

HALINA MAJZNER-RUŁKA

BADANIA LABORATORYJNE NAD ZASTOSOWANIEM
EMULSJI DO HYDROIZOLACJI OBUDOWY GÓRNICZEJ

Streszczenie. Wprowadzenie do budownictwa górniczego hydroizolacji opartych na emulsjach wymagało przeprowadzenia kompleksowych badań laboratoryjnych. Badania takie przeprowadzono w Zakładzie Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego, a ciekawsze z nich łącznie z wynikami przedstawiono w niniejszym artykule. Uzyskane wyniki pozwalają na ustalenie optymalnych receptur dla wykonania hydroizolacyjnych powłok asfaltowo-lateksowych w warunkach dołowych.

1. Wstęp

Dynamiczny rozwój bazy surowcowej i energetycznej w Polsce wymaga budowy bądź rozbudowy szeregu kopalń węgla rud i surowców mineralnych, a co za tym idzie głębienia szybów i drażenia wyrobisk korytarzowych. Największe nasilenie robót udostępniających można zauważyć w ostatnim okresie w takich okręgach jak:

- Rybnicki Okręg Węglowy
- Legnicko-Głogowskie Zagłębie Miedziowe
- Częstochowski Okręg Rudnośny.

Każdy z wyżej wymienionych okręgów charakteryzują szczególnie trudne warunki hydrogeologiczne.

Do podstawowych problemów przy drażeniu i wykonaniu obudowy wyrobisk w trudnych warunkach hydrogeologicznych należy między innymi:

- opanowanie nawodnionych skał luźnych i małożwięzłych,
- opanowanie dużego dopływu wód do wyrobisk przed i po wykonaniu obudowy.

Przyptyw wody (najczęściej chemicznie aktywnej) przynosi z reguły straty w postaci:

- ubytków samej obudowy spowodowanych korozją chemiczną czy mechaniczną,
- kosztu odprowadzenia wody z wyrobiska,
- niszczenia zainstalowanych konstrukcji i urządzeń, grożąc przy tym mechanicznym zniszczeniem obudowy, czy zatopieniem wyrobiska.

W świetle przytoczonych faktów można stwierdzić, że rozwiązanie problemu wykonania właściwej hydroizolacji obudowy czy uszczelniania skał wodonośnych wysunęło się w budownictwie górniczym jako jedno z czołowych zadań.

W budownictwie powierzchniowym znamy wiele metod i sposobów uszczelniania konstrukcji, jednakże z uwagi na specyfikę budownictwa podziemnego (duże ciśnienia, sztuczna wentylacja, pomieszczenia zamknięte itp.) znalazły one w nim jedynie znikome zastosowanie.

Podstawowymi materiałami służącymi do hydroizolacji w budownictwie powierzchniowym są głównie bitумы, zwłaszcza asfalty. Materiały te stosuje się do gruntowania podłoża pod właściwą izolację, jako samodzielne izolacje antykorozyjne betonowych i żelbetowych elementów budowlanych, do wykonywania izolacji powłokowych typu lekkiego (izolacja kanałów, ścian zbiorników) itp. Lansowana w ostatnich czasach zwłaszcza za granicą metoda izolacji przy użyciu folii z tworzyw sztucznych (polietylenowa, polichlorowinyłowa, tereftalowa) jest u nas w kraju w dalszym ciągu zbyt droga ze względu na wysokie ceny mas plastycznych i trudności w zaopatrzeniu.

Materiały bitumiczne mogą być przeprowadzone w stan ciekły w różny sposób:

- przez ogrzewanie (wszystkie materiały bitumiczne mają stosunkowo niską temperaturę topnienia),
- przez rozpuszczenie w rozpuszczalnikach organicznych,
- przez emulgowanie.

Ten ostatni sposób przeprowadzenia bitumów w stan ciekły ma szczególnie wiele zalet. Przez utworzenie emulsji przechodzą one w stan ciekły bez konieczności podwyższenia temperatury, udziału rozpuszczalników organicznych, które są palne, toksyczne, mają nieprzyjemny zapach, są drogie. Emulsje bitumiczne wykazują wystarczającą płynność nawet przy wysokiej zawartości fazy rozproszonej i wykazują wyższość nad materiałami stosowanymi na gorąco. Szczególną ich zaletą jest przyczepność do podłoża wilgotnego. Przez dodanie do emulsji asfaltowej odpowiedniego dodatku emulsji tworzyw sztucznych można uzyskać powłoki o dobrej przyczepności i wytrzymałości.

Mając na uwadze powyższe własności emulsji w CSRS i ZSRR prowadzi się badania nad ich zastosowaniem do prac hydroizolacyjnych i antykorozyjnych w budownictwie powierzchniowym (ZSRR i CSRS) oraz w niektórych przypadkach budownictwa górniczego (CSRS).

Na podstawie wyżej wymienionych badań stwierdzono, że niektóre emulsje asfaltowe, czy asfaltowe z dodatkiem emulsji tworzyw sztucznych mogą być wykorzystane w budownictwie górniczym zarówno do tworzenia powłok izolacyjnych o grubościach dochodzących do 15 mm, jak i do głębokiego wstrzykiwania do skał tzw. "zimnej bituminizacji".

Należy podkreślić, że dotychczasowe osiągnięcia w tym zakresie są ochraniające patentami a informacje dotyczące wyników badań i własności powłok b. szczupłe. Wprowadzenie przedmiotowej hydroizolacji do krajowego budownictwa podziemnego oraz rozszerzenie do-

tychczasowego zastosowania wymagało przeprowadzenia kompleksowych badań i prób laboratoryjnych, modelowych, półtechnicznych i technicznych.

Badania takie zostały wykonane przez autorkę w Zakładzie Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego.

W niniejszym artykule zamieszczono ciekawsze badania laboratoryjne oraz uzyskane wyniki.

2. Badania laboratoryjne

Zasadniczym celem przeprowadzonych prac badawczych było:

- uzyskanie kompletu informacji odnośnie własności fizykochemicznych przeznaczonych do badań powłok asfaltowo-kauczukowych,
- ustalenie drogą przyspieszonych badań laboratoryjnych wpływu środowiska górniczego na własności poszczególnych rodzajów powłok,
- wytypowanie w oparciu o uzyskane wyniki do dalszych badań modelowych i technicznych powłok, które przeszły z wynikiem pozytywnym serię prób laboratoryjnych.

Zakres przedmiotowych badań obejmował:

1. Oznaczenie parametrów wytrzymałościowych przeznaczonych do badań powłok asfaltowo-kauczukowych, na które złożyły się:

- badania szczelności,
- badania nasiąkliwości,
- oznaczenie przyczepności powłoki do podłoża,
- badania duktylności.

2. Określenie wpływu temperatury na własności hydroizolacyjne wytypowanych powłok. Badania obejmowały:

- określenie temperatury mięknięcia,
- określenie temperatury łamliwości,

- oznaczenie palności i temperatury zapłonu,
- badanie zachowania się powłoki w temperaturach podwyższonych,
- badanie zachowania się powłok w temperaturach ujemnych,
- badanie przyczepności do podłoża zamrażanego.

