ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985

Seria: BUDOWNICTWO z. 63 Nr kol. 858

Dr inż. Andrzej GOŁASZEWSKI absolwent Wydziału Komunikacji Politechniki Warszawskiej. Od 1961 r. w jednostkach wykonawczych DOKP w Poznaniu, na stanowiskach kontrolera drogowego, naczelnika Oddziału Drogowego i naczelnika Zarządu Drogowego. W 1970 r. przeniesiony służbowo na stanowisko wicedyrektora a następnie dyrektora CZUKwMK. W 1976 r. uzyskuje na Politechnice Poznańskiej stopień doktora nt. z zakresu technologii robót nawierzchniowych. Autor kilku artykułów oraz referatów wygłoszonych na konferencjach krajowych i zagranicznych. Obecnie na stanowisku podsekretarza stanu w MK.

Andrzej GOŁASZEWSKI
MINISTERSTWO KOMUNIKACJI

STOSOWANE TECHNOLOGIE MODERNIZACJI DRÓG KOLEJOWYCH W POLSCE

Streszczenie. Wymagany zakres modernizacji linii i stacji kolejowych zmusza do poszukiwania nowych technologii robót. Kierunki rozwoju technologii wyznaczają warunki eksploatacyjne i możliwości mechanizacji robót.

Technologie stosowane przy modernizacji stacji są w stanie zapewnić wysoką jakość i trwałość robót, pod warunkiem wyłączenia stacji z eksploatacji.

Modernizacja szlaków linii o mniejszym obciążeniu, realizowana podczas całodobowych zamknięć, umożliwia zaoszczędzenie potencjału produkcyjnego - niezbędnego dla zapewnienia na liniach o dużym obciążeniu wymaganych parametrów eksploatacyjnych.

Uzyskany postęp technologiczny zapewnia realizację ustalonego na PKP programu modernizacji linii i stacji.

1. WSTĘP

Aktualny stan techniczny dróg kolejowych i realizowane corocznie przez kolej przewozy wyznaczają zakres niezbędnej modernizacji.

Roczne zakresy modernizacji określono na 2500 km torów szlakowych (wtym 1300 km linii podstawowych), 600 km torów stacyjnych z rozjazdami (w tym corocznie 3 duże stacje rozrządowe), precyzując jednocześnie nowe wymogi jakościowe wynikające z obciążeń przewozami, perspektywicznych nacisków na oś, szybkości w ruchu pasażerskim i towarowym oraz rodzaju urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

Zorganizowany potencjał produkcyjny i stosowane technologie nie były w stanie zapewnić realizacji tego programu pod względem jakościowym i ilościowym.

Osiągnięte granice możliwości i niezaspokojone potrzeby zmusiły do poszukiwań nowych technologii.

2. KIERUNKI ROZWOJU TECHNOLOGII

Wykonanie dużych zakresów robót modernizacyjnych o podwyższonej trwałości obiektów w krótkich cyklach realizacyjnych, wyznaczonych warunkami eksploatacyjnymi kolei, wymaga koncentracji jednostek wykonawczych i sprzętu, a w konsekwencji - ograniczenia zakresu ich pracy lub całkowitego ich wyłączenia z eksploatacji.

Z drugiej strony coraz trudniejsze warunki eksploatacyjne i zapotrzebowanie na przewozy - pozostawiają malejący zapas czasu na prowadzenie napraw i modernizacji dróg kolejowych.

Spełnienie tych obu wykluczających się nawzajem warunków stało się głównym celem poszukiwania nowych technologii robót, charakteryzujących się większym stopniem mechanizacji, szerokim zakresem stosowania prefabrykacji, dużymi wydajnościami i trwałością eksploatacyjną obiektu modernizowanego.

Poszukiwania te wskutek wielu zalet, jakie dla prowadzenia robót ma całkowite wyłączenie obiektu z eksploatacji lub ograniczenie jego pracy, rozszerzają się też na nowe sposoby organizacji i prowadzenia ruchu pociągów lub eksploatacji obiektów. Bez ich zapewnienia postęp technologiczny robót modernizacyjnych staje się w poważnym stopniu ograniczony.

Nowe technologie, zapewniając wyższą wydajność i krótsze cykle realizacyjne, stwarzają w początkowej fazie ich powszechnego stosowania dodatkowe trudności realizacyjne, polegające na zwiększeniu zapotrzebowania na dokumentację techniczną i materiały.

Pokonanie tych trudności wywołuje potrzebę zmian w technologii projektowania, opracowania i stosowania rozwiązań typowych lub powtarzalnych, jak też przeorganizowania systemu zaopatrzenia materiałowego, zwiększenia zdolności produkcyjnych dostawców materiałów i przedsiębiorstw wykonawczych.

