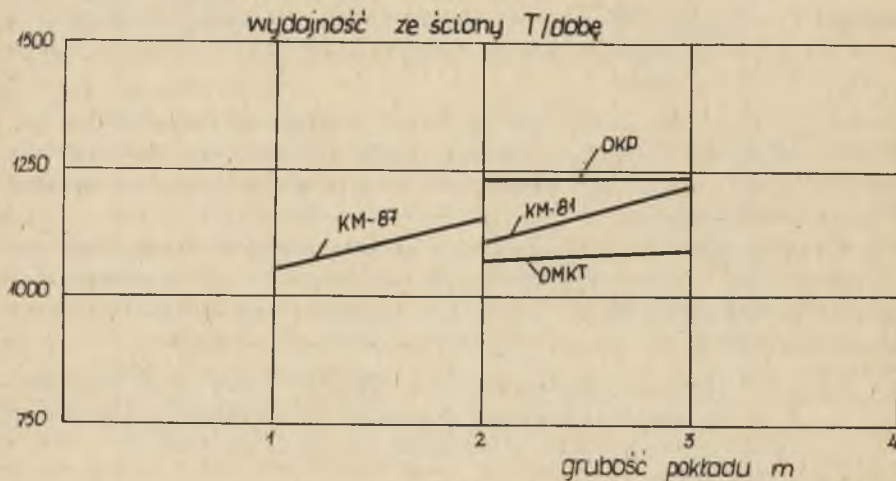
Tablica 1

| Współczynniki | Typy kompleksów | | | |
|---------------|-----------------|--------|--------|--------|
| | KMB7 | OKMTM | OKP | KMB1 |
| C_1 | 200 | 34,6 | 1440 | - 386 |
| C_2 | 1240 | 842 | 7,27 | 883 |
| C_3 | - 347 | - 153 | 0 | - 96,2 |
| C_4 | - 4,7 | - 41,9 | 46,4 | - 24,8 |
| C_5 | 28,5 | 53,1 | - 2,36 | 25,7 |
| C_6 | - 7,85 | - 8,64 | 0 | - 2,72 |

Na rys. 1 przedstawiono wykres zależności wielkości wydobywania z przodka wyposażonego w komplekxy mechaniczne KMB7, OKMTM, OKP i KMB1 od grubości pokładu. Jak wynika z rys. 1, wysokie wydobywanie z przodka wybierkowego zapewnia się przy eksploatacji pokładów o grubości powyżej 1,5 m. Przy kompleksie OKP współczynniki C_3 i C_6 są równe zero, w związku z czym zmiany wydobywania i wydajności pracy w przodku wybierkowym charakteryzują się prostoliniową proporcjonalną zależnością. Ze wzrostem grubości eksploатовanego pokładu od 2,1 do 3,5 m wydajność spada o 8%.

Trwałość wysokich techniczno-ekonomicznych wskaźników jest dodatnim czynnikiem sprzyjającym rozwojowi frontu robót wybierkowych i normaliza-

cji systemów pracy kopalni. Zastosowanie kompleksów typu OKP pozwoliło osiągnąć wyższe wskaźniki w porównaniu z kompleksami typu OMKTM: wydajność pracy wzrosła o 10%, wydobywanie z przodka o 30%, co uwarunkowane było doskonalszą konstrukcją obudowy.



Rys. 1. Zależność wydajności ze ściany w T/dobę od rodzaju stosowanego kompleksu zmechanizowanego i grubości pokładu

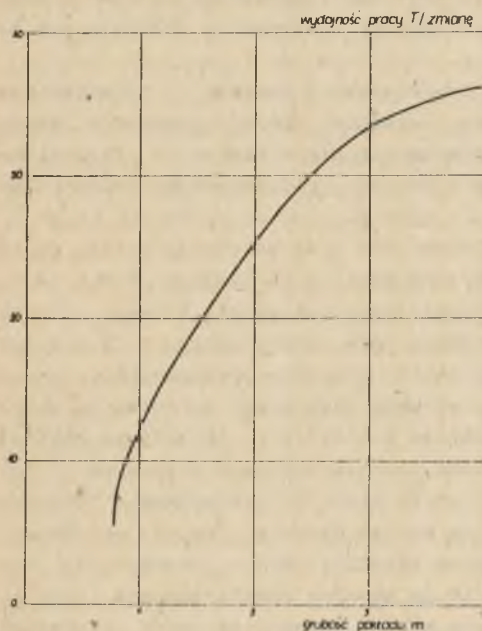
W związku z koniecznością unifikacji wyposażenia w celu zmniejszenia zbioru stosowanych kompleksów wydaje się celowe dla pokładów o grubości 2,1 - 3,5 m ukierunkowanie się na kompleksy typu OKP z obudową odgradzająco-osłonową.

