

SPRAWOZDANIE NR 9/24/2012

z pracy pt.

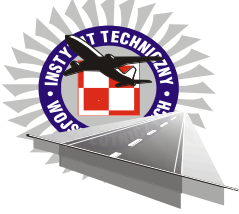
TECHNOLOGIA REMONTU DROGI STARTOWEJ LOTNISKA BYDGOSZCZ

Symbol tematu 0-4457-24-1-00

Opracował: prof. nadzw. dr hab. inż. Piotr NITA

INSTYTUT TECHNICZNY WOJSK LOTNICZYCH

Warszawa kwiecień 2012

ZAKŁAD LOTNISKOWY		SPRAWOZDANIE Z PRACY nr 9/24/12 Technologia remontu drogi startowej lotniska Bydgoszcz	
INSTYTUT TECHNICZNY WOJSK LOTNICZYCH ul. Księcia Bolesława 6, skr. poczt. 96 01-494 WARSZAWA		egz. nr ...	strona Sprawozdania: 2
tel./fax. (022) 685 10 24, (022) 685 10 93 (022) 836 44 71		ilość załączników:	stron Sprawozdania: 21

Spis treści

	Str.
1. Wstęp	3
Podstawa realizacji pracy	3
Cel i zakres pracy	3
Termin realizacji pracy	3
2. Istniejący stan techniczny nawierzchni drogi startowej	4
2.1. Istniejący stan techniczny środkowej części drogi startowej, nawierzchni z betonu asfaltowego.	4
2.2. Istniejący stan techniczny końcowych części drogi startowej, nawierzchni z betonu cementowego	9
3. Technologia naprawy środkowej części drogi startowej, nawierzchni z betonu asfaltowego	12
3.1. Wariant 1	12
3.2. Wariant 2	16
3.3. Wariant 3	17
4. Technologia napraw końcowych części drogi startowej, nawierzchni z betonu cementowego	18
Podsumowanie i wnioski	18

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 3 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	--	----------------------------

1. Wstęp

1.1. Podstawa realizacji pracy

Podstawę realizacji pracy stanowiła Umowa nr 2012/02/00011 z dn. 15.03.2012 zawarta pomiędzy Portem Lotniczym Bydgoszcz S.A. zwanym dalej **Zleceniodawcą**, a Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych zwanym dalej **Wykonawcą**.

1.2. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przedstawienie racjonalnej, dwuwariantowej technologii naprawy eksploatowanej od ponad lat trzydziestu nawierzchni drogi startowej, której struktura składa się z betonowych końcowych części tej drogi: zachodnia o długości 250 mb, i wschodnia o długości 250 mb. Środkową część drogi startowej, stanowi nawierzchnia wykonana z betonu asfaltowego o długości 2000 mb. Całkowita długość drogi startowej wynosi 2500 mb, a jej szerokość 60 mb. Droga startowa ma dwustronne pochylenie. W umowny zakres pracy wchodziło przedstawienie dwóch propozycji remontu dla nawierzchni z betonu asfaltowego (dwa warianty) oraz remontu nawierzchni z betonu cementowego. Jednak Wykonawca przedstawił trzy warianty napraw. Trzeci wariant dotyczył remontu nawierzchni z betonu asfaltowego przedstawionego w pkt. 3.3 niniejszego opracowania. Jednocześnie informuję, że w niniejszym opracowaniu wykorzystano materiały fotograficzne będące własnością Zleceniodawcy, są to rysunki opatrzone numerami 1a,b,c, 2a,b, oraz 3,5,6,7,8,9. Pozostałe rysunki:4,9,10 stanowią zasoby Wykonawcy.