3. NOWE TECHNOLOGIE MODERNIZACJI STACJI

Dotychczasowe rozwiązania projektowe i organizacyjne przebudowy stacji polegały na fazowaniu robót i realizacji poszczególnych faz w krótkich zamknięciach torów. Opracowana na przykład dla jednej ze stacji rozrządowej dokumentacja techniczna przewidywała 17 faz robót i łączny ich czas trwania 1232 dni. Występowały w tym rozwiązaniu roboty stracone, wynikające z konieczności wykonywania czasowo eksploatowanych połączeń torów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Nastręczało to dużo trudności

w zakresie zapewnienia wymaganej jakości robót, głównie robót podtorza i odwodnienia, kablowych i torowych.

Nowe technologie modernizacji stacji zostały wywołane głównie przyjętym na PKP programem modernizacji i automatyzacji stacji rozrządowych. Program ten przewiduje przebudowę i wyposażenie w urządzenia automatycznego sterowania rozrządem - 21 stacji.

Jest on obecnie realizowany w zakresie przebudowy czterech stacji i wyposażenia dwóch z nich w urządzenia automatycznego sterowania.

Opracowanie nowych technologii robót modernizacyjnych stało się możliwe dzięki przyjęciu zasady zamykania dla ruchu na czas jednego roku przebudowanej stacji z przekazaniem jej pracy na odpowiednio dobrane stacje sąsiednie.

3.1. Zmiany w opracowywaniu dokumentacji technicznej

Uwolnienie stacji od pracy i usunięcie z niej taboru pozwala na opracowanie jednostadiowej dokumentacji technicznej dla wszystkich rodzajów robót i urządzeń. Uwzględnia ona nową technologię budowy i utrzymania stacji.

W stosunku do klasycznych rozwiązań nowe technologie wywołały największe zmiany w projektowaniu: podtorza, obiektów kubaturowych, urządzeń sterowania ruchem i zespołu urządzeń hamulców torowych.

Dokumentacja techniczna dostosowana do nowych wymogów w zakresie podtorza zawiera rozmieszczenie wszystkich urządzeń podziemnych - kolektorów i sączków odwadniających, kabli energetycznych, teletechnicznych i sterujących, sieci wodnej i powietrznej, kanałów i przewodów do hydraulicznego sterowania hamulcami torowymi, jak też urządzeń ochrony środowiska.

Projekt musi stwarzać warunki dla uzyskania wysokiej jakości budowanego podtorza, tzn. umożliwić wykonanie wszystkich wymienionych urządzeń i sieci przed ostatecznym ukształtowaniem i wzmocnieniem torowiska. Warunek ten spowodował wykonywanie projektów technicznych w układzie współrzędnych X, Y, Z, a więc tak jak dotychczas projektowano jedynie skomplikowane instalacje przemysłowe.

Tak przygotowana dokumentacja umożliwia wykonywanie w trakcie budowy podtorza wszystkich instalacji w nim umieszczonych, z ich doprowadzaniem do przewidzianych na powierzchni punktów odbioru, bez naruszania wykonanego torowiska.

Zmniejszenie odkształcalności torów, a więc i zmniejszenie nakładów na ich utrzymanie, szczególnie na stacjach zautomatyzowanych, zmusza do stosowania wzmocnienia torowiska różnymi metodami. Najpowszechniej stosowane jest warstwowe zagęszczanie podtorza z zachowaniem warunków określonych podczas zagęszczania próbnego lub sposobem laboratoryjno-doświadczalnym oraz zabudowa warstwy ochronnej, zapewniającej jednakowe warunki pracy nawierzchni na całej równi stacyjnej, niezależnie od rodzaju i stanu gruntów podtorza i poziomu zalegania wód gruntowych.

Opracowanie tego elementu dokumentacji związane jest też z potrzebą uwzględnienia warunków przyszłego utrzymania urządzeń oraz warunków technicznych rozmieszczenia kabli, odwodnień itp. Widoczne bowiem jest, że utrzymanie to już obecnie, a tym bardziej w przyszłości, będzie zmechanizowane.

Warunki takie sprecyzowano dla wszystkich stosowanych na stacjach urządzeń i są uwzględniane w projektowaniu.

Opracowywanie tego elementu dokumentacji okazało się pracochłonne i nastręczające trudności przy koordynacji projektowania. Jest bowiem ono możliwe dopiero po zaprojektowaniu układu torowego, rozmieszczeniu nawiązanych do tego układu urządzeń i obiektów kubaturowych. Skłoniło to do stosowania nowych sposobów przyspieszających projektowanie, z wykorzystaniem elektronicznej techniki obliczeniowej. Opracowano dziesięć różnych programów obliczeń układów torowych, w przyjętym układzie współrzędnych oraz program pod nazwą "KOLIZJA", pozwalający na projektowanie przebiegu kabli i sieci z zachowaniem określonych warunków rozmieszczenia urządzeń.