Obudowa osłonowo-odgradzająca pozwala obniżyć szerokość podtrzymywanej powierzchni stropu wzdłuż przodka o 2-2,5 raza, co daje możliwość polepszenia ochrony powierzchni przyprzodkowej przed wdzieraniem się odspojonej skały i podwyższenia szybkość przesunięcia sekcji. W celu wdrożenia kompleksów typu OKP z obudową odgradzająco-osłonową należy stworzyć stojaki o podporności do 300 T, z aparaturą hydrauliczną na ciśnienie do 700 atm przy ogólnym ciśnieniu w przewodach 360-420 atm. Celowe jest zaplanowanie modyfikacji obudowy OKP, rozszerzającej zakres jej stosowania na pokłady nachylone do 35° i podwyższenie podporności do 100-140 T/m² co pozwoli zmechanizować eksploatację pokładów z trudnorabującymi się stropami.

W celu podwyższenia wydajności kompleksu celowe jest zastosowanie kombajnu KSzZM z posuwem bezłańcuchowym i radioelektrycznym sterowaniem a w dalszej przyszłości kombajnu i przenośnika z zasilaniem tyrystorowym i automatycznym prowadzeniem organu roboczego po linii węgiel - skała.

Badanie eksploatacji kompleksów zmechanizowanych KM87 ujawniło zależność wydobywania i wydajności pracy od grubości eksploatowanych pokładów wskaźniki te zmieniają się prawie dwukrotnie w porównaniu ze zmianą od-

powiednich wskaźników o 8% dla kompleksów OKP i 30% dla kompleksów OMKTM i KM81).



Rys. 2. Zależność wydajności pracy od grubości pokładu

Dla obniżenia wpływu grubości pokładu i podwyższenia wydobywania z przodka w kompleksach KM87 w cienkich pokładach trzeba stosować urządzenia o większej szybkości przesuwania się (strugi lub kombajny z szybkościami przesuwu do 10 m/min) i zwiększać szerokość zabioru kombajnu do 0,8-1,0 m. Celowe jest przejście na wybieranie dwukombajnowe przy eksploatacji pokładów o grubości mniejszej niż 1,5 m i podwyższenie efektywności wstępnej i bieżącej degazacji przy eksploatacji pokładów gazonośnych, dla których powinny być stosowane systemy eksploatacji z odświeżeniem prądu powietrza zużytego.

Badanie eksploatacji kompleksów w pokładach o grubości 0,8 - 3,5 m pozwoliło wyprowadzić zależność wydajności pracy od grubości pokładu (rys. 2) określoną równaniem

$$n = 44,1 - \frac{31,3}{m}, \quad T/\text{dniówkę}$$

m - grubość pokładu (m).

Zależność ta wskazuje na niesprzyjające warunki eksploatacji pokładów cienkich przy pomocy kompleksów zmechanizowanych, w związku z czym wydajność pracy obniża się z 36 ton/dniówkę w pokładach o grubości 3,5 m do 9 ton/dniówkę w pokładach o grubości 0,8 m, czyli 4-krotnie. Jedynie podwyższenie intensywności wybierania pokładów o grubości poniżej 2 m z zastosowaniem dwóch kombajnów pozwoli osiągnąć wysokie wskaźniki techniczno-ekonomiczne. Dla pokładów cienkich, jak powiedziano, urabianie węgla powinno odbywać się strugami o dużej szybkości urabiania. Dla tej technologii powinna być podwyższana szybkość przesuwu sekcji obudowy do 8-10 m/min, oraz stworzone obudowy zespolone, pozwalające na pracę ze zdalnym i automatycznym sterowaniem. Ogólnym kierunkiem podwyższenia niezawodności obudów i kompleksów zmechanizowanych jest zwiększenie podporności obudowy, co obniża przestoje wyposażenia ściany z powodu awarii związanych

z zaciskaniem sekcji i likwidacją następstw zawału stropu nad przodkiem. Konieczne jest polepszenie struktury cyklu roboczego przy pracy kompleksów zmechanizowanych drogą likwidacji wnęk kombajnowych, na wykonanie których traci się do 25% ogólnej pracochłonności i skrócenia operacji pomocniczych (10% pracochłonności).

Zastosowanie obudów zespolonych, wyprowadzenie napędów przenośników przodkowych na chodniki, wprowadzenie ukłedaków kabli i przewodów, szybkotnących noży, automatycznego kierowania organem roboczym i radioelektrycznego sterowania kombajnem pozwoli obniżyć pracochłonność robót o 30-40%.