3. Badanie wpływu ośrodka agresywnego na własności hydroizolacyjne wytypowanych powłok asfaltowo-kauczukowych w skład których wchodziły:

- badania laboratoryjne na walcach betonowych pokrytych warstwą izolacyjną,
- badania na walcach pokrytych warstwami asfaltowo-kauczukowymi, umieszczonymi w agresywnym środowisku kopalnianym,
- badania powłok w komorze solnej.

W dostosowaniu do szczególnych trudnych warunków pracy obudowy, wspomnianych na wstępie, przyjęto odpowiednią metodykę badań, która zostanie omówiona poniżej. Przy oznaczeniu parametrów wytrzymałościowych powłok asfaltowo-kauczukowych, kolejne badania wykonano w następujący sposób:

Badanie szczelności

Badania przeprowadzono przy użyciu aparatu ciśnieniowego wg następującej metodyki:

Wycięte z pokrycia próbki nałożono na krążki betonowe o średnicy ϕ 160 mm. Krążki służące jako podkładki do badania szczelności pokryć wykonano w postaci dysków dwojakiego rodzaju. Pierwsze z betonu o strukturze porowatej filtrującego wodę przy ciśnieniu 1-2 atn, drugie z betonu z otworkami ϕ 1 mm w ilości nie mniejszej niż 8 na 1 próbkę. Krążki z badaną powłoką zakłada się do odpowiedniego uchwytu i mocuje w aparacie tak, aby badana powłoka znalazła się od strony ciśnienia hydrostatycznego. Badanie rozpoczynano każdorazowo przy ciśnieniu wody 1 atn, które podnosi się co 8 godzin o jedną at aż do momentu pojawienia się na powierzchni krąż-

ka oznaki przesączenia się wody. Przy tym stanie określa się wielkość ciśnienia. Jako stopień nieprzepuszczalności wody badanej próbki pokrycia, przyjmuje się to najwyższe ciśnienie wody, przy którym nie następuje jeszcze jej sączenie. Równocześnie wykonywano badanie 6 próbek tego samego pokrycia, z tym, że 3 próbki ułożono na porowatym betonie, a na 3 próbkach betonowych z otworkami ϕ 1 mm.

Badanie nasiąkliwości

Badanie nasiąkliwości, zwanej również chłonnością wody, powłok asfaltowo-kauczukowych przeprowadzono według niżej opisanej metody. Próbkę o wymiarach 100x100 mm ważono z dokładnością do 0,01 g i umieszczono w zlewce z wodą o temp. 20°C na okres 7 godz. Po upływie tego czasu próbkę wyjmuje się z wody, wyciera czystą tkaniną i ponownie waży z dokładnością do 0,01 g. Nasiąkliwość wody obliczono ze wzoru:

$$A = \frac{B - C}{C} \cdot 100$$

gdzie:

A - nasiąkliwość (%)

B - ciężar próbki wg (po 7 godz. moczenia w wodzie)

C - ciężar próbki przed zanurzeniem w wodzie w (g).

Każdą z prób powtarzano trzykrotnie, a w tablicy I zamieszczono średnią wartość.

Oznaczenie przyczepności powłok do podłoża

Badanie przyczepności powłok do podłoża przeprowadzono dla następujących warunków:

- podłoże suche,
- podłoże wilgotne,
- podłoże mokre.

dla próbek wykonanych z cegły klinkierowej i betonu. Próby przeprowadzono w ten sposób, że na próbki wykonane w postaci prostopadkościanu o wymiarach 3 x 6 x 1,5 cm natryśnięto powłokę wg badanej receptury, a następnie podszuszono przez okres 0,5 godz. Po tym czasie próbki ułożono parami tak, aby stykały się stroną natryśniętą, a następnie obciążono dla uzyskania połączenia warstw. Po upływie 24 godz. przeprowadzono właściwe próby przyczepności powłok do podłoża wykorzystując do tego celu specjalnie skonstruowany uchwyt oraz aparat Michaelisa, przystosowany do rozrywania próbek. Dzięki dużej precyzji jaką daje ta aparatura (obciążenie drobnym śrutem) można było dokładnie ustalić badane wielkości.

Badanie duktylności

Pomiary duktylności (ciągłości) powłok emulsyjnych wykonano wg normy PN/C-04132 przy pomocy aparatu normowego. W tym celu powłoki natryśnięto w specjalne foremki, z których otrzymano próbki potrzebne do badań. Jako wynik podano średnią z dwu pomiarów.

Badanie wpływu temperatury na własności hydroizolacyjnych badanych powłok przeprowadzono w sposób podany poniżej.

Określenie temperatury mięknięcia

Pomiary temperatury mięknięcia badanych powłok asfaltowo-kauczukowych wykonano według metody tzw. "Pierścień-Kula" norma PKN/C-04021 wprowadzając inowację polegającą na tym, że zamiast napełniania pierścienia płynną masą, wycina się z pokrycia kawałeczki odpowiadające rozmiarom pierścienia. Jako wynik podano średnią z trzech pomiarów wykonanych dla każdego rodzaju powłoki.

Określenie temperatury łamliwości

Temperaturę łamliwości badanych powłok asfaltowo-kauczukowych określano korzystając z normy PKN/C-04130, posługując się aparatem nor-

owym Fressa oraz naczyniem Dewara. Jako wynik podano średnią z trzech pomiarów.

Oznaczenie palności i temperatury zapłonu

Palność - próby wykonano przy użyciu nieświecącego gazowego palnika Bunsona. Przebadano powłok asfaltowo-kauczukowe z zastosowaniem lateksu chloroprenowego i butadienowo-styrenowego.

Temperaturę zapłonu - oznaczono w ten sposób, że drobno pocięte kawałki powłok każdego typu, umieszczono w próbkach, które następnie zanurzano w kąpieli ze stopem Wodda, ogrzanej do 100°C . Podnoszono temperaturę z szybkością $20^{\circ}/\text{min}$. Próbę przeprowadzono każdorazowo do temperatury 380°C , obserwując zachowanie się próbek.

Badania zachowania się powłok w temperaturach podwyższonych

Przeprowadzono w suszarce typu SUP-3 o zakresie $+(2-200)^{\circ}\text{C}$ w temperaturze od $20-80^{\circ}\text{C}$ podwyższanej co 20° w okresach co 8 godzin na próbkach z cegły o wymiarach $120 \times 120 \times 60$ mm z natryśniętymi powłokami. Płaszczyzny natryśnięte na podłoże wilgotne ustawiono w położeniu pionowym, nachylone pod kątem 45° i poziomo dla każdej z badanych powłok.

Badanie zachowania się powłok w temperaturach ujemnych

Przeprowadzono w zamrażarce typu EKL (o zakresie temperatur $+40 - -35^{\circ}\text{C}$) w temperaturach od $0^{\circ} - -15^{\circ}\text{C}$ obniżanych o 3°C w okresach co 2 godziny. Badane powłoki nałożono metodą natrysku w temp. dodatniej na próbki o wymiarach cegły szybowej oraz walców z betonu $\phi 160/160$ mm wkładano do zamrażarki po 24 godz. od natryśnięcia.