1.3. Termin realizacji pracy

Pracę realizowano w okresie umownym tj. od 15.03 2012 do 6.04.2012

2. Istniejący stan techniczny nawierzchni drogi startowej

2.1. Istniejący stan techniczny środkowej części drogi startowej, nawierzchni z betonu asfaltowego.

Obecny stan techniczny nawierzchni z betonu asfaltowego środkowej części drogi startowej jest niezadowalający i jest wynikiem różnorodnych czynników tj.: nadmiernego wydłużenia okresu, który upłynął od czasu ostatniego remontu, braku systematycznych i konsekwentnych zabiegów utrzymaniowych nawierzchni, oraz naturalnymi procesami jej zużycia, spowodowanymi nie tylko jej eksploatacją, ale również warunkami klimatycznymi. Dalsza eksploatacja nawierzchni w tym stanie technicznym może stwarzać niebezpieczeństwo zassania do dysz wlotowych wykruszeń drobnych cząstek, pochodzących z nawierzchni lecz luźno z nią związanych. Wielokrotnie spękana nawierzchnia jest narażona na przenikanie w jej dolne warstwy wód opadowych i innych mediów eksploatacyjnych, które w okresie zimowym powodować mogą dalszą destrukcję konstrukcji nawierzchni. Cała powierzchnia płyty wykonanej z betonu asfaltowego wykazuje powierzchniową erozję, która objawia się brakiem dostatecznej ilości lepiszcza asfaltowego w górnej warstwie nawierzchni i stąd też są wykruszenia poszczególnych i licznych ziaren w warstwie ścieralnej.

a)



ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 5 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	--	----------------------------

b)



c)



Rys. 1a, b i c. Podłużne pęknięcia na nawierzchni DS z betonu asfaltowego

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 6 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	--	----------------------------

a)



b)



Rys. 2a i b. Strefowe, siatkowe pęknięcia na nawierzchni DS. z betonu asfaltowego

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 7 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	--	----------------------------

Na nawierzchni z betonu asfaltowego obserwuje się wszystkie typowe uszkodzenia warstw konstrukcyjnych właściwe dla tych nawierzchni. Jednak najtrudniejszymi uszkodzeniami są: podłużne spękania nawierzchni o znacznym rozwarciu i głębokości od kilku centymetrów do pełnej grubości warstw asfaltowych, których długość wynosi nawet kilkaset metrów patrz (rys. 1a, b i c). Ocenia się, że tych spękań podłużnych nawierzchni jest około 14000 m oraz około 6000 m spękań poprzecznych. Podobny charakter spękań obserwuje się w przypadku poprzecznych pęknięć nawierzchni. Te znaczące spękania zarówno poprzeczne i podłużne są wynikiem wystąpienia tzw. „spękań odbitych”, które są następstwem tego, że dolne warstwy układu konstrukcyjnego nawierzchni tworzą płyty z betonu cementowego o wymiarach w planie około 7.50 x 7.50 m. Innym rodzajem uszkodzeń są strefowe uszkodzenia siatkowe o rozwiniętym i włoskowatym charakterze spękań, które przedstawiono na wcześniej prezentowanych rys. 2a i b. W obrębie tych podłużnych szczelin rozwinęła się również siatka spękań zmęczeniowych, które można zaobserwować na rys.3. Na nawierzchni występują dwa lub trzy obszary, w których dokonano napraw o wielkości kilkuset metrów kwadratowych jednak według innych technologii, które zasadniczo różnią się od technologii betonu asfaltowego. Te wyróżnione powierzchnie to naprawy wykonane według technologii SMA (*Splitt Mastix Asphalt*). Generalnie na całości warstwy ścieralnej nawierzchni obserwuje się daleko zaawansowany proces jej zrakowacenia, który jest następstwem ubytków lepiszcza asfaltowego. Jest to wynik naturalnych procesów wietrzenia i oddziaływania mediów eksploatacyjnych. Przykładowy charakter wybranego stanu eksploatacyjnego nawierzchni, na którym proces ten jest w znacznym stopniu rozwinięty, przedstawiono na rys. 4.



Rys.3. Rozwinięte siatkowe spękania zmęczeniowe nawierzchni koncentrujące się w obszarze przyległym do szczelin podłużnych i poprzecznych.



Rys. 4. Przykład górnej warstwy nawierzchni z betonu asfaltowego, w którym występują ubytki lepiszcza asfaltowego.

