Rozdział 22. ZASADY OPRACOWANIA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NAPRAW DRÓG KOLEJOWYCH

22.1. PODSTAWOWE ROBOTY NAPRAWCZE WYSTĘPUJĄCE W TECHNOLOGICZNYCH PROCESACH NAPRAW NAWIERZCHNI

W zależności od rodzaju odkształcenia konstrukcji nawierzchni lub uszkodzenia jej elementów wykonywane są typowe czynności naprawcze. Sposób wykonania tych robót uzależniony jest od posiadanych maszyn i sprzętu, liczby i kwalifikacji pracowników oraz miejscowych warunków prowadzenia robót.

W niniejszym rozdziale scharakteryzowano typowe czynności związane z naprawą poszczególnych elementów nawierzchni, jak również części lub całości konstrukcji nawierzchni. Przy omawianiu technologii wykonawstwa poszczególnych czynności naprawczych liczbami podanymi w nawiasach oznaczono pozycję w tabl. 22.3÷22.8, w których zestawiono techniczne i eksploatacyjne charakterystyki typowego sprzętu i maszyn stosowanych w naprawach.

Naprawy, wymiana i łączenie szyn. Następstwem eksploatacji są zmiany wymiarów przekroju poprzecznego szyny wskutek jej pionowego i bocznego zużycia, spęczanie główki i spływy na jej zaokrągleniach oraz nierówności powierzchni tocznej w następstwie zużycia falistego lub wytarcia przez koła lokomotywy. Występują również uszkodzenia w postaci złamań lub pęknięć (np. złamań zmęczeniowych w główce szyny lub końców szyn w stykach) oraz przemieszczenia toków szynowych w stosunku do ich pierwotnego położenia w torze.

Usunięcie odkształceń lub uszkodzeń wymaga zabiegów naprawczych w postaci:

— wymiany szyn,
— zabezpieczenia i napraw pękniętych szyn,
— usuwania nierówności powierzchni tocznych szyn,
— regulacji luzów w torze stykowym i wyrównywania naprężeń w szynach toru bezstykowego.

Pojedyncze szyny wymienia się po stwierdzeniu zewnętrznych lub wewnętrznych wad lub też awaryjnie w przypadku ich pęknięcia. Kolejność robót jest następująca:

— przywiezienie nowych szyn i złączek do miejsca wymiany i złożenie na końcach podkładów,

— wstrzymanie ruchu i zabezpieczenie miejsca robót,

— odkręcenie śrub stopowych i zdjęcie łubków,

— wyjęcie szyny i zastąpienie jej nową. Czynność tę wykonuje się ręcznie za pomocą kleszczy lub przy użyciu 2 podnośników bramowych (tabl. 22.6 — nr 30) przy wymianie szyny S49 i 3 przy szynie S60 o długości 25 m,

— częściowa wymiana złączek i dokręcenie przytwierdzeń, założenie i zamocowanie łubków,

— zebranie i odwiezienie wyjętych szyn.

Na liniach o dużym natężeniu ruchu awaryjną wymianę pękniętych szyn wykonują specjalne ekipy mające do dyspozycji skład wagonów wyposażonych w ładowarki szyn (tabl. 22.6 — nr 29), podnośniki bramkowe, agregat prądotwórczy, zestaw służący do oświetlenia miejsca robót oraz narzędzia ręczne i mechaniczne. Czas wymiany jednej szyny nie powinien przekraczać 1,5 godziny.

Przy wymianach pojedynczych szyn, do przewozu ludzi i sprzętu używa się również wózków motorowych, np. WM-5 lub CWM-10 (tabl. 22.8 — nr 43), a do przewozu szyn wózków szynowych Robla.

W przypadku dużej liczby wadliwych szyn występujących na danym odcinku toru uzasadniona jest wymiana wszystkich szyn (wymiana ciągła). Wymianę ciągłą wykonuje się również w przypadku zastępowania szyn klasycznych szynami długimi (bezstykowymi) lub szynami leżącymi uprzednio w torach wyższej kategorii (wymiana wtórna).

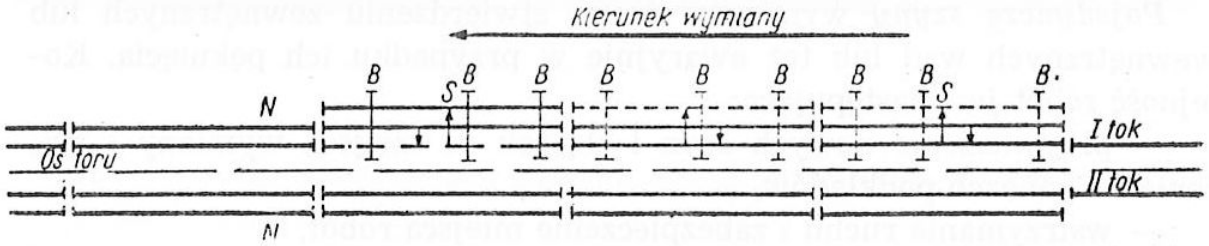
Ciągła wymiana szyn obejmuje następujące ważniejsze czynności:

— usunięcie opórek przeciwpełznych i smarowanie naftą złączy, ułatwiające ich odkręcenie,

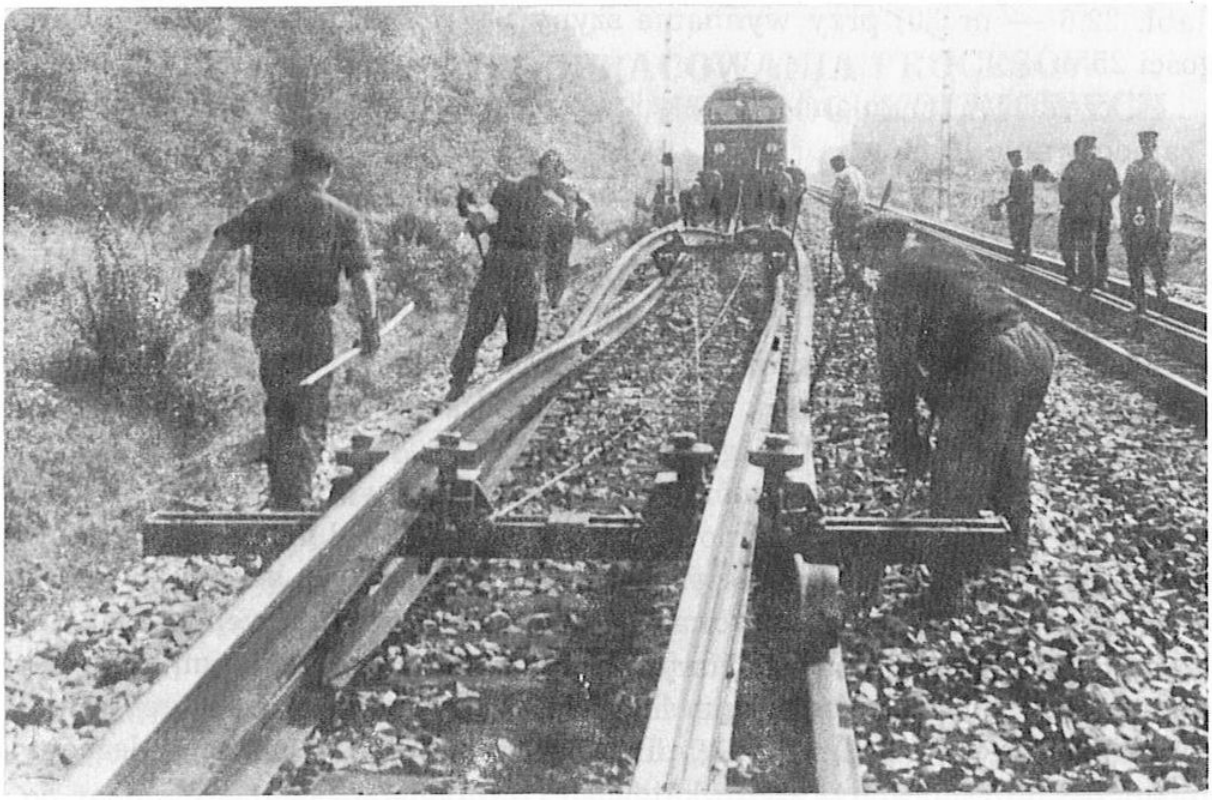
— przywiezienie i rozłożenie szyn i złączek,

— wymiana szyn (wykonywana w czasie przerwy w ruchu) obejmująca odkręcenie przytwierdzeń za pomocą zakrętarek, najczęściej spalinowych typu ZS-6A lub ZS-4,5A [4].

W przypadku stosowania podnośników bramkowych szyny wyjęte z toru układa się poza szynami rozłożonymi już na podkładach. Po oczyszczeniu podkładek i ułożeniu przekładek, układa się nowe szyny (kolejność wymiany zaznaczono schematycznie na rys. 22.1). Przy układaniu szyn bezstykowych, przed wymianą wykonuje się termitowe spawanie szyn długich, a następnie stosuje wózki wymiennikowe ciągnione przez lokomotywę, zastępując w ten sposób szyny złubkowane — szynami bezstykowymi (rys. 22.2). Do tego samego celu zastosować można również dźwig układkowy UK 25/9 (tabl. 22.6 — nr 24) wyposażony



Rys. 22.1. Schemat wymiany szyn: *N* — nowe szyny, *S* — stare szyny, *B* — podnośniki bramkowe



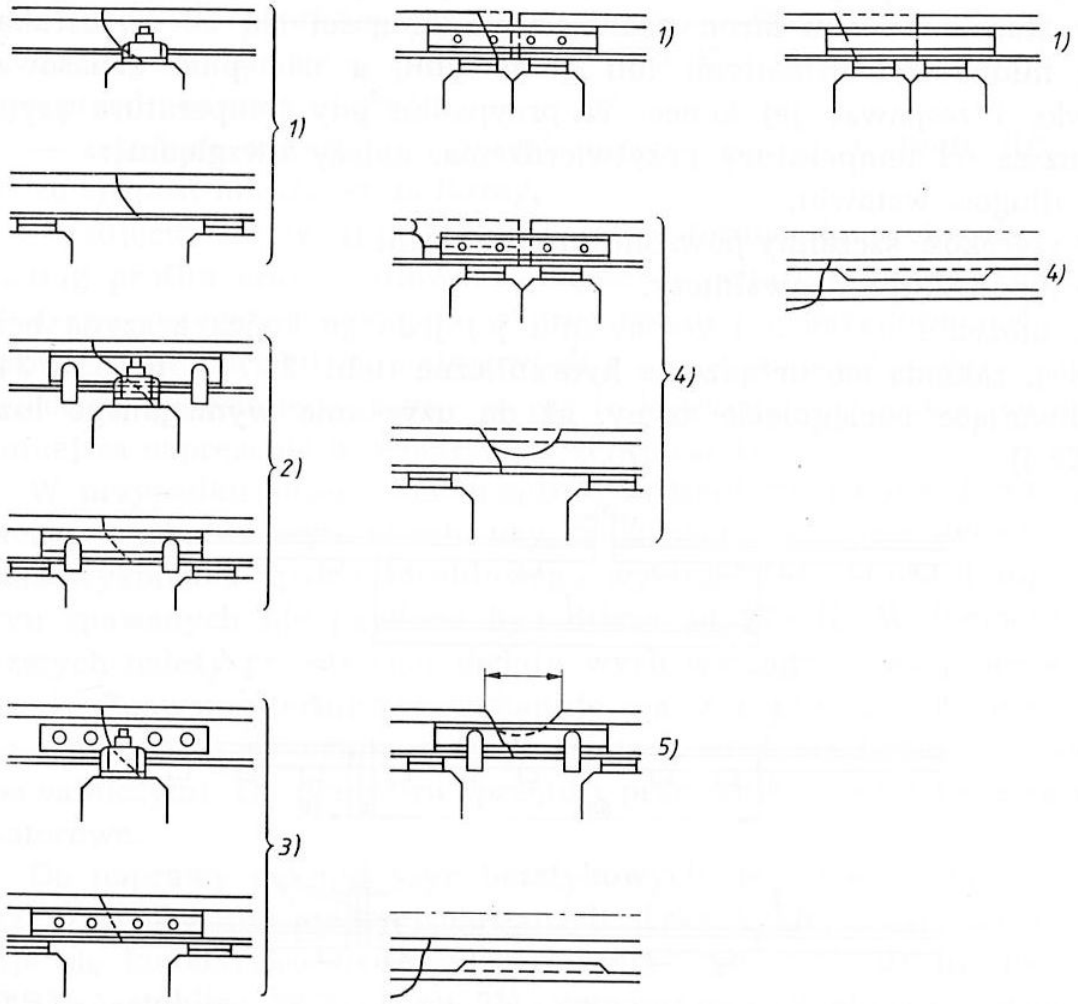
Rys. 22.2. Wymiana szyn przy użyciu wózków wymiennikowych

w urządzenie PSM. Po wymianie, szyny przytwierdza się do podkładów za pomocą zakrętarek.

Do zbierania szyn ze szlaku używa się składu złożonego ze specjalnie do tego celu przystosowanych platform (tabl. 22.8 — nr 45, 46). Przy transporcie szyn S49 o długości 400 m i szyn S60 o długości 300 m szyny układa się najczęściej luźno na legarach wykonanych ze stalowych podrozjazdnic. Umożliwia to niewielkie przesunięcia podłużne i poprzeczne szyn, konieczne przy przejazdach platform po łukach o małych promieniach.

Występujące w torze złamania (pęknięcia) szyn wymagają prowizorycznego zabezpieczenia z jednoczesnym ograniczeniem prędkości ruchu. Przykłady zabezpieczenia najczęściej występujących pęknięć i złamań szyn pokazano na rys. 22.3. Pęknięcia szyn występują szczególnie często w okresach niskich temperatur, gdy sztywność nawierzchni jest większa,

a szyny w torach bezstykowych podlegają działaniu naprężeń rozciągających. Pęknięciu szyny bezstykowej towarzyszy przemieszczanie się jej końców od miejsca pęknięcia, wzdłuż osi toru, pod wpływem sił rozciągających. Ruchowi temu przeciwdziała podłużny opór toru. Po zrównoważeniu działania siły termicznej przez opór podłużny ruch ten ustaje.



Rys. 22.3. Przykłady pęknięć i złamań szyn oraz sposoby ich zabezpieczenia:
1 – bez zabezpieczenia, z ograniczeniem prędkości jazdy do 5 km/h, *2* – łubkami i ściskaczami, z ograniczeniem prędkości jazdy do 20 km/h, *3* – łubkami i co najmniej dwiema śrubami, bez ograniczenia prędkości jazdy, *4* – bez zabezpieczania, z wstrzymaniem ruchu, *5* – łubkami i ściskaczami, z ograniczeniem prędkości jazdy do 5 km/h przy $l < 25$ cm lub wstrzymianiem ruchu przy $l > 25$ cm

Szerokość szczeliny powstałej między końcami pękniętej szyny można w przybliżeniu określić z wyrażenia:

$$s_z = \alpha^2 EA \frac{(\Delta t)^2}{r}, \text{ cm} \qquad (22.1)$$

gdzie: α — współczynnik rozszerzalności liniowej stali szynowej (0,0000115 $^1/_K$), E — moduł sprężystości stali szynowej $2{,}06 \cdot 10^8$ kPa, A — przekrój szyny równy dla szyny S49 — 62,97 cm^2, a dla szyny S60 76,87 cm^2, Δt — zmiana temperatury szyn w stosunku do temperatury przytwierdzenia szyn do podkładek, K . r — opór przeciwko podłużne-

mu przesunięciu toru. Zależnie od konstrukcji nawierzchni i stanu przytwierdzeń wartość tego oporu zmienia się w granicach 78,45 ÷ 313,81 kN/cm

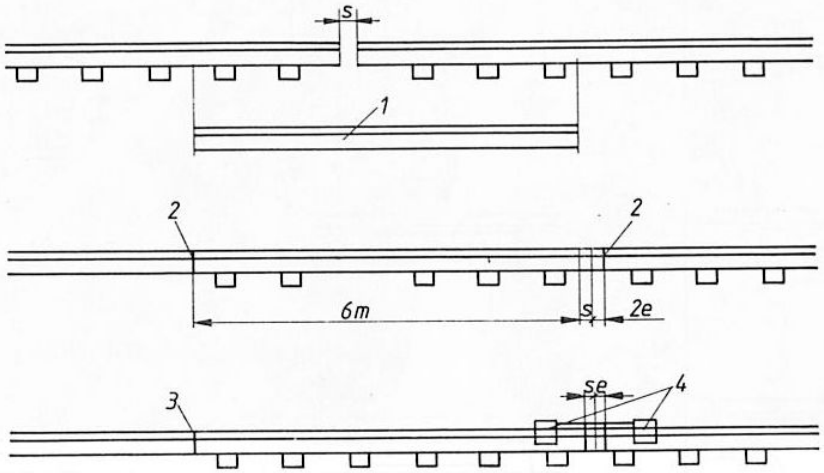
Naprawa pękniętej szyny bezstykowej polega na wycięciu odcinka szyny i ułożeniu w to miejsce wstawki długości 6÷7 m, której końce łączy się spawaniem z końcami szyny bezstykowej. Wykonując naprawę w temperaturze przytwierdzenia szyn bezstykowych wystarczy odkręcić śruby stopowe z obu stron pęknięcia na długości ok. 80 m, ostukać szynę młotami drewnianymi lub gumowymi, a następnie dopasować wstawkę i zespawać jej końce. W przypadku gdy temperatura szyny jest niższa od temperatury przytwierdzenia, należy uwzględnić:

— długość wstawki,

— szerokość szczeliny powstałej po pęknięciu l_z,

— luzy i skurcz spawalniczy.

Po ułożeniu wstawki i zespawaniu jej jednego końca z szyną bezstykową, zakłada się urządzenie hydrauliczne (tabl. 22.7 — nr 33 i 34), umożliwiające naciągnięcie szyny, aż do uzyskania wymaganego luzu (rys. 22.4).



Rys. 22.4. Naprawa pękniętej szyny w torze bezstykowym: *s* — szczelina, *e* — luz spawalniczy; *1* — wstawka szynowa, *2* — cięcie toku szynowego, *3* — wykonany spaw, *4* — przyrząd hydrauliczny naciągający końce szyn

Najczęściej stosowaną na PKP *metodą łączenia szyn* jest spawanie termitowe. Wymaga ono wykonania następujących czynności:

— częściowego odkręcenia śrub stopowych na co najmniej trzech podkładach z obu stron szczeliny oraz ustawienia końców szyn z zachowaniem luzu spawalniczego. Dla szyn S49 i lżejszych przyjmuje się luz równy 12 ± 1 mm, a dla szyn o ciężarze powyżej 50 kg/m — 17 ± 1 mm. Przy podgrzewaniu szyn mających w przekroju poprzecznym powierzchnię główki większą od powierzchni stopki (S49, S42), przy podgrzaniu występuje wydłużenie główki większe od wydłużania stopki, co może spowodować zapadnięcie się styku po jego ostygnięciu. Z tego względu końce szyn unosi się do góry, tak aby szczelina pomiędzy końcem przymiaru długości 1 m, ułożonego symetrycznie nad stykiem,

równała się 1÷3 mm. Uważa się, że w przypadku szyn S60 tego rodzaju unoszenie końców jest zbędne.

— założenie formy na końce szyn i złączenie ściskaczami. Obecnie zaleca się stosowanie form suchych uszczelnianych masą formierską, z uwagi na to że nie pobierają one ciepła na suszenie, co ma miejsce przy stosowaniu form mokrych,

— podgrzanie końców szyn za pomocą palnika propanowo-tlenowego aż do uzyskania temperatury 1223÷1273 K (zależnie od temperatury szyn przed podgrzewaniem),

— zapalenie mieszanki i po zakończeniu reakcji w tyglu (trwającej ok. 20 s) spust mieszanki do formy,

— zdjęcie formy i po odbiciu masy formierskiej obróbka spoiny według profilu oraz oszlifowanie złącza po jego ostygnięciu (1÷1,5 h). W czasie ostygania następuje skurcz spoiny, mogący osiągnąć 3 mm. Zmniejszenie docisku śrub stopowych z obu stron spawu zmniejsza opór przeciwko przesunięciu szyny w czasie kurczenia się spoiny, co z kolei zmniejsza naprężenia wewnętrzne w styku spawanym.

W przypadku stosowania urządzeń hydraulicznych przed spawaniem naciąga się końce szyn, w celu uzyskania naprężenia przeciwnego znaku. Czas wykonania spawu termitowego wynosi 20÷25 min. Temperatura szyn spawanych nie powinna być niższa od 278 K. W temperaturach niższych należy przestrzegać dodatkowych wymagań przy procesie chłodzenia. Spawanie termitowe wykonuje spawacz wraz z pomocnikiem lub też spawacz i 2 pomocników dysponujących wówczas dwoma kompletami spawalniczymi. Do przewozu sprzętu i pracowników stosowane są wózki motorowe.

Do naprawy pęknięć szyn bezstykowych, jak również łączenia szyn przy zastępowaniu złączy izolowanych stykami klejono-sprężonymi stosuje się *kontaktowo-oporowe zgrzewanie szyn* przy użyciu zgrzewarki PRSM-3 (tablica 22.7 — nr 31), wyposażonej w głowicę zgrzewającą K-355. Głowica taka ma szczęki zaciskowe przystosowane do określonego profilu szyny i wymieniane zależnie od typu szyn. W wyniku ogrzania prądem 120 kVA powierzchnie czołowe łączonych szyn są nadtapiane. W czasie ogrzewania prędkość nadtapiania rośnie o 0,2÷0,9 mm/s. Po nadtopieniu, końce szyn są dociskane wzajemnie siłą ok. 440 kN przez 1÷2 s. Na skutek nadtopienia i spęczania końców szyn występuje zmniejszenie długości łączonych odcinków, które dla jednej zgrzeiny nie powinno być mniejsze od 40÷45 mm.

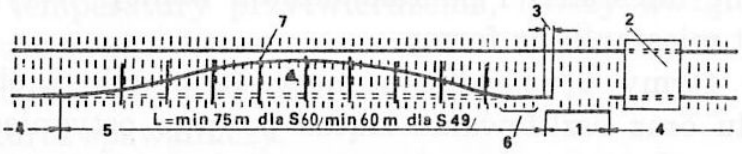
Naprawę pękniętej szyny wykonuje się następująco:

— wycina się odcinek szyny o długości mniejszej od przygotowanej wstawki szynowej o wartość ubytku powstającego wskutek zgrzewania,

— w celu ułożenia wstawki w miejsce wycięcia, szynę wygina się w kierunku drugiego toku w sposób pokazany na rys. 22.5.

Wygięcie takie powinno być wykonane na długości co najmniej 60 m

dla szyn S49 oraz 75 m dla szyn S60. Przesunięcie szyn za pomocą drążków ułatwia ułożenie co dziesiąty podkład 1,5-metrowych odcinków szyn. Wstawka o długości 6÷10 m powinna być wykonana z szyny, której zużycie pionowe może różnić się najwyżej o 2 mm od zużycia szyny, z którą jest łączona. Powierzchnie szyn przed zgrzewaniem muszą być równe i oczyszczone. Z tego względu cięcie szyn należy wykonywać piłą. Podczas zgrzewania (ok. 3 min) głowica ściąga wygiętą szynę w kierunku jej pierwotnego położenia. W końcowej fazie zgrzewania następuje dopychanie szyny drążkami. Zgrzewanie można wykonywać w



Rys. 22.5. Naprawa pękniętej szyny przy użyciu zgrzewarki PRSM-3: *1* — wstawka szynowa (długość 6÷10 m), *2* — zgrzewarka PRSM-3, *3* — ubytek długości szyny przy zgrzewaniu, *4* — odcinki oporowe, *5* — strefa z usuniętymi śrubami stopowymi (od strony wewnętrznej) i z usuniętymi łapkami śrub stopowych (od strony zewnętrznej), *6* — strefa rozluźnienia śrub stopowych, *7* — odcinki szyn (1÷1,5 m) ułatwiające przesunięcie szyny bezstykowej

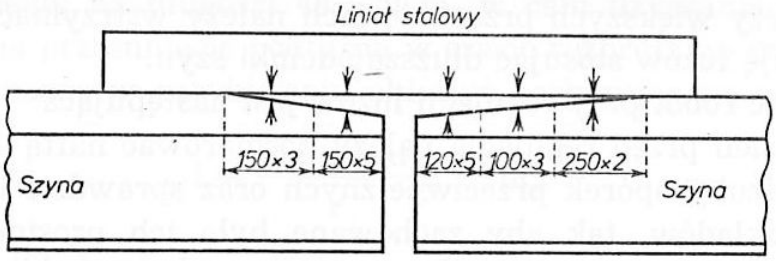
temperaturach równych lub niższych od temperatury przytwierdzenia szyn w celu uniknięcia miejscowego pojawienia się naprężeń rozciągających, mogących niekorzystnie oddziaływać na zgrzeinę, która nie ma jeszcze potrzebnej wytrzymałości po ustaniu działania siły dociskającej, wywieranej przez głowicę.

Naprawę pęknięć przy użyciu PRSM-3 wykonuje brygada złożona z 5 osób obsługujących zgrzewarkę, czterech operatorów zakrętarek spalinowych oraz 10 robotników. Brygada wyposażona jest w 4 zakrętarki spalinowe, sprzęt spawalniczy, 2 piły mechaniczne do cięcia szyn oraz sprzęt do obróbki zgrzein i zestaw narzędzi torowych*.

Napawanie szyn wykonuje się w celu uzupełnienia ubytków występujących na powierzchni szyn, np. w postaci miejscowych wżerów o głębokości do 8 mm lub miejsc wytartych przez koła lokomotywy. Napawaniem naprawia się również zużyte szyny w stykach, o ile zużycie to mieści się w granicach 1,5÷5 mm, a końce szyn nie wykazują pęknięć, złuszczeń lub wykruszeń, a zużycie komór łubkowych nie przekracza 2 mm. Wielkość zużycia końców szyn określa się za pomocą liniału stalowego i szczelinomierza (rys. 22.6).

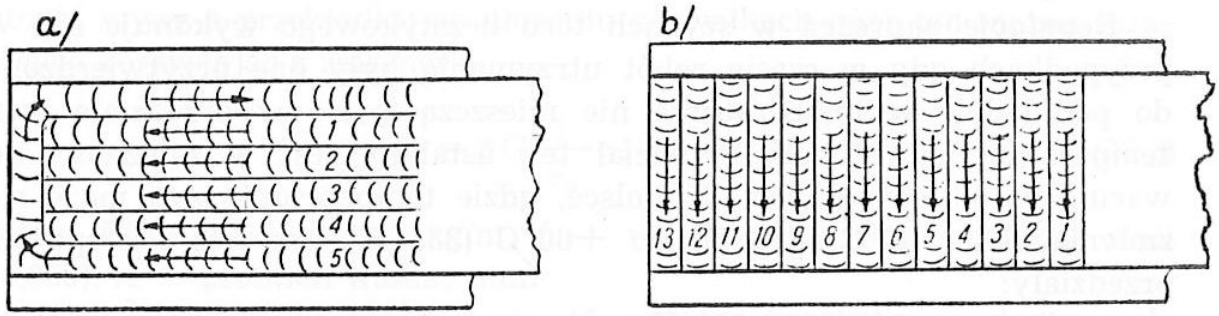
Stosowane są dwa sposoby napawania: g a z o w e i e l e k t r y c z n e. Napawanie gazowe polega na nakładaniu 2 lub 3 warstw — na przemian wzdłuż i w poprzek główki szyny (rys. 22.7). Każdą z nałożonych warstw

* W opisanej technologii naprawy pęknięć szyn bezstykowych przy użyciu zgrzewarki PRSM-3 po jej szerszej weryfikacji zaniechano ze względów bezpieczeństwa poziomego łukowania, wprowadzając pionowe wyginanie szyny.



Rys. 22.6. Pomiar zużycia szyn liniałem

przekuwa się młotkiem. Napawanie elektryczne wykonywane jest podobnie przy użyciu spawarki wirującej i elektrod. Po wykonaniu naprawy należy sprawdzić twardość materiału w miejscu napawanym przy użyciu aparatu Poldiego. Twardość ta nie powinna przekroczyć 350 HB. Powierzchni napawanych nie należy szlifować. W przypadku usuwania wżerów napawanie musi być poprzedzone wypaleniem, a następnie usunięciem resztek materiału.



Rys. 22.7. Sposób nakładania ściegów przy napawaniu końców szyn: a) jednowarstwowym, b) dwuwarstwowym

Brygada wykonująca napawanie składa się zazwyczaj z toromistrza, 2 spawaczy i 2÷4 robotników torowych. Wyposażona jest ona w wytwornice acetylenowe lub spawarkę elektryczną, zestaw narzędzi torowych, spawalniczych i ślusarskich. Do przewozu stosuje się wózek motorowy z przyczepą.

Regulacja luzów ma na celu usunięcie zauważalnych różnic ich wielkości w tym samym toku szynowym, jak również przywrócenie przeciwległości położenia luzów w obu tokach. Występujące różnice, świadczące o złym utrzymaniu mogą być następstwem pełzania szyn powodującego przesuwanie się podkładów z ich właściwego położenia. Zmienia to warunki podparcia podkładów lub też w przypadku niejednakowego pełzania obu toków, zmienia szerokość toru. W torze bezstykowym może to powodować miejscowy przyrost naprężeń.

Regulację luzów wykonać można ograniczając jedynie prędkość ruchu w miejscu robót, o ile przesunięcie szyn nie przekracza 5 cm. Na czas przejazdu pociągu umieszcza się krótką wstawkę w przerwie pomiędzy

szynami. Przy większych przesunięciach należy wstrzymać ruch i wykonać regulację luzów stosując dłuższe odcinki szyn.

Kolejność robót przy regulacji luzów jest następująca:

— na dzień przed regulacją należy posmarować naftą śruby stopowe, łubkowe i śruby opórek przeciwpełznych oraz sprawdzić i poprawić położenie podkładów, tak aby zachowane było ich prostopadłe ułożenie w stosunku do toków szynowych,

— właściwa regulacja obejmuje odkręcenie opórek przeciwpełznych, częściowe odkręcenie śrub stopowych, zdjęcie łubków, przesunięcie szyn w celu uzyskania właściwych luzów, a w razie potrzeby ułożenie wstawek.