Trwają prace nad stosowaniem elektronicznej techniki obliczeniowej w projektowaniu urządzeń sterowania ruchem. W najbliższym czasie do tych sposobów dołączy się wykorzystanie fotogrametrii w rozwiązywaniu problemów modernizacji stacji.

W zakresie urządzeń sterowania ruchem skrócenie cyklu budowy oraz potrzeba ograniczenia pracy monterów poza miejscem zamieszkania skłoniły do prefabrykowania elementów wyposażenia nastawni. Projekty techniczne stojaków i szaf uwzględniają przemysłowe wykonanie i sprawdzenie poprawności montażu elementów tych urządzeń, a ich wbudowanie w budynkach nastawni jest proste i szybkie.

Rozmieszczenie sieci kabli sterujących odbywa się w jak największym stopniu poza międzytorzami torów poszczególnych grup, wchodzących tam jedynie w rejonie głowic rozjazdowych. Zmniejsza to znakomicie ilość kolizji w obrębie równi stacyjnej, pozwala kanalizować trasy kablowe i ułatwia ich utrzymanie.

Te same względy spowodowały prefabrykowanie elementów zespołu urządzeń hamulców torowych.

Projektowanie obiektów kubaturowych dla modernizowanych stacji zostało ograniczone do adaptacji rozwiązań powtarzalnych, wykonywanych dla różnych technologii budowy. W konstrukcji tych obiektów uwzględnia się dostawę i umieszczenie sprefabrykowanych bloków urządzeń, stanowiących wyposażenie obiektu. Ma to również w przyszłości ułatwić prace remontowe, realizowane na zasadzie wymiany dużych zespołów i remontowanie ich metodami przemysłowymi, poza obiektem eksploatowanym.

3.2. Wykonawstwo robót

Przygotowanie do robót zasadniczych rozpoczyna się od całkowitego demontażu urządzeń sterowania ruchem, sieci trakcyjnej (wraz z fundamentami

słupów trakcyjnych), torów, rozjazdów, zbędnych budynków, sieci energetycznej, wodnej, sprężonego powietrza itp. Odzyskane elementy kierowane są na bazy demontażowe i tam poddawane rozbiórce, klasyfikacji, regeneracji - w celu ich dalszego wykorzystania na innych stacjach.

Na rozbrojonym terenie stacji przeprowadza się roboty ziemne dla ukształtowania podtorza. Podtorze współczesnej stacji jest miejscem pomieszczenia szeregu instalacji: kabli sterowania ruchem, teletechnicznych, energetycznych, sieci wodnej, powietrznej, wreszcie sączków i kolektorów odwadniających równię stacyjną. Zapewnienie dużej nośności podtorza, oprócz rodzaju zastosowanego materiału i sposobu jego wbudowania, wymaga zgodnego z projektem ukształtowania torowiska oraz jego wzmocnienia. Najpowszechniej stosowanym sposobem wzmocnienia jest warstwowa budowa podtorza z zagęszczaniem. Zagęszczanie odbywa się za pomocą walców wibracyjnych gładkich typu Dynapac z koncentracją kilku jednostek tego sprzętu.

Uzyskuje się wskaźniki zagęszczenia gruntu Ig = 0,98 ± 0,01 a tempo robót 900÷950 m^3 na dobę.

Omówione elementy robót ziemnych podlegają szczegółowej kontroli i odbiorom wg ustalonych warunków odbioru. Warunki techniczne kontroli i odbioru robót podają zasady i tryb programowania badań kontrolnych, oceny jakości materiałów oraz wykonanych robót.

Dostawa materiałów na warstwę ochronną, spełniających wymogi: różnoziarnistości, stabilności mechanicznej na granicach warstw, wodoprzepuszczalności, mrozoodporności i nośności, odbywa się wagonami samowyładowczymi typu Dumpcar 904V i 418V. Rozłożona warstwa ochronna podlega następnie zagęszczeniu wymienionym wcześniej sprzętem. Jakość robót określona jest stopniem zachowania wymiarów geometrycznych warstwy, jej zagęszczenia. Tempo tych robót wynosi przeciętnie 300 m^3/dobę.