Badanie przyczepności powłok do podłoża zamrożonego

Przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w ten sposób, że na zamrożone w temp. -15°C próbki z cegły i betonu o wymiarach $250 \times 120 \times 120$ nanoszono metodą natryskową na badane powłoki, a następnie umieszczono całość w zamrażarce w temp. -5°C . Po upływie 24 godz. badano przyczepność powłok do podłoża wg metod używanych przy powłokach malarskich, tj. przez nacięcie pod kątem 45° i zdzieranie. Do każdego z badań próbki z betonu i cegły zamrażano jako suche, wilgotne, i mokre, co imitowało różne stany podłoża spotykanego w budownictwie podziemnym kopalń. Określenie wpływu agresywnego ośrodka na własności hydroizolacyjne badanych powłok wykonano stosując następujące badania:

Badania laboratoryjne na walcach betonowych pokrytych warstwą izolacyjną

Laboratoryjne badanie wpływu wód agresywnych na własności hydroizolacyjne i antykorozyjne wytypowanej powłoki przeprowadzono na walcach normowych z betonu piaskowego $\emptyset 80/80$ mm. Pokrywano każdorazowo 3 walce powłoką, grubości 2 mm, a następnie po jej uformowaniu zamurzano w wodzie. Do badań użyto pięciu zestawów wód w czym jedna wodociągowa, a pozostałe cztery z dodatkami agresywnymi które obejmują w przybliżeniu większość składników występujących w wodach kopalnianych. Składy chemiczne zestawów wód użytych do badań zestawiono w tablicy XIV. Obserwacje prowadzono co miesiąc przez okres 1 roku, a następnie zakończono je zgnieceniem walców zaizolowanych i nie pokrytych.

Badania na walcach betonowych pokrytych warstwą izolacyjną w warunkach naturalnych

Badania opisane w punkcie poprzednim powtórzono z tą zmianą, że po 3 walce pokryto dla każdej z badanych warstw asfaltowo-latekso-

wych umieszczono w szybie (komora przelewowa) w warunkach charakterystycznych, wybranych na podstawie przeprowadzonego rozeznania. Obserwacje z uwagi na trudności prowadzono co 3 miesiące przez okres 1 roku, a następnie wszystkie próbki poddano zgniataniu. Skład chemiczny wód kopalnianych, w których umieszczono próbki podano w tablicy XV.

Badania powłok w komorze solnej

Dla uzyskania dodatkowych informacji o własnościach antykorozyjnych powłok asfaltowo-lateksowych i możliwościach wykorzystania tychże do zabezpieczenia antykorozyjnego zbrojenia szybowego czy obudowy stalowej pracującej w trudnych warunkach, przeprowadzono badania kompletu powłok w komorze solnej Instytutu Farb i Lakierów Gliwice. Powłoki zgodnie z planem, naniesiono metodą kąpieli na płytki z blachy stalowej o wymiarach 100 x 100 x 1 mm oszlifowane. Krawędzie płytek zabezpieczono powłokami z klejów epoksydowych. Badania powłok asfaltowo-kauczukowych w komorze solnej przeprowadzono w oparciu o normę PN-61/C-81523 dla powłok malarskich.

Własności fizykomechaniczne powłok lateksowo-cementowych określono na drodze eksperymentalnej.

Zastosowaną w każdym przypadku metodykę badań przedstawiono poniżej.

3. Wyniki badań

Końcowym efektem całej serii badań laboratoryjnych, których metodykę omówiono w poprzednim punkcie, był komplet wyników, które w przyjętej już raz kolejności zostaną przedstawione i omówione poniżej.

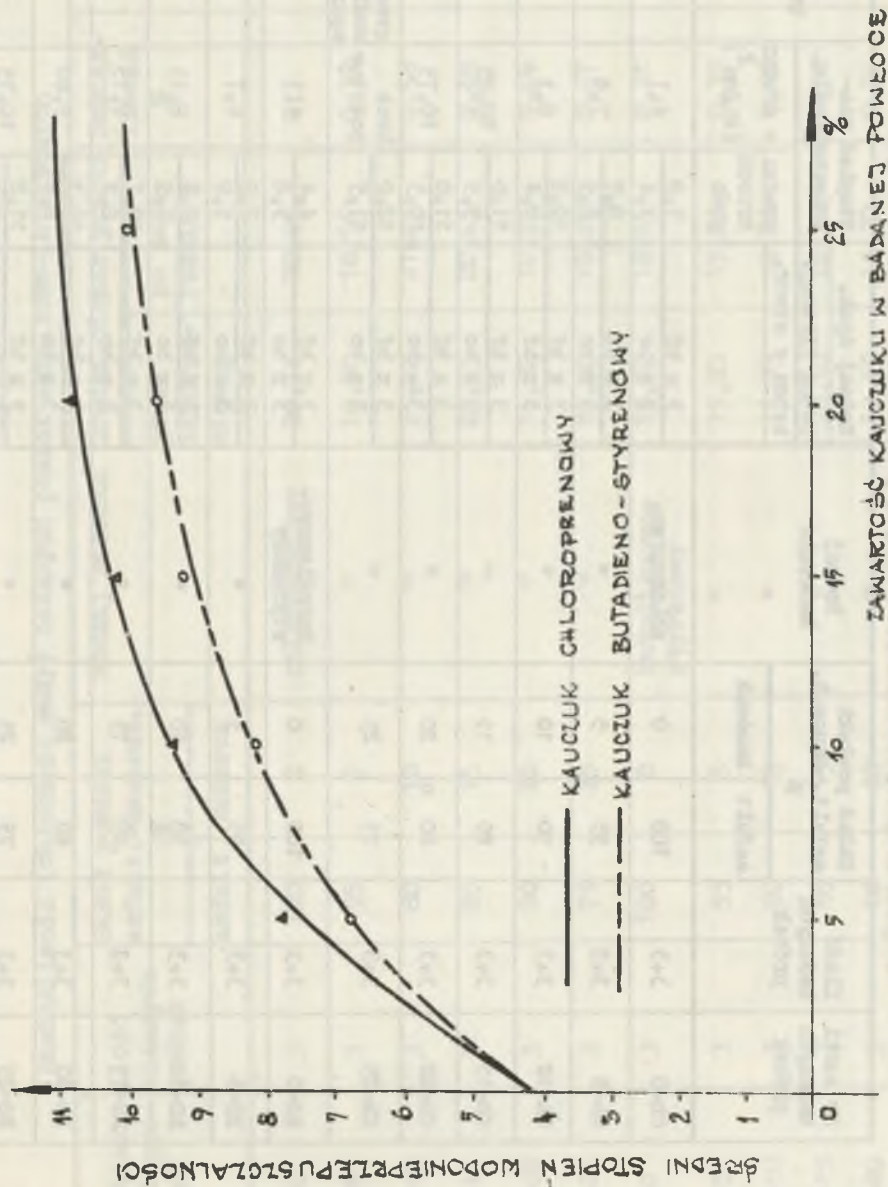


Fig. 1. Zależność stopnia nieprzepuszczalności powłok lateksowo-kauczukowych od rodzaju oraz ilości dodawanego kauczuku