Mechanizacja kompleksowa pozwoliła skrócić czas urabiania 1 tony węgla w porównaniu z urabianiem przy pomocy wiercenia i strzelania o 2,6 raza, a z urabianiem wąskozabiorowym i obudową indywidualną o 1,5 raza. Jednocześnie zmniejszyły się przerwy technologiczne, odpowiednio o 3,0 i 1,7 raza. Tym sposobem mechanizacja kompleksowa znacznie podwyższyła intensywność wybierania węgla, jednakże efektywny czas pracy stracony na wydobycie 1 tony węgla, w porównaniu z metodą wiercenia i strzelania obniżył się o 3,8 raza, a w porównaniu z metodą wąskozabiorowego urabiania i indywidualnej obudowy tylko o 10%. Wynika to stąd, że zastosowanie obudowy zmechanizowanej nie pozwala na istotne przyspieszenie procesu obudowywania w porównaniu z indywidualną obudową metalową, której przesuwanie dokonuje się szerszym frontem. Przejście na obudowy zmechanizowane typu osłonowego i na sekcje przesuwające się wraz z podparciem przy większych szybkościach, wdrożenie dwukombajnowego i strugowego wybierania, likwidacja ręcznego oczyszczania spągu przed sekcjami, powinny podwyższyć szybkość przesuwania obudowy zmechanizowanej, charakteryzującej intensywność bezpośredniego procesu wybierania węgla przy pomocy kompleksów zmechanizowanych w przodkach wybierkowych.

Podstawowymi wskaźnikami charakteryzującymi fundusz kopalni jest wydajność pracy i kapitałochłonność, w znacznym stopniu wpływające na koszt własny węgla w zestawieniu strukturalnym, do którego wchodzi fundusz płac (55%) i odpisy amortyzacyjne (20%). Wysokie wydobycia z przodka wybierkowego i zdolność wydobywcza kopalń pozwalają podwyższyć wskaźniki techniczno-ekonomiczne.

Przy koncentracji robót górniczych liczba czynnych przodków określa stopień pewności pracy kopalni. Dla dostatecznie wysokiej pewności konieczne jest posiadanie przynajmniej 3 kompleksowo zmechanizowanych przodków. W związku z tym planując znaczne wydobycie z kompleksowo zmechanizowanego przodka wybierkowego, za typową kopalnię o wysokim stopniu koncentracji należy uznać kopalnię z wydobyciem 0,9-3 mln ton węgla na rok. Liczba czynnych przodków wybierkowych powinna być od 3 do 5.

Jednakże, pomimo tego, że w ciągu ostatnich 10 lat nakłady kopalń wzrosły, jest jeszcze 78% kopalń o zdolności wydobywczej poniżej 900.000 ton, które wydobywają przez eksploatację podziemną ok. 52% węgla przy niskich

wskaźnikach techniczno-ekonomicznych. Rekonstrukcja takich kopalń, głównie przez rozcięcie pól eksploatacyjnych, zapewniających podwyższenie projektowanych zdolności wydobywczych, budowanie dużych kompleksowo zmechanizowanych kopalń są jedynymi z głównych zadań postępu technicznego.

Przejsięcie na systemy eksploatacji długimi filarami z wybieraniem po wzniosie lub upadzie przy pomocy kompleksów zmechanizowanych wymaga znacznego powiększenia wysokości piętra, co pozwoli podwyższyć długość pól wydobywczych, obniżyć nakłady na przygotowanie poziomów i obniżyć straty spowodowane montażem i demontażem kompleksów. Jednocześnie konieczne jest przejście na zwiększony przekrój wyrobisk ($16-20 \text{ m}^2$), co związane jest z koniecznością likwidacji wnęk kombajnowych i polepszeniem przewietrzania kopalń.

W celu poprawienia jakości parku maszynowego należy zwiększyć odporność maszyn na zużycie i wytrzymałość statyczną i zmęczeniową o 1,5-2 razy przez zastosowanie lepszych rodzajów stali o wyższych wytrzymałościach i symbolach WS-50, WS-60 z granicą plastyczności $\sigma_p = 50-70 \text{ kG/mm}^2$. Z takich stali należy wykonać elementy poddane wysokim naprężeniom, zespoły, łańcuchy napędowe, koła zębate, konstrukcje nośne obudów zmechanizowanych i przenośników. Zapewni to zwiększenie o 1,5 do 2 razy ich wytrzymałości, odporności na zużycie i okresu pracy. Do produkcji kół zębatych należy stosować stale oczyszczone żużlem syntetycznym, co pozwoli zwiększyć wytrzymałość zmęczeniową kół o 15-20%. Należy zaprojektować także optymalną geometrię zazębienia kół z zastosowaniem kąta zarysu zęba $\alpha_g = 25-28^\circ$, w wyniku czego o 30% wzrasta wytrzymałość kontaktowa i wytrzymałość na zginanie w związku z czym będą osiągnięte lepsze klasy wytrzymałości.

