ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1974

Seria: Górnictwo z. 61 Nr kol. 406

Stefan Bialik
Norbert Rak

PROBLEMY AUTOMATYZACJI PRZENOŚNIKÓW DOŁOWYCH I ZAŁADOWNI ODDZIAŁOWYCH W KOPALNIACH GAZOWYCH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W referacie omówiono problemy automatyzacji transportu ciągłego i stacji załadowczych. Opisano proces rozwoju środków technicznych automatyzacji ww. ogniw transportu począwszy od układów przekaźnikowo-stykowych, a skończywszy na iskrobezpiecznych obwodach elektrycznych, zrealizowanych w oparciu o półprzewodnikowe elementy logiczne. Wspomniano również o kierunkach dalszych prac prowadzonych w ZKMPW w dziedzinie automatyzacji transportu ciągłego i stacji załadowczych.

1. Wstęp

Ubiegły rok charakteryzował się dynamicznym rozwojem górnictwa polskiego. Dowodem tego był dalszy wzrost wydobycia, przekraczający wartość 150 mln ton. Również plany na najbliższy okres oraz na dalsze lata wskazują, że wydobycie to będzie dalej wzrastało. Planowany rozwój wydobycia przy uwzględnieniu rentowności eksploatacji oraz przy stałym deficycie rąk do pracy stawiają wysokie żądania w zakresie rozwoju mechanizacji i automatyzacji procesów wydobywczych kopalni. W krajowych kopalniach węgla najwcześniej rozwinęła się automatyzacja transportu dołowego obejmująca przenośniki taśmowe, a później także zgrzebłowe, stacje załadowcze i transport kołowy. Wynikało to ze stosunkowo wysokiego poziomu stanu mechanizacji i elektryfikacji tych ogniw transportu.

2. Charakterystyka kopalnianego transportu dołowego

Struktura transportu dołowego w większości kopalń węgla w Polsce składa się z trzech podstawowych ogniw:

- z odstawy ciągłej (przenośniki odstawcze),
- stacji załadowczych,
- transportu kołowego.

Automatyzacja transportu kołowego i jej problemy są przedmiotem oddzielnej pracy i dlatego w niniejszym opracowaniu nie zostaną omówione.

2.1. Odstawa ciągła

W odstawie ciągłej są stosowane:

- przenośniki zgrzebłowe jedno- lub wielołańcuchowe (w rejonie ściany wydobywczej),
- przenośniki taśmowe (w dalszej odstawie),
- przenośniki hamujące lub zgrzebłowe - przy większych nachyleniach trasy odstawy.

Powyższe sprawia, że ciąg odstawy może się składać z przenośników taśmowych i zgrzebłowych występujących na przemian.

Współczesna odstawa ciągła charakteryzuje się wysokim poziomem rozwiązania technicznego. Ze względu na swoje wysokie walory użytkowe przenośniki znajdują szerokie zastosowanie w kopalniach. W większości przypadków pracują w ciągach rozgałęzionych po kilkanaście sztuk w jednym zestawie.

2.2. Stacje załadowcze

Stacje załadowcze są obecnie często budowane jako załadownie oddziałowe współpracujące ze zbiornikami wyrównawczymi. Ze względu na postępującą koncentrację wydobycia i wymaganą zdolność załadowczą przekraczającą 500 t/godz. konieczny jest wysoki stopień mechanizacji stacji załadowczych. Ok. 650 stacji załadowczych pracujących w krajowych kopalniach z uwagi na różne rodzaje zasobników i szereg typów wozów kopalnianych stwarzają problemy natury mechanizacyjnej i automatyzacyjnej.

3. Rozwój automatyzacji przenośników

Ze względu na uzyskiwane wysokie efekty ekonomiczne wynikające z automatyzacji przenośników oraz ze względu na łatwość ich zautomatyzowania opracowywano i wprowadzano do eksploatacji różne rozwiązania począwszy od 1950 roku. Rozwiązania te ulegały unifikacji oraz modyfikacjom i w efekcie produkcję pierwszego typowego układu automatyzacji przenośników taśmowych typu APTp-4 podjęto w 1960 roku.

Rozwiązanie zrealizowano w oparciu o technikę przekaźnikowo-stykową. Do kontroli pracy przenośnika zastosowano dwa czujniki:

- mechaniczny czujnik spiętrzenia,
- odśrodkowy czujnik prędkości taśmy.