Tablica I

Stopień nieprzepuszczalności badanych powłok asfaltowo-lateksowych

Nr serii badanych próbek	Ilość badanych próbek	Skład powłoki asfalt.-kautczuk.		Rodzaj kauczuku	Rodzaj dysk.		Stopień nieprzepuszczalności		Uwagi
		asfalt	kauczuk		beton filitruj.	beton z otwor.	średni z trzech trzech (kg/cm ²)	brak podstaw	
Ch-0	3+3	100	0	chloropren.	3 x bf		7,8	4,1	
					3 x bo		3,4		
Ch-5	3+3	95	5	"	3 x bf		8,7	7,8	
					3 x bo		6,9		
Ch-10	3+3	90	10	"	3 x bf		10,2	8,3	
					3 x bo		8,4		
Ch-15	3+3	85	15	"	3 x bf		11,0	10,25	
					3 x bo		9,5		
Ch-20	3+3	80	20	"	3 x bf		11,0	10,75	
					3 x bo		10,5		
Ch-25	3+3	75	25	"	3 x bf		12,0	brak podstaw	granica możliw. aparatu
					3 x bo		11,5		
BS-0	3+3	100	0	butadienowo-styrenowy	3 x bf		4,4	4,1	
					3 x bo		3,8		
BS-5	3+3	95	5	"	3 x bf		7,5	6,7	
					3 x bo		5,9		
BS-10	3+3	90	10	"	3 x bf		8,4	8,15	
					3 x bo		7,9		
BS-15	3+3	85	15	"	3 x bf		10,1	9,15	
					3 x bo		8,2		
BS-20	3+3	80	20	"	3 x bf		10,3	9,40	
					3 x bo		8,5		
BS-25	3+3	75	25	"	3 x bf		11,2	10,15	
					3 x bo		9,1		

Tablica II

Nasiakliwość (chłonność wody) badanych powłok asfaltowo-lateksowych

Oznaczenie serii próbek	Ilość badanych próbek	Skład powłoki asfalt.-kautczuk.		Rodzaj kauczuku	Średni ciężar próbki		Nasiakliwość %	Uwagi
		asfalt	kautczuk		przed zamurzeniem g	po zamurzeniu g		
Ch-0	3	100	0	chloroprenowy	20,44	20,46	0,1	
Ch-5	3	95	5	"	18,50	18,56	0,32	
Ch-10	3	80	10	"	21,12	21,23	0,52	
Ch-15	3	85	15	"	20,53	20,63	0,49	
Ch-20	3	80	20	"	16,82	16,93	0,66	
Ch-25	3	75	25	"	16,50	16,61	0,67	
BS-0	3	100	0	butadienowo-styrenowy	18,62	18,66	0,21	
BS-5	3	95	5	"	15,83	15,89	0,39	
BS-10	3	90	10	"	16,55	16,62	0,42	
BS-15	3	85	15	"	20,10	20,20	0,50	
BS-20	3	80	20	"	18,12	18,22	0,55	
BS-25	3	75	25	"	18,66	18,78	0,64	

Tabela III

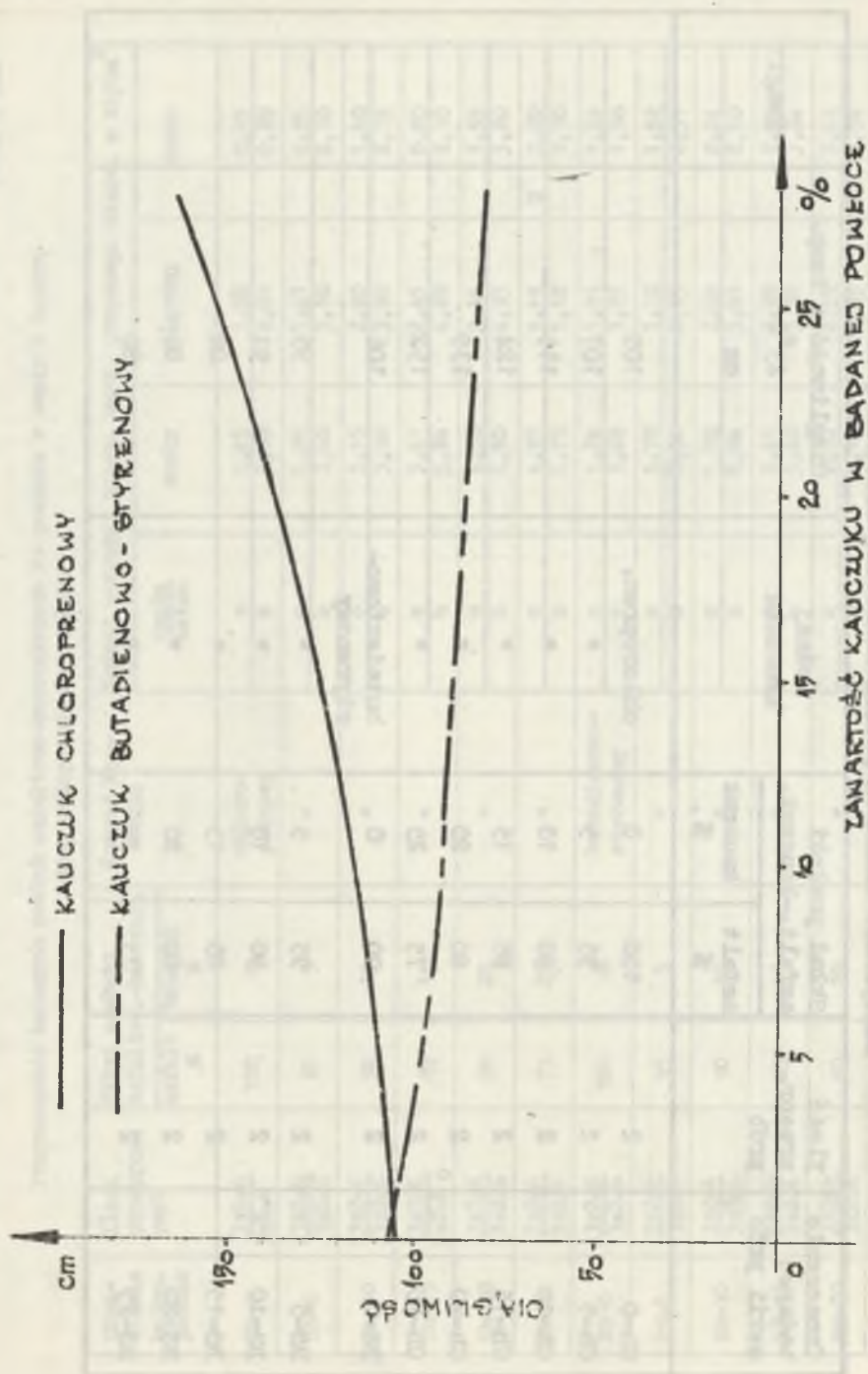
Przyczepność badanych powłok asfaltowo-kauczukowych do podłoża z cegły i betonu przy różnym stanie podłoża