Jednocześnie uzupełnia się brakujące przekładki, a następnie ponownie łączy, przytwierdza szyny i zakłada opórki. Do przesuwania szyn stosuje się urządzenia hydrauliczne UHR-69 (tabl. 22.7 — nr 34). Zespół wykonujący roboty składa się z 16 pracowników wyposażonych w 8 zakrętarek. Wydajność zespołu wynosi 1200÷2000 m toru w czasie zmiany roboczej.

Regulację naprężeń w szynach toru bezstykowego wykonuje się, w przypadkach gdy w czasie robót utrzymania były one przytwierdzone do podkładów w temperaturze nie mieszczącej się w przedziale tzw. temperatur neutralnych. Przedział ten ustalany jest w zależności od warunków klimatycznych. W Polsce, gdzie temperatura szyn może się zmieniać od −30°C (243 K) do +60°C (333 K) przyjęto następujące przedziały:

— dla szyn S49 287÷301 K,

— dla szyn S60 291÷303 K.

Regulację naprężeń wykonuje się również, gdy wskutek wykonania robót naprawczych (np. napraw pękniętych szyn) lub pełzania szyn wystąpiły miejscowo zmiany stanu naprężeń.

Regulacja w temperaturach neutralnych jest najprostsza technologicznie, jednakże wymaga oczekiwania na odpowiednie warunki temperaturowe oraz związana jest z ryzykiem zmian temperatury w czasie prowadzenia robót, wykraczających poza ustalony przedział. Najczęściej regulację naprężeń wykonuje się w temperaturach różnych od neutralnych (niższych lub wyższych). Przy temperaturach niższych stosuje się urządzenia ogrzewające szyny lub też urządzenia naciągające szyny do długości odpowiadającej wymaganej temperaturze. Regulacja naprężeń może być wykonywana miejscowo na odcinkach 300÷400 m lub też na całej długości toru bezstykowego. Praktycznie długość, na której reguluje się naprężenia nie powinna być większa od 2500 m z uwagi na trudności w uzyskaniu wymaganej dokładności regulacji.

Regulacja obejmuje następujące zasadnicze czynności:

— przecięcie toków szynowych; czynność tę powinno poprzedzać silne dokręcenie śrub stopowych po obu stronach odcinka przeznaczo-

nego do regulacji, na długości 40÷70 m, w celu uzyskania wystarczającego oporu na przesunięcie podłużne w czasie rozprężania szyn; długość tego odcinka można w przybliżeniu obliczyć posługując się wyrażeniem:

$$l = \frac{2\,\alpha\,EA\,\Delta t}{r}, \quad \text{m}, \tag{22.2}$$

dla toru z podkładami drewnianymi opór r można szacunkowo przyjmować za równy 5 kN/m dla podkładów betonowych natomiast 7 kN/m. W warunkach zimowych wartości oporów są znacznie większe,odpowiednio 20 i 15 kN/m,

— odkręcenie śrub stopowych przy użyciu zakrętarek, poczynając od końców szyn ku środkowi regulowanego odcinka toru; po całkowitym odkręceniu śrub, odgina się końce szyn w celu umożliwienia im swobodnego przesuwu,

— podniesienie szyn z podkładek i ułożenie na wałki wykonane, np. z prętów zbrojeniowych o średnicy 20÷22 mm lub na specjalne wałki z łożyskami kulkowymi; ma to na celu zmniejszenie oporów tarcia stopki szyny o przekładki; po ułożeniu na wałkach opór ten można oszacować korzystając z zależności:

$$r_p = 2\,G\,\frac{f}{r_k} \cdot 1000, \quad \text{N/m}, \tag{22.3}$$

gdzie: G — masa szyny, kg/m, f — współczynnik tarcia stali po stali (0,009), r_k — promień wałka, mm.

Przy podnoszeniu szyny o ok. 15 mm, ze względu na dopuszczalną strzałkę ugięcia szyny, wałki należy rozmieszczać nie dalej niż co 14 m (co ok. 20 podkładów),

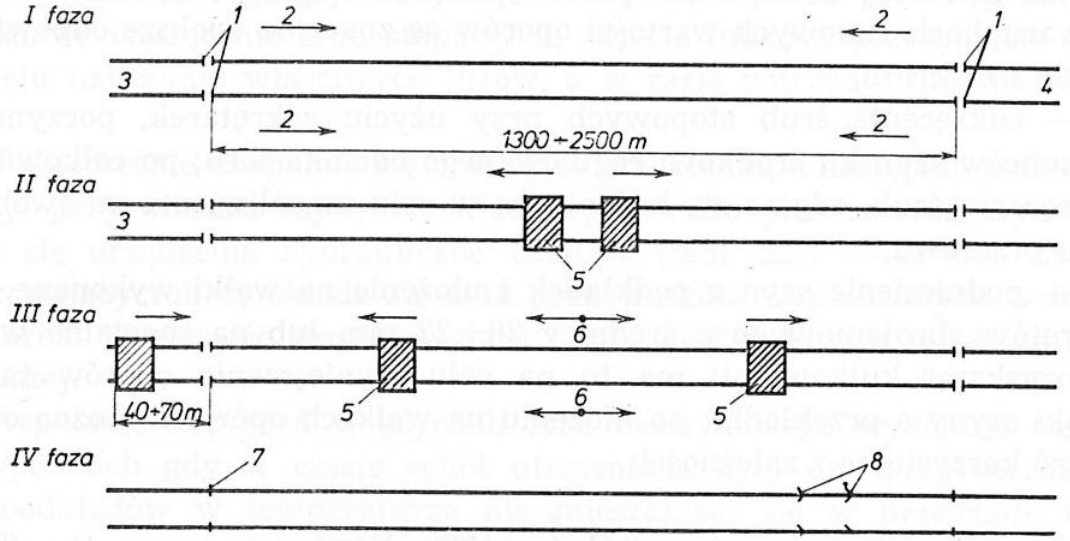
— ogrzanie toków szynowych przy użyciu podgrzewarek PG3 (tabl. 22.7 — nr 32); prędkość poruszania się podgrzewarek zależy od temperatury szyn przed rozpoczęciem ogrzewania oraz od wydajności cieplnej urządzenia. Do kontroli prawidłowości ogrzewania używa się niekiedy szablonów, z których odczytuje się prędkość jazdy [m/min] w zależności od wymaganego wydłużenia określanego dla odcinków o długości 50 m. Jednym ze sposobów kontroli odprężania szyn jest pomiar przemieszczeń odcinków kontrolnych długości 60 m, na które dzieli się cały odcinek poddany regulacji; przy regulacji mniejszych odcinków można stosować hydrauliczne urządzenia do naciągania szyn,

— zakręcenie śrub stopowych bezpośrednio po uzyskania wymaganej temperatury szyn, przy użyciu kilku zespołów zakrętarek; zakręcanie należy wykonywać od środka odcinka ku jego końcom.

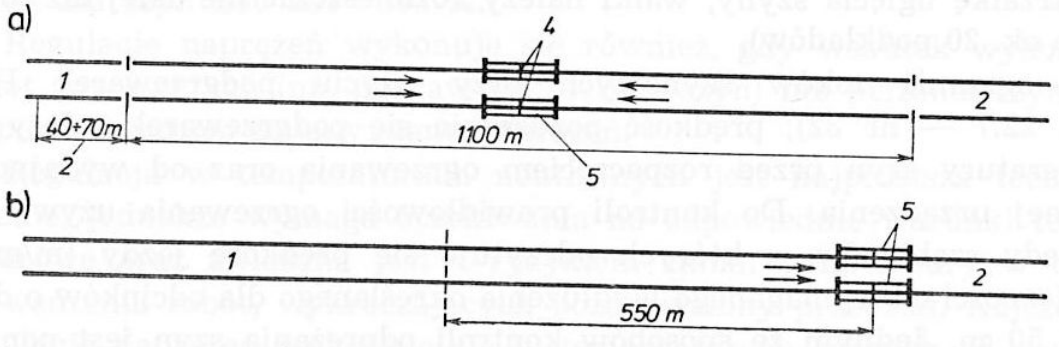
— połączenie końców szyn za pomocą spawania.

Przystępując do regulacji kolejnych, przyległych odcinków toru należy w temperaturze odpowiadającej odprężaniu szyn odkręcić również śruby stopowe na długości 40÷70 mm na odcinkach już uprzednio wy-

regulowanych. Na rys. 22.8 pokazano schematycznie przebieg regulacji naprężeń przy użyciu podgrzewarek, a na rys. 22.9 urządzeń naciągających szyny. Regulację wykonuje zespół wyposażony w wózki motorowe WM1 i WM2 do przewozu sprzętu spawalniczego, wałki, zakrętarki i narzędzia (tabl. 22.8 — nr 43). Przy dobrej organizacji pracy, w czasie 6 godzinnego zamknięcia toru można wykonać regulację 2500 m odcinka stosując 32 zakrętarki (tabl. 22.7 — nr 37).



Rys. 22.8. Regulacja naprężeń przy użyciu podgrzewarek: *1* — miejsce przecięcia toków szynowych, *2* — kierunek odkręcania przytwierdzeń, *3* — tor po regulacji naprężeń, *4* — tor przed regulacją naprężeń, *5* — podgrzewarki, *6* — kierunek zakręcania śrub stopowych, *7* — spawanie termitowe szyn, *8* — zakładanie opórek przeciwpełznych



Rys. 22.9. Regulacja naprężeń przy użyciu urządzeń naciągających: *1* — tor po regulacji, *2* — odcinek po regulacji, na którym wymagane jest odkręcenie przytwierdzeń przy wyrównywaniu naprężeń na kolejnym odcinku, *3* — tor przed wyrównaniem naprężeń, *4* — rozcięte toki szynowe, *5* — urządzenia do naciągu szyn

Dokręcanie i wymiana złączek, naprawa szerokości toru. Są to czynności związane z bieżącym utrzymaniem nawierzchni i mają na celu zachowanie potrzebnego docisku szyn do podkładów. Docisk ten zapobiega podłużnym przesunięciom szyny i zbyt szybkiemu zużywaniu się współpracujących z sobą części przytwierdzeń.

Siła docisku pojedynczej łapki w przytwierdzeniu pośrednim typu K powinna wynosić, co najmniej 0,5 kN. Przy sztywności pierścienia ok. 2 kN/mm i sztywności przekładki 10÷20 kN/mm odkształcenie trwałe w przytwierdzeniu nie powinno przekroczyć 0,5 mm. Przy większych odkształceniach należy ponownie dokręcić śruby stopowe. Pierścienie sprężyste umieszczone pod wkrętami zapobiegają powstawaniu luzów pomiędzy podkładką stalową a podkładem. W przypadku dokręcania wszystkich śrub stopowych i wkrętów stosuje się najczęściej zakrętarki spalinowe. Przy pracy dwoma zakrętarkami, jedna z nich dokręca śruby, a druga wkręty — najpierw w jednym toku szynowym, a następnie w drugim. Przy większej liczbie zakrętarek pracę można wykonywać równocześnie w obu tokach lub kolejno w jednym, a następnie w drugim toku.

Sprawdzanie komór łubkowych polega na odkręceniu śrub łubkowych i zdjęciu łubków, a następnie czyszczeniu i zakonserwowaniu komory łubkowej i łubków. Czynności te wykonuje się ręcznie.

Naprawa szerokości toru wchodzi w zakres bieżącego utrzymania nawierzchni. Może być wykonana bez zmiany położenia podkładów lub też z ich przesunięciem. W pierwszym przypadku jeden z toków szynowych doprowadza się do prawidłowego, prostoliniowego położenia, usuwając ręcznie lub nasuwarkami (tabl. 22.7 — nr 35) jego odkształcenia. Mierząc szerokość toru na każdym podkładzie oznacza się wielkość i kierunek zmiany szerokości, a następnie wykonuje się korektę położenia drugiego toku, obejmującą następujące czynności:

— wykręcenie wkrętów,
— zakołkowanie otworów po wkrętach,
— przesunięcie szyny zgodnie z oznaczeniem,
— wywiercenie nowych otworów na wkręty,
— ponowne przytwierdzenie podkładki za pomocą wkrętów, założenie i dokręcenie śrub stopowych.

Naprawa szerokości toru ze zmianą położenia podkładów wymaga:

— pomiaru szerokości toru na każdym podkładzie i oznaczenia koniecznych zmian,
— usunięcia podsypki od czół podkładu,
— usunięcia wkrętów i zakołkowania otworów po wkrętach,
— przesunięcia podkładów poprzecznie do osi toru,
— rozwiercenia nowych otworów i zakręcenia wkrętów,
— regulacji położenia toru i obsypania podsypką czół podkładów.

Do rozwiercania podkładów stosować można wiertarki (tabl. 22.7 — nr 36) umożliwiające wykonanie w ciągu minuty 10 otworów.

W przypadku naprawy szerokości toru z podkładami betonowymi, po wykręceniu wkrętów usuwa się za pomocą wiertarki zniszczoną część dybla, zalewa otwór masą będącą mieszaniną żywicy syntetycznej, utwardzacza i cementu, a następnie ponownie przytwierdza szyny. Na-

prawa taka może również obejmować całkowitą wymianę dybli wykonywaną przy użyciu dyblarki, podbijaka wyposażonego w specjalne dłuto lub też ręcznie.

Wymiana pojedynczych podkładów. Podkład wymienia się po stwierdzeniu, że wykazuje on zbyt duże uszkodzenia mechaniczne (pęknięcia, wytarcia drewna i przecięcie jego włókien, gnicie od dołu oraz zmniejszenie się oporu elektrycznego). Wymiana wykonywana ręcznie obejmuje następujące czynności:

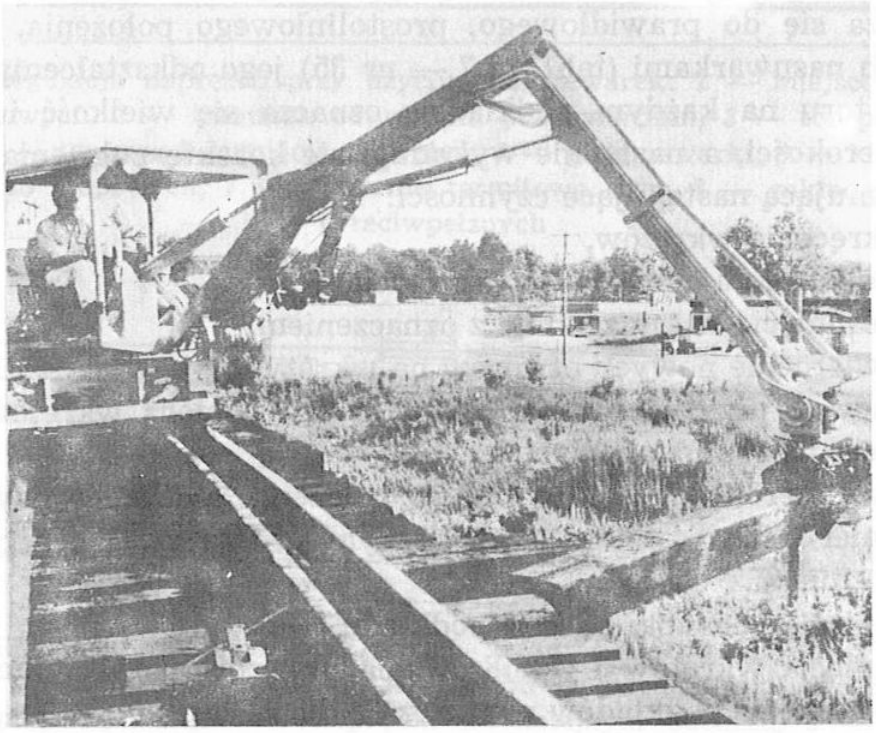
— usunięcie podsypki z obu podłużnych stron podkładu do głębokości 3 cm poniżej jego dolnej powierzchni oraz od jego czoła,

— odkręcenie wkrętów i przesunięcie podkładek,

— przemieszczenie podkładu w miejsce skąd usunięto podsypkę oraz wyciągnięcie kleszczami poprzecznie do osi toru,

— wsunięcie nowego podkładu, ułożenie podkładek oraz sprawdzenie szerokości toru w stosunku do szerokości na sąsiednich podkładach,

— wywiercenie otworów w podkładzie i przytwierdzenie podkładu do szyn, podbicie w taki sposób, aby nowy podkład znalazł się o ok. 3 mm powyżej poziomu sąsiednich podkładów oraz wrzucenie wygarniętej podsypki.



Rys. 22.10. Maszyna do wymiany pojedynczych podkładów

W czasie robót wymagających wstrzymania ruchu wymienić można co czwarty podkład. Przejazd pociągu jest możliwy, o ile podkład przytwierdzono do szyny, co najmniej 4 wkrętami i wszystkimi śrubami stopowymi. Wymiany dokonuje 8 pracowników pod kierownictwem toromistrza. Do wymiany pojedynczych podkładów stosowane są również maszyny wyjmujące stare i wciskające na ich miejsce nowe podkłady

(rys. 22.10). Tego rodzaju maszyny są powszechnie stosowane przez koleje amerykańskie.

Roboty podsypkowe. Roboty podsypkowe obejmują następujące prace:

— oczyszczanie podsypki,

— uzupełnianie i profilowanie podsypki,

— zagęszczanie podsypki.

Celem *oczyszczania* jest przywrócenie warstwie podsypki jej zdolności filtracyjnych. Proces zanieczyszczania może być szybki, zwłaszcza na liniach o masowych przewozach węgla lub rudy. Na liniach takich oczyszczanie musi być wykonywane co 2 lata, a w skrajnych przypadkach corocznie. Ze względu na pracochłonność oczyszczania, czynność tę wykonuje się obecnie z reguły w sposób zmechanizowany za pomocą oczyszczarek, poruszających się po torze (tabl. 22.3 — nr 2 i 6), aczkolwiek stosowane są również oczyszczarki (tabl. 22.3 — nr 8) poruszające się na gąsienicach i pracujące po usunięciu toru. Niektóre typy oczyszczarek przystosowane są do pracy zarówno w torach, jak też w obrębie rozjazdów (tabl. 22.3 — nr 3).

Oczyszczanie podsypki związane jest najczęściej z wymianą pozostałych elementów nawierzchni i mieści się w zakresie naprawy głównej. Z tego względu oczyszczanie może być wykonywane przed zespołem maszyn wymieniających tor lub też za nim i w tym przypadku oczyszczarka porusza się po nowo ułożonym torze. Ponieważ wydajność oczyszczarki jest mniejsza od wydajności innych maszyn, jej praca przed wymianą powinna być wykonywana z należytym wyprzedzeniem, co wymaga najczęściej dodatkowego zamknięcia toru.

Przebieg oczyszczania jest następujący:

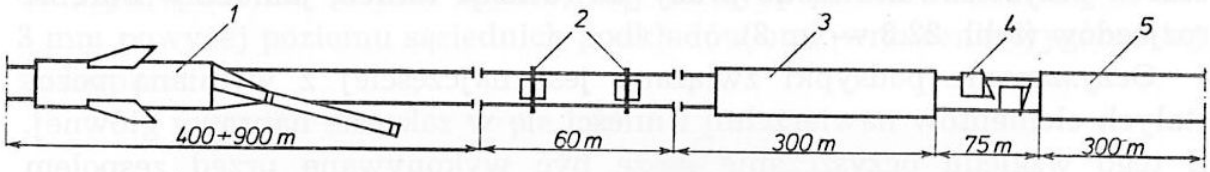
— usunięcie z toru przed oczyszczarką obiektów znajdujących się w odległości 2,15 m od osi toru (słupki, duże kamienie itp.) oraz rozebranie przejazdów drogowych,

— podniesienie toru nasuwarkami (tabl. 22.7 — nr 35) o 5÷10 cm, równolegle do projektowanej niwelety toru, po to aby zachować grubość warstwy podsypki pod podkładem równą 25÷30 cm. Wartość podnoszenia należy określić uwzględniając rzeczywistą ilość podsypki w torze,

— wygarnięcie podsypki w miejscu, w którym rozpoczyna pracę oczyszczarka, na długości ok. 1,2 m oraz na całej szerokości toru zwiększonej o jeden metr od strony czół podkładów. Umożliwia to ułożenie łańcucha wybierakowego maszyny. Czynność tę można wykonać znacznie wcześniej podpierając tor podkładami i ograniczając prędkość ruchu do 30 km/h,

— oczyszczanie podsypki poprzedzone jest połączeniem belki wybierakowej z maszyną. Przy oczyszczaniu podsypki w torze linii jednotorowej belka powinna być ułożona poziomo, na linii dwutorowej, należy

uwzględnić pochylenie torowiska obniżając zewnętrzny koniec belki. Oczyszczona podsypka jest zsypywana w tor, a zanieczyszczenia oddzielone na sitach wyrzuca się na pobocze lub transportuje przenośnikami do wagonów znajdujących się za oczyszczarką, a w obrębie stacji — do wagonów ustawionych na sąsiednim torze. Ze względu na luźne ułożenie ziarn podsypki po jej oczyszczeniu, podsypkę należy wstępnie zagęścić pod podkładami. Do tego celu stosuje się lekkie podbijarki np. PD-90 (tabl. 22.4 — nr 16). Na PKP oczyszczanie wykonywane jest najczęściej po wymianie toru. Wynika to z coraz powszechniejszego wprowadzania sposobu budowy toru na miejscu, bez układania gotowych odcinków (przęseł) toru, co wymaga wcześniejszego przywiezienia szyn długich i ich ułożenia na podkładach starego toru. Prócz tego oczyszczanie podsypki w torze przed wymianą utrudnione jest ze względu na zły najczęściej stan starego toru. Uważa się również, że belka wybierakowa przesuwająca się wzdłuż szyn utrwala istniejące w torze odkształcenia. Na rys. 22.11 pokazano ustawienie maszyn przy pracy oczyszczarki za



Rys. 22.11. Ustawienie maszyn przy oczyszczaniu podsypki za zespołem wymieniającym tor: *1* — oczyszczarka tłucznia, *2* — nasuwarki hydrauliczne NH, *3* — zespół układający tor nowy, *4* — spycharki wyrównujące torowisko, *5* — zespół rozbierający tor stary

zespołem wymieniającym tor, a w tabl. 22.1 podano praktyczne wydajności oczyszczarek stosowanych na PKP oraz liczbę pracowników zatrudnionych przy robotach związanych z oczyszczaniem podsypki (między innymi z odrzuceniem i rozgarnianiem zanieczyszczeń, czyszczeniem rowów i ław torowiska).

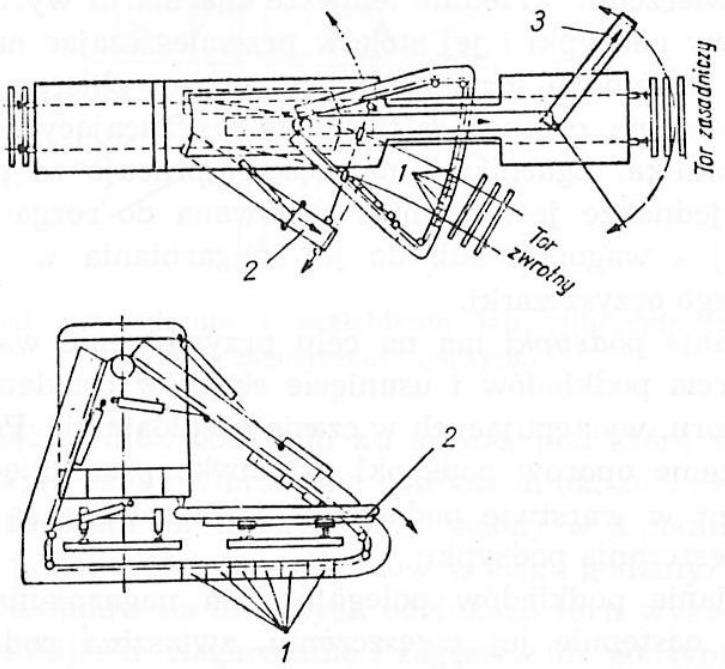
Czasami, na przykład przy wymianie podsypki żwirowej na tłuczniową lub gdy podsypka jest zanieczyszczona w stopniu uniemożliwiającym jej oddzielenie od zanieczyszczeń, po zdemontowaniu sit wibracyjnych oczyszczarka wygarnia całą znajdującą się w torze podsypkę wraz z zanieczyszczeniami.

Do oczyszczania podsypki w obrębie rozjazdów stosowane są również oczyszczarki (tabl. 22.3 — nr 3) z łańcuchem wybierakowym mającym zasięg 6÷8 m. Wydłużenie belki podtorowej uzyskuje się dzięki 8 wstawkom (każda o długości 0,5 m) (rys. 22.12). Wstawki te są zakładane w miarę postępu robót aż do uzyskania na końcu rozjazdu największej szerokości oczyszczania (6,5 m). Oczyszczona podsypka jest wrzucana w tor zasadniczy bezpośrednio za łańcuchem wybierakowym, natomiast w tor zwrotny — za pomocą przenośnika taśmowego. Średni czas oczyszczania rozjazdu równa się 15÷45 min, zależnie od jego długości,

Tablica 22.1

Praktyczne wydajności oczyszczania oraz liczba pracowników zatrudnionych przy robotach towarzyszących oczyszczaniu, w zależności od czasu wyłączenia toru i ruchu

Typ oczyszczarki	Czas zamknięcia toru, h	Wydajność praktyczna, m	Zatrudnienie	
RM-62	6	615	7 operatorów i 1 sygnalista	67 rob.
	7	760		80 rob.
	8	905		93 rob.
	9	1010		101 rob.
OT-400	6	570		62 rob.
	7	715		76 rob.
	8	860		88 rob.
	9	970		97 rob.
12CB8	6	510		57 rob.
	7	630		67 rob.
	8	750		73 rob.
	9	835		84 rob.



Rys. 22.12. Oczyszczanie podsypki w rozjeździe oczyszczarką RM 74 U: *1* — wstawki wydłużające poziomą belkę wybierakową, *2* — taśmowy przenośnik podsypki, *3* — taśmowy przenośnik zanieczyszczeń

natomiast ułożenie łańcucha wybierakowego oraz założenia wstawek wymaga ok. 2 godzin. Praktyczna wydajność oczyszczania rozjazdu wynosi 120÷150 m/h.

Uzupełnienie i profilowanie podsypki wykonywane jest w naprawach bieżących nawierzchni, jak również po oczyszczeniu podsypki. Podsypkę dowozi się do miejsca robót w specjalnych wagonach, które umożliwiają jej wyładunek często połączony z rozgarnięciem. Do tego celu stosuje się wagony samowyładowcze (hopper-dozatory) 411 V (tabl. 22.8 — nr 47) wyposażone w urządzenia dozujące i rozgarniające podsypkę. Są to najczęściej wagony czteroosiowe z pojemnikiem metalowym i urządzeniem dozująco-rozścielającym w postaci skrzyni zawieszonej między wózkami.

Do przewozu podsypki stosuje się najczęściej zestawy 20 wagonów 411 V, jak również wagony typu 59 WS i 203 V zaopatrzone w urządzenia zsypowe, które umożliwiają równomierne rozścielanie podsypki na szerokości 3100 mm, przy czym tor nie jest zasypywany w środku — na szerokości około 770 mm oraz przy każdej szynie na szerokości 410 mm. Przewóz podsypki węglarkami i platformami z jej ręcznym wyładunkiem w torze nie powinien być stosowany jako bardzo pracochłonny i długotrwały. W celu nadania warstwie podsypki odpowiedniego kształtu oraz nagarnięcia podsypki w tor umożliwiającego jego podnoszenie i podbicie stosowane są zgarniarki (profilarki) podsypki (tabl. 22.5 — nr 18÷÷20). Zgarniarka wyposażona jest w dwa zespoły lemieszy (przednich i bocznych), pojemnik tłucznia ze zsypami, urządzenie do zbierania podsypki oraz przenośnik taśmowy. Zgarniarki, np. USP-3000 C pracują w zestawie maszyn wykonujących roboty bieżącej, średniej i głównej naprawy nawierzchni. Przednie lemiesze zgarniarki wyrównują powierzchnię warstwy podsypki i jej stoków przemieszczając nadmiar podsypki na boki lub do środka toru. Nadmiar ten jest zbierany przez szczotkę i przekazywany na przenośnik taśmowy wyrzucający podsypkę na bok lub do pojemnika. Zgarniarka najczęściej pracuje za podbijarką i zagęszczarką, jednakże jest również stosowana do rozgarniania podsypki wyładowanej z wagonów lub do jej nagarniania w zasięg łańcucha wybierakowego oczyszczarki.

Zagęszczanie podsypki ma na celu przywrócenie warunków sprężystego podparcia podkładów i usunięcie skutków osiadania i odkształceń pionowych toru, występujących w czasie eksploatacji. Powoduje to również zwiększenie oporów podsypki przeciwko przesunięciom szyn wraz z podkładami w warstwie podsypkowej. Stosowane są zasadniczo dwa sposoby zagęszczania podsypki:

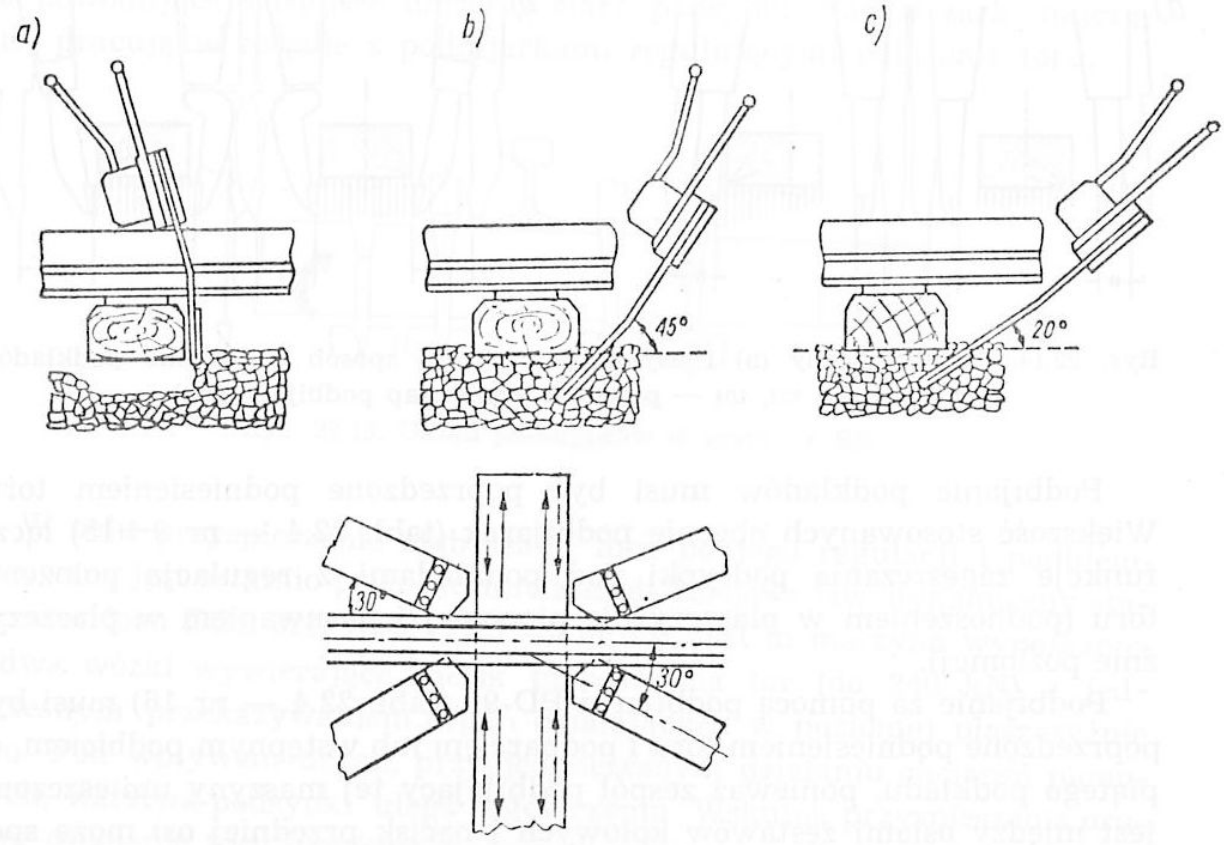
— podbijanie podkładów polegające na nagarnianiu podsypki pod podkłady, a następnie jej zagęszczeniu, zwłaszcza pod szynami, gdzie naciski na podsypkę są największe,

— zagęszczanie powierzchniowe podsypki między podkładami i od

strony ich czół mające na celu utrwalenie położenia toru po jego regulacji i zwiększenie oporów podsypki rozluźnionej w procesie oczyszczania lub ponownie stabilizującej się po podbiciu podkładów.