W 1967 roku podjęto produkcję seryjną bardziej uniwersalnego układu automatyzacji przenośników taśmowych i zgrzebłowych typu AP-4, pracującego także w oparciu o technikę przekaźnikowo-stykową.

Obydwa rozwiązania umożliwiają automatyzację ciągów przenośników nierozgałęzionych składających z 3-10 przenośników. Powyższe rozwiązania znajdują zastosowanie w rejonach o małej koncentracji wydobycia oraz przy ro-

botach przygotowawczych. Zaletą tych urządzeń jest prostota budowy, łatwość montażu oraz niska cena.

Rozwiązaniem o standardzie światowym jest bezstykowy, iskrobezpieczny układ automatyzacji przenośników typu PL-10-Rk. Układ ten opracowany i produkowany przez ZKMPW spełnia wymagania RWPG w zakresie automatyzacji przenośników. Do jego cech szczególnych zaliczyć należy:

- możliwość automatyzacji ciągów prostych i rozgałęzionych złożonych z 3-18 przenośników taśmowych i zgrzebłowych z możliwością zdalnego sterowania 4 rozgałęzieniami,
- zastosowanie logicznych elementów bezstykowych w oparciu o krzemowe detale półprzewodnikowe przy "płaskim" montażu na dwustronnych obwodach drukowanych gwarantujące wysoką niezawodność pracy urządzenia,
- zastosowanie dwustronnej łączności głośnomówiącej i sygnalizacji akustycznej, słyszalnej wzdłuż całej trasy zautomatyzowanych ciągów, zwiększająca bezpieczeństwo i organizację pracy,
- wszystkie obwody sterowania, kontroli i sygnalizacji wykonane są jako iskrobezpieczne w klasie II BJ (wg obowiązującego w 1972 r. projektu normy nr PN/E-08107),
- kontrolę prawidłowej pracy przenośnika uzyskano dzięki zastosowaniu następującego zespołu czujników:

  1) bezstykowy czujnik prędkości organu transportującego przenośnika,
  2) trzy rodzaje czujników spiętrzenia (w zależności od wymagań środowiskowych),
  3) czujnik temperatury bębnów napędowych dla przenośników taśmowych,
  4) czujnik poprzecznego uszkodzenia i zsuwania się taśmy z konstrukcji nośnej przenośnika,

- zapewnienie wyłączenia każdego przenośnika z dowolnego miejsca z jego trasy, z jednostronną blokadą przed niepożądanym jego uruchomieniem.

Z uwagi na wysokie walory eksploatacyjne urządzenie to rozpowszechniło się szybko w kopalniach i obecnie jest instalowane w ilości ok. 1000 szt. rocznie. Niezależnie od powyższego, aparatura PL-10-Rk jest przedmiotem eksportu.

4. Kierunek rozwoju automatyzacji stacji załadowczych

Bezpośrednie efekty ekonomiczne automatyzacji stacji załadowczych są mniejsze niż przy automatyzacji przenośników. Wprowadzony w 1964 r. do przemysłu na szerszą skalę pierwszy układ automatyzacji typu APZ-2a przewidziany był dla załadunku urobku z przenośnika wprost do wozów za pośrednictwem zsypni, której objętość równa jest objętości jednego wozu.

Rozwiązanie to zapewnia:

- blokadę pracy ciągu przenośników z pracą ładowni,
- stopniowe przesuwanie wozu w zależności od stopnia jego zapełnienia,
- samoczynne podstawienie następnego pustego wozu pod zsypnią,
- liczenie wozów załadowczych,
- zatrzymanie przenośnika podającego w przypadku braku wozów pustych lub w przypadku nadmiernego spiętrzenia urobku w zsypni (uszkodzenie popychaka, wykolejenie wozu).

Urządzenie typu APZ-2a oparte o technikę przekaźnikowo-stykową jest stosunkowo proste i tanie. Może znaleźć zastosowanie tylko w małych ładowniach przy załadunku poniżej 200 t/h

Rozwiązanie to przewidziane jest dla kopalń niegazowych.

Zebrane doświadczenia i potrzeba urządzeń automatyzacji załadowni dla oddziałów o skoncentrowanym wydobyciu oraz potrzeba spełnienia wymagań automatyzacji kompleksowej doprowadziły do opracowania i wykonania w ZKMPW cybernetycznej stacji załadowczej typu "Tytan".