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 9 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	--	----------------------------

Oceniając stan nawierzchni warstw konstrukcyjnych z betonu asfaltowego należy stwierdzić, że nawierzchnia znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga dokonania rewitalizacji konstrukcji na całej jej powierzchni. Jednocześnie stwierdza się jednoznacznie, że żadne cząstkowe naprawy nie są w stanie odtworzyć koniecznej zdolności eksploatacyjnej tej części drogi startowej w taki sposób, by móc zapewnić bezpieczeństwo ruchu lotniczego. Jednak najtrudniejszym problemem jest likwidacja spękań odbitych pochodzących, ze podziału płyt „starej nawierzchni betonowej”, która obecnie stanowi podbudowę całego układu konstrukcyjnego.

2.2. Istniejący stan techniczny końcowych części drogi startowej, nawierzchni z betonu cementowego.

Nawierzchnie z betonu cementowego drogi startowej przedmiotowego obiektu stanowią jej końcowe odcinki: zachodni i wschodni po 250 m każdy. Na nawierzchni tej występują typowe uszkodzenia, jakie wyróżniono w opracowaniu ITWL nr 8/24/2012 pkt. 7.1.[1], (przesłane Zleceniodawcy), w którym jednocześnie podano sposoby naprawy tych uszkodzeń. Jednak dominującym zakresem robót remontowych na tych fragmentach nawierzchni, będą prace związane z: wymianą masy zalewowej w szczelinach rozszerzania i skurczowych – podłużnych i poprzecznych, odpryski o różnej wielkości, ale nieprzekraczające powierzchni 0.10 dcm^2 , nieliczne pęknięcia szczelinowe oraz pęknięcia w obrębie naroży płyt i ich wykruszenia, które w większości w przeszłości były naprawiane. Stan wybranych fragmentów uszkodzeń nawierzchni z betonu cementowego przedstawiono na rys. 5 do 8. Na tym rodzaju nawierzchni (wschodnia i zachodnia) końcówka drogi startowej, na których znajduje się 6-8 szt. płyt, które powinny być wymienione, z uwagi na wielokrotne spękania i wzajemne przemieszczenia się tych fragmentów względem siebie. Przykładową sytuację tego stanu ilustruje rys.7.



Rys. 5. Wykruszenia krawędzi płyt z betonu cementowego i ubytki masy zalewowej w szczelinach



Rys. 6. Wykruszenia lokalne nawierzchni spowodowane obecnością w niej „ciał obcych”



Rys. 7. Rozległe naprawiane pęknięcie szczelinowe na nawierzchni z betonu cementowego



Rys. 8. Uszkodzone, naprawiane naroże płyt sąsiednich

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 12 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

3. Technologia naprawy środkowej części drogi startowej, nawierzchni z betonu asfaltowego.

W proponowanej rewitalizacji nawierzchni zakresem jej objęto cały obszar, tj. środkową część drogi startowej na całej jej szerokości. Ewentualne naprawy wybranych fragmentów nie mają uzasadnienia z uwagi na zaawansowany proces zniszczenia całej jej powierzchni. Proponuje się jednocześnie, by odnawiana nawierzchnia nie wpływała na zmianę niwelety – choć przy tym remoncie, właściwe byłoby dokonanie korekty pochyłeń poprzecznych nawierzchni mając na uwadze szybsze odprowadzenia wód opadowych z jej powierzchni. W tym celu proponuje się technologię recyklingu mieszanek mineralno-asfaltowych na zimno lub na gorąco. Jednocześnie uważa się, że podejmując decyzję o rewitalizacji całości drogi startowej tj. nawierzchni z betonu asfaltowego i betonu cementowego powinien on dotyczyć całej nawierzchni tj. jej długości i szerokości w obecnym wariantcie jej ukształtowania geometrycznego. Ewentualne rozważenie wariantu oszczędnościowego tego remontu, zostawia się Inwestorowi.

Koncepcję renowacji warstwy ścieralnej nawierzchni drogi startowej nie zależnie od wybranej technologii „na gorąco” czy „na zimno” przedstawiono na rys.9. Przedstawiając propozycję frezowania odpowiedniej grubości warstwy nawierzchni z betonu asfaltowego wykorzystano badania w postaci odwiertów nawierzchni przedstawione w opracowaniu [2] i na rys. 10. Należy zauważyć, że grubość warstwy nawierzchni z betonu asfaltowego jest stała na całej długości drogi startowej, jednak warstwa podbudowy wykonana z betonu cementowego ma grubość zmienną i wynosi od 24.0 cm począwszy od zachodniego progu, do 19.0 cm na wschodnim progu.

