

Waldemar NOLYWAJKA, Jan URBAŃCZYK

ZAPOBIEGANIE OBLADZANIU OBUDOWY SZYBU I JEGO WYPOSAŻENIA

Streszczenie. W opracowaniu podano dotychczasowe rozwiązania, zmierzające do zabezpieczenia obudowy szybu i jego wyposażenia przed obladzaniem. W dalszym ciągu na podstawie przeprowadzonych badań przedstawiono nowe kierunki możliwości zapobiegania dużym oblodzeniom w szybach.

1. WPROWADZENIE

Jednym z czynników, mających istotny wpływ na sprawność transportu pionowego, jest problem tworzenia się lodu na konstrukcjach betonowych i stalowych w szybach. W chwili obecnej, z uwagi na rosnące zadania przemysłu wydobywczego, zapewnienie bezawaryjnej pracy szybu jest zagadnieniem zasadniczym.

Zjawisko tworzenia się lodu występuje głównie w szybach wdechowych. W szybach wentylacyjnych nie stwierdza się przypadków oblodzenia zbrojenia szybu lub jego obudowy, bo temperatura powietrza przepływającego tymi szymbami wynosi około $+24^{\circ}\text{C}$. Jednakże w szybach wentylacyjnych dochodzi do oblodzenia urządzeń, zainstalowanych w kanale wentylacyjnym, służących do rewersji wentylacji (klapy, zasowy). Urządzenia te mają bezpośredni kontakt z powietrzem atmosferycznym, co ułatwia ich oblodzenie.

W przypadku szymbów głównych wdechowych na oblodzenie obudowy i wyposażenia stalowego narażony jest głównie górny odcinek szybu (50-100 m od zrębu szybu). W odcinku tym następują zmiany warunków przepływu powietrza, powodujące kondensację pary wodnej i jej osadzanie na zbrojeniu i obudowie szybu, co w przypadku ujemnych temperatur powietrza, płynącego szymbem, doprowadza do oblodzenia tego odcinka. Poszukiwanie więc najlepszych sposobów zapobiegania pokrywania się lodem obudowy szybu i jego wyposażenia jest zadaniem aktualnym i pilnym.

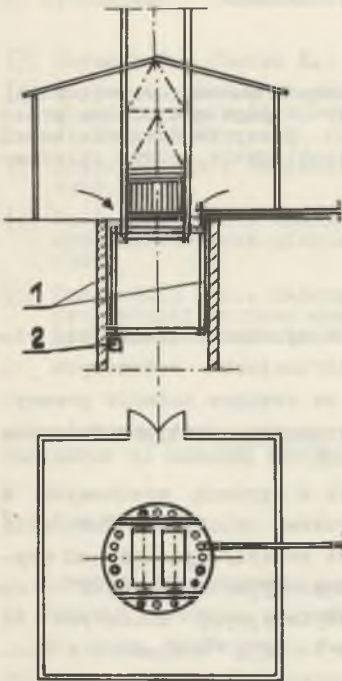
2. DOTYCHCZASOWE SPOSOBY ZAPOBIEGANIA OBLADZANIU KONSTRUKCJI STALOWYCH I BETONOWYCH W SZYBACH

Dotychczasowe rozwiązania, zmierzające do zabezpieczenia szybu przed tworzeniem się lodu, koncentrują się na utrzymaniu w rurze szymbowej do-

datniej temperatury powietrza ($+2^{\circ}\text{C}$), tj. na ogrzaniu całego powietrza wlotowego lub jego części (w przypadku szybów wdechowych).

Urządzenia służące do ogrzewania powietrza wlotowego dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

- urządzenia bezwentylatorowe,
- urządzenia wentylatorowe.