Na tak przygotowaną warstwę ochronną torowiska zabudowywana jest pierwsza (10÷13 cm) warstwa podsypki tłuczniowej. Dowóz jej odbywa się również tymi wagonami, którymi dowozi się materiał na warstwę filtracyjną, rozładowywany z prowizorycznego toru i rozściełany zgarniarkami. Ta warstwa tłucznia podlega zagęszczaniu za pomocą wymienionych wcześniej walców. Osiągane wskaźniki zagęszczenia wynoszą dotychczas Is = 0,95÷1,00, wobec wymaganych warunkami technicznymi Is = 1,00÷1,03, a tempo robót 450 m^3 na dobę.

Roboty torowa rozpoczyna się od układki rozjazdów w głowicach budowanych grup torów.

Rozjazdy montowane są na bazie montażowej położonej centralnie względem wielu prowadzonych budów. Odległość dowozu bloków rozjazdowych do modernizowanych stacji wynosi 250 km. Przygotowane na bazie bloki rozjazdowe mają wbudowane styki izolowane, rozmieszczone stosownie do przewidzianego miejsca wbudowania rozjazdu oraz zamocowania napędów zwrotnicowych. Zabudowa bloków rozjazdowych dokonywana jest za pomocą dźwigów typu EDK 300W, EDK 750, a ostatnio też EDK 300/5. Uzupełniająco stosowane są

też dźwigi samochodowe typu Hydros 20. Jakość robót rozjazdowych wynika z dokładności montażu rozjazdów na bazach oraz dokładności ułożenia rozjazdu.

Pewne elementy robót: styki klejono-sprężone łukowe, wspawanie styków klejono-sprężonych i dokładności montażu krzyżownic u producentów nie są jeszcze w pełni opanowane. Nad nimi prowadzone są obecnie prace, które pozwolą na wyeliminowanie błędów, kosztownych do usunięcia po wbudowaniu rozjazdów.

Zabudowa głowic rozjazdowych wymaga skrupulatnej i stałej osłony geodezyjnej. Wszystkie rozjazdy są po ich usytuowaniu na właściwej niwelecie - spawane.

W układaniu torów dotychczas przeprowadzono najwięcej eksperymentów technologicznych od zabudowy przęseł torowych i spawania krótkich szyn w torze, poprzez zabudowę przęseł torowych z wymianą szyn inwentarzowych na szyny bezstykowe - kończąc na bezpośredniej budowie torów bezstykowych. Każda z tych metod wymaga innego oprzyrządowania. Możliwe jest ich stosowanie na każdej modernizowanej stacji. Umożliwiają one budowę torów o konstrukcji docelowej: tor bezstykowy (stanowi on na modernizowanych stacjach do 80% ogólnej długości torów), w tym na podkładach betonowych (75%) i drewnianych (25%).

Bliżej warto zaprezentować technologię bezpośredniej budowy toru bezstykowego, a więc od razu docelowej konstrukcji toru. Od lat na PKP stosowana jest ta metoda w trakcie wymiany torów szlakowych. Zastosowanie jej podczas modernizacji stacji napotykało na trudności, związane z rozładunkiem i rozłożeniem długich szyn. Podejmowano próby ściągania szyn długich z zespołów transportowych przy użyciu spychaczy, a następnie układanie podkładów suwnicami bramowymi typu SBT-5b z trawersami. Innym rozwiązaniem jest najnowsza, wysoce efektywna technologia - trawersowo-rotacyjna. Przewiduje ona zastosowanie trawers jako toru jezdnego, położonego na nowych podkładach, służących jednocześnie do rozłożenia tych podkładów na pierwszej warstwie zagęszczonego tłucznia. Na zespół transportowy załadowane są oprócz przęseł-trawers - długie szyny, których rozładunek i wbudowanie odbywa się podczas wycofywania składu po torze złożonym z trawers, co pozwala na ich zbieranie i załadunek na zespół transportowy.

W technologii tej najlepiej rozwiązany jest problem rozładunku i rozłożenia długich szyn. Dostawa długich szyn na modernizowaną stację ze zgrzewalni odbywa się typowym zespołem transportowym do rozwozu długich szyn, przeładowywanych następnie na zespół z przęsłami-trawersami lub składowisko urządzone na bazie montażowej, przygotowującej przęsła-trawersy dla budowanej stacji.

Porównanie stosowanych technologii wskazuje, że stosowanie technologii rotacyjno-trawersowej pozwala oszczędzić 20% robocizny oraz wyeliminować koszty użytych pośrednio materiałów.

Zmniejszenie liczby spoin wykonywanych na budowie skłania do stosowania możliwie najdłuższych szyn, przygotowywanych w zgrzewalniach. Wskazane jest też wykonywanie na budowie zgrzein elektrycznych w zamian termitowych. Wykonywanie zgrzein zgrzewarką torową typu PRSM ogranicza z kolei długość szyn, jakie zgrzewarka ta jest w stanie podciągnąć podczas spęczania (do 150 m). Tę sprzeczność można wyeliminować stosowaniem rozmieszczonych przed ułożeniem długiej szyny - rolek, znakomicie wydłużających odcinek szyny, który pociągnie zgrzewarka.