Załadownia typu "Tytan" posiada wydajność załadowczą wynoszącą ok. 500 t/h oraz zapewnia samoczynne pełnienie następujących funkcji:

- podstawienie pustego składu pociągu pod wysyp,
- równomierne załadowanie wozów niezależnie od sposobu podawania urobku do ładowni,
- czyszczenie podtorza z przepadów powstających podczas ładowania wozów,
- odciąganie załadowanego pociągu poza obręb ładowni,
- liczenie ilości załadowanych wozów.

Chociaż podany zestaw mechanizacji i automatyzacji wymaga uprzedniego przygotowania miejsca dla jego zainstalowania, zapewnia jednak wysoką wydajność załadowni i eliminuje wszystkie pomocnicze prace np. czyszczenie podtorza, a także gwarantuje wysoką niezawodność działania.

5. Problemy automatyzacji w kopalniach gazowych

5.1. Elementy i urządzenia

Ilość kopalń o zagrożeniu gazowym systematycznie wzrasta wraz z rozbudową Rybnickiego Okręgu Węglowego, a także w związku ze wzrostem eksploatacji niżej zalegających pokładów w starszych kopalniach węgla.

Znane są dwa podstawowe sposoby eksploatacji elektrycznych urządzeń automatyki w kopalniach gazowych, polegające na:

1) zamknięciu nieiskrobezpiecznych obwodów elektrycznych urządzeń w obudowach przeciwwybuchowych,
2) wykonanie urządzeń z elektrycznymi obwodami iskrobezpiecznymi.

Można także stosować obydwa sposoby jednocześnie.

Znany jest szkodliwy wpływ indukcyjności w elektrycznych obwodach iskrobezpiecznych, który spowodował, że w układach automatyki obecnie rezygnuje się z elementów pracujących w oparciu o technikę przekaźnikowo-stykową, na rzecz bezkontaktowych elementów logicznych i funkcyjnych. Wynika to także z szeregu zalet, jakie cechują bezstykowe elementy półprzewodnikowe, do których m.in. należą:

- możliwość zastosowania niskiego napięcia zasilania,
- mały pobór mocy (mała moc strat nie wymaga stosowania specjalnych urządzeń wentylacyjnych),
- małe wymiary i ciężar własny sprzyjają miniaturyzacji urządzeń,
- brak części ruchowych - nie powodują zużycia elementów i nie wymagają przeglądów konserwacyjnych,
- duża niezawodność pracy w trudnych warunkach górniczych.

Jednak i tutaj nie sposób uniknąć indukcyjności, które czasem muszą być stosowane np. w filtrach elektrycznych, urządzeniach łączności głośnomówiącej, zasilaczach sieciowych itp. W tych przypadkach konieczne jest stosowanie środków ochronnych w postaci specjalnych kondensatorów, rezystorów lub diod Zenera.

Oddzielnym problemem jest stworzenie odpowiedniej zalewy, która musi się cechować:

- małą skurczliwością i współczynnikiem rozszerzalności zbliżonym do odpowiednich współczynników zabezpieczonych elementów,
- brakiem higroskopijności,
- chemiczną obojętnością na wszelkie powłoki lakierowanych elementów np. oporników, mas plastycznych obudów kondensatorów. Nie powinna reagować w zetknięciu z miedzią i cyną),
- dobrymi własnościami elektroizolacyjnymi,
- odpornością na przyjmowanie ładunków elektrostatycznych,
- dobrymi własnościami mechanicznymi,
- proces zestalenia się zalewy względnie jej przygotowanie nie powinno przebiegać w wysokiej temperaturze,
- utratą lepkości po zestaleniu się zalewy.

Jednym z podstawowych elementów elektronicznych, który także wywiera duży wpływ na iskrobezpieczność urządzenia jest pojemność elektryczna. Chodzi tu o pojemności skupione, o wartości powyżej 20 μF (przyjmując napięcie zasilania 12 V pr.st.) dla kondensatorów elektrolitycznych oraz około 0,2 μF dla kondensatorów o izolacji z małą stratnością.

Stosowanie tych detali przekraczających ww. wartości wymaga także zastosowania środków zabezpieczających, pozwalających na utrzymanie obwodu w żądanej klasie iskrobezpieczności. Tutaj z reguły w szereg z pojemnością wymagane jest włączenie odpowiedniej rezystancji. W tym wypadku także konieczne jest zabezpieczenie dostępu miejsca połączenia rezystancji z pojemnością, odpowiednią zalewą. Powstaje w ten sposób monolit tworzący iskrobezpieczny element pojemnościowy.