Konieczne jest opanowanie produkcji łańcuchów średnicy 32×108 i przejście na produkcję łańcuchów klasy D.

Należy podwyższyć sterowalność i stabilność kombajnów na przenośnikach taśmowych, ulepszyć ochronę połączeń (kable energetycznych i przewodów hydraulicznych), zmniejszyć zapylenie przy pracy maszyn urabiających. Konieczne jest zlikwidowanie możliwości zerwania i zaklinowania łańcucha napędowego, wprowadzenie urządzeń tłumiących i przyspieszenie przejścia na bezłańcuchowy posuw kombajnów. Należy wyeliminować łamanie się zębów, mimośrodów, obrzeży, ślimaków oraz zsuwanie się ślimaków z wału. Celowe jest produkowanie ślimaków odlewanych, wzmocnienie i udoskonalenie mocowania ślimaka na wale.

Konieczne jest wzmocnienie sań kombajnu i wprowadzenie podpór rolkowych kombajnów oraz zwiększenie dokładności uszczelnień łożyskowych silników hydraulicznych i pomp. Powinna być również zwrócona uwaga na zdolność remontową kombajnów, zmniejszenie liczby punktów smarowania, ilości gatunków smarów, unifikację łożysk, zapewnienie możliwości łatwej wymiany szybkozuzywających się części, pomp, zespołów i obudów.

W przenośnikach jest konieczne wyeliminowanie awarii ruchowych (zaklinowanie przenośnika miałem węglowym, spadnięcie łańcucha z gwiazdy, zakli-

nowanie się łańcucha), udoskonalenie konstrukcji ogniwa łączącego, podwyższenie trwałości łańcuchów, rynien i gwiazd (napędowych). W celu uniknięcia awarii ruchowych obudowy należy nie dopuszczać do przechylenia się lub skrzywienia sekcji, dostawania się skały w szpary między sekcjami, posadawiania stojaków na sztywno. W związku z tym należy zwiększyć rozsuwalność stojaków i podwyższyć ich podporność. Likwidacja przechyleń i skrzywień obudowy pozwoli obniżyć ilość związanych z tym awarii wtórnych. Konieczne jest zwiększenie trwałości przewodów wysokiego ciśnienia, polepszenie jakości elementów hydraulicznych obudów (rozdzielaczy, zaworów stojaków i siłowników) przez podwyższenie klasy dokładności, jakości materiału i zabezpieczenie antykorozyjne.

Powinna być zwrócona duża uwaga na organizację gospodarki smarami, jak również na jakość przygotowania emulsji wodnoolejowej.

Dla polepszenia eksploatacji kompleksów konieczne jest zorganizowanie na kopalniach pełnej służby remontowej prowadzonej w okresie dziennym, złożonej z najbardziej wykwalifikowanego personelu. Należy systematycznie podnosić kwalifikację elektromechaników i górników. Wdrożenie programu kompleksowej standaryzacji, ukierunkowanego na polepszenie jakości produkcji maszyn górniczych, powinno wykazać istotny wpływ na podniesienie technicznego poziomu zmechanizowanych kompleksów wybierkowych.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Р е з ю м е

В статье обсуждено значение принимающей до сих пор технологии выемки угля механизированными комплексами и описано значение механизации в дальнейшем техническом прогрессе горного дела. Подано уравнения, выведены на основе анализа статистических данных, учитывающие зависимости между нагрузкой на очистной забой, производительностью труда а горно-техническими условиями.

Кроме того, предложено ряд предприятий для повышения надежности, производительности труда, ресурса и функциональности горных машин.

WAYS FOR INCREASING OF TECHNICAL LEVEL FOR COMPLEX MECHANIZATION OF EXTRACTION WORKS

S u m m a r y

In the paper, it was discussed the importance of the present applied technology of coal extraction with application of complex mechanization, and it was described the importance of mechanization for further techni-

cal progress in minning. It has been given the formulas, derivated on the base of statistical data analysis, taking into consideration dependences between coalface output value and productivity of work, and technical-economic indices.

In addition, there have been proposed several operation for the purpose decreasing of damagement, increasing of yields and functionality of mine devices.