Wykonanie nowych oprzyrządowań do stosowania w omawianej technologii i zastosowanie zakrętarek torowych - prototyp której wykonano w 1984 roku, stwarza możliwości dalszego doskonalenia ich parametrów i skracania cyklów budowy.

Uzupełnienie tłucznia umożliwiającego podniesienie toru do wymaganej niwelety i jego obsypanie odbywa się z zastosowaniem wagonów samowyładowczych typu hopper-dozator 411V z dozowanym wyładunkiem.

Podnoszenie i podbijanie torów wykonywane jest wysokowydajnymi maszynami typu PT 800.

Wypełnienie międzytorzy klińcem odbywa się z wagonów samowyładowczych z wydłużoną dolną klapę zsypową o zagęszczanie tego materiału za pomocą walca typu Madro.

Jakość robót torowych uzależniona jest od jakości operacji pośrednich: zbrojenia podkładów w podkładki stalowe z tolerencją ± 2 mm, montażu toru (przy zabudowie szyn docelowych) +4 -3 mm, z gradientem zmiany prześwitu 2 mm/1 m, położeniem toru względem jego osi 6 mm/10 m i niwelety 10 mm. Uzyskiwane wyniki jakościowe podczas odbiorów robót dały ocenę dobrą.

Osiągnięto przy tych roborach średnią wydajność 750 mb na zmianę.

Roboty budowlane obejmują na stacjach szeroki asortyment - od wykonania kanałów i przepustów technologicznych, poprzez roboty instalacyjne (woda, powietrze, energia) do budynków technologicznych, socjalnych i administracyjnych.

Poważne trudności materiałowe powodują ciągle dużą różnorodność stosowanych technologii, od tradycyjnej do prefabrykacji. Tempo robót kubaturowych można scharakteryzować czasem wykonywania przeciętnych rozmiarów budynku o kubaturze 2500 m^3 w czasie 280 dni. Rozmiary budownictwa kubaturowego na modernizowanych stacjach wynoszą od 8 do 12 tys. m^3.

Szeroko stosuje się prefabrykację w zakresie kanałów technologicznych, przepustów, studzienek, wież oświetleniowych, co zwiększa możliwości mechanizacji procesów technologicznych.

W zakresie urządzeń sterowania ruchem nowe technologie robót zmierzają do zmniejszenia zakresu robót montażowych wykonywanych na obiekcie, z przeniesieniem ich do zakładu produkcyjnego.

W warunkach przemysłowych szereg elementów urządzeń może być wykonywany mniejszym nakładem pracy, dokładniej z przemysłową kontrolą jakości wyrobów i dostarczony w gotowej do przyłączenia na obiekcie formie.

Opanowana została w tej technologii produkcja i montaż zintegrowanych pulpitów nastawczych, tablic świetlnych, okablowanych i wyposażonych w przekaźniki - stojaków.

Ta sama tendencja znalazła zastosowanie w montażu maszynowni i hamulców.

Zastosowane technologie poszczególnych robót wchodzących w zakres modernizacji stacji, odbiory międzyoperacyjne i końcowe, realizowane na podstawie szczegółowo opracowanych warunków - pozwalają na uzyskanie krótkich cykli budowy: stacja rozrządowa w ciągu jednego roku wykonana z dobrą jakością robót.

4. NOWE TECHNOLOGIE MODERNIZACJI SZLAKÓW

Dotychczas stosowane technologie uwzględniały głównie podstawowe roboty wymiany nawierzchni i oczyszczenia podsypki. Obejmowały tylko fragmentarycznie niewielkie zakresy wykonywanych w odrębnych terminach robót w podtorzu, odwodnieniu, przejazdach, rozjazdach i na mostach. Skutkiem tego uzyskiwano tor charakteryzujący się stosunkowo szybkim narastaniem wadliwości.

Przyczyny te, a ponadto wymagane zwiększenie nacisków na oś oraz prędkości (głównie w ruchu pasażerskim) przy malejących możliwościach utrzymania (ograniczone zatrudnienie i czasy zamknięć torów dla ruchu na okres wykonywania napraw) spowodowały potrzebę poszukiwania nowych technologii modernizacji szlaków.

Drugim celem, któremu podporządkowano poszukiwania technologiczne, stało się dostosowania technologii robót do warunków eksploatacyjnych linii, mocno obciążonych ruchem pociągów (powyżej 70 par pociągów/dobę).