Zakaz stosowania w kopalniach gazowych aluminiowych i temu pochodnych elementów konstrukcyjnych, a zwłaszcza obudów, ze względu na prawdopodobieństwo powstania iskier przy potarciu aluminium o pordzewiałe stalowe elementy, zmusza konstruktora często do użycia zastępczych, znacznie droższych materiałów np. brązu. Dotyczy to tych elementów, których cechy ferromagnetyczne materiału obudowy są szkodliwe dla poprawnej pracy urządzenia. Nie bez znaczenia jest także wzrost ciężaru, wynikający ze zmiany materiału.

5.2. Automatyzacja przenośników

Podstawową trudnością automatyzacji przenośników jest brak fabrycznego przygotowania obiektu do automatyzacji.

Do obecnej chwili ciągle jeszcze pokutuje przekonanie, że automatyzacja przenośników jest dodatkiem raczej estetycznym. Tymczasem długość przenośników ciągle wzrasta, tym samym także wzrasta moc i ilość napędów, które często są rozłożone wzdłuż trasy przenośnika. Systematycznie także wzrasta szerokość organu transportującego i jego prędkość posuwu. Kontrola parametrów nowoczesnego przenośnika sposobem tradycyjnym, tj. za pomocą obsługi, jest utrudniona a często wręcz niemożliwa. Dla bezpiecznej, optymalnej i bezawaryjnej eksploatacji tak rozbudowanych i drogich urządzeń transportujących o dużej wydajności konieczne jest zastosowanie odpowiednio funkcjonalnego i niezawodnego urządzenia automatyzacyjnego wraz z zestawem odpowiednich czujników.

Montaż seryjnie produkowanej podstawowej aparatury automatyzacji na ogół nie nastręcza większych trudności w warunkach dołowych. Natomiast montaż nawet aktualnie skąpej liczby seryjnie produkowanych czujników jest czasem nie lada problemem. Stosowane w górnictwie przesypy aczkolwiek na ogół spełniają swoje zadanie, to jednak zdarzają się przypadki (na niektórych przesypach często) powstawania spiętrzeń transportowanego urobku. Świadczy to o niewłaściwej pracy przesypu.

Częste załączania i wyłączania napędów przenośników mają bardzo zgubny wpływ na żywotność aparatury łączeniowej, na organ transportujący, a także na zespół napędowy oraz wprowadzają zakłócenia w procesie wydobywczym kopalni.

Wpływy wilgotności i zapylenia atmosfery kopalnianej zostały w zasadzie zlikwidowane, dzięki możliwości całkowitej hermetyzacji i impregnacji układu elektronicznego, co umożliwiły bezkontaktowe elementy automatyki.

Pewną niedogodnością seryjnie produkowanych urządzeń automatyki przenośników jest konieczność stosowania wielożyłowych, drogich kabli sterowniczych do połączeń tej aparatury i czujników. Prowadzi się prace mające na celu zmniejszenie ilości niezbędnych kabli względnie zmniejszenie liczby ich żył. Przewiduje się, że całkowita likwidacja kabli nie będzie możliwa ze względu na zachowanie warunków bezpieczeństwa.

W praktyce stwierdzono oddziaływanie prądów błądzących na pracę układu automatyzacji przenośników. Wpływ ten nasila się ze wzrostem długości zautomatyzowanego ciągu.

Konieczne wydaje się stosowanie układu z izolowanym zerem, lecz równocześnie wymagane są elementy pośredniczące, umożliwiające sterowanie urządzeń ze stale uziemionym biegunem zasilania.

Niezależnie od tego ze względów bezpieczeństwa wydaje się wtedy celowe zastosowanie układu kontroli izolacji zera.

Inna alternatywa rozwiązania tego zagadnienia to stosowanie elementów o małej oporności wejściowej i wyjściowej w układzie przesyłu sygnałów sterowniczych. Nie pozostanie to jednak bez wpływu na iskrobezpieczność urządzenia.

Mimo, że dla układów automatyzacji przenośników produkuje się seryjnie szereg sprawnie działających czujników, to istnieje jeszcze wiele problemów do rozwiązania w tym zakresie.

