

Teresa Możaryn*

POWŁOKI POLIMEROWE DO OCHRONY POWIERZCHNIOWEJ KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH PRZED KOROZJĄ. BADANIA NAD DOBREM WSKAŹNIKÓW DEGRADACJI

Degradacja powłok stosowanych do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych jest wynikiem fizycznych i chemicznych procesów zachodzących w nich w skutek działania różnych czynników występujących w warunkach użytkowania. Znalezienie zależności opisujących zachodzące procesy degradacji i ich wpływ na właściwości ochronne powłok wymaga określenia czynników niszczących występujących w warunkach użytkowania, a następnie doświadczalnego potwierdzenia ich destrukcyjnego wpływu na powłoki. Właściwości, które najszybciej ulegają zmianie pod wpływem czynników niszczących, to wskaźniki degradacji. O tym, które z właściwości powłok będą wskaźnikami degradacji w konkretnych warunkach użytkowania, decyduje skład chemiczny i budowa (struktura) powłok oraz rodzaj czynników niszczących. W Zakładzie Trwałości i Ochrony Budowli ITB podjęto badania degradacji powłok na skutek działania najczęściej występujących czynników niszczących oraz doboru wskaźników degradacji.

1. Wprowadzenie

Obiekty żelbetowe podlegają oddziaływaniu różnych czynników powodujących ich degradację. Czynniki agresywne mogą być przyczyną korozji betonu lub utraty przez otulinę betonową właściwości ochronnych w stosunku do zbrojenia [1]. W środowiskach agresywnych konstrukcje żelbetowe zabezpiecza się powłokami ochronnymi. Podstawową funkcją zabezpieczenia powłokowego jest ograniczenie dostępu substancji agresywnych do powierzchni betonu. Powoduje to wydłużenie okresu użytkowania konstrukcji. W normach i instrukcjach ITB są opisane zasady postępowania przy ocenie przydatności i ustalaniu zakresu stosowania powłok do zabezpieczania betonu i żelbetu [2], [3]. Zabezpieczenia powierzchniowe dobiera się odpowiednio do warunków użytkowania: rodzaju środowiska agresywnego, stopnia jego agresywności, sposobu oddziaływania czynników agresywnych, występowania oddziaływań specjalnych. W praktyce najczęściej stosuje się powłoki z wyrobów silikonowych, akrylowych, akrylowo-silikonowych, poliwinylowych, chlorokauczukowych, epoksydowych, poliuretanowych, poliestrowych, bitumiczno-epoksydowych. Bezpośrednio po wykonaniu zabezpieczenia powłoko-

* mgr inż. – asystent w ITB

we charakteryzują się najwyższą skutecznością ochronną. W okresie użytkowania powłoki ulegają degradacji i ich właściwości ochronne się pogarszają. Degradacja materiału powłokowego jest wynikiem fizycznych i chemicznych procesów zachodzących w powłokach pod działaniem czynników występujących w warunkach użytkowania.

Czynniki niszczące to oddziaływania atmosferyczne, odkształcenia konstrukcji, substancje chemiczne w różnych stanach skupienia, oddziaływania biologiczne. Degradacja powłok następuje z różną szybkością, różne są również objawy niszczenia powłok. Znalezienie zależności opisujących zachodzące procesy degradacji i ich wpływ na właściwości ochronne powłok jest skomplikowane. Wymaga określenia czynników niszczących występujących w warunkach użytkowania, następnie doświadczalnego potwierdzenia ich destrukcyjnego wpływu na powłoki. Na tej podstawie można próbować określić doświadczalnie i teoretycznie kinetykę zmian destrukcyjnych zachodzących w powłokach. Celem nadrzędnym jest uzyskanie podstaw do prognozowania obniżenia skuteczności ochronnej powłok w wyniku ich degradacji. Podejmując próby prognozowania obniżenia skuteczności ochronnej powłok, można się oprzeć na ustaleniach zamieszczonych w publikacjach dotyczących przewidywania czasu użytkowania materiałów i obiektów budowlanych [4], [5], [6], [7].

