

mgr inż. Krzysztof Falkowski¹⁾dr hab. inż. Marta Kosior-Kazberuk, prof. PB²⁾*

Zapobieganie uszkodzeniom i sposoby naprawy betonowych posadzek przemysłowych

Prevention of damage and ways of repairing concrete industrial ground floors

DOI: 10.15199/33.2017.11.

(Oryginalny artykuł naukowy)

Streszczenie. W artykule przedstawiono zagadnienia związane z uszkodzeniami i naprawą betonowych nawierzchni przemysłowych. Omówiono nowoczesne rozwiązania stosowane w celu zapobiegania uszkodzeniom posadzek spowodowanym skurczem betonu. Szczególną uwagę poświęcono posadzkom bezspoinowym w obiektach wielkopowierzchniowych.

Słowa kluczowe: posadzka betonowa; uszkodzenie; naprawa; zapobieganie.

Abstract. The article presents the problems related to damage and repair of industrial concrete floors. Modern solutions used to prevent damage to floors caused by concrete shrinkage were discussed. Particular attention has been paid to jointless floors.

Keywords: concrete ground floor; damage; repair; prevention.

Jednym z krytycznych elementów w każdym obiekcie przemysłowym lub magazynowym jest posadzka. Jej nośność i trwałość decydują o prawidłowym przebiegu i ciągłości eksploatacji obiektu, a konieczność ewentualnych napraw może okazać się bardzo uciążliwa i kosztowna.

Posadzki przemysłowe powinny zostać tak zaprojektowane i wykonane, aby nie dochodziło do pęknięcia na ich powierzchni. Największe naprężenia, mogące wywołać zarysowania, powstają w posadzkach w wyniku oddziaływania obciążeń użytkowych, ale w wielu przypadkach taki skurcz i zmiany temperatury mogą prowadzić do powstania znacznych naprężeń rozciągających w płytach. Te zjawiska należy uwzględnić podczas projektowania [2]. Podstawowym sposobem zapobiegania pękaniu płyt posadzek, z powodu skurczu betonu i wpływów termicznych, jest stosowanie szczelin dylatacyjnych [1, 4]. Jednocześnie, szczeliny te mogą być „słabym punktem” posadzek, ponieważ wywijanie się krawędzi płyt w efekcie nierównomiernego skurczu, prowadzi do uszkodzeń krawędzi i klawiszowania płyt w miejscach połączeń. W celu zmniejszenia liczby dylatacji podlegających pęczeniu stosuje się posadzki bezspoinowe [1]. W artykule skoncentrowano się na uszkodzeniach posadzek spowodowanych skurczem betonu.

Pęknięcia i zarysowania

Redukcję odkształceń skurczowych podczas dojrzewania betonu w posadzce i jej eksploatacji zapewnia odpowiednio wyspecyfikowana, wbudowana i pielęgnowana mieszanka betonowa ze zbrojeniem rozproszonym w postaci włókien [5]. Podstawowy warunek to zachowanie wskaźnika w/c na możliwie niskim poziomie. Należy pamiętać, że ograniczając wartość w/c, zmniejszamy ilość wody, która jest niezbędna do prawidłowej aplikacji posypki utwardzającej. Z praktyki autorów wynika, że wtarcie posypki utwardzającej powierzchni, w zalecanej przez producentów ilości 3,5 – 4,5 kg/m², jest możliwe, jeżeli w/c wynosi 0,46 – 0,49.

Do wykonywania posadzek, szczególnie bezspoinowych, nie powinno się stosować cementu portlandzkiego CEM I, który charakteryzuje się większym skurczem w porównaniu z cementami z dodatkami CEM II i hutniczymi CEM III. Cement CEM I powoduje często intensyfikację wydzielania mleczka cementowego, co wywołuje nadmierny skurcz górnej warstwy płyty. Doświadczenia autorów wskazują, że do wykonywania posadzek dobrej jakości i trwałości (bez zarysowań) należy zastosować cement żuźlowy CEM II B-S, który dzięki umiarkowanemu ciepłu twardnienia, zapewnia mniejszy skurcz betonu niż w przypadku CEM I. Jednocześnie, w przeciwieństwie do cementów hutniczych, umożliwia prawidłową aplikację mineralnych posypek

utwardzających, produkowanych na bazie czystego cementu portlandzkiego [2, 6].

Prawidłowa konstrukcja i wykonanie posadzki nie powinny ograniczać ruchu płyt pod wpływem skurczu. Wczesne obciążenie płyty może powodować jej przemieszczenie do podbudowy i ograniczać swobodne odkształcenia oraz powodować pęknięcia. Podbudowa powinna mieć równą i płaską powierzchnię, bez zagłębień ani wybrzuszeń, które, pomimo warstwy poślizgowej, mogą ograniczyć swobodny ruch płyty. Bezpieczniejszym rozwiązaniem jest wykonanie podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie. Doświadczenia autorów potwierdzają zasadność wykonania podbudowy zasadniczej z kruszywa łamanego zagęszczanego mechanicznie, ułożonej na warstwie stabilizowanej cementem. Taka konstrukcja podbudowy pozwala na zweryfikowanie jej nośności w oparciu o rzeczywiste pomiary modułu E_{v2} wykonane za pomocą sondy VSS [3]. Ponadto, w przeciwieństwie do podbudowy betonowej, nie ma ryzyka przenoszenia się zarysowań na płytę główną. Poślizg płyty posadzki na podbudowie zapewnia się przez ułożenie na zakład dwóch warstw folii PE o grubości 0,2 mm.