Czas- badan. próbek	Ilość przeprow. prób	Skład powłoki asfaltow.-kauczuk.		Rodzaj kau- czuku	Rodzaj podłoża			
		asfalt %	kauczuk %		cegła beton	suchy	wilgotny	mokry
Ch-0	3x2=6	100	0	chloro- prenowy	c	1,45	1,52	0,55
	3x2=6				b	2,28	2,01	0,89
Ch-5	2x2=6	95	5	"	c	1,86	1,61	0,95
	3x2=6				b	2,60	3,10	2,10
Ch-10	2x2=6	90	10	"	c	3,15	2,80	1,60
	3x2=6				b	3,24	3,80	2,15
Ch-15	3x2=6	85	15	"	c	3,61	2,45	0,00
	3x2=6				b	5,24	4,80	2,10
Ch-20	3x2=6	80	20	"	c	4,52	3,44	1,99
	3x2=6				b	6,50	4,95	3,80
Ch-25	2x2=6	75	25	"	c	4,97	4,44	V 2,20
	3x2=6				b	6,75	5,10	3,90
BS-0	2x2=6	100	0	butadienowo- styrenowy	c	1,24	1,01	1,24
	3x2=6				b	1,82	1,75	1,88
BS-5	3x2=6	95	5	"	c	1,78	1,12	1,52
	3x2=6				b	2,51	2,15	2,51
BS-10	2x2=6	90	10	"	c	1,92	2,04	2,04
	3x2=6				b	2,84	3,01	2,50
BS-15	2x2=6	85	15	"	c	2,41	2,28	2,55
	3x2=6				b	3,40	3,20	3,04
BS-20	3x2=6	80	20	"	c	2,60	2,59	2,64
	3x2=6				b	4,10	3,65	3,54
BS-25	2x2=6	75	25	"	c	3,15	3,10	2,95
	3x2=6				b	4,34	4,60	2,40

Tablica IV

Duktylność badanych powłok asfaltowo-kauczukowych

Czynniki badanej serii prób	Ilość przapr. prób	Skład powłoki asfalt.-kauczuk.		Rodzaj kauczuku	Ciężkość w temp. 25°C cm	Uwagi
		asfalt %	kauczuk %			
Ch-0	2	100	0	ohloropren.	105	
Ch-5	2	95	5	"	107	
Ch-10	2	90	10	"	115	
Ch-15	2	85	15	"	124	
Ch-20	2	80	20	"	139	
Ch-25	2	75	25	"	152	
BS-0	2	00	0	butadienowo-styrenowy	106	
BS-5	2	95	5	"	95	
BS-10	2	90	10	"	91	
BS-15	2	85	15	"	88	
BS-20	2	80	20	"	86	
BS-25	2	75	25	"	80	



Rys. 2. Zależność ciągliwości badanych powłok do ilości i rodzaju dodawanego kauczuku

3.1. Parametry wytrzymałościowe wytypowanych powłok asfaltowo-kau- czukowych

S z c z e l n o ś ć

Wyniki badań laboratoryjnych powłok asfaltowo-kauzuczukowych zesta-
wiono w tablicy I. Dla ilustracji, zależność szczelności badanych
powłok od procentowego dodatku lateksu przedstawiono graficznie
na rys. 1.

N a s i ą k l i w o ś ć

Komplet wyników badań chłonności wody badanych powłok obliczone
według podanych wzorów zamieszczono w tablicy II. Odpowiednią pre-
cyzję pomiarów zagwarantowano stosując wagę laboratoryjną anali-
tyczną.

P r z y c z e p n o ś ć p o w ł o k d o p o d ł o ż a

Przyczepność poszczególnych powłok do podłoża suchego, wilgotnego
i mokrego pomierzono dla betonu i cegły zamieszczono w tablicy III.
Za jednostkę miary przyjęto kg/cm^2 . W tablicy umieszczono każdora-
zowo średnią z dwu badań dla każdego wariantu.

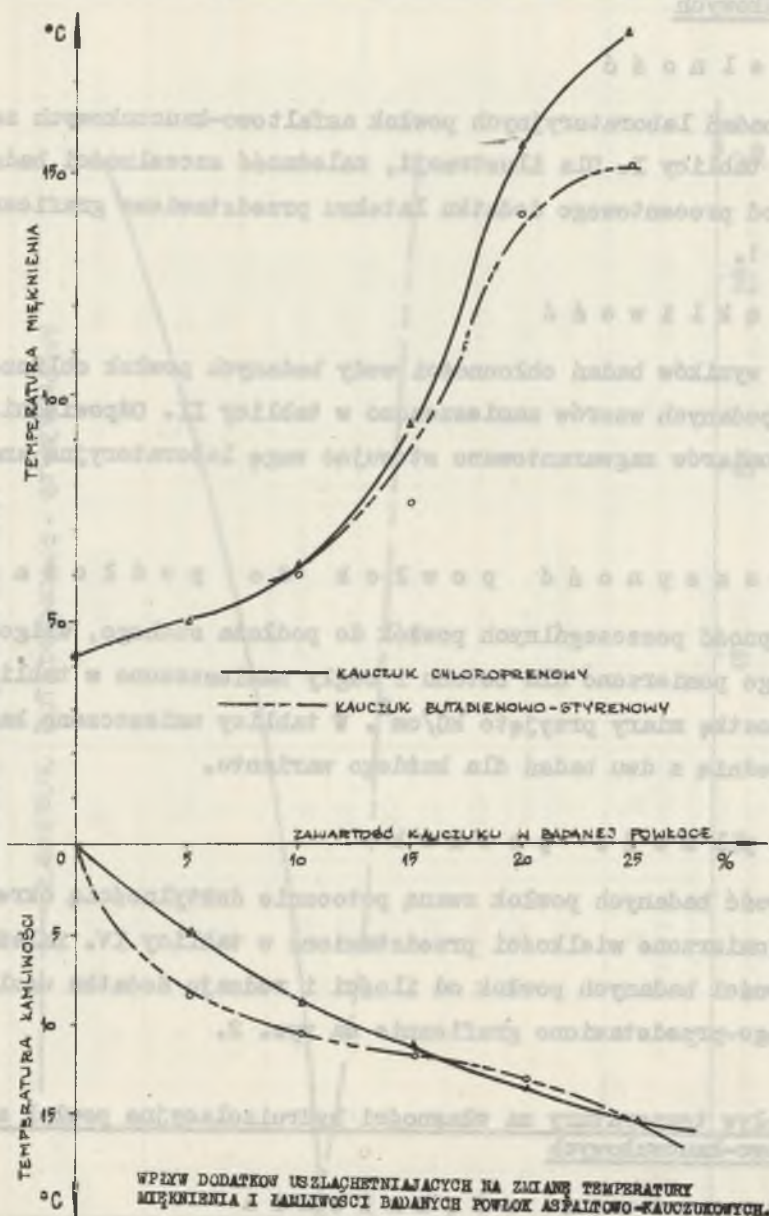
D u k t y l n o ś ć p o w ł o k

Ciągliwość badanych powłok zwaną potocznie duktylnością określono
w cm. Pomierzone wielkości przedstawiono w tablicy IV. Zależność
ciągliwości badanych powłok od ilości i rodzaju dodatku uszlachet-
niającego przedstawiono graficznie na rys. 2.