Technologie robót, dostosowana do warunków eksploatacyjnych linii mocno obciążonych, muszą charakteryzować się poza trwałością naprawy:

- dużą wydajnością, zmniejszającą zapotrzebowanie na zamknięcia torów,
- eliminacją skutków prowadzonych robót po otwarciu toru do ruchu, a więc możliwie najwyższą dopuszczalną prędkością jazdy pociągów po wykonanym odcinku (na PKP ustalono tę prędkość na 60 km/h).

Spełnienie tych warunków wymaga zwiększenia środków technicznych i liczby pracowników w lokalizacjach robót realizowanych na liniach mocno obciążonych. Powodowałoby to zmniejszenie przerobów na pozostałych lokalizacjach robót. Należało więc szukać nowych rozwiązań technologicznych, mających na celu wygospodarowanie na pozostałych lokalizacjach robót potrzebnych środków technicznych i pracowników.

Z tych przyczyn poszukiwania nowych kompleksowych technologii robót wykonywanych na szlakach poszły w dwóch kierunkach:

- technologii realizowanej w zamknięciach sześcio- do ośmiogodzinnych i oddawanie toru do ruchu z prędkością 60 km/h - uzyskując ten cel wskutek zwiększenia środków technicznych i pracowników
- oraz technologii realizowanej w całodobowych zamknięciach toru na szlaku i stacji przez cały tydzień, a następnie jazdą pociągów z prędkością rozkładową oraz odzyskaniem w tym przypadku pewnej ilości środków techniczych i pracowników.

4.1. Dokumentowanie zakresu robót

Spełnienie warunków kompleksowego wykonawstwa robót, wymaga poprzedzających badań, umożliwiających określenie zakresu uzdrowienia i wzmocnienia, a przede wszystkim, przywrócenia normatywnego kształtu podtorza, urządzeń odwadniających (rowów bocznych i kolektorów) oraz wykonania wymian rozjazdów, z przywróceniem poprawnej geometrii głowic, odwodnieniem i wzmocnieniem tych newralgicznych miejsc. Zachodzi przy tym potrzeba eliminowania z torów głównych rozjazdów krzyżowych i skrzyżowań torów oraz sporadycznie uzupełnienie trapezowych połączeń torów.

Wykonywane też być muszą według osobnych technologii roboty punktowe na mostach, przepustach i przejazdach oraz wymiany torów stacyjnych.

Roboty modernizacyjne na szlakach uzupełniane są robotami kubaturowymi, mającymi głównie charakter poprawy estetyki linii i warunków obsługi podróżnych (modernizacja peronów i podjazdów dworcowych).

Podejmowano próby włączenia do kompleksu roboty z zakresu naprawy sieci trakcyjnej. Pogodzenie wymogów technologicznych tych robót okazało się bardzo trudne i z tego względu praktycznie ograniczają się one do regulacji sieci po dokonanych wymianach nawierzchni oraz sporadycznie do zmian geometrii sieci trakcyjnej nad przebudowanymi głowicami rozjazdowymi.

Podobne roboty, związane z urządzeniami sterowania ruchem (budowy blokady samoczynnej, przebudowa sygnalizacji kształtowej na świetlną czy zmiana mechanicznych urządzeń na przekaźnikowe) realizowane są na ogół poza kompleksem robót nawierzchniowych. W trakcie robót nawierzchniowych wykonuje się natomiast cały zakres przystosowania nawierzchni do wymienionych urządzeń sterowania ruchem pociągów (izolacja elektryczna toków szynowych).

4.2. Wykonawstwo robót

Technologia robót realizowanych w całodobowych zamknięciach toru w zakresie użytych maszyn i sprzętu oraz kolejności jego rozstawienia nie różni się od stosowanych do tej pory technologii. Jest nawet w zakresie robót realizowanych na szlaku prostsze - nie zawiera bowiem straconych robót przygotowania każdego dnia toru do ruchu pociągów oraz absorbujących czas i paliwo wyjazdów i zjazdów maszyn na szlak.

W technologii tej organizacyjnie zapewnione są wymiany zespołów transportowych dowożących szyny, podkłady i tłuczeń, dowóz paliwa do maszyn,

jak również - co jest najtrudniej zapewnić - wymiany dwóch zmian pracowników. Podczas prac wdrożeniowych tej technologii odstąpiono od dwuzmianowej pracy - zastępując ją pracą w wydłużonym czasie wraz z przesuniętymi dla poszczególnych zespołów godzinami rozpoczynania i kończenia pracy. W bieżącym roku przewidywane jest zorganizowanie dwóch zmian roboczych.