3.1. Wariant 1 - recykling nawierzchni na gorąco

Proponowana technologia stwarza szansę na to, że po jej starannym wykonaniu uzyska się nawierzchnię spełniającą oczekiwania użytkownika w okresie pięciu lat od chwili jej rewitalizacji. Propozycję recyklingu przedstawiono mając na uwadze to, że:

- Nawierzchnia charakteryzuje się możliwie jednorodnym składem (powierzchnie naprawione wg. technologii SMA należy wcześniej wyłączyć z ogólnego bilansu

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 13 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

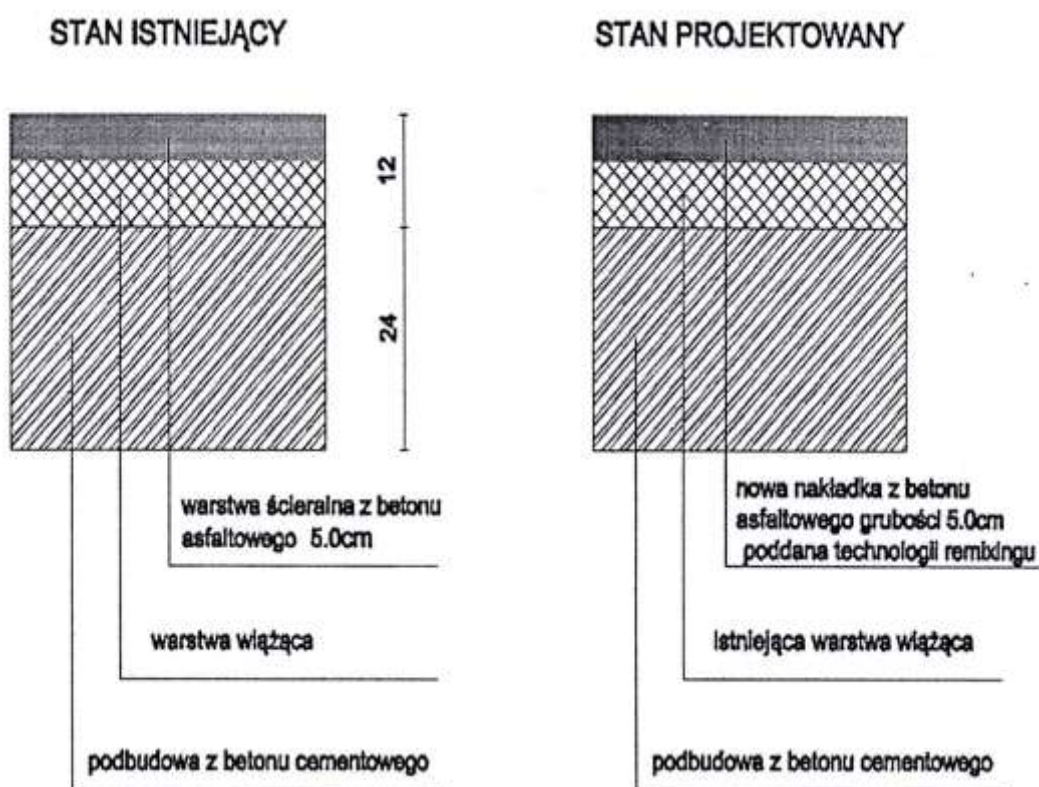
materiałów przy ustalaniu składu projektowanej do wbudowania mieszanki mineralno- bitumicznej).

- Nośność nawierzchni jest dostateczna dla eksploatowanych statków powietrznych. Prace związane z wykonywaniem nawierzchni według metody recyklingu mogą być wykonywane w otaczarkach stacjonarnych lub mobilnych. Jednak w warunkach techniczno-organizacyjnych i wykonywania robót bez wyłączania drogi startowej z eksploatacji, realizacja rewitalizacji nawierzchni będzie odbywała się w czasie nocy w określonych godzinach, które wymusza rozkład lotów. W związku z tym, proponuje się by przygotowanie mieszanki mineralno-asfaltowej ze znacznym wykorzystaniem wcześniej frezowanej warstwy nawierzchni miało miejsce w warunkach wytwórni stacjonarnej. Przygotowywana w otaczarni masa mineralno-asfaltowa, musi umożliwić przetworzenie „starego materiału” i uzyskanie nowej, o odpowiednich własnościach mieszanki mineralno-asfaltowej, spełniającej oczekiwania użytkownika i właściwych wymagań technicznych. W proponowanej technologii remont składa się z następujących etapów:

- zrywania istniejącej nawierzchni asfaltowej warstwą o grubości przedstawionej na rys. 9, którą przeznacza się do ponownego jej wykorzystania;
- składowania i kruszenia odzyskanego materiału;
- ustalenia składu mieszanki mineralno-asfaltowej z wykorzystaniem materiału pochodzącego z frezowania istniejącej nawierzchni;
- recyklinowania mieszanek mineralno-asfaltowych, jedną z wybranych metod, np. metodą przepływu ciepła bądź też w otaczarkach bębnowych lub metodą bęben w bębnie. Sposób przygotowania recyklinowanej mieszanki, zależeć będzie od wyposażenia technicznego potencjalnego wykonawcy robót;
- dostarczenia mieszanki mineralno-asfaltowej na miejsce wbudowania, ułożenia jej warstwą o pożądanej grubości i zagęszczenia warstwy;

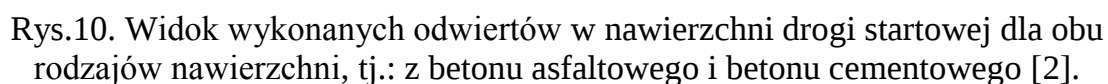
ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 14 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

- o dokonania właściwych połączeń nowo ułożonej warstwy z otaczającymi ją fragmentami starych nawierzchni, a w dalszych etapach wykonywanych robót z nowo ułożonymi fragmentami nawierzchni.



Rys. 9. Proponowany układ warstwy rewitalizacyjnej wykonanej na nawierzchni z betonu asfaltowego w technologii remixingu

Grubość proponowanej do rewitalizacji warstwy nawierzchni z betonu asfaltowego, wynika między innymi z rozpoznania warstw konstrukcyjnych nawierzchni, której dokonano na podstawie odwiertów wykonanych podczas określania jej nośności w roku 2006 [2], co zostało udokumentowane na rysunku 10.



W proponowanym wariantcie technologicznym przed ułożeniem nowej warstwy nawierzchni należy dokonać starannej naprawy pęknięć łącznie z niżej położonymi warstwami nawierzchni, dla których nie przewiduje się ich rewitalizacji. Z uwagi na znaczne wymiary (rozwarście pęknięć) ich głębokość oraz przyczynę ich powstania proponuje się by pod warstwę ścierną nowo układanej nawierzchni ułożyć geosiatkę o wytrzymałości nie mniejszej niż 120MPa w obu kierunkach. Proponowana szerokość układanego pasma geosiatki to nie mniej niż 1.0 m.

- istotna korekta istniejącego składu mieszanki mineralno-asfaltowej i przywrócenie jej cech trwałościowych,
- w miarę potrzeby, po odsłonięciu w czasie frezowania warstwy wiążącej istnieje możliwość jej naprawy,
- znaczne ograniczenie spękań występujących obecnie na nawierzchni, w sytuacji ułożenia siatki wzmacniającej istnieje szansa na całkowite ich wyeliminowanie,
- technologia na gorąco pozwala na czasowe uplastycznienie ogrzewanej warstwy i właściwe powiązanie jej z warstwą nowej ułożonej mieszanki z betonu asfaltowego.

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 16 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

Niezależnie od wniosku nr. 1, sformułowanego w pkt.5 niniejszego opracowania, zaleca się by w składzie mieszanki mineralno-asfaltowej zastosować asfalt modyfikowany polimerami o wyższej penetracji np.: 35/50 lub 50/70.

Ograniczenia wynikające ze stosowania tej metody polegają na:

- właściwym doborze długości odcinka roboczego, którego wielkość wynika z ograniczeń pory wykonywania robót, ograniczeń czasowych i konieczności przestrzegania w tych warunkach szczególnie wysokich reżimów technologicznych,
- dużej ilości asortymentu robót, które muszą być wykonane w ograniczonej przestrzeni, czasie, przy dużej koncentracji specjalistycznego sprzętu o znacznych wymiarach i zachowaniu bezpieczeństwa ruchu nawet w warunkach nocnych,
- relatywnie duża ilość szwów roboczych, które będą wynikiem podziału danego zakresu robót na odpowiednio dobrane wielkości działek roboczych,
- wrażliwość metody na warunki atmosferyczne (opady deszczu, duża wilgotność powietrza i inne).

3.2. Wariant 2 - system naprawy nawierzchni Addagrip 1000 PU

Istota napraw nawierzchni z betonu asfaltowego według systemu Addagrip 1000 PU polega na zastosowaniu kompozycji odpowiedniej klasy żywicy i utwardzacza oraz drobnego kruszywa. Kruszywo służy jednocześnie jako składnik uszorstniający nawierzchnię. Tę technologię napraw można stosować do powierzchniowej naprawy uszkodzeń nawierzchni lotniskowych z betonu asfaltowego, w tym: zrakowaceń, pęknięć, wykruszeń itp. Nawierzchnia przeznaczona do napraw musi być starannie oczyszczona, również z fragmentów istniejącego oznakowania poziomego. Następną czynnością jest działanie na nawierzchnię gorącym powietrzem. Na tak przygotowaną istniejącą warstwę nanosi się pierwszą warstwę żywicy wymieszanej z utwardzaczem w odpowiednich proporcjach. Pierwsza warstwa tej żywicy wypełnia drobne spękania i ubytki. Większe ubytki należy wcześniej naprawić przygotowaną w ten sposób kompozycją z ewentualnie dobranym drobnym kruszywem stanowiącym wypełniacz. Druga warstwa tej kompozycji nakładana jest w krótkim czasie po nałożeniu pierwszej warstwy. Na drugą warstwę tej żywicy,

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 17 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

rozsypuje się warstwę kruszywa kwarcowego lub granitowego o odpowiednim uziarnieniu. Tężenie żywicy w regenerowanej warstwie trwa w zależności od temperatury otoczenia i wilgotności powietrza od kilku do kilkunastu godzin. Ewentualny nadmiar kruszywa przed oddaniem do użytku tej warstwy regeneracyjnej zostaje z nawierzchni usunięty poprzez jej oczyszczenie, np. odkurzanie. W badaniach własnych przeprowadzonych w ITWL stwierdzono, że omawiana technologia spełnia wymagania właściwe dla zapraw naprawczych oraz przedmiotowych norm. W związku z powyższym, technologię tę można zalecać do napraw nawierzchni lotniskowych z betonu asfaltowego, przy zachowaniu właściwej receptury, technologii produkcji i układania zgodnej z kartą technologiczną producenta. Jednocześnie informuję, że technologia ta została dopuszczona do stosowania na lotniskach, wydanym przez ITWL Orzeczeniem Nr 10/24/2002. Należy mieć na uwadze to, że przed położeniem cienkiej warstwy regeneracyjnej konieczne jest naprawienie głębokich spękań nawierzchni na całej grubości istniejącej warstwy konstrukcyjnej.

3.3. Wariant 3 - recykling nawierzchni na zimno

Recyklinowanie nawierzchni asfaltowych na zimno jest technologią naprawy, w której istniejące warstwy asfaltowe przetwarzane są na zimno bezpośrednio na miejscu wbudowania lub w otaczarkach stacjonarnych. Odzyskany z nawierzchni materiał jest rozdrabniany i mieszany z asfaltem i ewentualnie z innymi środkami wiążącymi. W efekcie uzyskuje się zwiększenie nośności nawierzchni i ewentualnie odporności jej na działanie czynników atmosferycznych. Zaletami tej metody są:

- poprawa nośności i przepuszczalności warstw nawierzchni;
- możliwość naprawy wszystkich rodzajów uszkodzeń powierzchniowych i głębszych;
- usunięcie spękań odbitych;
- poprawa parametrów eksploatacyjnych, w tym równości i szorstkości nawierzchni;
- obniżenie energochłonności robót i zużycia materiałów (środków wiążących i materiałów mineralnych).

Natomiast mankamentami tej metody są:

- większe ograniczenia ruchu po nawierzchni, z uwagi na konieczność zachowania wymagań technologicznych, nawet w porównaniu z tradycyjnymi technologiami

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 18 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

- recyklinowania,
- dłuższy okres oddania do użytku nawierzchni ze względu na użycie środków wiążących właściwych dla tej technologii.

4. Technologia napraw końcowych części drogi startowej, nawierzchni z betonu cementowego

Technologie napraw, materiały i inne uwarunkowania dotyczące napraw nawierzchni wykonanych z betonu cementowego, tj. końcowych części drogi startowej, przedstawiono w Sprawozdaniu ITWL nr 8/24/2012 pkt. 7.1. Jednak w kilku sytuacjach, znajdują się płyty, na których zaobserwowano przynajmniej trzykrotne, różnokierunkowe spękania. W takiej sytuacji proponuje się jednak ich wyburzenie i wykonanie w tym miejscu płyt nowych. W pkt. 2.2 zasugerowano konieczność wymiany pojedynczych płyt betonowych. Decyzje o zakwalifikowaniu ich do wymiany, należy podjąć na etapie organizacji całości robót mając na uwadze przede wszystkim względy bezpieczeństwa ruchu. Dla tych nawierzchni bezdyskusyjna pozostaje sprawa wymiany masy zalewowej i w związku z tym napraw wykruszonych krawędzi płyt.

5. Podsumowanie i wnioski

Konieczność wykonania remontu nawierzchni drogi startowej zarówno nawierzchni z betonu cementowego i asfaltowego jest oczywista. Propozycje wykonania tego remontu na lotnisku „pod ruchem lotniczym” i w warunkach nocnych uzasadniona jest z punktu widzenia interesów gospodarczych Portu Lotniczego Bydgoszcz, jednak spowoduje ona duże komplikacje organizacyjne Wykonawcy robót i nawet pewne obniżenie ich jakości choćby z uwagi na to, że powstanie duża ilość szwów dylatacyjnych. Przed wyborem Wykonawcy konieczne jest, to by ubiegający się o kontrakt na ich wykonanie przedstawili szczegółowy projekt organizacji robót. Jednocześnie zwraca się uwagę na to, że przy wyborze którejkolwiek z zaproponowanych technologii, należy wcześniej na poboczu nawierzchni asfaltowej wykonać odcinek doświadczalny, który ostatecznie rozstrzygnie o tym czy potencjalny

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 19 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

Wykonawca jest organizacyjnie i technologicznie przygotowany do realizacji tych skomplikowanych robót. W związku z powyższym przedstawia się następujące wnioski szczegółowe:

1. Skład recepty na wykonanie remixingu nawierzchni lotniskowej z betonu asfaltowego opracuje realizator robót, w zależności od przyjętej metody ich realizacji i sprawdzi poprawność tego składu na odcinku doświadczalnym. Dopiero pozytywna ocena tych czynności upoważnia Wykonawcę do realizacji całego zakresu robót zasadniczych na drodze startowej. Jednocześnie uważa się, że najbardziej właściwą metodą powinna być metoda na „gorąco” wykonywana na miejscu wbudowania, lecz z uwagi na ilość sprzętu występującego w czasie realizacji robót konieczne będzie zwiększenie długości działek roboczych. W warunkach ograniczonej ilości czasu może okazać się ten sposób realizacji robót mało racjonalny.
2. Proponuje się przygotowanie remixowanej masy w otaczarce stacjonarnej i dowożenie jej do miejsca wbudowania, choć możliwa jest również technologia wykonania odnowy warstwy na miejscu z uwagami zamieszczonymi w pkt.1.
3. W przypadku konieczności uzupełnienia kruszywa do regenerowanej warstwy ścieralnej stosować kruszywo bazaltowe (w tym również drobne frakcje).
4. Zrealizować zalecenia związane z naprawą głębokich spękań nawierzchni (poprzecznych i podłużnych). Naprawy te muszą być wykonane wcześniej dla każdej z proponowanych metod (wariant 1, 2 i 3) i na pełną grubość istniejących warstw asfaltowych.
5. W miarę potrzeby, gdy podczas robót wystąpi zmiana struktury warstwy i jej składu, należy przewidzieć korektę przygotowanego składu recyklinowanej warstwy mieszanki. Należy liczyć się nawet z ewentualnymi naprawami warstwy wiążącej. Dlatego też, przy robotach rewitalizacyjnych nawierzchni należy brać pod uwagę zmiany w ilości przewidywanego zakresu robót.
6. Podczas prowadzenia robót należy dążyć do tego, by dowóz masy mineralno-asfaltowej przeznaczonej do wbudowania, odbywał się z optymalnej

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 20 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

odległości, która zapewni odpowiednią temperaturę jej wbudowania niezależnie od temperatury otoczenia.

7. Pożądane jest, by układając odnowioną warstwę nawierzchni, dążyć do zminimalizowania ilości pasów roboczych. W związku z tym, należy wykorzystać zespoły układające, które mają odpowiednią szerokość organów roboczych. Proponuje się by układane pasma nawierzchni miały szerokości minimum 10.0 m. Wymaga to zastosowania zespołu frezarek nawierzchni, których szerokość robocza frezowanego pasma wynosi 2.75 m. Zaproponowana szerokość układanej warstwy wynika z tego, że zakłada się realizację robót zgodnie z długością drogi startowej. Istnieje jednak techniczna możliwość modernizacji nawierzchni, którą inwestor powinien rozważyć z wykonawcą robót, o układaniu nawierzchni w kierunku poprzecznym do osi drogi startowej.
8. Układana warstwa regeneracyjna musi uzyskać odpowiednie zagęszczenie.
9. Rekomenduje się wykonanie warstwy rewitalizacyjnej nawierzchni w technologii „remixingu na gorąco”. Technologie przedstawione w drugim i trzecim wariantcie traktuje się jako alternatywne. Technologia przedstawiona w wariantcie drugim jest technicznie uzasadniona, lecz spodziewany wysoki koszt jednostkowy może być czynnikiem ograniczającym jej stosowanie.
10. Każda z proponowanych technologii rewitalizacji nawierzchni może być skuteczna w określonym przedziale czasowym, przewiduje się, że może to być okres do pięciu lat. Jednak nie oznacza to, że w okresie tym nie będzie potrzeby wykonywania bieżących zabiegów utrzymaniowych, głównie w obszarze szczelin.
11. Dla każdej z zaproponowanych technologii należy wcześniej, przed rozpoczęciem robót, zaznaczyć w sposób trwały na poboczu nawierzchni drogi startowej istniejące obecnie lub powstałe nowe szczeliny. W tym celu, należy po wykonaniu nowej nawierzchni, w miejscach tych wykonać regularne nacięcia na nawierzchni tarczą diamentową o szerokości 3.0 do 5.0 mm i głębokości około 10.0 mm, a następnie wypełnić te objętości odpowiednią masą zalewową.

ZAKŁAD LOTNISKOWY ITWL	Strona sprawozdania: 21 Stron sprawozdania: 21	SPRAWOZDANIE nr 9/24/12
---------------------------	---	----------------------------

Jednocześnie informuje się, że proponując technologie naprawy nie prowadzono analizy kosztów przedsięwzięcia, kierowano się tylko uwarunkowaniami technicznymi. Należy mieć na uwadze również to, że wykonywanie robót w kilku godzinach nocnych będzie powodowało konieczność wykonania dodatkowych szwów technologicznych, dlatego ogólna ocena wykonanych robót a nawet skuteczność ich wykonania nieco niższa niż w normalnych warunkach dziennych.

Opracował: prof. nadzw. dr hab. inż. Piotr NITA

KIEROWNIK
ZAKŁADU LOTNISKOWEGO

ZASTĘPCA DYREKTORA ITWL
D.S. NAUKOWO – BADAWCZYCH

Literatura

- [1] Badanie nośności nawierzchni lotniskowych na PPS-4 i DK-B w Porcie Lotniczym Bydgoszcz S.A. Sprawozdanie z pracy nr.8/24/2012, nr. bibl. ITWL 7044/50.
- [2] Badanie nośności nawierzchni drogi startowej lotniska Bydgoszcz. Sprawozdanie z pracy nr.20/24/2006, nr. bibl. ITWL 2900/50.