3.2. Wpływ temperatury na własności hydroizolacyjne powłok asfal- towo-kauzuczukowych

T e m p e r a t u r a m i ę k n i e n i a

Wyniki pomiarów temperatury mięknięcia dla badanych powłok zamie-
szczono w tablicy V. Zaś krzywą wpływu dodatku lateksu na tempera-
turę mięknięcia przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Wpływ dodatków uszlachetniających na zmianę temperatury mięknięcia i łamliwości badanych powłok asfaltowo-kauczukowych

Tablica V

Temperatura mięknięcia i żmliwości badanych powłok asfaltowo-kauczukowych

Oznaczenie badanej serii próbek	Ilość przeprowadzonych prób	Skład powłoki asf.-kauczuk.		Rodzaj kauczuku	Określenie temperatury		Uwagi
		asfalt %	kauczuk %		miękmienie °C	żmliwość °C	
Ch-0	3+3	100	0	chloroprenowy	42	0	
Ch-5	3+3	95	5	"	49	- 5	
Ch-10	3+3	90	10	"	54	- 9	
Ch-15	3+3	85	15	"	92	- 12	
Ch-20	3+3	80	20	"	154	- 14	
Ch-25	3+3	75	25	"	180	- 16	
BS-0	3+3	100	0	butadienowostyrenowy	42	0	
BS-5	3+3	95	5	"	49	- 8	
BS-10	3+3	90	10	"	58	- 10	
BS-15	3+3	85	15	"	75	- 13	
BS-20	3+3	80	20	"	140	- 15	
BS-25	3+3	75	25	"	151	- 16	

Tablica VI

Oznaczenie palności powłok

Oznaczenie badanej próbki	Ilość przepraw. prób	Skład powłoki asf.-kautczuk.		Rodzaj kauczuku	Palność powłoki	Uwagi
		asfalt %	kauczuk %			
Ch-0	2	100	0	chloropren	Palna	
Ch-10	2	90	10	"	W zetknięciu z płomieniem pali się i stapia. Stopiona masa odpada gasnąc	
Ch-20	2	80	20	"	W płomieniu pali się. Po odsunięciu płomienia gaśnie	
Ch-30	2	70	30	"	"	
Ch-50	2	50	50	"	W płomieniu pali się, po odsunięciu płomienia gaśnie natychmiast	
Ch-100	2	-	100	"	Niepalna	
BS-10	2	90	10	butadieno- wo-styrene- nowy	Pali się w płomieniu i stapia. Stopiona masa odpada, gasząc się	
BS-20	2	80	20	"	"	
BS-30	2	70	30	"	"	
BS-50	2	50	50	"	"	

Tablica VII

Wyniki obserwacji zachowania się badanych powłok asfaltowo-kauuczowych pod wpływem podwyżs. temperatur

Oznaczenie badanych próbek	Ilość badanych próbek	Skład powłoki asfalt.-kauczuk.		Rodzaj kauczuku	Zachowanie się powłok w temp. podwyższonych		Próbki nachylone pod kątem 45°	Próbki uwytnowane poziomo
		asfalt, %	kauczuk %		Próbki położone pionowo	Próbki nachylone pod kątem 45°		
Ch-0	2	100	0	olejoro-pranowy	powłoka mięknie i powyżej 40°C zaczyna wolno spływać	powłoka mięknie i powyżej 40°C zaczyna wolno spływać	powłoka mięknie i powyżej 40°C wolno zaczyna spływać po bokach	powłoka mięknie i powyżej 40°C wolno zaczyna spływać po bokach
Ch-5	2	95	5	"	powłoka mięknie i powyżej 50°C b. wolno zaczyna spływać	powłoka mięknie i powyżej 50°C b. wolno zaczyna spływać	powłoka mięknie i ok. 60°C wolno spływa po bokach	powłoka mięknie i ok. 60°C wolno spływa po bokach
Ch-10	2	90	10	"	powłoka mięknie i dalazy wzrost temp. powyżej 80°C spowodowałaby spływanie	powłoka mięknie i dalazy wzrost temp. 80°C spowodowałaby spływanie	powłoka mięknie, nie zaobserwowano spływania	powłoka mięknie, nie zaobserwowano spływania
Ch-15	2	85	15	"	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie
Ch-20	2	80	20	"	"	"	"	"
Ch-25	2	75	25	"	nie zaobserwowano mięknięcia	nie zaobserwowano mięknięcia	nie zaobserwowano mięknięcia	nie zaobserwowano mięknięcia
BS-0	2	100	0	butadienowo-styranowy	powłoka mięknie i spływa z podłoża	powłoka mięknie i spływa z podłoża	powłoka mięknie i spływa z podłoża	powłoka mięknie i spływa z podłoża po bokach
BS-5	2	95	5	"	powłoka mięknie i powyżej 50°C zaczyna b. wolno spływać	powłoka mięknie i powyżej 50°C zaczyna b. wolno spływać	powłoka mięknie i powyżej 50°C zaczyna b. wolno spływać	powłoka mięknie i powyżej 50°C zaczyna b. wolno spływać
BS-10	2	90	10	butadienowo-styranowy	powłoka mięknie i powyżej 80°C zaczyna wolno spływać	powłoka lekko mięknie i powyżej 80°C zaczyna wolno spływać	powłoka lekko mięknie i powyżej 80°C zaczyna wolno spływać	powłoka lekko mięknie, nie zaobserwowano spływania
BS-15	2	85	15	"	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie
BS-20	2	80	20	"	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie	powłoka lekko mięknie
BS-25	2	75	25	"	nie zaobserwowano mięknięcia	nie zaobserwowano mięknięcia	nie zaobserwowano mięknięcia	nie zaobserwowano mięknięcia

Tabela VIII

Wyniki obserwacji zachowania się badanych powłok asfaltowo-kauczukowych pod wpływem obniżonych temp.

Nazwa i nie danej próbki	Ilość przeprowadzonych prób	Skład powłoki asfalt.-kauczuk.		Rodzaj kauczuku	Obserwacje zachowania się powłok w temp. ujemnych	
		asfalt %	kauczuk %		Na podłożu suchym	Na podłożu mokrym
Ch-0	2	100	0	chloroprenowy	bez zmian	przy temp. -8°C woda kapilarna zamrażając odsłania powłokę od podłoża
Ch-5	2	95	5	"	"	"
Ch-10	2	90	10	"	bez zmian	przy temp. -15°C zaśnieżono lokalnie odrywanie się powłoki i pęknięcia
Ch-15	2	85	15	"	bez zmian	"
Ch-20	2	80	20	"	bez zmian	"
Ch-25	2	75	25	"	bez zmian	"
BS-0	2	100	0	butadieno- wo-styrazowy	"	przy temp. -5°C nastąpiło odspajanie powłoki od podłoża
BS-5	2	95	5	"	"	przy temp. -10°C nastąpiło odspajanie od podłoża
BS-10	2	90	10	"	przy temp. -15°C zaśnieżono drobne rysy	"
BS-15	2	85	15	"	"	"
BS-20	2	80	20	"	przy temp. -15°C zaśnieżono niewielkie pęknięcia powłoki	przy temp. -15°C wyraźne ślady pęknięć powłoki i brak kontaktu
BS-25	2	75	25	"	"	"

Temperatura łamliwości

Średnie wartości temperatury łamliwości dla poszczególnych powłok zamieszczono w tabelicy V.

Palność

Dane uzyskane z oznaczenia palności poszczególnych powłok z dodatkiem kauczuku chloroprenowego i butadienowo-styrenowego zobrażowano w tabelicy XI.

Temperatura zapłonu

Jak to już wspomniano przy omawianiu metodyki badań próbę prowadzono do temperatury 380°C. W czasie badań zaobserwowano, że powłoki zawierające 50 i 30% kauczuku chloroprenowego nie uległy widocznej zmianie, a powłoki zawierające 10, 20, 30, 40 i 50% kauczuku butadienowo-styrenowego uległy stopnieniu i powolnemu rozkładowi. Do temp. 380°C zapłon nie nastąpił u żadnej z badanych prób.