Zrywanie starego toru i układanie podkładów wykonuje się suwnicami typu SBT 5b wyposażonymi w trawersy. Rozgarnianie starej podsypki wykonują spychacze typu Mazur, wyposażone w brony. Wstawienia uprzednio rozładowanych na zewnątrz toru w rozstawie 3250 mm szyn długich na podkłady dokonuje się hydraulicznymi układarkami. Zakładanie łapek i śrub stopowych - ręcznie, a zakręcanie śrub stopowych - zakrętarkami spalinowymi typu ZS 5B. Uzyskiwane jest tempo tych robót od 774 do 1016 m/dzień.

Roboty podsypkowe relizuje zestaw maszyn: zgarniarka podsypki typu ZT 250A, oczyszczarka podsypki OT400C, podbijarka PT 800, wagony samowyładowcze typu 411 V. Ten zestaw uzyskuje średnią wydajność 927 m/dzień.

Zamknięcie całodobowe umożliwiły wprowadzenie dwóch zmian roboczych, wyeliminowały potrzeby wyjazdu i zjazdu maszyn,(wykonywanie straconych robót i przygotowywanie każdego dnia toru do ruchu pociągów), otworzyły fronty robót w podtorzu, na mostach i przejazdach, bez ograniczeń wywołanych ruchem pociągów.

Tablica 1

Porównanie efektów stosowanych technologii

Wyszczególnienie	Technologia robót w 24 h zamknięciach	Technologia robót w 8 h zamknięciach
Wydajność m/dzień	96.1	40.7
Liczba roboczogodzin na 1 km NG	1110.8	1491.1
Liczba maszynogodzin na 1 km NG	86.4	112.2
Wydajność dzienna 1 zatrudnionego m/dzień	9.15	3.84
Zużycie paliwa kg/km	940.6	1185.2
Stosunek maszynogodzin efekt. do maszynogodzin pracy [%]	69	43
Średni czas pracy[h/dzień]	10.16	5.72

Zamknięcia całodobowe umożliwiły zachowania dyscypliny terenów kończenia robót.

Efektem zastosowania tej technologii robót (tabl. 1) jest znaczny wzrost wydajności pracy, przy znacznym zmniejszeniu nakładów. Odnotowano

również wzrost efektywności pracy maszyn o 60% oraz zmniejszenie zużycia paliwa o 21%.

Przeciętny zakres wykonywanych robót na jednym szlaku i stacji wyniósł:

- wymiana nawierzchni z oczyszczaniem podsypki - 11,8 km,
- wymiana rozjazdów - 10 szt.,
- uzupełnienie podsypki - 6530 m^3,
- układanie warstw ochronnych - 1090 m,
- wzmacnianie skarp nasypów - 1060 m,
- konserwacja i budowa rowów bocznych:
  - oczyszczenie - 820 m,
  - umocnienie korytkami betonowymi - 1500 m,
  - budowa nowego rowu - 350 m,
  - konserwacja i naprawa drenaży odwadniających - 1550 m.

Uzyskano wysoką i lepszą niż w ośmiogodzinnych zamknięciach jakość robót w zakresie szerokości toru i jego zmiany, wichrowatości i niwelety toru. Poprawy wymaga przygotowanie dokumentacji geodezyjnej, od której zależy jakość położenia toru na prostych i łukach.

Opracowana technologia spełnia zatem postawiony cel - wygospodarowania środków technicznych i pracowników. Pozwoli to realizować na liniach, gdzie są trudne warunki eksploatacyjne, technologię wymagającą większej ilości środków.

Na tych liniach możliwe są jedynie sześcio-ośmiogodzinne zamknięcia. Dla wyeliminowania przyczyn perturbacji ruchowych i strat energii, na skutek ograniczeń prędkości pociągów pozostających po prowadzonych w krótkich zamknięciach robotach modernizacyjnych - zastosowano technologię umożliwiającą jazdę pociągów towarowych z prędkością zbliżoną do rozkładowej - 60 km/h.

Prowadzenie robót wymiany nawierzchni i oczyszczania posypki stosowanym dotychczas zestawem maszyn, z zachowaniem zasad odbiorów międzyoperacyjnych i szeroko stosowaną samokontrolą zespołów roboczych umożliwiało już dotychczas osiągnięcie parametrów toru zezwalających na jazdę pociągów z prędkością 60 km/h. Stosowane były jednak powszechnie ograniczenia prędkości do 30, a nawet 15 km/h wskutek: braku obsypania tłuczniem nowo ułożonego toru od początku robót - do miejsca zakończenia pracy oczyszczarki i niepodbicie tego odcinka, nieprawidłowo wykonanego (głównie z braku tłucznia i możliwości mechanicznego podbicia toru) odcinka przejściowego od toru oczyszczonego do nieoczyszczonego, lokalnych braków tłucznia (głównie w łukach z przechyłką) uniemożliwiających zapewnienie wymaganych parametrów toru.