5.3. Automatyzacja stacji załadowczych

Punkt ciężkości problemu automatyzacji stacji załadowczych nie spoczywa na części elektronicznej, lecz po stronie mechanizacyjnej. Istnieje otwarty do tej pory problem unifikacji względnie typizacji wozów kopalnianych. Bardzo szeroka różnorodność wozów górniczych, spotykanych często na jednym i tym samym poziomie wydobywczym kopalni uniemożliwia wprowadzenie automatyzacji tego ogniwa transportu. Niezależnie od tego przemysł krajowy nie produkuje typowych elementów składowych przeznaczonych do budowy stacji załadowczych.

Pierwszą próbę wprowadzenia do produkcji typowych elementów mechanizacyjnych stacji o wydajności do ok. 500 t/h rozpoczęto w ZKMPW wykonując w 1972 r. prototyp ww. stacji o nazwie "Tytan".

Podobnie jak w automatyzacji przenośników, tak i tutaj istnieje problem opracowania i wykonania niektórych typów czujników. Stosowane do tej pory czujniki izotopowe niechętnie są przyjmowane w kopalniach ze względu na bardziej kłopotliwe do spełnienia warunki natury technicznej i formalnej zezwalające ich stosowanie i utrzymanie w ruchu.

Aktualnie prowadzone są prace nad załadownią oddziałową o ciągłym sposobie ładowania oraz o znacznie wyższej zdolności załadowczej.

6. Zakończenie

Wzrastająca koncentracja wydobycia w kopalniach węgla kamiennego narzuca konieczność modernizacji transportu głównie poprzez:

- wprowadzenie odstawy ciągłej od przodka do podszybia (dotyczy to głównie nowych kopalń lub poziomów, gdzie wydobycie jest wysokie przy stosunkowo krótkich drogach odstawczych),

- wprowadzenie dużych zbiorników przyszybowych rezerwy urobku lub oddziałowych stacji załadowczych o ciągłym sposobie ładowania, współpracujących także ze zbiornikami urobku.

Przedstawione tendencje mają bezpośredni wpływ na dalszy rozwój automatyzacji.

Tak więc obok systematycznej modernizacji istniejących rozwiązań opracowywane są nowe układy i systemy.

W zakresie automatyzacji przenośników pracuje się nad układem umożliwiającym sterowanie rozgałęzionym ciągiem przenośników z rejonu podścianowego. Analiza zadania wykazuje, że przy bardzo rozgałęzionym układzie odstawczym oraz przy braku załadowni taki układ automatyzacji jest znacznie prostszy, a więc tańszy i bardziej pewny od układu sterowanego z wysypu.

Ponadto obserwuje się przesuwanie się punktu ciężkości cyklu produkcyjnego oddziału z rejonu załadowni w rejon ściany wydobywczej. Osiągnięte szczytowe wydobycie 6000 t/dobę potwierdza to założenie.

Zmiana metody załadowania urobku do wozów na korzyść ciągłego załadunku bez zatrzymywania pociągu znacznie upraszcza część elektroniczną stacji załadowczej, a także poważnie uprości część mechanizacyjną, przy jednoczesnym uwzględnianiu wymaganego dalszego wzrostu zdolności załadowczej.

Mając powyższe na uwadze oczekiwać należy nowych trudności i problemów podczas realizacji ww. zamierzeń, jednak aktualny szybki rozwój techniki elektronowej, systemów łączności, automatyzacji i regulacji, a także dalszy wzrost potencjału wytwórczego i zdobyte doświadczenia rokują nadzieje na szybką realizację podjętych zadań.

Р е з ю м е

В докладе рассматриваются проблемы автоматизации непрерывного транспорта и погрузочных пунктов. Описывается процесс развития средств автоматизации выше упомянутых звеньев транспорта, начиная от контактных коммутационных схем до искровезопасных электрических, исполняемых на полупроводниковых логических элементах.

Затрагивается также вопрос дальнейшего развития работ, проводимых ЗКМПВ в области автоматизации непрерывного транспорта и погрузочных пунктов.

PROBLEMS OF CONVEGOR TRANSPORT AND LOADING POINTS AUTOMATION ARE DISCUSSED

S u m m a r y

The process of divelopment of the technical means applied in automation of the above mentioned parts of transport system is discussed, begining from relay schemes and cuding at the intrinsically safe electrical circuits comprising the semiconductor logical elements. Directions of the father works which are carried out in ZKMPW on the field of conveyor transport and loading points automation are mentioned.