Rys. 1. Bezwentylatorowe urządzenia ogrzewania szybu
1 - rury grzejne, 2 - odwadniacz

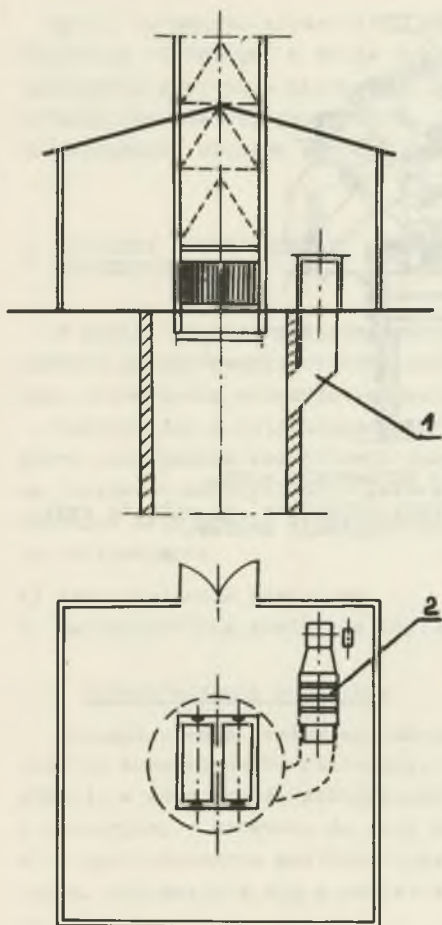
W grupie urządzeń bezwentylatorowych można wyróżnić chronologicznie następujące sposoby ogrzewania powietrza wlotowego:

- a) ogrzewanie powietrza wlotowego za pomocą żarowni z koksem, umieszczonych obok wlotu do szybu,
- b) wprowadzanie do prądu powietrza wlotowego gorącej pary wodnej,
- c) zastosowanie grzejników parowych, elektrycznych lub wodnych (rozwiązanie najnowsze) lokalizowanych bezpośrednio pod zrębem szybu (rys. 1).

Z tych sposobów ogrzewania powietrza wlotowego, jedynie rozwiązanie polegające na zastosowaniu grzejników zlokalizowanych bezpośrednio w rurze szybowej zdaje praktycznie egzamin pod warunkiem, że ilość powietrza przepływającego szybem nie przekracza $2000 \text{ m}^3/\text{min}$. Przy takich ilościach powietrza wlotowego, jego prędkość na zrębie szybu (dla średnicy szybu wdechowego 5 m) wynosi około 2-3 m/sek., co gwarantuje jego ogrzanie do wymaganej przepisami temperatury

W chwili obecnej, z uwagi na schodzenie z eksploatacją na duże głębokości i koncentrację wydobywania, ilość powietrza płynącego szybem wynosi kilka tys. m^3/min . Powoduje to znaczny wzrost jego prędkości na zrębie szybu, uniemożliwiający ogrzanie powietrza do wymaganej temperatury za pomocą urządzeń bezwentylatorowych. W związku z tym do praktyki górniczej wprowadzono rozwiązania polegające na ogrzewaniu części powietrza wlotowego (25-30%), a mianowicie urządzenia wentylatorowe.

W grupie urządzeń wentylatorowych można wyróżnić następujące sposoby kierowania strugi powietrza ogrzanego do szybu:



Rys. 2. Schemat wentylatorowego urządzenia ogrzewania szybu

1 - kanał dla powietrza ogrzanego,
2 - wentylator

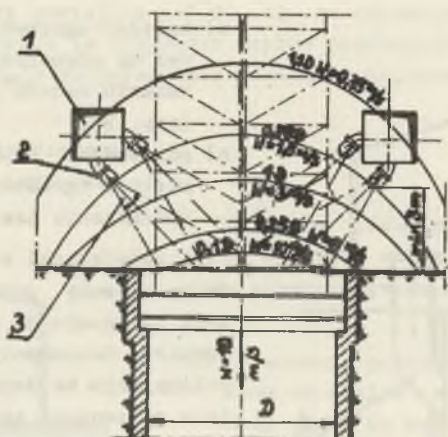
żami basztowymi), ogrzane powietrze wtłaczane jest do szybu praktycznie na tej samej głębokości, na której znajduje się wlot powietrza zimnego (rys. 4). Rozwiązanie takie pozwala na znaczne zmniejszenie nieprawidłowo ogrzewanego odcinka szybu, wyrównanie temperatur powietrza następuje na głębokości około 20 m. Wyrównanie temperatury powietrza nie następuje bezpośrednio przy wlocie powietrza ogrzanego z uwagi na znaczne różnice energii kinetycznej strugi powietrza zimnego i ogrzanego. Z tego względu istnieje możliwość utrzymywania się, w górnym odcinku szybu, temperatury ujemnej i oblodzenia obudowy szybu oraz jego zbrojenia.