Usunięcie tych przyczyn okazało się możliwe poprzez uzupełnienie stosowanego dotychczas zestawu mawzyn: profilarką podsypki ze zbiornikiem do pomieszczenia lokalnych nadmiarów tłucznia USP 3000 C, oczyszczarką podsypki OT400C, podbijarką wysokowydajną typu PT800 oraz zespołami transportowymi złożonymi z 3-5 wagonów samowyładowczych typu 411 V do

rytmicznego dowozu tłucznia w ilości i czasie wynikającymi z procesu technologicznego, zwiększając moc użytych maszyn z 822,5 kW na 1026,5 kW, a więc o 20%.

Warunkiem wprowadzenia prędkości 60 km/h jest stwierdzenie poprawności realizacji całego procesu technologicznego oraz odbiory robót dokonywane w oparciu o odchyłki dopuszczalne (tabl. 2).

Tablica 2

Odchyłki dopuszczalne stosowane przy odbiorach robót dla jazdy poc. po nowym torze z prędkością V = 60 km/h

Rodzaj parametru	Odchyłka dopuszczalna
Szerokość toru	$\pm \frac{10}{5}$ mm
Zmiana szerokości toru	2 mm/1 m
Różnica w poziomie toków szynowych:	
- odchylenie od właściwego położenia	± 10 mm
- maksymalny przekos	20 mm/5 m
Położenie toru w planie:	
- różnica sąsiednich strzałek	30 mm
- położenie toru na prostej	± 10 mm

Stopień opanowania tej technologii w pierwszym roku jej stosowania można określić procentowym udziałem długości odcinków, na których po robotach wprowadzono prędkość 60 km/h, do ogólnej długości odcinków realizowanych tą technologią. W skali całej sieci PKP wyniósł on 62%, a na poszczególnych lokalizacjach robót wahał się od 29 do 87%.

Obecnie około 25% zmechanizowanych napraw głównych nawierzchni realizowanych jest tą technologią. Zakres jej stosowania uzależniony jest od liczby dysponowanych wysokowydajnych podbijarek, profilarek z zasobnikiem na tłuczeń oraz wagonów samowyładowczych do przewozu tłucznia. Rozszerzenie tej technologii będzie możliwe po uruchomieniu produkcji licencyjnych profilarek tłucznia, do czego przygotowuje się polski przemysł.

Każda z przedstawionych technologii wymian nawierzchni na szlakach uzupełniana jest robotami:

- poprawienia kształtu przekroju poprzecznego podtorza,
- wzmocnienia podtorza przez zabudowę włókniny z pomocą oczyszczarki,
- odwodnienia podtorza w szczególnych miejscach, np. wzdłuż peronów, przystanków lub stacji,
- wymian rozjazdów z jednoczesnym wzmocnieniem podtorza,

w których stosuje się ustalone procesy technologiczne i zestawy sprzętu. Technologie te w wyniku wielokrotnego zastosowania zostały dostatecznie zweryfikowane. Zakres ich stosowania jest uwarunkowany liczbą posiadanego sprzętu.

ТЕХНОЛОГИЕ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИИ В ПОЛЬШЕ

Р е з ю м е

Необходимый обём модернизации железнодорожных линии и станции принуждает искать новых технологии выполнения работ. Направления развитя технологии определяют эксплуатационные условия и возможность механизации работ.

Технологие применяемы для модернизации железнодорожных станции позволяют обезпечить высокое качество и прочность работ при условии выключения станции из эксплуатации.

Модернизация железнодорожных линии на участках о меншой грузонапряженности выполняется в полносуточные окна и она позваляет экономить средства необходимы для содержания пути на железнодорожных линиях с большую грузонапряженностью в целю обезпечения необходимых эксплуатационных параметров.

Полученный технический прогресс обезпечает выполнение определенной на ПКП программы модернизации железнодорожных линии и станции.

APPLIED TECHNOLOGIES FOR THE MODERNIZATION OF RAIL WAY TRACKS IN POLAND

S u m m a r y

The required volume of modernisation of railway lines and stations is the reason to look after the new processes of execution. The tendences of the development of the processes are limited through the exploitation conditions and the possibilities of mechanisation of work.

The processes applied at the modernisation of railway stations assure high quality and durability of executed works, but for their execution there is necessary to stop the exploitation of the stations.

The modernisation of railway lines with smaller service load realized during the stopping of the traffic through all the day enables to save the productions potential, which is necessary to assure high parameters on the railway lines with high service load.

The obtained developement in the processes assures the realisation of the required program of modernisation of the railways and stations of Polish State Railways (PKP).