Podbijanie podkładów na krótkich odcinkach toru wykonywane w przypadku usuwania miejscowych odkształceń nawierzchni wykonuje się za pomocą podbijaków ręcznych (elektrycznych lub spalinowych). Najczęściej stosowane są podbijaki elektryczne typu PWE-3000A (tabl. 22.7 — nr 38).

Do pracy należy używać jednocześnie 4, 6 lub 8 podbijaków wyposażonych w zespół prądotwórczy. Schemat ustawienia i prowadzenia podbijaków pokazano na rys. 22.13. Podbijak wibracyjny należy zagłębiać w podsypkę pionowo przy podkładzie, a następnie przechylając pod kątem 45° przesunąć wzdłuż podkładu ku szynie, pod którą zagęszcza się podsypkę ustawiając listwę wibracyjną pod kątem ok. 20°. Zespół 15 pracowników pod nadzorem toromistrza, wyposażony w 8 podbijaków elektrowibracyjnych podbija 40÷60 podkładów w ciągu godziny.

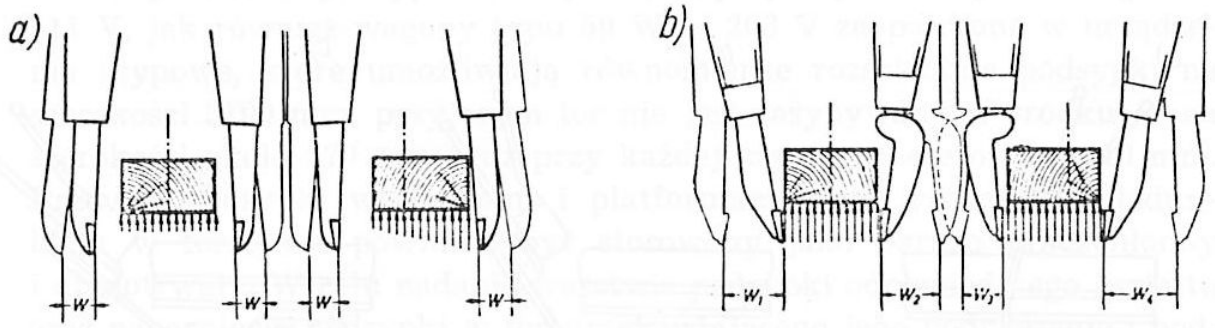


Rys. 22.13. Schemat prowadzenia i zagłębiania łap wibracyjnych podbijaków podczas zagęszczania podsypki

Podbijanie podkładów na dłuższych odcinkach toru wykonywane jest z reguły przez podbijarki. Nagarnianie i zagęszczanie podsypki wykonują podbijające łapy maszyny. Po zagłębieniu w tłuczniu, łapy przesuwają się ku podkładowi przekazując jednocześnie ziarnom podsypki drgania,

zazwyczaj o amplitudzie ponad 6 mm i częstotliwości ok. 35 Hz. Zwieranie łap przy nagarnianiu tłucznia może odbywać się synchronicznie i wówczas przesunięcie wszystkich podbijaków jest jednakowe, lub też asynchronicznie tzn. proporcjonalnie do oporu, na jaki natrafiają łapy w czasie zwierania (rys. 22.14).

Zagłębienie podbijaków w podsypkę może być regulowane. Zazwyczaj przy zwartych podbijakach odległość górnej krawędzi łapy od spodu podkładu wynosi 10÷20 mm, a w podbijarkach PLM 275 SLC (tabl. 22.4 — nr 13) — 15÷20 mm. Badania wskazują, że zbyt duże zagłębienie podbijaków może mieć niekorzystny wpływ na równomierność osiadań toru w pierwszym okresie po podbiciu.



Rys. 22.14. Synchroniczny (a) i asynchroniczny (b) sposób podbijania podkładów (w, w_1, w_2, w_3, w_4 — przemieszczenia łap podbijających)

Podbijanie podkładów musi być poprzedzone podniesieniem toru. Większość stosowanych obecnie podbijarek (tabl. 22.4 — nr 9÷15) łączy funkcje zagęszczania podsypki pod podkładami z regulacją położenia toru (podnoszeniem w płaszczyźnie pionowej i nasuwaniem w płaszczyźnie poziomej).

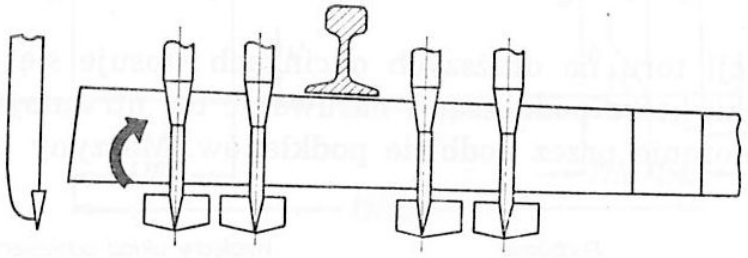
Podbijanie za pomocą podbijarki PD-90 (tabl. 22.4 — nr 16) musi być poprzedzone podniesieniem toru i podparciem lub wstępnym podbiciem, co piątego podkładu, ponieważ zespół podbijający tej maszyny umieszczony jest między osiami zestawów kołowych i nacisk przedniej osi może spowodować osiadanie jeszcze niepodbitego toru.

Podbijarki PLM 275 oraz B-133 (tabl. 22.4 — nr 14) przeznaczone do podbijania rozjazdów, wyposażone są w dwa niezależne zespoły podbijające. Każdy zespół ma 4 łapy podbijające (większe niż w innych typach podbijarek) i może być przesuwany poziomo w obu kierunkach poprzecznie do toru. Wszystkie podbijaki umocowane są przegubowo i mogą być niezależnie lub razem odchylone na boki (w kierunku szyny) o kąt do 15°, a na zewnątrz do 65°. Umożliwia to podbicie w rozjeździe miejsc trudnodostępnych (krzyżownic, zwrotnic i kierownic). W podbijarce rozjazdów B-133 mającej cztery zespoły podbijające zewnętrzne pary podbijaków umieszczone są w specjalnych ramach odchy-

lanych na boki. Podbijaki mają regulowany rozstaw, który może być zmieniany w zakresie 200÷1200 mm.

W niektórych zespołach podbijających stosuje się dodatkową łapę zagęszczającą podsypkę od strony czoła podkładu (rys. 22.15) w celu ograniczenia przemieszczeń ziarn tłucznia w kierunku końców podkładów, a tym samym zwiększenia strefy zagęszczenia podsypki pod podkładem (system RS — zastosowany przez firmę Plasser i Theurer).

Do powierzchniowego zagęszczania podsypki stosuje się w europejskich zarządach kolejowych zagęszczarki typów: Matisa D 900, Windhoff BV-204, VDM-800 (tabl. 22.5 — nr 21), VDM 903 SW i innych, mające zespoły umożliwiające zagęszczanie podsypki pomiędzy podkładami i od strony ich powierzchni czołowych. Stopy wibracyjne wywierają na powierzchnię nacisk statyczny rzędu 8 kN przekazując jednocześnie drgania powodujące ściślejsze ułożenie ziarn podsypki. Zagęszczarki najczęściej pracują w zespole z podbijarkami regulującymi położenie toru.



Rys. 22.15. Układ podbijaków w systemie RS

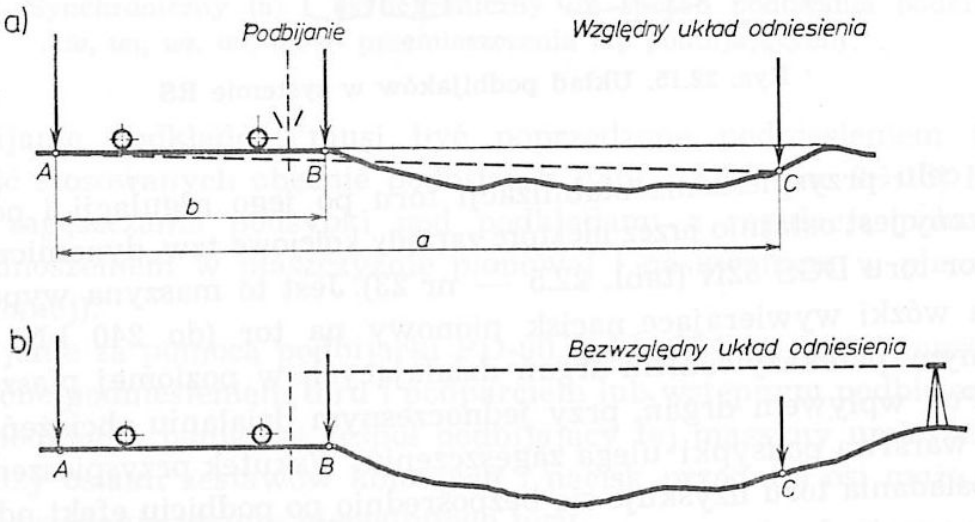
W celu przyspieszenia stabilizacji toru po jego regulacji i podbiciu, stosowany jest ostatnio przez niektóre zarządy kolejowe tzw. dynamiczny stabilizator toru DGS 32N (tabl. 22.5 — nr 23). Jest to maszyna wyposażona w dwa wózki wywierające nacisk pionowy na tor (do 240 kN) z jednoczesnym przekazywaniem drgań działających w poziomej płaszczyźnie toru. Pod wpływem drgań, przy jednoczesnym działaniu obciążeń pionowych, warstwa podsypki ulega zagęszczeniu. Wskutek przyspieszenia procesu osiadania toru uzyskuje się bezpośrednio po podbiciu efekt odpowiadający przejazdowi po torze obciążenia ok. 100 kt. Umożliwia to nieco wcześniejsze przywrócenie po robotach nawierzchniowych rozkładowej prędkości jazdy. Właściwy efekt pracy stabilizatora uzyskuje się dobierając dla danej konstrukcji nawierzchni nacisk pionowy, częstotliwość drgań poziomych oraz prędkość poruszania się maszyny. Dotychczasowe badania wskazują, że najlepsze wyniki uzyskuje się przy częstotliwości drgań ok. 30 Hz oraz prędkości roboczej stabilizatora równej 0,2÷0,3 m/s.

Regulacja położenia toru. Regulacja położenia toru obejmuje — usunięcie lub zmniejszenie nierówności podłużnych i przywrócenie właściwego położenia toru w stosunku do niwelety, usunięcie lub

zmniejszenie nierówności poziomych z przywróceniem właściwego położenia toru w płaszczyźnie poziomej.

Regulacja położenia toru w płaszczyźnie pionowej sprowadza się do podnoszenia szyn wraz z podkładami (zazwyczaj nieco ponad właściwy poziom ze względu na przewidywane osiadania), a następnie utrwalania nowego położenia przez nagarnięcie i zagęszczenie podsypki pod podkładami. Do tego celu może być również stosowane podsypywanie grysem (tzw. podsypywanie odmierzone). Sposób ten nie jest jednakże stosowany na PKP ze względu na znaczną pracochłonność oraz zmniejszenie się po pewnym czasie zdolności filtracyjnej podsypki. W niektórych zarządach kolejowych (np. SNCF) jest to często stosowany sposób usuwania pionowych odkształceń toru. W przypadku usuwania miejscowych, pionowych odkształceń toru, gdy nie jest uzasadnione użycie podbijarek, tor unosi się dźwignikami, po uprzednim określeniu za pomocą krzyży niwelacyjnych wielkości niezbędnego podniesienia. Zagęszczenie podsypki pod podkładami wykonuje się zespołem podbijaków wibracyjnych.

Do regulacji toru na dłuższych odcinkach stosuje się obecnie z reguły podbijarki, które podnosząc i nasuwając tor utrwalają jednocześnie jego nowe położenie przez podbicie podkładów. Maszyny te wyposażone



Rys. 22.16. Układy odniesienia przy regulacji profilu toru przez podbijarkę: a) względny (wyrównawczy), b) bezwzględny (dokładny)

są w układy namiarowe (niwelacji i nasuwania) umożliwiające pomiar nierówności toru. Przy regulacji niwelety toru może to być pomiar względny (wyrównawczy), przy którym nierówności są odniesione jedynie do odcinka wyznaczonego przez czujniki urządzenia namiarowego (rys. 22.16), lub pomiar bezwzględny (dokładny lub inaczej punktów stałych) w stosunku do poziomu wyznaczonego na podstawie pomiarów geodezyjnych poprzedzających pracę podbijarki.

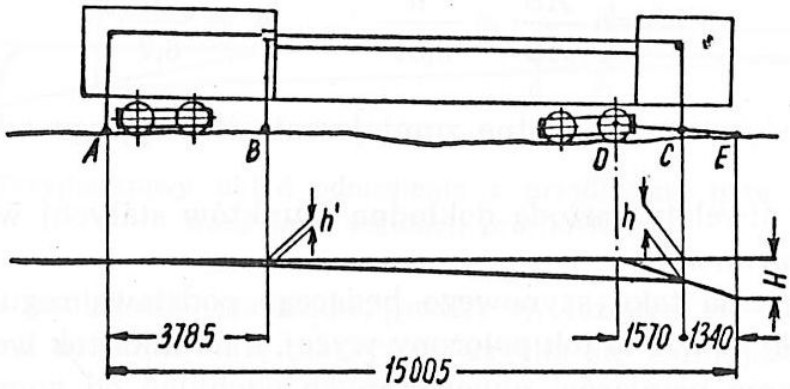
Stosowane są następujące układy namiarowe:

— trzypunktowy, względny układ odniesienia (stosowany w podbijarkach typów 06-32 SLC i PLM-275, MD-07 i 07-Quatromatic),

— trzypunktowy układ z przedłużoną bazą względnego układu odniesienia (stosowany w podbijarkach Matisa),

— różnicowy system pomiarowy z przeniesieniem optycznym (CODD) (stosowany w podbijarkach Matisa: B-133, B-114 i B-124).

Trzypunktowy względny układ odniesienia tworzą trzy punkty (rys. 22.17), z których jeden skrajny punkt *A* znajduje się na odcinku już podniesionego i podbitego toru, a drugi punkt *C* na odcinku toru przed regulacją. Prosta łącząca te dwa punkty wyznacza poziom, do którego powinien być podniesiony trzeci punkt *B*.



Rys. 22.17. Trzypunktowy, względny układ odniesienia przy regulacji profilu toru przez podbijarkę

Do wytyczenia linii *AB* służą wiązki promieni podczerwonych o częstotliwości drgań 400 Hz ±15%. Oś optyczna wiązki jest równoległa do linii wyznaczającej żądane położenie toku szynowego. Płyta przysłonowa umieszczona jest w miejscu podnoszenia toru (punkt *B*). Podnoszenie następuje do chwili przysłonięcia wiązki przez przysłonę. Tor jest utrzymywany w nowym położeniu aż do zakończenia podbijania podkładu. Do wyznaczania liniii *AB* mogą być również stosowane dwa nadajniki promieni podczerwonych (po jednym nad każdym tokiem). Ma to tę niedogodność, że w przypadku różnicy pomiędzy poziomami przeciwległych toków szynowych, jeden z nadajników znajduje się wyżej w stosunku do drugiego, co jest źródłem błędu i wymaga uwzględnienia poprawki [2]. Z tego względu w nowszych rozwiązaniach błąd wynikający z różnicy wysokości toków szynowych w przekroju poprzecznym toru jest zmniejszany do połowy dzięki zastosowaniu dodatkowego nadajnika umieszczonego w środku, pomiędzy nadajnikami umieszczonymi nad szynami. Ten sposób pomiaru nie powinien być jednakże stosowany przy regulacji łuków o promieniach mniejszych od 1000 m.

W podbijarkach Mainliner-Duomatic 07-32 i 07-Quatromatic pomiędzy punktem *A* i *C* (rys. 22.17) napięte są nad każdym tokiem szyno-

wym stalowe linki. W punkcie B umieszczone są drążki z nadajnikami wartości podnoszenia toków szynowych. Podnoszenie wykonywane jest aż do chwili zetknięcia się z linkami widełek nadajników. W punkcie C umieszczono wahadło, dzięki któremu w przypadku istniejących różnic w położeniu przeciwległych toków szynowych następuje korekta ich położenia.

Teoretyczne zmniejszenie odchyleń położenia toru H od wymaganej niwelety dla podbijarek typu MD-07 i 07-Quatromatic będzie następujące:

$$h = H\frac{CD}{ED} = \frac{H}{1{,}854}, \text{ mm},$$
$$h' = h\frac{AB}{AC} = \frac{h}{3{,}61}, \qquad h' = \frac{H}{6{,}7}. \tag{22.4}$$

Uzyskuje się więc 6,7-krotne zmniejszenie istniejącego odkształcenia toru.

Regulacja niwelety metodą dokładną (punktów stałych) wymaga następujących czynności:

— wyznaczenia toku szynowego będącego podstawą regulacji niwelety (na prostej będzie to tok położony wyżej, a na łuku tok wewnętrzny),

— wykonania pomiarów niwelacyjnych odchyleń od wymaganej niwelety i zapisania wartości różnic na co piątym podkładzie.

Podczas pracy podbijarki zgodnie z podanymi wartościami w punkcie B podnosi się tok namiarowy, umieszczając jednocześnie przeciwległy tok na tej samej wysokości lub na wysokości odpowiadającej wartości przechyłki wymaganej w tym miejscu.

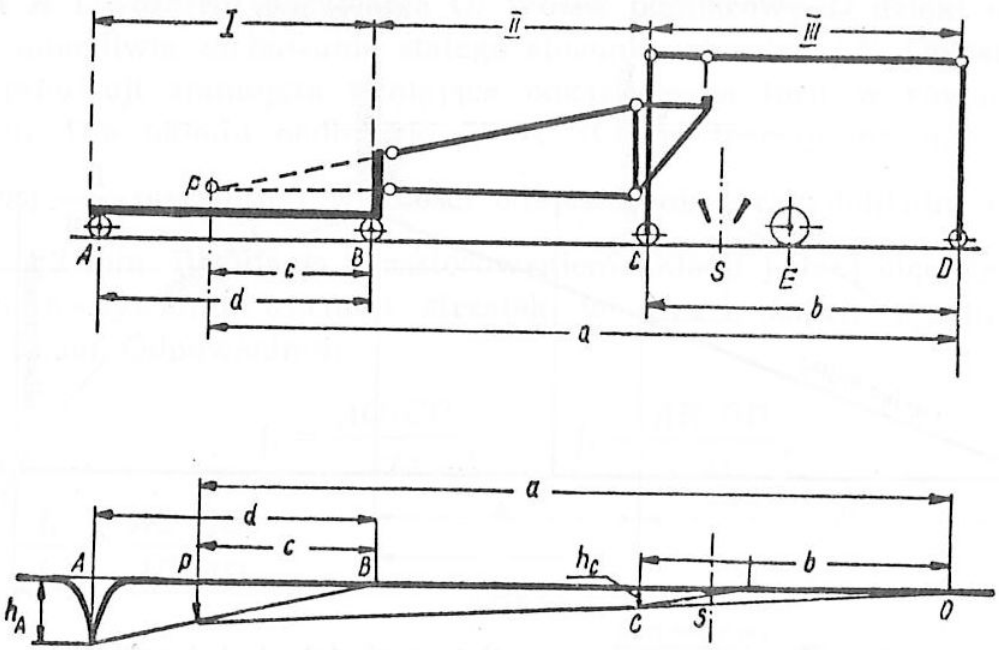
Trzypunktowy układ odniesienia z przedłużoną bazą pomiaru (rys. 22.18) składa się z części przedniej I ograniczonej punktami A i B, środkowej II połączonej z jednej strony przegubowo w punkcie B, a z drugiej w punkcie C związany z zespołem podnoszenia, jak również części tylnej III opartej w punktach C i D. Układ ten umożliwia pomiar przemieszczeń punktu P (fikcyjnego).

Oznaczając przez h_A odchylenie od niwelety istniejące w punkcie A (przy założeniu, że jest ono takie same w obu tokach), w punkcie podnoszenia (punkt C) odchylenie to wyniesie:

$$h_c = h_A\frac{c}{d}\frac{b}{a}. \tag{22.5}$$

Podstawiając wymiary odpowiadające układowi podbijarki BMNRI-85 $c = 4000$ mm, $d = 7500$ mm, $b = 7500$ mm, $a = 21{,}000$ mm otrzymamy:

$$h_c = \frac{h_A}{5{,}25}.$$



Rys. 22.18. Trzypunktowy układ odniesienia z przedłużoną bazą pomiaru stosowany przy regulacji profilu toru

W punkcie podbijania podkładu (punkt s), leżącym w połowie odcinka CE (przed przednią osią maszyny), uzyska się zmniejszenie odkształcenia:

$$h_s = \frac{1}{2} h_c = \frac{h_A}{10{,}5}.$$

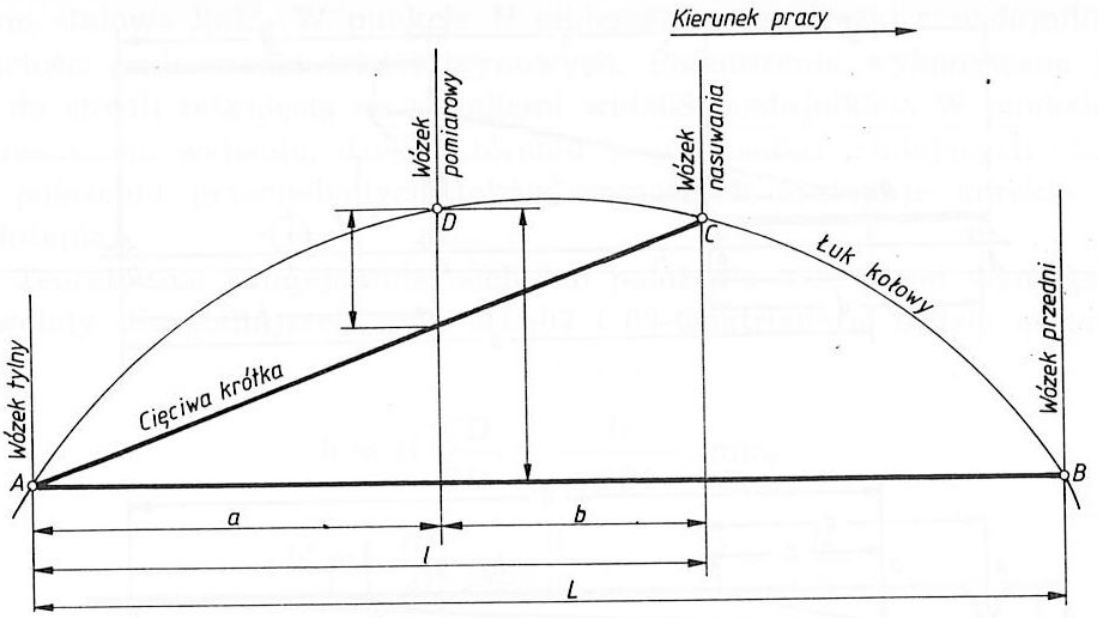
W przypadku gdy odchylenie h_A występuje tylko w jednym z toków, nastąpi dalsze zmniejszenie odkształcenia do wartości $h_s = \frac{h_A}{21}$.

W różnicowym systemie pomiarowym, z przeniesieniem optycznym, mierzy się położenie trzech punktów (stosuje się bazę odniesienia równą 13 600 mm lub przedłużoną do 22 000 mm), jak również wykonuje pomiar dwóch kątów w płaszczyźnie pionowej. Maszyna wyposażona jest w nadajniki światła, układ optyczny CODD* identyfikujący położenie czterech punktów oraz elektroniczny analizator mierzonych wielkości [2].

Regulacja toru w płaszczyźnie poziomej polega na jego przesunięciu w punktach, gdzie występują różnice pomiędzy rzeczywistą i wymaganą wartością strzałki krzywizny toru. Podobnie jak poprzednio stosować można pomiar względny (zmniejszenie istniejących odkształceń) lub nasuwać tor o wartości określone na podstawie pomiarów geodezyjnych, wykonanych przed pracą maszyny. Stosowane są następujące układy pomiarowe nasuwania:

— układ dwóch cięciw,

* Computer Optique de Deplacements Differentiels.



Rys. 22.19. Układ pomiarowy nasuwania toru (dwóch cięciw) podbijarki

— układ jednej cięciwy,
— układ dwóch baz ruchomych,
— układ czteropunktowy.

Przy pomiarze z zastosowaniem układu dwóch cięciw korzysta się z faktu, że stosunek strzałek dwóch cięciw o różnych długościach jest wartością stałą i zależną jedynie od różnicy długości cięciw (rys. 22.19). W miejscu ustawienia wózka pomiarowego (punkt *II*) określa się stosunek strzałek $\frac{f}{F}$, przy czym:

$$f = \frac{ab}{2r} \quad \text{i} \quad F = \frac{a\,(L-a)}{2r}, \tag{22.6}$$

stąd: $\frac{f}{F} = \frac{b}{L-a}$.

W tabl. 22.2 podano wartości b, L, l i a dla najczęściej stosowanych na PKP podbijarek.

Linka wyznaczająca długą cięciwę rozpięta jest pomiędzy tylnym A i przednim B wózkiem napinającym, natomiast krótka pomiędzy wóz-

Tablica 22.2

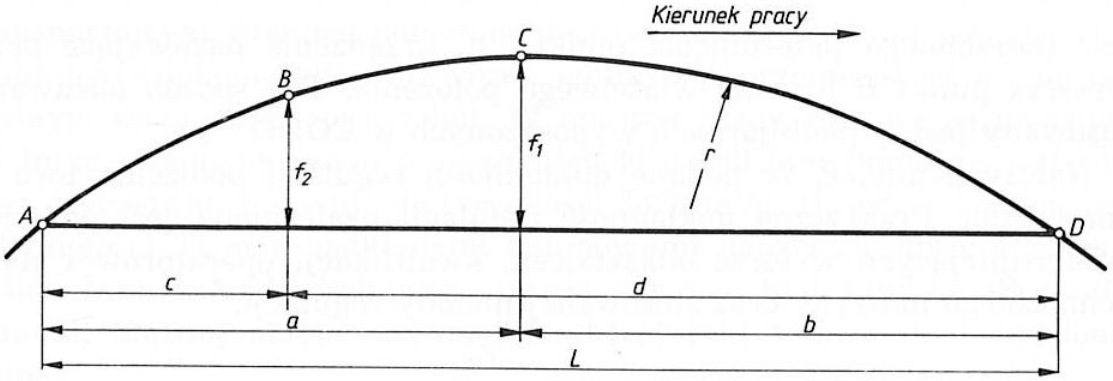
Wymiary układu nasuwania podbijarek

Typ podbijarki	L	l	a	b
	[mm]			
Duomatic 06-32 SLC	21343	13000	10000	3000
Mainliner-Duomatic 07-32	25785	14785	10000	4785

kiem A i wózkiem nasuwania C. Wózek pomiarowy D dzięki nadajnikom umożliwia zachowanie stałego stosunku strzałek f/F. Opisany sposób regulacji zmniejsza istniejące odkształcenia toru w równomierny sposób. Dla układu podbijarki 06-32 SLC to teoretyczne zmniejszenie wynosi $\frac{1}{6{,}2}$ pierwotnej wielkości odkształcenia, przy dokładności regulacji ± 2 mm. Regulacja z zastosowaniem układu jednej cięciwy polega na porównywaniu wartości strzałek w dwu różnych jej miejscach (rys. 22.20). Odpowiednio:

$$f_1 = \frac{AC \cdot CD}{2r}, \qquad f_2 = \frac{AB \cdot BD}{2r}, \tag{22.7}$$

stąd: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{AC \cdot CD}{AB \cdot BD}$.