Szczeliny dylatacyjne mają przeciwdziałać pękaniu płyty spowodowanemu skurczem betonu i naprężeniami termicznymi. Układ i rozstaw dylatacji uzależniony jest od technologii wykonania płyty. Najczęściej, pozorne szczeliny skurczowe są wykonywane w rozstawie 5 ÷ 8 m przez

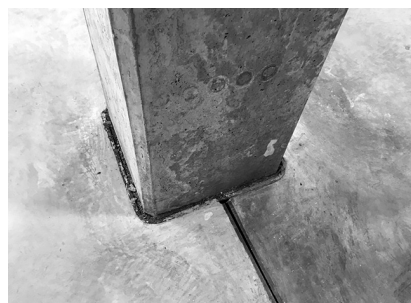
¹⁾ Mark-Bud Sp. z o.o., Białystok

²⁾ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

^{*}) Adres do korespondencji: m.kosior@pb.edu.pl

nacięcie rowków w płycie betonowej na głębokość od 1/4 do 1/3 jej grubości. W miejscu nacięcia powstaje przekrój o mniejszej sztywności, co w konsekwencji prowadzi do pęknięcia płyty [4]. Przy naciskach kół pojazdów > 60 kN lub przy rozstawie szczelin większym niż 6 m i jednocześnie naciskach kół pojazdów > 40 kN zaleca się dyblowanie, które znacznie poprawia pracę płyt w miejscu szczelin. Ponadto, prawidłowe warunki współpracy sąsiednich płyt posadzki zapewnia się, zwiększając grubość płyt lub przez wprowadzenie do betonu dodatkowej frakcji kruszywa grubego, np. 16 – 22 mm lub 16 – 32 mm, w postaci gryków, zapewniającego skuteczniejsze zazębianie się płyt w miejscach pęknięć [5].

Wszystkie elementy konstrukcyjne budynku, które mogą ograniczać ruch płyt posadzkowych, takie jak słupy, ściany, podwaliny, włazy itp., powinny być oddylatowane na pełnej grubości płyty. Na fotografii 1 pokazano dylatację obwodową o szerokości 20 mm wykonane wokół słupów, pozwalające na swobodne odkształcenia skurczowe płyt o boku przekraczającym 30 m.



Fot. 1. Dylatacja obwodowa wokół słupa
Photo 1. Expansion joint around column

Niewielkie pęknięcia posadzki powinny być obserwowane podczas okresowych przeglądów. Jeśli krawędzie pęknięć zaczynają się wykruszać lub pęknięcia poszerzają się, należy zastosować odpowiednie środki zapobiegawcze. Jednak to działanie wymaga zachowania ostrożności do momentu, aż pęknięcia nie będą się bardziej otwierały. Do tego czasu konieczne jest zapewnienie podparcia ich krawędzi i zastosowanie elastycznego wypełnienia.

W niektórych przypadkach może okazać się konieczna naprawa pęknięć, np. przez iniekcję żywicą epoksydową. Przed przystąpieniem do naprawy rys należy określić przyczyny ich powstawania, od których zależy, czy będzie to wypełnienie środkiem zamykającym rysy w sposób sztywny (sklejenie rysy), czy też zamknięcie rysy w sposób trwale elastyczny (fotografia 2).



Fot. 2. Rysy naprawione w sposób trwale elastyczny
Photo 2. Cracks repaired in permanently elastic way

Paczenie i wywijanie krawędzi

Paczenie (*curling*) jest powodowane nierównomiernymi odkształceniami skurczowymi betonu. Pola posadzki czasami ulegają paczeniu w takim stopniu, że ma to wpływ na regularność powierzchni. Jeśli to konieczne, odchylenia od wymaganej regularności powierzchni mogą być zlikwidowane przez szlifowanie. Podwijanie się posadzki może powodować utratę podparcia na podbudowie oraz klawiszowanie (kołysanie) płyty. W takim przypadku, wstrzykiwanie zaprawy pod płytę przywraca odpowiednie jej podparcie. Zaleca się [3, 4] dyblowanie wszystkich wolnych krawędzi, na których będzie odbywał się ruch użytkowy lub których paczenie ma wpływ na inne elementy budynku (drzwi, urządzenia itp.). Zwiększenie grubości posadzki ma zasadniczy wpływ na ograniczenie paczenia się płyt, dlatego posadzka nie powinna być cieńsza niż 18 cm.