- a) kanałem ogrzewczym, zlokalizowanym na głębokości kilku do kilkunastu metrów pod zrębem szybu (rys. 2),
- b) przewodami doprowadzającymi powietrze ogrzane nad zręb szybu (urządzenia nawiewne - rys. 3).

Z doświadczeń ruchowych wiadomo, że te sposoby doprowadzenia powietrza ogrzanego do szybu wykazują zasadnicze mankamenty w rozwiązaniu, polegającym na doprowadzeniu powietrza ogrzanego kanałem ogrzewczym. W zależności bowiem od głębokości zlokalizowania wlotu kanału do szybu, w stosunku do zrębu szybu i sposobu jego usytuowania (promieniowo lub stycznie), górny odcinek szybu na długości około 50 m pozostaje nieogrzany, a przez to narażony na oblodzenie.

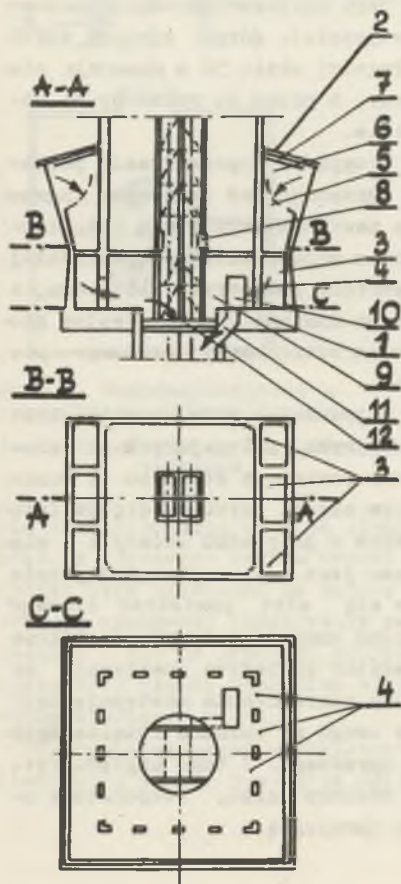
W przypadku doprowadzenia powietrza ogrzanego nad zręb szybu (ogrzewanie nawiewne) występują duże trudności z zapewnieniem odpowiedniej temperatury powietrza wlotowego, z uwagi na znaczne straty ciepłe spowodowane ucieczkami ogrzanego powietrza.

W najnowszych rozwiązaniach konstrukcyjnych, polegających na skierowaniu powietrza do szybu z pominięciem części szybu na zrębie (stosowanych w przypadku nadszybi z wie-



Rys. 3. Nawiewne urządzenie ogrzewania szybu

1 - przewody blaszane doprowadzające ogrzane powietrze w pobliże szybu,
2 - dysza nawiewna, 3 - zakres regulacji nawiewu



Rys. 4. Urządzenie ogrzewania szybu dla nadszybi z wieżami basztowymi

1 - łoża fundamentowa, 2 - daszek czerpni, 3 - pomieszczenia korytarzowe, 4 - otwory rektyfikacyjne, 5 - czerpnie, 6 - otwory wlotowe, 7 - klapy czerpni, 8 - klapy p. pożarowe, 9 - budynek ogrzewania, 10 - urządzenia ogrzewcze, 11 - kanał ogrzewczy, 12 - belki podstawowe

Mając na uwadze niedostatki dotychczas stosowanych sposobów ogrzewania powietrza wlotowego, a także możliwość awarii części lub całego systemu ogrzewania powietrza wlotowego, można stwierdzić, że sposoby te nie gwarantują prawidłowej pracy szybu i jego urządzeń w okresie zimowym z uwagi na zagrożenie obudowy szybu i jego wyposażenia oblodzeniem.

3. KIERUNKI ZABEZPIECZENIA OBUDOWY I KONSTRUKCJI REALIZOWANE OBECNIE I PROJEKTOWANE

W chwili obecnej podjęto próby rozwiązania zagadnienia poprzez odpowiednie przygotowanie obudowy szybu. Próby te koncentrują się na sposobach wytworzenia adhezyjno-abhezyjnych powłok hydrofobowych.