Rys. 22.20. Układ nasuwania toru (jednej cięciwy) podbijarki

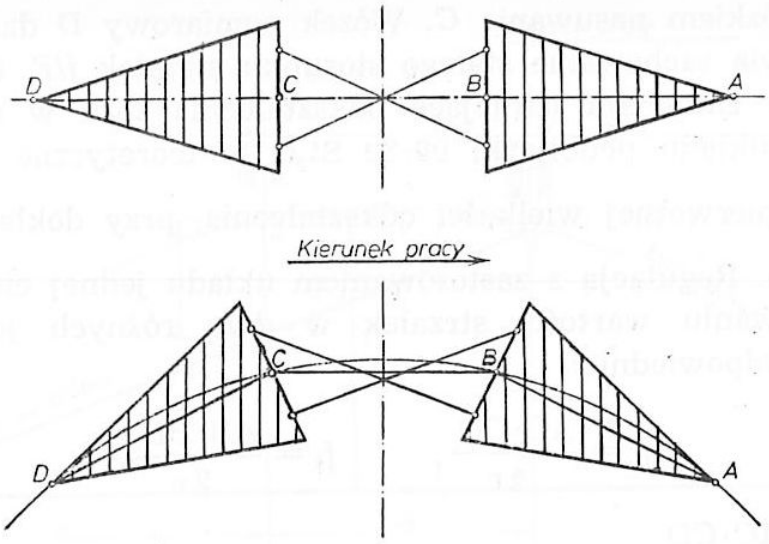
Dla podbijarek typu PLM-07-275 i 07-Quatromatic stosunek ten wynosi (rys. 22.21):

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{ab}{cd} = \frac{12{,}185 \cdot 10{,}6}{6{,}585 \cdot 16{,}2} = 1{,}211.$$

Cięciwę pomiarową wyznaczają wózki A i D. W punkcie B umieszczony jest wózek pomiarowy, a w punkcie C wózek nasuwania. Tor jest przesuwany, aż do uzyskania wymaganej wartości stosunku strzałek f_1 i f_2.

W układzie pomiarowym podbijarki typu BMNRI-85 Matisa stosuje się dwie bazy ruchome (rys. 22.21). W czasie pracy maszyny, punkty D i C znajdują się na nasuniętym już odcinku toru, punkt A w torze odkształconym, natomiast punkt B jest nasuwany do położenia wyznaczonego przez bazę wytyczoną punktami A, C i D.

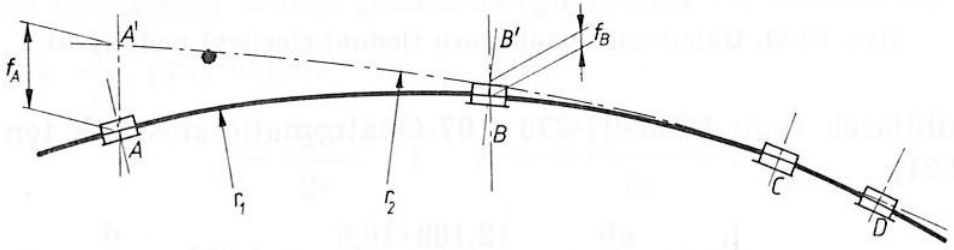
Działanie układu czteropunktowego (rys. 22.22) polega na takim nasunięciu punktu B, aby znalazł się on na krzywej wyznaczonej przez punkty A, C i D. W tym przypadku punkt A znajduje się na niepodbitym odcinku toru, natomiast C i D w torze po regulacji. Znając wiel-



Rys. 22.21. Układ pomiarowy nasuwania toru (dwóch baz ruchomych) podbijarki

kość potrzebnego przesunięcia punktu *A*, urządzenie nasuwające przemieszcza punkt *B* toru do właściwego położenia. Ten sposób nasuwania stosowany jest w podbijarkach wyposażonych w CODD.

Należy pamiętać, że podane dokładności regulacji położenia toru są teoretyczne. Praktyczna dokładność regulacji uzależniona jest od wielkości istniejących w torze odkształceń, kwalifikacji operatorów i stanu technicznego maszyny oraz stosowanej metody regulacji.



Rys. 22.22. Układ pomiarowy nasuwania torú (czteropunktowy) podbijarki

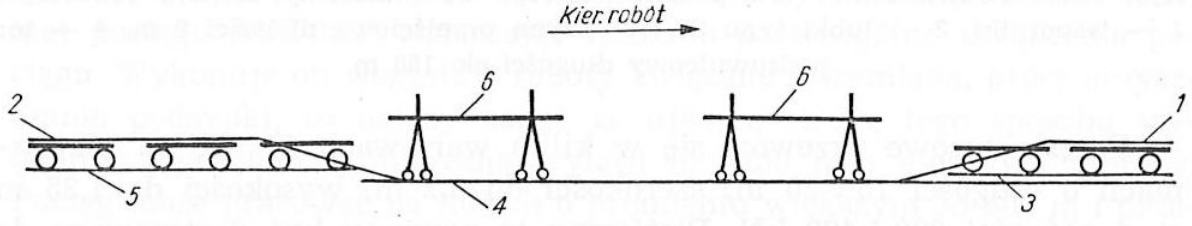
W naprawach głównych nie należy zasadniczo jednorazowo podnosić i nasuwać toru o wartość przekraczającą 60 mm, natomiast w naprawach bieżących, przy ciągłej pracy podbijarki wartość ta nie powinna być większa od 40 mm. Stosowanie podbijarek typu 07-Quatromatic uzasadnione jest jedynie w torach wykazujących odkształcenia nie wymagające podnoszeń i nasuwań większych od 30÷40 mm.

Rozbieranie i układanie toru. Rozbieranie i układanie toru jest jedną z zasadniczych czynności wykonywanych w naprawie głównej lub w przypadku wymiany wszystkich podkładów. Najczęściej stosowany sposób rozbierania starego toru polega na zdejmowaniu całych odcinków toru (przęseł) o długości 15, 25 lub 30 m. Innym sposobem, wymagającym jednakże zastosowania specjalnego wyposażenia, jest od-

kręcenie przytwierdzeń, rozsuwanie na boki starych szyn i wyjmowanie podkładów. Nowy tor można układać przęsłami lub też budować na miejscu z nowych elementów. Zależnie od przyjętej technologii, rozbieranie i układanie toru wykonywać może jeden lub dwa zespoły robocze. Do zdejmowania i układania toru stosowane są na PKP suwnice bramowe z napędem elektrycznym typu SBT (tabl. 22.6 — nr 26), lub żurawie UK 25/9 (Płatowa) (tabl. 22.6 — nr 24). Te ostatnie pracują w zespole z samojezdną platformą motorową MPD umożliwiającą przemieszczenie starych przęseł z żurawia na platformy lub nowych przęseł z platform w zasięg działania żurawia. Za pomocą żurawia UK 25/9 możliwe jest zdejmowanie i układanie przęseł toru o długości do 25 m w przypadku podkładów drewnianych i do 15 m przy podkładach betonowych.

Suwnice SBT są zespołem złożonym z suwnicy napędowej trzech lub czterech suwnic nośnych i podnośnika hydraulicznego. W położeniu transportowym suwnice połączone są krótkimi łącznikami i mogą, ciągnione przez lokomotywę lub wózek motorowy, przemieszczać się po normalnym torze do miejsca robót. W miejscu pracy suwnice są ustawiane na torze podsuwnicowym o szerokości 3020 ± 40 mm (możliwe jest również dostosowanie suwnic do szerokości 3325 mm). Do przenoszenia przęseł długości 30 m z podkładami betonowymi należy stosować 4 suwnice nośne. Inne zarządy kolejowe stosują suwnice hydrauliczne (Secmafer, Donelli, Matisa) mające lepsze charakterystyki techniczne i eksploatacyjne.

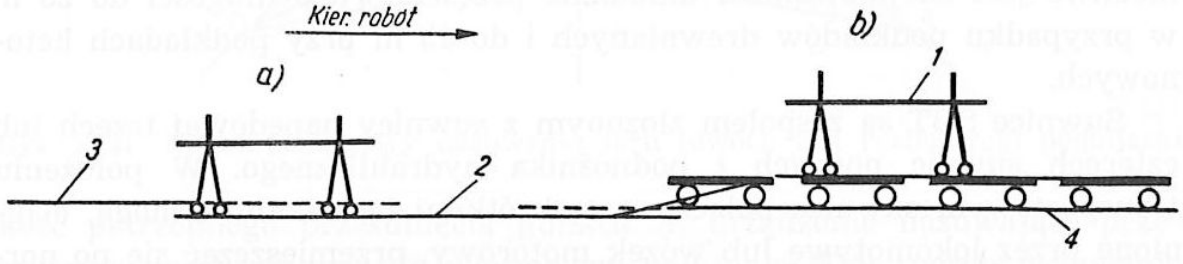
W przypadku stosowania dwóch zespołów wykonujących wymianę (rys. 22.23) pierwszy zespół suwnic zdejmuje przęsła starego toru i układa na przystosowanych do tego wagonach. W przypadku wymiany toru bezstykowego, szyny długie starego toru muszą być pocięte przed wymianą na odcinki odpowiadające długości przęseł. Drugi zespół suwnic przenosi nowe przęsła przywiezione na wagonach i układa na torowisku, które po zdjęciu starego toru powinno być wyrównane za pomocą spychaczy. Ostatecznego wyrównania dokonuje ręcznie grupa ok. 10 robotników. Czynność ta powinna być wykonana starannie, ponieważ ułożenie toru na źle wyrównanym torowisku powodować może utrwa-



Rys. 22.23. Wymiana nawierzchni dwoma zespołami: rozbierającym i układającym tor: *1* — zespół rozbierający tor, *2* — zespół układający tor, *3* — tor stary, przeznaczony do wymiany, *4* — szyny bezstykowe (długości 250÷400 m), *5* — tor nowy, *6* — suwnice przenoszące przęsła torowe

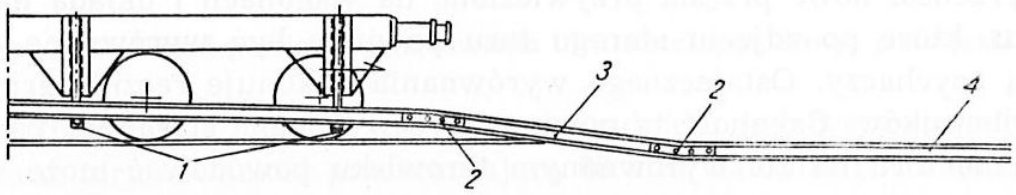
lenie w nowym torze odkształceń, których usunięcie w późniejszej eksploatacji będzie niemożliwe lub bardzo trudne. Przy układaniu toru metodą „bezprzęsłową" suwnice wyposażone są w belkę podłużną z uchwytami, umożliwiającymi przenoszenie i rozłożenie podkładów (do 60 szt. jednorazowo) wraz z przytwierdzonymi do nich podkładkami.

Obok stosowania dwóch zespołów wykonujących niezależnie zdejmowanie i układanie toru, może być stosowany jeden zespół (rys. 22.24). Sposób ten stosowany jest coraz częściej, zwłaszcza przy „bezprzęsłowej" wymianie toru. Zespół taki składa się z dwóch kompletów suwnic, platform na przęsła starego toru, platform z nowymi podkładami, platformy



Rys. 22.24. Wymiana nawierzchni jednym zespołem roboczym: a, b) dwa położenia robocze, *1* — suwnica przenosząca przęsła torowe, *2* — szyny długie spełniające rolę toru podsuwnicowego, *3* — tor nowy, *4* — tor stary

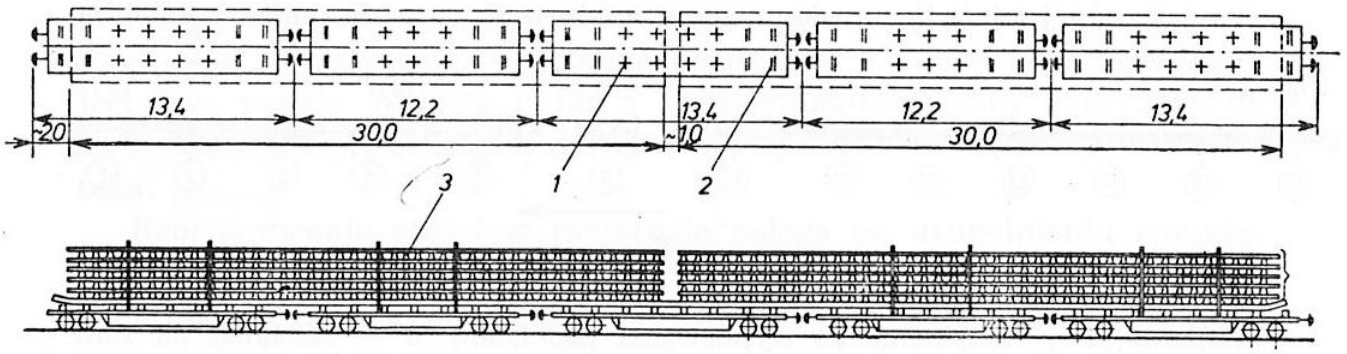
ze złączami oraz lokomotywy. Ze względu na wysokość stosów przęseł ułożonych na platformach, szyny toru roboczego dla suwnic podwiesza się z obu stron platform, co umożliwia przejazd suwnic wzdłuż składu (rys. 22.25). Jednocześnie eliminuje się potrzebę przesuwania toru podsuwnicowego w miarę postępu robót. Wadą rozwiązania jest przekroczenie skrajni taboru, co ogranicza swobodę poruszania się składu roboczego. Na odcinku wykonywania robót jako tor podsuwnicowy wykorzystuje się długie szyny przywiezione na szlak przed naprawą.



Rys. 22.25. Podwieszenie toru podsuwnicowego do platformy zespołu roboczego: *1* — wsporniki, *2* — łubki typu S, *3* — szyna przejściowa długości 2 m, *4* — tor podsuwnicowy długości ok. 150 m

Przęsła torowe przewozi się w kilku warstwach (3÷5), na platformach o długości 10÷20 m, szerokości do 3,2 m, wysokości do 1,35 m oraz nośności 300÷400 kN. Platformy te powinny być dostosowane do jazdy z prędkością 60 km/h. Typowy skład złożony z platform 12 i 13 metrowych pokazano na rys. 22.26. Przęsła w kilku warstwach mogą być układane na podkładach opierających się bezpośrednio na podłodze plat-

formy, na prowadnicach wykonanych z szyn lub też na wałkach. W przypadku stosowania żurawia UK-25/12 przęsła układane są na jednym z odwróconych przęseł oraz na wałkach. Liczba i rozmieszczenie rolek powinno być takie aby nacisk pionowy na jeden wałek nie przekraczał 45 kN, a poziomy 32 kN. Stosuje się również platformy wyposażone w stałe urządzenia zabezpieczające oraz w tor, po którym poruszają się wózeczki z przęsłami. W czasie transportu pakiet przęseł powinien mieć możliwość poprzecznego przesuwu w czasie przejazdu przez łuki. Przęsła w pakiecie wiązane są krzyżowo za pomocą lin stalowych o wytrzymałości na rozerwanie, co najmniej 60 kN.



Rys. 22.26. Skład platform do przewozu przęseł torowych: *1* — wałki stałe, *2* — wałki przesuwne, *3* — przęsła torowe

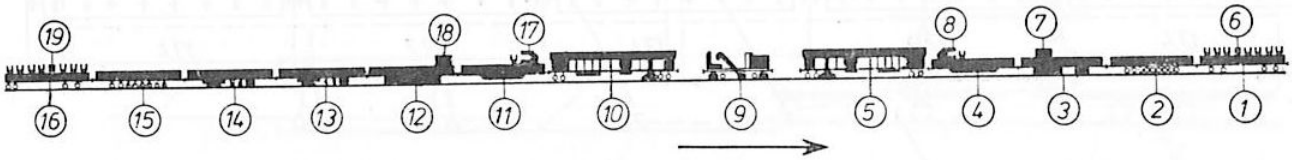
Prócz platform do przewozu przęseł stosuje się zespoły specjalnych wózków (tabl. 22.8 — nr 46). Do przewozu przęseł o długości 30 m należy stosować dwa wózki z ławą pokrętną podpierające stos przęseł z obu końców oraz jeden wózek z ławą przesuwną, ustawiony w środku. Wózki te mają zderzaki umieszczone niżej (0,7 m od poziomu główki szyny), dlatego też do połączenia z normalnym taborem stosuje się wózki ochronne mające zderzaki z jednej strony, umieszczone na zwykłej wysokości. W zależności od liczby przewożonych przęseł wózki zestawia się w zespoły wraz z lokomotywą i platformą.

Do wymiany nawierzchni stosowane są również specjalne pociągi, stanowiące zespół urządzeń służących do rozbiórki starego toru oraz budowy toru z nowych elementów na miejscu wymiany (np. typu SUZ 2000, SUZ 350, Matisa P 811 i inne). Na rys. 22.27 pokazano schemat pociągu SUZ 350* oznaczając liczbami poszczególne urządzenia pociągu. Wykonuje on wszystkie roboty związane z wymianą, prócz oczyszczania podsypki, co należy uznać za ujemną stronę tego sposobu wymiany. Wydajność praktyczna wynosi ok. 250 m/h efektywnej pracy. Pociąg może pracować na łukach o promieniu większym od 300 m i przechyłce do 100 mm, przy odległości między osiami sąsiednich torów, co najmniej 3,75 m. Największe pochylenie profilu toru nie powinno prze-

* Schnellumbauzug.

kraczać 10‰. Pociąg zabiera materiały nawierzchniowe potrzebne do ułożenia 1200 m toru. Obsługę stanowi ok. 50 pracowników. Stosowanie tego rodzaju pociągów wymaga dłuższych wyłączeń toru z ruchu.

Utrzymanie i wymiana rozjazdów. Roboty związane z bieżącym utrzymaniem rozjazdów (wymienione w tabl. 21.4) powinny być wykonywane przez specjalistyczne brygady złożone z toromistrza, dwóch kowali rozjazdowych, spawacza oraz trzech robotników, obsługujących lekkie maszyny torowe i mechaniczne narzędzia. Brygadę należy wyposażyć w przyrządy pomiarowe służące do sprawdzania stanu rozjazdu, agregat prądotwórczy (o mocy 3÷4 kW), wiertarkę, szlifierkę, zakrętarkę i piłę do cięcia szyn, sprzęt spawalniczy, giętarkę do szyn i przyrządy hydrauliczne do nasuwania toru (5 szt.). Ponadto niezbędne



Rys. 22.27. Pociąg do wymiany nawierzchni typu SUZ 350: *1* — platforma na stare podkłady, *2* — usuwanie złączek, *3* — platforma na stare złączki, *4* — platforma silnikowa, *5* — urządzenie do wyjmowania podkładów, *6* — zasobniki na stare podkłady, *7* — suwnica portalowa do przewożenia podkładów, *8* — urządzenie do podawania podkładów, *9* — urządzenie do wyrównywania podsypki, *10* — urządzenie do układania nowych podkładów, *11* — platforma silnikowa, *12* — urządzenie do rozkładania złączek, *13* — urządzenie do mocowania przytwierdzeń, *14* — platforma z urządzeniem do przesuwania szyn oraz z pługiem do podsypki, *15* — wagon na nowe złączki, *16* — platforma z nowymi podkładami, *17* — urządzenie do podawania podkładów, *18* — suwnica do przewożenia nowych podkładów, *19* — zasobniki na nowe podkłady

są, co najmniej dwa komplety narzędzi śluskarko-kowalskich wraz z kuźnią polową oraz zespół podbijaków elektrowibracyjnych. Brygada wykonuje roboty wchodzące w zakres NBR1 i NBR2 oraz roboty przygotowawcze przed pracą podbijarki, z wyjątkiem podbicia podrozjazdnic, którę wykonywane jest przez osobną grupę 12 robotników.

Sposób poprawiania szerokości toru i żłobków w rozjazdach uzależniony jest od przyczyn, które spowodowały zmianę szerokości. W przypadku poszerzenia toru spowodowanego wyrobieniem otworów w podrozjazdnicach, wytarciem wkrętów i owalizacją otworów w podkładach wykonuje się, po zdjęciu przytwierdzeń, kołkowanie starych i rozwiercanie nowych otworów oraz wymienia się wkręty i podkładki. W skrajnych przypadkach wymienia się również pojedyncze podrozjazdnice.

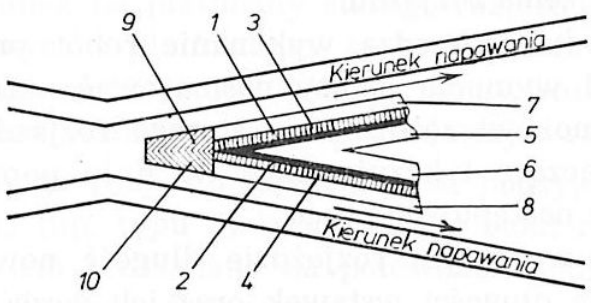
Jeżeli zmiana szerokości toru nastąpiła wskutek rozpłaszczenia główek szyn, to wówczas ścina się spływy powstałe na krawędziach główek za pomocą przecinaków, a następnie oszlifowuje. Zmiany w szerokości żłobków są następstwem wytarcia powierzchni wkładek utrzymujących odległość szyn od kierownicy lub krzyżownicy, rozluźnienia śrub ścią-

gających toki szynowe i kierownice oraz wskutek zużycia bocznego szyn skrzydłowych, dziobów krzyżownic i kierownic. Przywrócenie właściwej szerokości żłobków wymaga dokręcenia śrub, obcięcia spływów, wymiany zużytych wkładek lub założenia wkładek wyrównujących (blaszanych pasków).

Regulacja zamknięć nastawczych ma na celu usunięcie odchyleń od prawidłowej szerokości w wyniku wyrobienia otworów przy połączeniu iglicy z osadą oraz w przegubach zamknięć. Po wyjęciu czopa z osady (co wymaga wyżłobienia w czopie rowków, umożliwiających jego wyjęcie), rozwierca się stary otwór, który uległ owalizacji oraz zakłada specjalny pierścień. Pierścień ten ma wewnętrzną średnicę odpowiadającą prawidłowej osadzie czopa, natomiast zmienna grubość jego ścianek umożliwia wypełnienie wyrobionego otworu. Do naprawy stosowany jest tzw. zestaw Waltera (wraz z pierścieniami), złożony z gryzaka do żłobienia rowków w czopie, dźwigni do wyciągania czopa oraz rozwiertaka.

Regenerowanie części w rozjeździe polega na uzupełnieniu istniejących ubytków materiału przez napawanie (gazowe lub elektryczne). Regenerowane są krzyżownice (dzioby, szyny skrzydłowe i kolankowe) oraz wybicia w opornicach, szynach łączących i w innych elementach rozjazdu. Przed napawaniem, wielkość zużycia krzyżownic określa się podobnie jak w przypadku szyn, a następnie usuwa istniejące spływy i oczyszcza powierzchnie napawane.

Napawanie gazowe wykonuje się przy zużyciu większym od 0,5 mm, natomiast elektryczne przy zużyciu 1,5÷5 mm. Zależnie od głębokości ubytków nakłada się jedną lub kilka warstw — pierwszą wzdłuż szyny, następną w poprzek. Każda warstwa powinna być przekuta przy temperaturze metalu 800÷1000°C. Ostatnią warstwę należy wykonać grubszą o 1÷2 mm od wymaganego poziomu, gdyż po przekuciu i ostygnięciu ulegnie ona obniżeniu. Napawanie krzyżownicy należy rozpoczynać od miejsca, w którym ma ona szerokość 30 mm i kierować ściegi napawania w stronę rozszerzającej się części dzioba. Na rys. 22.28 liczbami oznaczono kolejność nakładania warstw o szerokości 10÷12 mm.

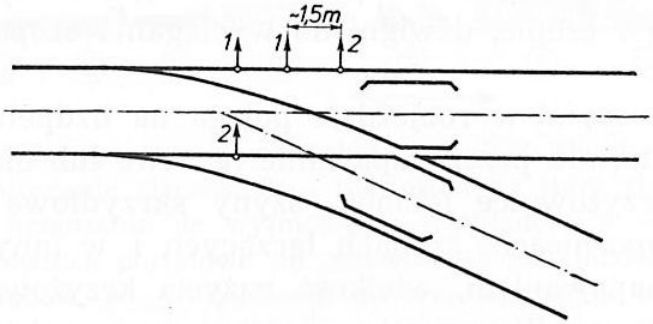


Rys. 22.28. Gazowe napawanie dzioba krzyżownicy: *1÷8* — kolejność nakładania ściegów, *9*, *10* — ściegi nakładane na koniec dzioba

Kolejne warstwy powinny zachodzić na siebie o 1/3 swej szerokości. Ściegi 9 i 10 pokazane na rysunku prowadzi się w kierunku rozszerzenia się dzioba, poczynając od miejsca, gdzie jego szerokość wynosi 9 mm.

Regulację położenia rozjazdu w płaszczyźnie poziomej wykonuje się po odgarnięciu podsypki od powierzchni czołowych podrozjazdnic ustawiając podnośniki pod kątem 45° w sposób pokazany na rys. 22.29. Do przesunięcia rozjazdu o 2÷3 cm wystarczy 2 robotników.

Do regulacji położenia rozjazdu w płaszczyźnie pionowej oraz podbicia podrozjazdnic stosowane są obecnie najczęściej podbijarki PLM 07-275 (tabl. 22.4 — nr 13). Łapy podbijające maszyny powinny zagłębiać się w podsypkę na głębokość do 2 cm poniżej dolnej powierzchni podrozjazdnic. Podbicie należy wykonywać dwukrotnie — najpierw podbijakami odchylanymi w bok, a następnie ustawionymi pionowo. Liczba



Rys. 22.29. Ustawienie podnośników przy przesuwaniu rozjazdu w poziomie (2 warianty rozmieszczenia podnośników 1 : 2)

podbić pod krzyżownicą i stykami powinna być większa. Punkty stałe, według których wykonuje się podnoszenie, należy zasadniczo wybierać na zewnątrz głównego toku rozjazdu. Należy również pamiętać, aby punkt najwyżej podnoszony mieścił się jeszcze wewnątrz rozjazdu. Maszyna powinna wykonać najpierw podbicie odcinka rozjazdu leżącego w torze mniej obciążonym ruchem, a następnie pozostałych jego części. W rozjeździe krzyżowym podbija się oba tory łukowe. Czas regulacji położenia wraz z podbiciem podrozjazdnic przy użyciu podbijarki wynosi ok. 80 min. dla rozjazdu zwyczajnego i ok. 150 min. dla rozjazdu krzyżowego. Należy pamiętać, że pracę maszyny muszą poprzedzać dokładne pomiary położenia rozjazdu.

Wymianę rozjazdu poprzedza wykonanie robót przygotowawczych. Na kilka dni przed wymianą należy nasmarować naftą te śruby, których odkręcenie umożliwi rozdzielenie starego rozjazdu na trzy bloki: zwrotnicę, szyny łączące i krzyżownicę. W dniu poprzedzającym wymianę wykonuje się następujące prace:

— zaznacza się w starym rozjeździe długość nowego rozjazdu co umożliwia obliczenie długości wstawek oraz ich wcześniejsze przygotowanie,

— przycina się podrozjazdnice nowego rozjazdu, jeżeli ich długość

odbiega od przepisowej. Unika się w ten sposób rozkopywania tłucznia w czasie układania bloków nowego rozjazdu.

W dniu wymiany:

— usuwa się w starym rozjeździe tłuczeń z pomiędzy podrozjazdnic, układając go za ich czołami, wzdłuż toru prostego,

— usuwa się śruby łączące poszczególne bloki, zarówno starego, jak i nowego rozjazdu.

W przypadku wykonywania wymiany bez użycia żurawia — po wstrzymaniu ruchu — wykonuje się następujące czynności:

— wzdłuż starego rozjazdu wysypuje się nowy tłuczeń z wagonów samowyładowczych w ilości umożliwiającej przygotowanie warstwy pod nowy rozjazd,

— rozbiera się stary rozjazd i usuwa jego części,

— przetrząsa się na widłach warstwę starego tłucznia i przygotowuje podłoże z nowej podsypki oraz starej oczyszczonej,

— przesuwa się na przygotowane miejsce nowy rozjazd, łączy śrubami styki i poprawia poziome ułożenie rozjazdu; nowy rozjazd należy zmontować z boku, nieco wyżej w stosunku do poziomu starego rozjazdu w celu łatwiejszego przesunięcia rozjazdu po starych szynach ułożonych w odstępach 4÷5 m z odpowiednim pochyleniem i prostopadle do osi rozjazdu, główki szyn należy przy tym pokryć smarem zmniejszającym tarcie. Do przesuwania rozjazdu używa się wciągarek mechanicznych; miejsce montażu nowego rozjazdu powinno być tak dobrane, aby uniknąć zbędnych podłużnych przesunięć rozjazdu,

— wysypuje się z wagonów samowyładowczych potrzebną do uzupełnienia ilość tłucznia, podnosi rozjazd do właściwego poziomu i podbija podrozjazdnice podbijakami wibracyjnymi (tabl. 22.7 — nr 38) oraz ostatecznie poprawia poziome ułożenie rozjazdu.

W przypadku użycia żurawia EDK-300W lub EDK-750 (tabl. 22.6 — nr 28) możliwe są następujące warianty wykonania robót wymiany:

— zmontowanie nowego rozjazdu obok rozjazdu starego,

— zdjęcie żurawiem starego rozjazdu i złożenie obok, a na jego miejsce ułożenie nowego,

— przywiezienie nowego rozjazdu w 3 częściach na specjalnej platformie oraz załadunek na platformy starego rozjazdu, również w trzech częściach; żuraw wraz z platformami może być ustawiony na torze zasadniczym rozjazdu; możliwe jest również ustawienie żurawia na torze zwrotnym, natomiast platform na torze zasadniczym rozjazdu.

Po zdjęciu starego rozjazdu, do usunięcia podsypki stosuje się spycharki lub koparki (np. typu Fadroma). Trzy bloki nowego rozjazdu są podnoszone żurawiem i układane na połówkach podkładów. Umożliwia to wjazd wagonów samowyładowczych i wysypywanie połowy potrzebnej ilości podsypki. Następnie należy poprawić położenie podrozjazdnic, dokręcić wkręty i śruby zakrętarkami (tabl. 22.7 — nr 37) oraz nasunąć

i podnieść rozjazd. Po wyjęciu połówek podkładów podsypkę zagęszcza się podbijakami wibracyjnymi. Wykonanie opisanych robót umożliwia wznowienie ruchu i przejazd pociągu przez rozjazd z prędkością do 30 km/h.

W następnym dniu wykonuje się geodezyjne pomiary położenia rozjazdu, podnosi do 40 mm oraz nasuwa rozjazd i przyległe do rozjazdu odcinki torów na długości 50 m. Do regulacji położenia rozjazdu i torów stosowana jest podbijarka (tabl. 22.4 — nr 13). Po uzupełnieniu z wagonów samowyładowczych brakującej ilości podsypki ponownie wykonuje się geodezyjne pomiary i stosownie do ich wyników, reguluje położenie rozjazdu i przyległych odcinków oraz podbija podrozjazdnice przy użyciu podbijarki. Roboty wykończeniowe obejmują oprofilowanie podsypki i uporządkowanie terenu w obrębie rozjazdu. Po przejeździe przez rozjazd obciążenia 6÷10 kt, należy ponownie podbić podrozjazdnice, nasunąć rozjazd i oprofilować podsypkę. Dokręca się wówczas również śruby i wkręty oraz w razie potrzeby reguluje szerokość toru i żłobków oraz przyleganie iglic i zamknięć nastawczych.

Utrzymanie przejazdów. Utrzymanie przejazdów ma na celu:

— zapewnienie właściwego stanu jezdni przejazdu pomiędzy rogatkami, a w przypadku ich braku na długości 10 m od zewnętrznych szyn po obu stronach toru. Jezdnia powinna być czysta i pozbawiona odkształceń. Szczególnie ważne jest oczyszczanie żłobków szynowych, których szerokość mierzona 14 mm poniżej górnej powierzchni główki szyny musi wynosić, co najmniej 67 mm, a na łukach mniejszych od 350 m — 75 mm. Powinna być również zachowana głębokość żłobka co najmniej 38 mm (uwzględniając dopuszczalne zużycie szyny).

W przypadku stosowania odbojnic niedopuszczalne jest ich stykanie się z szynami. W zimie żłobki należy oczyszczać ze śniegu i lodu, jak również stosować osłony stałe i przenośne lub też żywopłoty chroniące przejazd przed zawianiem śniegiem. Osłony nie powinny jednakże ograniczać widoczności. Ponadto należy zapewnić dobre odwodnienie przejazdu, co wymaga zachowania drożności systemu odwadniającego (drenów i sączków) oraz zdolności filtracyjnej podsypki i warstwy piasku. Niezbędny jest również należyty stan wskaźników ostrzegawczych i znaków, jak też drągów rogatek.

Odchwaszczanie torów. Odchwaszczanie torów wykonywane jest obecnie za pomocą środków chemicznych (herbicydów). Do podstawowych preparatów stosowanych na PKP należą:

— symazyna powodująca sterylizację gleby,
— preparat 2,4-D hamujący wzrost roślin,
— chlorany (wapniowy i sodowy) działające kontaktowo na rośliny,
— preparaty mocznikowe monuron i diuron sterylizujące glebę,
— hywar hamujący rozwój roślin w glebie.

Do odchwaszczania służą pociągi zraszarkowe złożone z cystern, zraszarki i wagonu mieszkalnego. Objętość środka chemicznego zabieranego przez pociąg wynosi ok. 100 m^3 roztworu. Prędkość poruszania się pociągu powinna odpowiadać stężeniu roztworu. Przykładowo, przy prędkości 15 km/h — na 3 m^3 wody przypada 5÷8 kg symazyny, natomiast przy 30 km/h, ta sama ilość symazyny wymaga jedynie 1,5 m^3 wody (przy średnicach otworów w rurze rozpryskowej lub dyszy 1,5÷2,5 mm).

Stosowane są również przenośne urządzenia rozpylające instalowane na platformach wraz z pompami napędzanymi silnikiem spalinowym. Dysze urządzeń zraszających powinny być tak ustawione, aby umożliwić dokładne spryskiwanie powierzchni torowiska i skarpy rowu bocznego od strony toru. Międzytorza na stacjach zrasza się przy użyciu aparatów przenośnych lub przewoźnych (np. aparatu sadowniczego mającego zbiornik o pojemności 500÷1000 l).

Odchwaszczanie należy wykonywać w okresie poprzedzającym owocowanie oraz wysiewanie, przy tym środki kontaktowe stosuje się przy suchej pogodzie, natomiast pozostałe preparaty w okresach zwiększonego zawilgocenia. Dwu lub trzykrotne zabiegi odchwaszczania, wykonane we właściwym okresie, wstrzymują wegetację roślin na okres 2÷3 lat.

Oczyszczanie torów i rozjazdów w okresie zimy. Opady śniegu powodujące pokrycie torów warstwą ponad 3 cm mogą już utrudniać poruszanie się taboru i powodować ślizganie się kół pojazdów szynowych. Warstwa o grubości 10÷20 cm, zwłaszcza przy dużej gęstości śniegu (zmieniającej się zależnie od temperatury otoczenia 0,01÷0,45 g/cm^3) może wstrzymać ruch lub być przyczyną wykolejeń. Zwiększone zasypywanie toru śniegiem występuje szczególnie w miejscach, gdzie wskutek istniejących warunków terenowych (np. obniżeń powierzchni terenu) maleje prędkość wiatru poniżej wartości krytycznej (0,4 m/s dla śniegu suchego). Najbardziej na zasypywanie narażone są przekopy o głębokości do 8 m, nasypy o wysokości ponad 12 m oraz odcinki toru stanowiące przejście nasypu w przekop [18]. W przypadku rozjazdów — śnieg i lód znajdujący się pomiędzy iglicami i opornicami, żłobkami kierownic i krzyżownic, w siodełkach podiglicowych i pędniach zwrotnic utrudnia lub uniemożliwia ich poprawną pracę.

W celu zapobieżenia tworzeniu się zasp wykonywane są stałe zasłony w postaci żywopłotów z drzew iglastych (najlepiej świerków) lub krzewów (akacji, antypki, ligustru i in.) o wysokości 1,5÷2,5 m. Odległość żywopłotu od toru powinna być równa co najmniej jego dziesięciokrotnej wysokości. Stosowane są również przenośne zasłony ustawiane w odległości 20÷30 m od osi toru i wykonane z drewna lub siatki polietylenowej.

Do usuwania śniegu należy przystępować jeszcze w czasie śnieżycy lub zamieci, aby nie dopuścić do tworzenia się warstwy śniegu sięga-

jącej do poziomu główek szyn. Zbita warstwa śniegu ulega bowiem szybkiemu zlodowaceniu przy zmianach temperatury i wówczas jest bardzo trudna do usunięcia. Odśnieżanie torów wykonywane jest najczęściej w zmechanizowany sposób przy użyciu pługów odśnieżnych — lemieszowych i wirowych, oraz odśnieżarek. Do częściej stosowanych należą pługi Björke (starszego typu) będące dwuosiowym krytym wagonem zaopatrzonym z przodu i tyłu w tarcie z ruchomymi nożami oraz w skrzydła odrzucające na zewnątrz śnieg odspojony przez noże. Pługami tego typu można usuwać warstwę śniegu o grubości 0,7÷1,0 m, na szerokości po 2,2 m w obie strony od osi toru. Obsługę stanowi 9 pracowników. Pług dwustronny może być używany do odśnieżania linii jednotorowych. Pługi odśnieżne Klima wykonane ze starych tendrów parowozowych zaopatrzone są w przednie, pionowe lemiesze z nożami, mogące zmieniać położenie w stosunku do osi toru. Pług obsługują trzy osoby.

Do usuwania zasp śnieżnych o wysokości do 3 m stosuje się pługi wirowo-parowe (np. Henschel), spalinowe (np. Rolba 2000-COP-D) lub elektryczne. Pługi te mają w części czołowej umieszczony wirnik wachlarzowy o średnicy do 3 m. Śnieg oddzielany od podłoża nagarniany jest w zasięg działania wirnika, który odrzuca go poza tor. Usuwanie zasp o większej grubości wykonuje się w dwóch etapach — najpierw na szerokość wirnika, a następnie po rozłożeniu bocznych skrzydeł na szerokość 5 m. Prędkość usuwania śniegu, zależnie od jego grubości, wynosi 1÷12 km/h. Obsługę pługa sprawuje 4 pracowników. Odśnieżarka OM 3A (tabl. 22.7 — nr 39) przeznaczona jest do oczyszczania rozjazdów i torów stacyjnych. Maszyna zaopatrzona jest w rękaw do odrzucania śniegu (krótki przy gromadzeniu śniegu na międzytorzu lub załadunku na wagony i długi, przy odrzucaniu śniegu na odległość do 25 m). Odśnieżarka w czasie pracy może poruszać się tylko w jednym kierunku. Przy usuwaniu zasp o wysokości do 1,5 m stosuje się pługi odśnieżne SDPM (tabl. 22.7 — nr 41) wyposażone w przedni lemiesz i boczne skrzydła. Pługi te mogą również kruszyć lód w torach stacyjnych.

Pług odśnieżny SM 2 (tabl. 22.7 — nr 40) wraz z wagonami stanowi pociąg do odśnieżania torów stacyjnych z warstwy śniegu grubości do 0,8 m. Prócz noży podcinających zaopatrzony jest on w szczotkę w postaci walca z rzędami linek stalowych oraz szczotki boczne oczyszczające międzytorze przy powrotnej jeździe maszyny. W torach stacyjnych używa się tylko szczotki lub tylko noża podcinającego, a przy oczyszczaniu rozjazdów zazwyczaj szczotki. Śnieg nagarniany przez szczotkę przekazywany jest przenośnikiem taśmowym maszyny czołowej na przenośniki wagonów znajdujących się za nią. Do oczyszczania rozjazdów obok odśnieżarek mechanicznych i szczotek rotacyjnych umieszczanych na wózkach WM-5 używane są urządzenia ogrzewcze (gazowe, elektrycz-

ne i parowe) zakładane na stałe w rozjazdach, jak również urządzenia przenośne w postaci aparatów benzynowych, naftowych i miotaczy ognia oraz dmuchaw sprężonego powietrza.

Urządzenia do elektrycznego ogrzewania rozjazdów (EOR) mają stosunkowo małą niezawodność, małą sprawność i duże koszty eksploatacji. Do typowych rozwiązań należą grzejniki prętowe układane na stopkach opornic od strony iglicy lub wokół stołeczków ślizgowych zwrotnic. Stosowanie tego typu grzejników wymaga należytego odwodnienia rozjazdu. Zużycie energii przez jeden rozjazd ogrzewany sześcioma grzejnikami wynosi 4,5 kW/h.

Ogrzewanie gazowe stosuje się zasadniczo przy niewielkim oblodzeniu (do 1 cm) lub warstwie śniegu do 10 cm. Źródłem ciepła są promienniki gazowe płomieniowe lub bezpłomieniowe. Te ostatnie (np. Pintsch-Bamag) są zasilane propanem. Płomienniki (po 5—6 sztuk) umieszcza się po zewnętrznej stronie opornicy. Nagrzane do temperatury 423÷473 K przekazują ciepło opornicom oraz siodełkom ślizgowym. Zużycie propanu wynosi ok. 1 kg/h na rozjazd. Promienniki płomieniowe mają mniejszą sprawność, zasilane są najczęściej propanem-butanem, którego zużycie przez jeden promiennik umieszczony pod stopką szyny wynosi 50 g/h, a pod urządzeniem nastawczym 70 g/h.

Parowe ogrzewanie rozjazdów wymaga stosunkowo prostych w budowie i utrzymaniu urządzeń ogrzewczych w postaci przewodów doprowadzających (o średnicach 32÷100 mm), zaworów oraz przewodów ogrzewczych o średnicach ok. 10 mm. Do ogrzewania stosuje się parę o temperaturze 453 K i ciśnieniu 0,5 MPa. Wydatek pary potrzebny na ogrzanie jednej zwrotnicy wynosi ok. 15 kg/h, co umożliwia ogrzanie opornic, iglic, siodełek i zamknięć do temperatury 293 K przy temperaturze otoczenia 253 K.

Oczyszczanie rozjazdów przy użyciu przenośnych aparatów naftowych, benzynowych i miotaczy płomieni jest stosowane również przy niewielkim oblodzeniu lub pokryciu cienką warstwą śniegu. W wyniku spalania uzyskuje się płomień o długości 15÷30 cm, którym nagrzewa się opornice, iglice i inne części metalowe rozjazdu, co umożliwia przestawianie iglic i ich przyleganie do opornic.

Urządzenia pneumatyczne (stosowane coraz rzadziej) składają się ze sprężarki o wydajności 4,5÷7 m^3 powietrza/min, przewodów doprowadzających sprężone powietrze do rozjazdów oraz węży gumowych z dyszami do oczyszczania rozjazdu. Przy ciśnieniu ok. 0,5 MPa i szerokości szczeliny dyszy 5÷10 mm wydatek sprężonego powietrza wynosi 0,9÷÷1,2 m^3/min. Jeden pracownik oczyszcza rozjazd w czasie 3÷10 min.

22.2. PODSTAWOWE ELEMENTY ORGANIZACJI PROCESU TECHNOLOGICZNEGO NAPRAWY NAWIERZCHNI

Poprawne sporządzenie procesu technologicznego naprawy wymaga znajomości sposobów wykonania wszystkich robót wchodzących w zakres naprawy, ich wzajemnego następstwa oraz warunków zewnętrznych, w znacznym stopniu determinujących organizację i technologię robót. Naprawa nawierzchni uwzględniająca wszystkie te zależności jest cyklem działania zorganizowanego, określającym logiczne następstwo zdarzeń [21]. Zgodnie z tym cyklem — do zasadniczych zagadnień, których znajomość potrzebna jest do opracowania procesu technologicznego naprawy nawierzchni należą:

— określenie rodzaju i zakresu naprawy oraz lokalizacji robót,

— wybór technologii i organizacji robót naprawy, dostosowanej, przede wszystkim do istniejących warunków prowadzenia ruchu oraz posiadanego sprzętu i maszyn,

— określenie potrzebnej robocizny i materiałów wraz z oceną możliwości dostarczenia we właściwym czasie materiałów do miejsca robót i rozmieszczenie zaplecza technicznego i remontowego,

— ustalenie czasów realizacji naprawy oraz ustalenie zasad kontroli i odbiorów wykonanych robót.

Należy jednak również pamiętać, że opracowanie zbyt szczegółowych wytycznych działania nie jest celowe, a często może być szkodliwe. Zbyt szczegółowe wytyczne mogą bowiem dotyczyć najwyżej jednego, konkretnego rozwiązania. Możliwe i celowe jest natomiast dostarczenie wykonawcy wykazu zagadnień, które powinny być uwzględnione przed podjęciem sprawnego działania. Oczywiste jest, że działanie to powinno być skuteczne i ekonomiczne.

W a r u n k i r u c h o w e p r o w a d z e n i a r o b ó t. Po określeniu rodzaju i zakresu potrzebnej naprawy należy ustalić lokalizację robót. W tym celu sporządza się wykaz odcinków, szlaków lub stacji z podaniem długości i numerów torów, w których przewiduje się roboty. Jest to podstawą do oszacowania potrzebnego czasu wyłączenia torów z ruchu i przystosowania organizacji ruchu podczas wykonywania napraw. Najczęściej wybór technologii i organizacji robót uzależniony jest więc przede wszystkim od dwóch zasadniczych czynników — warunków ruchu i możliwości wykonawczych (posiadanego sprzętu, maszyn i siły roboczej).

Część robót naprawczych może być wykonywana w przerwach pomiędzy przejazdami pociągów. Należy jednak pamiętać, że wykonywanie robót bez wyłączania toru z ruchu, powoduje na czas przejazdu pociągu konieczność przerywania pracy, usuwania sprzętu i zejścia robotników z toru. Przy dużym natężeniu ruchu oznacza to straty efektywnego czasu pracy sięgające 60%.

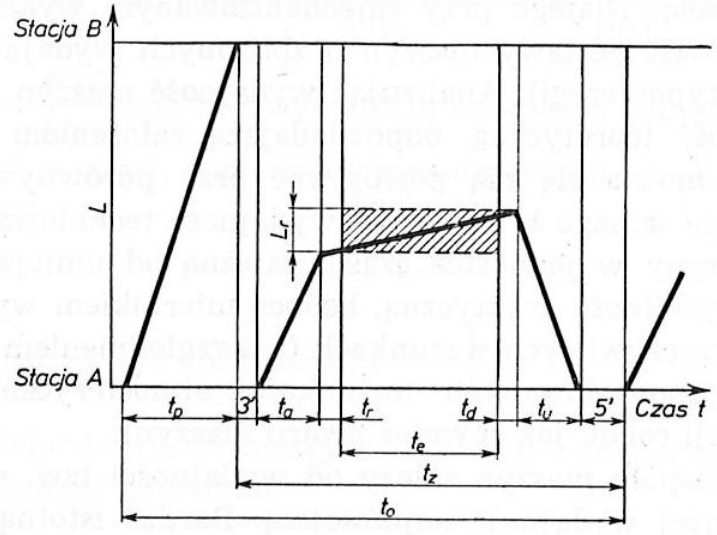
Efektywny czas robót nawierzchniowych wykonywanych bez zamknięć toru zależy więc od przerw między pociągami oraz od strat czasu z powodu przestojów wywołanych ruchem pociągów. Suma strat czasu składa się z czasu potrzebnego na przygotowanie toru do przejścia pociągu (ok. 3 minuty), czasu przejazdu pociągu (ok. 1 min.) i czasu na powtórne rozpoczęcie pracy (ok. 3 min.). Należy również uwzględnić konieczność przerywania robót podczas przejazdu pociągu po torze sąsiednim. Dlatego też na liniach, po których kursuje więcej niż 70 par pociągów na dobę jedynie racjonalnym sposobem bieżących napraw jest stosowanie zespołu wydajnych maszyn torowych. Przyjmuje się, że technologicznie uzasadniony, efektywny czas wykonywania robót nie powinien być krótszy od 25 min.

W przypadku gdy dla szlaku, na którym należy wykonać naprawę, występują dłuższe przerwy w ruchu, wynikające z normalnego rozkładu jazdy, celowe jest wykorzystanie tych przerw na wykonanie robót zespołem wydajnych maszyn (np. podbijarki, zgarniarki i zagęszczarki). W czasie t_0 zawartym pomiędzy przejazdami kolejnych pociągów (rys. 22.30) jedynie czas t_e jest przeznaczony na efektywną pracę maszyny. Czas zamknięcia toru wynosi:

$$t_z = t_1 + t_0 + t_r + t_e + t_d + t_u + t_2, \tag{22.8}$$

gdzie: t_1 — czas oczekiwania na drogę przebiegu przy wyjeździe na szlak (ok. 3 min), t_0 — czas dojazdu maszyny do miejsca robót, t_r — czas przygotowania maszyny do pracy, t_d — czas przygotowania maszyny do zjazdu, t_u — czas powrotu maszyny na stację, t_2 — oczekiwanie na drogę przebiegu przy wjeździe na stację.

Ze względu na stochastyczny charakter ruchu kolejowego przy wyborze dni, w których można oczekiwać wystarczająco dużych wartości t_z można posłużyć się modelem masowej obsługi z ruchem pociągów w po-



Rys. 22.30. Wykres pracy podbijarki w czasie przerwy ruchowej (znaczenie symboli podano w tekście)

staci strumienia losowego. Traktując szlak, na którym przewidziano naprawę, jako kanał obsługi i przy założeniu wykładniczego rozkładu odstępów czasowych t_i między pociągami, wyznaczyć można prawdopodobieństwo wystąpienia czasów t_e uzasadniających wprowadzenie maszyny na szlak:

$$P(t_i > t_{\min}) = n e^{-\frac{t_e}{t_s}}, \tag{22.9}$$

gdzie: $n = \lambda t$ jest przewidywaną liczbą pociągów w rozpatrywanym czasie t, w którym natężenie ruchu równe jest λ, poc./h, $t_s = \frac{t - n\bar{t}_p}{n}$ jest średnim czasem między przejazdem kolejnych pociągów, przy średnim czasie $\bar{t}_p$ zajęcia przez pociąg szlaku między stacją A i B.

Najdłuższy spodziewany czas t_z otrzymamy, gdy

$$n \cdot e^{-\frac{t_z}{t_s}} = 1,$$

stąd:

$$t_{z\,\max} = -t_s \ln \frac{1}{n}.$$

Dokładna znajomość warunków ruchowych na liniach, gdzie wykonujemy naprawy, umożliwia wybór najwłaściwszej technologii pracy i organizacji robót sprzętem i maszynami będącymi w dyspozycji. Zarówno planowanie jak i realizacja robót wymaga ścisłej współpracy ze służbą ruchu.

W y p o s a ż e n i e w m a s z y n y i s p r z ę t. W procesach technologicznych napraw nawierzchni podstawową formą organizacji pracy jest praca równomierna, której poszczególne fazy wykonuje się z podobną wydajnością. Dlatego przy zmechanizowanym wykonawstwie robót należy stosować zestawy maszyn o zbliżonych wydajnościach praktycznych (tzw. typoszeregi). Analizując wydajność maszyn rozróżnia się: W_k — wydajność teoretyczną, odpowiadającą założeniom konstrukcyjnym maszyny; można się nią posługiwać przy porównywaniu między sobą maszyn tego samego typu, W_t — wydajność techniczną, wyrażającą wydajność maszyny w jednostce czasu, zależną od umiejętności operatorów, W_p — wydajność praktyczną, będącą miernikiem wykonania pracy maszyny w rzeczywistych warunkach (z uwzględnieniem przerw technologicznych i spowodowanych warunkami atmosferycznymi; niewłaściwej organizacji robót, jak również awarii maszyn).

Wydajność zespołu maszyn zależy od wydajności tzw. maszyny wiodącej, tzn. mającej wydajność najmniejszą. Bardzo istotną jest technologiczna niezawodność maszyn z uwagi na poważne straty ekonomiczne wynikające z awarii maszyn w czasie wykonywania robót naprawczych.

Maszynę torową można traktować jako obiekt mający elementy zarówno o strukturze równoległej, jak też szeregowej. Łączny czas eksploatacji maszyny składa się z czasu jej efektywnej pracy oraz czasu naprawy (odnowy), który powstał z czasów ustalania przyczyn awarii, dokonania naprawy i czasu ponownego podjęcia pracy (w rzeczywistości należy uwzględniać czas przestojów, dojazdów i zjazdów oraz napraw planowo-zapobiegawczych).

Bezawaryjną pracę maszyny charakteryzują poszczególne czasy t_1, $t_2, t_3, \ldots, t_n$ będące zmiennymi losowymi o określonym rozkładzie prawdopodobieństwa z dystrybuantą:

$$F(t) = P(t_n < t) \tag{22.10}$$

oraz średnią $\bar{t}_A$ i wariancją σ^2_A.

Uszkodzenie maszyny usuwa się w określonych czasach, które są również zmiennymi losowymi charakteryzującymi proces odnowy ze skończonym czasem trwania odnowy, o średniej $\bar{t}_B$ i wariancji σ^2_B. Przy założeniu że procesy te mają charakter stacjonarny, niezależne zmienne losowe charakteryzujące proces odnowy mają rozkład asymptotycznie normalny o średniej:

$$\bar{n} = \frac{t}{\bar{t}_A + \bar{t}_B} \tag{22.11}$$

i wariancji

$$\sigma_n = t\,\frac{\sigma^2_A + \sigma^2_B}{(\bar{t}_A + \bar{t}_B)^3}\,. \tag{22.12}$$

Intensywność uszkodzeń maszyny określa prawdopodobieństwo tego, że maszyna pracując bez uszkodzeń do chwili t ulegnie awarii w czasie Δt:

$$F(t, t + \Delta t) = \frac{P(t) - P(t + \Delta t)}{P(t)} = \frac{P'(t)}{P(t)}\,\Delta t, \tag{22.13}$$

gdzie $h(t) = -\dfrac{P'(t)}{P(t)}$ jest intensywnością uszkodzeń (funkcją ryzyka).

Dla $h(t) = \lambda = \text{const}$, funkcja niezawodności (dla rozkładu wykładniczego) ma postać:

$$P(t) = \mathrm{e}^{-\lambda t}, \tag{22.14}$$

a średnia długość okresu sprawności $\Theta = \dfrac{1}{\lambda}$. (22.15)

Prawdopodobieństwo, że maszyna w chwili t jest sprawna, charakteryzuje współczynnik gotowości:

$$g(t) = \frac{\bar{t}_A}{\bar{t}_A + \bar{t}_B}\,. \tag{22.16}$$

Na podstawie kart pracy maszyny można oszacować niezawodność eksploatacyjną stosowanych maszyn. Przykładowo, dla oczyszczarki tłucznia otrzymano następujące wartości:

— średni czas pracy bezawaryjnej $\bar{t}_A = 7{,}2\ h$ z wariancją $\sigma^2_A = 100\ h^2$,

— średni czas odnowy (naprawy maszyny) $\bar{t}_B = 5\ h$, $\sigma^2_B = 70\ h^2$,

— intensywność uszkodzeń:

$$\lambda = \frac{1}{7{,}2} = 0{,}14 \text{ uszkodzeń/h},$$

— współczynnik gotowości:

$$g(t) = \frac{7{,}2}{12{,}2} = 0{,}59.$$

Należy oszacować z prawdopodobieństwem 95% liczbę awarii oczyszczarki dla czasu $t = 600$ h pracy bezawaryjnej.

Dla poziomu ufności 0,05 liczba awarii $\bar{n}$ dla rozpatrywanego okresu czasu t będzie zawarta w granicach:

$$\frac{t}{t_A} - \mu_\alpha \frac{\sigma_A \sqrt{t}}{\sqrt{\bar{t}^3_A}} < \bar{n} < \frac{t}{\bar{t}_A} + \mu_\alpha \frac{\sigma_A \sqrt{t}}{\sqrt{\bar{t}^3_A}}. \tag{22.17}$$

Odczytując wartości μ_α z tablic rozkładu normalnego otrzymamy:

$$\bar{n}_1 \geqslant \frac{600}{7{,}2} - 1{,}645 \frac{\sqrt{100} \cdot \sqrt{600}}{\sqrt{7{,}2^3}} = 62,$$

$$\bar{n}_2 \leqslant \frac{600}{7{,}2} + 1{,}645 \frac{\sqrt{100} \cdot \sqrt{600}}{\sqrt{7{,}2^3}} = 104,$$

$$62 \leqslant n \leqslant 104.$$

Oszacowanie z prawdopodobieństwem 95% liczby awarii oczyszczarki mogących zdarzyć się w czasie 600 h eksploatacji, jest następujące:

$$\bar{n}_1 \geqslant \frac{600}{7{,}2 + 5} - 1{,}645 \sqrt{600 \frac{100 + 70}{(7{,}2 + 5)}} = 41$$

i odpowiednio $n_2 \leqslant 55$:

$$41 \leqslant n \leqslant 55.$$

W czasie 600 h eksploatacji można spodziewać się wystąpienia 41÷55 uszkodzeń. Jak wskazuje praktyka, niezawodność oczyszczarek i podbijarek obecnie eksploatowanych na PKP wynosi ok. 70%. Znając niezawodność poszczególnych maszyn można oszacować niezawodność zespołu maszyn, przy założeniu że mamy do czynienia z układem szeregowym.

Wówczas zgodnie z prawem iloczynu niezawodność zespołu określa wyrażenie [12]:

$$R_t = \prod_{i=1}^{k} r_i. \tag{22.18}$$

Dla zespołu złożonego z podbijarki mającej niezawodność $r_1 = 0{,}72$, zagęszczarki VDM-800 o niezawodności $r_2 = 0{,}80$ oraz profilarki USP-3000C o $r_3 = 0{,}78$ niezawodność zespołu będzie równa:

$$R_3 = 0{,}72 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}78 = 0{,}45.$$

Oczywiście w podanym przykładzie decydujące znaczenie dla wykonawstwa robót ma bezawaryjna praca podbijarki.

Eksploatacyjne charakterystyki maszyn i sprzętu stosowanego w naprawach nawierzchni. Typowe maszyny i sprzęt stosowany w naprawach nawierzchni scharakteryzowano stosując następujący podział:

a) oczyszczarki,
b) podbijarki podkładów i podrozjazdnic,
c) profilarki i zagęszczarki,
d) żurawie i przenośniki,
e) inne maszyny i lekki sprzęt,
f) środki transportowe.

W tablicach 22.3÷22.8 podano charakterystyki techniczne i eksploatacyjne.

Robocizna i materiały. Nawet przy dużym stopniu zmechanizowania robót, w każdym z procesów technologicznych napraw, część robót wykonywana jest ręcznie. W naprawie głównej nawierzchni procentowy udział pracy ręcznej w poszczególnych grupach robót w stosunku do całości ręcznej robocizny oceniany jest na PKP następująco [5]:

7,5% przy usuwaniu starej nawierzchni,
1,8% przy robotach podsypkowych, przed ułożeniem nowej nawierzchni,
14,3% przy układaniu nowej nawierzchni,
13,4% przy oczyszczaniu podsypki,
30,5% przy ścinaniu ław torowiska i usuwaniu wysiewek,
2,6% przy pierwszym podbijaniu podkładów,
3,4% przy uzupełnianiu tłucznia,
1,8% przy dokręcaniu śrub i wkrętów,
4,3% przy drugim i trzecim podbijaniu podkładów i regulacji położenia toru,
0,4% przy zagęszczaniu podsypki,
20,0% przy oczyszczaniu i odnawianiu rowów bocznych.