Zachowanie się powłok w temperaturze podwyższonych i obniżonych

Obserwacje i zachowania się badanych powłok pod wpływem podwyższonych temperatur prowadzone w czasie zamieszczono w tabelicy VII, zaś dla temperatur obniżonych w tabelicy VIII.

Przyczepność powłok do podłoża zamrożonego

Wyniki badań przyczepności przebadanych powłok do podłoża z betonu i cegły klinkierowej w różnych warunkach zamieszczono w tabelicy IX.

Tablica I

Wyniki obserwacji wpływu wód agresywnych na badane powłoki asfaltowo-kauzukowe w warunkach lab.

Oznaczenie serii próbek	Ilość badanych próbek	Skład powłoki asfalt.-kauzuk.		Rodzaj kauzuku	Wyniki obserwacji zmian pokrytych walców spowodowanych odrod. agr.				
		asfalt %	kauzruk %		Woda 1	Woda 2	Woda 3	Woda 4	Woda wodoc.
Ch-0	5x3	100	0	chloroprenowy	prawie bez zmian	narosta bez widocznych zmian	włóki i wstępy powierzchniach czotkowych	bez widocznych zmian	bez zmian
Ch-5	5x3	95	5	"	narosta w minimalnym stopniu	prawie bez zmian	nieznaczny narosta	wstępy narosty	"
Ch-10	5x3	90	10	"	bez zmian	"	narosta w minimalnym stopniu	szary narosty	"
Ch-15	5x3	85	15	"	bez zmian	bez zmian	prawie bez zmian	bez widocznych zmian	"
Ch-20	5x3	80	20	"	"	bez zmian	bez zmian	"	"
Ch-25	5x3	75	25	"	"	bez zmian	bez zmian	bez zmian	"
BS-0	5x3	100	0	butadienowo styranowy	prawie bez zmian	prawie bez zmian	maloty i wstępy na powierzchni	połączenie kruszący się	"
BS-5	5x3	95	5	"	bez zmian	niewielkie wstępy	niewielkie wstępy	"	"
BS-10	5x3	90	10	"	"	prawie bez zmian	"	połączenie żłtawe do szarego	"
BS-15	5x4	85	15	"	minim. wstępy	prawie bez zmian	minimum zmian	"	"
BS-20	5x3	80	20	"	bez zmian	bez zmian	bez zmian	szary narosty	"
BS-25	5x3	75	25	"	bez zmian	bez zmian	bez zmian	bez większych zmian	"

Tabela II

Wytrzymałość na ściskanie walców przechowywanych w różnych wodach i warunkach in situ

Oznaczenie serii próbek	Ilość badanych próbek	Wytrzymałość średnia na ściskanie walców przechowywanych w różnych wodach i warunkach in situ													
		W wodzie nr 1		W wodzie nr 2		W wodzie nr 3		W wodzie nr 4		Na kop. Dymitrow		Na kop. Ignacy		Na kop. Moszczenica	
		kg/cm ²	% w stos. do kontr.	kg/cm ²	% w stos. do kontr.	kg/cm ²	% w stos. do kontr.	kg/cm ²	% w stos. do kontr.	kg/cm ²	% w stos. do kontr.	kg/cm ²	% w stos. do kontr.	kg/cm ²	% w stos. do kontr.
Ch-0	8x3	424	87,5	438	90,5	370	77	420	86,5	432	89,5	365	75,5	398	82,3
Ch-5	8x3	471	98	443	92,3	424	88	415	86,5	424	88	394	82	399	83
Ch-10	8x3	394	91,5	410	95,2	418	97	412	93,5	368	86	392	92,5	299	70
Ch-15	8x3	442	97	460	101,5	425	93,5	401	88,5	430	94,5	422	93	402	88,5
Ch-20	8x3	460	106,2	415	96	430	99,5	444	102,5	425	98,3	418	37	372	86,3
Ch-25	8x3	449	98	480	104,4	494	96,5	420	91,5	432	94,2	424	92,5	395	86
BS-0	8x3	415	90	401	87	412	89	389	84,5	345	75	405	87,5	321	69,8
BS-5	8x3	444	95	414	89	28	91,5	421	90	397	85	399	85,5	412	88,5
BS-10	8x3	412	96,5	430	100,3	428	100	401	94	420	98	396	92,5	388	91
BS-15	8x3	398	90,4	412	94	414	94,5	398	90,2	464	105,3	421	98	412	94
BS-20	8x3	388	99,8	397	102	387	99,6	401	103,5	420	108	414	106	397	102
BS-25	8x3	412	104,5	414	105	394	100	388	98,5	401	102	404	102,5	397	100,5

Tablica XII

Wyniki obserwacji wpływu wód agresywnych na badane powłoki asfaltowo-kauczukowe

Oznaczenie serii próbek	Ilość badań próbek	Skład powłoki asfalt.-kauczuk.		Rodzaj kauczuku	Wyniki obserwacji zmian pokrytych malców spow. wpl. wód kopalnianych		
		asfalt %	kauczuk %		Kop. Dymitrow	Kop. Ignacy	Kop. Moszczenica
Ch-0	3x3	100	0	chloroprenowy	bez zmian	powłoka odpada i kruszczy się	powłoka łątwo zdra-puje się paznokciem
Ch-5	3x3	95	5	"	bez zmian	powłoka łątwo zdra-puje się paznokciem	"
Ch-10	3x3	90	10	"	bez zmian	prawie bez zmian	minimalne zmiany
Ch-15	3x3	85	15	"	bez zmian	niewielkie wżery i naloty na pow.	"
Ch-20	3x3	80	20	"	bez zmian	bez zmian	niewielkie ubytki powłoki i mater. podłoż.
Ch-25	3x3	75	25	"	bez zmian	bez zmian	bez zmian
BS-0	3x3	100	0	butadienowo styrenowy	ubytki powłoki i wżery	biaże naloty na całej powierzchni i niewielkie nadżery	powłoka łątwo zdra-pywalna
BS-5	3x3	95	5	"	"	biaże naloty na całej powierzchni	"
BS-10	3x3	90	10	"	Lekkie kruszenie na 1 próbie	niewielkie wżery i naloty	niewielkie wżery
BS-15	3x3	85	15	"	bez widocznych zmian	bez zmian	bez zmian
BS-20	3x3	80	20	"	bez zmian	bez zmian	bez większych zmian
BS-25	3x3	75	25	"	bez zmian	bez zmian	bez widocznych zmian

Tablica XIII

Wyniki obserwacji stanu badanych powłok asfaltowo-kauczukowych poddanych przyspieszonym badaniom na wpływ środowiska agresywnego w komorze solnej

Oznaczenie badanej serii próbek	Ilość badanych próbek	Skład powłok asfalt.-kauczuk.		Rodzaj kauczuku	Określenie stanu powierzchni blach pokrytych poszczególnymi powłokami po 2 miesięcznym przechowywaniu w komorze solnej
		asfalt %	kauczuk %		
Ch-0	3	100	0	chloropren.	silne spęczenie powłoki, miejscowe wżery
Ch-5	3	95	5	"	liczne pęcherzyki i korozja plamkowa
Ch-10	3	90	10	"	nieliczne pęcherzyki, korozja plamkowa
Ch-15	3	85	15	"	nieliczne pęcherzyki, ślady korozji
Ch-20	3	80	20	"	niewielkie zmiany w wyglądzie powłoki (pożysk i ban)
Ch-25	3	75	25	"	brak pęcherzyków powierzchnia gładka
BS-0	3	100	0	butadienowo-styrenow.	silne spęczenie, liczne wżery
BS-5	3	95	5	"	silne spęczenie, miejscowe wżery
BS-10	3	90	10	"	liczne pęcherzyki, korozja plamkowa
BS-15	3	85	15	"	nieliczne małe pęcherzyki, ślady korozji
BS-20	3	80	20	"	kilka małych pęcherzyków
BS-25	3	75	25	"	nieznaczna zmiana pożytku powłoki