Korzystając z dotychczasowych doświadczeń w zakresie zabezpieczenia przed obmarzaniem konstrukcji murowych w budownictwie naziemnym, a także na podstawie własnych prób laboratoryjnych, metody zabezpieczenia obudów murowych przy pomocy hydrofobowych powłok adhezyjno-abhezyjnych podzielono następująco:

- a) zabezpieczenia powłokowe,
- b) zabezpieczenia powłokowo-impregnacyjne.

3.1. Zabezpieczenia powłokowe

Zabezpieczenia powłokowe zmierzają do uzyskania na całej powierzchni obudowy murowej szybu szczelnej, ciągłej, elastycznej powłoki o dobrej adhezji w stosunku do zabezpieczanej powierzchni (obudowa murowa, metal) i abhezyjnej w stosunku do pary wodnej i wody. Celem powłoki jest całkowite wyeliminowanie możliwości zwilżenia zabezpieczanej powierzchni parą wodną, wytrącającą się z powietrza atmosferycznego, jak i wodą spływającą po obudowie.

W związku z tym przebadano i przeanalizowano krajowe preparaty adhezyjne ze szczególnym uwzględnieniem typowych produktów malarskich typu lakierniczego. Na podstawie analizy wytypowano preparaty powłokowe, charakteryzujące się założonymi parametrami, a szczególnie możliwością nakładania przy pomocy natrysku pneumatycznego lub elektrostatycznego oraz wykazujące odpowiedni współczynnik rozszerzalności liniowej w stosunku do podłoża.

Do badań wytypowano dwie grupy wyrobów lakierniczych, a mianowicie lakiery chlorokauczukowe i poliwinylowe. Przy założeniu, iż wymienione grupy związków powłokowych nie spełnią założeń, uwzględniono ich modyfikację pod kątem uzyskania:

- maksymalnej adhezji do podłoża,
- odpowiedniej elastyczności powłoki,
- maksymalnej abhezji w stosunku do wody w odpowiednim zakresie temperatur (+30°C do -30°C). Na podstawie literatury oraz rozeznania wytypowa-

no do modyfikacji wyrobów lakierniczych organiczne związki krzemu (oleje metylosilikonowe).

Niezależnie od wymienionych grup związków przebadano szereg indywidualnych kompozycji, opartych na następujących związkach:

- 1) podpolimery styrenu,
- 2) podpolimery butadienowe-styrenowe,
- 3) polioctan winylu,
- 4) glikol etylenowy,
- 5) polimetakrylan metylu,
- 6) alfenol,
- 7) aquasil - A,
- 8) ahydrosil Na.

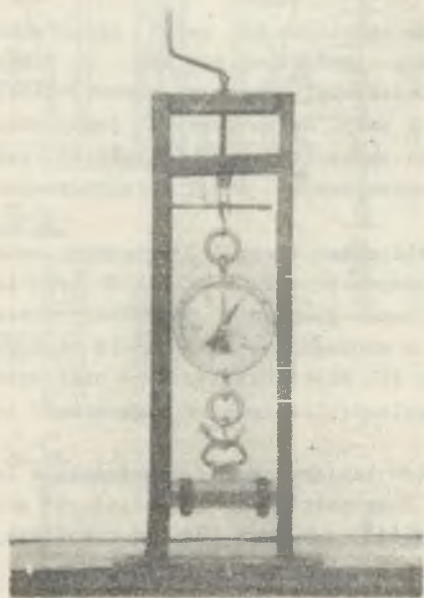
Oprócz tego w badaniach wykorzystano specjalnie preparowane papiery, a mianowicie:

- 1) papier silikonowy,
- 2) papier pokryty polietylenem,
- 3) papier pokryty kopolimerem PCV.

Wytypowane związki przebadano, przyjmując w każdym przypadku za punkt odniesienia wynik, uzyskany z tzw. próby "0", czyli pomiaru adhezji lodu w stosunku do czystego składnika lub wyrobu fabrycznego (bez modyfikacji). W drugiej kolejności wykonano pomiary adhezji w tych samych warunkach z odpowiednią modyfikacją danego wyrobu lub związku.

W próbach laboratoryjnych własności adhezyjno-abhezyjne uzyskiwanych powłok badano na beleczkach betonowych i płytkach ze stali St3SCU. Po wytworzeniu trwałej powłoki na zabezpieczone powierzchni napyłano mgłą wodną. Tak przygotowane próbki poddawano działaniu temperatury w zakresie -10° do -20°C .

Przydatność powłok do zabezpieczenia obudowy murowej i wyposażenia szybu przed oblodzeniem określano siłą przyczepności wytworzonej warstwy lodu do zabezpieczonej powierzchni, badaną w aparacie przedstawionym na rys.5.



Rys. 5. Aparat do określania siły przyczepności wytworzonej warstwy lodu do zabezpieczonej powierzchni

Ze względu na brak odpowiednich norm i warunków technicznych przyjęto indywidualną skalę oceny adhezji lodu w stosunku do wskazanej powłoki w temperaturze od -10 do -20°C . Przyjęta skala posiadała zakres od 0 do 10, przy czym 10 oznaczało maksymalną przyczepność lodu do badanej powierzchni w przytoczonym zakresie temperatur. Zakres od 0 do 2 oznaczał adhezję bardzo słabą, od 3 do 5 - słabą, od 5 do 7 - wysoką i od 7 do 10 - bardzo wysoką.

Na podstawie badań laboratoryjnych przeprowadzono analizę poszczególnych zestawów związków powłokowych, które podzielono na dwie grupy. Do grupy pierwszej zaliczono związki typu lakierniczego wraz z ich modyfikacją; grupa druga obejmowała preparaty emulsyjne.

W grupie pierwszej przeprowadzono badania, mające na celu uzyskanie odpowiednich wielkości adhezyjno-abhezyjnych na drodze szerokiej modyfikacji olejem silikonowym Silol-1000 lakierów chlorokauczukowych i poliwinylowych. Po przeanalizowaniu uzyskanych wyników stwierdzono, że wprowadzenie oleju silikonowego do wyrobów lakierniczych jest zabiegiem prostym, dającym w efekcie korzystne wyniki końcowe. Optymalną ilością oleju silikonowego, wprowadzonego do lakieru jest:

- dla lakieru chlorokauczukowego - 10%,
- dla lakieru poliwinylowego - 12%,

wagowo w stosunku do ilości lakieru. Przy tych ilościach oleju silikonowego nie stwierdzono gorszej przyczepności preparatu do przyjętego podłoża. Stwierdzono również, że wprowadzanie do lakierów oleju silikonowego powyżej 12% wagowo w stosunku do ilości lakieru pogarsza własności technologiczne powłoki, a mianowicie utrudnia jej wykonanie.

Negatywne wyniki uzyskano przy próbach powierzchniowej hydrofobizacji olejem silikonowym Silol-1000 uprzednio wykonanych powłok lakierniczych. Nie stwierdzono natomiast ujemnego wpływu niskiej temperatury na wykonaną i utwardzoną powłokę. Przy optymalnym stosowaniu oleju silikonowego jako czynnika modyfikującego do lakierów chlorokauczukowych i poliwinylowych, przyczepność lodu do przyjętych powierzchni, w zakresie stosowanych temperatur w przyjętej skali wynosiła:

- dla lakieru chlorokauczukowego - 4,
- dla lakieru poliwinylowego - 6.

W grupie drugiej przebadano:

- powłoki oparte na wodnej dyspersji poliocyanu winylu, modyfikowanej glikolem etylenowym, przy czym najkorzystniejsze wyniki uzyskano przy około 40% udziale glikolu etylenowego w mieszaninie (w stosunku do ilości poliocyanów winylu), uzyskując adhezję równą 7 według stosowanej skali.
- zestawy powłokowe wykonane przez ujednorodnienie:
 - 1) podpolimerów styrenu,

2) podpolimerów butadienowo-styrenowych,

3) oleju metylosilikonowego,

przy czym ustalono, że najmniejszą przyczepność lodu, równą 7 według przyjętej skali, uzyskano przy stosunku wagowym składnika 2 do składnika 1 jak 5:2, z dodatkiem 5% oleju silikonowego.

Wykonano także pewną ilość badań i oznaczeń adhezji lodu stosując jako powłoki:

1) polimetakrylan metylu, modyfikowany olejem silikonowym,

2) papier silikonowany,

3) papier pokryty polietylenem,

4) papier pokryty kopolimerem PCW,

uzyskując każdorazowo wyniki negatywne (adhezja lodu do badanej powłoki równa 10 według przyjętej skali).

3.2. Zabezpieczenia powłokowo-impregnacyjne

Zabezpieczenia powłokowo-impregnacyjne starano się uzyskać następująco:

- impregnując obudowę murową (betonową) preparatami hydrofobowymi produkcji krajowej lub zagranicznej,
- wytwarzając na zaimpregnowanej powierzchni elastyczną, adhezyjno-abhezyjną powłokę hydrofobową (jak w punkcie 3.1).

Impregnacje podzielić można na:

1) dyfuzyjną - przewidzianą dla obudów już istniejących,

2) wgłębną - dla zabezpieczenia obudów w trakcie ich wykonywania.

Dla celów impregnacji dyfuzyjnej przewiduje się zastosowanie znanych preparatów krajowych (np. Ahydrosil Na) lub zagranicznych (np. emulsje silikonowe firmy Wacker).

Dla celów impregnacji wgłębnej, uzyskiwanej na drodze dodawania odpowiednich preparatów hydrofobowych do wody zarobowej, wytypowano do badań preparaty typu emulsji:

- emulsję winylową,
- emulsję winylowo-akrylową,
- emulsję akrylowo-silikonową,
- emulsję silikonową.

Z wyżej wymienionych preparatów, hydrofobizujących obudowę betonową, najlepsze efekty uzyskiwano przez dodanie do wody zarobowej emulsji akrylowo-silikonowej w ilości 10% w stosunku do wody zarobowej.

4. WNIOSKI

W grupie zabezpieczeń powłokowych:

1. Powłoki typu lakierniczego o odpowiednich właściwościach adhezyjno-abhezyjnych są przydatne do zabezpieczenia powierzchni betonowych i metalowych.

2. Wprowadzanie oleju silikonowego do wyrobów lakierniczych zmniejsza wyraźnie przyczepność lodu, nie zmieniając podstawowych parametrów technologicznych lakierów. Optymalną ilością oleju wprowadzonego do lakierów jest 10% wagowo w stosunku do ilości lakieru.

3. Stosowanie kompozycji powłokowych, opartych o odpadowe podpolimery butadienowo-styrenowe i olej silikonowy, zmniejsza przyczepność lodu do zabezpieczonej powierzchni.

W grupie zabezpieczeń powłokowo-impregnacyjnych, przewidzianych głównie do zabezpieczenia obmurza szybowego, stwierdza się przydatność preparatów typu Ahydrosil Na lub emulsji silikonowej firmy Wacker - w przypadku impregnacji dyfuzyjnej. W przypadku impregnacji wgłębnej (tj. dla impregnacji obudów betonowych w trakcie ich wykonywania) pozytywne rezultaty uzyskano przy wykorzystaniu jako dodatku do wody zarobowej emulsji akrylowo-silikonowej. Efekt hydrofobowy zwiększa się po dodatkowym zabezpieczeniu powierzchni betonowej drogą nałożenia warstwy emulsji akrylowo-silikonowej grubości około 0,5 mm.

Badania laboratoryjne, których wyniki należy traktować jako wskazówkę do dalszych badań oraz analiza całości zagadnienia pozwalają wnioskować o konieczności prowadzenia dalszych prac nad sposobami zabezpieczenia obmurza szybu i jego wyposażenia przed obladzaniem.

ПРЕДОХРАНЕНИЕ ОТ ОБЛЕДЕНЕНИЯ КРЕПИ СТВОЛА И ЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Р е з ю м е

В обработке представлены существующие до сих пор решения, направленные к предохранению от обледенения крепи ствола и его оборудования. В продолжении на основании проведенных исследований представлены новые направления возможности предохранения от большого обледенения в стволах.

ANTI-FREEZING METHOD OF THE SHAFT LINING AND ITS EQUIPMENT

S u m m a r y

In elaboration described actual solutions regarding anti-freezing method of the shaft lining.

Further basing on scientific research new prevention possibilities have been introduced.