Ustalając wielkość potrzebnej robocizny korzysta się z norm pracy określających ilość czasu niezbędnie potrzebnego do wykonania jedno-

Tablica 22.3

Oczyszczarki podsypki

Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Typ maszyny / Parametr	RM-62	RM-63	RM-74 U	C 311	12 CB9	OT-400C	SZCZOM-D	WRM-100
	Plasser	Plasser	Plasser	Matisa	Matisa	prod. polska	prod. radz.	
Długość, m	22,80	36,10	23,14	26,76	17,54	22,87	39,82	15,60
Szerokość, m	2,90	3,90	3,15	2,64	2,94	2,80	—	3,05
Wysokość, m	4,70	4,25	4,28	3,80	4,25	4,20	4,65	4,20
Rozstaw osi, m	16,60	26,60	18,10	18,00	12,00	11,0	30,00	na gąsienicach
Masa, t	72,00	120,00	66,00	59,00	60,00	60,00	152,0	23,00
Średnica kół, mm	890	1000	900	850	850	960	—	—
Moc silnika napędowego, kW	198,60	522,2	261,1	260 kVA	220,6	279,5	420,0	
Prędkość transportowa, km/h	56	80	80	80	45	55	80	30(po torze)
Prędkość robocza, m/h	550 (do 420 m^3/h)	2000 (do 650 m^3/h)	600 (do 550 m^3/h)	500 (do 350 m^3/h)	500 (do 550 m^3/h)	350 (do 400 m^3/h)	do 3000 (do 3000 m^3/h)	do 600
Szerokość oczyszczania, m	4,35	4,35	47,72	3,97	4,42	4,10	3,6—5,0	6,8
Głębokość oczyszczania, mm *	250	250	250	200	200	do 500	do 350	—
Podnoszenie toru, mm	—	do 300	do 100	do 150	—	—	250	—
Nasuwanie toru, mm	—	±200	±100	±445	—	—	±470	—
Zastosowanie maszyny	w torach	w torach	w torach i rozjazdach	w torach	w torach	w torach	w torach	w rozjazdach
Wydajność praktyczna, m/h	do 200	do 240	—	—	do 180	do 180	—	—
Obsługa, osób	5	5	5	5	5	5	6	—

*) od spodu podkładu

Tablica 22.4

Podbijarki podkładów i podrozjazdnic

Nr	9	10	11	12	13	14	15	16	17*)
Typ maszyny / Parametr	SLC 06-32 Plasser	MD 07-32 Plasser	07-O Plasser	B 124 Matisa	PLM 07-275 Plasser	B-133 Matisa	BMNRI-85 Matisa	PD-90 prod.polska	WP02-300O prod.radz.
Długość, m	15,25	17,71	25,50	15,24	18,71	15,24	10,60	4,60	28,64
Szerokość, m	2,65	2,95	3,04	2,90	2,95	2,90	2,55	2,05	
Wysokość, m	3,75	3,03	2,25	3,52	3,70	3,50	3,15	2,40	4,65
Rozstaw osi, m	7,00	11,00	11,0 i 7,0	8,7 i 10,4	11,00	8,7 i 10,4	7,5	—	22,00
Masa, t	33,50	36,50	63,00	36,00	36,50	36,00	26,50	8,30	114,0
Średnica kół, mm	710	710	710	850	710	850	750	300	
Moc silnika napędowego, kW	132,40	150,80	188,30	161,80	147,10	161,80	110,3	63,00	200,0
Prędkość transportowa, km/h	80	80	80	90	80	80	80	30	50
Prędkość robocza, m/h	do 1000	do 1000	do 2000	do 1000	200	rozjazd zwyczajny 0,5 krzyżowy 0,67	do 1000	100	do 3000
Liczba podbijaków	32	32	64	16	8	8	32	8	płyty wibracyjne

cd. tab. 22.4

Wielkość podnoszenia, mm	do 150	do 150	do 150	100÷150	do 150	60÷150	do 150	brak	100
Wielkość nasuwania, mm	do 150	do 150	do 150	do 150	do 150	do 150	do 150	brak	do 200
Wydajność praktyczna, m/h	500	700	1200	—	rozj. zw. 0,5 „ krzyż. 0,67	—	500	ok. 100	2000
System podbijania	asynchroniczny	asynchroniczny	asynchroniczny	asynchroniczny	asynchroniczny	asynchroniczny	asynchroniczny	—	zagęszczenie objętościowe. płytami wibr
Obsługa, osób	4	4	5		5		4	2	10

*) maszyna wykonuje czynności: zagęszczenia, uzupełnienia i oprofilowania podsypki oraz reguluje położenie toru. Nie ma własnego napędu jazdy, wymagana lokomotywa

Tablica 22.5

Profilarki i zagęszczarki podsypki

Nr	18	19	20	21	22	23
Typ maszyny Parametr	USP 3000C Plasser	R7 Matisa	ZT250 prod. polska	VDM--800 Plasser	D-9 Matisa	Stabilizator DGS-32N Plasser
Długość, m	14,10	8,95	8,25	10,15	10,15	18,50
Szerokość, m	3,06	2,90	3,05	3,06	2,45	—
Wysokość, m	3,10	2,91	3,80	3,19	3,30	3,3
Rozstaw osi, m	7,00	3,20	5,85			5,0 i 8,0
Masa, t	23,00	15,50	21,00	14,4	15,0	45,0
Średnica kół, mm	710	750	900	710	850	710
Moć silnika napędowego, kW	99,30	81,00	143,40	81,00	81,00	—
Prędkość transportowa, km/h	80	70	80	80	80	80
Prędkość robocza, m/h	do 2300	do 2000	do 8000	do 1000	do 780	do 1700
Pługi czołowe, szt.	2	2	2	—	—	—
Pługi boczne, szt.	2	2	2	—	—	—
Szczotka rotacyjna, szt.	1	1	1	1	—	—
Największy zasięg pługów od osi toru, m	3,0	3,0	3,0	—	—	—
Wydajność praktyczna, m/h	800	400	400	800	500	800
Obsługa, osób	2	1	2	2	—	2
Liczba ubijaków wibracyjnych	—	—	—	8	8	dwa stabilizatory
Liczba płyt zagęszczających	—	—	—	2	2	2

Tablica 22.6

Żurawie i przenośniki

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne	Uwagi
24	Żuraw układkowy UK 25/9 (Płatowa)	długość 43,87, m	UK 25/21 jest wersją żurawia o udźwigu zwiększonym do 21 kN, przeznaczonym do układnia przęseł długości 25 m z podkładami betonowymi Ze względu na przekroczenie skrajni taboru dźwig nie może pracować w łukach mniejszych od 300 m
		szerokość 3,13, m	
		wysokość w położeniu transportowym 4,635, m	
		wysokość w położeniu roboczym 5,855, m	
		rozstaw osi 12,40, m	
		średnica kół 950, mm	
		Masa 78,0, t	
		udźwig 90,0, kN	
		dopuszczalne obciążenie platformy 40, kN	
		prędkość transportowa 70, km/h	
		prędkość podnoszenia i opuszczania przęsła 0,3, m/s	
		prędkość przeciągania przęsła 0,415, m/s	
		wydajność praktyczna do 1000, m/h	
25	Platforma MPD	długość ze zderzakami 11,50, m	Pracuje w zespole z żurawiem UK i służy do przeciągania przęseł oraz poruszania składu platform z przęsłami
		szerokość w położeniu transportowym 3,10, m	
		Wysokość od główki szyny do osi zderzaków 1,06, m	
		średnia kół 950, mm	
		Największa siła pociągowa 95, kN	
		Nośność 40, kN	
		Prędkość jazdy z napędem własnym 40, km/h	
26	Suwnice SBT 5B	długość zespołu w położeniu roboczym 34,37, m	Stosuje się zestaw 3 lub 4 suwnic nośnych i jednej suwnicy napędowej Do przestawiania suwnic z położenia transportowego
		Suwnica nośna — długość 2,80, m	

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatatcyjne				Uwagi
		— szerokość 3,74 m				w położenie robocze i odwrotnie używa się podnośnika hydraulicznego o udźwigu 50 kN, Możliwe jest podnoszenie suwnic nośnych o 1,95 m
		— wysokość 3,90 m				
		— udźwig 50 kN				
		— moc silnika 4 kW				
		— masa 2,5 t				
		Suwnica napędowa — długość 2,8 m				
		— szerokość 3,74 m				
		— wysokość 3,715 m				
		— masa 5,0 t				
		Wysokość podnoszenia 3,20 m				
		Prędkość podnoszenia 0,06 m/s				
		Prędkość jazdy transportowej do 25 km/h				
		Prędkość jazdy roboczej 1,58 m/s				
		Szerokość toru podsuwnicowego 3,25 m				
27	Suwnica PD-350 Donelli	**Zespół suwnic w położeniu roboczym** — długość 19,80 m				
		— wysokość do 4,27 m				
		— szerokość do 3,54 m				
		Suwnica nośna — długość 2,46 m				
		— szerokość 3,50 m				
		— wysokość 4,27 m				
		— udźwig 18,0 t				
		— masa 5,5 t				
		Wysokość podnoszenia 3,45, m				
		Prędkość podnoszenia 6 m/min				
		Moc silnika napędu 47 kW				
28	Żuraw EDK	Wersja żurawia:	300 W	750	1000/2	Żurawie mogą
		Długość ze zderzakami, m	10,85	11,88	17,44	

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne				Uwagi
		szerokość, m	3,13	3,13	3,14	poruszać się po łuku o promieniu nie mniejszym od 120 m. Żurawie pracują w zespole z platformą ochronną
		wysokość, m	3,60	4,64	4,60	
		udźwig, kN	300	1250	1250	
		wysięg (od-do), m	6,5—14,5	6,1—14,0	7,0—25,0	
		wysokość podnoszenia, m	11,5	9,5	22,0	
		prędkość podnoszenia, m/s	0,075——0,37	0,01——0,067	0,225——0,067	
		czas zmiany wysięgu, s	do 210	do 140	do 210	
		prędkość transportowa, km/h	100	100	100	
		masa własna, t	110	120	149	
		masa przeciwwagi, t	13	29	2×26	
		obsługa, osób	4	4	5	
29	Ładowarka szyn (Ł Sz)	Wysokość 1,95 m				
		Szerokość 3,25 m				
		Długość 0,40 m				
		Przenoszenie szyn w zasięgu 0,5 do 2,0, m od poziomu główki szyny				
		Udźwig 6 kN				
		Masa 0,307 t				
		Prędkość opuszczania 0,02 m/s				
		Prędkość podnoszenia 0,006 m/s				
30	Podnośnik bramkowy	Długość 0,60 m				
		szerokość 1,75 m				
		wysokość 1,20 m				
		masa 90 kg				
		udźwig 7,5 kN				
		wysokość podnoszenia 1,25 m				

Inne maszyny i lekki sprzęt

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne		Uwagi
31	Zgrzewarka PRSM	długość	14,20 m	Szczęki zaciskowe głowicy dostosowane są do jednego profilu szyny
		wysokość	4,30 m	
		szerokość	3,80 m	
		masa	39,9 t	
		nośność platformy zgrzewarki	600 kN	
		udźwig elektrowciągu	30 kN	
		prędkość transportowa	60 km/h	
		Głowica zgrzewająca K 355: zasilanie	400 V, trzyfazowy 50 Hz, 395 A	
		siła zacisku szczęk	1,2 MN	
		moc	150 kV·A	
		masa	2,375 t	
32	Podgrzewarka szyn PG-3	długość	6,87 m	
		wysokość	2,25 m	
		szerokość	2,00 m	
		masa: — wózka z butlami	1,9 t	
		— wózka grzewczego	1,5 t	
		prędkość transportowa	11,10 m/s	
		prędkość podgrzewania	0,28 m/s	
		zużycie gazu	0,0075 m^3/s	
		obsługa	5, prac.	
33	Naprężacz szyn PWE-Co	masa	250 kg	
		siła rozciągająca	do 0,7 MN	
		siła ściskająca	do 0,15 MN	
		skok tłoka siłownika hydraulicznego	300 mm	

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne		Uwagi
34	Urządzenie do regulacji luzów UHR-69	długość	1,10 mm	Umożliwia uzyskanie luzu spawalniczego do 14 mm
		wysokość	3,60 m	
		szerokość	0,56 m	
		masa	88,0 kg	
		siła rozpierania	104 kN	
		siła ściągania	65 kN	
		prędkość rozsuwania	0,6 mm/s	
		rozwarcie szczęk	do 90 mm	
		obsługa	2, prac.	
35	Nasuwarka hydrauliczna NH	długość	1,25 m	Do nawierzchni S60- stosuje się ulepszoną wersję nasuwarki — NS60
		wysokość	1,51 m	
		szerokość	1,89 m	
		masa	662 kg	
		udźwig	12 kN	
		podnoszenie	do 600 mm	
		nasuwanie	do 150 mm	
		prędkość podnoszenia	do 0,04 m/s	
		prędkość nasuwania	do 0,08 m/s	
		moc silnika	5,1 kW	
		obsługa	1 operator	
36	Wiertarka elektryczna do podkładów WP-22	masa	22 kg	*) do drewna twardego
		moc silnika	0,55 kW	
		średnica wiertła	do 22 mm *)	
		wydajność	do 10 otworów/mm	
37	Zakrętarka spalinowa ZS-6A	długość	2,35 m	Dostosowana do odkręcania i zakręcania śrub stopowach, wkrętów i śrub łubkowych ZS-4,5 A jest udoskonaloną wersją ZS--6A
		wysokość	0,90 m	
		szerokość	0,6 m	
		masa	136 kg	
		moc silnika	4,4 kW	

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne		Uwagi
38	Podbijaki elektryczne PWE-3000A	długość	1,11 m	Zespół roboczy składa się z 4 podbijaków, tablicy rozdzielczej i bębna z przewodem
		masa	33 kg	
		zasilanie	220/380 V, 50 Hz	
		moc silnika	0, 4 kW	
		siła wymuszająca	3 kN	
39	Odśnieżarka OM-3A	długość	9,4 m	
		wysokość	2,8 m	
		szerokość	2,0 m	
		masa	7,98 t	
		odległość odrzucania śniegu	do 25 m	
		szerokość odśnieżania	2,3 m	
		wydajność	1200 m^3/h	
		prędkość jazdy transportowej — do przodu	40 km/h	
		— do tyłu	30 km/h	
40	Pociąg do odśnieżania z pługiem SM-2	Pług SM-2		*) przy gęstości śniegu 400 [kg/m^3]
		długość	19,75 m	
		wysokość	4,65 m	
		szerokość	2,80 m	
		masa	68,6 t	
		szerokość odśnieżania	4,8 m	
		wydajność*)	do 1020 m^3/h	
		Wagon pośredni i końcowy — długość	24,54 m	
		— wysokość	4,65 m	
		— szerokość	2,75 m	
		— masa wagonu pośredniego	31,4 t	

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne		Uwagi
		— pojemność wagonu pośredniego	do 80 m^3	
		— masa wagonu końcowego	38,0 t	
		— pojemność wagonu końcowego	do 60 m^3	
		— prędkość jazdy roboczej	6÷10 km/h	
41	Pług odśnieżny SDPM	masa	75 t	
		grubość warstwy śniegu	do 1,5 m	
		szerokość odśnieżania	do 4,95 m	
		prędkość jazdy roboczej	do 70 km/h	
		prędkość jazdy transportowej	do 80 km/h	
42	Pług wirowy (elektryczny)	długość	16,50 m	*) przy gęstości śniegu 500 kg/m^3
		wysokość	5,28 m	
		masa	100 t	
		grubość warstwy śniegu	do 4,5 m	
		szerokość odśnieżania: — przy skrzydłach zamkniętych	3,4 m	
		— przy skrzydłach otwartych	6,0 m	
		wydajność *)	do 7500 m/h	
		prędkość jazdy roboczej	0,5÷8 km/h	

Środki transportowe

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne			Uwagi
43	Wózki silnikowe WM-5 i WM-10	Wymiary wózka, m	WM-5	WM-10	Wózki mogą być wyposażone w żuraw hydrauliczny o udźwigu do 1,5 kN. Wózki moga ciągnąć dwie przyczepy
		długość	4,68	7,15	
		wysokość	2,01	2,25	
		szerokość	2,26	2,20	
		Wymiary skrzyni ładunkowej, m : długość	2,76	3,95	
		wysokość	0,36	0,36	
		szerokość	2,14	2,20	
		masa, t	4,50	6,47	
		odległość podłogi platformy od główki szyny, m	0,78	0,97	
		ładowność, t	5,00	8,00	
		moc silnika, kW	40,50	74,00	
		prędkość transportowa, km/h	60	75	
44	Przyczepy wózków silnikowych PWM-5 i PWM-10		PWM-5	PWM-10	
		długość, m	4,02	6,75	
		wysokość (do podłogi, m)	0,75	0,96	
		szerokość, m	1,95	2,30	
		Wymiary skrzyni, m : długość	3,42	5,80	
		wysokość	0,35	0,35	
		szerokość	1,78	2,20	
		ładowność, t	5,00	10,00	
		masa, t	1,40	4,10	

Nr	Typ maszyny		2-osiowa	4-osiowa		6-osiowa	Uwagi
				krótka	długa		
45	Wagony-platformy	długość, m	14,34	10,30	19,60	13,20	
		długość ładowania, m	12,96	9,00	18,08	11,90	
		szerokość ładowania, m	2,64	3,10	2,57	3,10	
		obciążenie graniczne, kN	240	445	400	700	
		masa, t	12,0	18,5	22,2	25,2	

cd. tab. 22.8

Nr	Typ maszyny	Parametry techniczne i eksploatacyjne				Uwagi
46	Wózki do przewozu przęseł torowych		Wózek nr			1 — wózek z ławą pokrętną 2 — wózek z ławą przesuwną 3 — wózek ochronny
			1	2	3	
		długość, m	5,68	4,04	4,04	
		Wysokość, m (od główki do zderzaka)	0,70	0,70	0,7/1,05	
		szerokość, m	2,60	2,60	1,97	
		ładowność, t	15,0	15,0	5,0 (balast)	
		masa, t	4,5	4,5	5,0	
		prędkość transportowa, km/h	do 15 ładownych do 30 próżnych			
47	Wagony samowyładowcze		Typ wagonu			*) pojemność z czapą równa się 38 m³ Najmniejszy promień łuku dla 411 V w położeniu roboczym wynosi 250 m a w czasie transportu 130 m Nacisk osiowy 411 V równa się 205k N
			59WS	202V	411V	
		długość, m	8,24	8,24	11,19	
		wysokość, m	3,35	—	3,20	
		szerokość, m	3,02	—	3,12	
		masa, t	12,8	12,00	21,60	
		ładowność, t	20,0	21,50	58,0	
		pojemność, m³	12,5	—	30,6*)	
		prędkość transportowa, km/h	do 80	do 100	do 120	
		prędkość wyładunku na szlaku, km/h	ok. 10	ok. 10	3÷5	

stki robót. W odniesieniu do napraw nawierzchni normy pracy zawarte są w odpowiednich katalogach. Obliczenia robocizny potrzebnej do wykonania naprawy głównej nawierzchni na długości 1 km podano dla przykładu w tabl. 22.9.

W przypadku warunków pracy utrudnionych ruchem pociągów po torze sąsiednim obliczone nakłady robocizny należy zwiększać stosując współczynniki podane w tabl. 22.10.

Liczbę pociągów należy ustalać jako sumę wszystkich pociągów kursujących w ciągu zmiany roboczej (towarowe, osobowe, mieszane, lokomotywy luzem). Do robót wykonywanych w czynnych torach (w strefie bezpośredniej), należy zaliczać roboty wykonywane w zasięgu 2,5÷4,0 m

Tablica 22.9

Przykład obliczania robocizny potrzebnej do wykonania naprawy głównej jednego kilometra nawierzchni [14]

Lp.	Wyszczególnienie robót	Jednostka miary	Norma czasu na jednostkę wg Katalogu Norm Pracy Nt 16	Liczba jednostek na 1 km toru	Liczba godzin norm. na 1 km toru (4×5)
1	2	3	4	5	6
1	Ścięcie i uporządkowanie ławy torowiska (szerokość do 1 m), z odrzuceniem gruntu na odległość do 3 m i rozplanowaniem	1 m	NC=0,15 KNP-16/ /0639/4/1	1000	150,00
2	Przygotowanie podsypki tłuczniowej poza czołami podkładów do rozstawienia szyn długich	100 m	NC = 0,96 KNPd16/ /0634/2/1	10	9,60
3	Przełożenie szyn długich ze środka toru poza toki szynowe i ustawienie ich w odległości 3,25 m jako tor podsuwnicowy dla suwnic SBT-5A	1 t	NC = 0,75 KNP-16/ /0110/2/1	120	90,00
4	Przecięcie szyn długich palnikiem przed połączeniem ich w celu umożliwienia jazdy suwnic SBT-5A	1 cięcie	NC = 0,14 KNP-16/ /0214/3/3	4	0,56
5	Połączenie szyn długich celem umożliwienia jazdy suwnic SBT-5A	1 styk	NC = 0,38 KNP-16/ /0607/1/1	4	1,52
6	Cięcie toru bezstykowego S49 na odcinki o długości 30 m (przygotowanie do zdejmowania starego toru suwnicami SBT-5A)	1 cięcie	NC = 0,14 KNP-16/ /0214/3/3	66	9,24
7	Zmontowanie toru podsuwnicowego dla 2 suwnic SBT-5A	1000 m	NC = 10,20 KNP-16/ /0617/1/1	1	10,20
8	Oczyszczanie podkładów z tłucznia przy zdejmowaniu toru	1 m^3	NC = 0,62 KNP-16/ /0109/4/5	24	14,88
9	Zdejmowanie toru przęsłami przy użyciu 2 zespołów suwnic SBT-5A	1 przęsło	NC = 1,70 KNP-16/ /0619/2/3	34	57,80
10	Wyrównanie podsypki tłuczniowej spycharką po zdjęciu toru	100 m	NC = 2,34 KNP-16/ /0167/1/11	10	23,40
11	Poprawienie ręczne powierzchni podsypki po wyrównaniu przez spycharkę	10 m	NC = 2,0 KNP-16/ /0508/1/2	100	200,00

cd. tab. 22.9

1	2	3	4	5	6
12	Układanie podkładów przy użyciu suwnic SBT-5A	100 podkł.	NC = 3,3 KNP-16/ /0629/1/3	17,2	56,76
13	Ułożenie przekładek topolowych	100 podkł.	NC = 0,8 KNP-16/ /0630/1/1—2	34,4	27,52
14	Nasuwanie podkładów przed ułożeniem szyn długich	10 podkł.	NC = 0,23 KNP-16 /0630/1/3	172	39,56
15	Ułożenie (za pomoca wymiennika) szyn długich na podkładach	100 m	NC = 2,80 KNP-16/ /0630/1/5	20	56,00
16	Założenie łapek, śrub stopowych, pierścieni sprężystych i nakrętek	100 kompl.	NC = 2,20 /0630/1/6 KNP-16/	34,4	75,68
17	Wyładunek złącz, przytwierdzeń i szyn	1 t	NC = 0,50 KNP-16/ /0102/3/2	9,0	4,50
18	Oznaczanie osi podkładów na szynach długich	100 podkł.	NC = 0,50 KNP-16/ /0133/1/1	17,2	8,60
19	Nasuwanie podkładów na oś	100 podkł.	NC = 0,40 KNP-16/ /0136/1/1	17,2	6,88
20	Smarowanie śrub stopowych	10 szt.	NC = 0,03 Szac. 6% KNP-16/ /0519/1/1	680	20,40
21	Dokręcanie śrub stopowych zakrętarkami spalinowymi „Madro"	100 śrub	NC = 0,35 KNP-16/ /0602/2/1	68,0	23,80
22	Spawanie termitowe szyn S60	1 styk	NC = 6,45 KNP-16/ /0547/1/1	6	38,70
23	Nagarnianie podsypki zgarniarką przed oczyszczeniem podsypki	100 m	NC = 0,96 KNP-16/ /0634/1/2	10	9,60
24	Oczyszczanie podsypki tłuczniowej dwiema oczyszczarkami OT-400 a) wykonanie wykopu pod łańcuch wybierakowy	1 wykop	NC = 2,0 KNP-16/ /0631/1/1	1	2,00
	b) założenie i zdjęcie łańcucha wybierakowego	1 kompl. czynn.	NC = 2,05+ +1,95 =	2	8,00

1	2	3	4	5	6
			=4,00 KNP-16/ /0631/2/1+3 /1	2	8,00
	c) oczyszczanie warstwy podsypki (30 cm)	100 m	NC = 4,85 KNP-16/ /0631/7/1	10	48,50
25	Podnoszenie toru nasuwarkami NH z klinowaniem podkładów	1 m	NC = 0,27 KNP-16/ /0632/1/1	1000	270,00
26	Podbijanie podkładów dwiema podbijarkami PD90	100 podkł.	NC = 1,4 KNP-16/ /0166/1/1	17,2	24,08
27	Nagarnianie tłucznia i oprofilowanie podsypki profilarką USP-3000 C	100 m	NC = 1,80 KNP-16/ /0634/1/3	10	18,00
28	Wrzucanie w tor nadmiarów podsypki pozostawionych przez oczyszczarkę	1 m^3	NC = 1,2 KNP-16/ /0639/1/1	80	96,00
29	Zagęszczanie podsypki tłuczniowej zagęszczarką VDM-800	100 podkł.	NC = 0,34 KNP-16/ /0615/1/1	17,2	5,85
30	Podbijanie podkładów podbijarką MD-07-32 a) ustawienie i zdjęcie wózka niwelacyjnego	1 kompl. czyn.	NC = 2,05 KNP-16/ /0613/1/1	1	2,05
	b) podbijanie podkładów	100 podkł.	NC = 0,54 KNP-16/ /0613/1/2	17,2	9,29
31	Poprawienie oprofilowania toru	1 m	NC = 0,08 KNP-16/ /149/2/3	1000	80,00
32	Rozgarnięcie wysiewek	1 m^3	NC = 0,75 KNP-16/ /0636/2/1	300	225,00
33	Oczyszczanie rowów	1 m	NC = 0,18 KNP-16/ /0228/1/1	1000	180,00
	Razem				1903,97 r-g

Tablica 22.10

Współczynniki zwiększające zużycie robocizny ze względu na ruch pociągów po torze sąsiednim [5]

Liczba poc. na zmianę	do 10	11÷15	16÷25	26÷35	36÷45	46÷55	56÷65	ponad 65
Strefa bezpośrednia	1,00	1,07	1,15	1,25	1,35	1,59	1,50	1,50
Strefa pośrednia	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,30	1,40	1,50

od osi toru czynnego Współczynników określonych dla robót wykonywanych w strefie pośredniej nie stosuje się, jeżeli miejsce robót jest odpowiednio zabezpieczone od strony toru czynnego. Realizacja procesu technologicznego naprawy jest uzależniona od ilościowego przygotowania potrzebnych materiałów nawierzchniowych, oceny ich zużycia w czasie robót oraz warunków dostawy i zapasów materiałowych. Wykaz rodzaju i liczby szyn i złączek przypadających na jeden kilometr nawierzchni S60 i S49 oraz masę całych przęseł torowych i ich poszczególnych elementów można znaleźć w [11].

Podczas prowadzenia robót naprawczych należy przestrzegać, aby grubość warstwy podsypki w poszczególnych fazach robót nie była zbyt mała, gdyż powodować to może powstanie trudnych do usunięcia odkształceń trwałych toru.

W czasie wykonywania naprawy możliwe jest przejściowe stosowanie mniejszych grubości warstwy podsypki, przy czym pełna grubość warstwy podsypki powinna być osiągnięta najpóźniej do chwili zakończenia remontu stabilizacyjnego. Minimalną grubość warstwy podsypki w cm w tym okresie uzależnia się od dopuszczalnej prędkości pociągów, według wzorów:

a) $g_{min} = 0{,}000417\, v\,(v + 140) + 10$ dla $v \leqslant 120$ km/h,

b) $g_{min} = 0{,}001335\, v\,(v - 148) + 27{,}6$ dla $120 \text{ km/h} < v \leqslant 160$ km/h.

Dla prędkości $v > 160$ km/h należy stosować zawsze pełną grubość warstwy podsypki.

Zależnie od konstrukcji nawierzchni i przeznaczenia linii objętość podsypki zmienia się w granicach 0,9÷1,8 m^3 na metr toru.

Planowanie organizacji i technologii procesu naprawczego. Proces technologiczny naprawy nawierzchni stanowi zespół wszystkich operacji i czynności pomocniczych uporządkowanych zgodnie z kolejnością ich wykonywania. Operacje i czynności muszą być tak powiązane z sobą, aby umożliwiały sprawne funkcjonowanie całego procesu. Mamy więc do czynienia ze wzajemnym, zwrotnym oddziaływaniem procesów cząstkowych i procesu stanowiącego całość. Opracowanie procesu technologicznego wymaga znajomości następujących podstawowych danych:

— rodzaju, ilości i sposobu zaopatrzenia oraz miejsc magazynowania materiałów nawierzchniowych,
— niezbędnej robocizny,
— rodzaju i liczby maszyn i sprzętu,
— rodzaju i liczby środków transportu.

Do podstawowych sposobów organizacji pracy w procesie technologicznym można zaliczyć:

— sposób kolejnego wykonywania robót na każdej z działek roboczych przez tę samą brygadę roboczą,

— sposób równoczesnego wykonywania robót, polegający na wykonywaniu robót w tym samym czasie przez poszczególne brygady na różnych działkach,

— sposób pracy równomierny (potokowy) polegający na podziale całego procesu na składowe operacje, wykonywane przez różne brygady na kolejnych działkach roboczych. W metodzie tej brygady przesuwając się kolejno z jednej działki na następną wykonują swoje wyspecjalizowane czynności. W naprawach nawierzchni ten sposób pracy znajduje najszersze zastosowanie, ze względu na liniowy charakter prowadzonych robót.

Zaplanowanie złożonego przedsięwzięcia (np. naprawy nawierzchni) ułatwiają techniki planowania, oparte na wykrywaniu takiego ciągu kolejnych fragmentów działania, z których każdy może być rozpoczęty dopiero po ukończeniu poprzedniego i które w sumie determinują czas trwania całego procesu. U podstaw tych technik leży prawo harmonii, sformułowane przez K. Akademickiego, głoszące że największy wynik użyteczny przy najmniejszym nakładzie sił i środków uzyskuje się dzięki właściwemu doborowi środków (stanowisk roboczych, ludzi i maszyn) i uzgodnieniu czasów ich działania [21]. Wyrazem tej samej koncepcji teoretycznej są powszechnie obecnie stosowane wykresy sieciowe.

Do najczęściej spotykanych technik stosowanych w planowaniu procesów technologicznych napraw należy zaliczyć:

— wykresy Gantta,
— wykresy pracy maszyn i sprzętu (wykresy ilościowe) obrazujące postęp robót w zależności od czasu ich realizacji,
— metody sieciowe.

Wykresy Gantta podają przebieg poszczególnych czynności w zależności od czasu. Umożliwiają one planowanie i sprawdzanie wykonania planu. Nie podają jednakże zależności jakie istnieją pomiędzy czynnościami (np. wpływu opóźnienia wykonania poszczególnych operacji na termin ukończenia całego przedsięwzięcia). Przy opracowaniu procesów technologicznych robót nawierzchniowych są one stosowane w ograniczonym zakresie, na przykład do sporządzania harmonogramów pracy stanowisk roboczych baz nawierzchniowych (rys. 22.31).

Znacznie szersze zastosowanie znajdują wykresy pracy maszyn sto-

Lp.	Rodzaj czynności	Nr brygady	Nr toru montaż.	Cykl pracy na stanowisku (min)	Liczba pracowników w brygadzie	Praca sprzętu	Czas pracy stanowiska montażowego i numer działki
							0 (n) · 1 (n+1, n+2, n+3, n+4, n+5, n+6) · 2 (n+7, n+8) · 3 (n+9)
1	Rozkładanie podkładów	I	I	20	4 pracow.+ 1 operator	1 suwnica	
2	Rozkładanie złącz, smarowanie	II	I	20	6 pracow.	-	
3	Rozkładanie szyn	III	I	20	4 pracow.+ 1 operator	1 suwnica	
4	Przytwierdzanie podkładek	IV	I	20	6-8 prac.	3-4 zakrętar. elektr.	
5	Przytwierdzanie szyn	V	I	20	6 pracow.	3 zakr.	
6	Ładowanie przęseł na platformy-prace przy rozładunku materiałów	VI	IiII II	bez cyklu	6 pracow.+ 2 operat.	2 suwnice	
7	Prace przy rozładunku materiałów	VII VIII	II	bez cyklu	8 pracow.+ 2 operat.	2 suwnice	

Razem pracowników
- 40 przy podkładach betonowych lub 42 robotników przy podkładach drewnianych, w tym 8 brygadzistów,
- 2 majstrów,
- 6 operatorów

Rys. 22.31. Harmonogram pracy stanowisk roboczych bazy nawierzchniowej (przykład wykresu Gantta)

sowane do charakteryzowania robót liniowych — na przykład bieżącej ciągłej lub głównej naprawy nawierzchni. Stosowane są również techniki sieciowe (krytycznych ciągów sieciowych), z których najbardziej znaną jest PERT*. Jest to technika planowania i kontroli oparta na analizie kolejności i czasu wykonania fragmentów przedsięwzięcia i na określaniu jego „ciągu krytycznego" za pomocą „siatki czynności". *Zdarzenia* (oznaczane zwykle za pomocą kółka) oznaczają moment ukończenia (lub początku) jednej lub kilku czynności. *Czynność* (działanie) przedstawiana jest za pomocą strzałki. Zdarzenia i zmierzające do nich czynności grupuje się w ciąg czynności, w których każda wcześniejsza czynność jest warunkiem następnej. Ciąg trwający najdłużej, zwany *ciągiem krytycznym* określa czas trwania całości. W celu właściwego oszacowania czasu — ustala się dla każdej czynności czas najkrótszy, najdłuższy i najbardziej prawdopodobny.

Przykładem zastosowania tego rodzaju techniki planowania są siatki powiązań czynności dla procesu naprawy bieżącej ciągłej pokazane na rys. 22.32 i 22.33. Na rysunkach tych w lewej części kółek podano numer zdarzenia, w prawej górnej części najwcześniejszy możliwy termin zajścia zdarzenia, natomiast u dołu najpóźniejszy dopuszczalny termin zajścia zdarzenia. Strzałkami przerywanymi oznaczono czynności pozorne (zerowe), łączące zdarzenia, między którymi istnieje tylko następstwo czasowe.

Podstawowa dokumentacja i schematy procesów technologicznych napraw nawierzchni. Szczegółowość opracowania dokumentacji naprawy nawierzchni zależy od charakteru i zakresu robót. Rozróżniana jest dokumentacja techniczna oraz technologiczno-organizacyjna.

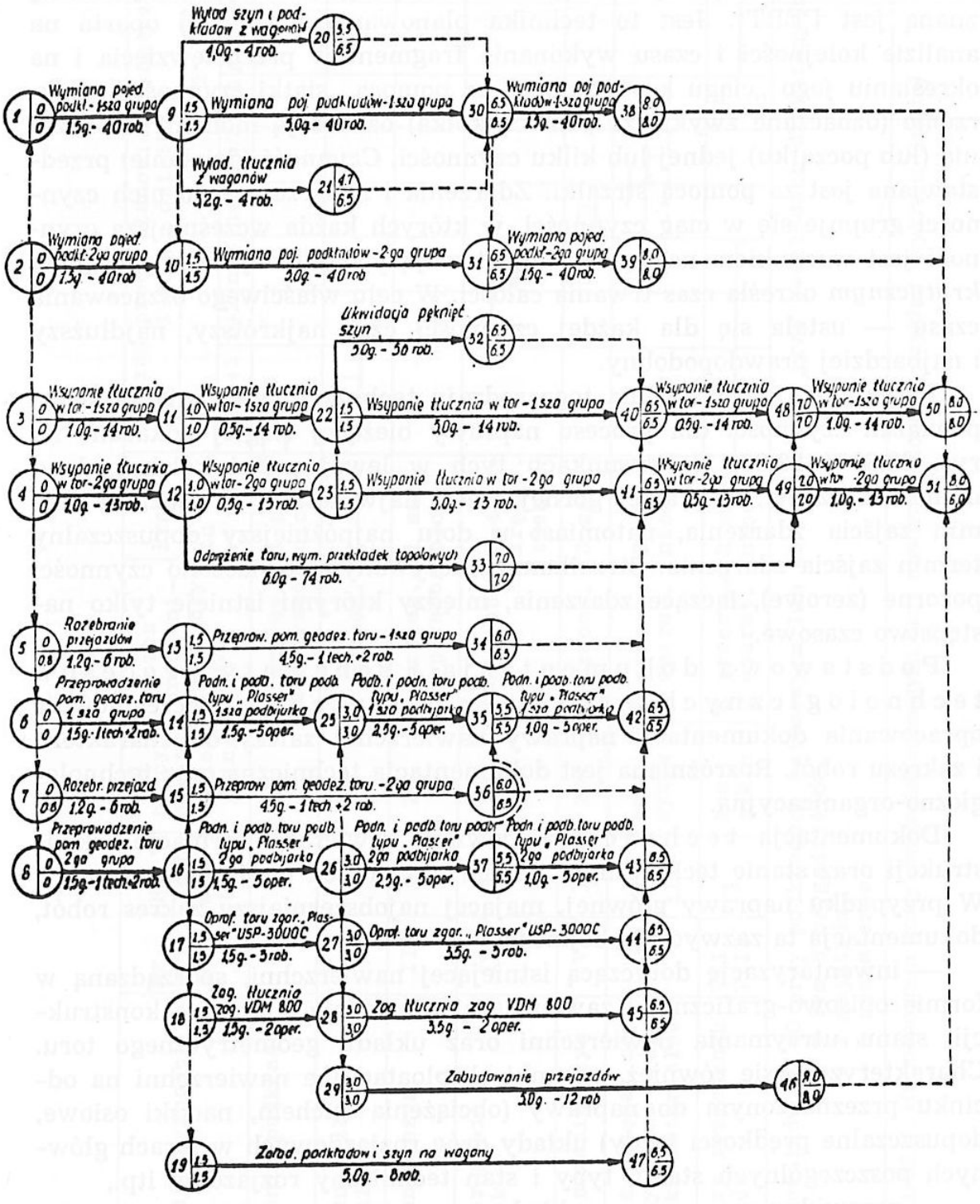
Dokumentacja techniczna powinna zawierać informacje o konstrukcji oraz stanie technicznym nawierzchni przed podjęciem naprawy. W przypadku naprawy głównej, mającej najobszerniejszy zakres robót, dokumentacja ta zazwyczaj obejmuje:

— inwentaryzację dotyczącą istniejącej nawierzchni, sporządzaną w formie opisowo-graficznej i zawierającą informacje dotyczące konstrukcji, stanu utrzymania nawierzchni oraz układu geometrycznego toru. Charakteryzuje się również warunki eksploatacyjne nawierzchni na odcinku przeznaczonym do naprawy (obciążenia ruchem, naciski osiowe, dopuszczalne prędkości jazdy) układy dróg rozjazdowych w torach głównych poszczególnych stacji, typy i stan techniczny rozjazdów itp.,

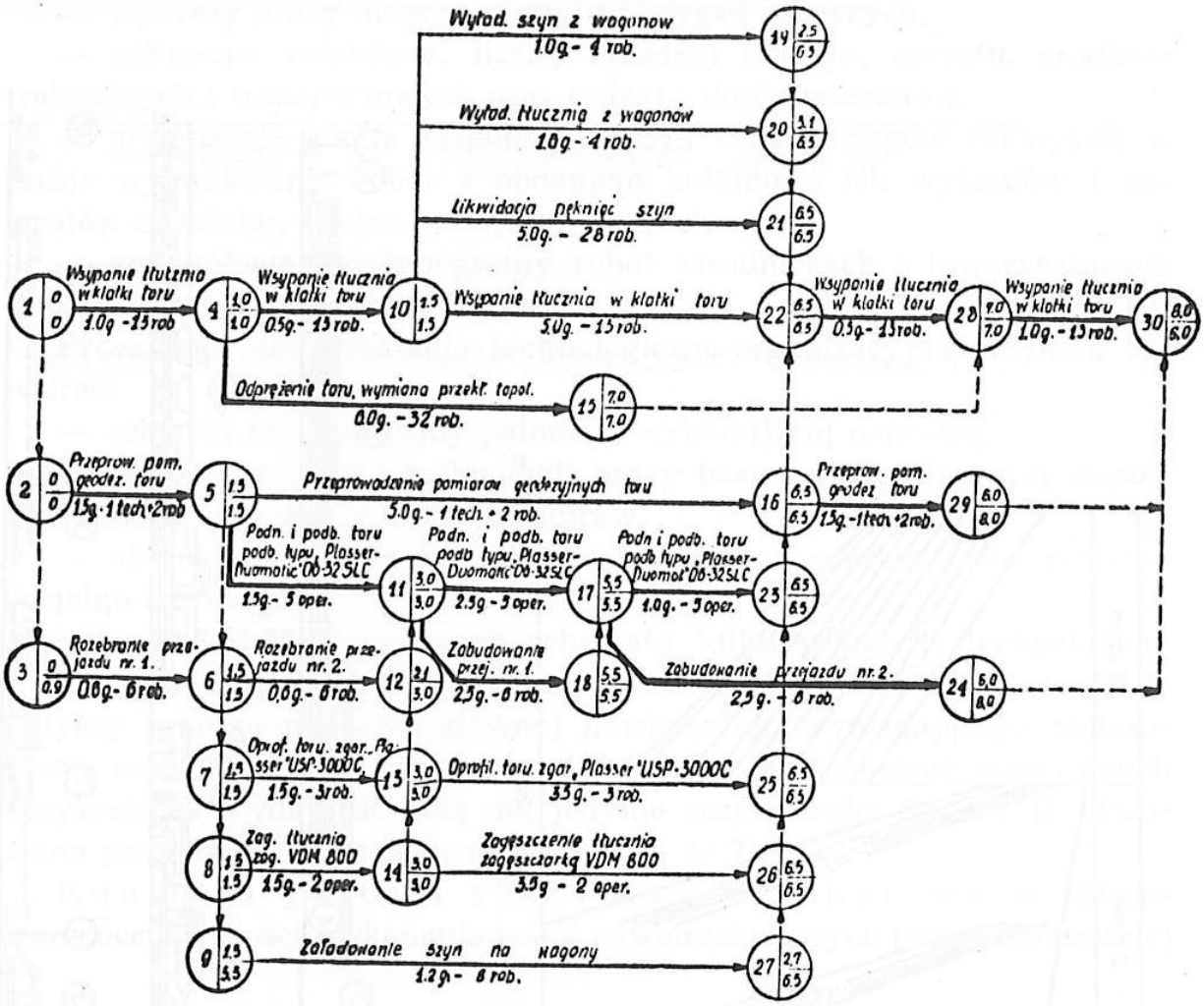
— przewidywane zmiany układu geometrycznego toru i układów rozjazdowych poszczególnych stacji, sprawdzanie skrajni budowli oraz konstrukcji obiektów inżynierskich w przypadku zwiększania obciążeń itp., ustalane na podstawie analizy możliwości zmodernizowania linii,

---

* Program Evaluation and Review Technique.



Rys. 22.32. Siatka powiązań czynności PERT dla naprawy bieżącej ciągłej (nawierzchnia S49 z szynami klasycznymi i podkładami betonowymi) wykonywanej na odcinku 2 km toru w czasie 6- godzinnego wyłączenia toru z ruchu, z zastosowaniem podbijarki 06-32 SLC



Rys. 22.33. Siatka powiązań czynności PERT dla naprawy bieżącej ciągłej (nawierzchnia S49 z szynami bezstykowymi i z podkładami drewnianymi) wykonywanej na odcinku 4 km toru w czasie 6 — godzinnego wyłączenia toru z ruchu, z zastosowaniem 2 podbijarek 06-32 SLC

— profil podłużny i plany sytuacyjne torów oraz głowic stacyjnych po uwzględnieniu przewidywanych zmian,

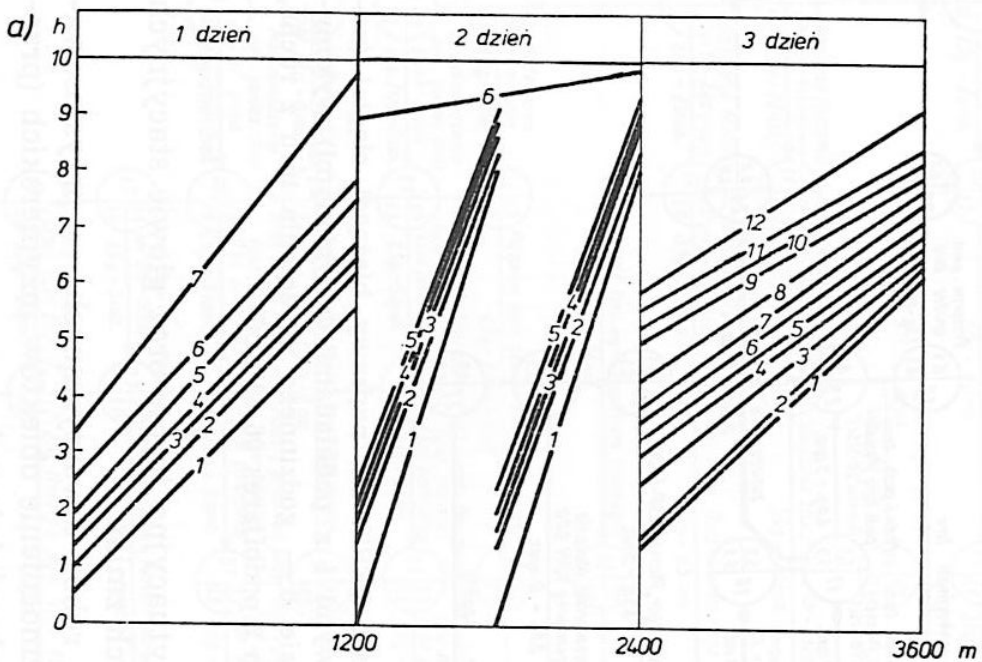
— dokumentację techniczną robót towarzyszących — przystosowania przejazdów, naprawy lub wzmocnienie obiektów inżynierskich (przepustów, mostów) oraz urządzeń odwadniających.

Dokumentacja technologiczno-organizacyjna określa realizację robót naprawy w planowanym okresie czasu oraz dostarcza informacji o przyjętej technologii i organizacji wykonawstwa robót. Dokumentacja ta obejmuje zazwyczaj:

— opis techniczny robót,

— schemat podający lokalizację robót, baz nawierzchniowych, dróg dojazdowych, postoju maszyn na poszczególnych stacjach oraz miejsc zakwaterowania pracowników,

— schemat linii z zaznaczonymi obiektami inżynierskimi utrudniającymi wykonawstwo robót naprawy,


a)
h
1 dzień
2 dzień
3 dzień
1200
2400
3600 m
b)
Pierwszy dzień
Drugi dzień
Trzeci dzień

— wykresy pracy maszyn, sprzętu i brygad roboczych,

— obliczenie robocizny, liczbę i rodzaj maszyn, sprzętu, środków trakcyjnych i transportowych oraz rodzaj i ilość materiałów,

— organizację ruchu zespołów maszyn oraz pociągów roboczych w czasie wykonywania robót z podaniem kolejności ich wyjazdów i powrotów ze szlaku, miejsc postoju na stacjach itp.,

— szczegółowe harmonogramy robót zasadniczych i towarzyszących oraz wykresy zużycia materiałów.

Prócz tego dokumentacja technologiczno-organizacyjna powinna zawierać:

— schemat organizacyjny jednostki wykonującej naprawę,

— opis organizacji i technologii pracy bazy nawierzchniowej współuczestniczącej w wykonawstwie napraw,

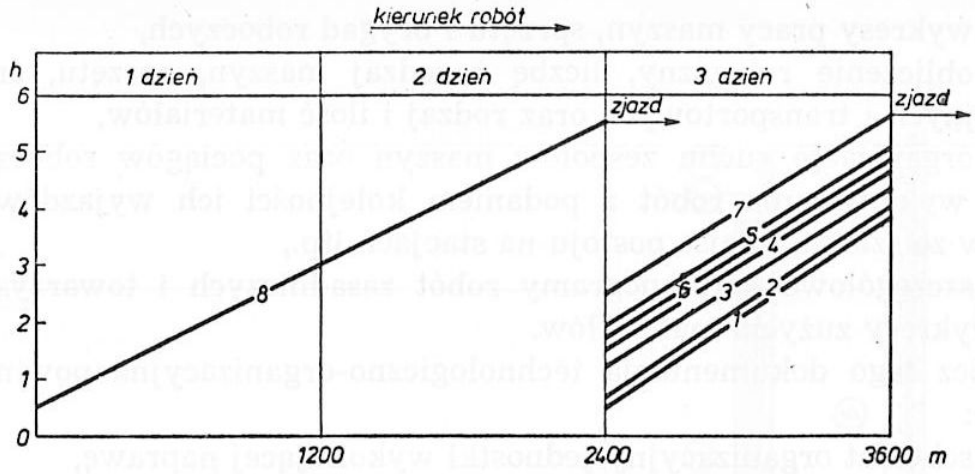
— określenie organizacji napraw maszyn i sprzętu oraz zaplecza socjalno-bytowego.

Na rys. 22.34÷22.37 pokazano schematy kilku procesów technologicznych typowych napraw nawierzchni. Schemat przedstawiony na rys. 22.35 dotyczy procesu naprawy głównej nawierzchni, wymagającego zastosowania oczyszczarki, o wydajności 400÷600 m/h. Z obecnie stosowanych oczyszczarek wydajność taką ma jedynie oczyszczarka Szczom-D, stosowana przęz koleje radzieckie (tabl. 22.3 — nr 7).

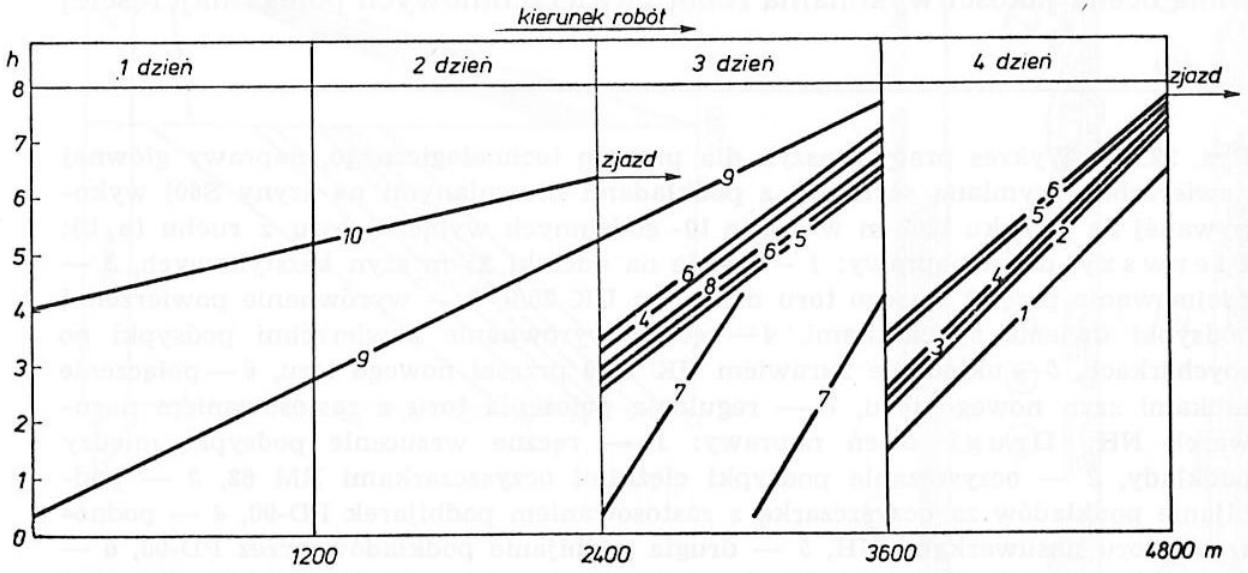
Kontrola jakości robót nawierzchniowych. Stosowana ocena jakości wykonania robót nawierzchniowych polega najczęściej

---

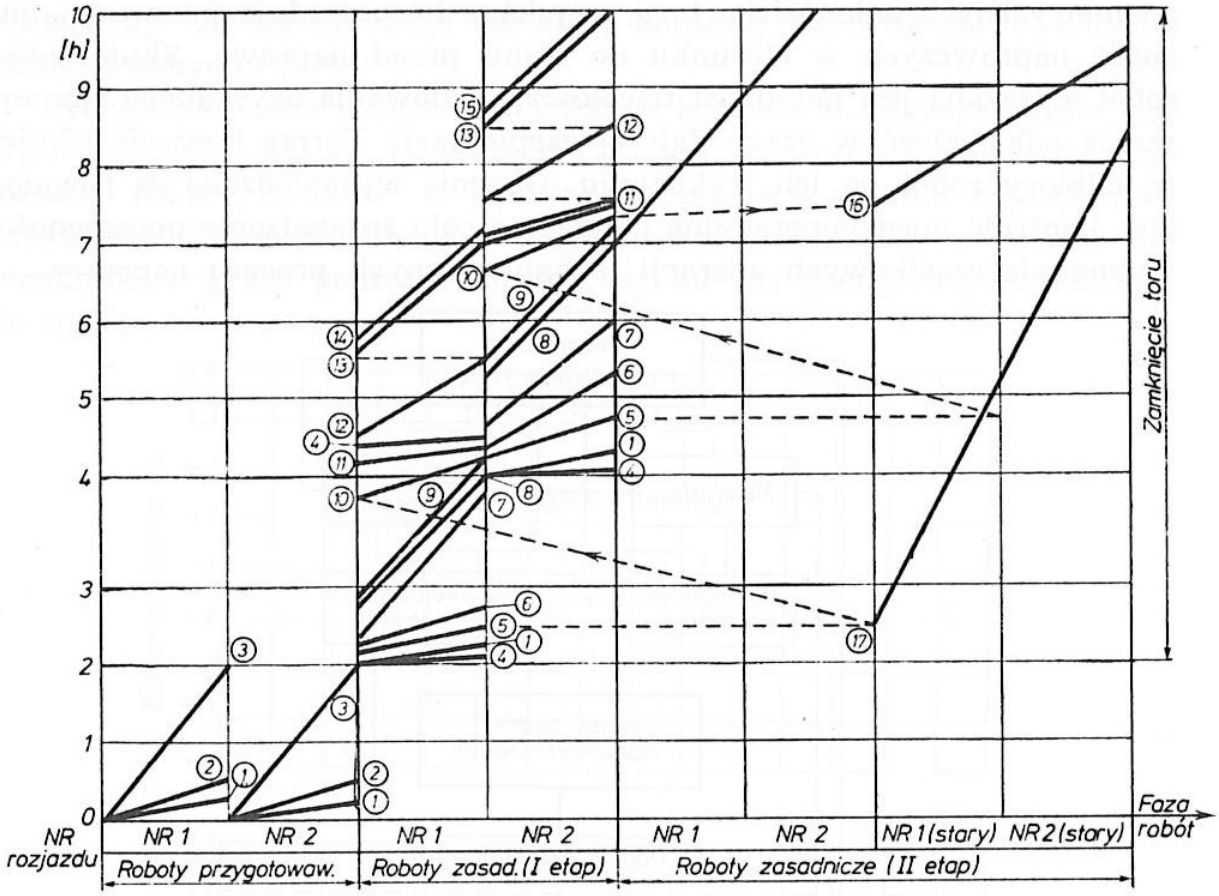
Rys. 22. 34. Wykres pracy maszyn dla procesu technologicznego, naprawy głównej nawierzchni (wymiana szyn S49 z podkładami drewnianymi na szyny S60) wykonywanej na odcinku 1200 m w czasie 10- godzinnych wyłączeń toru z ruchu (a, b): Pierwszy dzień naprawy: *1* — cięcie na odcinki 25 m szyn bezstykowych, *2* — zdejmowanie przęseł starego toru dźwigiem UK 25/9, *3* — wyrównanie powierzchni podsypki dwiema spycharkami, *4* — ręczne wyrównanie powierzchni podsypki po spycharkach, *5* — układanie żurawiem UK 25/9 przęseł nowego toru, *6* — połączenie łubkami szyn nowego toru, *7* — regulacja położenia toru z zastosowaniem nasuwarek NH; Drugi dzień naprawy: *1* — ręczne wrzucenie podsypki między podkłady, *2* — oczyszczanie podsypki ciężkimi oczyszczarkami RM 62, *3* — podbijanie podkładów za oczyszczarką z zastosowaniem podbijarek PD-90, *4* — podnoszenie toru nasuwarkami NH, *5* — drugie podbijanie podkładów przez PD-90, *6* — uzupełnienie podsypki (wyładunek z wagonów samowyładowczych); Trzeci dzień naprawy: *1* — podnoszenie toru nasuwarkami NH, *2* — podbijanie podkładów przez PD-90, *3* — dokręcanie przytwierdzeń mechanicznymi zakrętarkami, *4* — uzupełnienie podsypki z wagonów samowyładowczych, *5* — nagarnięcie podsypki przez profilarkę USP-3000 C, *6* — pomiary geodezyjne położenia toru przed podbijarką, *7* — podbijanie i regulacja położenia toru przez podbijarkę 06-32 SLC, *8* — oprofilowanie podsypki przez USP-3000 C, *9* — zagęszczanie podsypki przez VDM-800, *10* — pomiary geodezyjne położenia toru przed podbijarką, *11* — podbijanie i regulacja położenia toru przez 06-32 SLC, *12* — zagęszczanie podsypki przez VDM-800



Rys. 22.35. Wykres pracy maszyn dla procesu technologicznego naprawy głównej nawierzchni (szyny S60, podkłady betonowe) na odcinku 1200 m toru w czasie 6- godzinnego wyłączenia toru z ruchu, *1* — zdjęcie przęseł starego toru suwnicami SBT-5 i wyrównanie torowiska spycharkami, *2* — ułożenie nowych podkładów przez SBT-5, *3* — ułożenie i przytwierdzenie nowych szyn, *4* — oczyszczenie podsypki, *5* — uzupełnienie podsypki z wagonów samowyładowczych, *6* — nagarnięcie podsypki przez USP-3000 C, *7* — podbicie podkładów i regulacja położenia toru przez 06-32 SLC, *8* — drugie podbicie podkładów i regulacja położenia toru przez MD-07



Rys. 22.36. Wykres pracy maszyn dla procesu technologicznego naprawy głównej nawierzchni z podkładami betonowymi na odcinku 1200 m w czasie 8- godzinnego wyłączenia toru z ruchu: *1* — zdejmowanie starego toru suwnicami, *2* — wyrównanie torowiska spycharkami, *3* — układanie nowego toru suwnicami, *4* — nagarnianie podsypki przez USP-3000 C, *5* — nasuwanie toru nasuwarkami NH, *6* — podbijanie podkładów przez PD-90, *7* — oczyszczanie podsypki przez OT-400, *8* — uzupełnienie podsypki z wagonów samowyładowczych, *9* — podbicie podkładów i regulacja położenia toru przez 06-32 SLC, *10* — oprofilowanie ław torowiska przez PP-300



Rys. 22.37. Wykres przebiegu czynności dla procesu wymiany dwóch rozjazdów z zastosowaniem żurawia EDK-300W: *1* — wyjmowanie śrub łubkowych, *2* — oznaczanie miejsc na haki, *3* — wyjmowanie tłucznia z okienek między podkładami, *4* — wyładunek tłucznia z wagonów samowyładowczych, *5* — wyjęcie bloków starego rozjazdu, *6* — rozluźnienie podsypki ręcznie, *7* — wygarnięcie starej podsypki, *8* — rozgarnięcie czystej podsypki, *9* — zagęszczanie podsypki walcem wibracyjnym, *10* — ułożenie bloków nowego rozjazdu żurawiem EDK-300W, *11* — połączenie łubkami bloków rozjazdu, *12* — podniesienie rozjazdu do przyjętego poziomu, *13* — podbicie podrozjezdnic przez PLM-275, *14* — załadunek starych podrozjezdnic, *15* — załadunek zanieczyszczonej podsypki na wagony, *16* — załadunek na wagony części starego rozjazdu za pomocą żurawia EDK-300W, *17* — odkręcenie śrub stopowych w blokach starego rozjazdu

na porównaniu geometrycznych parametrów toru z przyjętymi odchyłkami dopuszczalnymi, a w przypadku części składowych nawierzchni, sprawdzeniu czy nie wykazują one odchyleń od ustalonych tolerancji wymiarowych. Zasadniczymi czynnikami, które decydują o jakości naprawy są (rys. 22.38):

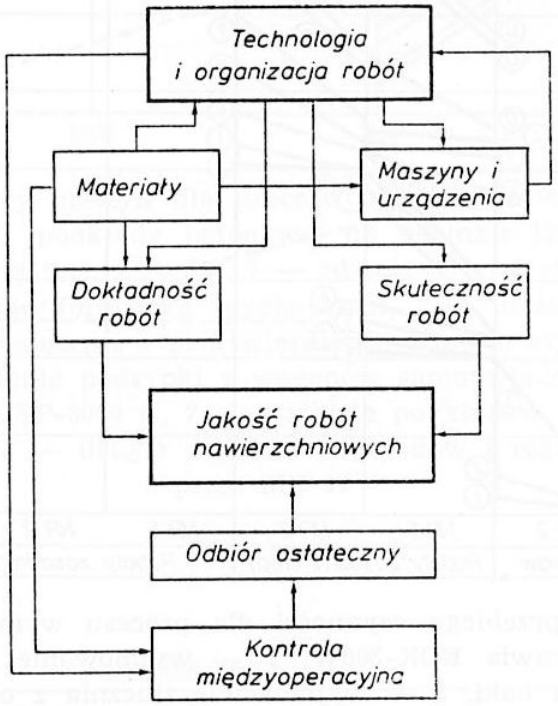
— materiały nawierzchniowe odpowiadające obowiązującym normom jakości,

— sposób wykorzystania i utrzymania maszyn i sprzętu,

— technologiczne i organizacyjne przygotowanie robót naprawczych, w tym również kwalifikacje ludzi wykonujących i kierujących robotami.

Wzajemne oddziaływanie tych czynników decyduje o jakościowym wyniku naprawy. Pojęciem dokładności robót określa się zmniejszenie

geometrycznych odkształceń toru, uzyskane bezpośrednio po wykonaniu robót naprawczych w stosunku do stanu przed naprawą. Skuteczność robót wyrażana jest natomiast trwałością zachowania uzyskanego zmniejszenia odkształceń w czasie dalszej eksploatacji. Formą kontroli jakości są odbiory robót po ich wykonaniu. Obecnie wprowadzane są również tzw. kontrole międzyoperacyjne mające na celu sprawdzenie poprawności wykonania cząstkowych operacji technologicznych procesu naprawy.



Rys. 22.38. Zasadnicze czynniki kształtujące jakość robót nawierzchniowych

Jak wskazują obserwacje, dokładność wykonania robót poszczególnych operacji składowych ma wyraźny wpływ na pracę nawierzchni w okresie dalszej eksploatacji. Wprowadzenie kontroli międzyoperacyjnych jest jednakże niekiedy utrudnione, zwłaszcza przy liniowym charakterze robót wykonywanych zespołem wydajnych maszyn. Kontrole międzyoperacyjne w takich przypadkach muszą być wykonywane tak, aby nie opóźniały wykonania kolejnych operacji naprawy.

Jedną z proponowanych form jest wykorzystanie prostych w stosowaniu metod statystycznych kontroli jakości w postaci kart Shewharta dla wartości średnich i rozstępów [17].

Dla przykładu, w procesie naprawy głównej nawierzchni tego rodzaju kontroli mogą być poddane następujące operacje:

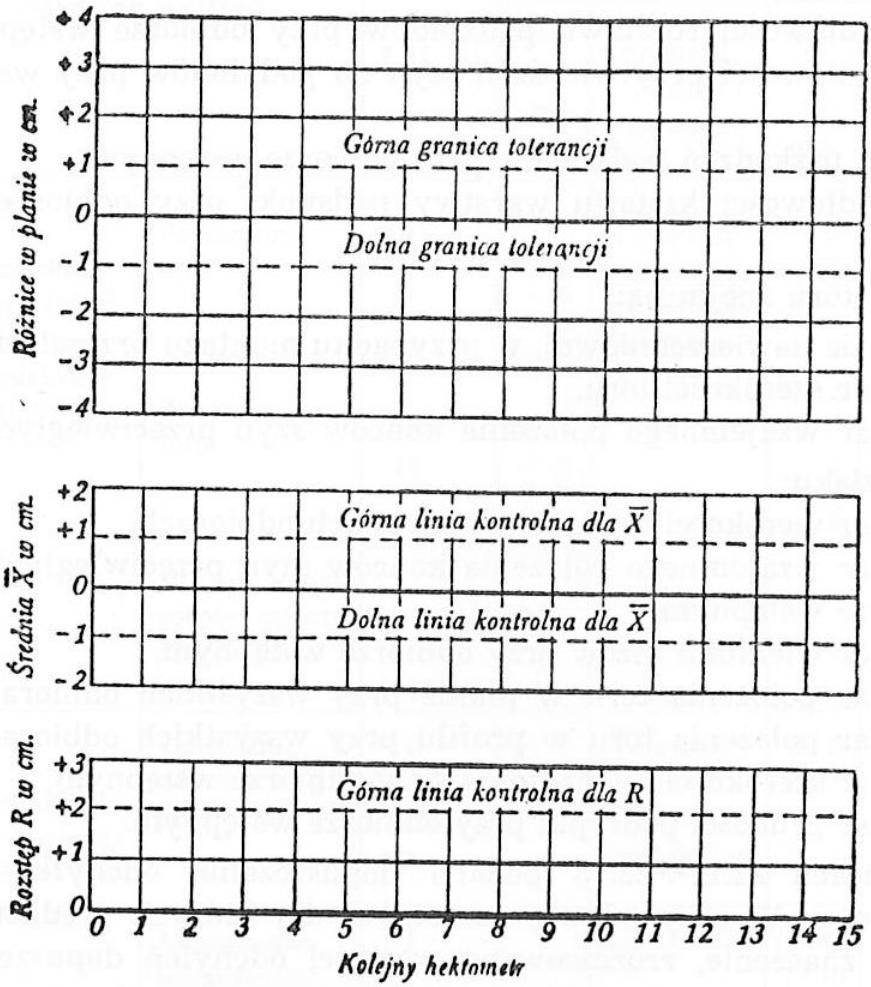
— wyrównywania podsypki po zdjęciu starego i przed ułożeniem nowego toru,

— dokładności ułożenia nowego toru na wyrównanym torowisku.

Na kartach Shewharta (rys. 22.39) zaznacza się górną granicę tolerancji, linie kontrolne dla średnich $\bar{X}$ oraz górną linię kontrolną dla rozstępu pomiarów R. Wykonując pomiary sprawdzające co określony

odstęp (np. 10 m) uzyskuje się stałą kontrolę poprawności wykonania obserwowanych robót.

Prócz stosowania wspomnianych kart, kontrole międzyoperacyjne powinny dotyczyć sprawdzenia tych czynności, których niewłaściwe wykonanie może przesądzić w końcowym efekcie o wyniku naprawy, na przykład — sprawdzenie czy łańcuch wybierakowy oczyszczarki nie wcina się w grunt podtorza lub też czy nie ma pochylenia odwrotnego do spadku torowiska.



Rys. 22.39. Karty Shewharta do kontroli położenia toru w poziomie stosowane w kontrolach międzyoperacyjnych napraw nawierzchni

Rozróżnia się następujące odbiory robót po wykonaniu naprawy głównej nawierzchni:

1) o d b i ó r w s t ę p n y dokonywany po całkowitym zakończeniu robót nawierzchniowych na szlaku, przed oddaniem toru do ruchu. W bazie nawierzchniowej polega on na sprawdzeniu prawidłowości montażu elementów (np. przęseł torowych), z których buduje się tor,

2) o d b i ó r p r z e j ś c i o w y dokonywany przed wprowadzeniem prędkości przewidzianej rozkładem jazdy,

3) o d b i ó r o s t a t e c z n y dokonywany po przejeździe przez tor masy 60 kt.

O odbiorze toru decydują wyniki oględzin i pomiarów. Oględziny obejmują sprawdzenie:

a) w bazie nawierzchniowej:

— braku wad i uszkodzeń podkładów,

— prostolinijności szyn i braku uszkodzeń szyn,

— prawidłowości rozstawu podkładów,

— prawidłowości przytwierdzeń szyn do podkładów,

b) na szlaku:

— prawidłowości rozstawu podkładów przy odbiorze wstępnym,

— prawidłowości przytwierdzeń szyn do podkładów przy wszystkich odbiorach,

— braku uszkodzeń podkładów przy odbiorze wstępnym,

— prawidłowości kształtu warstwy podsypki przy odbiorze wstępnym.

Pomiary toru obejmują:

a) w bazie nawierzchniowej, w przypadku montażu przęseł torowych:

— pomiar szerokości toru,

— pomiar wzajemnego położenia końców szyn przeciwległych toków

b) na szlaku:

— pomiar szerokości toru, przy wszystkich odbiorach,

— pomiar wzajemnego położenia końców szyn przeciwległych toków, przy odbiorze wstępnym,

— pomiar wielkości luzów przy odbiorze wstępnym,

— pomiar położenia toru w planie przy wszystkich odbiorach,

— pomiar położenia toru w profilu przy wszystkich odbiorach,

— pomiar szerokości międzytorza przy odbiorze wstępnym,

— pomiar grubości podsypki przy odbiorze wstępnym.

W tablicach 22.11÷22.13 podano dopuszczalne odchyłki mierzonych wielkości. W przypadku parametrów, dla których prędkość jazdy ma istotne znaczenie, zróżnicowano wartości odchyleń dopuszczalnych, przyjmując następujące przedziały prędkości jazdy, obowiązujące na danej linii:

I — $V \geqslant 120$ km/h,
II — 80 km/h $\leqslant V < 120$ km/h,
III — $V < 80$ km/h.

W przypadku odbioru wstępnego wykonuje się oględziny i pomiary całego odcinka odbieranego toru. Z uwagi na dużą pracochłonność czynności związanych z odbiorem toru, w przypadku odbioru przejściowego i ostatecznego wykorzystuje się analizę sekwencyjną do oceny wyników wykonywanych pomiarów. Umożliwia to ograniczenie liczby pomiarów. Wielkość mierzonego parametru może mieścić się w granicach odchyłek dopuszczalnych lub je przekraczać — z prawdopodobieństwem p. Jest

Tablica 22.11

Dopuszczalne odchyłki dla odbioru wstępnego w zależności od prędkości (Odbiór dokonywany po zakończeniu robót nawierzchniowych przed oddaniem toru do ruchu z prędkością 60 km/h [14]

Lp.	Mierzone wielkości		Przedział prędkości	Odchyłki dopuszczalne w zależności od sposobu wykonywania pomiaru			
				Pomiar ręczny		Pomiar drezyną Matisa	
			I, II, III	Odchyłka, mm	Przyrząd, miejsce pomiaru	Odchyłka, mm	Wskazania odnośnie ustalania wyników
1	Szerokość toru (Nie dotyczy podkładów „BS")	Poszerzenie toru	I	+ 2	Toromierz kontrolny na każdym podkładzie	+ 2	Odczyty z wykresu co 1 cm przy przesuwie taśmy 50 cm/1 km
			II	+ 3		+ 3	
			III	+ 4		+ 4	
		Zwężenie toru	I	− 2		− 2	
			II	− 3		− 2	
			III	− 2		− 3	
		Różnica w szerokości między sąsiednimi podkładami	I, II, III	1		1	
2	Różnica w poziomie toków szynowych	Odchylenie od właściwego położenia	I	± 5	Toromierz kontrolny lub poziomica do 3 m	± 5	Odczyty z taśmy pomiarowej
			II				
			III				
		Maksymalna wichrowatość	I	8 mm/ /3 m	z wyliczenia	9 mm/ /3 m	
			II				
			III				
3	Położenie toru w poziomie	Wielkość strzałki półfali na wykresie	I	6	Korektor krzywizn „Matisa" zapis ciągły	6	Odczyty z taśmy pomiarowej
			II				
			III				
4	Położenie toru w profilu	Odchylenia w stosunku do niwelety	I, II, III	± 30	Niwelator co 100 m	± 30	—
		Wielkość drugich różnic	I, II, III	4	Niwelator co 4 m	4	Analiza wykresu

cd. tab. 22.11

5	Wzajemne położ. końców szyn w przeciwległych tokach	Różnica w położeniu końców szyn	I, II, III	± 10	Węgielnica i linijka z podziałką dla każdego przęsła na bazie i na szkalu
6	Luzy	Wielkość luzu	I, II, III	4	Przymiar klinowy z podziałką dla każdego luzu
		Różnica między największym luzem w tym samym toku dla każdych 10 kolejnych luzów	I, II, III	⩽ 6	
7	Szerokość międzytorza	Odchylenie od właściwej szerokości	I, II, III	+20 0	Przymiar z podziałką, co 100 m
8	Grubość warstwy podsypki	Odchylenie od właściwej grubości	I, II, III	0 + wg potrzeby −20	Linijka z podziałką milimetrową, pomiar od spodu podkładu pod szyną zewnętrzną toru, co 100 m

to więc przypadek rozkładu dwumianowego. Przyjmuje się granicę p_0 z ryzykiem α odrzucenia nawierzchni, w której występuje p_0 lub mniej odchyłek niedopuszczalnych oraz granicę p_1 z ryzykiem przyjęcia β nawierzchni, w której jest p_1 lub więcej odchyłek niedopuszczalnych.

Na rys. 22.40 przedstawiono wykres stosowany do oceny stanu nawierzchni, w zastosowaniu do drugich różnic h, a więc przy szczególnie uciążliwych pomiarach niwelacyjnych. Proste L_1 i L_0 dzielą powierzchnię wykresu na obszar przyjęcia nawierzchni (poniżej L_0), obszar nieprzyjęcia nawierzchni (powyżej prostej L_1) i obszar kontynuowania pomiarów (między prostymi L_0 i L_1).

Miejsce rozpoczęcia pomiarów na odcinku odbieranej nawierzchni ustala się losowo, korzystając z tablicy liczb losowych. Z tablicy tej wybiera się, korzystając z jednego ze sposobów stosowanych w statystyce, np. liczbę 666067, a następnie odczytuje w górę cztery sześciocyfrowe liczby losowe, np. 780334; 621065; 928304; 878739. Każda z liczb składa się z sześciu cyfr. Możemy je więc podzielić na potrzebne nam liczby trzycyfrowe. Przykładowo szlak, na którym będzie wykonywany odbiór leży w granicach km 118,720 — 123,863. Ponieważ pierwsza wylosowana liczba tj. 666 jest mniejsza niż 720, wobec tego liczbą miarodajną dla km 118 będzie najbliższa z wylosowanych liczb większych niż 720, tj. w tym przypadku liczba 780.

Tablica 22.12

Dopuszczalne odchyłki dla odbioru przejściowego w zależności od prędkości (odbiór dokonywany przed wprowadzeniem rozkładowej prędkości) [14]

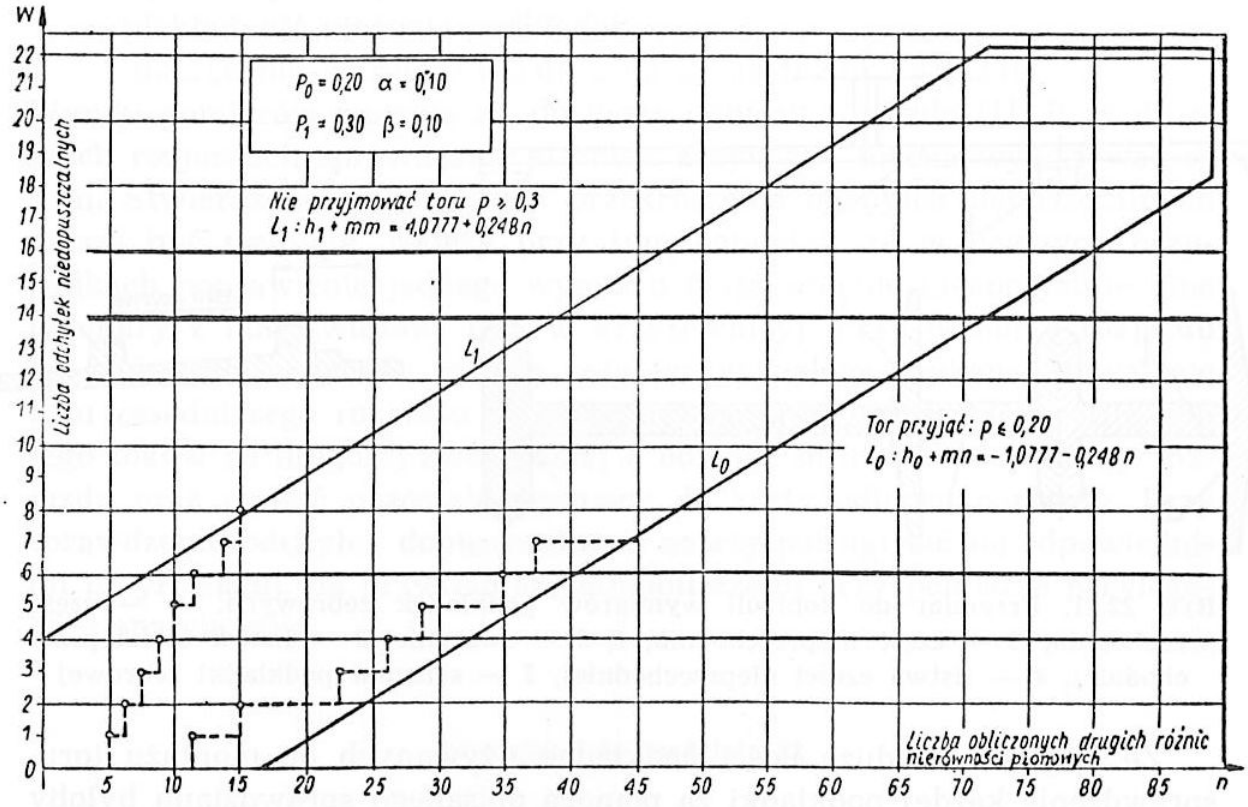
Lp.	Mierzone wielkości		Przedział prędkości I,II,III	Odchyłki dopuszczalne w zależności od sposobu wykonywania pomiaru			
				Pomiar ręczny		Pomiar drezyną Matisa	
				Odchyłka [mm]	Przyrząd, miejsca pomiaru	Odchyłka [mm]	Wskazania odnośnie uodczyt wyników
1	Szerokość toru (nie dotyczy podkładów „BS")	Poszerzenie toru	I	+2	Toromierz kontrolny co 3 m	+2	Odczyty z wykresu co 1 cm przy przesuwie taśmy 50 cm/km
			II	+3		+3	
			III	+4		+4	
		Zawężenie toru	I	−2		−2	
			II	−2		−2	
			III	−3		−3	
2	Różnica w poziomie toków szynowych	Odchylenie od właściwego położenia	I	−2	Toromierz kontrolny lub poziomica, co 3 m	−2	Odczyty z taśmy pomiarowej
			II	−3		−3	
			III	−4		−4	
		Maksymalna wichrowatość	I	4 mm/3m	z wyliczenia	4 mm/3m	
			II	6 mm/3m		6 mm/3m	
			III	8 mm/3m		8 mm/3m	
3	Położenie toru w poziomie	Wielkość strzałki półfali na wykresie	I	3	Korektor krzywizn „Matisa" zapis ciągły	3	Odczyty z taśmy pomiarowej
			II	4		3	
			III	5		5	
		Liczba przekroczeń strzałki dopuszczalnej	I, II, III	2 razy/km	—	2 razy/km	—
4	Położenie nie w profilu	Odchylenie w stosunku do niwelety	I, II, III	±30	Niwelator, co 100 m	—	—
		Wielkość drugich różnic	I	3	Niwelator, co 4 m	3	Analiza wykresu
			II, III	5		5	

Dopuszczalne odchyłki dla odbioru ostatecznego w zależności od prędkości (odbiór dokonywany po przejeździe masy 0,6 Mt [14]

Lp.	Mierzone wielkości		Przedział prędkości I, II, III	Odchyłki dopuszczalne w zależności od sposobu wykonywania pomiaru			
				Pomiar ręczny		Pomiar drezyną Matisa	
				Odchyłka, mm	Przyrząd, miejsce pomiaru	Odchyłka, mm	Wskazania odnośnie ustalania wyników
1	Szerokość toru (Nie dotyczy podkładów „BS")	Poszerzenie toru	I	+3	Toromierz kontrolny co 3 m	+3	Odczyty z wykresu co 1 cm przy przesuwie taśmy 50 cm/km
			II	+4		+4	
			III	+5		+5	
		Zawężenie toru	I	−2		−2	
			II, III	−3		−3	
2	Różnica w poziomie toków szynowych	Odchylenie od właściwego położenia	I	±3	Pomiar toromierzem lub poziomicą co 3 m	±3	Odczyty z taśmy pomiarowej
			II, III	±5		±5	
		Maksymalna wichrowatość	I	4 mm/3m	Z wyliczenia	4 mm/3m	
			II	6 mm/3m		6 mm/3m	
			III	8 mm/3m		8 mm/3m	
3	Położenie toru w poziomie	Wielkość strzałki półfali na wykresie	I	3	Korektor krzywizn „Matisa" zapis ciągły	3	Odczyty z taśmy pomiarowej
			II	4		4	
			III	5		5	
		Liczba przekroczeń strzałki dopuszczalnej	I, II, III	2 razy/ /1 km	—	2 razy/ /1 km	
4	Położenie toru w profilu	Odchylenie w stosunku do niwelety	I, II, III	±30	Niwelator co 100 m	±30	
		Wielkość drugich różnic	I	4	Niwelator, co 4 m	3	Analiza wykresu
			II, III	5		4	

Ustalamy więc dla poszczególnych kilometrów szlaku początkowe punkty pomiaru: 118,780; 119,334; 120,621; 121,065; 122,928; 128,304.

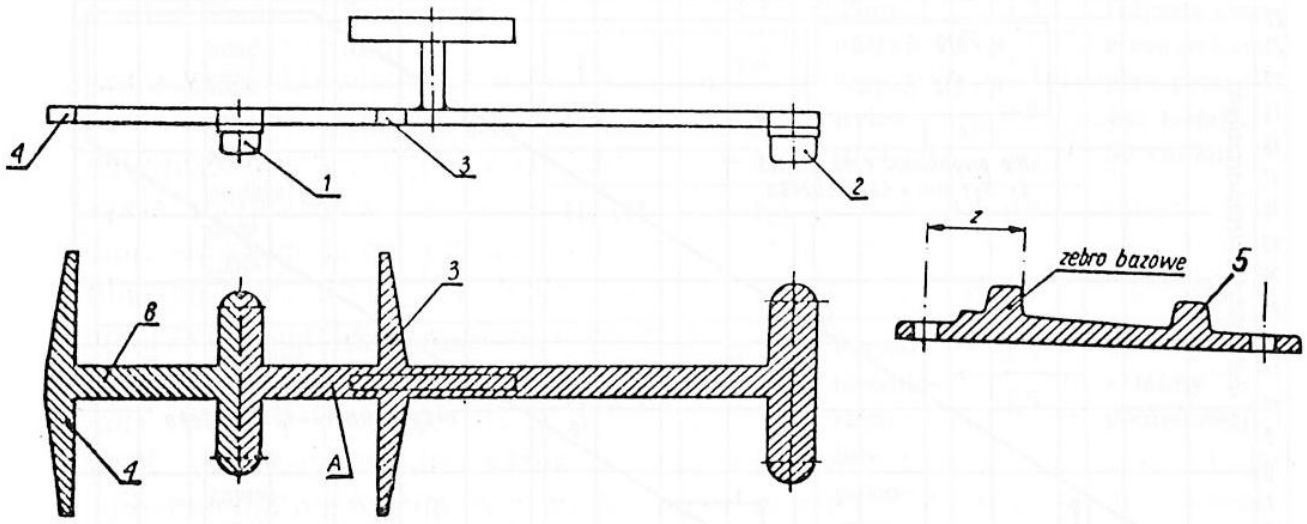
Przyjęto, że w przypadku gdy na określonym kilometrze (na początku lub na końcu szlaku) odbiorowi ma podlegać mniej niż 200 m nawierzchni i dwie kolejne wylosowane liczby nie odpowiadają temu odcinkowi — wówczas o jej ocenie decyduje ocena kilometra sąsiedniego. Przyjęto również, że mierzone odcinki nie mogą się wzajemnie nakładać, tzn. należy pominąć liczbę losową, która wyznaczy na początku określonego kilometra miejsce pomiaru odległe mniej niż 90×4 m = = 360 m. Jeżeli pomiar rozpoczęty np. w km 118 przejdzie na km 119, to jego wyniki odnosimy do km 119.



Rys. 22.40. Wykres stosowany przy sekwencyjnej ocenie stanu toru (ocena nierówności profilu toru)

Elementy nawierzchni, przed ich wbudowaniem do toru, podlegają również kontroli jakości, w celu wyeliminowania elementów nie odpowiadających wymaganiom technicznym. Na prawidłową szerokość toru po zmontowaniu istotny wpływ ma jakość stalowych podkładek żebrowych, a zwłaszcza zapewnienie dopuszczalnych odchyłek wymiarowych. Wymiarem, który podlega sprawdzeniu, jest odległość z żebra bazowego od osi otworów na wkręty bliższych żebru bazowemu (rys. 22.41). Kontrolę prawidłowości tego wymiaru przeprowadza się za pomocą sprawdzianu, pokazanego na rys. 22.41. Podkładkę bada się przez dwukrotne przyłożenie sprawdzianu, najpierw częścią przechodnią A, a następnie częścią

nieprzechodnią *B*, wkładając sprawdzian od góry podkładki po stronie żebra bazowego. Podkładka spełnia warunki kontroli częścią przechodnią, jeżeli wszystkie sworznie (1 i 2) sprawdzianu wejdą całkowicie do otworów w podkładce, a listwa *3* nie przeszkadza we wprowadzeniu sworzni w otwory, wskutek opierania się o żebro bazowe. Podkładka spełnia warunki sprawdzenia częścią nieprzechodnią, jeżeli listwa *4*, opierając się o żebro bazowe uniemożliwia wprowadzenie sworzni *1* do otworów w podkładce od strony żebra bazowego. Podkładka spełniająca warunki sprawdzenia częścią przechodnią i częścią nieprzechodnią sprawdzianu może zostać przyjęta do montażu toru (o ile spełnia inne wymagania jakościowe przewidziane w normie) — w przeciwnym razie powinna być odrzucona.



Rys. 22.41. Przymiar do kontroli wymiarów podkładek żebrowych: *A* — część przechodnia, *B* — część nieprzechodnia, *1*, *2* — sworznie, *3* — listwa części przechodniej, *4* — listwa części nieprzechodniej, *5* — schemat podkładki żebrowej

Ze względu na duże ilości podkładek używanych do montażu toru, sprawdzenie każdej podkładki za pomocą opisanego sprawdzianu byłoby bardzo pracochłonne i czasochłonne. Z tego względu odbiór podkładek wykonuje się z wykorzystaniem metod statystycznej oceny jakości, na podstawie wyników oceny reprezentatywnej próbki statystycznej. W tym celu z partii podkładek podlegającej odbiorowi, o liczebności 3000÷÷10 000 sztuk pobiera się losowo podkładki do badań. Każdą z pobranych w ten sposób podkładek sprawdza się według wymagań technicznych, kontrolując między innymi zachowanie dopuszczalnych odchyłek wymiarowych odległości żebra bazowego od osi bliższych wkrętów. Inne parametry podlegające sprawdzeniu to: szerokość kształtownika, rozstaw żeber, średnice otworów na wkręty, pochylenie kształtownika, rozstaw żeber, średnice otworów na wkręty, pochylenie podkładki w części podszynowej, szerokości i głębokości otworów na śruby stopowe, wady materiałowe, deformacje kształtu itp. Próbkę uważa się za dobrą, gdy prze-

prowadzone badania wypadły zgodnie z warunkami określonymi w normie. Do oceny jakości partii podkładek na podstawie wyników badań kolejnych próbek najlepiej nadaje się analiza sekwencyjna.

Odbioru rozjazdu dokonuje się:

a) po zmontowaniu w bazie lub obok miejsca ułożenia,

b) po zakończeniu robót w torze i przejściu obciążenia 1÷2 Mt.

W przypadku odbioru robót montażowych należy sprawdzić:

— szerokość toru i żłobków,
— krzywiznę toru zwrotnego,
— skok i przyleganie iglic do opornic,
— przyleganie iglic do opórek iglicowych,
— rozstaw podrozjazdnic,
— dokładność ułożenia podkładek,
— dokręcenie wkrętów i śrub oraz oznakowanie rozjazdu.

Wyniki pomiarów wpisuje się do karty odbioru rozjazdu [1]. Przy dłuższych rozjazdach sprawdzanie strzałek krzywizny można wykonywać co 2 m. Stwierdzone w rozjeździe przekroczenia odchyłek dopuszczalnych muszą być usunięte. Należy przy tym pamiętać, że w pewnych przypadkach poprawienie jednego wymiaru może zmienić niekorzystnie inne wymiary z nim związane (np. w krzyżownicy). Przy odbiorze rozjazdu po stabilizacji ruchem (odbiór ostateczny) należy wykonać niwelację toru zasadniczego rozjazdu w odstępach co 4 m, wrysować profile obu jego toków na długości zwiększonej o odcinki 20 m z każdej strony rozjazdu oraz wpisać pozostałe wymiary do karty odbioru rozjazdu. Przy sprawdzeniu odchyłek dopuszczalnych należy posługiwać się odpowiednimi przyrządami, na przykład szczelinomierzami przy pomiarze przylegania i oparcia iglic.

Literatura do rozdziału 22

[1] Bałuch H., Czubaczyński J., Pelc S.: *Montaż i wymiana rozjazdów.* WKiŁ, Warszawa 1975.

[2] Bernaś M., Koktysz B.: *Maszyny i urządzenia do robót torowych.* Cz. 1 i 2. WKiŁ, Warszawa 1975.

[3] Bogdaniuk B.: *Technologia kolejowych robót nawierzchniowych.* Wydawnictwa Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1973.

[4] Darr E.: *Der Netzplan im Gleisbau.* Transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1971.

[5] Górka J.: *Ekonomika i organizacja kolejowych robót drogowych.* WKiŁ, Warszawa 1973.

[6] Grant E. L.: *Statystyczna kontrola jakości.* PWE, Warszawa 1972.

[7] Grodzki S.: *Dźwigi w służbie drogowej PKP.* WKiŁ, Warszawa 1972.

[8] Grodzki S.: *Środki transportowe kolejowej służby drogowej.* WKiŁ, Warszawa 1975.

[9] *Katalog norm i cen akordowych* (KNC). Cz. 16. *Roboty torowe.*

[10] *Katalog norm i cen kosztorysowych w budownictwie spacjalnym w zakresie*

komunikacji (KNCK). Cz. 8. *Nawierzchnie kolejowe o torach o prześwicie normalnym.*
[11] Kiewlicz S, Łączyński J, Pelc S.: *Nawierzchnia kolejowa typu S60, S49, S42.* WKiŁ, Warszawa 1974.
[12] Kiliński A.: *Przemysłowe procesy realizacji. Podstawy teorii.* WNT, Warszawa 1976.
[13] Koktysz B.: *Podbijarki torowe.* WKiŁ, Warszawa 1976.
[14] Oczykowski A., Towpik K.: *Drogi żelazne. Wskazówki do ćwiczeń z nawierzchni kolejowej.* WPW, Warszawa 1976.
[15] Paderewski Z.: *Podsypka.* Wydawnictwa Komunikacyjne. Warszawa 1957.
[16] Rajca T.: *Skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi.* WKiŁ, Warszawa 1969.
[17] Sancewicz S.: *Dokładność i skuteczność robót ciągłej wymiany nawierzchni kolejowej.* Drogi kolejowe nr 1/1978.
[18] Semrau A, Zamięcki H.: *Budowa i utrzymanie dróg kolejowych.* Tom II. WKiŁ, Warszawa 1975.
[19] Semrau A.: *Bieżące utrzymanie nawierzchni kolejowej.* WKiŁ, Warszawa 1972.
[20] *Wytyczne organizacji zamknięć torowych w czasie wykonywania planowanych robót.* Ministerstwo Komunikacji, Warszawa 1975.
[21] Zieleniewski J.: *Organizacja i zarządzanie.* PWN, Warszawa 1977.