3. Wpływ agresywnego ośrodka na własności hydroizolacyjne badanych powłok

Wyniki badań wpływu agresywnego środowiska kopalnianego na własności hydroizolacyjne badanych powłok prowadzonych w warunkach laboratoryjnych zamieszczono w tablicach X i XI zaś w warunkach in situ w tablicy XII. Stan powłok badanych w komorze solnej opisano w tablicy XII. W tablicach XIV i XV podano składy wód użytych do badań.

Tablica XIV

Składniki agresywnych wód kopalnianych wg I.R. Bevana

Typ wody	Stężenie jonów mg/litr							Wskaźnik Langeliera	
	Fe ⁺⁺ Fe ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻⁻	pH		
1	1000	50	80	120	-	700	3,5	-	
2	-	35	40	60	12,5	75	6,0	1,5	
3	-	140	40	60	100	250	7,5	0,2	
4	-	50	200	120	300	300	8,5	-	
5	15000 mg/litr NaCl								

Wnioski

Przeprowadzone badania laboratoryjne związane z oznaczeniem własności fizykomechanicznych chemicznie skoagulowanych powłok, wyniki których przedstawiono w poprzednim punkcie, spełniły w zasadzie założony cel tj. dostarczyły komplet informacji dotyczących badanych powłok, a tym samym pozwoliły na wytypowanie do dalszych badań modelowych i technicznych optymalnych zestawów, które większość eliminacji przeszły z wynikiem pozytywnym. W oparciu o uzyskane

Tablica XV

Skład chemiczny wód kopalnianych pobranych z punktów badawczych w naturze

Lp.	Oznaczenie	Zawartość			
		Próba nr 1 Kop. Moszczenica	Próba nr 2 Kop. Jastrzębie	Próba nr 3 Kop. Ignacy	Próba nr 4 Kop. Dymitrow
1	Zawiesina	62,0 mg/l	70,0 mg/l	ślady	172,0 mg/l
2	Sucha pozostałość	16592,0 "	18398,0 "	424,0 mg/l	1266,0 "
3	Pozostałość po prażeniu	14932,0 "	17012,0 "	366,0 "	1058,0 "
4	CaO	734,0 "	816,0 "	146,0 "	270,0 "
5	MgO	377,5 "	156,6 "	47,1 "	76,8 "
6	Fe ₂ O ₃	0,6 "	0,3 "	0,2 "	0,3 "
7	SO ₄	19,8 "	84,8 "	27,2 "	102,9 "
8	Cl	10150,0 "	11550,0 "	98,0 "	528,5 "
9	CO ₂ wolny	30,8 "	nieobecny	17,6 "	13,2 "
10	CO ₂ związane	72,6 "	19,8 mg/l	48,4 "	37,4 "
11	CO ₂ agresywny	16,2 "	nieobecny	8,8 "	6,6 "
12	Utlenialność	22,4 mgO/l	33,6 mgO/l	3,2 mgO/l	3,8 mgO/l
13	Cukry	nieobecne	nieobecne	nieobecne	nieobecne
14	H ₂ S	nieobecny	nieobecny	nieobecny	nieobecny
15	Twardość węglanowa	9,24 °N	2,52 °N	6,16 °N	4,76 °N
16	Twardość ogólna	126,32 °N	103,56 °N	21,18 °N	37,72 °N
17	pH	7,1	9,0	8,2	7,5
18	Alkaliczność	3,3 mval	0,9 mval	2,2 mval	1,7 mval

wyniki i na podstawie obserwacji można wysunąć szereg wniosków natury szczegółowej, dotyczących własności hydroizolacyjnych powłok oraz wskazówek do dalszych badań modelowych i prób technicznych. Szereg wyników, a jest ich znaczna ilość, posiada charakter bardzo ogólny i stanowi podstawę do wydedukowania wniosków końcowych, które zostaną zamieszczone w rozdziale.

Wnioski do badań modelowych i technicznych

1. Dodatek lateksu do emulsji asfaltowej daje polepszenie następujących własności uzyskiwanej powłoki:
 - zwiększenie szczelności powłoki,
 - zwiększenie przyczepności do podłoża,
 - podwyższenie temperatury mięknięcia,
 - obniżenie temperatury łamliwości,
 - zwiększa odporność na wpływ podwyższonych i obniżonych temperatur,
 - zwiększa odporność na wpływy korozyjne wód agresywnych.
2. Powłoki emulsyjne wykonane z dodatkiem lateksu chloroprenowego przewyższają podobne z dodatkiem kauczuku butadienowo-styrenowego. Dodatek kauczuku chloroprenowego daje ponadto zmniejszenie palności powłok, podwyższenie temperatury zapłonu oraz duktylności.
3. Powłoki asfaltowo-kauczukowe nałożone na podłoża oblodzone lub oszronione nie uzyskują wymaganej przyczepności. Warstwa lodu czy szronu nie zezwala na połączenie powłoki z podłożem.
4. Powłoki emulsyjne asfaltowe bądź asfaltowo-kauczukowe posiadają małą nasiąkliwość, co ma duże znaczenie zwłaszcza przy zmianie temperatur z dodatnich na ujemny (szyby mroźeniowe).
5. Powłoki wykonane z emulsji asfaltowo-lateksowych skutecznie zabezpieczają konstrukcje betonowe przed zewnętrznym bezciśnieniowym działaniem wód agresywnych.

6. Jak wykazały próby w komorze solnej, powłoki asfaltowo-kauczukowe są mało odporne na działanie solanki.

7. Do badań modelowych zakwalifikowano mieszanki z dodatkiem 5, 10, 15 i 20% kauczuku chloroprenowego, zaś do badań technicznych 10 i 15% kauczuku chloroprenowego lub butadienowo-styrenowego. Obniżenie górnej granicy dodatku kauczuku podyktowane było względami ekonomicznymi.

Резюме

Чтобы ввести до горного строительства эмульсионные гидроизоляции надо было произвести комплексные лабораторные исследования. Эти исследования были проведены в Закладzie Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego а наиболее интересные в месте с результатами помещено в этой статьи. Полученные результаты дают возможность определить оптимальные рецептуры для производства гидроизоляционных асфальто-лятексных покрытий в подземных условиях.

THE LABORATORY TESTS ON APPLICATION OF EMULSION FOR HYDROISOLATION OF LINING

S u m m a r y

The introduction of hydroisolation based on emulsions in mine construction created a necessity for complex laboratory research. Such tests were made in the Institute of Research and Experiments for Mine Construction, and the more interesting results are described in this publication. The data obtained enable to state the optimal prescriptions for application of asphalt-cautchouc hydroisolated coats in underground conditions.