W Instytucie Techniki Budowlanej, wykorzystując powyższe ustalenia, podjęto badania degradacji powłok na skutek działania najczęściej występujących czynników niszczących oraz doboru wskaźników degradacji.

2. Czynniki degradacji i wskaźniki degradacji

Powłoki stosowane do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych przed agresywnym działaniem środowisk powinny się charakteryzować takimi właściwościami, aby mogły spełniać funkcję ochronną. Takimi właściwościami, które można nazwać właściwościami ochronnymi, są między innymi: przyczepność, elastyczność, absorpcja wody, nasiąkliwość powierzchniowa, szczelność w stosunku do cieczy, szczelność w stosunku do gazów, odporność chemiczna, wytrzymałość mechaniczna. O właściwościach ochronnych decydują budowa chemiczna i cechy fizyczne wyrobów, z których po stwardnieniu powstają powłoki ochronne [8].

Podczas eksploatacji zabezpieczonych konstrukcji na powłoki ochronne działają różne czynniki występujące w warunkach użytkowania. Czynniki, których działanie powoduje zmiany w materiale powłok ochronnych objawiające się pogorszeniem ich właściwości, to czynniki degradacji.

W warunkach użytkowania na powłoki chroniące obiekty żelbetowe działają czynniki niszczące o charakterze fizycznym i chemicznym. W zależności od rodzaju czynnika niszczącego w materiale powłoki mogą zachodzić różne zmiany. Promieniowanie słoneczne jest przyczyną rozpadu wiązań międzycząsteczkowych w strukturze powłok. Powłoki narażone na działanie promieniowania UV stają się matowe, mogą zmienić barwę, możliwe są powierzchniowe ubytki masy. Promieniowanie ciepłe, powodując nagrzewanie się powłoki, może przyspieszać fizyczne i chemiczne reakcje – rozpad wiązań międzycząsteczkowych, utlenianie, odparowywanie lotnych substancji, hydrolizę. W efekcie może nastąpić sztywnienie powłok, pękanie, kruszenie i pogorszenie

wyglądu. Obniżone temperatury mogą powodować uszkodzenie powłoki w wyniku skurczu lub obniżenia jej wytrzymałości. Działająca na powłokę woda może być przyczyną sztywnienia, kruszenia, pogorszenia przyczepności, ubytków w materiale powłoki, zmian barwy i zmatowienia. Takie efekty są spowodowane wymywaniem rozpuszczalnych w wodzie składników, degradacją powłoki w wyniku hydrolizy składników, zamrażaniem i rozmarzaniem zaabsorbowanej w powłoce wody, ekspansją i kurczeniem się materiału powłoki podczas nawilżania i schnięcia. Chemiczne czynniki niszczące, do których poza chemicznymi czynnikami atmosferycznymi, takimi jak tlen, ozon, dwutlenek węgla, dwutlenek siarki czy tlenki azotu należą roztwory kwasów, wodorotlenków, soli, benzyna, oleje itp. powodują oprócz opisanych powyżej efektów wymianę atomów, cząsteczek czy grup funkcyjnych i rozpuszczanie powłoki. Obserwowane jest wówczas mięknienie, łuszczenie, rozpulchnianie, przebarwienia, matowienie lub pokrywanie się osadami. Czynniki niszczące często występują równocześnie, a ich wzajemne działania mogą być przyczyną przyspieszonego niszczenia, w porównaniu z działaniem czynnika wyizolowanego.

Właściwości, które najszybciej ulegają zmianie pod wpływem czynników niszczących, to wskaźniki degradacji. O tym, które z właściwości będą wskaźnikami degradacji w konkretnych warunkach użytkowania, decyduje skład chemiczny i budowa (struktura) powłok oraz rodzaj czynników niszczących. Poszukiwanie wskaźników należy rozpocząć od badań sprawdzających działanie czynników niszczących na takie właściwości powłok, w przypadku których – na podstawie składu chemicznego i budowy – można się spodziewać wyraźnych zmian [9]. Właściwości zakwalifikowane jako wskaźniki degradacji mogą być jakościowe lub oznaczane ilościowo. Wskaźniki oznaczane ilościowo umożliwiają określenie szybkości zmian właściwości powłok.

Jako przykład wskaźników degradacji powłok stosowanych do zabezpieczania żelbetu można podać:

- wskaźniki jakościowe – wygląd, w tym zmiana barwy, utrata połysku, łuszczenie, spękania, pęcherzyki, deformacja, wykwyty soli itp.,
- wskaźniki ilościowe – wymiar i masa, np. zmiany wymiarów liniowych, przyrosty lub ubytki masy.

3. Badania

Poszukiwanie wskaźników degradacji podanych niżej powłok polegało na badaniu działania czynników degradacji na właściwości ochronne powłok oraz na ich wygląd. Badano zmiany wybranych właściwości przed i po działaniu czynników niszczących.

Powłoki wykonano z dostępnych na rynku wyrobów, które mają aprobaty techniczne ITB. Powłoki epoksydowa i poliuretanowa są przeznaczone do zabezpieczania betonu w warunkach działania gazowych i ciekłych środowisk agresywnych. Powłoki akrylowa i akrylowo-silikonowa są przeznaczone do zabezpieczania betonu w warunkach atmosferycznych.

Przy planowaniu badań wytypowano powszechnie występujące w warunkach użytkowania powłok następujące czynniki degradacji:

- ciepłno-wilgotnościowe,

- ciepło-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem promieniowania słonecznego,
- ciepło-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki.

Jako właściwości, spośród których spodziewano się znaleźć wskaźniki degradacji, wytypowano: wygląd, absorpcję wody, elastyczność, przyczepność do betonu, przepuszczalność cieczy, przesiąkliwość wody. Właściwości te oznaczano przed i po działaniu czynników niszczących.

Oznaczania wytypowanych właściwości powłok wykonywano metodami normowymi [10], [11] lub zgodnie z procedurami badawczymi opracowanymi w akredytowanym Laboratorium Badań Materiałów i Powłok Ochronnych ITB.

Rodzaje powłok, czynniki degradacji i wytypowane właściwości zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Zestawienie rodzajów powłok, wybranych czynników niszczących i badanych właściwości
Table 1. The list of chosen degradation factors, types of coatings and their examined properties

Rodzaj powłoki	Czynniki degradacji	Badanie właściwości
Epoksydowa poliuretanowa	zmiennie temperatury, nagrzewanie, oziębianie, zamarzanie, rozmarzanie, nawilżanie, obsychanie, promieniowanie słoneczne	wygląd absorpcja wody przepuszczalność cieczy
	podwyższona temperatura, nawilżanie, obsychanie, dwutlenek siarki	wygląd przyczepność elastyczność
Akrylowa	podwyższona temperatura, nawilżanie, obsychanie, dwutlenek siarki	wygląd przesiakiwość cieczy przyczepność elastyczność
Akrylowa	zmiennie temperatury, nagrzewanie, nawilżanie, obsychanie, promieniowanie słoneczne, dwutlenek siarki	wygląd elastyczność
Akrylowo-silikonowa	podwyższona temperatura, zmiennie temperatury, nagrzewanie, nawilżanie, obsychanie, promieniowanie słoneczne, dwutlenek siarki	wygląd absorpcja wody przesiakiwość cieczy przyczepność elastyczność

Zaprogramowano i zrealizowano osiem opisanych niżej badań: dwa badania ciepło-wilgotnościowe, trzy badania ciepło-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem promieniowania słonecznego, trzy badania ciepło-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki.

Ekspozycję powłok w warunkach działania ciepło-wilgotnościowych czynników degradacji prowadzono w przystosowanej do ciągłej pracy komorze klimatycznej. Badanie obejmowało 40 cykli.

Badanie nr 1. Cykl trwał 24 godz., podczas których następowało kolejno: zamrażanie próbek i utrzymywanie ich w temperaturze -5°C ; nagrzewanie próbek oraz utrzymywanie ich w temperaturze 40°C przy wilgotności względnej powietrza 97%; ochładzanie próbek i utrzymywanie ich w temperaturze 22°C przy wilgotności względnej powietrza 50%. Badanie obejmowało 40 cykli.

Badanie nr 2. Cykl trwał 24 godz., podczas których następowało kolejno: zamrażanie próbek i utrzymywanie ich w temperaturze $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; nagrzewanie próbek oraz utrzymywanie ich w temperaturze $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ przy wilgotności względnej powietrza 97%; ochładzanie próbek i utrzymywanie ich w temperaturze $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ przy wilgotności względnej powietrza 50%. Badanie obejmowało 40 cykli.

Ekspozycję w warunkach sztucznego promieniowania słonecznego i wody prowadzono w przystosowanym do pracy ciągłej urządzeniu z regulacją natężenia światła, regulacją temperatury na powierzchni próbek i regulacją temperatury wody. Badania różniły się czasem działania czynników niszczących i ich intensywnością (natężeniem światła, temperaturą na powierzchni próbek podczas suszenia, temperaturą wody).

Badanie nr 3. Cykl trwał 2 godz. i obejmował naprzemienne, trwające po 1 godz. zalewanie próbek wodą i osuszanie ich. Promieniowanie było włączone przez cały cykl badawczy. Podczas moczenia próbek temperatura wody wynosiła $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, a natężenie promieniowania 400 W/m^2 . Temperatura na powierzchni próbek podczas suszenia wynosiła $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, a natężenie promieniowania 350 W/m^2 . Badanie obejmowało 20 cykli.

Badanie nr 4. Cykl trwający 12 godz. obejmował naprzemienne, trwające po 6 godz. zalewanie próbek wodą i osuszanie ich. Podczas moczenia temperatura na powierzchni próbek wynosiła $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, a natężenie promieniowania 350 W/m^2 . Podczas suszenia temperatura na powierzchni próbek wynosiła $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, a natężenie promieniowania 500 W/m^2 . Badanie obejmowało 20 cykli.

Badanie nr 5. Cykl trwający 4 godz. obejmował naprzemienne, trwające po 1 godz. zalewanie próbek wodą i osuszanie ich. Natężenie promieniowania podczas suszenia w pierwszej godzinie cyklu wynosiło 250 W/m^2 , a temperatura na powierzchni próbek wynosiła $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. W drugiej godzinie następowało moczenie próbek w wodzie o temperaturze $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, przy natężeniu promieniowania 650 W/m^2 . W trzeciej godzinie cyklu próbki były suszone w temperaturze $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ przy natężeniu promieniowania 250 W/m^2 . W czwartej godzinie cyklu próbki powłok były zalane wodą o temperaturze $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, zaś natężenie promieniowania wynosiło 700 W/m^2 . Badanie obejmowało 20 cykli.

Ekspozycję w warunkach zmian ciepłno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki prowadzono w przystosowanej do pracy cyklicznej komorze klimatycznej. System dozowania umożliwiał regulację stężenia dwutlenku siarki SO_2 w atmosferze wewnątrz komory. Do urządzenia była dozowana woda. Podczas pracy wilgotność w komorze była bliska 100%. Każde badanie obejmowało 20 cykli. Cykl trwał 24 godz. Temperatura podczas działania dwutlenku siarki wynosiła $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, a podczas wentylacji spadała do temperatury otoczenia ($22\text{ }^{\circ}\text{C}$). Stężenie dwutlenku siarki w kolejnych badaniach wynosiło 0,07% obj. – w badaniu nr 6, 0,37% obj. – w badaniu nr 7, 0,67% obj. – w badaniu nr 8. Każde badanie obejmowało 20 cykli.

4. Wyniki badań i ich interpretacja

Wpływ czynników degradacji na zmiany właściwości badanych powłok ochronnych był zróżnicowany. Pewne właściwości powłok uległy wyraźnym zmianom, inne zmieniły się nieznacznie lub nie stwierdzono zmian. W przypadku każdej powłoki zmiany wyty-

powanych właściwości w wyniku działania czynników niszczących różniły się. Uzyskane wyniki, dotyczące każdej z badanych powłok, przedstawiono poniżej.

Powłoka epoksydowa

Powłoka przed poddaniem jej czynnikom niszczącym była gładka, lśniąca i miała barwę białą. Po badaniach cieplno-wilgotnościowych nr 1 i nr 2, w których występowały ujemne i dodatnie temperatury, stwierdzono niewielkie zmatowienie powłok. Nie zmieniła się ich absorpcja wody, zmniejszyła się natomiast ich szczelność (natężenie prądu w układzie z badanymi powłokami wynosiło $0,01 \mu\text{A}$ w przypadku próbek kontrolnych, zaś do $0,19 \mu\text{A}$ w przypadku próbek po badaniu nr 1 i do $0,35 \mu\text{A}$ w przypadku próbek po badaniu nr 2). Po ekspozycji próbek w warunkach cieplno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem promieniowania słonecznego powłoki zmatowiały, a ich barwa z białej zmieniła się na kremową. Nie uległa istotnym zmianom absorpcja wody. Wyraźnie zmniejszyła się szczelność powłok (do $0,16 \mu\text{A}$ po badaniu nr 3 i do $0,48 \mu\text{A}$ po badaniu nr 4). Po działaniu czynników niszczących cieplno-wilgotnościowych i dwutlenku siarki nie zaobserwowano zmian barwy powłoki, a jedynie nieznaczne jej zmatowienie i zeszywnienie, gdy stężenie dwutlenku siarki wynosiło $0,07\%$ obj. Przy niższych stężeniach dwutlenku siarki wygląd powłoki i jej elastyczność w porównaniu z próbkami kontrolnymi nie uległy zmianie. W tych badaniach nie stwierdzono wyraźnych zmian przyczepności powłoki.

Podsumowując wyniki można stwierdzić, że wskaźnikami degradacji podczas niszczenia wywołanego czynnikami cieplno-wilgotnościowymi, cieplno-wilgotnościowymi z promieniowaniem słonecznym i cieplno-wilgotnościowymi z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki mogą być: wygląd powłok, ich elastyczność i przepuszczalność cieczy.

Powłoka poliuretanowa

Powłoka przed badaniami była gładka, lśniąca i miała barwę szarą. Po badaniach cieplno-wilgotnościowych nr 1 i nr 2, w których występowały ujemne i dodatnie temperatury, zaobserwowano zmatowienie powłoki. Nie stwierdzono natomiast zmiany absorpcji wody. Zaobserwowano wyraźną zmianę szczelności powłoki po wykonaniu badania nr 2 (natężenie prądu w układzie z badanymi powłokami wynosiło $0,02 \mu\text{A}$ w przypadku próbek kontrolnych, zaś do $0,06 \mu\text{A}$ w przypadku próbek po badaniu nr 1 i do $10 \mu\text{A}$ w przypadku próbek po badaniu nr 2). Po badaniach cieplno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem promieniowania słonecznego stwierdzono zmatowienie powłoki, zmianę barwy z szarej na szarzieloną i sztywnienie powłoki. Nie stwierdzono zmian w absorpcji wody. Po badaniach cieplno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki stwierdzono nieznaczne zmatowienie powłoki. Nie uległa zmianie barwa powłoki, jej elastyczność i przyczepność. Wskaźnikami degradacji podczas niszczenia spowodowanego czynnikami cieplno-wilgotnościowymi z działaniem ujemnych temperatur, a także z działaniem promieniowania słonecznego mogą być: przepuszczalność cieczy, wygląd i elastyczność.

Powłoka akrylowa

Powłoka akrylowa przed badaniami niszczącymi była przezroczysta, gładka, lśniąca i miała barwę słomkową. Po przeprowadzeniu badań niszczących cieplno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem promieniowania słonecznego zaobserwowano zma-

towanie i żółknięcie powłoki. W porównaniu z próbkami kontrolnymi przesiąkliwość wody wzrosła od 0 ml do 1,2 ml. Po wykonaniu tych badań nie stwierdzono zmian w przyrzepności i elastyczności powłoki. W badaniach ciepłno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki, poza zmatowieniem, nie stwierdzono zmian wyglądu ani zmian elastyczności powłoki. Wskaźnikami degradacji powłoki mogą być wygląd i przesiąkliwość wody.

Powłoka akrylowo-silikonowa

Powłoka akrylowo-silikonowa przed badaniami miała barwę czerwoną, była matowa i gładka. Jej absorpcja wody wynosiła 17%. Po przeprowadzeniu badań niszczących ciepłno-wilgotnościowych z promieniowaniem słonecznym zmieniła się barwa powłoki na malinową. Stwierdzono wyraźne zmniejszenie w absorpcji wody próbek powłoki poddanych badaniu niszczącym nr 3 i nr 5, która wynosiła około 9%. W czasie przechowywania próbek kontrolnych również zmniejszyła się ich absorpcja wody i wynosiła około 10%. Przesiąkliwość cieczy przez powłokę poddaną badaniom niszczącym zwiększyła się z 0,7 ml do 1,2 ml (po badaniu nr 3) i do 1,5 ml (po badaniu nr 5). Przesiąkliwość cieczy w przypadku próbek kontrolnych nie uległa zmianie. Po tych badaniach niszczących nie uległa zmianie elastyczność powłoki

Przyczepność powłoki obniżyła się z 1 MPa przed badaniami niszczącymi oraz – w przypadku próbek kontrolnych – do 0,5 MPa po badaniach nr 3 i nr 5. Zmienił się również rodzaj zerwania – z przeważającego adhezyjnego od podłoża na przeważające kohezyjne w powłoce.

Wygląd powłoki oraz jej elastyczność uległy zmianie po badaniach ciepłno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki. Po każdym z badań powłoka była wytługowana, miała barwę malinową, pokryta była białym nalotem. Pojawiły się też deformacje powłoki. Obserwowane zmiany były podobne we wszystkich trzech badaniach, bez względu na stężenie dwutlenku siarki. Po ekspozycji w zmiennych warunkach ciepłno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem promieniowania słonecznego oraz w zmiennych warunkach ciepłno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem dwutlenku siarki wystąpiły zmiany w wyglądzie, elastyczności, przyrzepności, przesiąkliwości wody przez powłokę. Te właściwości można uznać za wskaźniki degradacji. Po ekspozycji w zmiennych warunkach ciepłno-wilgotnościowych z jednoczesnym działaniem promieniowania słonecznego zmieniła się absorpcja wody przez powłokę. Właściwość tę można również uznać za wskaźnik degradacji podczas niszczenia powłok w warunkach ciepłno-wilgotnościowych z promieniowaniem słonecznym.

Podsumowując uzyskane wyniki można stwierdzić, że nie wszystkie badane właściwości powłok mogą posłużyć jako wskaźniki degradacji. Podatną cechą jest wygląd powłoki. Jednak nie zawsze wyraźne zmiany wyglądu idą w parze ze zmianą elastyczności lub szczelności powłoki, które decydują o skuteczności ochronnej. W niniejszych badaniach taką sytuację obserwowano w przypadku powłoki akrylowej. Jeśli zaś chodzi o inne powłoki, stwierdzono, że zmiany ich wyglądu są nieznaczne, a wyraźnie obniża się ich szczelność, co nastąpiło w przypadku powłok poliuretanowej i epoksydowej w następstwie badań ciepłno-wilgotnościowych z ujemnymi i dodatnimi temperaturami.

W tablicy 2 zestawiono oceny zmian właściwości powłok przed i po poddaniu ich działaniu czynników niszczących.

Tablica 2. Ocena zmian właściwości powłok przed i po poddaniu ich niszczeniu
 Table 2. Assessment of changes of coatings' properties after action of chosen degradation factors

Rodzaj badania niszczącego	Cecha badana					
	absorpcja wody	elastyczność	przepuszczalność cieczy	prześląkliwość wody	przyczepność	wygląd
Powłoka epoksydowa						
Ciepłno-wilgotnościowe z ujemnymi i dodatnimi temperaturami	+/0	+/0	+	-	-	+/0
Ciepłno-wilgotnościowe z promieniowaniem słonecznym	+/0	+/0	+	-	-	+
Ciepłno-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem SO ₂	-	+/0	-	-	+/0	+/0
Powłoka poliuretanowa						
Ciepłno-wilgotnościowe z ujemnymi i dodatnimi temperaturami	0	+/0	+	-	-	+/0
Ciepłno-wilgotnościowe z promieniowaniem słonecznym	0	+	+/0	-	-	+
Ciepłno-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem SO ₂	-0	0	-	-	0	0
Powłoka akrylowa						
Ciepłno-wilgotnościowe z promieniowaniem słonecznym	-	0	-	+	0	+/0
Ciepłno-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem SO ₂	-	0	-	+/0	0	+
Powłoka akrylowo-silikonowa						
Ciepłno-wilgotnościowe z promieniowaniem słonecznym	+	+	-	+	+	+
Ciepłno-wilgotnościowe z jednoczesnym działaniem SO ₂	-	+	-	+/0	+	+
Objaśnienia oznaczeń: „+” – wyraźna zmiana, „+/0” – nieznaczna zmiana, „0” – brak zmian, „-” – nie badano						

5. Wnioski

- Zmienne warunki ciepłno-wilgotnościowe, promieniowanie słoneczne i dwutlenek siarki działały niszcząco na badane powłoki i wywołały zmiany w wybranych do badań właściwościach ochronnych.

- Spośród badanych właściwości powłok, które po działaniu przyjętych czynników niszczących wykazały zmiany (tablica 2), wybrano następujące wskaźniki degradacji: wygląd, przepuszczalność cieczy, przesiąkliwość wody, elastyczność, przyczepność.

- Bardzo podatną na działanie czynników degradacji właściwością jest wygląd powłoki – może on stanowić jakościowy wskaźnik degradacji. Jednak ten wskaźnik powinien być traktowany ostrożnie. Należy podkreślić, że po działaniu czynników degradacji, przy nieznacznych zmianach wyglądu powłoki mogą wystąpić wyraźne zmiany jej szczelności, zaś wyraźnym zmianom wyglądu nie zawsze towarzyszą zmiany szczelności.

Bibliografia

- [1] Ściślewski Z.: Ochrona konstrukcji żelbetowych. Arkady, Warszawa 1999
- [2] PN-91/B-01813 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zasady doboru
- [3] Instrukcja ITB nr 351/98 Zabezpieczanie przed korozją konstrukcji betonowych i żelbetowych. ITB, Warszawa 1998
- [4] Możaryn T., Sokalska A.: Możliwości prognozowania zmian właściwości ochronnych powłok stosowanych na betonie. XII Konferencja Naukowo-Techniczna KONTRA 2000 „Trwałość budowli i ochrona przed korozją”, Warszawa – Zakopane, maj 2000
- [5] Wytyczne EOTA: Szacowanie okresu użytkowania wyrobów. PT-3 Trwałość; projekt końcowy, marzec 1997
- [6] Ściślewski Z., Sokalska A., Prejzner H.: Materiały wyjściowe do opracowania norm i aprobat dla ustalania wymaganego i projektowanego okresu przydatności budynków i wyrobów. Część 2: Metodologia postępowania przy opracowaniu procedur ustalania przewidywanego okresu użytkowania wyrobów budowlanych. Warszawa 1996
- [7] BS 7243 Guide to Durability of buildings and building elements, products and components
- [8] Czamecki L., Broniewski T., Henning O.: Chemia w budownictwie. Arkady, Warszawa 1994
- [9] Fiertak M.: Dobór cech diagnostycznych w badaniach odporności korozyjnej materiałów budowlanych z tworzyw sztucznych. Rozprawa doktorska, Politechnika Krakowska, 1985
- [10] PN-76/C-81528 Wyroby lakierowe. Oznaczanie elastyczności powłok przez zginanie
- [11] ISO 62-1980 Plastics – Determination of water absorption

THE POLYMER COATINGS USED TO PROTECT REINFORCEMENT CONCRETE
FROM CORROSION. INVESTIGATION ON SELECTION
OF THE DEGRADATION INDICATORS

Summary

In the paper coatings used for protection of the reinforced concrete structures, which degrade during exploitation, are introduced. Investigation of coatings degradation, as an effect of such factors as: heat, humidity, solar radiation and sulphur dioxide, is described. As a result, the experimentally chosen degradation indicators of protective coatings are introduced.

Praca wpłynęła do Redakcji 4 VI 2001