W celu zmniejszenia liczby dylatacji podlegających paczeniu należy stosować posadzki bezspoinowe, bez nacięć pozornych na powierzchniach o wymiarach boku przekraczających 30 m. W przypadku posadzek bezspoinowych, w celu zminimalizowania wywijania się płyt przy dylatacjach, systemowe listwy dylatacyjne z dyblami i zabezpieczenie krawędzi stalowymi płaskownikami można zastąpić innym rozwiązaniem. Polega ono na tym, że w trakcie betonowania w miejscach zaplanowanych dylatacji stosowane jest tradycyjne dyblowanie z prętów z tulejkami, natomiast po kilku miesiącach, wywinęte w wyniku paczenia brzozy są szlifowane i zabezpieczane żywicą epoksydową [1]. Na fotografii 3 pokazano rozwarcie dylatacji posadzki bezspoinowej o polach 33 × 33 m po miesiącu od jej zabetonowania.

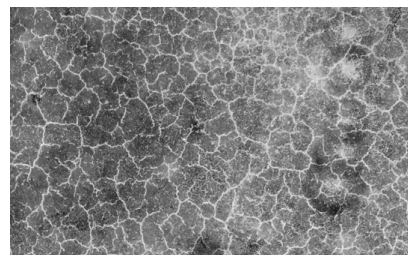
Spękania włoskowate

Występowanie spękań włoskowatych jest powszechne w przypadku powierzchni wykonanych maszynowo. Stanowią one



Fot. 3. Krawędzie płyt posadzki bezspoinowej w miejscu dylatacji
Photo 3. The edges of the jointless floor at the expansion joints

jedynie estetyczny problem, nie powodując zagrożenia konstrukcji oraz nie pogarszając parametrów użytkowych posadzki. Spękania takie są wyraźnie widoczne w pierwszych dniach od wykonania posadzki (fotografia 4), na powierzchniach, które zostały zmoczone i wyczyszczone, ponieważ te bardzo cienkie pęknięcia mają tendencję do wiązania wilgoci i brudu. Najczęściej, powstawanie mikrorys powodowane jest przesuszeniem posadzki, zastosowaniem zbyt dużej ilości suchej posypki do wykończenia powierzchni lub innymi czynnikami technologicznymi podczas zacierania i utwardzania [6]. Nie ma odpowiednich środków likwidujących spękania włoskowate, dlatego, jeśli ich występowanie nie będzie akceptowane przez użytkownika, należy malować powierzchnię, co spowoduje jednak zwiększenie kosztów wykonania i utrzymania posadzki.



Fot. 4. Spękania włoskowate
Photo 4. Capillary cracking

Podsumowanie

Doświadczenia autorów z realizacji posadzek przemysłowych, zarówno z pozornymi szczelinami skurczowymi, jak i bezspoinowych oraz obserwacje posadzek w okresie użytkowania, pozwoliły na sformułowanie zaleceń niezbędnych do uzyskania bardzo dobrej jakości nawierzchni bez zarysowań. Z najważniejszych czynników decydujących o trwałości posadzki betonowej należy wymienić konstrukcję podbudowy zapewniającą swobodę odkształceń płyty, dobór składu mieszanki betono-

wej oraz odpowiednią grubość posadzki, uzależnioną m.in. od rozmieszczenia przerw dylatacyjnych. Miejsca newralgiczne, takie jak krawędzie słupów, kąty wypukłe, wjazdy, doki itp., powinny być dozbrajane siatkami, zaś przerwy technologiczne i szczeliny w obrębie ciągów komunikacyjnych wózków powinny być dyblowane.

Literatura

- [1] Chibowski Tomasz. 2015. „Dylatacje w betonowych posadzkach bezspoinowych”. *Materiały Budowlane* 519 (11): 75 – 76. DOI: 10.15199/33.2015.11.23.
- [2] „Concrete industrial ground floors – A guide to design and construction”. 2003. *Concrete Society Technical Report* No. 34.
- [3] Falkowski Krzysztof. 2015. „Projektowanie i realizacja placu manewrowego z kompozytów cementowych”. *BTA* (2): 50 – 53.
- [4] Hajduk Piotr. 2015. „Projektowanie dylatacji podłóg przemysłowych oraz najczęstsze przyczyny ich uszkodzeń cz. 1”. *Inżynier Budownictwa* (12): 90 – 94.
- [5] Lohmeyer Gottfried, Karsten Eberling. 2012. *Betonboden für Produktions- und Lagerhalten: Planung, Bemessung, Ausführung*, Verlag. Düsseldorf. Bud + Technik.
- [6] Sadłowski Karol, Damian Urbanowicz, Maciej Warzocha. 2017. „Posadzki przemysłowe – problemy eksploatacyjne warstwy wykończeniowej utwardzonej powierzchniowo”. *Inżynier Budownictwa* (2): 48 – 53.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego S/WBiŚ/2/2017 finansowanego ze środków MNiSW.

Przyjęto do druku: