

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

ORGAN ZWIĄZKU POLSKICH INŻYNIERÓW BUDOWLANYCH

ROK I

SIERPIEŃ – WRZESIEŃ 1938

NR 2 - 3

T R E Ś Ć: Prof. S. Bryła — Konstrukcja mostów z uwagi na opl. Prof. S. Bryła — Zachowanie się betonów glinowych pod wpływem czynników zewnętrznych. Prof. S. Bryła — Katastrofa mostu w Hasselt. Inż. S. Eljasz — Ochrona drewna budulcowego przed ogniem, badanie i środki zapobiegawcze. Inż. W. Pogany i mgr. T. Zarosły — Kilka uwag o badaniu kamieni. Dr. M. Popiel i inż. S. Sunderland — Badanie kamieni budowlanych. Inż. J. Holnicki-Szulc — Metody badań trwałości ceramicznych mat. bud. Mgr. J. Piotrowski — Izolowanie rur żelaznych i beton. asfaltem. Inż. H. Stankiewicz — O materiałach izolac. od wody i wilgoci. Dr. W. Skalmowski, inż. Z. Jastrzębski i inż. M. Mączyński — Z prac nad materiałami do izolacji przeciwwilgociowej. Inż. W. Rychlewski — Doraźne próby materiałów bud. Inż. S. Sławiński — Podstawowe instalacje schronów opl. Inż. H. Honheisen — Stal w budownictwie plotn. Inż. M. Rogowski — Konstrukcje bud. w warunkach pożarniczych. Inż. P. Zaremba — Uniezależnienie obrony pożarowej bud. miejskich od wody wodociągowej. Inż. M. Rogowski — Ochrona budowli przed wyładowaniami atmosf. Inż. K. Kamiński — Pomiar wstrząsów w budowlach. Inż. Prof. F. Załewski — Zniszczenia budowli o pozorach uszkodzeń gór. Dr. M. Kwiek — O metodzie pomiarów akust.-bud. Inż. M. Mączyński — O pomiarach przewodnictwa cieplnego mat. bud. Dr. M. Popiel — Projektowanie pieców i ich przyjęcie. Dr. M. Popiel i inż. S. Sunderland — Licówka elewacyjna z kamieni naturalnych. Prof. S. Bryła i inż. H. Stankiewicz — Dachy płaskie i tarasy. Inż. T. Konic — Plany na tynkach. Inż. F. Limbach — Asfalty z ropy borysl. jako mat. izol. Inż. W. Pogany i mgr. T. Zarosły — Wpływ chem. i fiz. na wyprawy. Dr. med. J. Bortkiewicz-Rodziewiczowa — Klimatyzacja powietrza z punktu widzenia higieny. Inż. Z. Dobrowolski — Nowy sposób spawania uzbrojenia w konstr. żelbetowych. Dział informacyjny. IV Zjazd Inżynierów budowlanych w Gdyni. Z pracy technicznej.

Prof. Dr Inż. STEFAN BRYŁA

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

KONSTRUKCJA MOSTÓW Z UWAGI NA OBRONĘ PRZECIWLOTNICZĄ

Wymagania strategiczne w stosunku do mostów dotyczyły do niedawna przede wszystkim wysadzania w powietrze, rzadziej ostrzeliwania. Zazwyczaj brzmiały one następująco: w razie cofania się armii most powinien być zniszczony możliwie najłatwiej, ale konstrukcja jego w razie ponownego pochodu naprzód powinna być również możliwie łatwa do wykonania. Brało się przy tym pod uwagę armię własną, aczkolwiek przeciwnik mógł mieć te same zupełnie korzyści. Do tego dochodził wzgląd już bardziej cywilny: zawalone przęsło mostu nie powinno tamować rzeki na dłuższy czas, gdyż mogłoby to prędzej czy później spowodować nawet podmycie filarów i dalsze skutki tego i wody inne, już podrzędne.

Wymagania w stosunku do mostów pod kątem obrony przeciwlotniczej są w pewnym stopniu zgodne ze wspomnianymi strategicznymi; są jednak i różnice. Wynika to już z samej istoty napadu. Wysadzaniu podlegają mosty przyfrontowe, natomiast nalot objąć może mosty w całym państwie, więc skierowany będzie przede wszystkim na ważne przekroczenia rzeczne najważniejszych arterij komunikacyjnych. Poza tym wojska broniące kraju mogą być nieraz w tym położeniu, że same muszą niszczyć własne mosty, natomiast napad lotniczy skieruje się przede wszystkim na mosty, których właśnie obrońcy najbardziej będą potrzebowali. Chodzi przy tym o taki ustrój mostu, któryby w razie trafienia najlepiej się choć częściowo

utrzymał, a więc był narażony na zniszczenie w możliwie najmniejszym rozmiarze — i tu jest różnica. Po wtóre zaś, gdy nastąpi zniszczenie całkowite lub częściowe wskutek zbombardowania, powinna odbudowa jego być możliwie łatwa, chociażby jako prowizorium. Nawet w największej ilości wypadków będzie to prowizorium, gdyż podczas wojny nie czas będzie zazwyczaj na definitywną odbudowę, niemniej jednak musi ona zostać wykonana.

Streszczając to wszystko, dochodzimy do wniosku, że z uwagi na obronę przeciwlotniczą most powinien być taki, aby jak najtrudniej było go uszkodzić, aby uszkodzenie było jak najmniejsze i jak najłatwiejsze do naprawienia, wreszcie, aby w razie zniszczenia mostu, czy jego poszczególnych przęseł, można było jak najłatwiej zmontować prowizorium. Sprawa odbudowy definitywnej odgrywa rolę drugorzędną.

Oczywiście nie można mostu budować wyłącznie pod kątem obrony przeciwlotniczej. W granicach normalnie stosowanych obciążeń i rozpiętości nie ma niemal możliwości zapobiec runięciu mostu, gdy uderzy weń ciężka bomba. Poza tym muszą przy budowie mostu decydować również momenty ekonomiczne, a nieraz i estetyczne. Niemniej wytyczne obrony przeciwlotniczej są bardzo ważnym czynnikiem i przy budowie mostu muszą być rozważone, a decyzja ostateczna musi być uskuteczniiona na podstawie zdrowego, kompromisowego ujęcia tych wszystkich czynników.

Jeżeli nie ma takiej konstrukcji mostowej, która równocześnie najlepiej wszystkim warunkom obrony przeciwlotniczej odpowiadała, to przecież można mówić o takiej, która spełni je w możliwie najwyższym stopniu. Aby zaś na to pytanie odpowiedzieć, należy wziąć pod uwagę materiał konstrukcyjny, rodzaj i system ustroju mostowego, a wreszcie ustrój ścian dźwigarów mostowych.

Z materiałów konstrukcyjnych może oczywiście być mowa tylko o stali i o żelazobetonie. Most drewniany jest nie tylko łatwopalny, ale nadto jest bardzo wrażliwy na wybuch. Most kamienny nie wchodzi w grę z powodu kruchości i małej wytrzymałości na rozciąganie materiału. Nieco lepsze są mosty czysto betonowe, ale i one nie wchodzi w grę z powodu tych samych wad, aczkolwiek stopień tych wad jest mniejszy.

Z obu materiałów inżynierskich — w dzisiejszym tego słowa znaczeniu — żelazobeton przedstawia zalety większej monolityczności i większej masy, stal zalety większej wytrzymałości na naprężenie obu znaków (ściskanie i rozciąganie), większej sprężystości, wydłużalności, wreszcie większej smukłości prętów; poza tym most stalowy może być szybciej zrekonstruowany od żelazobetonowego, zwłaszcza w formie prowizorycznej. Wynika stąd, że wchodzi w grę bardzo różne własności, przy czym w poszczególnych wypadkach jedna lub druga z nich może zaważyć więcej od innej. Zdarzyć się więc może, że jeden lub drugi materiał okolicznościowo będzie korzystniejszy. Pod kątem obrony przeciwlotniczej trzeba jednakowoż ująć najprawdopodobniejsze wypadki i na ich podstawie ustalić zasadę ogólną.

Bomba 100 kilogramowa przebić może płytę betonową nawet o grubości ok. 1 m; grubość ta zależy w wysokim stopniu od jakości betonu, a wkładki stalowe w betonie wzmacniają go w znacznym stopniu. Pomost żelazobetonowy musi ulec przy tym zniszczeniu, a zarazem może zostać uszkodzona także górna część belki. Bomba 300 kg przebije grubość półtorakrotnie większą, bomba 1000 kg 2 — 3 - krotnie większą. Liczyć się można z tym, że mosty mniejsze bombardowane będą bombami mniejszymi z lotu bardzo niskiego, natomiast mosty większe — bombami większymi. Trzeba jednak pamiętać o tym, że samą grubością przebijania nie można mierzyć skutków bombardowania mostu i że już nie mówiąc o innych czynnikach, w pobliżu miejsca wybuchu popęka i pęcznienia materiał mostu. Jeżeli to będzie most żelazobetonowy, to przy trafieniu przez większą bombę trzeba się więc liczyć z rozbitiem i wyrwaniem ogromnej części belki i takim potrzaskaniem części przyległych, że albo same one się zawalą, albo będzie trzeba je rozbić i rozebrać, by zawalenie nie nastąpiło w krótkim czasie. Pozostaną nadto uszkodzenia niewidoczne, których nie da się znaleźć, a które będą wysoce niebezpieczne nie tylko w przyszłości przy późniejszej definitywnej rekonstrukcji, ale i przy prowizorycznym wykorzystaniu niezawalanej części konstrukcji. Uszkodzenie mostu żelazobetonowego będzie tym mniejsze, im większą przyczepność będą miały wkładki, niemniej są wszelkie dane, że most się w danym miejscu za-

wali. Jeżeli zaś na skutek wyrwania pewnej części mostu wystąpią rozciągania w częściach obliczanych jako ściskane, to w konstrukcji żelazobetonowej dojdzie jeszcze jeden czynnik niszczący most, gdyż beton naprężeń rozciągających nie przejmie.

Zacytuję tu wyniki próby zniszczenia mostu żelazobetonowego na rzece Pee Dee (Stany Zjednoczone Ameryki Półn.), wykonaną w grudniu 1927¹⁾. Most ten o szerokości 6,00 m składał się z 3 większych i 7 mniejszych przęseł łukowych. Okazało się przy tym, że bomby mniejsze spowodowały pewne uszkodzenia, ale dopiero bomby 500 kilogramowe most zniszczyły. Pierwsza z tych bomb, która wybuchła na moście, zniszczyła całkowicie dwa przęsła, o długości 24 m; druga zniszczyła filar z przylegającym przęsłem; zatem trafienie większej bomby w most spowodowało jego zniszczenie na znacznej przestrzeni i tym samym u nieruchośnienie go.

Konstrukcja stalowa będzie w warunkach odmiennych. Jej elementy zostaną porozrywane, powichrzone i powyginane. W wielu wypadkach nastąpić może zwichrzenie nie tylko poszczególnych elementów, ale całych belek. W najgorszym stopniowo położeniu znajdą się elementy narażone na ściskanie i wyboczenie. W ogóle zniszczenie może w poszczególnych wypadkach rozciągnąć się, o ile chodzi o belkę, może nawet na większą część przęsła niż w moście żelazobetonowym, zwłaszcza, jeżeli będzie to blachownica. Natomiast uszkodzenia niewidoczne będą bez porównania mniejsze, a może ich nie będzie w ogóle, zaś części pozostałe można wykorzystać, po wyeliminowaniu części nienadających się, nieomal natychmiast i zmontować po wyprostowaniu ponownie.

Z kwestią wyboru materiału łączy się ściśle sprawa rekonstrukcji w razie zniszczenia mostu. Chodzi oczywiście przede wszystkim o rekonstrukcję prowizoryczną, tj. taką, która by pozwoliła na użytkowanie mostu w dalszym ciągu możliwie przez cały czas trwania wojny, bez względu na wymagania estetyczne, które pod tym kątem widzenia w grę nie wchodzi zupełnie. Odbudowa definitywna może w tym okresie następować wyjątkowo; — będzie na nią czas po wojnie, tym bardziej, że most może zostać zniszczony po raz drugi i trzeci. Zniszczenie mostu może być tak duże, że rezygnuje się z elementów zwalanej konstrukcji, i ustawia się w danym miejscu prowizorium w formie wojskowego mostu składanego lub konstrukcji drewnianej o odpowiedniej ilości filarów drewnianych —, albo też mniejsze, tak, że da się tu wykorzystać w znacznej części zwaloną konstrukcję. Ponieważ jednak w okresie wojennym zapotrzebowanie mostów składanych musi z natury rzeczy być bardzo duże, przeto należy wykorzystywać konstrukcję uszkodzoną w tak znacznym zakresie, w jakim to tylko będzie możliwe.

Dla celów nawet prowizorycznej rekonstrukcji potrzebne będzie niejednokrotnie usunięcie zwalanej konstrukcji z nurtów rzeki. Usunięcie stalowej konstrukcji jest oczywiście znacznie prostsze, w naj-

¹⁾ Tarnowski. Działanie bomb lotniczych. Warszawa, 1935 r.

gorszym razie bowiem wymaga autogenicznego przecięcia poszczególnych prętów sterczących, gdy usunięcie gruzu betonowego zwykle nie jest łatwe do skutecznego, zwłaszcza, jeżeli przeszło zostanie zniszczone lokalnie i zwali się w rzekę jako wielka partia konstrukcji. Niekiedy można wtedy nawet takie przeszło zwałone częściowo wykorzystać do podparcia najprymitywniejszej kładki, jednak dla silniejszego prowizorium gruzu są zazwyczaj przeszkodą tym większą, im bardziej zamykają rzekę i im trudniej je usunąć. Zaś zamknięcie przepływu na rzece, to stworzenie możliwości podmycia przyczółków, filarów, czy też przylegającego nasypu, czasem nawet w bardzo bliskim czasie.

Jeżeli chodzi o rekonstrukcję najprostszą, a jednak możliwie silną na okres wojny, z pozostawieniem rekonstrukcji definitywnej na czas powojenny, to najbardziej celowo jest wykorzystać w jak najszerszym zakresie uszkodzone czy też podźwignięciu zwałone przeszło, uzupełniając brakujące elementy. Dawniej czyniono to najczęściej w ten sposób, że poszczególne partie zwałonego dźwignia opierano na prowizorycznych jarzmach drewnianych²⁾ dzisiaj wchodzi w grę połączenie uszkodzonych partij konstrukcji przy pomocy spawania, zwłaszcza w danym wypadku acetylenowego. Potrzeba tu tylko mieć do dyspozycji profile o dostatecznej wytrzymałości i łatwe do łączenia, oraz odpowiednie urządzenia spawalnicze i połączyć je z belkami tak, jak to jest w danej chwili możliwe i najłatwiejsze do wykonania. Celem uzyskania lepszej organizacji wskazane jest utworzenie w wojskach saperskich oddzielnych drużyn spawalniczych. W poszczególnych wypadkach będzie możliwe nawet zastosowanie gotowych belek walcowanych lub spawanych o odpowiedniej wysokości i dostatecznie dużym wskaźniku wytrzymałości.

Wykonanie podobnego względnie długotrwałego prowizorium w konstrukcji żelazobetonowej jest znacznie trudniejsze. Jedyne przy mniejszych uszkodzeniach i przy konstrukcjach narażonych przede wszystkim na ściskanie (jak filary, mosty sklepienie) może to być wykonane przy pomocy szybkoztwardniejących (glinowych) cementów. Z reguły jednak w razie zniszczenia mostu żelazobetonowego będzie się skazanym przez cały czas trwania wojny na prowizorium, wykonanie prowizorycznej konstrukcji z innego materiału (składany most stalowy lub konstrukcja drewniana na odpowiednio dużej ilości drewnianych filarów, co zawsze przedstawia duże niekorzyści).

Zważywszy te wszystkie momenty dochodzi się do wniosku następującego. Mogą być wypadki, w których bomby — zwłaszcza małe — uszkodzą więcej most stalowy niż żelazobetonowy, jednakowoż jako regułę należy mosty stalowe postawić przed żelazobetonowymi, gdyż uszkodzenia wywołane w nich przez bomby będą bardziej widoczne i mniej niebezpieczne w swoich skutkach, a rekonstrukcja, choćby prowizoryczna, da się przeprowadzić bez porównania łatwiej i prędzej, zwłaszcza przy pomocy spawalniczych drużyn wojsko-

wych, które powinny być jak najszybciej zorganizowane.

Ujemne strony mostów żelazobetonowych zmniejszają się ze zmniejszeniem rozpiętości, i tu mogą być one stosowane w znacznie większym zakresie niż dla rozpiętości większych. Najkorzystniejsze będą mosty żelazobetonowe łukowe jako te, w których mamy do czynienia z betonem narażonym głównie na ściskanie.

Bardzo dużo walorów pod kątem obrony przeciwlotniczej posiadają konstrukcje stalowe obetonowane, łączące w znacznym stopniu zalety konstrukcyj stalowych i żelazobetonowych. W ogóle jednak konstrukcje mostowe tego typu są zwłaszcza dla większych rozpiętości na razie droższe od stalowych.

Różnica w mostach stalowych między nitowanymi a spawanymi istnieje również. Pręty mostów stalowych pękają i rwą się najczęściej w otworach nitowych, raz dlatego, że przekrój tu jest mniejszy, po wtóre dlatego, że rozkład sił wewnętrznych jest w tym właśnie miejscu niekorzystny. Poza tym nity blachownic i prętów wyciągają i ścinają się łatwiej niż spoiny, zwłaszcza ciągle. Te momenty sprawiają, że spawane przedstawiają więcej korzyści od nitowanych. Pewną korzyścią ich jest też to, że poprzeczne ich przekroje są mniejsze.

Zastanówmy się z kolei nad ustrojami niosącymi mostu.

Załóżmy, że bomba, spadająca na most, zniszczy go na pewnej, kilku lub kilkunastumetrowej przestrzeni, to skutki tego będą rozmaite. Jeżeli most składa się z belek wolnopodpartych, to przeszło rozbite bombą runie, tym samym zaś komunikacja na nim zostanie przerwana. Jeżeli bomba wybuchnie na filarze i zmiecie go, to zawał się dwa sąsiednie przeszła. Jeżeli jednak most wykonany jest jako belka ciągła bezprzegubowa, to części mostu — obok rozerwanego miejsca powyginają się, ale jest dużo szans, że nie runą choćby nawet powyskakiwały z łożysk i choćby w prętach zasadniczo rozciąganych wystąpiło ściskanie. Komunikacja też będzie przerwana, jednak naprawa jej będzie stosunkowo łatwa (przy konstrukcji stalowej); dla prowizorium wystarczy bowiem na płytszych rzekach podeprzeć wystające na skutek przerwania części filarami drewnianymi i przerzuć na nich małe prowizoryczne przeszła; na rzekach głębszych i dla przeszła dłuższych wystarczy dołączyć potrzebnych elementów (pasów i krzyżulców). Dlatego też mosty o belkach ciągłych bezprzegubowych należy postawić na pierwszym miejscu wobec ustrojów innych. Jedyne bardzo duże zwichrzenie wystającego końca może utrudnić takie postępowanie; wtedy należałoby odciąć powichrzone i zniszczone elementy na długości, na jakiej okaże się to konieczne.

W gorszym położeniu znajdują się konstrukcje ciągle przegubowe, którym ciągłości w znaczeniu konstrukcyjnym brak. Będą one w warunkach czasem lepszych, ale czasem nawet gorszych od belek wolnopodpartych (rozciętych). Jeżeli uszkodzona zostanie belka zawieszona lub wspornik, to uszkodzenie będzie mniejsze, jeżeli jednak bomba

²⁾ Por. np. Podręcznik Inżynierski, tom II. Mosty tymczasowe.

przerwie przeszło wystające lub roztrzaska filar, to zniszczeniu ulegną nieomal trzy przeszła. Dlatego też mimo wszystkich zalet tego typu belki, nie będzie ona wskazana pod kątem obrony przeciwlotniczej. Korzystniejsza będzie belka ciągła przegubowa, taka jednak, której przeszła wystające będą spoczywały na trzech filarach (statycznie niewyznaczalna).

O mostach łukowych powtórzyć można to, co już jest znane od dawna: jeżeli zawali się przeszło, a filary nie udźwigną parcia poziomego jednostronnego, to mogą się walić kolejno wszystkie filary. Trzeba więc tak je skonstruować, by mogły znieść to jednostronne parcie. Najłatwiej uczynić to po odpowiednim ich zafundowaniu, przez zastosowanie pionowych wkładek stalowych w filarach betonowych, które wtedy będą mogły zachować lekką formę. A przecież właśnie te lekkie formy stanowią największy wdzięk mostów łukowych, które w ogóle uważane są za najpiękniejsze typy mostów. Tak skonstruowane mosty łukowe stoją pod względem obrony przeciwlotniczej na równi belkami wolnopodpartymi. Ten też system jest najkorzystniejszy w mostach żelazobetonowych, o czym już wspominałem wyżej.

Rozmiar zniszczenia mostów linowych zależy w znacznym stopniu od miejsca wybuchu bomby. Jeżeli trafi ona w pobliżu filarów, to może zająć wypadek taki, że zniszczona zostanie tylko lina (łańcuch), a belka usztywniająca nie, albo na odwrót, — i wtedy most pomimo zniszczenia utrzyma się przynajmniej w znacznym stopniu. Jeżeli jednak trafi ona w środek przeszła, to runąć może cały most, a rekonstrukcja będzie bardzo trudna.

Z drugiej strony trafienie bomby w linę nie jest łatwe, jest raczej ogromnie trudne. Dlatego też nie jest słuszne zupełne eliminowanie mostów wiszących z pomiędzy dopuszczalnych typów. Wcale korzystne mogą być zwłaszcza mosty z usztywniającymi linami górnymi.

Przyjąwszy pewien ustrój statyczny, należy się z kolei zastanowić, czy wykonać go jako belkę kratową i jaką, czy jako belkę pełną.

Ostatnio zapanowała u nas za przykładem Niemców moda na belki pełne (blachownice), zresztą wymagające mniej robocizny, ale znacznie więcej materiału od kratownicy. Z uwagi na atak bombowy są one bez kwestii korzystniejsze od belek o kracie pojedynczej. W tych ostatnich bowiem uszkodzenie nawet niepełne, jednego tylko pasa, może nieraz doprowadzić do zawalenia, natomiast blachownica ma tu znacznie większe szanse utrzymania się. Nieomal w tym samym położeniu co blachownice, będą belki o kracie podwójnej lub wielokrotnej, które poza poszczególnymi wypadkami utrzymają się mimo uszkodzenia jednego pasa czy krzyżulca. Z drugiej strony blachownice przedstawiają znacznie większą powierzchnię oporu niż kratownice i pod tym względem są od nich gorsze. Również pod kątem rekonstrukcji będą korzystniejsze kratownice od blachownic, gdyż zwykle łatwiej wyprostować jest pręty kraty, aniżeli blachy blachownicy, którą zazwyczaj trzeba roznitowywać; poza tym przy wygięciu blachownicy łatwo ścinają się nity. Korzyść ta przejawia się je-

szcze bardziej przy rekonstrukcji definitywnej mostu. Gdy przed kilku laty wskutek podmycia filara runęły dwa przeszła mostu na linii Połanka — Künzendorf w Czechosłowacji, blaszane o rozpiętości 20 m i kratowe o roz. 40 m, to kratownicę ustawiono nieomal zaraz napowrót po wyprostowaniu wygiętych prętów, natomiast blachownicę trzeba było roznitować, wyprostować ją w warsztatach i dopiero po powrocie z nich zmontować powtórnie.

Przed wszystkim zaś uwzględnić należy też i moment ekonomiczny, a tu blachownice przestają się opłacać od jakich 30 m w górę. Dlatego też — uwzględniając wszystkie możliwości — należy dla większych mostów na pierwszym miejscu postawić belki o kracie podwójnej lub złożonej, na drugim blachownice, na trzecim kratownice trójkątowe.

Podnieść należy wartość belek trójpasowych. Zazwyczaj posiadają one znaczniejsze wysokości, ale nawet niezależnie od tego przedstawiają one większą pewność od dwupasowych, gdyż zniszczenie jednego pasa mostu nie niszczy.

Mosty o pomoście górą będą zawsze korzystniejsze od mostów o pomoście dołem. Raz dlatego, że pomost stanowi płytę detonacyjną, a zniszczenie spowodowane bombą — zwłaszcza z zapalnikiem natychmiastowym — w częściach ustrojowych mostu będzie większe. Po wtóre dlatego, że mosty takie mogą posiadać nie dwie, ale kilka belek głównych. Im więcej zaś belek głównych, tym większa gwarancja, że w razie uszkodzenia lub zniszczenia pewnej ich ilości, reszta pozostanie i rolę swoją będzie pełnić nadal. Mosty o dwu belkach głównych — a takimi są prawie zawsze mosty o pomoście dołem — są pod względem obrony przeciwlotniczej najmniej wskazane. W Warszawie np. most Poniatowskiego jest znacznie korzystniejszy pod względem obrony przeciwlotniczej od mostu kolejowego, posiada bowiem 7 belek głównych a pomost górą na nich, gdy most kolejowy posiada ich tylko dwie i to nad pomostem. Szerszy most przedstawia również większe korzyści od węższego; tu jednak sprawa obrony przeciwlotniczej zejść musi w ogóle na plan drugi wobec konieczności gospodarczych i możliwości finansowych. Również stosowanie przy pomoście górą dwóch mostów obok siebie jest zwłaszcza dla większych rozpiętości zwykle zbyt kosztowne.

Celem zmniejszenia zniszczenia korzystne byłoby zastosowanie podwójnej płyty pomostowej, która i tak sama przez się jest z reguły płytą detonacyjną. Może to dać tym lepsze rezultaty, że pomiędzy bombami mogą być tak samo bomby wybuchające z opóźnieniem, jak i bez niego.

Zastanowić się jeszcze należy nad rozpiętością mostów. Jest jasne, że w razie zawalenia przeszła mostów o rozpiętościach mniejszych zniszczenie rozciąga się na mniejszą długość mostu niż w moście o rozpiętościach większych, a rekonstrukcja będzie łatwiejsza i prostsza. Jednakowoż nie tylko ten moment należy tu rozważyć. Jeżeli bowiem zniszczenie będzie tak wielkie, że użytkowanie pozostałych części przeszła nie da się skutecznie, to trzeba będzie zastosować most specjalny, prowizoryczny, a będzie to dla rzek mniejszych i płytszych najczęściej most drewniany, dla rzek większych i zwłaszcza

cza głębszych, a zarazem dla większych prześł most składany o typie, jaki wojsko posiada do dyspozycji. Mosty składane posiadają zazwyczaj rozpiętość do mniej więcej 80 m. Dlatego też większe rozpiętości w mostach mających większe znaczenie strategiczno - komunikacyjne są niewskazane.

Już same usytuowanie mostu w terenie ma duże znaczenie pod kątem obrony przeciwlotniczej. Wskazane jest tak go usytuować, by w razie zniszczenia go, jeszcze przed choćby prowizoryczną rekonstrukcją, był możliwy dojazd do ewentualnego promu lub i brodu. Most powinien być możliwie mało widoczny i możliwie łatwy do zamaskowania. Jednakowoż z reguły będzie to trudne do uzyskania i da się uzyskać raczej pod kątem ostrzeliwania artyleryjskiego. Most bowiem znajduje się najczęściej na skrzyżowaniu drogi komunikacyjnej z rzeką. Maskowanie bezpośrednio możliwe jest tylko w ograniczonym stopniu. Przy locie niskim wzdłuż linii komunikacyjnej nie da zresztą wielkiego rezultatu. Lepsze skutki daje maskowanie sztuczną mgłą, ograniczone zresztą co do czasu.

Streszczając wszystko powyżej powiedziane, dochodzimy do następujących wniosków pod kątem obrony przeciwlotniczej.

Przy budowie mostu należy rozważyć konstrukcję jego również pod kątem obrony przeciwlotniczej, a ostateczny wybór powinien być pow-

zięty na podstawie zdrowego kompromisu wymagań — ekonomicznych, estetycznych oraz wymagań obrony przeciwlotniczej.

Większe mosty wykonywać należy jako mosty stalowe, przy czym na pierwszym miejscu postawić należy mosty kratowe o kracie podwójnej, dalej blaszane, jeszcze dalej kratowe o kracie jedyńczej. Korzystniejsze są spawane od nitowanych. Najkorzystniejsze są belki ciągle bezprzegubowe, dalej wolnopodparte, łukowe (z zastosowaniem filarów wytrzymałych na parcie jednostronne łuku) oraz ciągle przegubowe z belką wystającą na trzech oporach; mniej korzystne są ciągle przegubowe. Mosty wiszące nie są specjalnie niekorzystne. Duże walory mają kratownicę trójpasowe. Mosty powinny być, o ile to tylko możliwe, o pomoście górą, i posiadać większą ilość belek głównych. Pomost powinien być dobrą płytą detonacyjną, korzystny jest więc zwłaszcza żelazobetonowy oraz stalowy (np. nieckowy); duże walory posiadałby pomost złożony z dwu płyt, górnej i dolnej. Pręsła nie powinny być większe od ok. 80 m ze względu na możliwość ustawienia mostu prowizorycznego. Dla rekonstrukcji mostów powinny być zorganizowane drużyny spawalnicze.

Przy mniejszych mostach, rozpatrywanych pod kątem obrony przeciwlotniczej, wchodzi w grę również konstrukcje żelazobetonowe, przy czym najkorzystniejsze są ustroje łukowe.

Prof. Dr Inż. STEFAN BRYŁA

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

ZACHOWANIE SIĘ BETONÓW GLINOWYCH POD WPŁYWEM CZYNNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH

Beton zawdzięcza szybkie rozpowszechnienie w konstrukcjach budowlanych wybitnym swoim zaletom: wytrzymałości, trwałości, ognioodporności itp., oraz łatwości przystosowywania do dowolnych kształtów i warunków konstrukcyjnych. Równoległe z rozwojem budownictwa betonowego i żelazobetonowego doskonalila się również produkcja cementów we wszystkich krajach.

Polska posiadająca bogate złoża surowców do wyrobu cementu wzięła wybitny udział w tworzeniu tego postępu. Produkowany obecnie u nas i w innych krajach cement portlandzki stoi na bardzo wysokim poziomie i pozwala na wytwarzanie betonów o dużej wytrzymałości. Wyrabiane są również wysokowartościowe gatunki cementu portlandzkiego, które dzięki odpowiednim metodom fabrykacji, jak np. drobniejszy przemiał, posiadają walory cementu normalnego w stopniu jeszcze bardziej zwiększonym. Niemcy produkują ponadto jeszcze specjalne gatunki cementu o innym składzie chemicznym jak np. cement żelazisty lub cement zułowy.

Przy swoich dużych walorach wytrzymałościowych i innych, posiadają jednak wyroby z cementu portlandzkiego kilka słabych stron a mianowicie:

- 1) wrażliwość na niskie temperatury poniżej i w pobliżu zera;
- 2) brak odporności na chemiczne działanie kwasów, niektórych zasad, niektórych związków

organicznych i roztworów soli, w szczególności na wpływ wody morskiej;

3) konieczność długiego stosunkowo utrzymania świeżego betonu w deskowaniu bez obciążania dalszymi elementami konstrukcji;

4) psucie się cementu przy dłuższym przechowywaniu na składzie.

Tym ujemnym cechom cementów portlandzkich starano się zaradzić w rozmaity sposób. Najskuteczniejszym środkiem zaradczym okazało się jednak stosowanie zamiast cementu portlandzkiego takiego gatunku cementu, który powyższych ujemnych stron albo wcale nie posiada albo przynajmniej posiada je w tak zmniejszonym stopniu, że praktycznie są bez znaczenia. Warunkom tym odpowiadają przede wszystkim cementy glinowe.

Cementy glinowe różnią się od portlandzkich składem chemicznym. Zawierają one kilkakrotnie więcej tlenu glinowego, a mniej tlenu wapnia i krzemionki niż cement portlandzki. Procentowa zawartość tlenu glinu, która w cemencie portlandzkim stanowi średnio 1/10 część zawartości tlenu wapnia, w cementach glinowych wyrównywa się w przybliżeniu z tą ostatnią. Poza tym cementy glinowe różnią się również sposobem fabrykacji, mianowicie surowce są wytapiane, a nie prażone i przemiał jest drobniejszy niż w zwykłym cemencie portlandzkim. Jako surowiec do wyrobu cementów służy bauksyt (produkt wietrzenia skał zawie-

rających duży procent glinu, jak np. granit, gnejs, diabaz, dioryt lub bazalt) zmieszany w odpowiednim stosunku z wapnem. W Polsce cement glinowy wyrabiany jest pod nazwą Alca Elektro-Cement (A.E.C.).

Przeprowadzone ostatnio u nas i zagranicą doświadczenia porównawcze wykazują dobitnie wysokie walory cementów glinowych pod względem odporności na wymienione na wstępie szkodliwe wpływy czynników zewnętrznych a mianowicie na:

- 1) mróz i chłód;
- 2) wpływy chemiczne;
- 3) wczesne terminy rozdeskowania;
- 4) zleżenie.

1. Beton glinowy pod wpływem mrozu i chłodu

Świeży beton z cementu portlandzkiego jest, jak wiadomo, bardzo wrażliwy na mróz, a nawet na temperaturę nieco powyżej zera. Mróz nie tylko wstrzymuje całkowicie proces wiązania i twardnienia betonu, ale nawet często, zwłaszcza w razie wahań temperatury, niweczy raz na zawsze siłę wiążącą cementu. Z tego powodu betonowanie na mrozie jest zasadniczo niedopuszczalne i może być uskuteczniane przy temperaturze niezbyt niskiej i przy zastosowaniu odpowiednich zabiegów ochronnych.

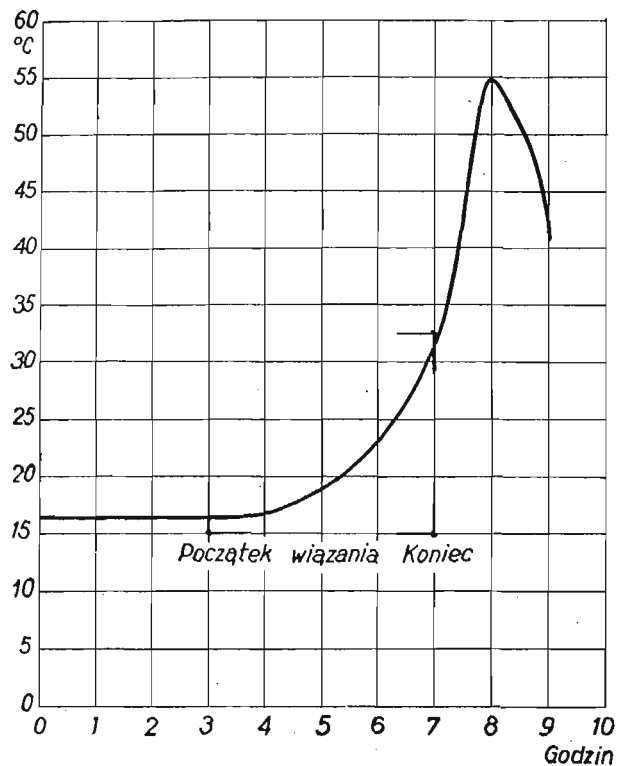
Dodawanie soli do zarobu obniża tylko w pewnych granicach temperaturę zamarzania, ale nie usuwa zmniejszenia wytrzymałości betonu całkowicie, zaś sole wietrzejąc z biegiem czasu pozostawiają w betonie pory, które zmniejszają jego szczelność. Znacznie lepszy jest chlorek wapnia z którym otrzymuje się wcale dobre wyniki.

Temperatura od 0 do 5°, która zwykle występuje jednocześnie ze znacznym zwilgotnieniem powietrza, nie jest tak katastrofalnie szkodliwa jak mróz, lecz również opóźnia znacznie proces wiązania i twardnienia betonu.

Cementy glinowe wykazują daleko większą odporność na mróz, a niskie temperatury powyżej zera są dla nich w ogóle nieszkodliwe. Wynika to z właściwej im wielkiej energii twardnienia i z wysokiej temperatury, jaka się wytwarza przy wiązaniu. W jednym z doświadczeń zakładów badawczych przez O. Hohla (Von der Prüfung und Verarbeitung des Tonerdezements) temperatura wiązania osiągnęła 116°. Przeciętnie przy próbkach z samego cementu, temperatura wiązania dochodzi do 50 — 60°. Temperatura ta wzrasta stopniowo, na początku wiązania wolniej, przy końcu coraz szybciej, a po zakończeniu wiązania wzrasta jeszcze przez pewien czas w szybkim tempie do swego maximum (rys. 1.).

W Polsce przeprowadzono w roku 1936 — 1937 szczegółowe badania nad zachowaniem się betonu z cementu Alca w czasie mrozu i w temperaturach w pobliżu zera¹⁾. Wyniki doświadczeń były następujące.

1) St. Bryła. Doświadczenia z betonami wykonanymi z polskiego cementu glinowego Alca Elektro. Przegląd techniczny 1938. Nr. 1—2, 4 i 6.



a) Temperatury poniżej zera

W temperaturze od —6 do —15° wiązanie betonu było całkowicie zahamowane. Walce betonowe, włożone od razu do chłodni i bezpośrednio po wyjęciu z niej zgietane, po upływie 2 dni wykazały wytrzymałość równą zero; walce badane w tych samych warunkach, lecz z podgrzewaniem kruszywa i wody miały wytrzymałość ok. 37 kg/cm². Jeżeli przed włożeniem do chłodni walce były trzymane przez 3½ godziny w temp. pokojowej, wytrzymałość wynosiła 47 kg/cm². Jeżeli jednak ponadto w czasie pobytu w chłodni walce były owinięte w worek jutowy, wytrzymałość podnosiła się do 152 kg/cm². Próbkę trzymaną 7 godzin w temperaturze pokojowej, a następnie 2 dni na mrozie —10° miały wytrzymałość 146 kg/cm², a po 10 dniach pobytu w chłodni 160 kg/cm². Jeżeli natomiast po 2, 3, 10-dniowym pobycie w chłodni w —10° przeniesiono próbki na 3 dni do temp. pokojowej wytrzymałość podnosiła się do 320—350 kg/cm². O ile przechowanie w chłodni było poprzedzone 7-godzinnym pobytym w temp. pokojowej, to po następnych 3. dniach ponownego ogrzania w temp. pokojowej wytrzymałość osiągała 380—400 kg/cm². Wytrzymałość walców przechowywanych cały czas w temp. pokojowej wynosiła po 3. dniach 408 kg/cm², a po 28. dniach 440 kg/cm².

H. Vierheller twierdzi, że jedyną przyczyną powstrzymującą wiązanie cementu przy mrozie jest zamarzanie wody, gdyż między samymi ciałami stałymi (a takim jest lód) nie może nastąpić reakcja chemiczna. Cement glinowy wytwarzający przy wiązaniu (hydratacji) duże ilości ciepła przeciwdziała zamarzaniu wody. Chodzi tylko o to, aby woda w betonie nie zamarzła przed rozpoczęciem wiązania. Zapobiega temu ciepło wewnętrzne betonu, które musi wypromieniować, zanim woda zamieni się w lód. Małe próbki stosowane zazwyczaj przy bada-

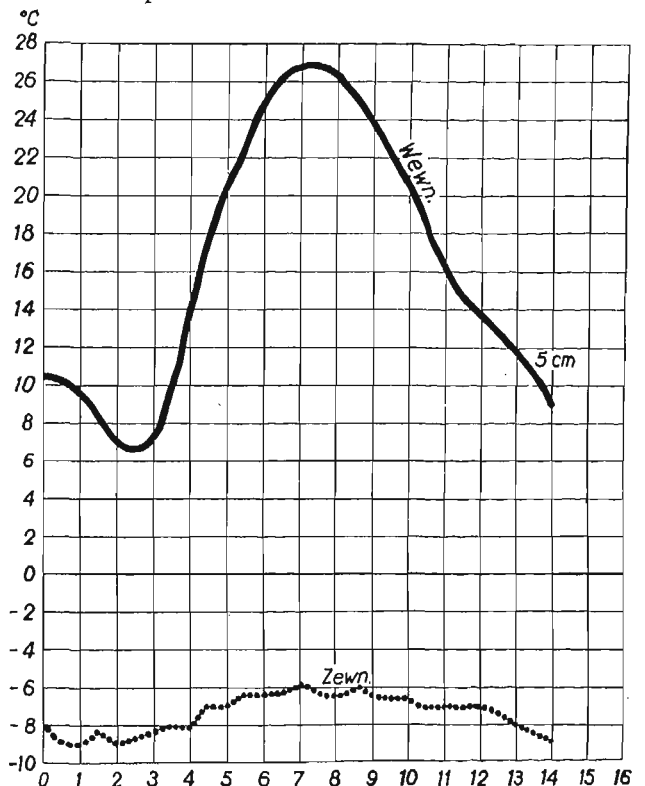
niach, zwłaszcza nieosłonięte mają zbyt mały zapas ciepła, aby przeszkodzić zamarznięciu wody i z tego powodu dają ujemne rezultaty. Natomiast większe masy betonu z cementu glinowego w dostatecznie tłustej mieszance z podgrzany kruszywem, wodą i zbrojeniem, osłonięte ze wszystkich stron, wiążą i twardnieją normalnie przy mrozie dochodzącym do -12° . Na dowód przytacza doświadczenie, w którym kostka o wymiarach $30 \times 30 \times 30$ cm z zaprawy z cementu glinowego 1:3 zabetonowana w temperaturze $+15,5^{\circ}$ i wystawiona na mróz -8° do -6° w deskowaniu 5-stronnym i nakryta z wierzchu papierem i warstwą piasku wykazała po 24. godzinach przebywania na mrozie doskonale stwardnienie a zgnieciona po 10. dniach zamrażania wytrzymałość 350 kg/cm^2 . Na rys. 2 pokazano przebieg temperatury zewnętrznej i wewnętrznej w czasie wiązania.

b) Temperatury w pobliżu zera

Próbki przechowywane 1 — 28. dni w temp. 0° miały wytrzymałość $110 - 190 \text{ kg/cm}^2$, zaś po 2. dniach przechowywania w zmiennej temperaturze od $+2^{\circ}$ do -1° wytrzymałość 236 kg/cm^2 .

H. Vierheller podaje w Nr 23 czasopisma „Zement“ z roku 1928 na podstawie doświadczeń własnych i prof. Rühla następującą tabelę porów-

nawczą zachowania się zaprawy z różnych cementów w temp. 0 do $+4^{\circ}$.



T A B E L A 1

Rodzaj cementu	Temperatura	Czas wiązania		Wytrzymałość na					
		początek	koniec	ściskanie po			rozciąganie po		
				3. dn.	7. dn.	28. dn.	3. dn.	7. dn.	28. dn.
h	h								
portlandzki zwykły	normalna	3 ⁰⁰	9 ⁰⁰	105	187	280	12,3	19,2	26,5
	0 ^o do + 4 ^o	8 ⁰⁰	30 ⁰⁰	56	125	267	7,5	15,0	24,8
	różnica w %%	+ 128	+ 243	- 47	- 33	- 4,6	- 39	- 22	- 6,4
portlandzki wysokowartościowy	normalna	2 ⁰⁰	5 ⁰⁰	229	368	523	23,4	29,3	34,5
	0 ^o do + 4 ^o	6 ⁰⁰	14 ⁰⁰	74	248	447	8,6	24,3	33,4
	różnica w %%	+ 200	+ 180	- 68	- 33	- 14,5	- 63	- 17	- 3,2
glinowy	normalna	3 ⁴⁰	4 ⁴⁰	511	560	643	24,8	26,7	30,3
	0 ^o do + 4 ^o	4 ³⁰	5 ⁵⁰	413	438	532	21,8	22,9	26,7
	różnica w %%	+ 23	+ 25	- 19	- 22	- 17	- 12	- 14	- 11,5

Z powyższych doświadczeń polskich i zagranicznych wynika, że betonowanie przy niskich temperaturach powyżej 0° , które tak znacznie opóźnia wiązanie i twardnienie betonów z cementu portlandzkiego, zwłaszcza wysokowartościowego, dla betonów z cementu glinowego jest najzupełniej bezpieczne.

W temperaturze równej zeru można również betonować bez obaw, gdyż wiązanie cementu gli-

nowego odbywa się bez przeszkód; tylko z rozdeskowaniem trzeba być ostrożnym, gdyż proces twardnienia w tej temperaturze może ulec wstrzymaniu.

Mróz w granicach do -12° nie powstrzymuje wiązania, o ile nie przeniknie do betonu przed rozpoczęciem się temperatury wiązania. W tym celu betonując cementem glinowym w czasie mrozów należy odpowiednio podgrzewać kruszywo, wodę i

zbrojenie, a przede wszystkim osłaniać beton od strony nieokrytej deskowaniem za pomocą worków jutowych lub innego materiału izolującego. Gdyby mimo to beton zamarzl przed związaniem, to i tak jego energia wiążąca nie zaniknie i po odstąpieniu procesu wiązania odbędzie się normalnie. Na wszelki wypadek zaleca się termin rozdeskowania odpowiednio przedłużyć na okres po ustaniu mrozów.

2. Betony glinowe pod wpływem czynników chemicznych

Wrażliwość cementów portlandzkich na działanie chemiczne kwasów, roztworów soli zwłaszcza siarczanych i chlorowych oraz związków organicznych, tak szkodliwa dla budowli morskich i kanalizacyjnych, pochodzi stąd, że głównym ich składnikiem jest wapno, które jako zasada ma wielką skłonność do łączenia się z kwasami. Szczególne niebezpieczeństwo ze strony kwasu siarczanego i soli siarczanych polega na tym, że w połączeniu z wydzielanym przez cement wodorotlenkiem wapnia ($Ca(OH)_2$) tworzy się gips, który rozsada beton. W konstrukcjach żelazobetonowych działanie chemiczne roztworów soli prowadzi ponadto do rdzewienia stali, a w następstwie do odprysków betonu i stopniowego zniszczenia konstrukcji.

Cementy glinowe, których zasadniczym składnikiem jest obojętny chemicznie glin, nie posiadają skłonności do łączenia się z kwasami w takim stopniu jak cementy portlandzkie i z tego powodu jest bardziej odporny na działanie wód szkodliwych. Nie jest on oczywiście absolutnie kwasoodporny; ale żądanie od jakiegokolwiek cementu zupełnej kwasoodporności jest w dzisiejszych warunkach niemożliwe do spełnienia.

W Niemczech przeprowadzono szereg badań co do wpływu różnych związków chemicznych na betony z cementu portlandzkiego, glinowego i innych rodzajów cementu.

K. Biehl podaje następujące wyniki zgniatania próbek zaprawy z cementu glinowego, przechowywanych w wodzie względnie w roztworach niektórych soli i kwasów (podają tylko główne wyniki):

TABELA 2

Przechowanie w	Mieszanka 1:3					Mieszanka 1:5				
	Wytrzymałość kg/cm^2 w wieku									
	7 dni	28 dni	6 mies.	1 rok	2 lata	7 dni	28 dni	6 mies.	1 rok	2 lata
Wodzie	594	651	669	658	—	239	247	64	237	236
3% H_2SO_4	560	429	396	294	81	183	159	50	72	47
5% $MgCl_2$	500	543	633	603	713	181	256	239	185	218
5% $MgSO_4$	530	620	568	628	788	210	238	223	229	231
5% $NaSO_4$	—	—	—	—	—	236	263	258	236	228
$CaSO_4$ (nasyc.)	588	728	786	702	622	172	265	291	234	209

Doświadczenia Huty Rolanda przeprowadzone przez Instytut Badawczy Związku Niemieckich Fabryk Cementów Portlandzkich Żelazistych dały dla próbek z cementu glinowego następujące wyniki.

TABELA 3

Sposób przechowania	Zaprawa			Beton			
	1:3	1:5	1:10	300 kg cem.		400 kg cem.	
	Wytrzymałość po 2. latach			Wytrzymałość po			
				28. dn.	6. mies.	28. dn.	6. mies.
7 dni w wodzie potem na powietrzu	798	653	342	—	—	—	—
W wodzie . . .	—	—	—	521	558	563	653
Na powietrzu . .	—	—	—	592	552	627	620
W 1% H_2SO_4 . .	358	175	18	—	—	—	—
W 10% $MgCl_2$.	560	502	140	503	498	420	523
W 10% $MgSO_4$.	692	515	0	508	543	567	643
W 10% $NaSO_4$.	—	—	—	498	315	543	448

Próbki zaprawy z cementu glinowego z piaskiem w stosunku 1:3, badane w r. 1929 przez zakłady badawcze Huty „Lubeka“ wykazały po przechowaniu w różnych cieczach następujące wytrzymałości na rozerwanie i ściskanie.

TABELA 4

Sposób przechowania	Wytrzymałość na rozerwanie					Wytrzymałość na ściskanie				
	28 dni	3 mies.	6 mies.	1 rok	2 lata	28 dni	3 mies.	6 mies.	1 rok	2 lata
	wiek próbek					wiek próbek				
W wodzie	32.2	26.5	37.0	45.0	44.0	745	727	740	733	744
Na powietrzu	45.5	45.0	46.0	48.7	54.8	872	925	837	1020	1068
1% roztwór Na_2SO_4	41.7	37.3	33.3	34.3	37.8	649	629	623	664	701
Nasycon. roztw. $CaSO_4$	38.2	33.5	35.2	43.0	46.0	589	654	796	760	788
5% roztwór $(NH_4)_2SO_4$	36.3	38.8	37.3	47.3	46.0	668	799	680	741	829
5% roztw. kwasu garbnikow.	40.7	34.3	38.7	39.5	37.0	640	693	657	523	549
5% roztw. kwasu mlecznego	34.0	29.7	26.0	26.7	28.7	643	643	449	477	512
5% roztwór cukru	36.2	31.5	30.0	29.7	31.2	536	704	597	603	630

M. Dorsch badał szczegółowo zachowanie się różnych rodzajów cementów w roztworach różnych soli. Pierwszą serię badań przeprowadził na próbkach z czystego zaczynu cementowego. Następująca tabela podaje w jakich terminach następował początek rozpadania się próbek.

TABELA 5

Roztwór	Początek rozpadania w dniu				
	Rodzaj cementu				
	wysokowartość.	portlandzki zwykły	żelazisty	żużlowy	glinowy
Woda destylowana	—	—	—	—	—
15% $MgCl_2$. . .	—	—	—	—	—
„ $MgSO_4$. . .	97	210	77	362	—
„ Na_2SO_4 . . .	63	97	227	—	185
„ $CaSO_4$. . .	500	—	—	—	—
„ $(NH_4)_2SO_4$.	7	15	12	59	112

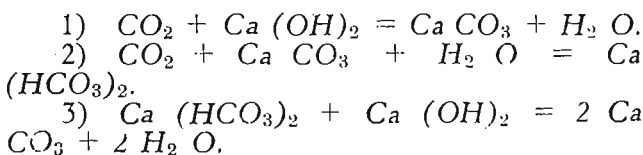
Brak cyfry w danej rubryce oznacza, że do końca badań, tj. do 536 dni nie stwierdzono na próbie żadnych uszkodzeń.

Na próbkach z cementu wysokowartościowego początek rozpadania zaznaczał się włoskowatymi rysami od zmiany objętości. W siarczanie amonu rozpadały się próbki z cementów portlandzkich i z cementu żelazistego po 125. dniach zupełnie, częściowo na proszek, częściowo na większe okruszki. Zupełny rozkład próbek z cementu żużlowego następował po roku, przy czym nie tworzył się proszek, lecz kilka większych ziarn. W innych roztworach uszkodzenia były mniejsze. Odporność poszczególnych cementów według tych doświadczeń wzrasta w następującej kolejności:

1. cement portlandzki wysokowartościowy,
2. cement portlandzki zwykły,
3. cement żużlowy,
4. cement glinowy.

Cement żelazisty stoi pod względem zachowania w roztworze siarczanu sodu pomiędzy 2 i 3, a w roztworach soli magnezowych pomiędzy 1 i 2. Cement glinowy jest na działanie siarczanu sodu mniej odporny od cementu żużlowego, poza tym zajmuje zawsze najwyższe miejsce.

Osobne badania poświęcił Dorsch kwasowi węglowemu. Okazało się, że nawet destylowana woda powoduje karbonatację wapna wchodzącego w skład cementu. W roztworze kwasu węglowego rozkład próbek następował stosunkowo szybko i kończył się zupełnym rozsypaniem cementu, jednak bez objawów pęcznienia, a jedynie przez wypłukiwanie wapna z coraz głębszych warstw. Rozkładowi temu towarzyszyły następujące reakcje chemiczne:



Próbki z cementu glinowego dają prawie takie same wyniki jak z cementu portlandzkiego.

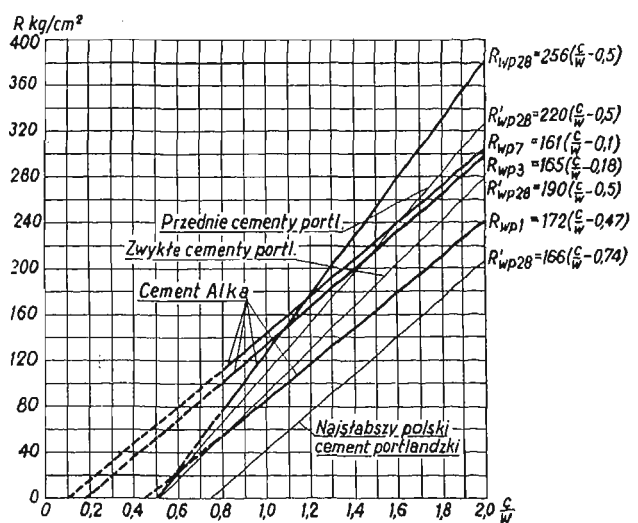
Druga seria badań Dorscha dotyczyła próbek na rozerwanie z zaprawy 1:3 przy użyciu dwóch

rodzajów piasku. Na podstawie tych doświadczeń ustala Dorsch następujące uszeregowanie odporności cementów: cement portlandzki wysokowartościowy, zwykły, cement żelazisty, cement żużlowy, portlandjurament — i na najwyższym miejscu cement glinowy.

Mała odporność wysokowartościowych cementów portlandzkich tłumaczy się tym, że cementy te z powodu drobniejszego przemiału mają większą powierzchnię zbiorową niż cementy zwykłe portlandzkie i dlatego na większej powierzchni stykają się z cieczą atakującą je chemicznie.

Związki zasadowe mogą również silnie atakować cementy, jak tego dowiodły doświadczenia kalifornijskiego Laboratorium Drogowego przy zastosowaniu ługu sodowego i potasowego. Można przypuszczać, że reakcja polega na zaatakowaniu nie wapna, które jest związkiem również zasadowym, lecz glinianów wapnia. Wobec tego reakcja jest tym silniejsza, im więcej glinu zawiera cement. Tym się tłumaczy także zmniejszona odporność cementu glinowego na działanie siarczanu sodu, o której była wyżej wzmianka. (Na potwierdzenie swojej hipotezy z badań Dorscha próbki na rozerwanie wykonane z różnych cementów (zaprawa 1 : 3) przechowywane w $NaOH$ i stwierdził znaczne obniżenie wytrzymałości właśnie cementu glinowego. Jednak bezwzględna wartość wytrzymałości na rozciąganie tych próbek przy odpowiednim kruszywie była i tak stosunkowo duża, gdyż po 700 dniach wynosiła jeszcze bez mała 40 kg/cm^2).

Na zasadzie wszystkich wyżej opisanych doświadczeń dochodzi się do wniosku, że cement glinowy nie będąc całkowicie kwasoodpornym i podlegając w pewnym stopniu szkodliwym wpływom związków kwasowych i zasadowych jest jednak bez porównania bardziej odporny na działanie chemiczne roztworów od wszystkich innych cementów. Wobec tego cement glinowy nadaje się przy zachowaniu odpowiednich ostrożności jak dobór uzianienia, obfitsze dozowanie w betonie, zastosowanie karbotacji powietrznej przed zalaniem budowli wodą itd. do stosowania w budowlach morskich i innych narażonych na zetknięcia z wodami szkodliwymi.



3. Terminy rozdeskowania

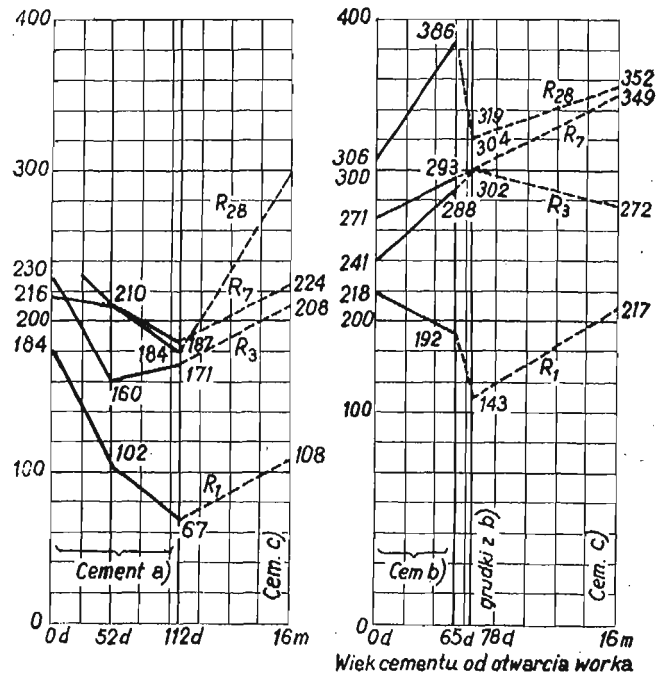
Powolne twardnienie betonów z cementu portlandzkiego prowadzi do różnych niedogodności, jak przerwy w robocie, duża potrzebna ilość materiału drzewnego wobec konieczności utrzymywania przez dłuższy czas deskowań itp.

Pod tym względem cement glinowy daje również bardzo duże korzyści. Podczas gdy beton z cementu portlandzkiego dopiero po 28 dniach osiąga swą miarodajną wytrzymałość, która ponadto podlega dużym wahaniom zależnie od wilgotności i temperatury powietrza, to beton z cementu glinowego już po 3 dniach niezależnie od tych czynników dochodzi prawie do granicznej wytrzymałości i to leżącej na bezwzględnie bardzo wysokim poziomie. Na rys. 3 przedstawiono wyniki doświadczeń polskich z r. 1936 i 37 z betonami z cementu glinowego w porównaniu z odpowiednimi wartościami podanymi przez dr Bukowskiego dla betonów z cementów portlandzkich. Grube linie odnoszą się do cementu glinowego, a cienkie do cementów portlandzkich. Wykresy podają zależność wytrzymałości betonu od współczynnika cementowo-wodnego. Obok wykresów wypisano odpowiadające im wzory analityczne, przy czym cyfra w indeksie oznacza wiek badanego betonu a litery „wp.” — wodnopoziornie przechowanie próbek. Z wykresów widać, że wytrzymałość po 1 dniu ($R_{wp\ 1}$) jest w betonach z cementu glinowego wyższa niż 28-dniowa niektórych słabszych cementów portlandzkich, a po 3 dniach dorównuje 28-dniowej wytrzymałości betonów z cementów portlandzkich przednich (wysokowartościowych), a przewyższa wytrzymałość betonów z cementów zwykłych. Wobec tego terminy rozdeskowania betonów z cementu glinowego mogą być znacznie skrócone, a postęp robót może odbywać się prawie bez przerwy.

Wpływ zleżenia cementu

Cementy portlandzkie wykazują bardzo małą odporność na zleżenie. Chłoną one wilgoć i kwas węglowy z powietrza, wskutek czego już w opakowaniu następuje proces wiązania cementu. Tworzą się grudki skamieniałego cementu, który już potem siły wiążące nie posiada. Po 3 miesiącach cement portlandzki traci jak wiadomo do 20% swojej energii wiążącej, a po upływie roku nie nadaje się z reguły do użytku. Cement glinowy nie posiada tej skłonności do łączenia się z wilgocią i kwasem węglowym powietrza i z tego powodu nie podlega tak szybko zniszczeniu. Tylko przy bardzo drobnym przemiale mogą się tworzyć grudki, zwłaszcza przy wewnętrznej powierzchni ścianek opakowania. Grudki te mają jednak zupełnie inny charakter niż zleżeniowe grudki cementu portlandzkiego; dają się łatwo rozgnieść i nie mają wpływu na wytrzymałość cementu.

Doświadczenia z cementem „Citodur“ po 10 miesiącach leżenia nie wykazały żadnego zmniejszenia wytrzymałości próbek na zgniatanie i rozerwanie. Badania przeprowadzone przez Hutę „Lubeka“ dały następujące wyniki: w składzie w którym cementy portlandzkie z powodu niekorzystnych warunków już po kilku tygodniach były zupełnie zepsute, przechowywano worek cementu glinowego i po upływie 3 lat stwierdzono na sicie o 25 oczkach



na 1 cm² — 14% grudek, z których 82% dało się z łatwością rozgnieść w ręku. Pozostałe grudki były twardsze. Próbkę wykonaną z cementu sypkiego i z miękkich grudek rozgniecionych wykazały 97%, a z rozdrobnionych twardych grudek 94% pierwotnej wytrzymałości na zgniecenie.

We wzmiankowanych wyżej polskich doświadczeniach z roku 1936 i 1937 zastosowano 3 rodzaje cementu zleżającego, a mianowicie:

- a) cement, który w dniu otwarcia worka miał 120 dni,
- b) cement, który w dniu otwarcia worka miał 168 dni,
- c) cement, którego wiek w dniu otwarcia worka był nieznan, lecz który w otwartym worku przeleżał 16 miesięcy (480 dni).

Cementy a) i b) trzymano następnie jeszcze przez pewien czas w otwartych workach i w różnych okresach pobierano do badań. Na rys. 4 i 5 przedstawiono graficznie zależność wytrzymałości R próbek betonowych od czasu przez jaki cement leżał w otwartym worku. Rys. 4 dotyczy betonów o mieszaninie 1:2:4:0,8 (cement : piasek : żwir : woda) wykonanych z cementu a) i c); rys. 5 betonów 1:2:3:0,52 wykonanych z cementu b) i c) oraz z rozdrobnionych twardych grudek cementu b). Jak widać z przedstawionych na powyższych rysunkach wyników, tylko początkowe wytrzymałości R_1 i R_3 (po 1 i po 3 dniach) wykazują obniżenie na skutek zleżenia cementu. Natomiast już w 7 dniu nie ma większej różnicy pomiędzy wytrzymałością betonów z cementu zleżającego w porównaniu ze znacznymi wytrzymałościami analogicznych betonów ze świeżego cementu glinowego. Nawet stwardniałe grudki po rozdrobnieniu dały beton o stosunkowo wysokiej wytrzymałości. Szczególnie znamienne są wysokie wytrzymałości próbek z betonu który przeleżał 16 miesięcy w otwartych workach.

Opisane wyżej doświadczenia dowodzą wielkiej odporności cementów glinowych na zleżenie, co ma wielkie znaczenie dla organizacji zakupów cementu.

Biehl. Der Tonerde - Schmelzzement — Charlottenburg.
Bryła. Doświadczenia z betonami wykonanymi z polskiego cementu glinowego Alka - Elektro — „Przegląd Techniczny“ rok 1938.
Dorsch. Erhärtung und Korrosion der Zemente — Berlin 1932.
Höhl. Von der Prüfung und Verarbeitung des Tonerdzements.
Kragen. Technologia cementu glinowego — Warszawa 1935.

Marcotte. La corrosion des bétons armés — Chimie et Industrie 1935.
Roscher Lund. Ueber die Ursachen der Abbindestörungen eines Tonerdeschmelzzementes „Zement“ 1929.
Vierheller. Betonieren bei Frost mit Schmelzzement — 1926.
Vierheller. Die Verarbeitung von Tonerde - Schmelzzement — Berlin.
Craddock. Deterioration of concrete structures in alkaline and sea - water — Cement and Cement Manufacture 1935.

Prof. Dr Inż. STEFAN BRYŁA

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

KATASTROFA MOSTU W HASSELT

W marcu br. zawalił się stalowy most spawany w Hasselt w Belgii. Katastrofa ta wzbudziła liczne echa w literaturze technicznej całego świata. Wprawdzie katastrofy mostów — i stalowych i żelazobetonowych — nie są niestety zjawiskiem wyjątkowym, niemniej była to pierwsza i jedyna dotąd katastrofa mostu spawanego mimo młodego wieku tych konstrukcji. Przyznać należy, że ani jeden z wielu autorów omawiających daną katastrofę, nie podszedł do tej sprawy pod kątem jakiegokolwiek umniejszania walorów spawania i w żadnym artykule nie pojawiła się nuta na temat osłabienia tego niezmiernie szybkiego tempa, w jakim spawanie wchodzi w życie w konstrukcjach mostowych. Wszyscy podeszli do niej jedynie pod kątem możliwego zbadania przyczyn i wyciągnięcia wniosków na przyszłość.

Oczywiście, jest to droga jedyna. Każdemu postępowi musi towarzyszyć i niejedno nieudanie. Może ono pochodzić z nieświadomości, może pochodzić z nieuwagi, z braku ostrożności, może powodem jego być licha robota. W każdym razie zawsze ono uczy jak postępować, by w przyszłości podobnych wypadków nie było.

Most w Hasselt był mostem drogowym, parabolicznym, bezprzekatniowym o rozpiętości 74,52 m wysokości dźwigarów głównych 10,20 m i ich rozstawie 10,50 m. Dźwigary główne miały po dwa naście pól. Jako materiał przepisana była stal Thomasowska o wytrzymałości $R_t = 4200$ do 5000 kg/cm², a granica plastyczności Q_t większej od 2800 kg/cm² i takąż stal zastosowano.

Podczas katastrofy pękł najpierw pas dolny w pobliżu jednego z węzłów i w pobliżu styku. W drugim dźwigarze utworzyło się pęknięcie w spoinie, po czym nastąpiło przerwanie pasów dolnych. Z tą chwilą ustrój zaczął pracować jako łuk paraboliczny; oddziaływania poziome tego łuku ścięły jednak przyczółki, a tym samym łuk paraboliczny stał się z kolei belką wolnopodpartą o kształcie parabolicznym, która to belka było oczywiście zbyt słaba, by przenieść momenty zginające, i załamała się.

Zapytywany bezpośrednio po katastrofie o możliwe jej przyczyny, wydałem następującą opinię na podstawie nadesłanego mi materiału¹⁾:

¹⁾ Ustępy w cudzysłowie są powtórzeniem owej mojej opinii, ustępy nie zaopatrzone cudzysłowem dodają obecnie.

1. „Stal zastosowana mogła mieć niewystarczające własności spawalnicze²⁾. To przypuszczenie zdaje się być o tyle prawdopodobne, że szybkie zawalenie się mostu świadczy o kruchości materiału, materiał zaś nadający się dobrze do spawania, np. stal handlowa, nie podlega tym ujemnym skutkom, powodującym kruchość materiału w pobliżu miejsca spawania“.

Już doświadczenia przeprowadzone dziesięć lat temu, m. in. i moje, wykonane przed przystąpieniem do budowy mostu pod Łowiczem na rzece Słudwi, stwierdziły bezspornie, iż stal gatunku handlowego (zarazem stal 010W, wzgl. A35) nadaje się doskonale do spawania. Jest to stal, jak w ogóle stale polskie, Martinowska. Kwalifikacje jej spawalnicze określił wyraźnie II. Kongres Mostów i Konstrukcyj Inżynierskich odbyty w Berlinie w r. 1936, stwierdzając jednomyślną uchwałą na wniosek komisji³⁾ w mojej redakcji, że stal ta nadaje się bez żadnych wątpliwości do spawania. Zarazem jednak uchwała ta stwierdzała, że inne stale należy przed stosowaniem ich badać na własności spawalnicze. Wśród różnych gatunków stali wyrobianych w Polsce i używanych nie tylko wyłącznie do celów konstrukcyjnych, produkowano niektóre, które nadawały się gorzej do spawania. Spawanie bowiem w konstrukcjach budowlanych w Polsce jest tak dominującą i zmierzającą do wyłączności metodą, że stale gorzej spawalne, któreby mogły ewentualnie znaleźć zastosowanie w budownictwie, nie mają u nas w ogóle zbytu i zastępuje się je stalami spawalnymi.

Należy ponadto pamiętać, że miarą dobroci połączenia spawanego nie jest bardzo wielka wytrzymałość elektrody, ale jednorodność spoiny i materiału konstrukcyjnego, (na co zwracano wielokrotnie uwagę⁴⁾). Obecnie np. na podstawie wielu doświadczeń przeprowadzonych przez Tow. Air Liquide pod kierunkiem prof. Brillie wysuwa się propozycje przeprowadzenia prób spawania i w tym kie-

²⁾ Obecnie można stwierdzić, że rzeczywiście tak było.

³⁾ W komisji zasiadali: *Bierett, Combournac, Karner, Schaper* i ja.

⁴⁾ Por. np. Spawanie i Cięcie Metali 1938. Nr 6., zaś w dziale spawania konstrukcyjnego moje artykuły i wykłady.

runku. Stal bowiem, na skutek procesów termicznych, zachodzących podczas spawania, może doznać zmian strukturalnych, które w rozmaitych gatunkach stali są rozmaite.

Jak wyżej wspomniałem, zastosowano przy budowie mostu w Hasselt stal Thomasowską. Stal ta, z powodu dużej zawartości krzemu, fosforu i siarki, nie posiada własności spawalniczych w tym stopniu, w jakim posiada je stal Martinowska. Na analogiczne trudności natknięto się również przy niektórych gatunkach stali w Niemczech⁵⁾ i we Francji⁶⁾. U nas, w Polsce, trudności tych nie ma, gdyż stosujemy stal Martinowską. Jest to też przestroga, aby nie wprowadzać w naszych stalowniach świeżenia stali sposobem Thomasa (przed czym przestrzega z innych powodów Przegląd Mechaniczny, 1938).

W danym wypadku wymagania stawiane przez projektodawców nie podawały cech, najważniejszych tu, metalurgicznych i w konsekwencji nie żądały stali dobrze spawalnych, żądały jedynie cech wytrzymałościowych (R_r i Q_r). Zastosowano zaś materiał mniej jednorodny niż stal Martinowska i zbliżony własnościami do zarzuconych u nas w budownictwie gorzej spawalnych gatunków stali. Podczas wykonania nastąpiło podhartowanie stref przejściowych obok spoiw, powodujące szkodliwą zawsze, a w danym wypadku w moście tym bardziej szkodliwą kruchość materiału. To najprawdopodobniej było jedną przyczyną katastrofy.

2. „Te ujemne skutki przejawiały się tym bardziej przy zastosowaniu grubych elektrod używanych niekiedy (również w danym wypadku) w Belgii, a wymagających dużego natężenia prądu. Nadmienić należy bowiem, że im cieńsze są poszczególne warstwy, układane w spoinie, tym dokładniej i równomierniej odbywa się samoczynne wyżarzanie dolnych warstw przez górne i ulepszanie struktury spoiwa. Dlatego też spoiny wielowarstwowe wykonywane cieńszymi elektrodami mają lepsze własności mechaniczne. Również odkształcenia i naprężenia termiczne, stanowiące zresztą układ sam w sobie, są większe przy spawaniu grubymi elektrodami.

Ponadto przy wykonaniu mostu stosowano dla szybkości trojaki elektrody o rozmaitych własnościach i wymagające innych sposobów wykonywania spoin, co często nie było przestrzegane.

3. „Powyższe mankamenty przejawiają się tym bardziej, im grubsze są łączone blachy; dochodziły one tutaj do grubości 55 mm”.

4. „Do tych wszystkich czynników przylączył się moment lichego wykonania, tak co do spawaczów, jakoteż co do kolejności spoiw”.

Samo stosowanie grubych blach nie jest w ogóle błędem w konstrukcjach spawanych; wręcz przeciwnie, stosowane ono jest dzisiaj chętniej niż dawniej. Trzeba tylko pamiętać, gdzie i jak. Bo sprawa projektu spawanego jest bardziej skomplikowana, niż przypuszcza ktoś, kto widział inne projekty spawane i zapoznał się z zasadami obliczenia kon-

strukcyj spawanych. Wymaga ona skupionego i bardzo poważnego podejścia, opartego na znajomości samego spawania. Projektując konstrukcje spawane, trzeba znać proces spawania, jego objawy i jego konsekwencje. Trzeba wiedzieć, że projekt tak musi być wykonany, aby nie sumował w pewnych miejscach wszystkich najniekorzystniejszych czynników. Dotyczy to wszystkich nowych materiałów konstrukcyjnych w ogóle. Beton wykonywany dzisiaj jest też przy pewnej ilości cementu wyżej wartościowy od betonu z tą samą ilością cementu wykonywanego lat temu pięćdziesiąt, ale wymaga odpowiednio bardziej przygotowanego i bardziej inteligentnego podejścia. Tego samego wymaga spawanie w stosunku do nitowania. Potrzebne jest to tutaj w obu fazach: projektowania i wykonywania. Inżynieria wstępując na coraz to wyższe wyżyny, stosując coraz lepsze materiały, wyszukuje je coraz bardziej, wprowadzając doskonalsze metody wykonania, przechodzi stale od surowego rzemieślniczego typu pracy, do typu świadomej siebie i wnioskującej głęboko inteligentnej pracy inżynierskiej w pełnym tego słowa znaczeniu. Spawacz stać musi na znacznie wyższym poziomie niż niciarz, który dba tylko o to, by nity były odpowiednio zagrzane i główki nabite i nie zastanawia się nad tym, czy i jak uszkodzi się przy tym krawędź dziury nitowej, czy się nie uszkodzi. Spawacz musi pamiętać o szeregu czynników i o nich myśleć.

Dlatego solidność firmy i odpowiedzialność robotnika ma tu pierwszorzędne znaczenie. Poruszałem tę sprawę wielokrotnie m. in. w Przeglądzie Budowlanym w r. 1937⁷⁾.

W danym wypadku czynnik ten szwankował. Wszystkie sprawozdania stwierdzają, że wykonanie mostu w Hasselt nie było na odpowiednim poziomie. Spawacze zmieniali się kilkakrotnie. Kontrola była słaba. W poszczególnych miejscach blachy łączone stykowo były przedstawione względem siebie nawet o 15 mm. Kolejność nakładania spoin nie była zupełnie rozważana, a kolejność wykonania była sprzeczna z zasadami i prowadziła do wyjątkowo wysokiego maximum naprężeń wewnętrznych. Żnów przypomnę katastrofę mostu żelazob-

⁷⁾ Cytuję wyjątki z tego artykułu:

W ostatnim czasie miałem sposobność skontrolować parę budow stalowych i doszedłem do wniosków bardzo przykrych. Firmy podejmujące się robót konstrukcyjnych powstają niekiedy ad hoc, dla pewnej roboty, nie posiadając do tego żadnych kwalifikacji, nie przestrzegając żadnych przepisów i nawet nie wiedząc, że jakieś przepisy istnieją. Potrzeba wykonać konstrukcję — sprowadza się spawaczów, nie wiadomo skąd i nie wiadomo jakich i bierze się robotę. Firma po prostu uczy się spawać na danej budowie kosztem odbiorcy, bez żadnego nadzoru, bez kontrolowania jakości robót, bez przestrzegania zasad nakazywanych przez przepisy, a dyktowanych najprostszymi zasadami ostrożności.

Wobec coraz większego rozpowszechnienia konstrukcji spawanych uważam, że nie można o tym milczeć, ale sprawę trzeba postawić jasno i wyraźnie. Ten, który jest najtańszy, może być tylko wtedy przyjęty, jeżeli należy do wykonawców solidnych. W przeciwnym razie będzie nie tylko zachwaszczał technikę polską, obniżając ją do poziomu paractwa, ale będzie nadto prowadził do katastrof.

Spawalnictwo stoi u nas na bardzo wysokim poziomie, tak wysokim, że odpowiada ono wszelkim wymaganiom.

⁵⁾ Por. art. Zeyena, Sp. C. Met. 1937.

⁶⁾ Np. stal Ac. 54.

tonowego we Flensburgu w r. 1923, a więc po dobrych kilkudziesięciu latach istnienia i obywatelstwa żelazobetonu, który runął podczas rozszalowywania, na skutek nieracjonalnej kolejności unikania ruszowań. Jest to bardzo ścisła analogia do konieczności należytego podchodzenia do kwestyj, które laikowi zdają się być proste.

5. „Wreszcie należy zaznaczyć, że wszystkie wyżej podane czynniki są znacznie niebezpieczniejsze w konstrukcjach bezprzekątniowych, aniżeli w kratowych.

Ustroje bezprzekątniowe są bowiem bardzo przesztynnione i gorzej przejmują naprężenia termiczne, co wynika z ich ustroju i pociąga za sobą szereg ujemnych konsekwencji.

Już od dawna wskazywałem na mosty o normalnie stosowanej kracie trójkątowej, jako najracjonalniejszy ustrój większych konstrukcji spawanych, odnosząc się krytycznie do spawanych mostów bezprzekątniowych (Por. moje sprawozdania i II. Międzynarodowego Kongresu Mostów i Konstrukcji Inżynierskich w Berlinie w r. 1936)“.

Na wspomnianej wyżej komisji tegoż Kongresu wystąpiłem przeciw wnioskowi, który proponował ten typ mostów zalecić w rezolucji kongresowej, i wywody te zostały przyjęte jednogłośnie, dzięki czemu propozycja ta nie została wniesiona na zebranie plenarne, dzisiaj okazuje się jak słusznie.

Ze natomiast racjonalność przyjęć, połączona z dobrą robotą, daje gwarancję, świadczy most na rzece Słudwi, wykonany lat temu dokładnie dzisiaj, a więc wtedy gdy spawanie konstrukcji stalowych na świecie ledwie ząbkowało, które nie wykazuje najmniejszej wady.

Wnioski, wypływające z powyższych rozważań, są następujące:

1. Materiał konstrukcyjny stosowany w konstrukcjach spawanych powinien mieć odpowiednie własności spawalnicze. Nasze gatunki handlowe nadają się w zupełności do tego celu.

2. Przy spawaniu należy zapewnić możliwą jednorodność własności mechanicznych połączenia.

3. Grube elektrody nie są w ogóle wskazane. (U nas nie są one używane).

4. Projekt konstrukcji spawanych powinien uwzględniać proces spawania i jego konsekwencje. W poszczególnych wypadkach powinien podawać i kolejność spawania.

5. Konstrukcja spawana musi być wykonana sumiennie, starannie i pod należyтым nadzorem. Na marginesie jeszcze jedna uwaga.

Już na III. Zjeździe Polskich Inżynierów Bu-

dowlanych w Katowicach w 1936 r. podczas dyskusji nad konstrukcjami spawanymi zwrócił uwagę prof. Huber, jak anormalnego zjawiska jesteśmy świadkami w Polsce. W Polsce nie gdzie indziej. Zjawiska, że doświadczenie i zdobycze polskich inżynierów dają przykład zagranicy i zapładniają ją, a równocześnie w Polsce są zwalczane — bo są polskie, a nie zagraniczne — i dopiero gdy zagranica je przyjmie, gdy je usankcjonuje i wprowadzi w życie, dopiero wtedy rozpowszechniają się w Polsce jako korzystanie z rezultatów prac i doświadczeń zagranicy (!). Obowiązkiem inżyniera jest myśleć twórczo, a nie być prowadzonym za rączkę przez drugich.

Tym bardziej, że myśleć twórczo umiemy. Dowodzą tego w danym dziale nie tylko nasze pionierskie kroki, czynione tak przez jednostki, jakoteż przez przemysł, jak wreszcie przez stowarzyszenia (Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali), i nie tylko wspierały rozwój konstrukcji spawanych w budownictwie, poparty w mądrym zrozumieniu potrzeb państwa przez niektóre resorty, ale i nasze przepisy, wydane już tak dawno, które jednak dają mnóstwo wskazówek, których nie zachowanie było jedną z przyczyn katastrofy w Hasselt. Dowodzi tego również jasne myślenie naszego przemysłu, który wprowadza nawiązań gatunki stali dla konstrukcji z uwzględnieniem i po zbadaniu ich spawalności i produkuje pełnowartościowe krajowe elektrody, dostosowane do gatunków stali wytwarzanych w Polsce oraz naszych warsztatów konstrukcyjnych, które same wprowadzają ulepszenia spawania i sprowadzają nowe instalacje, ale nadto popierają czynnie rozwój spawalnictwa w dziedzinie nauki. Chodzi o to, by na tym stanowisku stanęły wszystkie nasze władze.

Jeżeli zaś chodzi o katastrofę w Hasselt, to inżynier nie będzie uważał jej za przeszkodę wprowadzenia spawania w konstrukcji mostów, tylko wyciągnie z niej naukę. W r. 1923, w Ameryce oświadczone mi, że ilość zawałonych tamże mostów stalowych od 1890 r. wynosi przeszło 40. W ostatnim roku zawałił się wielki most stalowy nitowany na Snowy River w Australii. Mamy za sobą wiele katastrof mostów i konstrukcji żelazobetonowych. A jednak nikt nie wyciąga stąd tej konsekwencji, by ich nie budować. Mamy nieomal co dzień duże katastrofy lotnicze i latamy dalej. W obrębie około 600—700 mostów spawanych wykonanych do dzisiaj, jedna jedyna katastrofa mostu w Hasselt jest dowodem, że spawanie jest tą właściwą metodą konstruowania, na którą wejść powinno co rychlej budownictwo mostów w Polsce.

Ale właśnie w państwie naszym, w każdej dziedzinie wytwórczości, obok zakładów stojących wysoko są i zakłady stojące już niezmiernie nisko, a co gorsza są ludzie i zakłady które gotowe są robić wszystko, chociażby o tym nie miały pojęcia.

Nie można liczyć na to, że konstrukcja stalowa stać będzie, bo jest stalowa. Tak nie jest. Bywały katastrofy nie tylko z domami murowanymi, nie tylko z konstrukcjami żelazobetonowymi, ale — choć rzadziej — i ze stalowymi.

Czyż konstrukcje żelazobetonowe odda kto firmie, której nie zna, i o której może przypuszczać, że będzie partaczyc? Czyż przy konstrukcji żelazobetonowej nie przeprowadza się ścisłej kontroli na budowie? Czyż dopuści się

zleżały cement, brudny żwir, nienależytą mieszaninę, czy inne wady? A dlaczego analogiczne błędy miałyby się tolerować w konstrukcjach stalowych.

Najlepsze prawa i przepisy nie wystarczą, jeżeli zostaną na papierze i nie będą wykonywane. Dotyczy to wszystkich praw i wszystkich przepisów, a czyżby nie miało dotyczyć się przepisów wykonania konstrukcji budowlanych, a tym samym prowadziło do katastrof i do szafowania życiem i mieniem ludzkim?

Jest przysłowie „mądry Polak po szkodzie“. Myślę, że nie należy czekać na tę „szkodę“.

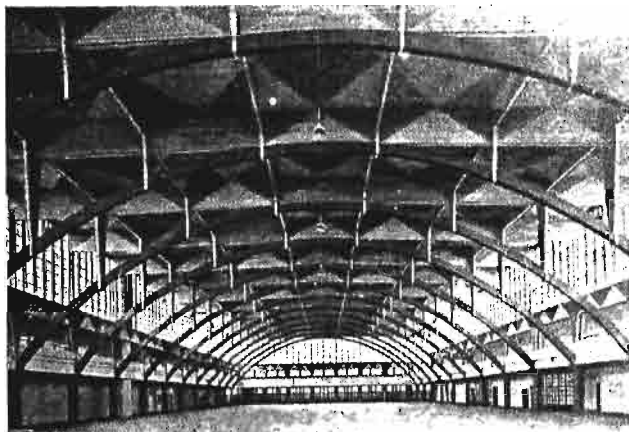
W naszej mocy jest ustrzec się od partactwa w technice polskiej i uczynić to jest naszym obowiązkiem.

OCHRONA DREWNA BUDULCOWEGO PRZED OGNIEM ORAZ BADANIA I ŚRODKI ZAPOBIEGAWCZE

W ostatnim dziesięcioleciu, w budownictwie zagranicznym daje się zaobserwować nawrót do stosowania drewna w konstrukcjach budowlanych.

Drewno znajduje zastosowanie nie tylko do konstrukcyj stropowych jak np. w hallach dworcowych itp. ale również przy budowie wielkich śpiżarni zbożowych, dźwigarów, masztów antenowych itd. (p. ryciny) 1, 2, 3.

Tak szerokie zastosowanie drewna jako materiału budulcowego spowodowane zostało niewątpliwie wyjątkowymi zaletami drewna jako materiału konstrukcyjnego.



Rys. 1.
Halle dworcowe we Wrocławiu.



Rys. 2.
Halle dworca głównego w Kopenhadze.

Konstruktorzy zagraniczni podkreślają następujące zalety drewna jako materiału budowlanego.

1. Mała waga konstrukcyj drewnianych.

Hala fabryczna, targowa, dworcowa itp. z drewna waży bez porównania mniej aniżeli stalowa lub żelbetowa. Przy niezbyt pewnym gruncie jest to zaleta nader ważna.

2. Tańszy koszt budowy.

3. Łatwość rozbiórki i przebudowy.

Przeciwnicy drewna w budownictwie podkreślają natomiast zasadnicze wady tego materiału.

1. Pęcznienie i kurczenie się drewna na skutek zmiennej wilgotności.

2. Możliwość szybkiego zniszczenia na skutek działania grzybów i bakterii (butwienie) oraz możliwość spalania się.

Przy obecnym jednak stanie przemysłu chemicznego technika impregnacyjna rozporządza dostatecznymi środkami, aby uchronić drewno od nawilżania, zabezpieczyć przed grzybami i uniemożliwić jego palenie się.

Toteż do wyżej podanych zalet drewnianych konstrukcyj można dodać jeszcze jedną, a mianowicie:

trwałość drewna.

W istocie dobrze zaimpregnowane drewno w bardzo wielu wypadkach jest materiałem bardziej trwałym i odpornym na działanie czynników niszczących, aniżeli jakiegokolwiek inne materiały budowlane.

Zabezpieczenie drewna przed grzybami i owadami omawiają inne referaty, tu zatrzymamy się jedynie nad zabezpieczeniem drewna przed ogniem.

Wbrew utartemu przekonaniu, drewno zwłaszcza w grubszych sortymentach jest stosunkowo odporne na działanie ognia.

Zazwyczaj w ogniu drewno początkowo zwęglą się na powierzchni. Zwęglona powłoka stanowi warstwę ochronną o złym przewodnictwie cieplnym. Konstrukcja drewniana stopniowo zwęglą się coraz głębiej niewiele tracąc ze swej pierwotnej wytrzymałości.

Natomiast żelazo w temperaturze powyżej 500° traci około 50% swej normalnej wytrzymałości.

Niebezpieczny dla drewna staje się moment zapłonu, jest to moment rozpoczęcia gwałtowniejszej reakcji spalania się drewna płomieniem. Wówczas konstrukcja drewniana ulega nader szybkiemu zniszczeniu.

Istota zabezpieczenia drewna przed ogniem polega na niedopuszczeniu do zapalenia się drewna płomieniem.

Zapobiega się temu przez nasycanie drewna tzw. substancjami przeciwogniowymi.

Substancje te można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

a) Topiące się pod wpływem żaru z wytworzeniem na drewnie niepalnej powłoki. Powłoka ta chroni drewno od bezpośredniego zetknięcia się z ogniem.

b) Rozkładające się pod wpływem żaru, z wydzieleniem niepalnych gazów. Gazy te powodują stłumienie ognia w pobliżu drewna.

c) Rozkładające się pod wpływem żaru z wydzieleniem wody krystalizacyjnej. Woda ta parując obniża temperaturę otoczenia i utrudnia zapłon.

Nowoczesne środki przeciwogniowe zawierają zazwyczaj kompozycje wymienionych substancji dobranych w ten sposób, że właściwości przeciwogniowe ulegają spotęgowaniu.

Do niedawna na rynku krajowym spotykało się jedynie środki przeciwogniowe zagraniczne. Cena ich jest nader wysoka. Obecnie mamy już środki przeciwogniowe wyrabiane całkowicie w kraju według polskich patentów np. preparat przeciwogniowy „Antiflamina”. Cena preparatów krajowych jest bez porównania niższa od zagranicznych.

Drewno uodparnia się przeciwogniowo albo drogą malowania lub spryskiwania roztworem wodnym substancji przeciwogniowej, albo drogą moczenia w naczyniach wypełnionych roztworami przeciwogniowymi, albo wreszcie drogą nasycania w cylindrach pod ciśnieniem.

Ten ostatni sposób jest najdroższy, daje jednak całkowite przesycenie drewna substancją przeciwogniową.

Według tego sposobu nasycza się drewno dla wojennych okrętów angielskich. Kierownictwo marynarki angielskiej na skutek wieloletnich doświadczeń doszło do przekonania, że drewno nasyczone przeciwogniowo jest o wiele pewniejszym bojowo materiałem konstrukcyjnym aniżeli stosowane uprzednio blachy stalowe.

W Niemczech stosuje się obecnie na szeroką skalę nasycanie przeciwogniowe stropów. Stropy już istniejące nasycza się drogą spryskiwania i malowania. Drewno do nowych budowli uprzednio moczy się w roztworach przeciwogniowych.

Należy się spodziewać, że i w Polsce stosowanie środków przeciwogniowych do nasycania drewna będzie coraz bardziej się rozpowszechniać.

Dlatego dobrze jest poznać przynajmniej zasadnicze kryteria do oceny środka przeciwogniowego, ażeby wybrać środek dobry i właściwie go zastosować.

Dobry środek przeciwogniowy powinien być:

1. Łatwochłonny przez drzewo i skuteczny.
2. Łatwy do stosowania, a więc nie wymagający żadnych specjalnych przyrządów do nasycania.
3. Nie powinien niszczyć drewna ani żelaza.
4. Powinien być trwały na drewnie, a więc nie ulegać prędkiemu rozkładowi.
5. Nie powinien wydzielać gazów trujących lub przykrego zapachu.
6. Wydajny i tani w użyciu.
7. Wyrabiany w kraju z surowców i półfabrykatów krajowych.

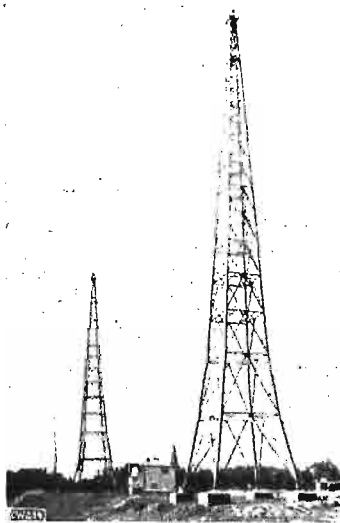
Środki przeciwogniowe stosuje się zazwyczaj w roztworze wodnym, toteż powinny być nabywane w stanie suchym i dopiero przed użyciem rozpuszczane w przepisowych ilościach wody. Żeby się zorientować przynajmniej pobieżnie w wartości środka przeciwogniowego można wykonać parę prób.

Do takich prób najprostszyc należy:

Zanurzenie paska zwykłej bibuły atramentowej w roztworze środka przeciwogniowego. Po nasyceniu należy zupełnie suchą bibułę zapalić od strony nienasyconej — z chwilą gdy płomień sięgnie do bibuły nasyczonej — powinien samorzutnie zgasnąć. Bibuła nasyczona wystawiona na działanie ognia będzie się zwęglać, ale nie powinna płonąć.

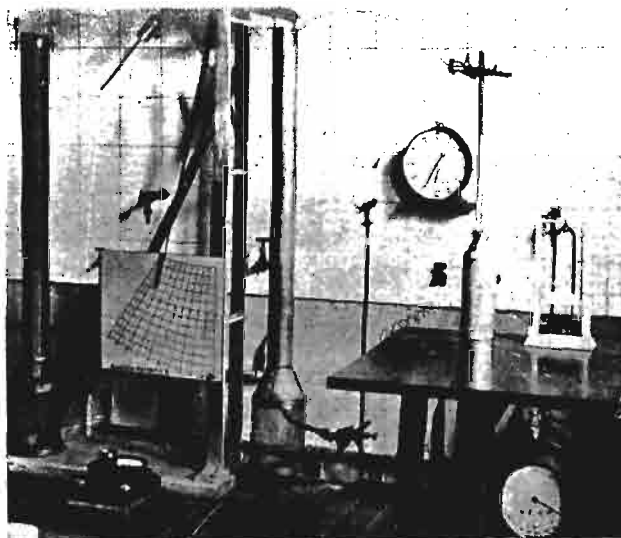
Próbą bardziej dokładną jest tak zwana „próba kominkowa”.

Z desek o grubości 17 mm należy zrobić dwa kominki, o poprzecznych wymiarach 15 cm × 15 cm i wysokości 100 cm. Jeden z tych



Rys. 3.

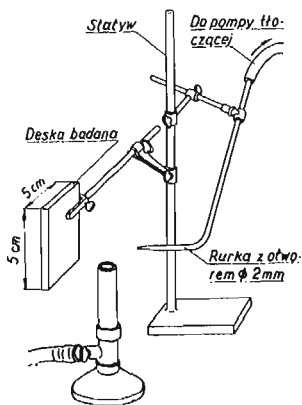
Drewniane wieże antenowe wysokości 80 m.



Rys. 4.

Amerykańska aparatura do badania środk. przeciwogniowych.

kominków nasyca się badanym środkiem przeciwogniowym. Do obu kominków ładujemy odważone ilości wiorów drzewnych i zlewamy odważoną ilość benzyny. Zapalamy jednocześnie oba kominki. Kominek z drewna niezabezpieczonego przeciwogniowo powinien po paru minutach zapłonąć, a po kilkunastu minutach całkowicie się rozpadnie. Kominek nasycony dobrym środkiem przeciwogniowym powinien stać co najmniej dwukrotnie dłużej, po kilkunastu minutach jedynie warstwy wewnętrzne ulegną spopieleniu, pomimo że się spaliło czterokrotnie większą ilość wiorów, aniżeli w kominku nienasyconym.



Rys. 5.

Aparatura Falcka do badania środków przeciwogniowych.

W zakładach badawczych pracujących naukowo nad zabezpieczeniem drewna stosuje się oczywiście metody bardziej precyzyjne dające zupełnie ściśle cyfry porównawcze.

Rysunek 4. podaje zestawienie amerykańskiej aparatury do badania środków przeciwogniowych. Metoda ta polega na spalaniu w określonych warunkach odważonych kawałków drewna. Na kalibrowanej skali uwidacznia się stratę na wadze palącego się drewna.

Odkładając na osi rzędnych straty na wa-

Publikacja Stacji Doświadczalnej
Akademii Górniczej w Krakowie
Inż. W. POGANY i Mgr T. ZAROSŁY

KILKA UWAG O BADANIU KAMIENI

Wietrzenie materiału kamiennego jest to proces podporządkowany fizycznie i chemicznie pod działaniem siły natury i szybkość tego procesu zależy od otoczenia, wielkości powierzchni i rodzaju kamienia. Ze zjawisk wietrzennych najczęściej występują następujące:

- 1) wypłukanie części łatwo rozpuszczalnych,
- 2) tworzenie warstwy ochronnej i nieprzepuszczalnej na powierzchni kamienia infiltrowanej solami wypłukanymi z niego,
- 3) skurcz i pęcznienie spowodowane od zmian wilgoci (główną rolę grają koloidalne cząstki ilaste obecne w kamieniu),
- 4) działanie mrozu,
- 5) wydłużenia i skurcze powodowane przez zmiany temperatur,
- 6) progresywny rozkład struktury kamienia

dze, a na osi odciętych czas spalania się — można otrzymać szereg krzywych ilustrujących wartości rozmaitych środków przeciwogniowych.

Na nieco odmiennych zasadach oparta jest metoda niemiecka prof. Falcka (rys. 5).

Przy pomocy dmuchawki powietrznej kieruje się płomień gazowy na deseczkę nasyconą środkiem przeciwogniowym.

Przy badaniu ustala się czas w ciągu którego deseczka zostaje przepalona płomieniem na wylot. Znając poza tym stratę na wadze klocka nasyconego przeciwogniowo oraz klocka kontrolnego drewna nienasyconego, można porównywać skuteczność poszczególnych środków przeciwogniowych.

Istnieje poza tym cały szereg metod, które pozwalają zupełnie dokładnie określić wartość istotną środka przeciwogniowego.

Jaki widzimy więc technika wyszła już z obojętności bezkrytycznych eksperymentów i posiada sposoby do obiektywnego ustalenia wartości środków przeciwogniowych. Streszczając możemy stwierdzić że:

1. drewno jako materiał budowlany może być skutecznie zabezpieczone od ognia,
2. środki przeciwogniowe stoją obecnie na dostatecznie wysokim poziomie i skutecznie zabezpieczają drewno od zapłonu,
3. przy wyborze środków produkowanych przez nieznaną wytwórnię, środki te należy przed tym poddać badaniu dla porównawczego ustalenia ich siły zabezpieczającej,
4. najlepiej jest żądać od dostawcy środka przeciwogniowego wyników laboratoryjnego zbadania środka na odporność przeciwogniową.

L I T E R A T U R A

- „Das Holz“ Dr J. A. v. Monroy, Berlin 1929.
„Haussechwamm Forschungen“ Dr R. Falck, Jena
„Technologie des Holzes“ F. Kollmann, Berlin 1934
„Grzyby domowe i inne szkodniki budulca...“ F. Skupieński, Warszawa 1937.

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

występujący nie tylko na powierzchni ale i wewnątrz kamienia.

Normalnie rozkład ten objawia się w ten sposób, że następuje powiększenie porowatości kamienia i z tym równoległe zmiana wytrzymałości¹⁾.

¹⁾ Hirschwald twórca nauki o kamieniach budowlanych (Hirschwald, der Bautechnische Gesteinsprüfung) rozróżnia 2 formy wietrzenia kamieni:

- 1) rozkład progresywny albo wstępny odbywający się w całej masie kamienia, zmieniający jego strukturę i skład mineralny (na zewnątrz prawie niewidoczny) i
- 2) potencjalny występujący po rozkładzie progresywnym a objawiający się zmianami na częściach zewnętrznych kamienia przez tworzenie kory wietrzennej, kruszenie się powierzchni kamienia itp. Szybkość obu form rozkładu jest dla różnych kamieni różna i zależy od ich natury i działania czynników atmosferycznych.

Proces ten trwa w normalnych warunkach kilkadziesiąt a nawet setki lat i nieraz bez widocznych zmian na powierzchni kamienia. Zmiany te mogą być kontrolowane mikroskopowo, chemicznie lub badaniami wytrzymałościowymi.

Proces ten objawia się również w formie rozkładu widocznego na zewnątrz, gdy cały materiał uległ progresywnemu rozkładowi i nazywamy go wtedy rozkładem potencjonalnym.

Rozkład potencjonalny zewnętrznie przedstawia się jako zwyczajna forma powierzchniowego rozkładu wietrznego, gdzie wpływy atmosferyczne grają decydującą rolę.

Dobre kamienie budowlane potrzebują kilkaset lat do tego aby wietrzenie progresywne przeszło na potencjonalne (np. granit) — w gorszych jak piaskowce proces ten trwa bardzo krótko (fot. 1, 2, 10 i 11).

W praktyce obserwujemy trzy formy rozkładu struktury kamienia:

1) progresywny rozkład idzie wolno i działa w całej masie kamienia; potencjonalny szybko,

2) rozkład progresywny i potencjonalny działa wolno i powierzchniowo (tworzenie na powierzchni kory), na materiałach zbitych i wytrzymałych na mróz,

3) rozkład potencjonalny i progresywny działają szybko i w całej masie kamienia, na materiałach porowatych i wilgotnych.

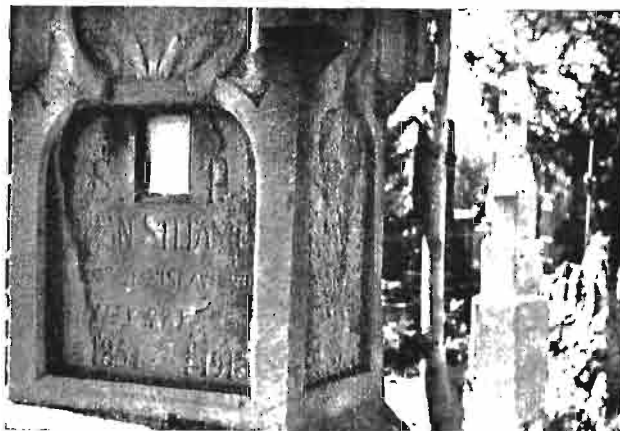
O ile kamień przyjmuje dużo wody mimo dużej wytrzymałości statycznej, szybciej rozkłada się od mrozu, niż kamień o małej wytrzymałości; różnice te zależą od porowatości i włoskowatości np. tufy wulkaniczne mają małą wytrzymałość na ciśnienie ale nie są włoskowate i dlatego posiadają odporność na mróz²⁾.

Wytrzymałość strukturalna materiału budowlanego zależy od wytrzymałości pojedynczych ziarn i lepszycza wiążącego ziarna, toteż chcąc zbadać wytrzymałość na mróz powinno się badać osobno ziarna a osobno lepiszcze, gdyż wiemy, że ziarna są to pojedyncze minerały o znanej i stałej wytrzymałości mechanicznej, a lepiszcze ma skład zmienny a tym samym i zmienną wytrzymałość. Lepiszczycze wiążące ziarna posiada dwie właściwości: 1) wiązania ziarn (kontaktzement) i 2) wypełniania porów między ziarnami (porenzement).

Lepiszczycze wypełniające pory między ziarnami może być miękkie i niewiążące i jako takie nie wchodzi w rachubę przy badaniach wytrzymałości strukturalnej — natomiast kształt porów i ich rozmieszczenie mają duże znaczenie, gdyż one pochłaniają wodę i zwiększają powierzchnię reakcyj chemicznych.

Z procesów wietrzennych występujących na powierzchni kamienia obserwujemy wychodzenie nowych soli, ich hydrolizę i hydratację, termiczną rozszerzalność, działanie kurzu, pęcznienie zależne od ilości wilgoci, ciśnienie krystalizacyjne nowopo-

²⁾ Literatura dotycząca działania wody i mrozu na kamienie podaje, że woda w kapilarach może zamarzać i zależy od temperatury. (Bauschinger, Mitteilungen der mech. — techn. Labor. München, Hanisch, Frostversuche mit Bausteine. Seipp, Wetterbestandigkeit der Naturliche Bausteine i inni).



Fot. 1.
Pomnik z piaskowca. Wietrzenie przy działaniu deszczu i wiatru.



Fot. 2.
Pomnik z piaskowca. Tworzenie się kory wietrzennej na powierzchni.



Fot. 3.
Urna z piaskowca na grobowcu. Działanie wiatru i deszczu od strony zachodn.



Fot. 4.

Kapliczka przydrożna z piaskowca. Wpływ wiatru.



Fot. 6.

Portal z wapienia zewnątrz splukuje deszcz (warstwa jasna), wewnątrz ciemna kora wietrzenna.

wstających związków, wypłukiwanie soli łatworozpuszczalnych w wodzie (deszcz) — (fot. 6 i 7).

W pierwszych fazach tych procesów następuje stwardnienie warstwy zewnętrznej przez przyływ soli z wnętrza kamienia a zwłaszcza krzemionki, która w formie koloidalnej rozpuszczalnej w wodzie wędruje ku powierzchni, gdzie koaguluje pod wpływem parowania wody lub obecności elektrolitów. Tak utworzona warstwa dochodzi czasem do grubości paru milimetrów i pozornie tworzy jak gdyby warstwę ochronną, którą nazywamy „korą”. Po utworzeniu się tej warstwy wszystkie procesy fizyczne i chemiczne zachodzą pod jej powierzchnią, powodując rozkład kamienia (fot. 1, 2, 10 i 11).

Chcąc te procesy badać laboratoryjnie niemożliwe jest stworzenie metody, któraby w krótkim czasie spowodowała te same zjawiska tworzenia się

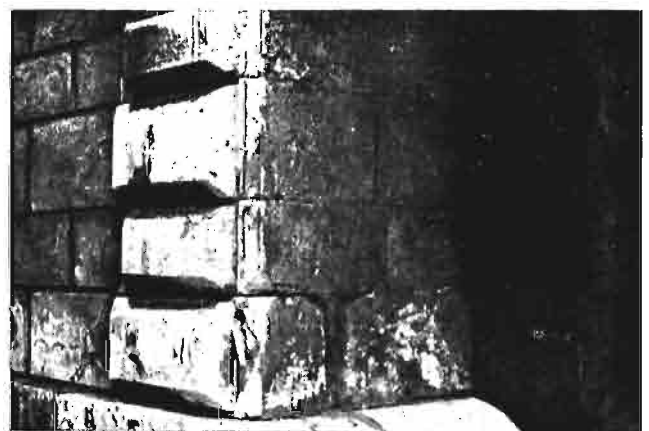
kory na kamieniu. Nieraz bada się wpływ SO_2 na kamień, ale tego nie można porównać z tworzeniem się kory naturalnej na kamieniu, gdyż zachodzą tu duże różnice w czasie, — i dlatego procesów mechanicznych i chemicznych przeprowadzanych w laboratoriach nie można porównywać z procesami występującymi w naturze, które wpływają na wytworzenie się kory na powierzchni kamienia. — Wszystkie metody kombinowane, jak sztuczna atmosfera przy różnych temperaturach od -20 do $+20^{\circ}$, sztuczny deszcz, suszenie, światło lampy rtęciowej, atmosfera SO_2 , sztuczne napięcie elektryczne itd. nie dają obrazu takiego jak naturalne działanie.

Badania chemiczne kamieni (analiza chemiczna) dają sumaryczny skład składników chemicznych kamienia oraz sposób wiązania ze sobą pier-



Fot. 5.

Płyta nagrobkowa z czarnego marmuru uległa działaniu deszczu (po 92. lat.).



Fot. 7.

Fragm. fot. 6.

wiastków w związki występujące w kamieniu, które mogą częściowo wyjaśnić zjawiska zachodzące w czasie wietrzenia.

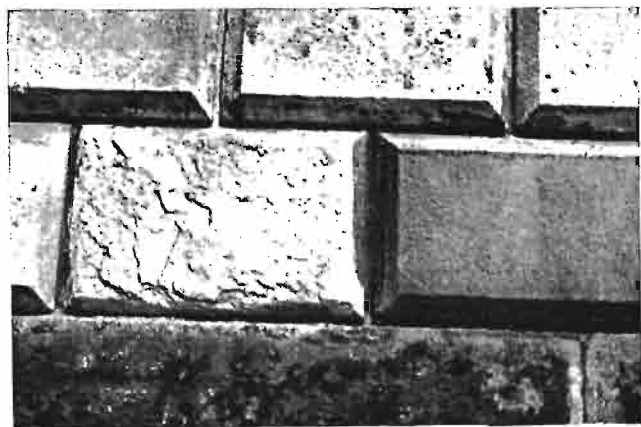
Badania mikroskopowe muszą obejmować dużą ilość szlifów mikroskopowych i pozwalają nam ustalić strukturę materiału i wytrzymałość strukturalną, skład mineralny i krystaliczny, wielkość ziarn i ich sposób wiązania, wielkość porów i ich rozmieszczenie oraz ustalić proces i wielkość wewnętrznego rozkładu. Przy rysach i pęknięciach można ustalić jak one przebiegają czy przez ziarna czy też przez lepisze. Metodą tą, mając ustalony skład mineralny i wielkość ziarn oraz stopień zwietrzenia zewnętrznego, który jak wiemy np. dla granitu spowodowany jest wodami gruntowymi lub deszczowymi, które hydrolizują krzemiany, możemy bardzo dokładnie określić jak będą przebiegały procesy wietrzenne.

Ziarnistość materiału jest bardzo ważną rzeczą gdyż wiemy, że drobne ziarna mają większą powierzchnię a tym samym są łatwiej rozkładane niż ziarna grube, np. marmur drobnoziarnisty łatwiej ulega działaniu wody niż gruboziarnisty (fot. 5). Dalej ważną rzeczą jest ustalenie pęknięć oraz wytrzymałość lepiszcza w porównaniu z ziarnami.

Ustalenie wiązania przez lepiszcze wiążące pojedyncze ziarna mineralne określamy za pomocą liczby wiązania i miary wiązania. Liczba wiązania jest to ilość punktów zetknięcia lepiszcza z ziarnem, a miarą wiązania stosunek długości zetknięcia do całego obwodu ziarna. Oba wymiary podajemy jako przeciętne.

Ustalenie wytrzymałości na wietrzenie jest zależne od współczynnika porowatości (dla piaskowców). Poza tym oznaczamy jeszcze stopień miękkości kamienia $E = \frac{K_w}{K_s}$, (K_w = wytrzymałość na ciśnienie w stanie nasycenia wodą, a K_s na sucho), normalnie E jest mniejsze od 1 — przy materiałach ilastych początkowe wartości dają E większe od 1 co może nas w błąd wprowadzić przy wydawaniu orzeczenia o zachowaniu się danego materiału (fot. 8).

Przy procesach wietrzennych mróz odgrywa ważną rolę, gdyż powoduje marznięcie wody w porach i szczelinach przez co powstają rysy, zmienia



Fot. 8.

Fragment murów z bloków piaskowca. Niejednorodność materiału, jeden blok silnie zwietrzały.



Fot. 9.

Pomnik z piaskowca, który uległ spękaniu przez rdzewiejący trzon krzyża.

procesy chemiczne i powoduje zmiany termiczne (spękanie suchych materiałów).

Przy działaniu mrozu ważne jest ile razy materiał przechodzi przez punkt zerowy, a nie czas działania i wielkość obniżenia temperatury, gdyż wiemy, że jednodniowy mróz tak samo działa jak i kilkudniowy, a kamienie położone od strony słońca mają więcej przekroczeń punktu zerowego i dlatego niszczą się prędzej niż po stronie północnej.

Laboratoryjnie badamy wytrzymałość na mróz w ten sposób, że obliczamy z wytrzymałości na ściskanie przed i po zamrożeniu. Przy tych badaniach bardzo często zachodzą wypadki, że kamienie odporne na działanie mrozu w laboratoriach, w naturze są nieodporne i procesy wietrzenne zachodzą bardzo intensywnie.

Ustalenie stopnia nasycenia wodą $E = \frac{W_{wn}}{W_{wp}}$ (W_{wn} = nasycenie w warunkach normalnych, a W_{wp} w próżni), (W_{wp} może być zastąpione przez ciśnienie dochodzące do 150 atm.) według Hirschwalda powinno być mniej niż 0,8 gdyż kamienie mające E powyżej 0,8 nie są wytrzymałe na mróz.

Piaskowce z częściami ilastymi w lepiszczu dają powiększenie wytrzymałości na ciśnienie w stanie mokrym od 30 do 40%, przy czym mają małą wytrzymałość na działanie mrozu i przy takich kamieniach powinno się badać skurcz w zależności od nasycenia wodą.

W naszych warunkach od strony zachodniej wiatr z deszczem ma bardzo duży wpływ na zwietrzenie kamieni i siła działania jest tak duża, że mur z cegły grubości 75 cm jest w czasie deszczu cały napojony wodą.

Ten wypadek wprowadza do metod badania kamieni prócz zwykłej chłonności także i przepuszczalność wody przez kamień, co w wypadkach uży-



Fot. 10.

Pomnik z piaskowca. Tworzenie się kory wietrznej na powierzchni.

cia kamienia od innej strony nie ma miejsca (fot. 3 i 4).

Przeprowadzone badania przez Hirschwalda na pałacu Otto-Heinrichs-Bau co do wpływu temperatury działającej z jednej strony budynku, stwierdzają, że wskutek ogrzania cała część budynku ulega deformacjom daleko większym jako całość, niż poszczególne elementy kamienne i zmiany te powodują pęknięcia kamienia i zapraw, a tym samym ułatwiają działanie atmosfery przyspieszając proces wietrzenia (Hirschwald, „Die mech. Zerstörung des Gesteinmateriales und die Mauerbewegungen am Otto Heinrichs - Bau d. Heidelberger Schlosses“).

Również kamienie o strukturze warstwowej nie nadają się do wykonania szczegółów rzeźbiarskich, gdyż układ warstwowy bardzo łatwo ulega działaniu wietrzenemu.

Według naszych obserwacji i badań powinno się na kamieniach przeprowadzać systematyczne badania różnych ich warstw zwietrzałych i w rozmaitych warunkach lokalnych na budowlach już wykonanych, gdyż tylko w ten sposób możemy dokładnie poznać wszystkie procesy wietrzne i ustalić zachowanie się kamienia.

Przy laboratoryjnym badaniu kamieni można tylko następujące rzeczy liczbowo ustalić:

- 1) skład chemiczny,
- 2) procentowe ilości składników,
- 3) nasiąkliwość wody,
- 4) porowatość bezwzględna,
- 5) ciężar właściwy,

Dr Inż. M. POPIEL, Inż. S. SUNDERLAND

- 6) twardość,
- 7) odporność na działania chemiczne,
- 8) wytrzymałość na ściskanie, rozgrzanie i ściskanie.

Wszystkie te dane nie dają nam jeszcze dokładnego obrazu zachowania się kamienia, gdyż przy procesach wietrznych czas jest czynnikiem decydującym, a metody laboratoryjne są tylko metodami pośpiesznymi.

W Niemczech próbowano ustalić w stopniach wytrzymałość kamieni na wietrzenie. Metody te jednak ponieważ są pośpieszne, pracują przez zwiększenie szybkości działania czynników na kamienie, przy mrożeniu powiększa się szybko ochłodzenie, przy chemicznym działaniu koncentrację czynników reagujących. Takie działania wytwarza-



Fot. 11.

Pomnik z granitu. Odpadająca kora wietrzna.

ją na powierzchni kamienia korę reakcyjną, która nie ma wiele wspólnego z korą naturalną dyfuzyjną występującą w kilku warstwach zewnętrznych i wewnętrznych różniących się między sobą składem chemicznym i dlatego nie mogą dać dokładnego obrazu przebiegu wietrzenia badanego kamienia.

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych

BADANIE KAMIENI BUDOWLANYCH

Coraz większe zainteresowanie się techników polskich kamieniem, jako materiałem budowlanym, stosowanym do różnych celów, przy ogromnej różnorodności samego surowca, wynikającej z jego pochodzenia i okoliczności przy tym zachodzących, zmusza do pewnego uporządkowania stosunku inżyniera do tego tworzywa.

Muszą być ustalone pewne ramy, określające granice i sposoby używania kamieni, w zależności tak od potrzeb budującego, jak i od cech właściwych dysponowanemu materiałowi.

Ponieważ każdy technik z racji swego wykształcenia jest człowiekiem rozumującym ściśle i opierającym swe konkluzje na podstawach po-

równawczo-liczbowych, więc w założeniach podstawowych wspomnianych ram muszą figurować pewne wielkości liczbowe, przez porównanie z którymi można ustalić stopień technicznej przydatności rozpatrywanego kamienia do celów żądanych czy wskazanych.

Porównanie cech użytego kamienia do cech pewnego standardu, określonego liczbami, odbywa się drogą odpowiednich badań. Badania te, przeprowadzenie których — (metody, przyrządy do tego używane, warunki w jakich muszą być one dokonywane, ilość i charakter prób odpowiednich do przeznaczenia kamieni) — opracowuje obecnie Komisja Kamieniarska Polskiego Komitetu Normalizacyjnego dla każdego rodzaju, czy każdej grupy zastosowania kamieni, będą dostosowane do wymaganych cech materiału. Tu chcemy wskazać, że wobec bardzo wielkiej niejednorodności i niejednorodności materiału nawet należącego do tej samej grupy, czy do tego samego rodzaju kamieni, liczba poszczególnych badań powinna być jak największa, szczególnie teraz, gdy jeszcze ogólnych danych o cechach technicznych kamieni polskich prawie nie ma. To zaś co jest, opiera się na względnie tak nieznacznej ilości obserwacji i doświadczeń, że nie może być traktowane jako pewna wielkość statystyczna, przydatna do dalszego porównywania. Należy więc dokonywać jak najwięcej badań podług ustalonych sposobów dla każdego rodzaju kamieni i ich zastosowania. A przede wszystkim badania te powinny być dokonywane nad odmianami mniej stosowanymi, mało znanymi oraz takimi, które dopiero zjawiają się na rynku technicznym. Dalej, badania te, przynajmniej na początku dopóki nie nagromadzi się dostateczna ilość obserwacji i danych liczbowych, powinny być przymusowe, o czym już mówiło się na pierwszym zjeździe warszawskim w 1935 roku. Zjazd ten w swych uchwałach przewidział także zorganizowanie centrali wzorów kamieni i wyników badań nad nimi.

Ponieważ jednak do dnia dzisiejszego nie ma żadnej publikacji wskazującej choćby na początki realizacji powyższych dezyderatów i uchwał pierwszego Zjazdu, co pozwoliłoby w pracach techników związanych z kamieniarką oprzeć się na jakichkolwiek wielkościach cyfrowych, pozwalamy sobie zaproponować pewne wielkości wyjściowe dla kamieni, mając na widoku ich przeznaczenie i zastosowanie w budowlach.

Pod względem przeznaczenia rozróżniamy:

- a) kamienie do konstrukcyjnych murów budynków;
- b) kamienie do ścian oporowych, filarów i przyczółków mostowych, licówki bulwarów, do budowli wodnych itp.;
- c) kamienie do licówki zewnętrznej budynków;
- d) kamienie do licówki wewnętrznej, podłóg i schodów.

Dla kamieni grupy *a* potrzebne jest ustalenie nasiąkliwości, mrozotrwałości, przewodności i pojemności cieplnej, ciężaru objętościowego, wytrzy-

małości na ściskanie. Wartości powyższych cech powinny liczbowo oscylować koło wartości dla cegły, za wyjątkiem wytrzymałości. Wskazane więc jest, aby:

- 1) nasiąkliwość nieprzekraczała 15% ciężaru kamienia suchego;
- 2) mrozotrwałość była dobra, 15 normalnych zamrażeń nie powinno powodować powstawania śladów zniszczenia; przewodność cieplna ma być jak najmniejsza nie przekraczając 1,50 ciepł/m². m.h.⁰;
- 3) pojemność cieplna jak największa, chociaż dla kamieni naturalnych jest ona wielkością prawie niezmienną, wynoszącą ok. 0,21 ciepł/kg⁰;
- 4) ciężar objętościowy (gęstość) nie większy od 2000 kg/m³; wytrzymałość na ściskanie ≥ 200 kg/cm².

Kamienie grupy *b* muszą być zbadane na nasiąkliwość, odporność na mróz i ługujące działanie wody, na ciężar objętościowy, wytrzymałość na ściskanie i ścieranie.

Nasiąkliwość nie wyżej 3% od ciężaru materiału suchego.

Odporność na mróz — kamień nasiąknięty wodą wytrzymuje 30-krotne zamrażanie bez śladów uszkodzeń.

Odporność na ługujące działanie wody — 100-godzinne zanurzenie w wodzie czystej stojącej i 48 godzin w wodzie przepływającej z szybkością 5 m/sec nie wywołuje widocznego zmniejszenia ciężaru materiału nasyconego pierwotnie wodą.

Ciężar objętościowy powyżej 2400 kg/m³.

Wytrzymałość na ściskanie niemniej 1500 kg/cm².

Wytrzymałość na ścieranie na tarczy $\leq 1,00$ cm.

W grupie *c* potrzebne są badania na nasiąkliwość, odporność na mróz, ługujące działanie wody i działanie dymu, ustalenie wytrzymałości na ściskanie.

Nasiąkliwość nie powinna przekroczyć 5%, dla cokołów i przyziemnych części — 3%.

Odporność na mróz — 20-krotne zamrażanie bez śladów zniszczenia.

Odporność na działanie wody — 48 godzin w wodzie stojącej i 12 godzin w wodzie bieżącej o szybkości 2,5 m/sec. nie powoduje zmniejszenia ciężaru materiału, uprzednio nasyconego wodą do stałości wagi.

Odporność na działanie dymu — po 100 godzinach oddziaływania na próbkę, nasyconą wodą, powietrza, utrzymywanego w temperaturze +50⁰ i zawierającego 94,2 gr. wody/m³ (nasylenie wilgocią), 11% CO₂ i 2% SO₂, ciężar próbki ustalony z dokładnością do 0,01% nie może ulec zmianie.

Wytrzymałość na ściskanie nie może być mniejsza od 400 kg/cm².

Dla części cokołowych i przyziemnych wskazane jest dodatkowe przeprowadzenie badania zwięzłości metodą Page'a. Minimalny dopuszczalny wynik powinien wynosić 12.

Kamienie grupy *d* bada się na nasiąkliwość, ścieralność, śliskość powierzchni.

Nasiąkliwość nie powinna przekraczać 5%.

Ścieralność na tarczy $\leq 1,20$ cm.

Śliskość — po wygładzeniu oszlifowanego kamienia tarczą filcową o 240 obrot./min., dociskaną siłą $0,5 \text{ kg/cm}^2$ w przeciągu 60 minut, współczynnik tarcia powierzchni nie może być mniejszy od 0,15.

Oprócz powyżej podanych badań związanych z poszczególnymi grupami przeznaczenia kamienia, należy zawsze przy ustalaniu wytrzymałości na ściskanie wykonać próby dwóch rodzajów: przy działaniu siły prostopadle do kierunku warstw lub głównych płaszczyzn oddzielności (ciosu) oraz przy sile równoległej do tych warstw, czy płaszczyzn ciosu.

W wypadku drugim wytrzymałość z reguły otrzymuje się mniejszą, jeżeli jednak różnica σ_{\perp} i σ_{\parallel} przekroczy 10—12% wartości mniejszej, kamień do celów budowlanych nie powinien być używany, jako wątpliwej wartości.

Inż. JERZY HOLNICKI-SZULC

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych

SKUTECZNE METODY BADAŃ TRWAŁOŚCI CERAMICZNYCH MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Przed przystąpieniem do treści samego referatu musimy zdać sobie sprawę, dlaczego materiały ceramiczne niszcą się podlegając rozkładowi lub będąc zastosowane w konstrukcji budowlanej mają naloty, wykwit i dają plamy w tynku, których pozbyć się jest trudno.

W treści tego referatu rozpatrywać będą materiały budowlane ceramiczne, które zostały dostatecznie wypalone, tj. takie, w których proces chemiczny związania się krzemianów został dostatecznie ukończony, gdyż niedopalone materiały budowlane przy zetknięciu się z wilgocią i zmianami termicznymi zawsze podlegną rozkładowi (wietrzejniu).

Przed wszystkim musimy rozróżnić naloty i wykwit na wyrobach ceglarskich. Naloty są to zjawiska, które są wywołane przez zewnętrzne wpływy i widoczne są jako barwiący nalot na powierzchni cegieł; wykwit zaś są spowodowane własnościami, które posiadają same cegły i głównie są spowodowane osadzeniem się na zewnątrz cegieł rozpuszczalnych soli przy wyparowaniu wody.

Przyczyną nalotów może być używanie bezpośrednio gazów spalinowych do suszenia cegieł. Gazy te bowiem prócz wody w postaci pary są zanieczyszczone: popiołem, alkaliami i dwutlenkiem siarki (SO_2). Zanieczyszczona nimi para wody spotykając na swej drodze chłodne płaszczyzny cegieł, na nich się skrapla, zanieczyszczenia te w następstwie przy wypalaniu cegieł zostają na ich powierzchni wpalone. A więc przy dużym zanieczyszczeniu gazów spalinowych alkaliami może powstać na płaszczyznach cegieł nalot w rodzaju przezroczystego szkliwa. Przy większej zawartości siarki w używanym do wypalania cegieł węglu, siarka spala się na dwutlenek siarki, który w atmosferze pieca i tam znajdującej się pary wodnej utlenia się na kwas siarkowy i zostaje zaabsorbowany przez wapno znajdujące się w cegle i w następstwie na powierzchni cegieł powstają białe naloty gipsu (CaSO_4).

Naloty pochodzące z alkaliów nie są szkodliwe, bowiem powodują tylko gorsze zdolności wiązania cegieł z zaprawą, naloty z gipsu są również nieszkodliwe, o ile pominiemy nieładny ich wygląd

zewnętrzny ze względu na pstrokaciznę. Naloty alkaliczne są w wodzie nierozpuszczalne, gipsowe również prawie że nierozpuszczalne (1 cząsteczka w 400 H_2O). Z powyższego wynika, że materiały budowlane z nalotami nie nadają się jako cegły okładzinowe lub licówki, natomiast mogą być użyte jako cegły budowlane.

Wykwitami nazywamy takie braki, które nie są widoczne w świeżo wyprodukowanych materiałach budowlanych, a występują wskutek stopniowego rozpuszczania się w wodzie soli zawartych w wyrobach, po czym przy wysychaniu wody z cegieł na ich kantach i powierzchniach ukazują się białe wykwit samych soli. Sole te w zależności od ich rodzaju trzymają się mocno materiałów budowlanych do czasu, póki nie zostaną przez deszcz lub wodę rozpuszczone i splukane. Te wykwit powtarzają się przy następnym wysychaniu muru po jego zawilgoceniu do czasu, dopóki wszystkie rozpuszczalne w wodzie sole nie zostaną przez wodę wyługowane i zmyte.

Ukazujące się na materiałach budowlanych lub na murze wykwit soli nie zawsze są spowodowane chemicznym składem surowców lecz przeważnie przyczynami zewnętrznymi, a mianowicie: solami, które zawiera woda użyta przy produkcji i na budowie, solami zawartymi w zaprawach, w niewłaściwych domieszkach służących do zabezpieczenia od mrozu i barwnikach tynkowych potasowcami, które przenikają do cegły złożonej w kozłach, na zawilgoconej podsypce szlakowej lub popiołowej, dymu i opadów deszczowych, w fabrycznych osadach i większych skupieniach miejskich, soli zawartych w morskich wiatrach. Dlatego też warunki klimatyczne znakomicie zmniejszają lub zwiększają wykwit przez nasycenie wilgocią powietrza, zmiany temperatur i wiatry. U nas największe wykwit soli występują na wiosnę i na jesieni.

Jak wyżej powiedziano problem występowania wykwitów soli staje się aktualny przy obecności wilgoci, a więc złej izolacji budowli, zawilgocenia jej lub opadów atmosferycznych. W suchych budowlach sole nie występują. Sole trudno rozpusz-

czalne nie są szkodliwe. Należy się więc wystrzegać soli łatwo rozpuszczalnych.

Specjalnie należy się wystrzegać soli gorzkiej i glauberskiej, które są bardzo niebezpieczne dla wyrobów ceglarskich. Sole te mogą się wytworzyć nawet w cegle zupełnie czystej, lecz kładzonej na zaprawę cementową. Cement zawiera nieco sodu i potasu, które rozpuszczają się w wodzie i wsiąkają przez włoskowatość w pory cegły. Woda deszczowa i śnieg w większych skupieniach ludzkich zawiera kwas siarkowy, wskutek czego następuje połączenie i tworzy się sól glauberska (Na_2SO_4). Siarczany sodu i magnezu mają tę dla cegły nieprzyjemną własność, że przechodząc z roztworu w formę krystaliczną zwiększają znacznie swoją objętość, co w roztworach nasyconych następuje przy oziębianiu. Krystalizując i powiększając objętość w kanalikach włoskowatych cegły wywołują napiecie tak wielkie, że powoduje to łuszczenie się powierzchni cegieł, które może spowodować zupełne zwietrzenie. Przykład — zdjęte wieże z kościoła św. Floriana (sól glauberska) w Warszawie na Pradze.

Wykwity powodują sole wyszczególnione w poniższej tabelce.

R O D Z A J	Rozpuszczalność w wodzie	Kolor wykwitu
a) pochodzące z surowców i produkcji. Siarczany: gips $CaSO_4 \cdot 2 H_2O$ (siarczan wapnia)	trudna	biały
sól glauberska $Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$ (siarczan sodu)	łatwa	biały
sól gorzka $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ (siarczan magnezu)	łatwa	biały
siarczan potasu K_2SO_4	trudna	biały
siarczan żelazowy $Fe_2(SO_4)_3$	łatwa	zielony do brunata.
Węglany: węglan wapnia $CaCO_2$, kreda	b. trudna	biały
Sole kwasu wanadowego: wanadynian potasu KVO_3 (tylko z gliny)	łatwa	żółto-zielony
Chlorki: sól kuchenna $NaCl$ (chlorek sodu)	łatwa	biały
chlorek żelazowy $FeCl_3$	łatwa	żółty
b) pochodzące tylko ze stopniowego zewnętrznego działania: Chlorki: chlorek wapnia $CaCl_2 \cdot 6 H_2O$	łatwa	biały
falszywe okwaszenie	łatwa	żółty
chlorek żelazowy $FeCl_3$	łatwa	żółty
Azotany: azotan sodu $NaNO_3$ pochodzenie organiczne	łatwa	biały
azotan potasu KNO_3 pochodzenie organiczne	łatwa	biały
Siarczany: sól glauberska $Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$ (siarczan sodu)	łatwa	biały
sól gorzka $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ (siarczan magnezu)	łatwa	biały

Oprócz wykwitów, niszczące działanie na materiały budowlane wywierają poniższe przyczyny.

1. Największym i najczęściej spotykanym

składnikiem, powodującym niszczenie materiałów budowlanych ceglarskich są drobne wapniaki (margle $CaCO_3$), o ile ziarnka ich pozostają na sicie o 120 oczkach na cm; drobne bowiem ziarnka wapniaków poniżej średnicy 0,54 mm przechodzące przez to sito nie są szkodliwe w wyrobach ceglarskich.

Szkodliwe działanie ziarenek wapiennych tzw. marglu ($CaCO_3$) o średnicy ponad 0,54 mm polega na tym, że w piecu wypalają się na tlenki wapnia (CaO), który przyciągając wilgoć z powietrza tworzy wodorotlenki wapna $Ca(OH_2)$, przy czym zwiększając swoją objętość dwukrotnie, powodując tym stopniowe rozsadzanie powierzchni wyrobów.

Siła natężeń drobnych cząsteczek jest słaba w stosunku do siły wiążącej wypalony materiał, toteż nie powoduje ona pęknięć i odprysków natychmiastowych, jednak pęknięcia i odpryski występować będą dopiero po kilku tygodniach, gdy cegła została położona na murze. Rozsadzanie zewnętrznej powierzchni ścian trwa nieraz kilkadziesiąt lat, dopóki cały materiał nie zostanie zniszczony. Inaczej sprawa się przedstawia, gdy wapniaki są w większych kawałkach, wówczas mają dość siły, żeby po wypaleniu w ciągu kilku dni porosadzać już cegłę, — wskutek czego są od razu widoczne.

2. Zła struktura powstaje wskutek niedostatecznego przerobienia surowca i niedoprowadzenia całej masy do jednolitego stanu, co w następstwie powoduje różnicę w skurczliwościach przy schnięciu i wypalaniu materiałów. Wskutek tego, aczkolwiek materiał ceramiczny budowlany w przełomie wygląda na jednolity, jednak w rzeczywistości poszczególne jego warstwy są tylko nalepione i oddzielone między sobą warstewkami powietrza niez widzialnego dla oka. Zła struktura powstaje również w tych wypadkach, gdy nieprawidłowo został założony i skonstruowany ustnik do prasy, nadający ostateczny kształt wyrobom. Powoduje to różnice szybkości i zwięzłości poszczególnych warstw masy w taśmie, a w następstwie przy schnięciu powstają oddzielne warstwy gliny, oddzielone od siebie warstewkami powietrza. Otóż te warstewki napelniając się wodą, pochodzącą z wilgoci, przy pierwszym mrozie lub przymrozkowi powodują stopniowe rozsadzanie materiałów budowlanych, co wreszcie powoduje całkowite skruszenie.

3. Również podlegają procesowi zniszczenia przez rozsadzanie przy działaniu mrozów cegły zbyt porowate lub niedopalone.

Chcąc stwierdzić czy materiały budowlane nie posiadają wyżej wspomnianych zasadniczych wad, powodujących przedwczesne niszczenie budowli, należy je poddać badaniu na: 1) zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie, 2) stopień nasiąkliwości, 3) wytrzymałość przy zamrażaniu. O ile badania te dadzą wyniki dodatnie, to możemy być spokojni, że budowa będzie długotrwała jak wieża Kruszwicka, wybudowana w XI wieku, a która do dnia dzisiejszego doskonale się zachowała.

Wskaznikiem i rękojmią, że materiał jest dobry, jest bezwzględne zaufanie do materiału, który się już brało i który okazał się dobry. W tym przypadku samo doświadczenie często zawodzi, gdyż przeważnie surowce nasze w postaci glin są pochodzenia gniazdowego i kupujący nie ma żadnej pew-

ności, czy cegielnia nie wyeksploatowała całego gniazda, z którego materiał był dobry i nie zaczęła eksploatować innego gniazda surowca, gdzie surowiec jest zły. Stwierdzić tego nie było komu, gdyż nasi przemysłowcy są często tylko kupcami. Kierownik cegielni zazwyczaj interesuje się tylko administracyjnymi zadaniami i sporządzeniem list płacy, a mniej obchodzą go techniczne szczegóły, odnoszące się do odpowiedniego doboru surowców.

Tymczasem w przemyśle ceramicznym mamy duże trudności wobec różnorodności różnych własności gliny, od tych właściwości zależy jest cały proces produkcji oraz przydatność i odporność produktu w budowlach. Poznanie tych właściwości wymaga rzetelnej wiedzy, opartej na fizyce, chemii i technologii ceramicznej.

Wobec trafiających się nieodpowiednich materiałów budowlanych, które prowadzą do przed-

wczesnego niszczenia budowli należy zastrzec się, żeby kupowane materiały ceglarskie nie posiadały:

1) a) szkodliwych soli rozpuszczalnych w wodzie,
b) drobnych wapniaków o ziarnistości powyżej 0,54 mm średnicy,

c) uwarstwienia w ceglach (złej struktury).

2) W razie stwierdzenia istnienia w granicach szkodliwych wyżej wymienionych błędów w ceramicznych materiałach budowlanych, należy takich dostawców pociągać do odpowiedzialności z całą surowością prawa jak to ma miejsce na Zachodzie;

3) Należy darzyć zaufaniem i dawać zamówienia przede wszystkim tym przedsiębiorstwom, które dają rękojmię świadomości i odpowiedzialności za materiały budowlane. Warunek ten będzie spełniony przede wszystkim w przedsiębiorstwach kierowanych przez fachowców z odpowiednim wykształceniem¹⁾.

Mgr JAN PIOTROWSKI

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych

IZOLOWANIE RUR ŻELAZNYCH I BETONOWYCH ASFALTEM

Rury żelazne zakopywane w ziemi, podobnie jak wszelkie materiały budowlane, narażone są na powolne niszczenie, powodowane przegrzaniem żelaza przez rdzę oraz prądy błędzące. Na takie niszczące działanie korozji narażone są rury tym bardziej, że powierzchnia ich nie jest nigdy jednostajnie gładka lecz przeważnie porowata i porysowana skutkiem tarcia w czasie transportu i wyładowania.

Konserwacja izolacji rur zakopanych w ziemi jest niemożliwa do wykonania, a wymiana rur po ich ułożeniu jest bardzo kosztowna i zawsze połączona z przerwą w dostawie wody czy gazu, zależnie od tego jakiego rodzaju rurociągu dotyczy.

Ażeby uchronić rury przed ich przedwczesnym zniszczeniem wskutek korozji wykonuje się izolację ochronną. Do tego celu zastosować można asfalt naturalny, asfalt naftowy lub smołę węglową. Praktyka wskazuje, że należyte wyniki izolacji nie mają charakteru przypadkowości, lecz zależne są przede wszystkim od doboru materiału izolacyjnego oraz wykonania samej izolacji. Materiał izolacyjny stosowany do izolacji rur zakopywanych w ziemi musi oprócz doskonałej przyczepności charakteryzować się również dobrą plastycznością, obojętnością na działanie kwasów i zasad, nie może emulgować w zetknięciu z wodą a ponadto nie może zawierać żadnych domieszek sprzyjających procesowi korozji. W razie użycia takiego materiału, któryby warunkom tym nie odpowiadał, wykonana izolacja stałaby się bezwartościowa.

Praktyczne wyniki lat ostatnich wykazują, że najważniejszym materiałem izolacyjnym jest asfalt. Mając na uwadze zastrzeżenia podane w poprzednim ustępie stwierdzić należy, że asfalt naturalny wydobywany wprost z ziemi — poza wysoką ceną — wymaga jeszcze pewnej przeróbki, gdyż użyty w tym stanie w jakim otrzymuje się go w handlu nie posiada wymaganej plastyczności i zachowuje się niekorzystnie w niskich temperaturach, co w naszym klimacie uważać należy za jedno z kardyna-

nych wymagań. Smoła powęglowa jak również ter-pogazowy wrażliwe są na wpływ wody, która wyługowuje je i zmywa. Z biegiem lat smoła jak i ter-twardnieje i kruszy się wskutek ulatniania się lżejszych składników, a w konsekwencji traci własności izolacyjne. Ponadto preparaty smołowe zawierają szereg związków fenolowych jakie przyspieszają proces korozji, przed którą właśnie dokonana izolacja chronić ma mury. Zostaje zatem jako najważniejszy do tego celu asfalt naftowy, pod warunkiem jednak, że będzie on do tego celu specjalnie przystosowany. Asfalt izolacyjny musi zatem wykazywać odporność na działanie kwasów, zasad i prądów błędzących, nie może emulgować przy zetknięciu z wodą, zawierającą zawsze mniej lub więcej domieszek gliniastych, musi być plastyczny, a punkt łamliwości jego powinien leżeć w temperaturze, o ile możliwości jak najniższej; a wreszcie posiadać musi doskonałą przyczepność do żelaza bez względu na to, czy powierzchnia jego będzie idealnie gładka czy też porowata i porysowana.

Asfalty izolacyjne używane są zasadniczo na gorąco, to jest po poprzednim podgrzaniu ich do temperatury 150—160°, w której stają się zupełnie płynne. Asfalt należy wrzucać do kotła w drobnych kawałkach, przy czym do topienia zużywać należy zawsze zawartość całego bębna. Zupełnie roztopionym asfaltem powleka się rury, które muszą być poprzednio już dokładnie oczyszczone z rdzy i zanieczyszczeń jak również bezwzględnie suche, przy pomocy szczotki z piassawy lub krótkich twardych pędzli, nakładając cienką warstwę izolatora. Wskazane jest zaraz po ostygnięciu asfaltu izolację powtórzyć w identyczny sposób. Można również raz powleczoną asfaltem rurę okręcić papierem,

¹⁾ Referat powyższy będzie poparty na Zjeździe demonstracyjnym odpowiednich próbek, pochodzących z pracowni ceramicznej P. S. Chem. Przem. w Warszawie.

po czym wykonać ponowną izolację. Użycie do tego celu papieru a zatem materiału pozornie mniej wytrzymałego od tkaniny jutowej, jest do tego celu znacznie korzystniejsze, a to dlatego, że tkanina przy okręcaniu nią rury wyciska asfalt w miejscach gdzie krzyżują się nitki, a więc w miejscach gdzie tkanina wykazuje zgrubienia. Zgrubienia te wycisnąwszy asfalt dotykają powierzchni rury, a w razie uszkodzenia wierzchniej warstwy izolacyjnej woda dostaje się wzdłuż hydroskopijnych włókien tkaniny do ścian rury, powodując w tych miejscach korozję. Przy użyciu papieru arkuszowego czy też ciętego w pasy unika się tego nie milego objawu. Zużycie asfaltu izolacyjnego na 1 m² powierzchni przy zastosowaniu dwukrotnej izolacji o grubości 4 — 6 mm wynosi około 6 kg asfaltu.

Niejednokrotnie zachodzi potrzeba wykonania izolacji preparatem płynnym zwłaszcza w miejscach, gdzie podgrzewanie asfaltu jest utrudnione lub ze względu na otoczenie niebezpieczne. W takich wy-

padkach izolację wykonać można preparatem asfaltowym płynnym na zimno. Po pewnym czasie lotny rozpuszczalnik, który preparaty takie zawierają, odparowuje, pozostawiając na izolowanej powierzchni cienką warstewkę czystego asfaltu. Płynne preparaty asfaltowe nadają się zwłaszcza do tak zwanego „gruntowania“, czyli powłoki podkładowej, a zatem do powlekania ścian, które mają być pierwszy raz izolowane. Cieniutka warstewka asfaltu, jaka powstaje po ulotnieniu się rozpuszczalnika, ułatwia przylgnięcie drugiej warstwy asfaltu, którą zwykle wykonuje się już na gorąco. Właściwości tych asfaltów płynnych są po odparowaniu rozpuszczalnika identyczne jak właściwości asfaltów stosowanych na gorąco. Zużycie asfaltów płynnych jest znacznie mniejsze, bo wynosi zaledwie 1 do 1½ kg na 1 m² powierzchni izolowanej, są one jednak znacznie droższe ze względu na dużą zawartość stosunkowo bardzo kosztownego rozpuszczalnika, tj. zazwyczaj benzyny.

Inż. HENRYK STANKIEWICZ

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych

O MATERIAŁACH IZOLACYJNYCH OD WODY I WILGOCI

Dwie drogi prowadzą do wstępnego zorientowania się w materiałach izolacyjnych. Pierwszą jest zetknięcie się z rynkiem materiałowym przez zapoznanie się z treścią ofert, prospektów, literatury reklamowej, próbek itd., drugą zaznajomienie się z literaturą techniczną. Nie należy na razie przesądzać, która z nich jest korzystniejsza, a nawet od razu trzeba zgodzić się, że literatura reklamowa i techniczna razem mogą dać nam dość właściwy obraz materiałów izolacyjnych.

Przystąpimy do literatury rynku materiałowego. Mamy przed sobą barwny stos prospektów, cenników, broszur, a nawet kilka pięknie oprawionych książek, cenniki, zaświadczenia różnych urzędów badań i laboratoriów. Próbuje się włączyć się w treść tych technicznych panegiryków, napisanych na cześć tego lub innego materiału izolacyjnego. Po przejrzaniu szeregu egzemplarzy zaczyna zarysowywać się pewien pogląd na materiały izolacyjne. W pierwszej mierze zdumiewa nas wielka ich różnorodność i różnorodne zastosowanie.

Znajdujemy izolacje w postaci mas izolacyjnych, stosowanych na zimno i na gorąco; powłok czarnych, barwnych i bezbarwnych uszczelniających powierzchnie murów, betonów, żelaza i innych materiałów i farb ochronnych, podkładów na powierzchnie przetłuszczone, zasmalone, ażeby nadały się do pomalowania; powłoki odporne na oleje, tłuszcze, alkalia, kwasy; domieszki do betonów w postaci płynów, proszków, środki utwardzające beton, fluaty, sylikaty, preparaty do woskowania; setki gatunków pap izolacyjnych, czarnych piaskowanych, talkowanych, bitumicznych, smołowych, sporządzanych na filcu i zwykłej tekturze; jut i płócen impregnowanych i powlekanych; pap falistych, kolorowych, płyt sklejanych z kilku gatunków pap z wkładkami cłowianymi, aluminiowymi itd.

Jeżeli zechcemy wybrać materiał najodpowiedniejszy, to napotykamy przede wszystkim tę trudność, że jeden opis przeczy drugiemu i kończy zachwalaniem danego preparatu na wszelkie możliwe i niemożliwe dolegliwości z powodu wody i wilgoci. Próbuje być arbitrami i kierujemy się referencjami w postaci listów pochwalnych, obietnic gwarancyjnych na dziesiątki lat, odbitek z fotografii z wykonanych robót. Spostrzegamy z pewnym zdziwieniem, że nieraz jeden materiał i drugi wykluczające się nawzajem, posiadają dobre atesty, zaświadczenia i obrazowo na fotografiach posiadają jako wzory wiele mówiące okazałe obiekty budowlane. Z tego widać, że przynajmniej jeden z nich mija się z prawdą. Częściej jeden i drugi prospekt niewiele zawiera prawdy. Zdarza się, że robota była wykonana istotnie, zaświadczenie rzeczyste, lecz w międzyczasie izolacja nie spełniła swej roli dobrze, została zamieniona, a nawet czasami budynek ginie, a piękne fotosy zostają z roku na rok, a zaświadczenia chlubne dalej spełniają swoją rolę reklamową.

Trudno na tej podstawie wybrać materiał właściwy. Dlatego też czytanie się tylko w literaturze reklamowej nie pozwala na trafny wybór materiału. Reklama co najwyżej podać może do wiadomości, że taki artykuł istnieje. Solidniejsze firmy wskazują ponadto sposób użycia danego materiału. Te wskazówki mogą być cenne. Wartościowymi ulotkami są zaświadczenia różnych Urzędów Badań materiałów izolacyjnych. Jednakże i na nich nie można całkowicie opierać się. Zaświadczenia te bowiem, wydawane przez laboratoria za pewne opłaty dla firm produkujących lub sprzedających te materiały, zawierają przeważnie tylko takie badania, których żądają firmy. Często też dają wyniki badań całkiem niepotrzebnych, a które na laików robią wrażenie ilustrujących jakość materiałów. Natomiast istotne badania są często pominię-

te, ponieważ firma przedstawiająca materiały do badań, a wiedząc, że materiały do danych celów nie nadają się, nie poleca tych badań prowadzić, a tym bardziej uwidoczniać w atestach. Poza tym pewne cyfry są dla danego materiału krytyczne, a zaświadczenie tego nie uwidocznia. Następnie badania laboratoryjne są zbyt teoretyczne, to znaczy nie odpowiadają warunkom na budowie przy szerszym zastosowaniu. W tych warunkach zaświadczenie z badań laboratoryjnych nie jest dowodem wystarczającym, lecz tylko naświetlającym niektóre cechy materiałów izolacyjnych.

Pewne braki organizacyjne posiadają same laboratoria. Pochodzi to z niezrozumienia potrzeb badania materiałów budowlanych w świecie technicznym. Każde dokładne zbadanie materiału budowlanego wymaga wiele pracy, b. fachowego personelu, tymczasem nikt na ten cel nie chce przeznaczyć pieniędzy, a firmy często stawiają sprawę wprost handlowo, chcą płacić za papierek — zaświadczenie, lecz nie za właściwe badanie. Powinny w tym wypadku spotkać się z bezwzględną odmowną odprawą.

Kwestia badań tych materiałów powinna być stanowczo uzgodniona pomiędzy poszczególnymi laboratoriami i Komitetem Normalizacyjnym. Nie sposób tolerować, ażeby materiały służące do tego samego celu były niejednakowo badane. Do poprawienia tego stanu rzeczy przyczynić się może opracowanie norm. Jednakże trzeba liczyć się, że od razu stworzone normy nie mogą być dokładne. Co rok muszą być uzupełniane i korygowane, w miarę prowadzenia doświadczeń w odpowiednich zakładach badawczych.

Przy pracach tych nie powinno się liczyć na pomoc finansową firm zainteresowanych. Fundusze muszą znaleźć się z kredytów państwowych. Badania powinny pójść drogą niezależną, wtedy będą dobre rezultaty, a nawet firmy zainteresowane, jako producenci, odniosą ten pożytek, że będą wiedzieć co mają produkować, ażeby było to z pożytkiem dla budownictwa.

A zatem wszelkie dane reklamowe nawet najwymowniej poparte zaświadczeniami nie mogą być wyłączną podstawą do wyboru materiału. Trzeba więc zwrócić się do literatury technicznej, która powinna wyświetlić zagadnienie naukowo i bezstronnie. Niestety musimy przyznać, że literatura techniczna posiada też liczne braki. Czasami pochodzą one z tego powodu, że poważne nawet zagraniczne wydawnictwa pozornie niby bezinteresowne i naukowe są istotnie dorobione do pewnych surowców i materiałów, na których rozpowszechnieniu zależy światu przemysłowemu. I tak często spotykamy wydawnictwa zagraniczne o asfaltach naturalnych lub sztucznych, zalecające te gatunki, które są produkowane w danym kraju i są jego produktem eksportowym. Są opracowane bardzo szczegółowo, poparte licznymi badaniami, którymi starają się niezbicie dowieść, że materiały te są w najwyższym gatunku.

Wprowadza się w ten sposób niesłychany chaos, ponieważ i w naukowych sferach spotykamy się z nieprzemyślanym naśladownictwem. Wynika to prawdopodobnie z pewnego kompleksu niższości wobec techniki zagranicznej. Jest to zu-

pełnie nieuzasadnione i szkodliwe, ponieważ bez oglądania się na obcych nasza technika robi doskonałe postępy.

Może również budzić pewne wątpliwości sposób współpracy przemysłu w układaniu norm, dla poszczególnych materiałów potrzebnych do budowl. Jak dotychczas wpływ jest bardzo wielki albo nawet przeważający. Dzięki temu w zależności od składu personalnego poszczególnych komisji może spowodować pewne faworyzowanie takiego lub innego surowca lub materiału.

Prawidłową drogą do unormowania stosunków na rynku materiałowym jest wypowiedzenie się sfer badających i naukowych, po zapoznaniu się ze źródłami surowców i przemysłem przetwórczym. Dopiero tak opracowane normy można z przemysłem uzgadniać, w żadnym wypadku wspólnie głosować. Uzgodnienie zaś trzeba traktować w tym sensie, że opierając się na wolnych źródłach surowców, wymagać dostosowania produkcji do potrzeb budownictwa.

W tym celu ciężar opracowania norm powinien być przerzucony na odpowiednie placówki badawcze naukowe, które wykonują te prace drogą przeprowadzania ankiet, badań laboratoryjnych, doświadczeń w naturze. Lecz w tym wypadku muszą znaleźć się fundusze państwowe na te prace. Powierzenie z braku pieniędzy tych prac przemysłowi nie przyniesie materiału zupełnie bezstronnego.

Wracając do literatury reklamowej i naukowej o materiałach izolacyjnych, dochodzimy do wniosku, że nic nie da się przeszczepić na naszym gruncie bez przeprowadzenia prób praktycznych, czy dane izolacje są odpowiednie dla naszego klimatu i czy mieszczą się w ramach naszego rodzimego rynku surowcowego.

Na ogół trzeba przyznać, że w Polsce są już produkowane wszystkie rodzaje izolacji wodoszczelnych stosowanych zagranicą. Natomiast orientacja co do zastosowania jest znacznie gorsza. Powodem jest pewne spóźnienie naszego przemysłu; co w innych krajach jakby przetarło się drogą ewolucji i znalazło prawo obywatelstwa, nawet bez potrzeby norm specjalnych, to jednak w Polsce, kiedy przemysł dostosowuje się gwałtownie i nie ma czasu na przewlekłe eksperymenty, więcej mają do powiedzenia zakłady naukowe jako placówki badawcze.

Na zakończenie referatu trzeba stwierdzić, że tylko planowe podejście do tego zagadnienia może przyczynić się do nauczania się dobierania właściwych środków izolacyjnych. Tą drogą jest przede wszystkim:

- 1) zapoznanie się z potrzebami budownictwa w przedmiocie zabezpieczenia budowli od wody i wilgoci,

- 2) zapoznanie się ze stanem surowców do produkcji materiałów izolacyjnych,

- 3) opracowanie szczegółowych norm przez inżynierów praktyków i naukowców z dziedziny budownictwa,

- 4) uzgodnienie norm z przemysłem wytwórczym i podanie mu wytycznych,

- 5) prowadzenie stałych doświadczeń i korygowanie opracowanych norm w miarę postępu badań.

Z PRAC NAD MATERIAŁAMI DO IZOLACJI PRZECIWWILGOCIOWEJ

Walka z wilgocią i ochrona przed wodą budowli stanowi zagadnienie, z którym ludzkość walczy już prawie od momentu, kiedy zaczęła wznosić budowle.

Przy badaniu najstarszych nawet wykopalisk napotyka się na ślady zabezpieczenia budynków od wilgoci, i to zarówno od wilgoci dopływającej do budynków z ziemi jak i wilgoci atmosferycznej.

W nowoczesnym budownictwie zagadnienie ochrony budynków przed wilgocią odgrywa jeszcze większą rolę.

W miarę rozwoju i postępu budownictwa, również i materiały izolacyjne przeciwwilgociowe ulegają ciągłej ewolucji i udoskonaleniu.

Pragnęlibyśmy tu dać systematyczny i krótki przegląd istniejących i produkowanych materiałów izolacyjnych oraz ich metody badań.

Najdawniej bez wątplenia znanym i stosowanym materiałem izolacyjnym jest asfalt naturalny. Początków stosowania jego do ochrony od wilgoci budynków szukać należy w Azji Mniejszej, Syrii i Mezopotamii, gdzie już w budowlach wczesno - historycznych można znaleźć uszczelnienia wykonane z naturalnych tam znajdujących asfaltów.

Obecnie obok asfaltów naturalnych, z których najważniejszy jest asfalt trynidadzki, szerokie zastosowanie zyskały asfalty ponaftowe, pochodzące z przeróbki ropy naftowej oraz produkty suchej destylacji węgla kamiennego, a więc rozmaite smoły i paki, a także czasem i produkty suchej destylacji drzewa.

Ponieważ brak jest dziś systematyki ujmującej całość materiałów izolacyjnych w jakieś określone ramy, jedynym możliwym sposobem przeprowadzenia klasyfikacji będzie podział ich wg sposobów użycia.

1. Materiały izolacyjne płynne, stosowane na zimno

Ta grupa materiałów izolacyjnych da się podzielić na dwie odrębne klasy, tj. na materiały sporządzone przy użyciu rozpuszczalników i na emulsje asfaltowe.

Materiałów sporządzanych przy użyciu rozpuszczalników istnieje bardzo wielka ilość. Na ogół biorąc są to roztwory asfaltów izolacyjnych, rzadziej paków, doprowadzone do stanu płynnego przy użyciu rozpuszczalników takich jak ciężkie benzyny, benzol, solwent nafta itp. Niejednokrotnie preparaty te są uszlachetniane przez różne dodatki zwiększające ich przyczepność do materiałów budowlanych oraz plastyczność.

Co do swego wyglądu, są to preparaty o konsystencji gęstych olejów i zapachu charakterystycznym dla użytego rozpuszczalnika. Użycie ich jest bardzo łatwe, nakłada się je przy pomocy pędzla

lub szczotki na suche powierzchnie. Wykonana powłoka izolacyjna powinna po odparowaniu rozpuszczalnika przylegać dobrze do konstrukcji, tworząc równomierną warstwę nie ściekającą w wyższych temperaturach a nie pękającą i nie odpryskującą w niskich temperaturach.

Preparaty te, stosuje się bądźto jako samodzielne izolacje w pojedynczej lub w podwójnej warstwie, bądź też jako warstwę gruntującą dla cięższych typów izolacji.

Drugim typem tego rodzaju preparatów są produkowane od paru lat emulsje asfaltowe w rodzaju np. preparatu „Aristogen“, wyrabianego przez koncern I.G. w Niemczech, preparatu Shell'a „Flintkote“ i paru innych.

Pod pojęciem emulsji rozumiemy stan drobno rozpylonej substancji w nierozpuszczającym ją ośrodku płynnym, a więc w tym wypadku: asfaltu w wodzie. Do otrzymania tego rodzaju zawiesin stosuje się substancje chemiczne, tzw. koloidy ochronne, które utrzymują taką zawiesinę w równowadze, nie pozwalając na przedwczesne wytrącenie się asfaltu. Podstawową własnością tych preparatów jest zjawisko rozpadu emulsji rozprowadzonej na powierzchni materiału budowlanego, przy czym wydzieleny z emulsji asfalt tworzy warstwę izolacyjną, woda zaś wyparowuje i wsiąka.

Od emulsyj stosowanych do celów izolacyjnych wymaga się, aby rozpad ich na materiale budowlanym był nieodwracalny, tj. aby raz wytrącony z emulsji asfalt nie dawał się przeprowadzić z powrotem w stan emulsji; poza tym własności warstwy izolującej powinny być analogiczne jak przy użyciu preparatów na rozpuszczalnikach.

Emulsje te mają wygląd bądź to cieczy, bądź też past rozcieńczanych wodą, posiadają barwę czarną i są bezwonne.

Stosuje się je analogicznie jak preparaty klasy 1., tj. przez nałożenie emulsji jedno- lub dwuwarstwowo pędzlem lub szczotką na powierzchnię izolowaną, przy czym w przeciwieństwie do preparatów robionych na rozpuszczalnikach, emulsje można nakładać na powierzchniach wilgotnych, co nie przeszkadza przyczepności warstwy izolacyjnej do konstrukcji.

2. Lepniki izolacyjne

Dalszą grupą materiałów izolacyjnych są preparaty o konsystencji past, zwane powszechnie kitami lub lepnikami izolacyjnymi.

Na ogół są to preparaty sporządzane na podkładzie asfaltów lub smół, doprowadzonych do stanu półpłynnego przez dodatek rozpuszczalników.

Produkty te są przeważnie robione z dodatkami wypełniającymi, których celem jest danie szkie-

letu dla materiału wiążącego i utrudnienia ściekania wykonanej izolacji ze ścian pionowych. Jako substancje szkieletujące są najczęściej stosowane włókna nieorganiczne, np. azbestowe lub ze szlaku woskopipecowej, jak również i mączki kamienne.

Ta grupa materiałów izolacyjnych da się podzielić na trzy klasy.

Do pierwszej należą będą lepniki służące jako środki lepiące do izolacji papowych. Są to preparaty o konsystencji stosunkowo rzadkiej, sporządzane przeważnie bez dodatków szkieletujących i szybko wysychające. Stosuje się je jedynie jako środki wiążące, nie zaś jako samoistną izolację.

Drugą grupę stanowią będą pasty i kity izolacyjne, nakładane na warstwie gruntującej lub bez niej, stanowiąc samoistną warstwę izolacyjną.

Wszystkie te preparaty są z reguły produkowane z dodatkiem środków szkieletujących, niejednokrotnie kauczukowane lub uszlachetniane przez różne dodatki jak np. pak stearynowy itp.

Preparaty te nakłada się łopatkami na mury, poczem po wyschnięciu dają one elastyczne warstwy izolacyjne, odporne nawet na b. wysokie ciśnienia wody. Jakość tych preparatów produkowanych u nas jest niejednokrotnie b. wysoka.

Osobną klasę dającą zaliczyć się do tej grupy preparatów izolacyjnych stanowią emulsje izolacyjne, które mogą służyć jako lepniki dla juty — przy dwuwarstwowym ich nakładaniu. W ten sposób dają one izolacje zbliżone swymi własnościami do izolacji wykonywanych z użyciem lepnika i papy.

Ostatnio zaproponowano ciekawy sposób stosowania emulsyj izolacyjnych, które zmieszane z piaskiem lub materiałem włóknistym, jak np. azbest, dają zaprawę, którą umieszcza się między cegłami, jako warstwę izolacyjną poziomą.

3. Materiały izolacyjne stosowane na gorąco

Najważniejszą i właściwie jedyną grupą materiałów, które się dają do tego działu zaliczyć, są asfalty, masy asfaltowe i preparowane smoły które nakłada się na izolowane powierzchnie na gorąco.

Stosowane do tego celu asfalty należą do kategorii asfaltów izolacyjnych dmuchanych, które ostatnio zostały przez Komisję Materiałów Budowlanych P.K.N. znormalizowane.

Ten typ materiałów izolacyjnych daje się jedynie stosować na gorąco, ogrzany do temp. około 120 — 150°, przez nałożenie przy pomocy szczotek lub łopatek.

Tego rodzaju roboty izolacyjne wykonuje się bądź to jako samodzielne warstwy izolacyjne, bądź to w połączeniu z jutą, papą itp.

Koniecznym warunkiem udania się tego rodzaju izolacji jest nakładanie jej na powierzchnie zupełnie suche, pozbawione wilgoci, gdyż w przeciwnym razie warstwa izolacyjna nie posiada dostatecznej przyczepności do konstrukcji.

Następną klasą preparatów stosowanych na gorąco są masy asfaltowe, służące do izolacji dachów, tarasów, stropów itp. Są to masy, składające się prawie zawsze z asfaltu zmieszanego z mącz-

ką mineralną np. wapienną lub nawet z drobnym grysem kamiennym.

Najprostszą tego typu masą jest asfalt lany, układany na tarasach i płytach dachowych, betonowych itp. Masy takie układa się na gorąco, przeważnie na powierzchniach na gorąco lub na zimno gruntowanych.

O papach, jutach i filcach izolacyjnych mówić tu nie będziemy, gdyż stanowią one odrębny dział materiałów izolacyjnych.

Z powyższego krótkiego przeglądu widać, że istnieje szereg materiałów izolacyjnych różniących się między sobą nie tylko sposobem użycia, ale i własnościami zależnymi od ich chemicznego składu oraz od sposobu ich produkcji. Unormowanie własności tych produktów i możność oceny ich właściwości wymaga szeregu prac badawczych laboratoryjnych opartych na metodach badań, które pozwalają przewidzieć przypuszczalne zachowanie się ich w praktyce. Od niedawna zapoczątkowane prace badawcze w tej dziedzinie prowadzone w dziale mat. budowlanych D.I.B. przy Politechnice Warszawskiej wykazały wielką różnorodność poszczególnych produktów oraz konieczność systematycznego prowadzenia badań i kontroli laboratoryjnej nad nimi.

Metody stosowane przy badaniu materiałów izolacyjnych można podzielić na metody badań chemiczne i fizyczne.

Ponieważ różnorodność we własnościach fizycznych jak również i w składzie chemicznym materiałów izolacyjnych jest bardzo duża, więc metody badań muszą być przystosowane do własności badanego produktu jak również i do roli, jaką on ma odgrywać w praktyce.

Dla materiałów izolacyjnych płynnych, dających inne zastosowanie praktyczne niż materiały izolacyjne o konsystencji gęstych past lub kitów lub też dla materiałów używanych na gorąco, należy używać odmiennych metod badań.

Badania chemiczne mają na celu ustalenie składu badanych produktów przez określenie procentowej zawartości poszczególnych składników i ustalenie ich własności.

Oznaczenie składu własności poszczególnych składników materiałów izolacyjnych płynnych, sporządzonych przy użyciu rozpuszczalników organicznych można wykonać metodą destylacji wedł. A.S.T.M. do 360°. Badania szeregu produktów tego typu wykonane w laboratorium D.I.B. wykazały, że otrzymane wyniki przy stosowaniu metody destylacji do 360° są zbliżone najwięcej do rzeczywistości. Dzięki tej metodzie można wydzielić z badanego produktu rozpuszczalnik i podkład asfaltowy bądź smołowy, ustalić ich procentowe zawartości oraz zbadać ich jakość.

Ustalenie składu chemicznego materiałów izolacyjnych drugiej grupy (półgęste i gęste pasty, kity) musi być dokonane innymi metodami. Obecność dodatków mineralnych, jak mączki wapiennej, azbestowej, azbestu włóknistego bądź dodatku wełny, filcu, bądź też dodatku paku stearynowego, kauczuku itp. uniemożliwia stosowanie metody desty-

lacji. W tym wypadku oznaczenie procentowej zawartości poszczególnych składników wykonujemy metodami następującymi.

Ilość użytego rozpuszczalnika określa się przez oznaczenie odparowalności w 163° 50 g badanego produktu w naczynku mosiężnym o średnicy 12,5 cm, wysokości 1 cm.

Zawartość części mineralnych i stałych oznacza się jako popiół, poddając go następnie badaniom jakościowym, zaś ilość użytego asfaltu przez oznaczenie rozpuszczalności w dwusiarczku węgla.

Jeżeli chodzi o ustalenie własności użytego asfaltu to należy przeprowadzić ekstrakcję dwusiarczkiem węgla, analogicznie jak przy nawierzchniach asfaltowych.

Odrębną grupę stanowią materiały izolacyjne o charakterze emulsyj asfaltowych. Metody badań składu chemicznego są tu zupełnie analogiczne jak przy badaniu emulsyj asfaltowych drogowych.

Wykonuje się oznaczenie ilości wody (destylacja z ksylolem), następnie oznaczenie popiołu (zawartość emulgatora) oraz z różnicy ilości asfaltu. Badania materiałów izolacyjnych używanych na gorąco jak asfalty, smoły oraz masy asfaltowe (mastyksy, asfalty lane) wykonujemy metodami badań znormalizowanymi dla tego rodzaju produktów. Ponieważ szczegółowe opisy wyżej wymienionych metod są umieszczone w wydawnictwach D. I.B. biuletyn Nr 4, 5 i 7, częściowo zaś w wydawnictwach P.K.N., więc opisu tych metod nie podajemy.

Badania fizyczne mają na celu ustalenie takich własności materiałów izolacyjnych jak czasu wysychania, przyczepności do zaprawy cementowej, juty, papy, nieprzepuszczalności wody, odporności na ciśnienie wody, spływności, plastyczności. Oczywiście nie wszystkie rodzaje materiałów izolacyjnych muszą być poddane tym wszystkim oznaczeniom. W zależności od warunków w jakich one pracują, należy przeprowadzać tylko odpowiednie do wymaganych własności ich badania.

W przeciwieństwie do badań chemicznych metody badań fizycznych materiałów izolacyjnych są od niedawna opracowane i brak jest publikacji z tego zakresu. Dlatego też omawiając celowość każdego oznaczenia, podamy krótki opis wykonania tych metod.

a) Czas wysychania

Badanie to ma na celu ustalenie czasu, w ciągu którego zachodzi odparowanie takiej ilości rozpuszczalnika z powierzchni rozsmarowanego materiału, że otrzymana powierzchnia twardnieje nie dając większych wgłębień pod naciskiem palca. Grubość rozsmarowanej warstwy jest zależna od rodzaju materiału, jak również i od sposobu użycia.

Dla materiałów izolacyjnych płynnych stosuje się jedynie cienką warstwę otrzymaną przez jednorazowe posmarowanie powierzchni betonu, dla lepników konsystencji półgęstej i gęstej pasty warstwę 2 mm. Oczywiście oznaczenie to dla materiałów używanych na gorąco nie wchodzi w rachubę.

b) Przyczepność do zaprawy cementowej, juty i papy

Badanie przyczepności wykonuje się na przepołowionych i następnie sklejonych badanym lepnikiem ósemkach cementowych wykonanych z zaprawy cementowej 1 : 3 (czas twardnienia zaprawy cementowej 7 dni).

Sklejanie przepołowionych ósemek wykonuje się w sposób następujący: powierzchnie przepołowione smaruje się materiałem izolacyjnym płynnym po czym po jego wyschnięciu pokrywa się lepnikiem i po częściowym wyschnięciu lepnika, które następuje po upływie 24—28 godzin, skleja się obie części ósemki cementowej. Następnie zamraża się w temp. —10° w ciągu 5 godzin i poddaje się zrywaniu na maszynie.

Zamrożenie ma na celu zwiększenie twardości lepnika, zwłaszcza lepników o konsystencji gęstych cieczy, które nawet pomimo wyschnięcia w temp. pokojowej przedstawiają masy o dużej plastyczności, które już przy minimalnych siłach poddają się rozciągają bez odrywania się od powierzchni ósemki. Materiały używane na gorąco nie wymagają zamrażania i skleja się nimi ósemki zaraz po powleczeniu powierzchni na gorąco.

W wyniku badań podaje się siłę w kg/cm², przy której nastąpiło rozerwanie sklejonych ósemek spowodowane bądź to pęknięciem samej masy, bądź też oderwaniem się jej od powierzchni zaprawy.

Zupełnie analogicznie postępuje się przy określaniu przyczepności do papy, juty z tą tylko różnicą, że wycięte paski tych materiałów skleja się bezpośrednio badanym lepnikiem na ściśle określonej powierzchni i następnie poddaje zrywaniu na maszynie.

W przypadku rozerwania się masy bez jej oderwania się od powierzchni badanej, przyczepność określa się jako dobrą, przy całkowitym oderwaniu złą, przy częściowym zaś oderwaniu lepnika od zaprawy cementowej (papy lub juty) nieprzekraczającej 50% pokrytej powierzchni, jako dostateczną.

c) Stopień plastyczności materiałów izolacyjnych

Badanie to ma na celu określenie zachowania się materiałów izolacyjnych w niskich temperaturach. W zależności bowiem od warunków, w jakich pracuje dany produkt, wymaga się od niego większej lub mniejszej plastyczności. Dla materiałów o konsystencji półgęstych lub gęstych past, kitów, oznaczenie plastyczności w niskich temperaturach wykonuje się w sposób następujący.

Paski juty powleka się obustronnie warstwą jedno lub dwumilimetrową (w zależności od rodzaju materiału) badanego produktu i następnie zamraża się w temp. —15° w ciągu 24 godz. po czym poddaje się gięciu na pręcie stalowym o \varnothing 5 mm. Obserwuje się, przy ilu przegięciach następuje pęknięcie warstwy badanej lub też kruszenie się jej i odpryskiwanie.

Dla innych rodzajów materiałów izolacyjnych, które nie dają się badać wyżej omówioną metodą, stosuje się jedynie badanie łamliwości podkładu asfaltowego metodą Frass'a.

d) Badanie wodoszczelności

Istotną cechą materiałów izolacyjnych przeciw wilgociowych jest zdolność zabezpieczania budowli od przedostawania się wody. Oznaczenie tej własności wykonuje się dwiema metodami w zależności od własności fizycznych materiałów izolacyjnych oraz od ich zastosowania. Przy badaniu produktów, które są stosowane w warunkach zabezpieczających budowę od powierzchniowego działania wody (opady atmosferyczne, niewielkie ciśnienia wody zaskórnej) wystarczy oznaczenie nieprzepuszczalności pod niewielkimi ciśnieniami słupa wody.

Sposób wykonania. Płytki z zaprawy cementowej (1:6) powleka się warstwą badanego produktu i po ich wyschnięciu umieszcza się w aparacie i poddaje ciśnieniu słupa wody wysokości do 1 m w ciągu 120 godzin (5 dni). Materiały, od których wymaga się odporności na działanie większych ciśnień wody bada się w aparacie Amslera pod ciśnieniem od 1 do 5 atmosfer w ciągu 120 godzin (5 dni). Ciśnienie zwiększa się o 1 atmosferę co 1 dobę.

Sposób wykonania. Wewnętrzne ścianki form żelaznych o kształcie ściętego stożka o wymiarach: górna średnica 15 cm, dolna 19 cm i wysokość 15 cm, powleka się na gorąco warstwą asfaltu o grubości 1 mm. Następnie formy zabetonowuje się (skład betonu 1:3:6) do wysokości 4 cm poniżej krawędzi górnej, formując na około rowek kształtu klina stożkowego o podstawie 1 cm, głębokości 2 cm. Rowek ten zalewa się twardym asfaltem tak, aby uzyskać dobre powiązanie betonu ze ścianką wyasfaltowaną i zalewką.

Całą powierzchnię górną betonu pokrywa się warstwą badanego materiału izolacyjnego około 2 mm. Po wyschnięciu przykrywa się zaizolowaną powierzchnię zaprawą cementową o grubości około

4 cm. W celu zabezpieczenia oderwania przez wodę zaprawy, przyciska się ją z góry na całej powierzchni krążkiem metalowym, zaopatrzonym w otwory umożliwiające obserwację.

Krążek ten przymocowuje się pierścieniem do formy żelaznej. W przypadku badania materiałów wymagających użycia materiału płynnego jako gruntu w celu zwiększenia przyczepności do betonu, górną powierzchnię przed pokryciem właściwą warstwą izolacyjną smaruje się odpowiednim preparatem.

e) Spływność

Badanie to ma na celu określenie stopnia spływności produktów stosowanych do izolacji ścian pionowych, na których może zachodzić spływanie materiału izolacyjnego.

Sposób wykonania. Powierzchnię kostek betonowych pokrywa się do połowy 2 mm warstwą badanego produktu i po upływie 40 godzin stawia się do suszarki nagrzanej do temperatury 40° na przeciąg 8 godzin, ustawiając kostki tak, aby powierzchnia pokryta lepikiem miała nachylenie 90°. Po upływie tego czasu obserwuje się powstałe zmiany na skutek ściekania izolacji. Badanie to przeprowadza się dla materiałów izolacyjnych konstystencji półgęstych i gęstych past.

Wyżej wyszczególnione metody badań materiałów izolacyjnych, zwłaszcza badania fizyczne, stanowią początkowe stadium prac w tej dziedzinie. Dają one jednak wyniki zupełnie zadawalniające przy wyciąganiu wniosków dla celów praktycznych.

Nieodzownym jednak warunkiem dalszego rozwoju prac nad materiałami izolacyjnymi i wykorzystania wyników badań laboratoryjnych jest ścisła współpraca praktyki z instytucjami badawczymi, która pozwoli na coraz dalsze udoskonalanie nie tylko metod badań i wyciąganie z nich należytych wniosków, lecz również na poprawę własności samych produktów i racjonalnego zastosowania ich w praktyce.

ZAKOŃCZENIE

Otrzymane wyniki badań laboratoryjnych pozwalają na scharakteryzowanie zasadniczych własności badanego materiału i ocenę jego przydatności do celów izolacji. Biorąc mianowicie pod uwagę skład chemiczny, jak również i własności fizyczne badanego produktu, można przewidzieć zachowanie się jego w danych warunkach oraz wybrać najodpowiedniejszy materiał dla danej budowy i rodzaju izolacji. Poniżej podajemy krótkie zestawienie metod badań, jakie winny być przeprowadzone dla każdego z omówionych powyżej typów materiałów izolacyjnych.

Materiały izolacyjne płynne

(Sporządzone przy użyciu rozpuszczalników organicznych)

Zewnętrzny wygląd i własności.
Sposób użycia.

Skład ilościowy i własności składników

Zawartość rozpuszczalnika.
„ asfaltu.
Rodzaj rozpuszczalnika.
Własności użytego asfaltu.

Badania fizyczne

Czas wysychania.
Nierozpuszczalność wody.

Materiały izolacyjne płynne

(Sporządzone jako emulsje)

Zewnętrzny wygląd i własności.
Sposób użycia.

Skład ilościowy i własności składników

- Zawartość wody.
- „ popiołu.
- „ asfaltu.
- Własności użytego asfaltu.

Badania fizyczne

- Czas wysychania.
- Odporność na reemulgację.
- Nieprzepuszczalność wody.

Materiały izolacyjne o konsystencji półgęstych i gęstych past, kitów. (sporządzone przy użyciu rozp. organicz.).

- Zewnętrzny wygląd i własności.
- Sposób użycia.

Skład ilościowy i własności składników

- Zawartość rozpuszczalnika.
- „ asfaltu.
- „ substancyj stałych (części mineralnych).

Badania fizyczne

- Czas wysychania.
- Przyczepność do zaprawy cementowej, papy, juty.
- Odporność na ciśnienie wody od 1 do 5 atmosfer.
- Plastyczność w niskich temperaturach.
- Spływność w 40° w 8 godzin.

Materiały izolacyjne stosowane na gorąco

Asfalty

- Temperatura mięknięcia wg Kr. Sarnowa lub wg P i K.
- Penetracja w 25°.
- Ciągliwość w 25°.
- Łamliwość wg Fraass'a.
- Rozpuszczalność w CS₂.

Powyższe metody badań według norm dla asfaltów ponaftowych. Stosują się one wszędzie tam, gdzie chodzi o badanie asfaltu bądź to w stanie surowym, bądź też otrzymanym przez ekstrakcję z wszelkich preparatów.

Masy asfaltowe

- Zewnętrzny wygląd i własności.
- Sposób użycia.

Skład ilościowy i własności składników

- Zawartość asfaltu.
- „ części mineralnych.
- Własności asfaltu.
- „ części mineralnych.

Badania fizyczne

- Przyczepność do zaprawy cementowej.
- Wodoszczelność od 1 do 5 atmosfer.

Inż. WŁODZIMIERZ RYCHLEWSKI

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych

NIEZNORMALIZOWANE DORAŻNE PRÓBY MATERIAŁÓW BUDOWLANÝCH WYKONANE PRZY POMOCY PROSTYCH METOD I NARZĘDZI¹⁾

Woda

Badanie wody idzie w dwóch kierunkach, mianowicie na zawartość składników szkodliwie działających na pewne materiały budowlane, oraz składników szkodliwych dla zdrowia ludzkiego w wodzie do picia.

W pierwszym przypadku chodzi o wody znajdujące się w stałym kontakcie z materiałem budowlanym, gdyż sporadyczne zwilżenie wodą zawierającą nawet kilka procent szkodliwych składników jest bez znaczenia. Będą to zatem wody gruntowe stykające się stale z fundamentami i kanałami oraz wody ścieków różnego zanieczyszczenia prowadzone w korytach wykonanych z jakiegokolwiek materiału budowlanego.

W drugim przypadku chodzi o wykrycie takich związków chemicznych, które stale towarzyszą wodom zakażonym bakteriami chorobotwórczymi jak tyfusu, czerwonki, okrężnicy itp.

Badanie takie przy użyciu prostych metod dostępnych każdemu technikowi budowlanemu może być oczywiście tylko jakościowe i mieć charakter próby dorażnej w celach ostrzegawczych, poczem w wypadku pozytywnym należy poddać wodę analizie w laboratorium chemicznym, względnie bakteriologicznym.

1. *Wykrycie soli kwasu siarkowego*, bardzo szkodliwych dla cementu.

Do próbki nalewa się kilka cm³ badanej wody zakwaszonej kilku kroplami kwasu solnego i dodaje roztworu chlorku baru 1:10. W razie za-

¹⁾ Referat obejmuje tylko próby nieobjęte Polskimi Normami, które również zawierają niektóre próby proste, wykonalne nieskomplikowanymi narzędziami i metodami. Treść referatu stanowi więc uzupełnienie kompleksu badań materiałów budowlanych wykonywanych w skali bu-

dowlanej, zatem przeważnie dorażnie, przy użyciu najprostszycch urządzeń i odczynników, które można nabyć w każdej aptece, względnie dać do wykonania miejscowemu rzemieślnikowi, nawet w odległych od większych miast okolicach.

wartości siarczanów strąca się biały osad nierozpuszczalnego siarczanu baru.

Przykład: $MgSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + MgCl_2$.

2. *Wykrywanie pochodnych kwasu solnego*, z których takie jak chlorek amonowy NH_4Cl , magnezowy $MgCl_2$ żelazawy $FeCl_3$ działają szkodliwie na cement przeważnie przez wylugowanie z cementu wapnia skutkiem przemiany na rozpuszczalny chlorek wapnia.

Do próbki wlewa się kilka cm^3 badanej wody zakwaszonej kilku kroplami kwasu azotowego i dolewa się roztworu azotanu srebra. W razie zawartości chlorków następuje zmętnienie lub biały osad serowaty nierozpuszczalnego chloru srebra.

Przykład: $NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$.

3. *Wykrywanie soli amonowych* oddziałujących na cement podobnie jak chlorki. Ta sama metoda prowadzi do wykrycia amoniaku, który wskazuje na niedawny kontakt z rozkładającymi się organizmami zwierzęcymi względnie ich wydzielinami, a tym samym kwalifikuje wodę jako niezdatną do picia.

Do kilku cm^3 badanej wody dolewa się 1 cm^3 odczynnika *Nesselera* tj. roztworu jodku rtęciowego i potasowego w ługu potasowym, który się nabywa jako gotowy preparat. W razie zawartości soli amonowych występuje zabarwienie czerwonawo-brunatne lub osad tej barwy — mianowicie nierozpuszczalny jodek rtęciowo - amonowy. Białe zmętnienie wskazuje na obecność soli wapniowych.

4. *Wykrywanie soli kwasu azotowego*, z których pewne oddziałują szkodliwie na cement podobnie jak chlorki, a przez obecność azotu nasuwają podejrzenie, iż powstały z rozkładu ciał białkowych, zatem skutkiem rozkładu organizmów zwierzęcych.

Do próbki nalewa się około 2 cm^3 stężonego kwasu siarkowego i rozpuszcza się w nim parę drobnych ziarenek dwufenylaminu, następnie dolewa się z wolna kilka cm^3 badanej wody. Kwas siarkowy jako cięższy pozostaje na dole próbki i w razie zawartości azotanów zabarwia się na niebiesko z intensywnością zależną od ilości azotanów. Reakcja jest bardzo czuła i wykrywa drobne ślady azotanów. Wynik jest o tyle niepewny, że drobne ilości innych ciał utleniających np. chlorek żelazowy dają podobny wynik.

Drugi sposób: kilka cm^3 badanej wody zabarwia się odrobiną indyga na kolor jasno niebieski, a następnie dolewa się taką samą ilość stężonego kwasu siarkowego z wolna po ścianie próbki (z powodu silnego rozgrzewania się z czynnikiem od kontaktu z kwasem siarkowym). Odbarwienie roztworu wskazuje na znacznie większą zawartość azotanów. Zamiast indyga można użyć siarczanu żelazowego $FeSO_4$ w formie stałej.

Twardość wody bywa *przemijająca* lub *trwała*. *Przemijająca* polega na zawartości dwuwęglanu wapnia $CaH_2/CO_3/2$ stąd pochodzącej, że woda

deszczowa lub zawierająca bezwodnik węglowy woda gruntowa przepływa przez pokłady wapienia. Badanie polega na przegotowaniu wody; jeśli jej twardość jest przemijająca, wówczas dwuwęglan wapnia rozkłada się na nierozpuszczalny węglan wapnia, który osiada jako tzw. kamień kotłowy oraz na bezwodnik węglowy. Tym samym woda nie zawierająca już wapnia staje się mniej twarda. Twardość trwała charakteryzuje się zawartością siarczanu wapnia $CaSO_4$ pochodzącą od rozpuszczalnych przez wodę gruntową pokładów gipsu. Przez przegotowanie nie zmienia ona twardości i nie daje widocznego osadu.

Określenie rodzaju twardości wody ma w budownictwie znaczenie dla rurociągów wody. Mianowicie rury żelazne pocynkowane niszczą od wody o twardości trwałej, gdyż wytwarzający się w rurach siarczan cynku jest rozpuszczalny; skutkiem tego ulega rozkładowi cała wewnętrzna powłoka cynku, a woda gipsowa atakuje w dalszym ciągu ogołoconą z niej powierzchnię żelaza, tym mniej odporną, że nieposiadającą już naturalnej kory walcowej, która została strawiona przez bajcowanie poprzedzające proces cynkowania.

Zawartość *agresywnego bezwodnika węglowego*; działającego szkodliwie na beton i zaprawę cementową, stwierdza się następująco. Butelkę z dobrze przezroczystego szkła napełnia się badaną wodą bardzo powoli, unikając baniek i bulgotania, wpuszcza dwie krople 10%-owego roztworu siarczanu miedzi w wodzie destylowanej, poczem zakorkowuje się butelkę i potrząsa kilkakrotnie. Następnie ustawia się ją na czarnej podkładce i obserwuje: jeśli woda zmętnieje w ciągu najbliższych kilku minut jest to znakiem, że woda nie zawiera agresywnego bezwodnika; w przeciwnym razie woda pozostaje niezmiennie przejrzysta.

Kamienie naturalne

Używane w budownictwie kamienie naturalne dzielą się ogólnie na skały pochodzenia *ogniowego* (pierwotne) oraz *osadowe* (wtórne, powstałe przez rozkład ogniowy i następne zlepianie).

Skały pochodzenia ogniowego dzielą się dalej na *głębiny* i *wylewne*.

Charakterystyka skał głębinowych jest grubo - krystaliczna budowa, której poszczególne ziarna krystaliczne dają się rozróżnić gołym okiem lub przy pomocy lupy o niewielkim powiększeniu. Skały te mają trzy główne składniki charakterystyczne: kwarc, skałen (plagioklaz) i minerały ciemne (biotyt, amfibol, piroksen). Rodzaj skały zależy od ilości tych trzech składników i tak w miarę wzrostu skalenia mamy skały alkaiczne - wapienne jak sjenit, który tylko w rzadkich wypadkach zawiera kwarc; dalej dioryt i gabbre (ten ostatni nie zawiera już w ogóle kwarcu).

Skały wylewne jak porfiry, trachity, andezyty, bazalty, melafiry, diabazy itp. charakteryzują się budową drobno krystaliczną o składzie

mineralnym podobnym do głębinowych i bardzo często z wtórnymi domieszkami minerałów pochodzenia wodnego (np. wapienia).

Gatunkowość i stopień przydatności tych skał do celów budowlanych zależy od wykształcenia poszczególnych składników i od ich rozmieszczenia. Najlepsza gatunkowo skała powinna mieć równomierne rozmieszczenie składników, natomiast większe skupienia minerałów ciemnych w skałach głębinowych, względnie minerałów wtórnych w skałach wylewnych zmniejszają wybitnie wytrzymałość mechaniczną i atmosferyczną.

To są cechy charakterystyczne przy badaniu makroskopowym (gołym okiem względnie słabą lupą), dokładniejsze badania gatunkowości i stopnia przeobrażenia (zwietrzienia) wchodzi już w zakres pracy laboratoryjnej.

Skały osadowe występują w dwóch najważniejszych grupach: mianowicie piaskowce i węglany ziem alkalicznych (wapień, dolomit). Piaskowiec jest to aglomerat ziarn kwarcu spojonych lepiszczem; przez polanie kwasem solnym wnioskuje się o zawartości lepiszcza wapiennego, a po charakterystycznym zapachu ilastym zwilżonego lekko kamienia, o zawartości ilu. Piaskowce na których przełomie widać gołym okiem połyskujące drobne powierzchnie mają lepiszcze ilasto-serycytowe (miki); są one gatunkowo najslabsze. Zarówno wapienne jak i ilaste piaskowce należą do gatunków słabszych, natomiast piaskowce nieokazujące powyższych cech (zapach ilasty, reagowanie z kwasem solnym i zawartość serycytu), a przy tym twardsze, wskazują na lepiszcze krzemionkowe właściwe lepszym i najlepszym gatunkom piaskowców. Skupienia ilu oraz rdzawe smugi dyskwalifikują poszczególne sztuki kamienia jako wadliwe.

Wapienie rozpoznaje się po burzeniu się 10%-owego kwasu solnego na zwilżonej nim próbce. Dolomity nie dają w tym roztworze burzenia, a tylko pod stężonym kwasem solnym. Wapienie i dolomity o przełomie niejednolitym z żyłami, spękaniem wypełnionymi naciekami związków żelazowych (zabarwienie rudawe), dziurami powstałymi przez wymycie wodą zawierającą bezwodnik węglowy, względnie czasem wypełnionymi substancjami ilastymi są gatunkowo słabe, mało przydatne do celów budowlanych.

Poza tym przy wyborze kamienia należy brać pod uwagę cel jakiemu kamień ma służyć. Badania w kierunku przydatności kamienia do danego celu przekraczają zakres i środki prób doraźnych, a często przy zapotrzebowaniu masowym kamienia, gdzie nawet drobne różnice ceny odgrywają poważną rolę, ważnym czynnikiem będzie odległość kamieniołomu od miejsca zapotrzebowania. Jeśli więc próby laboratoryjne mają tutaj wpływ decydujący, to jednak doraźne badania makroskopowe dają grubszą orientację co do szans użycia danego kamienia. A więc przede wszystkim określenie ogólne rodzaju kamienia i jego struktury oraz stopień reagowania na kwas solny stanowią pierwszy etap klasyfikacji.

W dalszym ciągu stopień porowatości i lu-

pliwość przesądzają względnie ograniczają zastosowanie do danego celu, a oględziny przełomu oraz naszlifowanej powierzchni przy użyciu silnego szkła powiększającego wskazują, czy masa kamienia jest dostatecznie jednolita, czy nie wykazuje zwietrzienia, włoskowatych pęknięć, wtrąceń ilastych, siarczków itp. Dla kamienia ciosowego jak okładzin kamiennych, kostek brukowych, stopni itp. ważna jest łatwość obróbki i w tym celu należy wykonać kilka sztuk próbnych. Oczywiście doraźna próba wymaga ogólnych wiadomości z petrografii i znajomości cech, jakim wienien odpowiadać kamień do danego celu, np. że kamień porowaty nadaje się do okładzin budynków mieszkalnych, a nie nadaje się na kostkę brukową lub tłuczeń drogowy, że do rzeźb i drobnych profilów nadają się tylko gatunki kamienia o strukturze jednolitej zbitej lub drobno-kryształicznej bez wyraźnego uwarstwienia itp.

Przy dostawach wagonowych kamienia łamanego lub tłucznia ważne dla skalkulowania ceny przewozu jest określenie ciężaru objętościowego kamienia i przeliczenia zapotrzebowania kamienia do jednostki danej konstrukcji z objętości na ciężar. Ciężar gatunkowy określa się wkładając do odtarowanego naczynia miarowego napełnionego wodą do dowolnej marki badany kawałek kamienia i następnie ważąc oraz odczytując na podziałce powiększenie objętości (o ile kamień nie jest zbyt porowaty i nie pochłania wody).

Utrwalanie kamienia przy pomocy fluatów odnosi skutek tylko na kamieniach zawierających wapień, który z fluatem tworzy związki trwałe. Jeżeli jednak skutkiem zwietrzienia cały wapień został wylugowany, a pozostał tylko szkielet krzemionkowy, wówczas fluatowanie okaże się bezskuteczne. Dla stwierdzenia tego należy kamień zwilżyć rozcieńczonym kwasem solnym i obserwować czy następuje wydzielanie się bezwodnika węglowego. Powierzchnie kamienia na których fluatowanie już wykonano i to należy, nie reagują więcej na rozcieńczony kwas solny. Skuteczność fluatowania rozpoznaje się również na cienkiej płytce danego kamienia, filtrując przez nią roztwór fluatu. Jeśli proces fluatowania jest prawidłowy, wówczas przecieka przez płytkę woda, gdyż sam fluat został związany.

Piasek

Badanie próżni mające na celu skreślenie wydajności zaprawy.

Odtarowane naczynie miarowe o pojemności 1000 cm³, napełnia się luźnie piaskiem do marki 1000 cm³, waży a następnie nalewa do tej samej marki wodę za pomocą lejka o długiej cienkiej rurce sięgającej dna naczynia, aby woda wchodziła do piasku od spodu, wyparła całe powietrze w nim zawarte. Potrząsając przez pewien czas naczyniem powoduje się opad piasku, aż do pewnego stałego poziomu, którego marka wskazuje objętość piasku mniej więcej taką, jaką on uzys-

ka w zaprawie. Przez ponowne zważenie otrzymuje się ciężar, a zatem objętość całej dolanej wody, a po odjęciu objętości wody ponad opadłym poziomem piasku otrzymuje się objętość próżni. Próżnia ta określona w procentach w stosunku do 1000 cm³ użytego do badania piasku daje równocześnie jako resztę objętość masy zwartej piasku, o którą się powiększy objętość wapna w zaprawie czysto wapiennej, gdyż ciasto wapienne, praktycznie biorąc, próżni nie posiada.

Dla zbadania wydajności zaprawy cementowej np. o mieszaninie 1 : 3 można przeprowadzić taką próbę na gotowej mieszance następująco.

Odtarowanym naczyniem miarowym odmierzają się 250 cm³ luźno nasypanego cementu, a następnie osobno 750 cm³ luźno nasypanego piasku, miesza się starannie oba składniki, wysypując do tegoż naczynia miarowego i waży. Następnie zalewa się w sposób wyżej opisany wodą aż do wierzchu mieszaniny, a przez potrząsanie wyznacza się objętość opadłego poziomu mieszaniny, która w stosunku do 1000 cm³ luźnych składników określa wydajność zaprawy.

Drewno

1. *Błędy w strukturze* zależnie od rodzaju i stopnia wykluczają względnie ograniczają użycie drewna jako budulca. Do pierwszych zaliczyć należy takie, które na znaczniejszej przestrzeni w sensie podłużnym czy poprzecznym wyciętej z pnia belki powodują rozluźnienie albo przecięcie włókien drzewnych, a więc *pęknięcia promieniste* nawskroś pnia, pochodzące z przemrożenia i *pęknięcia pierścieniowe*, objawiające się oddzielaniem się słoików rocznych, *drewno kręte* o wybitnie spiralnym przebiegu włókien mianowicie przy kącie ich nachylenia do osi pnia powyżej 5°, względnie *drewno o włóknach splełanych* charakterystyczne dla przejść między pniem a korzeniem względnie konarami.

Inne wady strukturalne dyskwalifikują drewno jako materiał pierwszorzędnej jakości, a mianowicie: *pęknięcia promieniste rdzenia*, *pęknięcia promieniste miazgi*, spowodowane zsuchaniem się drewna, *sęki martwe*, tj. pochodzące od gałęzi obumarłych przed ścięciem drzewa i charakteryzujące się ciemnym zabarwieniem oraz brakiem łączności z resztą tkanki, *sęki żywe w nadmiernej ilości* (w przeliczeniu sztuk na 1 m² podłużnego przekroju), *wrosty kory w obręb miazgi*, *niewspółśrodkowość* lub *falistość poprzeczna słoików* rocznych itp.

2. *Zdrowotność* drewna ustala się przez stwierdzenie, że drewno nie jest zarażone grzybami niszczącymi tkankę, oraz że nie zawiera pasożytniczych owadów. Pewne gatunki grzybów jak np. grupa *Lentinus* oraz *Lenzites* atakują drewno od rdzenia, dlatego w początkowych stadiach wskazane jest badać belki przez nawiercanie rdzenia na końcach belek. Niektóre rodzaje zagrzybień objawiają się już w pierwszej fazie rozwojowej, zmianą zabarwienia na przekroju

pnia. Właściwą orientację co do rodzaju grzyba, zwłaszcza wobec braku charakterystycznych objawów, mianowicie grzybni względnie owocników, daje wyhodowanie kultury na pożywce. Pożywkę sporządza się z gorącego roztworu agaru i ekstraktu słodowego zakwaszonego drobną ilością kwasu winnego. Roztwór ten przefiltrowany nalewa się do płytkiej szklanej miseczki, następnie wkłada się kilka drobnych próbek badanego drewna i pozostawia na parę dni w ciemnym miejscu o temperaturze pokojowej. Rodzaj wychodowanego grzyba rozpoznaje się przez porównanie z typowym obrazem czystej kultury (*Schwamm — Schäden, dr B. Schultze, Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten, Berlin, 1936*).

Jeśli już samo stwierdzenie zagrzybienia w ogóle jest wystarczające dla zdyskwalifikowania drewna jako materiału budowlanego, to określenie rodzaju grzyba ma znaczenie w drewnie już wbudowanym, gdyż pewne rodzaje grzybów wymagają do swego rozwoju znacznej wilgotności i obumierają po wyschnięciu drewna. Wobec tych grzybów stosowanie kosztownych zazwyczaj rekonstrukcyj jest zbyt wiele i przeważnie wystarczy usunięcie źródła wilgoci.

3. *Stopień wilgotności* drewna bada się przy pomocy świdra wieńcowego. Otrzymywane trociny z szeregu badanych sztuk drewna lub gotowych wyrobów stolarskich danej dostawy, zamyka się do większej próbki uprzednio odtarowanej i waży. Następnie poddaje się trociny wysuszeniu, aż do ustalenia się ich ciężaru i waży ponownie. Ubytek wody podzielony przez ciężar wysuszonej próbki daje wilgotność drewna w procentach wagi.

Drewno powietrzno - suche nie zawiera już wilgoci w komórkach, lecz tylko we włóknach, bowiem włókna posiadają pewnego rodzaju higroskopijność na zasadzie której drewno dostosowuje się stopniem swej wilgotności do wilgotności otaczającego powietrza. Wilgotność prawie wszystkich gatunków drewna powietrzno - suchego wyrażona w procentach wagi wynosi mniej więcej jedną czwartą część *relatywnej* wilgotności powietrza, tj. największej możliwej w danej temperaturze zawartości wilgoci w powietrzu. *Stopień nasycenia* wilgotnością włókien drewna powietrzno - suchego wynosi 25%, co odpowiada relatywnej wilgotności powietrza 100%. Normalna wilgotność drewna ciesielskiego wynosi 12 — 25%, drewna stolarskiego 8 — 11%.

Wyroby ceramiczne

Twardość wyrobów ceramicznych do celów budowlanych (cegła, dachówka, klinkier, dreny) rozpoznaje się pocierając próbki po płytce porcelanowej. Z ilości startego materiału oraz jego barwy można wnioskować o gatunku, mianowicie: proszek ciemny w małej ilości cechuje dobrze wypalony twardy czerep, przeciwnie proszek jasny lub szary w ilościach większych wskazuje na *słaby wypał*.

Badania na zawartość soli rozpuszczalnych występujących na wbudowanej cegle w postaci wykwitów. Istnienie tych soli w cegle stwierdza się napełniając szklankę wodą destylowaną, nakrywając ją badaną cegłą i następnie odwracając całość cegłą na dół. Po nasiąknięciu cegły całą zawartością szklanki, pokrywa się wierzch cegły i boki jakąś powłoką nieprzepuszczalną, szczelnym gumatektem, inertolem lub tp., aby wysychanie cegły, a tym samym występowanie krystalizacji ograniczyło się do mniejszej powierzchni i przez to wystąpiło intensywniej.

Mniej prostym sposobem, lecz jeszcze zawsze pozostającym w zakresie nieskomplikowanych prób, jest ilościowe określenie soli, o tyle ważne, że już zawartość soli w ułamkach procentu ciężaru cegły może wywołać ujemne skutki.

Badanie jest następujące: 25 g sproszkowanej cegły wsypuje się do 250 g wody destylowanej i poddaje wrzeniu w ciągu godziny, uzupełniając wodę wyparowaną, następnie roztwór się filtruje, poddaje zupełnemu odparowaniu i waży uzyskany osad. W dobrej cegle zawartość soli rozpuszczalnych nie powinna przekraczać 0,1% tj. około 4 g na cegłę.

Rury kamionkowe. Wobec braku urzędowych norm badania opracowała Centrala Sprzedaży Wyrobów Kamionkowych w Warszawie warunki techniczne wyrobu i odbioru rur i kształtek kamionkowych. Opisane tam próby obejmują badania na: 1) wygląd zewnętrzny, 2) szczelność, 3) nasiąkliwość, 4) odporność na kwasy i ługi, 5) ścieralność, 6) wytrzymałość na obciążenie zewnętrzne, 7) wytrzymałość na ciśnienie hydrauliczne od wewnątrz. Próby od 1 — 4 nie wymagają urządzeń specjalnych i mogą być wykonane prostymi środkami na miejscu budowy.

Zaprawy

Badanie ma na celu stwierdzenie rodzaju zaprawy. Zaprawę wapienną poznaje się przez polanie kwasem solnym, który wówczas burzy się gwałtownie skutkiem wydzielania się bezwodnika węglowego. Cement rozpoznaje się w zaprawie, że się rozpuszcza w rozcieńczonym kwasie solnym przy równoczesnym burzeniu. Roztwór ten filtruje się i dolewa amoniaku, który strąca wodorotlenki glinu i żelaza jako galaretę brunatną. Oczywiście warunkiem jest, aby piasek użyty do zaprawy nie zawierał gliny, a tym samym żelaza i glinu w znacznej ilości.

Zaprawę gipsową lub dodatek gipsu stwierdza się podobnie jak zawartość w wodzie siarczanów. W tym celu próbkę proszkuje się w moździerzu, dolewa stężonego kwasu solnego, podgrzewa, filtruje przez bibułę i dolewa chlorku baru. Silny biały osad wskazuje na obecność gipsu.

Przyczepność zapraw bada się wykonując narzuty próbne danej zaprawy na rozmaite podłoże jak cegły o różnej porowatości, płyty betonowe itp.

Wodoszczelność zapraw bada się wykonując z różnych zapraw czystych względnie zawierających domieszki środków uszczelniających, płaskie miseczki o jednakowej grubości i po ich stwardnieniu obserwując porównawczo szybkość przesiąkania wody.

Skurcz cementów bada się porównawczo nakładając zarobione wodą badane gatunki cementów na paski blachy cynkowej ułożone obok siebie na stole i jednym końcem przymocowane do jego krawędzi za pomocą łapek sprężynowych. Występujący w czasie twardnienia cementów skurcz objawia się wyginaniem się pasków ku górze, a wielkość skurczu wskazuje porównawczo wysokość wzniesienia się wolnych końców pasków nad płytę stołu.

Fluaturowane powierzchnie zapraw cementowych bada się podobnie jak w kamieniach naturalnych.

Powłoki rdzochronne

Kwasoodporność. Oczyszczony do połysku kawałek blachy żelaznej powleka się obustronnie badaną powłoką i po jej wyschnięciu układa pod kloszem umieszczając obok miseczkę z kwasem tak, aby próbka otoczona była jego oparami. Do cyrkulacji tych gazów należy w kloszu wywiercić mały otworek. Traktować kolejno parami kwasu solnego, siarkowego, azotowego, octowego w roztworze 1:1 w ciągu 48 godzin. Badanie ma znaczenie porównawcze, dlatego należy równocześnie badać powłokę w minii ołowianej.

Wodochronność. Do paska blachy 2 cm szerokiego przykleja się pasek bibuły niebieskiej lakmusa i całą blachę pokrywa badaną powłoką, a następnie wkłada do szerszej probówki wypełnionej kolejno roztworami wymienionych kwasów. W razie nieszczelności płyn zabarwia się od zacerwienionego lakmusa.

Giętkość powłok ważną specjalnie na blachach cienkich bada się owijając powleconą blachę około pręta 2 mm średnicy, przy czym powłoka nie powinna ani pękać ani się odszczebiać.

Wytrzymałość na temperaturę. Próbka powłoki na blasze powinna znosić bez uszkodzeń temperatury najwyższe na jakie ma być narażona. Co do temperatur niskich to badanie doraźne jest możliwe tylko w zimie, zresztą laboratoryjnie.

Szkło

nie posiada składu mineralnego, jest ono mieszaniną krzemianów. Można je uważać za ciecz o bardzo dużej lepkości, której krystalizacja nie dokonała się w czasie stygnięcia. Szkło mętnieje skutkiem krystalizacji, jednak postęp ten jest bardzo powolny i w normalnych warunkach nie wchodzi w rachubę, natomiast własność ta nie jest bez znaczenia w szkle użytym w lokalach szczególnie ciepłych i wilgotnych. Odporność w tym kierunku bada się poddając próbkę działaniu par kwasu solnego pod szczelnym kloszem w ciągu kilku dni,

tym samym stwierdza się odporność chemiczną szkła w ogóle: liche gatunki szkła pokrywa się wówczas nalotem ze związków kwasu solnego ze szkłem, gatunek dobry nie ulega zmianie lub okazuje słabe zmętnienie powierzchni. Znaczna zawartość potasu i boru czyni szkło chemicznie odporniejsze, lecz równocześnie trudniej topliwe i odporniejsze w obróbce. Zawartość ołowiu nadająca szkłu charakter kryształu rozpoznaje się po żywym blasku (refleksy tęczone).

Twardość bada się ostrzem twardej stali, które nie powinno rysować lepszych gatunków szkła budowlanego.

Wygląd zewnętrzny. Szkło okienne najlepszego gatunku przedstawia zupełnie gładką płaską powierzchnię, kontroluje się ją spoglądając na szybę wzdłuż jej płaszczyzny i odchyłając szybę z lekka w obie strony. Szkło budowlane posiada pewne zabarwienie zielonawe lub niebieskawe, stosunkowo słabsze w gatunkach lepszych. Intensywność tego zabarwienia, a tym samym gatunkowość poznaje się stawiając szybę kantem na białym papierze i spoglądając wzdłuż krawędzi. Jednaką wszędzie grubość szyby kontroluje się patrząc przez nią na odległą prostą linię np. krawędź budynku i poruszając poprzecznie do tej krawędzi głową; szkło o nierównej grubości przepuszcza równoległe promienie nierównoległe i wówczas obserwowana krawędź faluje. Zupełną doskonałość w tym względzie posiada szkło lustrzane tj. szkło lane, szlifowane i polerowane.

Szkło drutowe powinno być zamawiane w gotowych wymiarach, a nie cięte z większych płyt, gdyż wówczas druty siatki sięgające do krawędzi szyby zaczynają rdzewieć na końcach i rozsadzają szybę. Dalszymi cechami dobrego gatunku szkła budowlanego są znane ogólnie właściwości: zupełna przejrzystość, znikoma ilość baniek i smug zniekształcających obraz oglądanego przez szkło przedmiotu.

Głazury bada się traktując parami kwasu solnego tak samo jak szkło budowlane, lub gotując w 5%-wym roztworze kwasu octowego. Dobry gatunek głazury nie okazuje w tej próbie zblaknięcia ani znaczniejszego przebarwienia. Rysy włoskowate uwidacznia się posypując głazurę sproszkowanym grafitem lub kredą.

Asfalt

Wykrycie w czystym asfalcie (rodzimy) domieszek smołowcowych polega na stwierdzeniu zawartości fenolowych, właściwych tylko produktom suchej destylacji węgla, a wyjątkowo też produktom naftowym, a nieznajdujących się w czystym asfalcie.

Badanie wykonuje się następująco: próbkę rozpuszcza się w benzolu, do roztworu tego dolewa roztworu ługu sodowego i płyn ten miesza przez chwilę. Następnie przelewa się do rozdzie-

lacza tj. lejka z dolnym kurkiem, w którym niebawem ustalają się dwie warstwy, górna czarna, dolna barwy jasno pomarańczowej. Dolną część płynu odpuszcza się przez otwarcie kurka do osobnej probówki, zakwasza kilku kroplami kwasu solnego i dolewa nieco roztworu chlorku żelaza. W razie obecności fenoli płyn otrzymuje ciemne zabarwienie, w przeciwnym razie kolor zostaje niezmieniony.

Znaczną domieszkę smołowcową rozpoznaje się już po zapachu podgrzanego asfaltu, który dotknięty rozgrzanym przecikiem szklanym wydaje przyjemny zapach żywiczny, podczas gdy produkty smołowcowe zdradzają się ostrą przykrą wonią.

Farby

Od malowidła klejowego wymaga się, by nie pozostawiało śladu na palcu przy potarciu nim ściany. Ponieważ jednak trwałość farb klejowych zmniejsza się z czasem z powodu pęcznienia kleju w wilgoci powietrza, przeto próba taka ma znaczenie tylko dla malowideł stosunkowo niestarych, albo znajdujących się w miejscach stałe suchych. Połyskujące plamy na malowidle klejowym są wskazówką niestarannej roboty, mianowicie niestarannego precedzenia roztworu kleju.

Klej nie działa szkodliwie na farby, zatem zachodzące na malowidle klejowym odbarwienie — o ile nie istnieją inne przyczyny — należy odnieść do nietrwałości samych farb wobec działania promieni słonecznych, co można sprawdzić po jakimś czasie na malowidle pod obrazami wiszącymi na ścianie dobrze naświetlonej słońcem, albo przez porównanie naświetlonego słońcem malowidła z malowidłem wzorcowym według normy PN/C — 605.

Trwałość malowidła wapiennego zależy w znacznej mierze od wapna, które jako silnie żrąca zasada działa szkodliwie na niektóre farby zmieniając ich zabarwienie. Wrażliwość tę bada się podgrzewając w probówce roztwór danej farby w mleku wapiennym i obserwuje jej barwę, albo za pomocą próby opisanej w normie PN/C — 605. Poza tym ważnym czynnikiem jest czystość wapna, tzn. minimalna zawartość naturalnych domieszek, co można zbadać sposobem opisanym w normie PN/B — 240.

Do malowidła olejnego nadają się farby nierozpuszczalne w oleju, poza tym również niezmiennające koloru pod wpływem promieni słonecznych. Dobre malowidło olejne wysycha w ciągu kilku godzin, zarysowane stalową igłą daje ślad ostry bez pyłu, a nałożone na blasze, daje się po wyschnięciu zginać bez popękań. Wartość jako farby kryjącej rozpoznaje się porównawczo nakładając na szkło kilka różnych gatunków farb tego samego koloru i badając przeświecanie, albo przy pomocy próby opisanej w normie PN/C — 605.

PODSTAWOWE INSTALACJE SCHRONÓW O.P.L.

Zadaniem niniejszych rozważań będzie wskazanie na jakie elementy przy projektowaniu schronów należy — poza kwestią odporności na działanie bomb — położyć nacisk, aby zwiększyć użyteczność schronu jako obiektu, przeznaczonego na pobyt znaczniejszej ilości ludzi. Niewątpliwie zasadniczym warunkiem przydatności schronu jest należyte urządzenie go pod względem konstrukcyjno-budowlanym, niemniej jednak ważnym czynnikiem, jaki winien decydować o użyteczności schronu jest kwestia należytego jego wietrzenia.

Dotychczasowe przepisy (ustawa z dn. 15.V. 1938 r.) rozróżniają dwie kategorie schronów: pomieszczenia uszczelnione z ograniczonym czasem pobytu z pozostawieniem wolnej przestrzeni powietrznej w ilości 3 m³ na osobę i tzw. schrony ze sztuczną wentylacją, bez wskazania jednak dopuszczalnej pojemności schronu i koniecznej dozy wentylacyjnej na osobę. Zajmiemy się kolejno rozpatrzeniem użyteczności schronów pierwszego typu.

Zasadą takich pomieszczeń uszczelnionych winno być niedopuszczenie w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (pora zimowa) do naturalnej wymiany powietrza jakie wskutek różnicy temperatur nieuchronnie będzie miało miejsce. Powyższy wzgląd przemawia za koniecznością b. starannego uszczelnienia wszelkich otworów. Konstrukcje drzwi i okien oraz wykończenie ścian i stropów winny zapewniać jak największy stopień hermetyczności, tym bardziej, że wobec braku sztucznej wentylacji zachodzi niemożność utrzymania w schronie nadwyżki ciśnienia wentylacyjnego, którego obecność zezwalałaby na bardziej tolerancyjne potraktowanie kwestii uszczelnienia otworów. W stosunku do schronów ze sztuczną wentylacją wszelkie roboty uszczelniające dla pomieszczeń pozabawionych jej wypadną niewątpliwie kosztowniej.

Przy stosowaniu pomieszczeń uszczelnionych wszelkie urządzenia, zabezpieczające szczelność, winny być w należyty sposób wypróbowane jeszcze przed użyciem ich do budowy, wobec późniejszych trudności w określeniu stopnia hermetyczności, jakie odpadają przy użyciu mechanicznej wentylacji.

Pomijanie wstępnych prób, opisanych wyżej, przemawiałoby za uznaniem schronu tego typu jako niepewne zabezpieczenie przeciwgazowe. Dalszym momentem, jaki przemawiałby na niekorzyść schronów tego typu nawet pomimo starannego uszczelnienia, jest kwestia trudności w dostępie do schronu dla obsługi O. P. L. podczas ataku. Teoretycznie nie jest dopuszczalne otwieranie drzwi w takich pomieszczeniach bez obawy wtargnięcia skażonego powietrza do wewnątrz. Urządzenie służące wymagaloby tu stosowania dla każdej z nich dwojga kosztownych drzwi gazoszczelnych bez zachowania pełnej gwarancji izolacji powietrznej. Tylko przy nadwyżce ciśnienia w schronie, jakie zapewnia sztuczna wentylacja, można mieć pew-

ność niedopuszczania skażonego powietrza do schronu.

Przyznana przepisami dla pojedynczej osoby przestrzeń w ilości 3 m³ powietrza na osobę zezwala tylko na ograniczony pobyt w schronie, a mianowicie do czasu zużycia istniejącego zapasu powietrza przez ludzi. Czas, w ciągu którego nastąpi spadek zawartości tlenu w powietrzu oraz zwiększenie nasycenia dwutlenkiem węgla do ilości, stanowiących wartości graniczne użyteczności powietrza do oddychania, teoretycznie może wynieść do 3 godzin. Normy te wynoszą: najniższa zawartość tlenu 17,5%, największe nasycenie dwutlenkiem 4%.

Poza tymi dwoma czynnikami, regulującymi przydatność powietrza, występują i inne, jak stopniowe zwiększanie nasycenia powietrza wilgocią z oddechu ludzi oraz wzrost temperatury wskutek pobytu ludzi, co ma specjalne znaczenie w porze letniej; czynniki te łącznie z poprzednimi sprawiają, że przy normie ustawowej praktycznie czas użyteczności takiego schronu jako zabezpieczenia przeciwgazowego sprowadzi się do 1,5 — 2 godzin.

Dalszy pobyt w schronie bez zapewnienia dopływu świeżego powietrza jest niemożliwy, oczywiście jeśli pojemność schronu jest należyte wykorzystana. Pozostawanie w takim schronie nadal byłoby możliwe jednak z użyciem masek p-gazowych i zapewnieniem dopływu powietrza, które jakkolwiek skażone posiadać będzie te właściwości do oddychania jakie przy zastosowaniu masek zezwola na pozostawanie nadal w schronie. Aby umożliwić wówczas wymianę powietrza, należy w sposób celowy i przewidziany zawczasu projektem wietrzenia umieścić w drzwiach, okiennicach i ścianach szczelne szyby wentylacyjne w taki sposób, aby umożliwić dopływ i odpływ powietrza w drodze naturalnej wentylacji. Jakkolwiek schron może być zagazowany, to jednak przy użyciu masek p-gazowych stanowić będzie zabezpieczenie przeciwbombowe.

Z powyższych wywodów ustala się następujące zasady użycia schronów niezaopatrzonych w sztuczną wentylację. Wychodząc z założenia, że zgodnie z intencją ustawy schron winien być gazoszczelny i stanowić ma zabezpieczenie w czasie ograniczonym na wypadek ataku gazowego, nie należy rezygnować z możliwości wykorzystywania go poza okresem jego przydatności p-gazowej, jednak już tylko wyłącznie jako zabezpieczenia przeciwbombowego.

W tym celu przy zachowaniu należytej staranności w uszczelnianiu otworów przewidzieć należy przy opracowaniu projektu sposób jego wietrzenia w drodze naturalnej przy zastosowaniu specjalnych szybów. Zrozumiałą jest rzeczą, iż jako niezbędne uzupełnienie użyteczności takiego schronu winien on posiadać w ogólnym sprzęcie wystarczającą ilość masek p-gazowych.

Przechodząc do zagadnień ogólniejszej natury w świetle powyższych rozważań należy uznać, że

istniejące w miastach urządzenia podziemne z zakresu budownictwa publicznego, jak koleje podziemne, tunele, kanały o dużych rozmiarach itp., nie mogłyby być wykorzystane jako schrony p-gazowe bez dokonania zasadniczych przeróbek w sposobie wentylacji. Dotychczasowe wietrzenia tych budowli raczej spowodowałyby szybsze ich zagazowanie. W wypadku ataków gazowych do budowli takich *nie wolno* skierowywać publiczności bez masek p-gazowych.

Przystosowanie tego rodzaju budowli do wymagań, stawianych schronom dla tysięcy osób, wymagałoby zasadniczych przeróbek systemu wentylacji tych budowli, jednakże koszt tych robót mieściłby się w granicach opłacalności w stosunku do kosztu nowych schronów i w odniesieniu do jednej chronionej osoby. O ile chodzi o zamierzenia nowej budowy kolei podziemnych, tuneli itp. urządzeń podziemnych, to należy zaznaczyć, że tylko wtedy będą mogły one posłużyć jako pełnowartościowe schrony, jeśli przy sporządzaniu projektu uwzględnione będą z góry wymagania stawiane wentylacji p-gazowej. Rzecz jasna, iż może być mowa tylko o mechanicznej wentylacji z zastosowaniem baterii pochłaniaczy (filtrów) p-gazowych i eks-haustorów o dużych wydajnościach i ciśnieniu.

Przechodząc do opisu schronów ze sztuczną wentylacją należy zauważyć, że w większości wypadków są to obiekty znaczniejsze, o dużej ilości ubikacyj, przystosowane do specjalnych potrzeb O. P. L. jako punkty ratowniczo-sanitarne, kąpieliska, odkazające schrony służbowe itp. obiekty, służące nie tylko jako schronienia dla ludzi, ale i stanowiące bazy dla pogotowia i służby specjalnej O. P. L.

Projektowanie rzutu poziomego takich schronów wymaga dokładnego zdawania sobie sprawy z przyszłej gospodarki wentylacyjnej schronu. Zauważyć przy tym należy, że poszczególne otwory okienne i drzwiowe służyć winny jako elementy wentylacji. Właściwe rozplanowanie otworów do połączeń komunikacyjnych wewnątrz schronu winno uwzględniać, poza wymaganiami dogodności połączeń i potrzeb miejscowych, również i potrzeby wentylacji. Od właściwego zaprojektowania rzutu zależą późniejsze koszty urządzenia wentylacji, które wypadną jak najmniejsze przy zaprojektowaniu schronu w sposób celowy i uzasadniony również i pod względem jego wietrzenia.

W planie schronu jedna z ubikacyj winna być przewidziana na pomieszczenie centrali wentylacyjnej, która winna się znaleźć możliwie w punkcie centralnym schronu na stronie tzw. czystej tj. w części przeznaczonej na pobyt ludzi zdrowych, względnie poddanych zabiegom odkazającym.

Na całość systemu wentylacji schronu składają się następujące urządzenia: czerpnia powietrza zewnętrznego, która musi być zaopatrzona w kratę o oczkach 8 — 10 mm i otwór wolny tak dobrany, aby szybkość wlotowa nie przekraczała 1,5 — 2 m/sek. Wlot czerpni należy w miarę możliwości projektować w kierunku prostopadłym do panujących wiatrów. Czerpnie mogą być tzw. dachowe i przyściennie. Z uwagi na mniejsze zanieczyszczenie powietrza w górze, zawsze bardziej pożądane będą

czerpnie dachowe; w tym jednak wypadku kanał ssący winien być umieszczony przy silnym słupie lub filarze, będącym nośną częścią konstrukcji budynku. Czerpnie przyściennie należy umieszczać z takim wyrachowaniem, aby nie uległy one możliwości zasypania gruzem w wypadku zniszczenia budynku. Pożądane jest urządzenie do jednego schronu dwu czerpni, z których jedna będzie zapasowa. Kanał ssący, prowadzący powietrze od czerpni winien być szczelny i trwały. Przy czerpni dachowej może być umieszczony zewnątrz lub wewnątrz budynku nad schronem. Ulokowanie zewnętrzne jest korzystniejsze dla pracy wentylatora, daje poza tym mniejszą ilość skroplin, jednak zwiększa nieco koszty ogrzewania schronu, gdyż kanał, doprowadzając zimną powietrze o niskiej temperaturze, nie przechodzi przez pomieszczenia ogrzane.

Na kanał ssącym między czerpnią a pochłaniaczem (filtrem p-gazowym) umieszcza się obejście z zamknięciem wodnym. Urządzenie to zezwala na pominięcie pochłaniacza i na bezpośredni za-czerp powietrza z zewnątrz. Zamknięcie wodne daje najlepsze rezultaty. Wszelkie inne zawory i zasuwy ruchome nie dają gwarancji szczelności i zawsze stanowiąc będą mało bezpieczne punkty kanału ssącego w części, będącej w granicach schronu. Urządzenie obejściowe składa się ze zbiornika zaopatrzono-go w szkło wodowskazowe, lejek wlotowy do wody z kranem powietrznym oraz kurek spustowy. Do zbiornika dochodzą wewnątrz dwie rury, połączone kolejno z kanałem czerpnym i z otworem ssącym wentylatora. Zamknięcie polega na napełnieniu zbiornika wodą, tak aby wlot rury znalazł się niżej lustra wody w wysokości słupa wody w milimetrach odpowiadający ogólnemu ciśnieniu wentylatora.

Konstrukcja pochłaniacza p-gazowego pod względem składu i wymiarów substancji neutralizującej gazy bojowe stanowi tajemnicę fabrykacji. W katalogach określa się jedynie jego zdolności przepustowe i ogólną stratę ciśnienia. Pochłaniacze mogą być jednocześnie i filtrami przeciwkurzowymi, jednakże cena takich zespołów jest znacznie większa niż zwykłych. Zdolności przepustowe pojedynczych pochłaniaczy dla typów fabrycznych 2, 4, 6, 8 i 10 m³ powietrza na minutę. Warstwą filtracyjną jest węgiel aktywowany, którego zdolność czyszcząca oraz czas pracy wg badań Instytutu Gazowego zwiększają się w miarę wzrostu suchości powietrza, przy czym najkorzystniejsza dla filtra jest temperatura powietrza w ilości + 35°. Zgodnie z tymi wskazaniami należałoby umieszczać przed pochłaniaczem na kanał ssącym nagrzewnicę powietrza systemu paro- lub wodo-powietrznego, obliczoną na podniesienie temperatury powietrza do + 35°.

Wzgląd na zwiększenie efektu pracy filtra w powyższy sposób stoi jednak w sprzeczności z wymaganiami wentylacyjnymi jakie ze względów zdrowotnych stawiamy dla powietrza, przeznaczonego do oddychania ludzi w schronie. Wiadome jest ogólnie, że niewskazane jest podnoszenie temperatury powietrza bez jednoczesnego jego nawilżania do stopnia, odpowiadającego pełnemu jego nasyceniu dla danej temperatury. Pominięcie nawilża-

nia spowoduje osuszanie powietrza i przez dostarczenie go w stanie nienasyconym do schronu spowodować może duże trudności w racjonalnym jego wykorzystaniu przez ludzi i wymagać będzie ustawiania specjalnych naczyń korytkowych w schronie dla uzupełnienia wilgotności powietrza, bądź urządzenia za wentylatorem centralnej komory nawilżającej.

Powyższe więc dowodzenia wskazują na to, że aby zwiększyć efekt pracy pochłaniacza urządzenie wietrzące stanowić winno właściwie pełną wentylację mechaniczną z odpowiednią przeróbką składu powietrza pod względem wilgotności, temperatury i zanieczyszczeń gazami. Względem ekonomicznego systemu wentylacji, która nie przewiduje ani podgrzewania powietrza, ani kolejnego jego nawilżania, ograniczając się jedynie do urządzenia podstawowych instalacji, jakimi są: czerpnie, kanał ssący, obejście, filar p-gazowy, wentylator i sieć kanałów rozprowadzających.

Przy tym systemie skład fizyczny powietrza będzie niezmienny i ściśle odpowiadający zewnętrznemu, jednak po pozbawieniu własności trujących. Przy dobieraniu wentylatora i pochłaniacza (filtra) należy zwracać baczną uwagę na to, aby *wydajność tego ostatniego nie była w żadnym wypadku niższa niż wydajność wentylatora*. W wypadku przeciwnym nastąpić może przerzucanie powietrza nieoczyszczonego przez pochłaniacz i zagazowanie schronu. Należy pamiętać, że pochłaniacz ma ograniczoną maksymalną zdolność odkazania, której przekroczyć nie jest w stanie. Dlatego celowe jest stosowanie pewnego zapasu w wydajnościach pochłaniaczy, gdyż mniejszym złem jest niewykorzystanie urządzenia niż dopuszczenie do jego przeciążenia, co mogłoby zagrozić bezpieczeństwu ludzi w schronie.

Aby zapobiec możliwościom przerzucania powietrza, należy zawsze tuż za pochłaniaczem, między nim a otworem ssącym wentylatora, umieścić szyber dławiący do regulacji, czynny w wypadku nieskoordynowania pracy obu tych urządzeń. Zbadanie wydajności wentylatora należy zaraz dokonywać po zmontowaniu urządzenia na miejscu i przed zmontowaniem sieci rozprowadzającej.

Wentylatory schronowe typu odśrodkowego bywają ręczne lub mechaniczne, uruchamiane silnikiem elektr. z przekładnią na korbę ręczną. Wydajności pierwszych wynoszą od 2 do 6 m³ na minutę, pozostałych 6, 8 i 10 m³. Przy większych zapotrzebowaniach można stosować podwójne zespoły z bateriami pochłaniaczy.

Poza wydajnością cechą charakterystyczną wentylatorów jest ich spręż, tj. ogólne ciśnienie jakie mają do pokonania. Na ogólny spręż wentylatora składają się: ciśnienie dynamiczne, ciśnienie statyczne oraz zapas na nadciśnienie w schronie w wys. 5 — 6 mm sł. wody. Ciśnienie dynamiczne powstaje tylko w chwili uruchomienia systemu i zależy jest od szybkości i wielkości otworu tłoczącego. Na ciśnienie statyczne składają się opory tarcia i miejscowe najnieodgodniejszej linii kanałów oraz straty na ciśnieniu w przyrządach włączonych do

sieci. W istniejących typach wentylatorów ciśnienia wynoszą od 70 do 100 mm sł. wody.

Dla zmniejszenia strat miejscowych, a co zatem idzie zmniejszenia wielkości wentylatora, należy wszelkie połączenia i rozgałęzienia oraz zmiany kierunku kanałów dokonywać łukowo o promieniach dostatecznej wielkości. Kanały prostokątne przy zastosowaniu jednej wysokości najlepiej nadają się pod względem konstrukcyjnym do budowy sieci wewnętrznej schronu. Jakkolwiek kanały okrągłe z uwagi na mniejszy opór i mniejsze wymiary na jednostkę dają nieco niższy koszt budowy, nie są one jednak polecenia godne z uwagi na pewne trudności w należyтым ich odwodnieniu ze skroplin oraz niemożności należytego wyfasonowania połączeń, odgałęzień i łuków.

Właściwe rozplanowanie kanałów nawiewnych może być dokonane tylko w trybie sporządzenia szczegółowego projektu. Zasadą projektowania winno być uprzednie rozmieszczenie wszystkich osób w ubikacjach, przeznaczonych na pobyt ludzi, w ilości zgodnej z przeznaczeniem tych ubikacji. Na jedną osobę w pomieszczeniach ze stałym pobytom należy przewidzieć od 0,5 do 0,6 m² wolnej przestrzeni zgodnie z normami angielskimi. Wielkość potrzebnej dozy wentylacyjnej przy obliczaniu zapotrzebowania powietrza przyjmuje się w ilości 40—50 litrów na osobę i minutę w spoczynku i 60 — 70 litrów podczas pracy. W dalszej kolejności należy dokonać podziału pomieszczeń na trzy rodzaje:

1) Pomieszczenia z nawietrzaniem bezpośrednim, zaopatrzone w wyloty kanałów nawiewnych. Do nich zaliczyć należy ubikacje obliczone na stały pobyt, jak sale ochronowe, izby chorych, gabinet lekarza, opatrunkowe, odpoczynkowe, rozbieralnia oraz pokoje służbowe dla drużyn i służby.

2) Pomieszczenia z nawietrzaniem pośrednim, niezaopatrzone w wyloty kanałów nawiewnych, jednakże powierzchnie ich, podobnie jak i ubikacje I. typu, wliczone są do ogólnego zapotrzebowania powietrza. Do ubikacji tych powietrze dochodzi za pomocą szybrów drzwiowych lub ściennych z pomieszczeń, napowietrzanych bezpośrednio. Do tego rodzaju ubikacji należy zaliczyć: poczekalnie, przedsionki, umywalnie, pryszniczce itp.

3) Pomieszczenia z nawietrzaniem wtórnym. Powierzchnie tych ubikacji, do których zaliczyć należy śluzę, ustępy, składy, magazyny sprzętu itp., nie wlicza się do obliczeń wentylacyjnych. Wietrzone są one powietrzem już częściowo użytym przez ludzi w innych ubikacjach.

Z ubikacji tych należy w projekcie przewidzieć odpływ zużytego powietrza na zewnątrz. Tutaj biorą swój początek kanały odpływowe, których wloty należy zaopatrzyć w gazoszczelne szybry. Kanały wywiewne łączy się, we wspólny odpływ, którego wylot zewnętrzny nie może być oddalony od czerpni w planie mniej niż 10 m, lub w razie niemożności zachowania tego warunku — najmniej 3 — 4 m niżej od wlotu kanału ssącego (czerpni) w rzucie pionowym.

Zasadą umieszczenia wylotów kanałów nawiewnych jest wzgląd na należyte wykorzystanie oczyszczonego powietrza; toteż droga powietrza od wlotu do wydechu powinna być w miarę możliwości

jak najdłuższa. Wyloty powinny być tak rozlokowane, aby pomieszczenie wietrzne nie miało miejsc z zastoinami powietrza, toteż najbardziej wskazane jest umieszczanie wylotów wzdłuż ścian. Usytuowanie drzwi powinno harmonizować z planem sieci wentylacyjnej. Nie można uznać za słuszne umieszczenie jednego wspólnego wylotu pośrodku pomieszczenia do jego nawietrzania. Byłoby to możliwe przy zastosowaniu nawietrzników (rozpraszczy) i dużych (powyżej 5 m/sek.) szybkościach wypływu powietrza, czego z uwagi na ograniczoną prężność wentylatorów należy unikać. Szybkości wypływu najkorzystniejsze są w granicach 1,5 — 2 m/sek.

Uszczelnienia drzwi zewnętrznych i okiennic schronu powinny być obliczone na umożliwienie uzyskania nadciśnienia w wysokości 5 — 6 mm sł. wody. Wielkość tej nadwyżki sprawdzonej manometrem schronowym utrzymywana stale zezwała przez regulację szybrami w drzwiach i wylotach kanałowych na dowolne kierowanie ruchem powietrza w schronie i zabezpiecza przed wtargnięciem gazów przy wchodzeniu do schronu.

Ogrzewanie schronu

Schrony przeznaczone wyłącznie dla zabezpieczenia grupy osób nie wymagają w myśl przepisów urządzeń ogrzewniczych, uruchamianych w porze zimowej, gdyż liczono się prawdopodobnie z tym, że do schronu winno się przybywać w okryciach zimowych. Sprawa ta komplikuje się wtedy, gdy schron będzie choćby częściowo służył jako punkt odkazający, zaopatrzone w prysznice, wanny i inne urządzenia wodne.

Jeśli istniejący budynek posiada centralne ogrzewanie, sprawa ta nie przedstawia dużych kłopotów, gdyż schron objęty zostaje ogólną siecią C.O. O ile wysokość dla już istniejącej kotłowni w stosunku do zagłębienia schronu wypada niekorzystnie — najwłaściwszym rozwiązaniem będzie zastosowane ogrzewania wodnego z napędem pompowym. W budynkach nowowznoszonych jednak kotłownia C. O. winna być tak założona, aby umożliwić ogrzewanie schronu bez pomocy pomp. Pewną ulgę w zagłębieniu można osiągnąć przez wysokie umieszczanie grzejników w schronie.

W wypadku budowy samodzielnego schronu o typie specjalnym np. kąpieliskowym i ratunkowo-sanitarnym niezbędne jest urządzenie centralki ogrzewniczej (kotłowni) z odrębnym wyjściem, wyłączonej z ogólnego systemu wentylacji, gdzie winny znaleźć pomieszczenie kotły, zbiorniki wody gorącej itp. urządzenia. Dostęp do kotłowni dla obsługi tylko przy użyciu masek p-gazowych.

W zakładach przemysłowych posiadających centralne kotłownie i parę wysokoprężną możliwe jest bezpośrednie doprowadzenie pary do schronów oraz zastosowanie aparatów redukcyjnych do przeróbki pary na potrzeby ogrzewnicze schronu. W takich wypadkach wobec braku otwartego paleniska odpowiednio pomieszczenie maszynowe może być objęte ogólnym systemem wentylacji.

Instalacje na wysokoprężną parę wewnątrz schronu winny posiadać automatyczne zwrotne

zamknięcia od źródła pary na wypadek pęknięć rur, gdyż para może niebezpiecznie poparzyć ludzi w schronie.

Na ogólnie zapotrzebowanie ciepła składają się:

1. Strata ciepła wskutek powierzchni chłodzących obliczona wg ogólnych zasad i norm C. O. dla pomieszczeń, przeznaczonych na pobyt ludzi.
2. Ilość ciepła niezbędna do ogrzania powietrza, doprowadzonego kanałami do wymaganej wewnątrz temperatury.

Od powyżej obliczonej ilości dla każdego pomieszczenia należy odliczyć tę ilość powietrza, jaką dostarczają ludzie w schronie, przyjmując 70 cal. na godzinę i osobę. Dalsze obliczenia zgodnie z ogólnymi normami C. O. Ulokowanie grzejników najbardziej celowe w pobliżu wylotów kanałów wentylacji. Typy i rodzaje grzejników dowolne. Bojlery umieszczać należy w pobliżu kranów i urządzeń odbiorczych wody ciepłej. Przejścia przewodów przez zewnętrzne mury i od kotłowni zaopatrzone w tulejki z przestrzenią między rurą a tulejką, wypełnioną substancją elastyczną i wytrzymałą na gorąco.

Stosowanie do ogrzewania schronu z wentylacją p-gazową pieców kaflowych, kąpielowych, żelaznych przenośnych i innych systemów z otwartymi paleniskami w i n n o b y ć z a k a z a n e, jako zagrażające życiu i zdrowiu ludzi w schronie. Żaden komplet wentylacji p-gazowej w szczelnym schronie nie mógłby dostarczyć w dostatecznej ilości powietrza i na potrzeby oddychania ludzi i dla pełnego spalania opału w paleniskach. Przy słabym zaś dostępie powietrza nastąpi *wydzielanie tlenku węgla i zaczadzenie ludzi w schronie*, nie mówiąc już o możliwości odwrotnego ciągu w kanale dymowym i wessania przez komin gazów do schronu.

Z tych względów należy z naciskiem przestrzec przed projektowaniem w obrębie schronów, przeznaczonych na pobyt ludzi, ogniowopowietrznych komór do odkazania ubrań zaiperytowanych. Pomieszczenia takie winny być traktowane jak i kotłownie, a więc umieszczane poza obrębem schronu, z obsługą w maskach o ile zajdzie tego potrzeba. Schrony mogą natomiast obejmować pomieszczenia na dezynfektory parowe lub suszarnie parowe ubrań, przy czym zapotrzebowanie niezbędnej dla nich ilości powietrza winno być uwzględnione w ogólnej wydajności zespołu wentylacyjnego.

Powracając do sprawy użycia do schronów pieców do ogrzewań z paleniskami otwartymi, to możnaby dopuścić ich zastosowanie tylko w takim wypadku, jeśli do palenisk doprowadzone będą odrębne szczelne kanały z zewnątrz zaopatrzone w szybry gazoszczelne. Urządzenia takie, podrażające ogólne koszty, nie dają pełnej gwarancji bezpieczeństwa i nie są polecenia godne. Najmniej kłopotliwe są grzejniki elektryczne, które można polecić w wypadku braku centralnego źródła pary lub wody gorącej. Energia elektryczna może być użyta i do przygotowania wody ciepłej. Wadą jest tu zależność od centrali elektrycznej narażonej przede wszystkim na zniszczenie.

Ze względów analogicznych do pieców kaflowych należy *przestrzegać zakazu użycia w schro-*

nie przyrządów ogrzewniczych gazu świetlnego, którego wymagania przy spalaniu się są te same co i węgla opałowego, a poza tym stanowiąc mogą bezpośrednio zagrożenie wskutek uchodzenia gazu z powstałych przy wstrząsach nieszczelności rur i kranów.

Usuwanie nieczystości i zaopatrzenie w wodę

Zagadnienie to wobec zagłębienia schronu całkowicie pod ziemią jak tego wymaga ustawa, naraża trudności nawet w miejscowościach zaopatrzonych w kanalizację ogólną. Całkowite zagłębienie schronu wymaga dla swobodnego odpływu ścieków, aby kanał uliczny był założony w granicach 5 m głębokości, co nie zawsze się spotyka, powodując konieczność budowy zbiorników przejściowych i użycia pośrednictwa pomp. Nawet przy szczęśliwie trafiających się stosunkach odpływu przy systemie ogólnie - spławnej kanalizacji, konieczne jest zaopatrzenie odpływów w zawory burzowe, działające w wypadku przepelnienia kanałów ulicznych i zabezpieczające przed zalewem schronu wskutek cofki.

Wewnętrzna sieć odpływowa przyłączeni jej z uliczną siecią winna być zaopatrzona w dodatkowe zamknięcia syfonowe niezależnie od zamknięć wodnych w poszczególnych odbiornikach. Przed syfonem ogólnym należy przy wejściu z kanałów do schronu wyprowadzić pion wentylacyjny, a za syfonem umieścić zawór burzowy. Końcówki sieci odpływowej przy odbiornikach należy odpowiedzieć z wyprowadzeniem linii do ubikacji, zaopatrzonej w szyber wylotowy wentylacji. Warunek ten wynika z konieczności zapewnienia dopływu powietrza do przestrzeni międzysyfonowej sieci.

Konieczność zakładania dodatkowego syfonu wynika z tego, iż w okresie ataku gazowego największe stężenie gazów bojowych mieć będzie miejsce w kanałach ulicznych, szczególnie w porze zimowej z racji sprzyjającego działania obecnego systemu wietrzenia tych kanałów; pozostawianie pojedynczych zamknięć przy odbiornikach mogłoby w niekorzystnych warunkach powodować przebicie gazów do schronu.

Powyższe trudności i obawy odpadają w wypadku zlokalizowania urządzeń do usuwania ście-

ków danego schronu. Konieczny jednak wtedy jest system podziału na ścieki kąpielowe i na ścieki fekalne z klozetów i pisuarów. Odpływy z klozetów należy kierować do oddzielnych dolów do wywózki. Doły takie muszą być zaopatrzone w urządzenia sygnalizujące stan napełnienia i pojemność ich obliczona na maksymalne zużycie wody w czasie korzystania ze schronu.

Ścieki kąpielowe mogą być po wstępnym oczyszczeniu i odkażeniu chlorkiem wapna kierowane do odpływów naturalnych lub ścieków powierzchniowych. W tym wypadku nieuniknione jest zastosowanie zbiorników i użycie pomp do podnoszenia ścieków. Pompy te najlepiej lokować w obrębie schronu w części brudnej.

Zaopatrzenie schronu w wodę nie natrafia na trudności w budynku posiadającym sieć wodociągową. Aby jednak w pewnym stopniu uniezależnić się od źródła dopływu, należy przewidzieć zapasowy zbiornik, umieszczony wewnątrz schronu, włączony do sieci i stale napełniony wodą. Niezbędną objętość zbiornika przyjąć można z warunkiem zapewnienia dopływu 10—15 l na osobę, w razie zniszczenia centralnego wodociągu. Jako niezbędne dodatkowe wyposażenie sieci konieczny jest przy wejściu linii wodociągowej zawór zwrotny oraz pompa ręczna, włączona między zbiornik a sieć rozdzielczą.

Należy zwracać uwagę na możliwość skażenia źródeł ujęcia i zbiorników wodnych otwartych. Obiekty te winny być przy zamierzonej budowie schronu wzięte pod uwagę i przewidziane roboty zabezpieczające. Urządzenie lokalnego wodociągu dla samoistnego schronu wymaga budowy odrębnej studni obok schronu z szybem, krytym stropem żelbet. grub. 0,30 m. Urządzenie do podnoszenia wody hydroforowe z napędem elektrycznym z możliwością przełączenia na napęd ręczny.

Przy korzystnym poziomie wody w studni pompę i hydrofor najlepiej lokować w schronie; stąd wniosek, aby osiągnąć niezawodne rezultaty zaopatrzenia schronu nawet w wypadkach ustania dopływu energii elektrycznej, przy wyborze miejsca budowy schronu należy uprzednio zbadać stosunki wód gruntowych. Z szeregu miejsc należy wybrać do budowy takie, które zapewnią z uwagi na wysoki poziom wód gruntowych możliwość użycia napędu ręcznego do podnoszenia wody.

Inż. HENRYK HONHEISER

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych

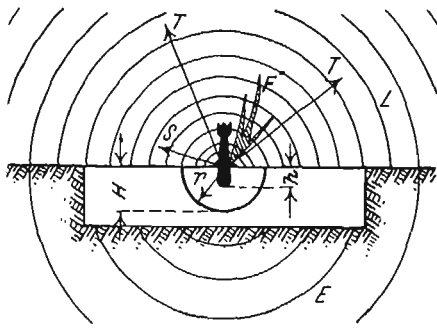
STAL W BUDOWNICTWIE PRZECIWLOTNICZYM

Do czynników zewnętrznych, wpływających na rozwój i technikę budownictwa, doszedł ostatnio nowy poważny czynnik, a mianowicie działania lotnicze.

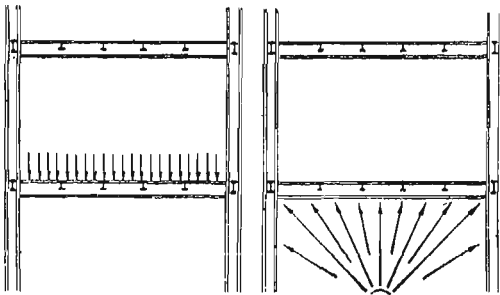
Stała współzależność, jaka od najdawniejszych czasów istnieje między budownictwem a sztuką wojenną, przejawia się i dziś w konieczności dostosowywania współczesnych budowli do wymagań militarnych. Budownictwo, postawione przed nowymi zadaniami, zmuszone jest do szukania nowych

systemów budowy drogą lepszego i umiejętniejszego wykorzystywania używanych dotąd materiałów budowlanych.

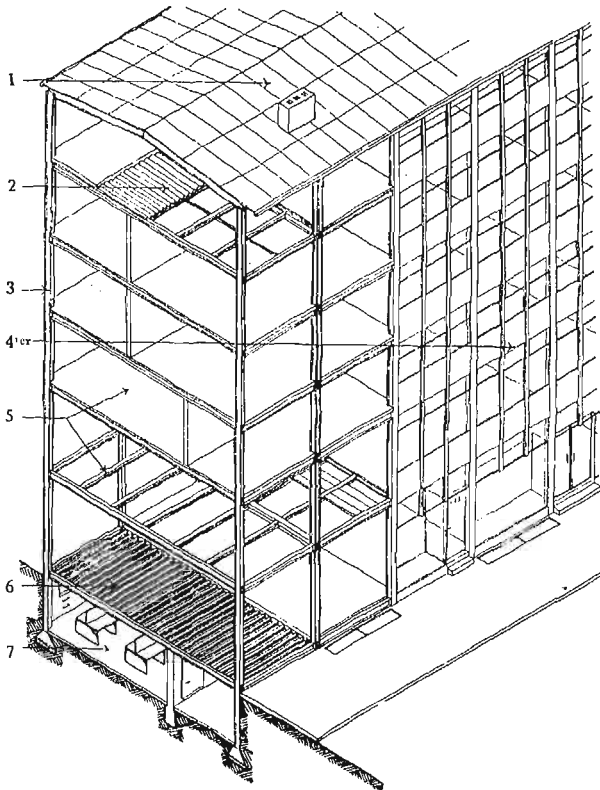
Na skutek zmienionych w ten sposób warunków, nowego znaczenia jako materiał budowlany nabrała s t a l, której specyficzne właściwości techniczne wykorzystywane są dziś w szerszej mierze w dostosowywaniu do zadań i potrzeb obrony przeciwlotniczej.



Rys. 1. Działanie bomby burzącej na płytę betonową: *H* — głębokość przenikania, *r* — promień strefy zniszczenia, wywołanej ciśnieniem gazów; *L* — ciśnienie powietrza (górne kręgi współśrodkowe); *E* — ciśnienie ziemi (dolne kręgi współśrodkowe); *T* — działanie odłamków betonu; *S* — działanie odłamków bomby.



Rys. 2. Działanie normalnych obciążeń i wybuchu na budynek szkieletowy.



Rys. 3. Budynek stalowo-szkieletowy przystosowany do OPL: 1. dach kryty blachą stalową; 2. strop wstrzymujący bomby zapalające; 3. słupy szkieletu; 4. wypełnienie ścian (lekkie); 5. stropy pośrednie usztywniające; 6. strop wzmocniony schronu; 7. schron przeciwlotniczy.

Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych w praktyce oraz ogólne dane przytoczone poniżej wskazują zasadnicze kierunki, w których zmierza rozwój zastosowań stali w nowoczesnym budownictwie przeciwlotniczym.

1. Stal jako materiał budowlany w O. P. L.

Rozważając skutki działań lotniczych, jako jeden z czynników, którym podlegać mają budowle, należy odróżnić wpływ bomb burzących, bomb zapalających i bomb gazowych.

Działanie bomby burzącej podzielić można na:

1. działanie bezpośrednie
 - a) przebicie budowli na skutek uderzenia,
 - b) wybuch połączony z gwałtownym parciem gazów,
2. działanie pośrednie
 - a) działanie ssące podmuchu,
 - b) działanie odłamków,
 - c) działanie gruzów,
2. wzniesienie pożaru.

Bomby zapalające działają przez:

1. przebicie,
2. wzniesienie pożaru.

Bomby gazowe odmiennie niż poprzednie działają na materiały budowlane w tak znikomym stopniu, że zabezpieczenie przeciwko nim ogranicza się do niedopuszczania gazów do wnętrza budowli.

Zadaniem budownictwa przeciwlotniczego jest zastosowanie takich materiałów i takich ustrojów konstrukcyjnych, ażeby przy najmniejszych kosztach zapewnić budowlom w granicach możliwości ochronę przed skutkami opisanych powyżej działań lotniczych.

Materiał budowlany użyty do tych celów musi zatem:

być elastyczny i wytrzymały na działanie znacznych sił, działających w różnych kierunkach, pozwalać na dostosowanie go do zmieniających się bardzo szybko układów sił, skutecznie stawić opór dużym siłom ścinającym oraz gwałtownym wstrząsom.

Konstrukcja zaś jako całość musi:

przejąć łatwo znaczne siły, zmieniające szybko kierunek i wielkość, posiadać punkty węzłowe łączące poszczególne elementy, tak by rozluźnianie ich było trudne, znosić zniekształcenia trwale, a nawet zupełne zniszczenie jednego elementu konstrukcji bez ujemnego wpływu na całość ustroju,

uszkodzone elementy konstrukcji winny się dać łatwo i szybko naprawić, zaś zniszczone wymienić, przy gwałtownych ruchach ziemi, konstrukcja powinna się poddawać i dostosować łatwo do nowopowstałej równowagi gruntu, bez poważniejszych szkód dla całości budowli,

zdatowność konstrukcji do obrony przeciwlotniczej nie powinna być uzyskana drogą znaczniejszych kosztów dodatkowych przy wznoszeniu budowli.

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń, uzyskanych zarówno w czasie specjalnych badań, jak i z obserwacji budowli w czasie trzęsień ziemi (które wywołują bardzo zbliżone skutki do działań lotniczych — okazało się, że warunkom tym czynią

zadanie budynki o konstrukcji szkieletowej oraz stal jako materiał budowlany.

Z tego powodu w nowoczesnych budowlach, przystosowanych do obrony przeciwlotniczej, używa się dziś szeroko stali, zarówno w głównych ustrojach nośnych jak i elementach drugorzędnych ustrojsażeń wnętrza budynków.

Na pierwszym miejscu wymienić tutaj należy szkielet stalowy, gdyż każda konstrukcja stalowo-szkieletowa, daje nawet bez specjalnego przystosowania jej do celów O. P. L. daleko idące bezpieczeństwo.

Konstrukcje stalowo-szkieletowe są bowiem: lekkie, dzięki czemu pozwalają na mniejsze obciążenie gruntu, przy małych rozmiarach fundamentów,

dzięki elastyczności materiału i konstrukcji, budynek o szkielecie stalowym łatwo znosi wstrząsy i ruchy gruntu, przy czym całość nie jest narażona na poważniejsze uszkodzenia,

przy uszkodzeniach, elementy zniszczone dają się łatwo naprawić względnie zastąpić przez nowe, uszkodzenie jednego, a nawet kilku ważnych elementów konstrukcji stalowo-szkieletowej nie powoduje jeszcze zniszczenia całego budynku,

grubość ścian jest nieznaczna i niezależna od ilości kondygnacji co daje mniejszą ilość gruzów, dzięki małej ilości materiału,

szkielet stalowy zapewnia ognioodporność budowli.

Znaczenie stosowania szkieletu, jako ustroju nośnego w zastosowaniu do budynków przystosowywanych do O. P. L., znalazło swój wyraz w Ustawie o przygotowaniu w czasie pokoju obrony przeciwlotniczej i przeciwgazowej z dnia 7.V.1938. Wg § 32 p. 1 ustawy:

„konstrukcje budynków o 5 kondygnacjach i wyższych i w ogóle budynków o wysokości przekraczającej 16 m, powinny być wykonane jako szkieletowe; żelazne (stalowe) obetonowane lub obłożone cegłą na zaprawie cementowej, albo żelazobetonowe. Wykonywanie konstrukcji tych budynków z cegły jest zabronione“.

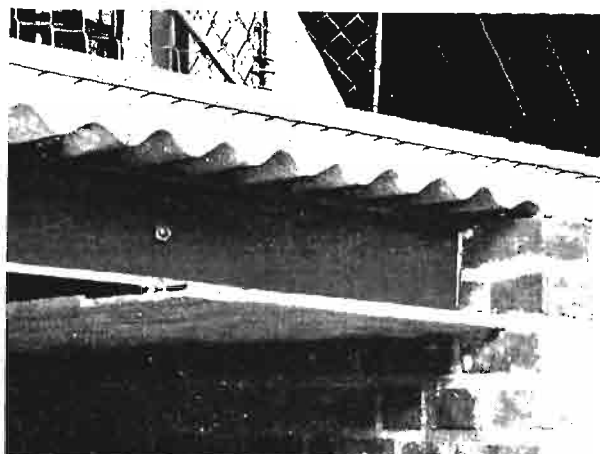
Stropy budowli przeciwlotniczych przejmować mają na wyższych piętrach działanie bomb zapalających, a na niższych piętrach burzących, przy czym stawia się im następujące wymagania:

konstrukcja stropu winna być wykonana tak, by w wypadku uszkodzenia lub zniszczenia pojedynczych elementów wzgl. części konstrukcji całość stropu spełniała nadal swoje zadanie, części zaś uszkodzone lub zniszczone łatwo i szybko można było naprawić lub wymienić,

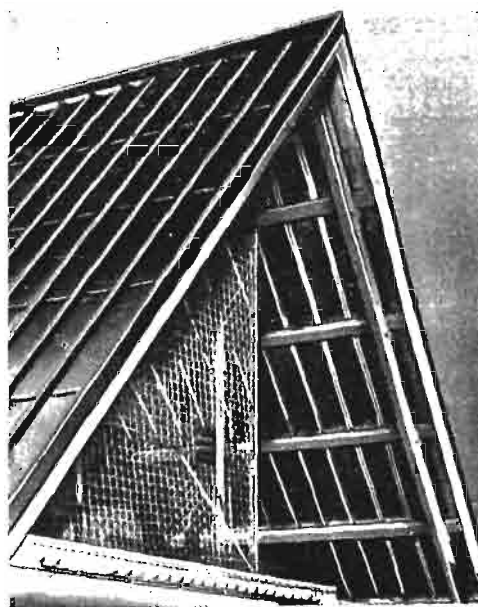
elementy nośne stropu winny przejmować na całej swej przestrzeni obciążenia zmienne działające w różnych kierunkach oraz znaczne siły ścinające, zależnie od tego czy wybuch nastąpił powyżej czy poniżej stropu.

Dla zadośćuczynienia tym wymaganiom stosuje się stropy o stalowych elementach nośnych. Konstrukcja stropu zależy od stopnia zagrożenia budynku oraz od ilości kondygnacji. Najczęściej stosuje się stalowe stropy belkowe, usztywnione płytami żelbetowymi, ew. ramownicami o wzmocnionych węzłach. Usztywnienia te pomyślane są w ten

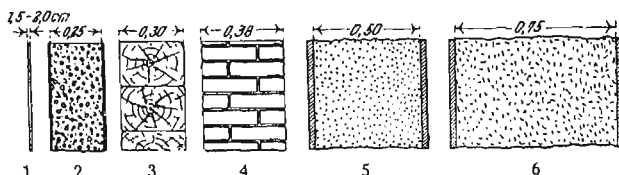
sposób, by konstrukcja mogła również stawiać skuteczny opór parciu gazów i działaniu ssącemu podmuchu w wypadku wybuchu poza obrębem budynku.



Rys. 4. Strop najwyższego piętra, zatrzymujący bomby zapalające. Konstrukcja nośna z dźwigarów stalowych, wypełnienie z blachy falistej i płyty betonowej zbrojonej siatką stalową.



Rys. 5. Dach ognioodporny o konstrukcji stalowej. Przepierzenia strychowe z siatki drucianej. Strop zatrzymujący jak na ryc. 4.



Rys. 6. Skuteczność ochronna ścian z różnych materiałów przed odłamkami:

1) stal; 2) żwir; 3) drzewo; 4) cegła; 5) piasek; 6) ziemia. (żwir, piasek i ziemia w ściankach drewnianych).

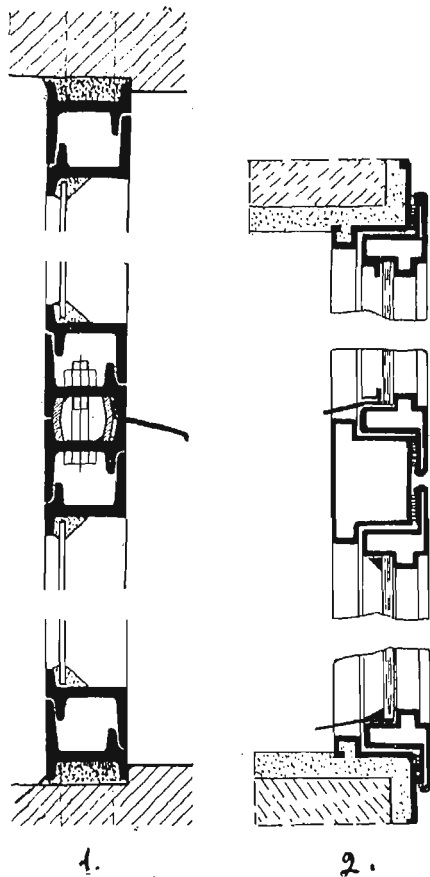
Obok dźwigarów w konstrukcjach stropów stosowywanych do obrony przeciwlotniczej znalazły też szerokie zastosowanie *blachy stalowe*. Blachy faliste, dzięki znacznej wytrzymałości w stosunku do przekroju są tu materiałem o dużych możliwościach. Praktycznym wypełnieniem pól między dźwigarami jest połączenie blachy falistej z betonami lekkimi (jak np. beton żuźlowy, beton pumekso- wy itp.). Blacha falista stanowi tu usztywnienie, — beton lekki wzmacnia odporność i skutecznie izoluje głoś i ciepło.

Wspomniana poprzednio ustawa O. P. L. z dnia 7.V.38 r. postanawia, że „stropy budynków mieszkalnych wykonywane być muszą z materiałów ogniotrwałych, przy czym wytrzymałość stropu nad ostatnią kondygnacją obliczana być winna na obciążenie użytkowe co najmniej 200 kg/m²”.

Od konstrukcji d a c h u przystosowanego do celów O. P. L. wymaga się by była ona:

- lekka,
- elastyczna,
- wytrzymała na przebicie przez lżejsze bomby zapalające,
- odporna na wstrząsy,
- niepalna i ognioodporna.

Dachy o konstrukcji stalowej, kryte odpowiednimi materiałami, spełniają właśnie te wymagania. Pokrycie dachu stanowić ma skuteczną ochronę przeciw bombom zapalającym. Wykonuje się je m.in. również z blach stalowych, co uniemożliwia przenikanie chemicznych środków bojowych oraz pozwala na łatwe odkażanie. W myśl ustawy o przygotowaniu O. P. L.



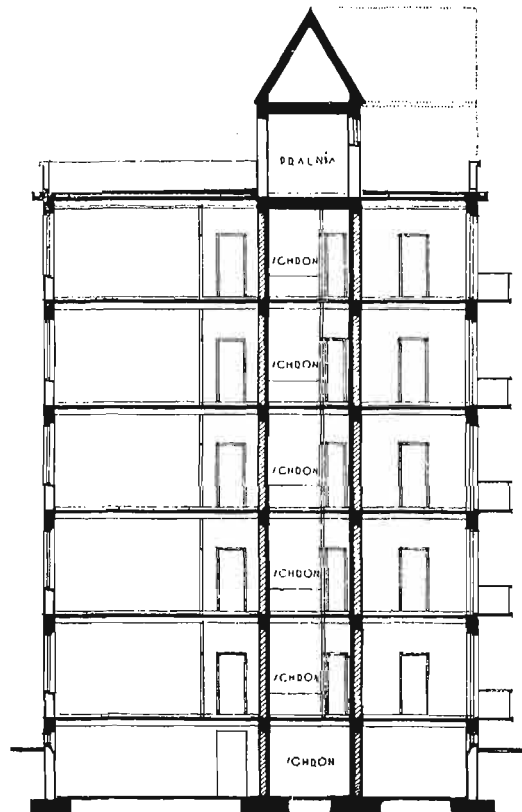
Rys. 7. Okna o konstrukcji stalowej:
1) z profilów walcowanych; 2) z profilów giętych z blach.

„Konstrukcje dachów w budynkach przeznaczonych do użytku publicznego i w budynkach mieszkalnych, za wyjątkiem budynków określonych w § 29 ust. (2), powinny być wykonane z żelazobetonu o grubości płyty co najmniej 8 cm albo z ż e l a z a, przykrytego płytami z materiału niezapalnego o wytrzymałości na przebicie, odpowiadającej wytrzymałości płyty żelazobetonowej o grubości 8 cm”.

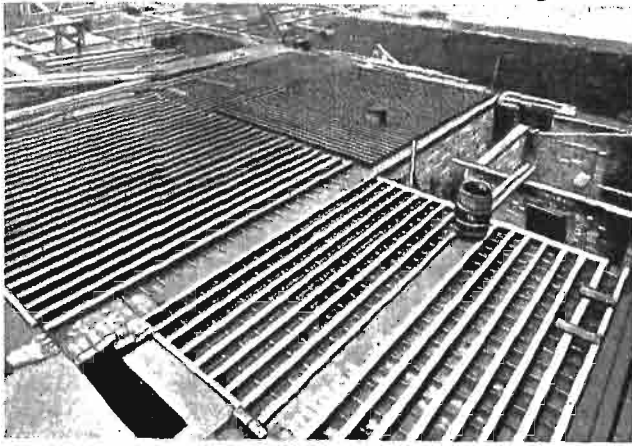
Ś c i a n y budowli przeciwlotniczych stanowiąc mają skuteczny opór przeciw parciu gazów i gwałtownym wstrząsom. W budynkach mieszkalnych stosuje się w tym celu konstrukcję nośną ze szkieletu stalowego, a lekki i ogniotrwały materiał wypełniający ściany dzieli wówczas budynek na szereg niezależnych komór, tak że w razie zniszczenia jednej, inne pozostają nienaruszone. Ciekawe są m.in. ustroje tzw. „półszkieletowe”, w których monolityczne ściany zewnętrzne o dużych otworach, tworzą ustrój niezależny od wnętrza budowli, wspartego na szkielecie stalowym. W budownictwie przemysłowym wykonuje się często ściany z blach stalowych (blachy faliste), które są lekkie, wytrzymałe i ogniotrwałe.

Elementy stalowe stosuje się nie tylko w ustrojach nośnych ścian, ale również i do dzielenia przestrzeni, jak np. ścianki z siatek stalowych na strychach. Według postanowienia § 37 ustawy przeciwlotniczej:

„dzielenie poddasz (strychów) na części poza podziałem murami ogniochronnymi, jest dozwolone tylko za pomocą przepierzeń przewiewnych z materiałów niepalnych, jak np. z s i a t k i m e t a l o w e j”.

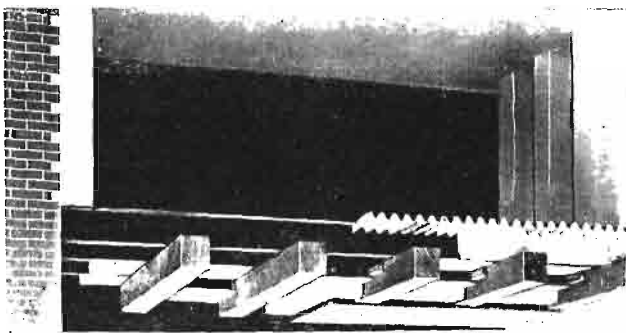


Rys. 8. Schron przeciwlotniczy „wieżowy” w wysokich budynkach szkieletowych.

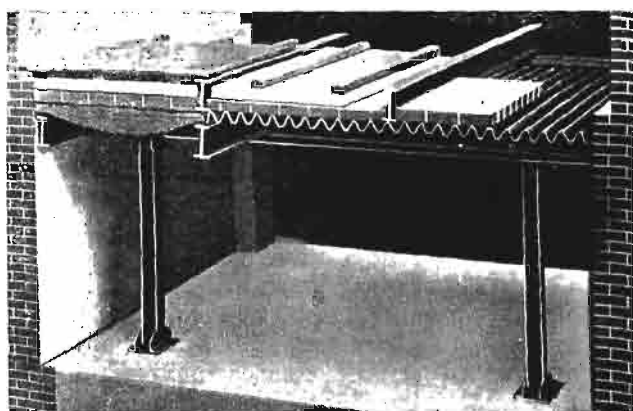


Rys. 9. Strop schronu przeciwlotniczego (piwnicznego). Ruszt z dźwigarów stalowych INP20, co 25 cm. Obciążenie użytkowe 2500 kg/m².

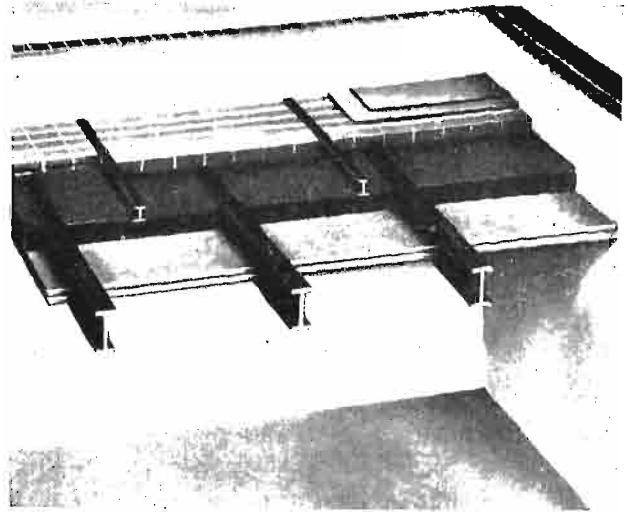
Okna i drzwi o konstrukcji stalowej rozpowszechniły się w budynkach, w których uwzględniono wymagania O. P. L., dzięki łatwości ich uszczelnienia, ogniochronności i odporności na działanie wstrząsów. Wykonuje się je z profili walcowanych lub giętych z blach, z polami wypełnionymi blachą stalową o grubości dostosowanej do przeznaczenia i stopnia zagrożenia.



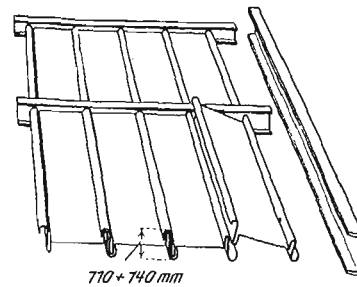
Rys. 10. Wzmocnienie istniejącego stropu drewnianego konstrukcją z dźwigarów stalowych i blach falistych.



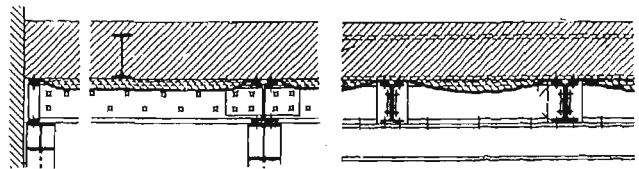
Rys. 11. Wzmocnienie istniejącego stropu konstrukcją z dźwigarów stalowych wspartych na podciągach i słupach dodatkowych. Z lewej strony wypełnienie z blach puklistych, z prawej z blach falistych.



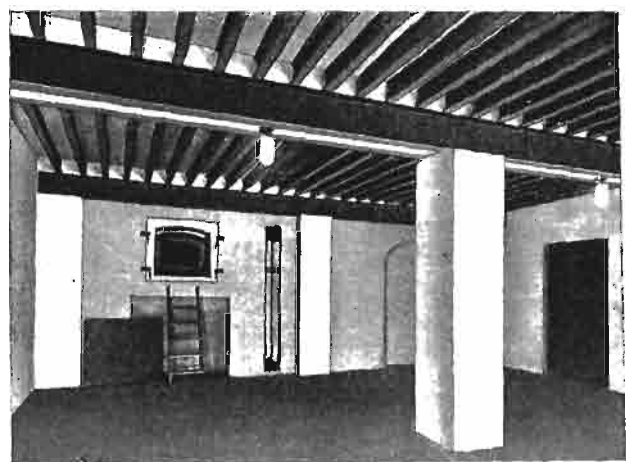
Rys. 12. Wzmocnienie stropu Kleina przy pomocy dźwigarów stalowych i dyli betonowych.



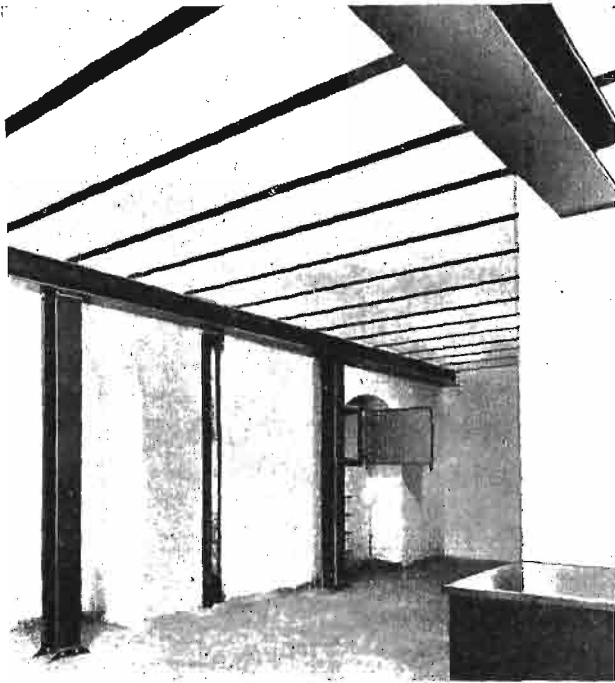
Rys. 13. Wypełnienie stropów wzmocniających z blach stalowych „nakładkowych”.



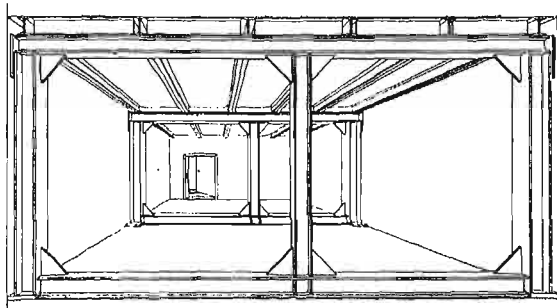
Rys. 14. Konstrukcja wzmocniająca strop schronu z dźwigarów, podciągów i blach stalowych.



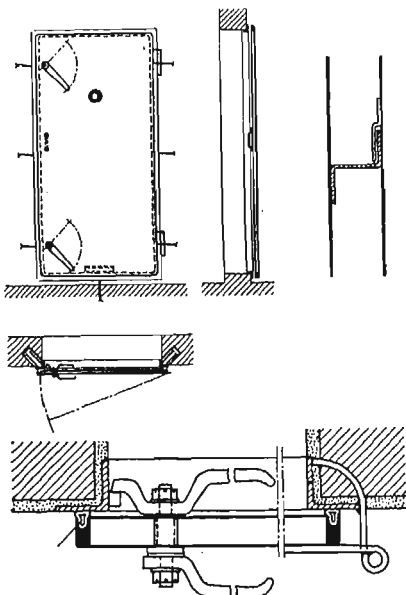
Rys. 15. Wnętrze schronu przeciwlotniczego. Dźwigary i podciągi stropu stalowe, filary murowane.



Rys. 16. Konstrukcja wzmacniająca schronu z dźwigarów, podciągów i słupów stalowych.



Rys. 17. Wzmocnienie konstrukcji schronu z ramownic stalowych spawanych.



Rys. 18. Drzwi schronowe gazoszczelne o konstrukcji stalowej i podwójnej ścianie.

II. Stal w budowie schronów przeciwlotniczych

1. Schrony w budynkach mieszkalnych

Schrony przeciwlotnicze mają na celu ochronę ludzi przed działaniem lotniczych środków bojowych. Zależnie od wytrzymałości rozróżnia się pomieszczenia uszczelnione, schrony wytrzymałe 1. stopnia i schrony wytrzymałe 2. stopnia.

Pomieszczenia uszczelnione wytrzymać mają słabe podmuchy bomb burzących i nie przepuszczać gazów. Schrony wytrzymałe 1. stopnia, wykonywane normalnie w zwykłych budynkach użytkowych, odporne być muszą na działanie podmuchu małych bomb i średnich, działanie gazu i zapewnić gazoszczelność. Znajdują się one zwykle w budynkach chronionych przed bombami zapalającymi. Schrony wytrzymałe 2. stopnia, znosić winny oprócz powyższych działań jeszcze bezpośrednie działanie większych bomb lotniczych.

Ustawa o przygotowaniu O. P. L. przewiduje wykonanie schronów w każdym większym budynku mieszkalnym. Według § 39 ustawy:

„budynki mieszkalne nowowznoszone, o kubaturze przewyższającej 2.500 m³ posiadać powinny schrony przeciwlotnicze, przeznaczone dla osób zamieszkujących dany budynek”.

Równocześnie § 40 p. 1. — 7. tejsze ustawy podaje szczegółowe wskazania dotyczące rozmiaru, obliczania i konstrukcji schronów w domach mieszkalnych.

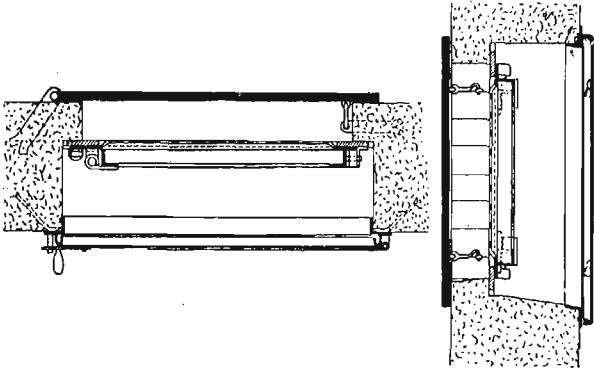
Zwykle, schrony przeciwlotnicze w budynkach mieszkalnych i użytkowych wykonuje się pod poziomem terenu, w piwnicy, jakkolwiek rozważana była wśród fachowców również możliwość wykonania schronów w wysokich budynkach w formie klatki pionowej, umieszczonej wewnątrz budynku i odpowiednio zabezpieczonej.

Stropy schronów mają za zadanie powstrzymać gruzy wyższych pięter, przy czym konstrukcja ich musi być tego rodzaju, by niemożliwe było powstawanie rys i nieszczelności stropu pod wpływem wstrząśnień spowodowanych wybuchem bomb. Wymiary stropów dyktowane są wielkością obciążenia, które należy przyjmować wg przepisów w zależności od ilości kondygnacji, które znajdują się ponad stropem.

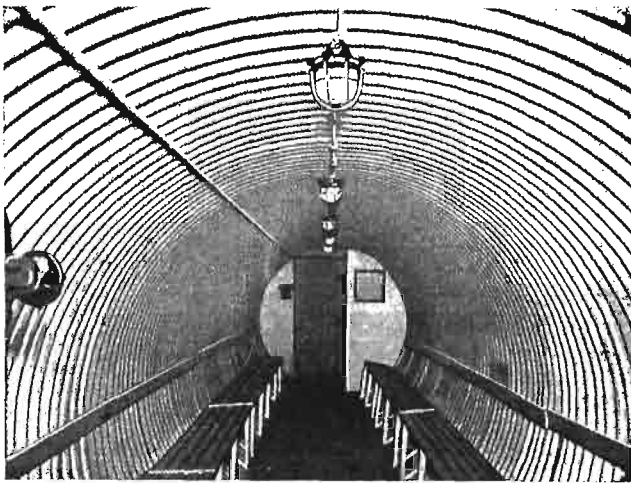
Dla stropów narażonych na bardzo duże obciążenia, stosuje się w schronach ruszt z dźwigarów stalowych, gęsto obok siebie ułożonych i usztywnionych wzajemnie poprzecznie. Przestrzeń pomiędzy dźwigarami wypełnia się betonem. Stropy tego typu wykonuje się dla większych rozpiętości i w tych wypadkach, gdy nie można stosować podpór pośrednich w większej ilości. Jednym z prostszych typów stropów przeciwlotniczych jest strop z dźwigarów stalowych z wypełnieniem z blach falistych oraz warstwą betonu ponad blachami. Górną powierzchnię stropu zabezpiecza się wówczas specjalną powłoką przed przenikaniem chemicznych środków bojowych. Zamiast blach falistych można również użyć zwyczajnych blach stalowych.

W istniejących budynkach stropy pomieszczeń, które mają być zamienione na schrony, wzmacnia się albo przez dodanie podciągów i podpór, albo wykonuje się zupełnie nowy strop pod już istnie-

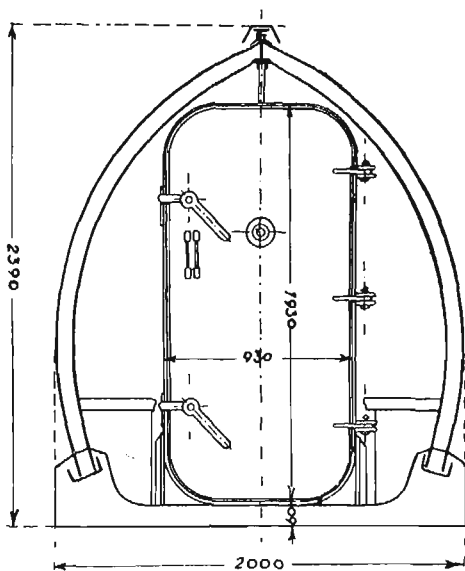
jącym z gęsto obok siebie ułożonych dźwigarów stalowych, wspartych na murach lub w razie potrzeby na dodatkowych podciągach i słupach. Odstęp dźwigarów wynika z założeń przyjętych do obliczeń. Bardzo często konstrukcję tego rodzaju stropów stanowią płyty żelbetowe, wsparte na dźwigar



Rys. 19. Okno schronu o konstrukcji stalowej, gazoszczelne i przeciwołamkowe.



Rys. 20. Wnętrze schronu stalowego z blach falistych. Przekrój kołowy.



Rys. 21. Przekrój schronu stalowego z blach falistych. Przekrój ostrołukowy.

ach stalowych. Pola między dźwigarami wypełnić można również blachami stalowymi, przy czym wolną przestrzeń między blachami a starym stropem wypełnia się betonem. Przy większych obciążeniach podpira się dźwigary stropowe ramownicami, ze specjalnie wzmocnionymi węzłami.

Stropy o konstrukcji stalowej są szczególnie korzystne w tych wypadkach, gdy wysokość budowlana stropu jest ograniczona, bowiem stropy tego rodzaju posiadają stosunkowo nieznaczną grubość.

Ściany schronów muszą stanowić dostateczną ochronę przed działaniem bomb, a więc podmuchem, odłamkami i gruzem oraz uniemożliwiać przedostawanie się chemicznych środków bojowych do wnętrza schronu. Schrony piwniczne niedostatecznie zagłębione pod poziomem terenu muszą być z tego powodu osłonięte dodatkowo nasypaniami, a fundamenty specjalnie zabezpieczone. Z tego też powodu, wzmacnia się ściany schronów zbrojeniem z drutów stalowych lub siatki rozciągniętej, ewentualnie nawet płytami stalowymi.

Drzwi schronów dla zapewnienia dostatecznego bezpieczeństwa winny być:

- gazoszczelne,
- wytrzymałe na działanie podmuchu,
- odporne na odłamki,
- niezawodne w działaniu i łatwe do uszczelnienia,

- lekkie i łatwe przy zamykaniu i otwieraniu,
- odporne na wpływy atmosferyczne i proste w konserwacji.

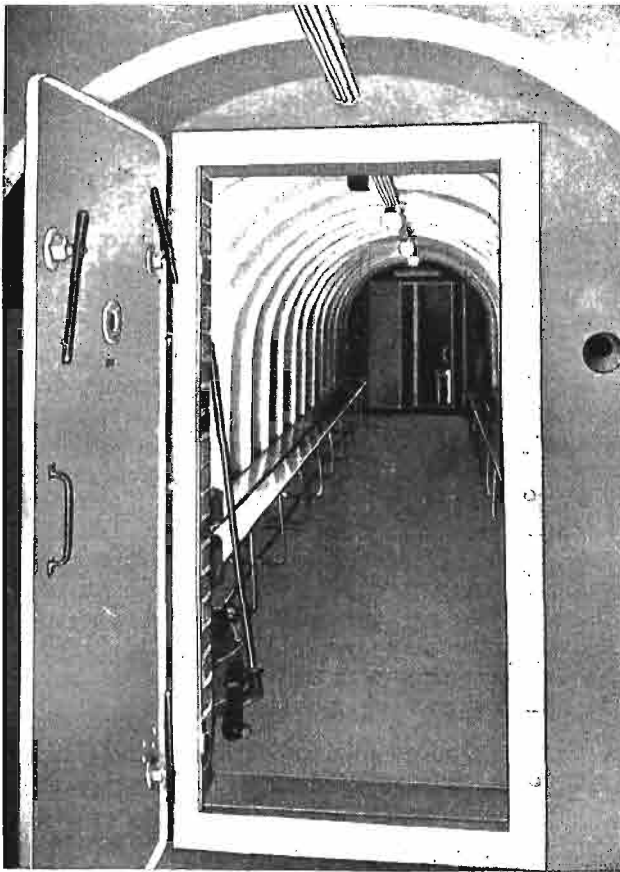
Wykonuje się je zwykle ze stali, przy czym grubość drzwi podmuchowych wynosi 2,5 — 3 mm, przeciwpodmuchowych 15 — 20 mm, a wymiary dostosowane są do handlowych wymiarów blach. Płaszczyznę ściany usztywnia się dodatkowymi stężeniami, a płaszczyzny przylgowe i futryny wykonuje się ze stali profilowej, przy czym połączenia konstrukcyjne nie mogą być ani nitowane, ani łączone śrubami. Osadzenie futryny takie, by drzwi otwierały się na zewnątrz i były dociskane przez podmuch, a kotwy nie przenosiły działania podmuchu. Zamknięcie przeważnie dociskowe, podwójne i niezależne. Zawiasy dostatecznie mocne dla przeniesienia sił podmuchu i docisku zamykania.

Okna schronów, które spełniać mają analogiczne zadania jak i drzwi, konstruuje się odmiennie, a mianowicie z dwu części. Zewnętrzna stanowi ochronę przeciw odłamkom i wykonana być może albo jako okiennica z blachy 20 mm grubej, oparta na murze, albo jako ruszt z prętów stalowych profilowych lub zwykłych, ujętych w zamykaną ramę. Wewnętrzna część wykonuje się jako zamknięcie gazoszczelne z blachy stalowej co najmniej 3 mm grubej, które otwierane jest do wewnątrz.

Oprócz okien i drzwi wykonuje się ze stali zamknięcia wyjść zapasowych. Ponieważ zamknięcia te ułożone są poziomo u wylotu szybów wyjściowych, posiadają od góry poziome okno przeciwołamkowe z kraty stalowej oraz zamknięcie dzwonowe z blachy, z uszczelnieniem wodnym. Zamknięcie to zakłada się dopiero w czasie napadu lotniczego.



Rys. 22. Ścianka działowa i drzwi w schronie stalowym z blachy falistej.



Rys. 23. Wnętrze schronu stalowego z blach płaskich łączonych na nakładki.

Poza tym ze względu na łatwą odkazalność i trwałość wykonuje się ze stali prawie wszystkie części wewnętrznego wyposażenia schronów jak meble, naczynia itp.

2. Schrony wolnostojące o konstrukcji stalowej.

Bardzo często zachodzi konieczność wykonania schronów jako budowli samoistnych. Ma to na przykład miejsce w zabudowaniach przemysłowych na placach publicznych itp. Schrony tego typu buduje się zwykle pod poziomem terenu i chroni od góry dostateczną warstwą nasypu ziemnego. Budowa schronów murowanych czy żelbetowych tego typu nie różni się niczym od schronów w budynkach mieszkalnych.

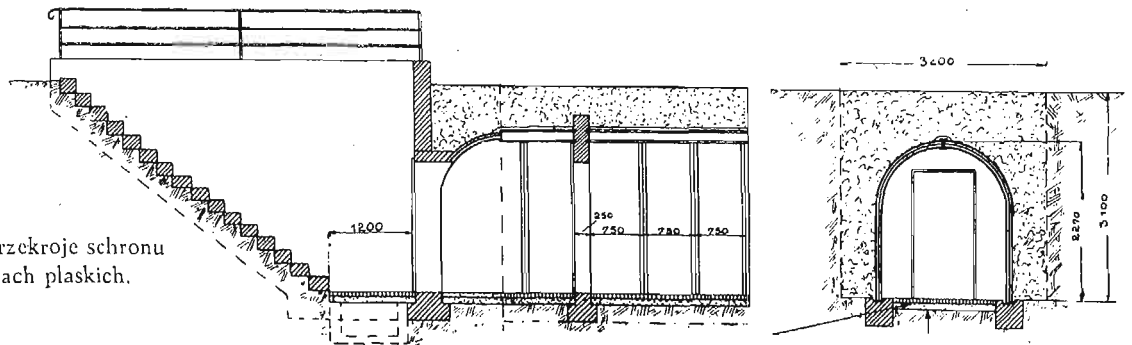
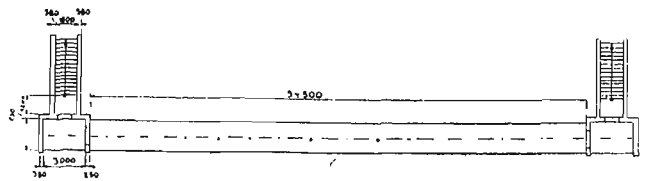
Odmienne natomiast buduje się schrony o konstrukcji całkowicie stalowej, które charakteryzują się tym, że są:

- elastyczne i wytrzymałe,
- gazoszczelne,
- odporne na ruchy gruntu,
- lekkie i łatwe w transporcie i montażu,
- nadają się do produkcji seryjnej,
- można je łatwo rozszerzać i zmieniać,
- budować je można niezależnie od stanu pogody.

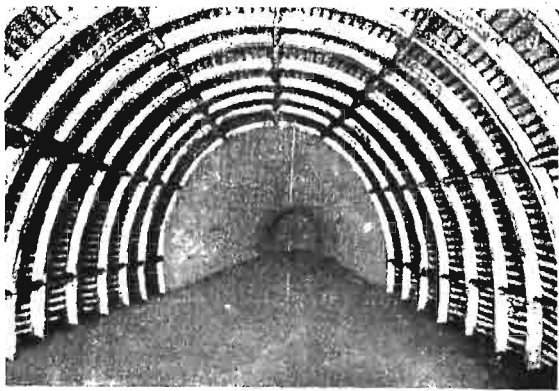
Według użytego materiału można schrony wolnostojące o konstrukcji stalowej podzielić na: schrony z blachy i schrony z profilów walcowanych oraz giętych z blach.

a) Schrony z blach stalowych

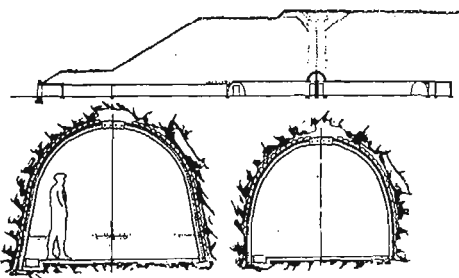
Typowym schronem tego rodzaju jest schron w kształcie sztolni o przekroju kołowym, średnicy 2,5 m i ścianach z ocynkowanej blachy stalowej falistej. Poszczególne arkusze blachy łączy się na zakładach gazo- i wodoszczelnie. Dzięki nadaniu schronom przekroju rurowego, podnosi się ich wytrzymałość na działanie bomb. Pojedyncze pomieszczenia schronowe tego typu łączyć można w razie potrzeby w duże zespoły, przez wbudowanie korytarzy łączących. Schron ten zmontowany jest całkowicie w warsztacie, a długość jego dobrać można w zależności od potrzeby. Ścianka blaszana, która oddziela komorę wentylacyjną od właściwego schronu, posiada drzwi skrzydłowe. Ustęp oddzielony jest od komory wentylacyjnej i od właściwego schronu również ścianką blaszaną. Inny typ



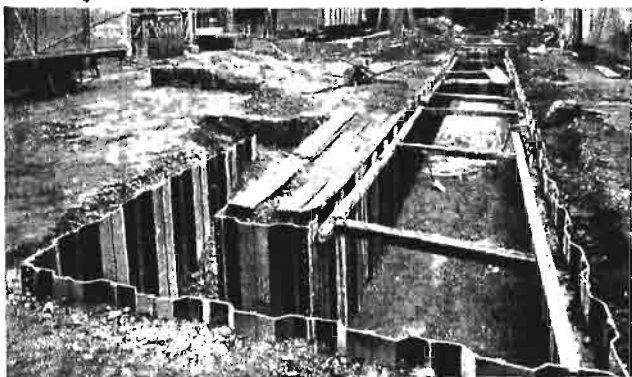
Rys. 24. Rzut i przekroje schronu stalowego z blach płaskich.



Rys. 25. Widok schronu stalowego o konstrukcji sztolniowej. Wiązany z profili, wypełnienie z dyli stalowych.



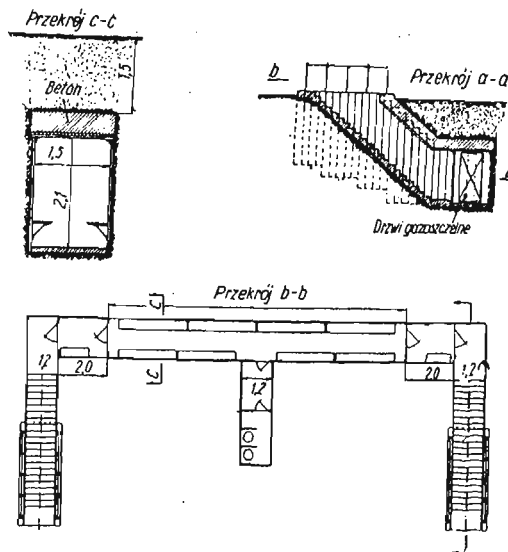
Rys. 26. Przekrój przez główne pomieszczenie i przedsionek schronu stalowego o konstrukcji sztolniowej.



Rys. 27. Schron ze stalowych pali szpuntowych w czasie budowy.

schronu tego rodzaju przedstawia urządzenie, w którym przekrój poprzeczny stanowią dwa łuki, przecinające się u wierzchołka. Obie ściany łukowe z blach stalowych łączy u szczytu dźwigar dwuteowy, przebiegający wzdłuż całego schronu. Stopy ścian ujęte są w ceowniki, osadzone w betonie podłogi. Celem zapewnienia wodo- i gazoszczelności, zalewa się spoiny blach szczeliwem asfaltowym.

W schronie opisanego typu można używać zamiast elementów ściennych z blach falistych, również elementów ze zwyczajnej blachy. Przeznaczone to do tego celu arkusze blachy o grub. ok. 3 mm i szerokości ok. 750 mm posiadają na brzegach specjalnie zakładki, umożliwiające wzajemne szczelne łączenie blach, a powstałe w ten sposób żeberka wzmacniają ścianę schronu. Schrony tego rodzaju (typu „stalowo-nakładkowego”) wykonane z ele-



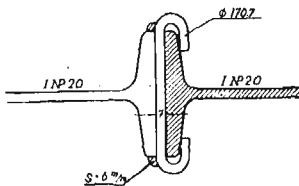
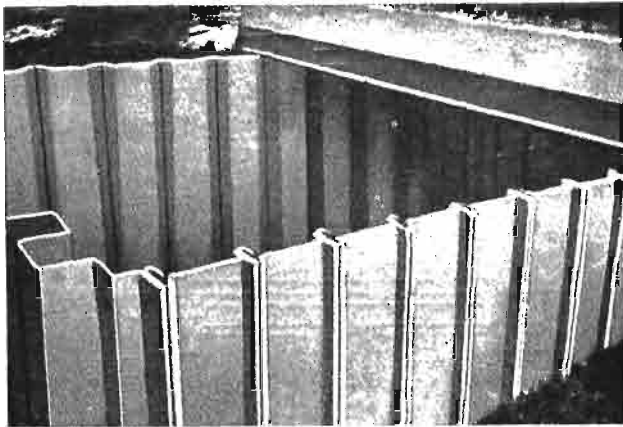
Rys. 28. Rzut i przekroje schronu ze stalowych pali szpuntowych.



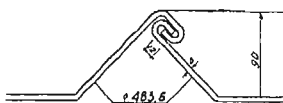
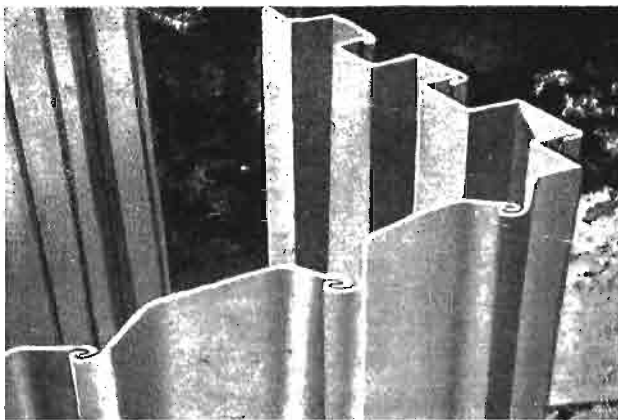
Rys. 29. Wnętrze schronu ze stalowych pali szpuntowych.

mentów blaszanych, tworzą konstrukcję wodoo- i gazoszczelną. Styki szczytowe blach łączy się podobnie jak w schronie z blach falistych podłużnym dźwigarem usztywniającym, a dolne końce wsparte są na dwu równoległe biegnących ceownikach. Prześwit schronu u podstawy wynosi ok. 4 m.

W wypadku, gdyby opisane wyżej schrony, musiały być montowane cały czas pod ziemią (ulice) lub gdyby ściany z blach stalowych były dla ustalonych wymagań niedostatecznie wytrzymałe, wykonuje się schrony te jako sztolniowe, systemem górniczym. Konstrukcję nośną schronu stanowią wówczas żebra więzarkowe z profili walcowanych, a wypełnienie ścian poziomo biegnące dyle stalowe. Uszczelnienie schronu musi tu być bardziej staranne.



Rys. 30. Ściana schronu ze stalowych pali szpuntowych walcowanych.



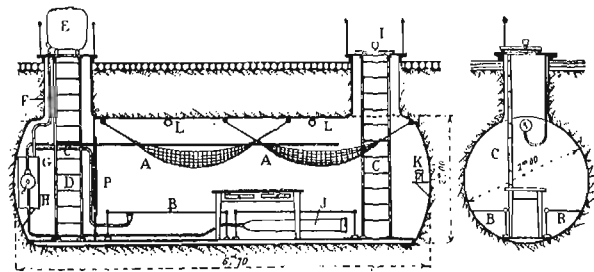
Rys. 31. Ściany schronu ze stalowych pali szpuntowych giętych z blach.

b. Schrony z profili walcowanych i giętych z blach

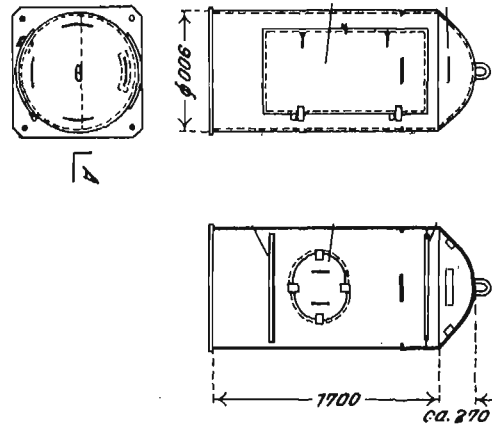
Ustrój schronów tego typu opiera się na zupełnie innej zasadzie niż poprzednio. Strop i ściany schronu ukształtowane są w tym wypadku jako odrębne elementy, wykonane jednakże z tych samych zasadniczych części, tzn. z profili walcowanych lub giętych z blach.

Schrony tego rodzaju wykonuje się z pojedynczych elementów stalowych, które zabija się szczelnie obok siebie na głębokość około 1 m poniżej poziomu podłogi i tworzy w ten sposób ściany schronu. Następnie wybiera się ziemię pomiędzy ścianami, betonuje podłogi i układa strop, również z profili stalowych. Celem wzmocnienia stropu pokrywa się go warstwą uzbrojonego betonu. Nasyp ziemny służy do zamaskowania schronu.

Do budowy schronów tego typu najlepiej nadają się stalowe pale szpuntowe, ze względu na ich wysoką wytrzymałość i bezwzględną szczelność.



Rys. 32. Schron rurowy z blach stalowych.



Rys. 33. Komora schronowa dla jednej osoby z blachy stalowej.

Różne wymiary i kształty pali szpuntowanych pozwalają łatwo na dostosowanie ich do różnych wielkości i typów schronów.

Schrony takie wykonywać można również ze zwyczajnych dźwigarów dwuteowych, zaopatrzonych zamkami uszczelniającymi z blach przyspawanych do stopek.

Zamiast profili walcowanych użyć można do budowy ścian i stropów schronu stalowego, profili giętych z blach. Profile te, zbliżone kształtem do pali szpuntowanych, są jednak od tych ostatnich lżejsze i posiadają jednostajną grubość i łagodne krawędzie. Przez odpowiednie zagięcie profili uzyskuje się możliwość wzajemnego łączenia elementów i ich uszczelnienia.

Konstrukcje wyżej opisane są najbardziej typowe dla schronów przeciwlotniczych, wykonywanych z elementów stalowych. Istnieje jednak jeszcze cały szereg innych pomysłów wykonania schronów o konstrukcji stalowej. Jako jeden z nich przytoczyć można schron ze stali o wysokiej wytrzymałości, wykonany w kształcie walca, zaopatrzonego w dwa wejścia zamykane od góry szczelnymi przykrywkami. Schrony tego typu przy mniejszych rozmiarach mogą być w całości zmontowane w warsztacie i przewiezione na miejsce zabudowania. Poszczególne elementy schronu łączy się przy pomocy spawania. Głębokość zabudowania schronów w ziemi jest dowolna, przy czym w zależności od potrzeby cylindryczne szyby wejściowe przedłuża się przez nałożenie dodatkowych pierścieni. Normalny typ tego schronu o wymiarach 6,70 × 2,00 m pomieścić może 10 osób. Zamieszczone w schronie butle tlenowe dostarczają powietrza, a niezależnie od tego schron zaopatrzone jest w urządzenia wentylacyjne, połączone z filtrem.

Zagranicą rozpowszechniły się również prze-nośne gazoszczelne komory schronowe, wykonane z blachy stalowej. Znajdują one zastosowanie głównie w przemyśle. Komory takie w kształcie pudła lub dzwonu pomieścić mogą dwie osoby. Mają one zastosowanie w wypadkach gdy chodzi o zabezpieczenie obsługi dozorującej ważniejsze urządzenia, które nawet w czasie nalotu nie mogą zostać bez nadzoru.

—oOo—

Inż. MIECZYŚLAW ROGOWSKI

Z przytoczonych przykładów widać, jak po-czesne miejsce w budownictwie przeciwlotniczym zajmuje s t a l. Znajduje ona szerokie zastoso-wanie jako zasadniczy i pomocniczy materiał w ustrojach nośnych i wyposażeniach budowli oraz schronów, wszędzie gdzie chodzi o jak najdalsze uwzględnienie wymagań O. P. L. Toteż należy li-czyć się z tym, że znaczenie jej jako materiału kon-strukcyjnego wzrastać będzie stale w miarę rozwoju budownictwa przeciwlotniczego.

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych.

KONSTRUKCJE BUDOWLANE W WARUNKACH POŻARNICZYCH

Celem mojego referatu jest zapoznanie Kole-gów z zachowaniem się poszczególnych części kon-strukcyj pod wpływem pożaru, który ze wszystkich czynników zewnętrznych, oddziałujących na bu-dowlę ma wpływ niewątpliwie największy. I cho-ciaż wypadki pożaru nie są na szczęście wypadkami codziennymi, to jednak każda z budowli narażona być może na destrukcyjne działanie tego właśnie czynnika, jakim jest pożar, a zwłaszcza w czasie wojny.

Zniszczenia pożarowe w budowlach wywołane są przede wszystkim działaniem wysokiej tempera-tury, która jak wiadomo wynosi przeciętnie około 700 stopni, zaś czasem sięga nawet powyżej 1000 stopni. Pożary wywołujące temperaturę 500 stop- ni zalicza się do pożarów niedużych, szybko opano-wanych przez straż pożarną lub innych ratowni-ków. Już te zasadnicze dane wskazywać muszą na warunki ciężkie dla konstrukcji, zwłaszcza wów- czas, gdy temperatura ta utrzymywać się będzie w ciągu dłuższego okresu czasu (np. kilka godzin), wówczas bowiem nie tylko części palne konstrukcji muszą ulec zniszczeniu, ale i części niepalne uszka- dzają się poważnie, naruszając równowagę ustroju.

Niestety należy stwierdzić, że przy projekto-waniu i wznoszeniu budowli rzadko bierze się pod uwagę ten ważny czynnik, jakim w życiu konstruk- cji może być pożar, uważając go za zjawisko przy- padkowe, którego pastwą w większym lub mniej- szym stopniu budynek paść musi. Tymczasem sto- sując odpowiednie zabezpieczenia do odpowiednich części konstrukcyj można te zniszczenia doprowa- dzić do takich rozmiarów, w których zachwianie się równowagi ustroju nie nastąpi. Jest to jedno- cześnie pierwsza i główna zasada zabezpieczenia konstrukcyj przed pożarem.

Jeżeli będziemy mieli pewność, że równowaga ustroju zostanie zachowana, będziemy dalej starali się o takie zabezpieczenie części konstrukcyj, aby zniszczenia pożarowe były jak najmniejsze. Będzie to drugą zasadą przy uodpornianiu budowli na ogień.

Czasem zdarza się wobec np. konieczności użycia materiałów palnych do konstrukcji lub z in- nych względów, że nie potrafimy tak uodpornić budowli, aby jej równowaga statyczna zachwiana nie została lub też aby zniszczenia nie przybrały większych rozmiarów. Wówczas uciekamy się do

trzeciego sposobu — takiego oddzielenia budowli sąsiednich od siebie lub podziału budowli na części ogniowo od siebie niezależne, aby pożar umiejscó- wił się tylko pomiędzy przegrodami.

Osobnym działem w budownictwie jest *dział instalacyj przeciwpożarowych*, uruchamianych ręcz- nie lub automatycznie oraz instalacyj alarmowych. Wreszcie rozpatrując sprawy pożarowe w budow- lach natkniemy się na dział specjalny — *wyjść z po- mieszczeń zagrożonych pożarem*, niedość szczegó- łowo ujęty w naszym ustawodawstwie, zwłaszcza jeżeli chodzi o zakłady przemysłowe. Te wszystkie przesłanki dowodzą, że zagadnienia pożarowe są dość obszerne, tak obszerne, że trudno byłoby ująć je treściwie w jednym referacie. Dlatego też muszę ograniczyć swoje dowodzenia do dziedziny czysto budowlanej, do zagadnień z zakresu odporności konstrukcyj na działanie pożaru.

Przyjrzyjmy się przede wszystkim zachowaniu się poszczególnych konstrukcyj podczas pożaru. Rozpowszechnienie konstrukcyj stalowych w bu- downictwie wywołało jednocześnie głosy przeciwko bezkrytycznemu stosowaniu konstrukcyj stalowych nieosłoniętych w większych budowlach, które w wielu przypadkach było przyczyną poważnych u- szkodzeń tych budowli podczas pożaru. Zarzuty te poczęli odpieierać szkieletowcy, atakując jednocześ- nie przeciwstawiany konstrukcjom stalowym żel- bet¹⁾.

Jako punkt wyjścia „szkieletowcy“ obrali so- bie doświadczenia prof. Woolsona (Stany Zjedn.) z roku 1905-go. Ów badacz podał w *Proceeding of the american Society for testing materials*, iż współ- czynnik sprężystości betonu przy temperaturze 400^o wynosi zaledwie 1/8 normalnego, zaś przy 500^o zbliża się do zera. Wobec tego przy działaniu dłuż- szego ognia o temperaturze powyżej 500^o, beton powinien skruszyć się pod działaniem ciężaru wła- snego i użytkowego i obnażyć pręty żelazne, zato- pione w nim, a żelazo traci wytrzymałość w ogniu w stopniu daleko większym, niż beton, przeto cała konstrukcja powinna się zawalić, lub co najmniej doznać trwałych uszkodzeń, zmniejszających znac- nie wytrzymałość zespołu żelbetowego.

¹⁾ por. autora: *Ogniotrwałość dużych konstrukcyj bu- dowlanych*, Przegląd Pożarniczy, Nr 6 r. 1932.

Tymczasem praktyka i dalsze badania wykazały zupełnie co innego, bo chociaż jeden z głównych zwolenników konstrukcji szkieletowych — inż. van Genderen Stort (Holandia) przytoczył kilka przykładów poważnych uszkodzeń podczas pożaru zespołów żelbetowych, to przykłady te nie mogą potwierdzać jego reguły, ze względu na to, iż dotyczyły budowli nie całkowicie żelbetowych. Natomiast cały szereg wypadków, podanych w *Deutsche Ausschuss für Eisenbeton* oraz przez *Bottkego* w *Beton und Eisen* (Heft 10) wykazują niezwykłą odporność na ogień żelbetu. Doświadczenia *A. Hulla*), poczynione nad ogniotrwałością materiałów budowlanych oraz doświadczenia nad słupami, przeprowadzone przez laboratorium amerykańskich Testów ubezpieczeń od ognia, wysunęły żelbet na pierwsze miejsce wśród niepalnych zespołów budowlanych. Zwłaszcza ostatnie doświadczenia amerykańskie dały ciekawe wyniki, zestawione w skróceniu poniżej, a zaczerpnięte z pracy nestora żelbetnictwa prof. dr *Fritza Empergera* (*Der Feuertchutz von Gerippebauten nach amerikanischen Versuchen, Beton und Eisen, Heft 13, rok 1931*).

Przy doświadczeniach tych wychodzono słusznie z zasady, iż badania, przeprowadzane na próbkach, jak to czynił zresztą prof. Woolson, nie dają wyników miarodajnych. Zbudowano przeto specjalny piec, w który wstawiano słupy o różnych złożonych przekrojach i długości 3,60 m i poddawano je działaniu temperatury 1000° w ciągu 8. godzin. Słupy były obciążone tak, że znajdowały się one w warunkach najbardziej zbliżonych do warunków, panujących podczas pożaru. Podane wykresy określają przeciąg czasu, w jakim dany słup wytrzymał bez deformacji obciążenie, równe obciążeniu dopuszczalnemu, tj. w założeniu pięciokrotnej pewności wytrzymałości przekroju. Okazało się, że słupy stalowe²⁾ z żeliwa i rur stalowych nieosłoniętych zachowywały się gorzej od słupów drewnianych. Natomiast słupy żelbetowe wytrzymały doskonale wszystkie próby w ciągu 8. godzin, zachowując jeszcze wytrzymałość ok. 100 ton na przekrój. Ten charakterystyczny wykres uwypukla najlepiej cechy ogniotrwałości żelbetu.

W ten sposób żelbet staje się tym cudownym zlepkiem dwóch materiałów o mniejszej ogniotrwałości, które razem tworzą materiał znacznie bardziej ogniotrwały. Dzieje się to dlatego, że, zarówno żelazo, jak i beton współpracując, wspierają się razem, nie tylko przeciw obciążeniom zewnętrznym, ale i przeciw ogniewi. Żelazo stanowi ten sprężysty szkielet, podtrzymujący siłę w kruszącym betonie, beton zaś wzamian nie dopuszcza do żelaza ciepła, na które jest ono bardzo wrażliwe. I ten sam prof. Woolson, którego doświadczenia starają się zwolennicy konstrukcji żelaznych obrócić przeciw żelbetowi, poczynił bardzo ciekawe badania nad przenikaniem ciepła w głąb betonu, przy czym podczas pięciogodzinnego działania ognia o temperaturze 816°, temperatura w głębokości 2,5 cm wynosiła 593°, zaś w głębokości 17,8 cm zaledwie 227°. Jak widać z tego, beton jest dobrą osłoną

od ciepła zewnętrznego; poza tym, jak wykazują badania prof. *W. Paszkowskiego*, poczynione w jednej z fabryk, uległej spaleniowi podczas wojny, beton nie odpada całkowicie od prętów żelaznych, lecz tworzy na nich coś w rodzaju żużła stopionego, który w dalszym ciągu służy jako warstwa izolacyjna od ciepła zewnętrznego. To odpadanie betonu ma zresztą miejsce prawie wyłącznie i jedynie w warstwie izolacyjnej, pokrywającej pręty żelazne. Błędne jest więc twierdzenie ogólne, iż beton po pewnym czasie kruszeje i odpada, jak to niektórzy sądzą, gdyż jak widzimy, beton zachowuje się różnie w różnych swych głębokościach.

Moje spostrzeżenia z kilku pogorzeli w budynkach o konstrukcji żelbetowej zdarzają się z doświadczeniami amerykańskimi i ze spostrzeżeniami prof. Paszkowskiego. Miałem przy tym sposobność obserwacji budowli, w których panował bardzo silny pożar w ciągu dłuższego czasu (w pewnym młynie i w fabryce lakierów). We wszystkich tych przypadkach nie stwierdziłem naruszenia równowagi ustroju, to jest zawalenia się konstrukcji żelbetowej. Uszkodzenia polegały na odpadnięciu zewnętrznych warstw betonu od wkładek stalowych (głównie na narożnikach słupów) oraz na charakterystycznych rysach, przy czym wygięcie prętów stalowych nie stwierdziłem. Rysy w belkach jednoprzęsłowych powstały pośrodku belki, zaś w belkach dwuprzęsłowych — w miejscach, odpowiadających mniej więcej zmianie momentu gnącego. Słupy i części pionowe ram żelbetowych nie zarysowały się nigdzie.

Z powyższych i różnych innych spostrzeżeń wysnuć można wniosek, że żelbet jest najbardziej odpornym materiałem na działanie wysokiej temperatury pożarowej, zwłaszcza w pomieszczeniach stosunkowo niskich, narażonych na możliwość silnego i długotrwałego ognia i trudno dostępnych dla strażnicy pożarowej. Poza tym możemy stwierdzić, że:

1) ramowa konstrukcja budowli sprzyja jej wytrzymałości na ogień, bez względu na to, czy mamy do czynienia ze szkieletem stalowym (oczywiście osłoniętym) czy żelbetowym;

2) budowle przeznaczone na biura, hotele, lub na zakłady przemysłowe, przerabiające wyłącznie materiały niepalne, mogą posiadać konstrukcję ramową stalową pod warunkiem, że:

a) konstrukcja stalowa nośna będzie całkowicie osłonięta odpowiednio wytrzymałym na ogień materiałem,

b) dłuższe budynki będą podzielone na części odpowiednio wykonanymi ogniomurami,

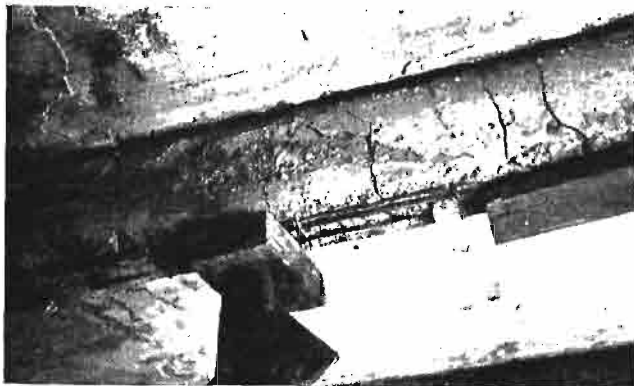
c) schody budynków będą ogniotrwałe w klatkach odosobnionych ogniotrwałych,

3) stropy niepalne, aby spełniały rolę poziomych przegród pożarowych, nie mogą mieć żadnych otworów niezabezpieczonych,

4) przerwy dylatacyjne, dotychczas projektowane i wykonywane nie zawsze odgrywają swą rolę podczas pożarów,

5) winna być zwrócona uwaga na odpowiednie zabezpieczenie konstrukcji dachowej, aby w wypadku pożaru zmiany w niej nie wywoływały naprężeń zagrażających konstrukcji ramowej z nią związanej. Najlepiej w tym przypadku zachowują się wiązary żelbetowe.

²⁾ *A. Hull*. A comparison heat insulating properties, 1919.



Fot. 1. Belka jednoprzęsłowa po silnym pożarze.

Sposoby i zasady zabezpieczenia drewnianych i stalowych części konstrukcji nośnych omawiane były już w innych referatach. Dlatego też ograniczę się tylko do omówienia sprawy zastosowania tych czy innych osłon w konstrukcjach.

Jeżeli stwierdziliśmy, że konstrukcje żelbetowe są najwięcej odpornymi konstrukcjami na działanie pożaru, to nie znaczy jednocześnie, abyśmy wyciągali wniosek, iż tylko konstrukcje żelbetowe należy wszędzie stosować. Poza względami bowiem



Fot. 2. Belki dwuprzęsłowe po pożarze.

na bezpieczeństwo pożarowe, cały szereg innych przyczyn (np. natury ekonomicznej) przemawiać będzie za zastosowaniem innych rodzajów konstrukcji. Jeżeli potrafimy je odpowiednio osłonić przed działaniem wysokiej temperatury, to zagad-

Inż. PIOTR ZAREMBA

UNIEZALEŻNIENIE OBRONY POŻAROWEJ BUDYNKÓW MIEJSKICH OD WODY WODOCIĄGOWEJ

Konieczność zapewnienia większym miastom wystarczającej ilości wody do celów pożarowych zmusza do postawienia sobie pytania jak wyglądać będzie walka z ogniem w razie częściowego lub całkowitego zniszczenia sieci wodociągowej.

Ewentualność ta jest niestety bardzo prawdopodobna przy każdym napadzie lotniczym względnie przy sabotażu urządzeń wodociągowych. Jest to tym groźniejsze, że właśnie ów napad, który odetnie dopływ wody do miasta, może spowodować gęste skupienie pożarów, gaszenie których bez wody będzie wykluczone.

nienie nasze będzie rozwiązane. Chodzi tylko o to, gdzie i jakie zabezpieczenia będziemy stosować.

Aby zorientować się w tym względzie, musimy przy każdej wznoszonej budowlі określić jej charakterystykę pożarową, która zależeć będzie przede wszystkim od ilości materiałów palnych, jakie mają znajdować się w danej budowlі. Stąd wyliczyć możemy przypuszczalną temperaturę pożaru i czas jej trwania. Jeżeli teraz posegregujemy sobie wszelkie budowle na grupy, zależnie od wytrzymałości ogniowej, to z tego podziału będziemy mogli wybrać tę czy inną konstrukcję, która odpowiadałaby założeniom bezpieczeństwa pożarowego.

Na podstawie własnych obserwacji różnych budowli i ich zachowania się podczas pożarów, ułożyłem następującą tabelkę z podziałem na grupy:³⁾

Grupa I. Stropy, dachy i słupy (ramy) żelbetowe lub z częściami stalowymi dobrze osłoniętymi (wyprawa 3 cm na siatce, beton, celolit, gazobeton, cegła itp. osłony).

Grupa II. Stropy, dachy i słupy wykonane wyłącznie z materiałów niepalnych z zastosowaniem żelaza kształtowego do konstrukcji nośnej (stropy Kleina, Akermana, Isteg i podobne, sklepienia na belkach stalowych, dachy na więzarach stalowych) z częściami stalowymi nieosłoniętymi lub osłoniętymi słabo.

Grupa III. Konstrukcje drewniane ścian stropów lub dachów, zabezpieczone osłonami (heraklit, mastewal i podobne, wyprawa na siatce, cegła).

Grupa IV. Konstrukcje drewniane stale impregnowane na ogień środkami chemicznymi.

Grupa V. Konstrukcje drewniane ze zwykłym tynkiem, malowane lub bez żadnych zabezpieczeń.

³⁾ Patrz autora: *Budowle w ogniu*, Przegląd Bezpieczeństwa Pracy Nr 3, r. 1938.

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych.

Względy te zmuszają do poddania rewizji pewnych zdawałoby się już ustalonych dogmatów techniki i szukania nowych sposobów wyjścia z tej sytuacji.

Jest rzeczą niewątpliwą, że silnym atutem walki z ogniem jest ognioodporność samego budynku. Niemniej jednak sprawy wyżej poruszone są tak istotne, że warto im w ramach rozważań nad walką z ogniem poświęcić specjalną uwagę. Zaznaczam, że rozpatrywać będą sprawę tzw. *zaopatrzenia wodnego większego miasta*, które już posiada należycie działającą w okresie pokoju sieć wodociągową,

większość jednak zagadnień odpowiednio zmodyfikowanych, będzie aktualna i dla mniejszych miejscowości.

Nie jest celem mego referatu rozpatrywanie środków zaradczych, jakie należałoby zastosować, aby ochronić istniejące już projektowane obiekty wodociągowe od zniszczenia lub sabotażu. Wychozę z założenia, że sieć wodociągowa została zupełnie zniszczona i to na okres dłuższy. Sprawa dostarczania w tym czasie mieszkańcom miasta wody do picia jest zagadnieniem odrębnym, które znalazło już swe częściowe rozwiązanie w niektórych miastach. Woda do celów pożarniczych mimo braku wody wodociągowej musi być dostarczona w wystarczającej ilości na każde zawołanie; przedstawienie technicznej strony tego właśnie zagadnienia jest przedmiotem niniejszego referatu.

Niektóre większe miasta amerykańskie oraz Paryż posiadają już obecnie dwie zupełnie odrębne sieci wodociągowe. Jedna z nich dostarcza wody do celów gospodarczych i pożarowych czerpią ją z rzek lub kanałów żeglugi, — druga zaopatruje mieszkańców wyłącznie w wodę do picia. Ciśnienie w sieci gospodarczej jest nieznaczne; do gaszenia ognia powiększa się je przy użyciu motopompy. Sposób ten rozwiązałby doskonale sprawę bezpieczeństwa pożarowego, gdyby nie fakt, że tak jedne jak i drugie przewody znajdują się w tej samej galerii podziemnej (Paryż), tak że zniszczenie galerii powoduje uszkodzenie obu przewodów.

Miasta polskie takiego zróżniczkowania w porze wody nie znają. Środków finansowych na budowę drugiego wodociągu pożarowego nie ma. Konieczność jednak zabezpieczenia dostawy wody pożarowej istnieje i zmusza do projektowania takich urządzeń, które by mieściły się w realnych granicach budżetów miast, a dawałyby gwarancję pewnego działania, przy jednoczesnym wykorzystaniu wszelkich możliwych źródeł poboru wody.

Te motywy musi mieć na względzie projektujący urządzenia wodnopożarnicze. Odrzuciwszy z góry wszelką myśl wykorzystania wody wodociągowej podczas alarmu, należy dążyć do odkrycia, udostępnienia i gromadzenia wszelkich innych wód na obszarze miasta. Pracę projektanta utrudni brak przykładów już wykonanych urządzeń tego typu oraz mglistość i fragmentaryczność istniejących w Polsce i zagranicą instrukcyj i opisów. Wzmianki w literaturze fachowej są rzadkie i dopiero z ich treści można się domyślać właściwego przeznaczenia niektórych obiektów.

I. Wykorzystanie istniejących wód płynących

Studium należy rozpocząć od zbadania możliwości wykorzystania istniejących na terenie miasta wód płynących. W celu ułatwienia straży ogniowej dostępu do rzeki zaleca się wykonać u wylotów ulic (ale nie bezpośrednio przy przyczółkach mostowych) tzw. punkty wodne. Wykonać je można np. montując stalową rurę śred. 100 mm zaopatrzoną u dołu w kosz ssący, a u szczytu kończącą się hydrantem słupowym. Przy rzece prowadzącej nawet przy najniższym stanie jeszcze znaczne ilości wody, wystarczy sam kosz ssący, otoczony palisa-

dą. Przy rzece mniejszej zaleca się wykonać studzienkę zbiorczą, położoną w pewnej odległości od właściwego koryta rzeki, a połączoną z nurtem przewodem betonowym o znacznej średnicy. Studzienka ta, spełniająca równocześnie rolę osadnika winna być zaopatrzona w rurę ssącą z koszem i hydrantem.

Przy małych potokach prowadzących w okresie letnim nieznaczne ilości wody, należy dążyć do magazynowania stałego zapasu wody bądź to wykonując wspomnianą studzienkę, jako zbiornik o pojemności co najmniej 20 m³, bądź to spiętrzając wodę w potoku przy pomocy jazu stałego. Spiętrzenie to, wykonane w pasie zieleni publicznej pozwoli na gromadzenie znacznej ilości wody, wprowadzając jednocześnie nowe motywy do krajobrazu miejskiego. W razie trudności spiętrzenia wody na dłuższy czas — wystarczy wykonać mały jaz stały, który w razie potrzeby można podwyższyć przy pomocy dyli drewnianych, uprzednio przygotowanych, osadzonych w przewidzianych z góry wnękach betonowych.

W niektórych specjalnych wypadkach wystarczy umożliwienie łatwego dojazdu do rzeki motopompom pożarowym. Dojazd ten winien być tak zaprojektowany, aby wóz nie musiał zawracać nad rzeką, lecz mógł odjechać nie zmieniając kierunku jazdy.

Są to zalecenia zupełnie proste, które w specjalnej literaturze doczekały się już konkretnych rozwiązań. Niestety jednak większość miast rozwinięła się na terenach położonych zdala od rzek, najczęściej niebogaty w wodę. Zresztą wodę od dziecięcych lat konsekwentnie z miast usuwano, stawy zasypywano, potoki i strumienie wpuszczano do sieci kanałów ogólnospławnych lub wprost tworząno z nich kolektory kanalizacyjne, tracąc w ten sposób możliwość bezpośredniego użytkowania nieskażonej wody.

II. Zasady opracowania projektu zaopatrzenia wodnego

Wyznaczywszy zatem na planie danego miasta linie równoległe do brzegów rzeki, względnie nakreśliwszy koła dookoła punktów wodnych o promieniu równym przeciętnej długości węzów tłoczących straży ogniowej — uzyska się zasięg pożarowy rzeki lub potoku. Pozostałą część miasta należy zaopatrzyć w wodę z innych źródeł.

Należy przed wszystkim ustalić wytyczne odnoszące się do gęstości rozmieszczenia punktów wodnych na obszarze miasta i ich wydajności. Odstęp między punktami wodnymi zależy od stanu sprzętu pożarowego miasta, konfiguracji terenu, gęstości zabudowania, stopnia bezpieczeństwa pożarowego i ważności chronionych obiektów. Przy zabudowie zwartej można przyjąć, że odstęp w linii powietrznej dwóch punktów wodnych nie może przekroczyć 500 m. Analogiczna wartość przy zabudowie luźnej wzrosnąć może do 650 m z tym, że w żadnym wypadku odległość między punktami wodnymi nie może przekroczyć 800 m. Cyfry te są oparte na przeciętnym stanie taboru straży ogniowej większych miast. I tak np. do wartości 500

m można dojść drogą następującego rozumowania. Przy dobrym stanie węzów, motopompa może tłoczyć wodę na odległość do 400 m; założywszy, że w okresie wzmogonych pożarów będzie w użyciu również sprzęt drugorzędny, wartość tę zmniejszyć trzeba o 25%; — odległość 300 m mierzona w linii ulic zredukuje się do 250 m w linii powietrznej, co daje 500 m odległości między punktami wodnymi.

Wydajność punktów wodnych zależy od warunków lokalnych i nie da się ustalić w sposób definitywny. W pewnym konkretnym wypadku przyjęto, że punkt wodny ma zasilić co najmniej 2 pożary równocześnie, każdy zużywający 25 l/sek. wody. Dla punktów wodnych gęsto rozmieszczonych wystarczy niekiedy przyjęcie tylko jednego pożaru, zużywającego 25 l/sek. w czasie 2 godz., a przez trzecią godzinę — 10 l/sek. Zaznaczam, że są to przyjęcia, które wymagają porozumienia się z zainteresowanymi czynnikami, gdyż od tych danych zależy i koszt urządzenia. Ponadto należy liczyć się z wydajnością niektórych typów motopomp pożarniczych, które mogą przewyższyć wyżej podane cyfry, jak również i z możliwością stosowania tzw. oszczędnego gaszenia przez wydajniejsze rozpryskiwanie wody kosztem zwiększonego ciśnienia.

Dopływ wody do punktu wodnego odbywać się będzie grawitacyjnie. Jest to zasada, która daje dobre wyniki. Dopływ ten może odbywać się albo do studzienki, w której znajduje się rura ssąca, albo odbywać się będzie grawitacyjnie pod nieznacznym ciśnieniem z tym, że potrzebne ciśnienie pożarowe uzyska się w obu wypadkach przy pomocy motopompy.

Kilka lub kilkanaście punktów wodnych zainstalowanych na skrzyżowaniach ulic, w miejscach topograficznych najniższych, mogą być zasilane w wodę grawitacyjnie dopływającą z jednego centralnego zbiornika. Zbiornik taki obsługiwać będzie obszar nie większy jak 1,5 km². Każdy zbiornik może posiadać albo własne źródło poboru wody, albo też kilka zbiorników znajdujących się w danej dzielnicy zasilane być mogą np. wodą tłoczoną z rzeki, jeziora lub sztucznie wykopanych stawów. Kilka takich sieci przewodów tłoczących, zupełnie od siebie niezależnych, zaopatrzyć mogą w wodę zwarcie zabudowane dzielnice miasta.

Jest to ogólny schemat zaopatrzenia wodnego, który może ulec znacznym zmianom w razie możliwości bezpośredniego zasilania zbiorników lub punktów wodnych. Głównym jego elementem jest zbiornik wody pożarowej.

III. Zbiorniki otwarte

Woda w połączeniu z zielenią tworzy wdzięczny motyw w urbanistyce. Zbiorniki przeciwpożarowe mogą być wykonywane jako otwarte tafle wody, otoczone zielenią i kwiatami, miejsca wytchnienia w najgęściej zabudowanych dzielnicach miasta.

W parkach i ogrodach baseny te mogą przybrać kształty nieregularne i umocnienie dna będzie kończyło się na 30 cm poniżej zwierciadła wody co da złudzenie naturalnego stawu. W zieleń-

cach i skwerach zbiorniki można projektować o kształcie geometrycznym, o brzegach wyłożonych płytami betonowymi albo niskimi murami oporowymi, ozdobionymi fontannami lub kaskadami. Głębokość nie powinna przekraczać 4. metrów z uwagi na maksymalną wysokość ssania; zależy ona będzie od warunków lokalnych. Pojemność zbiornika nie powinna być mniejsza od 1000 m³; jego brzegi można projektować w nachyleniu 2 : 3, co w wybitnej mierze zmniejsza koszty budowy. Konieczna jest absolutna szczelność dna i skarp oraz zapewnienie osobom, które by przypadkowo wpadły do basenu, możliwości wydostania się na brzeg. W tym celu należy przewidzieć dookoła właściwego zbiornika pas nie głębszy niż 60 cm, odgradzony murkiem podwodnym od części głębszej.

Wyjątkowo, gdzie warunki lokalne na to pozwolą, wykonać można zbiornik jako basen pływacki lub nawet brodziankę dla dzieci. W tym ostatnim wypadku, przy zbiorniku długim a wąskim, można ułożyć na głębokości 40 — 50 cm poniżej zwierciadła wody pomost z dyli żelbetowych, zaopatrzonych w podłużne szpary; podłoga ta może służyć jako dno brodzianki, a właściwa rezerwa wodna znajdować się będzie poniżej.

Każdy zbiornik winien być zaopatrywany w wodę w sposób możliwie różnorodny. Prócz wspomnianego już zasilania go tłoczoną wodą rzezną, rozpatrzeć należy możliwość zaopatrzenia go w wodę zaskorną albo przez otwory w dnie, zamykane na zasuwę, albo zbierając ją siecią drenów do studzienki zbiorniczej, skąd zespołem pompowym tłoczyć ją można do zbiornika. Nie należy odrzucać możliwości zaopatrywania zbiornika w wodę deszczową z pobliskich dachów (nie z powierzchni ulic!), odprowadzaną specjalnymi, płytkimi kanałami wprost do zbiornika. Ponadto należy zbadać możliwość zasilania zbiornika wodą doprowadzaną grawitacyjnie pod ciśnieniem z okolicznych wzgórz wodonośnych. Jest rzeczą zrozumiałą, że każdy zbiornik musi mieć możliwość korzystania z wody wodociągowej, aby w ostatecznym razie móc gromadzić ją na zapas.

Zbiornik winien być w ziemi wypełniony wodą. W tym celu należy przewidzieć na wysokości poziomu lodu rynnę lodową o łagodnym nachyleniu skarp. Rynnę tę można wykonać równocześnie z przelewem, a przy pionowych murach oporowych zbiornika w kształcie niszy zamaskowanej pionowymi słupkami.

Każdy zbiornik otwarty winien być zaopatrzony co najmniej w dwa przewody ssące, połączone z hydrantami słupkowymi. Połączenie zbiornika z punktami wodnymi wyżej opisanymi, wykonać można używając rur żelbetowych wykonanych metodą wirowania poziomego; choć ze względów bezpieczeństwa zalecałoby się również stosować droższe rury stalowe, ciągnione bez szwu. Wszystkie zasuwę przewodów doprowadzających i odprowadzających, zespoły pompowe itp. urządzenia należy umieścić pod ziemią w specjalnych komorach betonowych, wejścia do których będą zamaskowane zielenią.

O ile warunki lokalne nie pozwolą na wykonanie jednego zbiornika otwartego o większej pojem-

ności — można wykonać kilka małych zbiorników, niezbyt od siebie odległych, połączonych przewodami betonowymi o znacznej średnicy. Musi być jednak zachowany warunek jednakowej niwelety poziomu wody we wszystkich zbiornikach.

IV. Zbiorniki kryte

Ze względu na znaczne koszty budowy, kryte zbiorniki podziemne mogą znaleźć zastosowanie jedynie tam, gdzie warunki lokalne nie pozwalają na wykonanie zbiorników otwartych. Zasady zaopatrzenia i korzystania z nich są analogiczne jak przy otwartych basenach. Stropy można liczyć jedynie na normalne obciążenie użytkowe, gdyż wykonanie ich jako bomboodpornych nie stałoby w żadnym stosunku do osiągniętych korzyści, a praktycznie wskutek nadmiernie wysokich kosztów budowy w ogóle uniemożliwiłoby realizację zbiornika. Należy przewidzieć dobre przewietrzanie, gdyż woda w zbiorniku może być przez dłuższy czas nieodświeżana.

Do celów pożarowych, jako zbiorniki służyć mogą pływalnie kryte. W okresie wojennym trzeba przewidzieć możliwość ich napełniania wodą niefiltrowaną np. rzeczną, gdyż wówczas ważniejsze będzie przejściowe wykorzystanie ich do celów bezpieczeństwa niż do celów sportowych.

V. Wykorzystanie wód zaskórnych

Kilka zbiorników typu wyżej opisanego wraz z punktami wodnymi, są zasadniczym elementem dzielnicowej sieci pożarowej. Ich napełnianie może się odbywać przy stałym przepływie wody przez zbiornik — a wówczas rola ich ograniczy się do wyrównania chwilowego wzrostu zapotrzebowania wody przez punkty wodne, względnie do przejściowego zaspokojenia zapotrzebowania w razie uszkodzenia dopływu. W większości jednak wypadków rola tych zbiorników polegać będzie na stałym gromadzeniu wody w ilości wystarczającej do pokrycia zapotrzebowania wszystkich należących punktów wodnych przez czas trwania jednego lub dwóch pożarów. W chwili wzmożonego ubytku wody w basenie należy zmobilizować wszelkie źródła dopływu, aby w najlepszym wypadku umożliwić dalsze nieprzerwane zaopatrywanie punktów wodnych.

Jednym z wyżej opisanych źródeł zasilania zbiorników jest woda rzeczna z jezior, tłoczona przewodami stalowymi. Tak zaprojektowana sieć winna obejmować ściśle określoną dzielnicę miasta (nie więcej jednak niż 3—4 km²).

Nie wszystkie jednak dzielnice danego miasta objąć można siecią rzeczną. W takich wypadkach wykorzystać należy wodę zaskórną. Może to mieć miejsce albo przez budowę ujęć i studzien analogicznych jak przy normalnych urządzeniach wodociągowych, albo przez gromadzenie wód gruntowych w stawach, a stąd dopiero tłoczyć ją do zbiorników.

Sposób pierwszy jest kosztowniejszy; stosować go można raczej tam, gdzie woda gruntowa jest głęboko pod terenem. Ponadto należy zwrócić uwagę na to, że praca zespołu pompowego nie będzie ciągle lecz przerywana. Przerwy te mogą być długo-

trwałe i wówczas będą niekorzystnie oddziaływać na stan zamulania studzien.

Dlatego też tam, gdzie poziom wody gruntowej jest wysoki, w miejscach nieprzeznaczonych na zabudowę z powodu nadmiernej wilgoci terenu — zaleca się raczej wykonanie stawów sztucznych o dnie nieumocnionym, zasilanych wodą zaskórną bezpośrednio lub za pośrednictwem sieci drenów. Stawy te tworzyć będą wdzięczny motyw parkowy; zadaniem ich nie będzie bezpośrednie obsłużenie miejsca pożaru, gdyż będą one z reguły oddalone od zabudowań. Celem ich będzie jedynie gromadzenie wody zaskórnej, którą podziemna stacja pomp o małej mocy tłoczyć będzie do wyżej położonej sieci zbiorników pożarowych.

W niektórych wypadkach wykorzystać można również i wodę artezyjską, wypływającą w wielkich ilościach samoczynnie na powierzchnię terenu, względnie specjalnie dopompowywaną. Jednak w niektórych okolicach ciemno-brunatne zabarwienie wody artezyjskiej nie pozwoli ze względów widokowych na jej gromadzenie w otwartych basenach.

Najkorzystniejszy wypadek jest wówczas, gdy można wykorzystać wodę gruntową ujętą w wyżej położonej części miasta i rurociągiem pod ciśnieniem grawitacyjnie sprowadzić ją do niżej położonych zbiorników. Przy tym sposobie odpada pompowanie i związane z tym ryzyko zniszczenia urządzenia pompowego. Ponadto sposób ten, w razie większej ilości ujętej wody, pozwala na bezpośrednie zasilanie punktów wodnych, co wpływa na zmniejszenie wymiarów zbiorników.

Ujęcie winno być najprostszego typu i winno dawać co najmniej 15—20 l/sek. Rurociąg z uwagi na niskie ciśnienie może być wykonany z rur żelbetonowych, co wprawdzie utrudnia jego naprawę, ale daje poważne oszczędności w kosztach budowy. O ile natomiast mają być stosowane rury żelazne — to stosować należy wyłącznie rury stalowe bez szwów.

W niektórych miastach w okolicach górystych zamiast wody gruntowej będzie można ująć część wody z wyżej położonych potoków. System ten może w ogóle usunąć pompowanie z sieci pożarowej. Jednak nawet w razie wystarczającej ilości wód nie można liczyć wyłącznie na bezpośrednie zasilanie punktów wodnych. Budowa zbiorników, chociażby z uwagi na możliwość wyjątkowej posuchy i uszkodzenia przewodów doprowadzających, jest zawsze aktualna.

W średniowieczu duża ilość miast posiadała wodociągi grawitacyjne. Dane o ich trasie i ujęciu mogą być bardzo ważne dla zorientowania się w terenach wodonośnych. Dziś jeszcze napotyka się w wielu miastach stare drewniane lub sklepione galerie podziemne, prowadzące znaczne ilości wody. Dotychczasowa praktyka najczęściej powodowała niszczenie tych przewodów, wprowadzając wodę do najbliższych kanałów ogólnospławnych. Wykorzystanie tych, nawet stosunkowo nieznacznych ilości wód do celów pożarowych jest zawsze możliwe bądź to zasilając nimi najbliższy położony zbiornik, bądź to wykonując specjalny punkt wodny, zasilany bezpośrednio tą wodą, którą przy mniejszym dopływie można gromadzić w małym zbior-

niku podziemnym pojemności do 30 m³. W każdym razie bezwzględnie należy unikać niszczenia tych starych przewodów, lecz wymieniać je lub konserwować.

Wodę gruntową, będącą znaczną przeszkodą przy wszelkich pracach podziemnych, a szczególnie przy budowlach kanalizacyjnych, można również celowo zużytkować do zasilania punktów wodnych. Niektóre racjonalnie założone sieci kanalizacyjne są zaopatrzone na terenach o wysokim poziomie wody gruntowej w równoległą sieć drenów, niekiedy nawet posiadającą studzienki rewizyjne. Studzienki te, o ile są zaopatrzone w osadnik, mogą być częstokroć użyte jako pomocnicze punkty wodne. Niezależnie od tego, woda z tych ciągów drenowych, obecnie bez pożytku uchodząca do kanału, może przy szczególnie sprzyjających warunkach terenowych być użyta do zasilania zbiorników niższej strefy miasta. O ile dopływ wody drenowej jest nierównomierny, można stosunkowo nieznacznym kosztem wykonać kilka zbiorników podziemnych około 30 m³ pojemności, które by tworzyły każdy dla siebie osobny punkt wodny, czerpiący wodę albo wprost z przewodu drenowego, albo z zbiornika posiłkowego.

Ponadto jak już wspomniałem można do gaszenia niewielkich lokalnych pożarów wykorzystywać studnie. O ile natomiast chodzi o dostarczenie wprost ze studzien wody w ilościach, odpowiadających zapotrzebowaniu punktów wodnych, to tylko wyjątkowo wydajne studnie wiercone mogą temu podołać. Z uwagi na to, że przy tych studniach głębokość przekracza wysokość ssania, konieczną jest rzeczą zainstalowanie pompy głębinowej, co już komplikuje pobór wody. Niemniej w niektórych okolicach ten sposób oddaje znaczne usługi.

VI. Wykorzystanie wód opadowych

Gromadzenie wody deszczowej do celów pożarowych jest już od dawna stosowane dla bezpieczeństwa specjalnych obiektów lub budynków. Nasuwa się myśl, aby sposób ten na większą skalę zastosować do celów zaopatrzenia wodnego miasta, wykorzystując do tego celu kanalizację deszczową systemu rozdzielczego.

Ilości wód, prowadzone przez kanały deszczowe nawet podczas małego deszczu, są tak znaczne że zdolne są zaspokoić zapotrzebowanie pożarowe. Wzdłuż trasy głównych kolektorów na wodę deszczową wykonać można cały szereg podziemnych zbiorników żelbetowych, o prostokątnym rzucie poziomym. Ich pojemność nie będzie z reguły przekraczać 150 m³; dno zbiornika należy założyć powyżej dna równoległe położonego kolektora sanitarnego, a zwierciadło wody w zbiorniku będzie licowało z dnem kolektora deszczowego. Uzyska się w ten sposób wzdłuż kolektora deszczowego cały szereg jakgdyby kieszeni bocznych, wypełniających się wodą przy każdym deszczu. Zbiornik będzie napełniany pierwszym deszczem; dalsze opady będą albo przepływać ponad żelaznym zapasem wody, bądź to w razie zamknięcia odpowiednich zasuw — będą omijać zbiornik. Dopływ musi być zaprojektowany na pewnej wysokości od dna kolektora deszczowego dla uniknięcia zanieczyszczenia zbiornika. Pionowa rura ssąca, połączona z hydrantem stu-

powym umożliwi bezpośredni pobór wody. Spuszczenie wody z zbiornika odbywać się może do niższej położonego kanału sanitarnego; należy przewidzieć doprowadzenie wody wodociągowej, aby ją ewtl. gromadzić na zapas w zbiorniku w okresie posuchy. Całość należy projektować możliwie prosto, aby działanie nie wymagało specjalnej obsługi.

Gęstość rozmieszczenia takich urządzeń zależy od układu sieci deszczowej i od potrzebnego zasilenia dzielnic w punkty wodne. W odróżnieniu od opisanej wyżej możliwości zasilania niektórych zbiorników otwartych wodą deszczową z dachów — woda, która dostanie się do zbiorników przy kolektorach deszczowych, będzie również pochodziła i z terenów ulicznych, skąd wskazówka, że wpusty uliczne sieci deszczowej w ten sposób wykorzystanej muszą być zaopatrzone w osadniki.

Przy projektowaniu nowej sieci kanalizacyjnej można przewidzieć z góry położenie tych zbiorników i wówczas mogłyby one odpowiednio zmodyfikowane pełnić rolę zbiorników retencyjnych, co w znacznej mierze wpłynęło na zmniejszenie się średnicy przewodów poniżej zbiornika, a zatem i na potaniecie sieci. Przy projektowaniu jednak tych urządzeń jako zbiorników retencyjnych należy pamiętać, że żelazny zapas wody musi być stale gromadzony w zbiorniku i że otwór wypływowy może być czasowo zamykany. Dalszym sposobem wykorzystywania tych zbiorników jest możliwość zaprojektowania ich jako zbiorników służących do płukania niższej położonej sieci kanałów sanitarnych.

Przy opracowywaniu projektu zaopatrzenia wodnego można wyodrębnić pewne obiekty, posiadające znaczną powierzchnię dachową, i utworzyć z nich obszary samowystarczalne pod względem pożarowym przez ujęcie wszystkich deszczówek i odprowadzenie ich do centralnie położonego zbiornika otwartego lub krytego, obsługującego tylko dany zakład. Zbiornik ten posiadałby przelew do najbliższego kanału ulicznego. Spowoduje to konieczność założenia kanalizacji typu rozdzielczego na terenie danego zakładu.

Z powyższego wynika, że kanalizacja typu rozdzielczego posiada tę przewagę nad systemem ogólnospławnym, że da się wykorzystać do celów pożarowych, podczas gdy woda raz dostawszy się do kanału spławnego jest do tych celów bezpowrotnie stracona. Niestety większość dużych miast w Polsce posiada kanalizację systemu spławnego, a tylko niektóre z nich posiadają kanalizację w całym mieście, lub na nowych peryferiach. Ale tam właśnie kwestia zaopatrzenia wodnego nie odgrywa tak decydującej roli, jak w gęsto zabudowanym śródmieściu.

Przy opracowywaniu bowiem projektu zaopatrzenia wodnego nie należy przeceniać konieczności zaopatrzenia dzielnic o zabudowie luźnej. Jest to tym bardziej wskazane, że w dzielnicach tych właśnie istnieją łatwe do osiągnięcia sposoby zaopatrzenia jak kanalizacja rozdzielcza, studnie prywatne, potoki, glinianki itd. Całą uwagę należy poświęcić przede wszystkim dzielnicom o zabudowie zwartej.

Może się często zdarzyć, że znajdują się na obszarze danego miasta miejsca, gdzie mimo wykorzystania wszelkich możliwości, zaopatrzenie wodne nie będzie zadawalające. W takich miejscach

przewidzieć można wykonanie małych zbiorników podziemnych, o pojemności do 50 m³, gromadzących wodę wodociągową wtedy, gdy będzie jej pod dostatkiem. Taki mały zbiornik, zaopatrzonej w rurę ssącą, oddać może poważne usługi, jako dodatkowy punkt wodny. Można również zasilić go wodą opadającą z dachów najbliższych położonych budynków.

Wszystkie wyżej opisane urządzenia mogą być użyte również i w okresie, gdy nie daje się odczuć braku wody wodociągowej. Zaoszczędzi się w ten sposób kosztownej wody filtrowanej oraz wprawi się straż ogniową do korzystania z nowych dla niej środków obrony. Ponadto wody zastępczej używać można do celów gospodarczych jak czyszczenie ulic, polewanie ogrodów, a w okresie nalołu do odkazania ulic.

Te luźne uwagi nie dają jeszcze zupełnego obrazu całego zagadnienia. Trzeba wciąż mieć na uwadze, że nie sztuką jest zaprojektowanie drugiej

go kosztownego wodociągu pożarowego. Sztuką jest umieć wykorzystać zdawałoby się najsłabsze źródła poboru wody, całkowicie je od siebie uniezależnić i zdecentralizować i stworzyć całość dającą się wykonać drobnymi etapami, z których każdy będzie gotową do użytku a jednocześnie taną całością.

Wprowadzić można do naszych miast tak niedoceniany dotąd motyw wody, tworząc cały szereg nowych akcentów w mieście, składających się na logicznie pomyślaną i zwartą całość. Zyska na tym estetyka miasta i jego bezpieczeństwo. A gdy ten plan się zrealizuje, gdy do tego dojdzie rzecz druga — dostarczenie miastu zastępczej wody do picia — to prawdopodobnie nikomu z poza naszych granic nie opłaci się niszczyć naszych urządzeń wodociągowych.

Ale to nastąpi dopiero wówczas, gdy zagadnienie wyżej naszkicowane zostanie gruntownie przemyślane, przedyskutowane, a przede wszystkim zrealizowane.

Inż. MIECZYŚLAW ROGOWSKI

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych.

OCHRONA BUDOWLI PRZED WYŁADOWANIAM ATMOSFERYCZNYMI

Nie było chyba na przestrzeni wieków, od *Beniamina Franklina* począwszy, tak uporczywej a jednocześnie nieplodnej walki z siłami przyrody, jak walka ze skutkami piorunów i w ogóle z wyładowaniami atmosferycznymi. Współcześni Franklinowi, przekonawszy się o jego geniuszu zawierzili początkowo jego teoriom zapobiegania piorunom, a sposoby przez niego wynalezione dotrwały do dzisiaj. Niestety nie są one wystarczające, co potwierdziła i potwierdza stale nowoczesna nauka. Jednocześnie jednak z owym wyjaśnieniem, dlaczego piorunochron Franklina nie spełnia dostatecznie roli środka piorunochronnego, nowe prądy w technice i fizyce nie przyniosły nam rozwiązania definitywnego tego zagadnienia. Zdaliśmy tylko zabezpieczyć się przed piorunem w tym stopniu, w jakim człowiek chroni się przed deszczem, używając parasola.

Ostatnie badania różnych uczonych, a u nas znanego meteorologa i fizyka inż. *C. Centkiewicza* pozwalają przypuszczać, iż wreszcie jesteśmy na dobrej drodze w kierunku zwalczania piorunów. Badania te i wnioski z nich płynące dadzą się streścić następująco:

Dobra instalacja piorunochronna ma na celu nie sprowadzanie ku sobie wyładowań czy też zapobieganie im, lecz jedynie ochronę obiektu już porażonego piorunem przed jego skutkami przez utworzenie „najłatwiejszej drogi dla ładunku do ziemi“).

*) Inż. *C. Centkiewicz*. Nowe zdobycze w technice piorunochronowej. Przewodnik Ubezpieczeniowy Nr 5, 6, 7, r. 1938.

Jeżeli nasze wymagania ograniczymy w ten sposób, to jednocześnie w tym zmniejszonym zakresie rozważań potrafimy się obracać swobodniej i łatwiej wyszukiwać sposoby unikania skutków piorunów. Aby dowieść w jaki sposób doszliśmy do tej zasady, streszczę pokrótce stwierdzone wady urządzeń dotychczasowych.

Piorunochron Franklina, który miał za zadanie wysłać z ostrza pręta, umieszczonego jak najwyżej, elektrony w atmosferę, zubożniając tym jony dodatnie emitowane z górnych warstw atmosfery do dolnych, okazał się zabezpieczeniem niedostatecznym dlatego, że ilość elektronów, wysyłanych z pręta jest znacznie za mała na to, aby spełnić zadanie zubożenia olbrzymiej ilości jonów dodatnich. Jak wielkiego rzędu są wyładowania atmosferyczne dowodzą tego cyfry, wyliczone przez różnych badaczy. Oto podają oni, że prądy wyładowań wynoszą do 500.000 amperów, zaś potencjał chmur naładowanych wynosi przeciętnie około 1.000.000 woltów, niektórzy przy tym badacze twierdzą, że może on dochodzić do 100 mil. woltów. Ponieważ czas przepływu tych prądów jest bardzo mały (średnio 1/20.000 sekundy), przeto energia wydzielana przy wyładowaniu piorunowym jest rzędu kilkudziesięciu kilowat - godzin.

Cyfry te dowodzą, że sposoby będące w posiadaniu ludzkim nie są w stanie zapobiec tym olbrzymim ruchom elektrycznym w atmosferze. Ostatnio próbowano wprowadzić przez zastosowanie pierwiastka radioaktywnego na ostrzu piorunochronu wywołać dość silną jonizację powietrza, na przeciw jonizacji burzowej, tworząc w ten sposób dość szeroką drogę dla wyładowań atmosferycznych.

rycznych niegwałtownych (piorunochron *Szilarda*, piorunochron *Helita*), znawcy jednak zachowują się z pewną rezerwą do tych pomysłów, obawiając się nawet ich szerszego stosowania.

Tym samym tak zwany „zasięg piorunochronu” staje się w gruncie rzeczy zasadą nierealną, choć zajmowało się nim sporo uczonych. Jeżeli wieloletnie badania tych uczonych nie dały konkretnego, praktycznego rozwiązania tej kwestii, pochodzi to stąd, że sami oni nie doszli jeszcze do podstawowej sprawy, w jaki sposób ładują się chmury i jakie miejsce na ziemi sprzyjają powstawaniu piorunów. Niektórzy z nich jak np. *Simpson* uważają, że chmury ładują się nie tylko dodatnio ale i ujemnie, a nawet, że w jednej chmurze występować mogą dwa znaki elektryzacji.

Dauzère i Bouquet dostrzegli w miejscach, w których występują zmiany pokładów geologicznych, silniejszą jonizację, sprzyjającą wyładowaniom atmosferycznym. Badania statystyk niemieckich uderzeń piorunów wydają się regulę tę potwierdzać. *Inż. Centkiewicz* twierdzi jednak, że daleko większe znaczenie dla powstawania wyładowań w danej okolicy posiada przewodność elektryczna gleby.

Tak czy owak musimy dojść do przekonania, że do wyciągania praktycznych wniosków z różnych teorii uczonych należy podchodzić bardzo ostrożnie i raczej przyjmować głosy krytyczne, niż zalecające jakieś nowe rewelacje w tej dziedzinie.

Te głosy krytyczne skłoniły nas do odrzucenia zasady zasięgu piorunochronu i otoczenia pewnym sceptycyzmem zarówno najdawniejszego piorunochronu Franklina, jak i nowszego piorunochronu *Szilarda*. Powołując się na zdanie *inż. Centkiewicza* powiemy, że piorunochron Franklina działałby jedynie w fazie przyziemnej wyładowań i to tylko w pewnym stopniu, gdy ładunek, szukając sobie możliwie najłatwiejszej drogi do ziemi, przeskoczy na uziemiony pręt piorunochronu. Ponieważ jednak opór piorunochronu wcale nie jest taki mały (nie chodzi tu bowiem tyle o opór omowy co o tak zwany opór falowy, zależący od indukcyjności przewodnika, jego pojemności względem ziemi i upływności), przeto na przecie piorunochronu powstawać mogą wysokie napięcia, grożące przeskokiem wtórnym z piorunochronu na znajdujące się w pobliżu przedmioty.

Doszliśmy więc do tego, że urządzenie piorunochronne nie może być obliczane na rozbrajanie ładunków elektrycznych i tą drogą unikanie uderzeń pioruna, lecz tylko na należyte odprowadzenie pioruna do ziemi. W jaki sposób zadanie to spełnimy?

Przede wszystkim — poruszona już sprawa oporu piorunochronu. Aby zmniejszyć opór falowy należy odprowadzenia do ziemi prowadzić

drogą jak najkrótszą. Uzyskuje się to przez umieszczenie szeregu prętów, zamiast dotychczas przeważnie stosowanego jednego pręta na dachu oraz na jego załamaniach i połączenie prętów wspólnym przewodem na dachu, bacząc przy tym, aby nie było żadnych ostrych zagięć w odprowadzeniu,

Jeżeli chodzi o uziemienie to winno ich być kilka lecz *niepołączonych między sobą*. Każde z uziemień powinno być założone na głębokości nie mniejszej niż pół metra pod ziemią i być złożone z dwóch lub trzech promieni, rozchodzących się na zewnątrz budynku. Najlepiej promienie te wykonać z rur stalowych napełnionych piaskiem, o długości co najmniej 2 metry. Dokopywanie się do głęboko znajdującej się wody lub ciągnięcie przewodów do studni mija się z celem.

Połączenia zbiorcze, podobnie jak anteny radiowe powinny znajdować się na wysokości nad ziemią równej co najmniej 3 m, aby zapobiec pionowym przeskokom do ziemi. Jeżeli mamy do czynienia z obiektem niższym, to urządzenia zbiorcze należy rozpiąć na masztach o wysokości 4 — 5 m. Podobną instalację stosujemy do zabezpieczenia zbiorników z płynami łatwopalnymi lub do budynków, zawierających materiały wybuchowe lub łatwopalne. Tworzy się wówczas klatkę *Faradaya*, którą należy uznać za najpewniejszy sposób zabezpieczenia od pioruna. I tu każde odprowadzenie powinno posiadać własne uziemienie, niezależne od pozostałych.

Ilość odprowadzeń w zwykłych instalacjach powinna być taka, aby odstęp pomiędzy nimi przy budynkach niższych (do wysokości dwóch pięter) nie przekraczał ośmiu metrów, zaś przy budynkach wyższych — 15 m. Daszki, facjatki itp. nie należy uziemiać osobno, lecz włączyć je do głównego przewodu zbiorczego.

Jeżeli chodzi o przekrój i rodzaj materiału przewodów zbiorczych i odprowadzeń, to sprawa ta nie jest tak złożona, jak ją różni określają (*Gnoiński, Tuliszkowski*). Ponieważ opór omowy tych przewodów odgrywa nikłą rolę przy odprowadzaniu pioruna do ziemi, przeto przy powiększaniu średnicy nie zmniejsza się jednocześnie właściwego oporu tych przewodów, zwłaszcza wobec naskórkowości przepływania prądów w przewodach. Dlatego też przewód obliczany być może jedynie na temperaturę, wywołaną przepływem ładunku. Powszechnie stosuje się normy, wydane przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich, które należy uznać za wystarczające, jeżeli chodzi o średnice przewodów. Rodzaj materiału nie odgrywa tu też poważniejszej roli, gdyż mimo że opór omowy przewodnika stalowego jest większy od oporu omowego przewodnika miedzianego, to jednak opór falowy dla obu tych materiałów jest prawie jednakowy.

L I T E R A T U R A

Inż. C. Centkiewicz, Nowe zdobycze w technice piorunochronowej. Przewodnik Ubezpieczeniowy Nr 7 i 8 1938 r.

K. Gnoiński, Piorunochrony budynkowe. Warszawa 1916.

M. Rogowski, Pożary w zakładach przemysłowych 1938 r.

J. Tuliszkowski, Walka z pożarami. Warszawa, 1929. Wskazówki co do ochrony budowli od elektrycznych wyładowań atmosferycznych. Warszawa 1931.

P. Grenier. La Foudre et les Paratonnerres. Paris 1936.
Stiekolnikow i Jaworski. Osnovy projektowania gruzoupornych sistem. Moskwa 1935.
Berg. Lightning protection of buildings. „Electrician“ 1915.
Covert. Protection of buildings and farm property from lightning Farmers Bulletin 1926.
Del Lungo Carlo. Offese e difese elettrica sull antico e sul nuovo campanile de S. Marco Milano 1917.
Fischer C. Lightning bolt follows reinforcing in concrete highways. Eng. News - Record 1926, str. 153.
 Conditions a realiser dans l'instalation des parratonners d'apres le Ministere de la Guerre Italien. Genie Civil 1919.

Kalinin. K woprosu o wierojatnosti popadanija priamowo udara molnii i o zaszcitnie od niewo. Moskwa 1934.
Lloyd W. Lightning and lightning rod systems. „Weekly Undern“, 1930.
Marx E. Der Durchschlag der Luft in umhomogenen elektrischen Felde bei verschiedenen Spannungsarten „ETZ“ 1930.
Morel. La foudre et ses effets sur les batiments en Suisse au cours des etés 1931 et 1932. „Bull. SEV“ 1933.
Peek F. W. Protection from lightning „Electr. World“, 1937.
Takagishki. Efficacy of the lightning rod. Researches Electrotechnical Labor. Japan 1927, Nr 200.
Walter. Der Blitzschutz durch Fernblitzableitern. Zeitschrift für technische Physik, 1933.

lnż. KAZ. KAMIŃSKI

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych.

POMIARY WSTRZĄSÓW W BUDOWLACH INŻYNIERSKICH

Zagadnienie wstrząsów w budowlach inżynierskich nie jest dotychczas dostatecznie przestudiowane. W ubiegłych czasach nie zajmowano się nimi głębiej, bo nie miały one tak istotnego znaczenia jak obecnie. Obecnie z różnych względów przytoczonych niżej zagadnienie wpływu wstrząsów na budynki nabiera coraz to większej aktualności. Tematem właśnie niniejszego referatu będzie przedstawienie ogólnych uwag odnoszących się do zagadnienia pomiarów drgań konstrukcyj inżynierskich.

Na aktualność sprawy: wpływu wstrząsów na budowlę, należy patrzeć z dwóch punktów widzenia.

A. Wpływ ruchów gruntu, a w szczególności drgań wywołanych ruchem ulicznym, — na stare budynki istniejące.

B. Wybór typu i odpowiednie zaprojektowanie nowych budynków, ze względu na odporność na wstrząsy, szczególnie w wypadkach sąsiedztwa poważnych źródeł wstrząsów (np. niezrównoważone maszyny szybkoobrotowe), jak również wartość materiałów izolujących od wstrząsów (jak ołów, korek itp.).

Co się tyczy budynków istniejących, — to na ich stan mają poważny wpływ wstrząsy wywołane ruchem ulicznym, wobec

1) znacznego wzmożenia tego ruchu zarówno pod względem jego intensywności i szybkości oraz zwiększania ciężarów przewożonych, w szczególności gdy chodzi o przewozy ciężkiego taboru wojskowego (działa, czołgi);

2) częstego stosowania nawierzchni twardych przy wąskich średniowiecznych ulicach;

3) zniszczenia budowli spowodowanego ich wiekiem.

Z drugiej strony ze względów ogólnie - kulturalnych jak i konieczności utrzymania w poszczególnych miejscowościach zabytkowych budowli będących atrakcją dla ruchu turystycznego, — ochrona wspomnianych budynków jest sprawą pierwszorzędnej znaczenia. Sprawa ta np. w

Italii, gdzie ilość zabytkowych budowli jest bardzo wielka, a ich znaczenie zarówno kulturalne jak i atrakcyjności turystycznej ogromne, — ograniczanie ruchu ulicznego wprowadza się bardzo ostrymi przepisami.

Ograniczanie wszelkiego ruchu, nie może być zarządzeniem wydawanym zbyt pochopnie — z drugiej strony bowiem jest ono uciążliwe zarówno dla turystów, tym bardziej wobec znacznego rozwoju turystyki automobilowej jak i dla miejscowej ludności. Więc to zło konieczne, jakim jest ograniczenie ruchu, musi być oparte na dokładnym i doświadczalnym przestudiowaniu danych wynikających z uprzedniego określenia cech i wpływu: jezdni a przede wszystkim jej nawierzchni, szybkości i ciężaru pojazdów, rodzaju opon względnie obręczy kół, sprzężowania pojazdów, — z drugiej zaś strony niezbędne jest określenie fizycznych cech budynku, a w szczególności gruntu, głębokości założenia fundamentów i stanu muru fundamentowego.

Co się tyczy nowo - projektowanych budowli, to zagadnienia ich sztywności i wpływu wstrząsów na te budowlę ma znaczenie ze względu na konieczność opracowania typów właściwych i odpornych na wstrząsy pomimo ich lekkości, nie tylko ze względu na ruch uliczny. Wchodzą tu w grę ponadto sprawy wiążące się pośrednio z wstrząsami jak: akustyka, ochrona przed hałasami ulicznymi, ochrona przed wpływami od wybuchów (zagadnienie O.P.L.) itp.

Przechodząc do definicji wstrząsów — należy je zaliczyć do wielkiej rodziny ruchów falowych. Jednostką drgań jest Hertz (*Hz*) lub kilohertz (*KHz*) odpowiadający 1 lub 1000 wahanć cząstki drgającej w ciągu sekundy. W wypadku fal elektromagnetycznych przy szybkości rozchodzenia się fali stałej (≈ 300.000 km/sek) od ilości cykli (*Hz*) zależy charakter i długość fali (np. 10^4 — 10^9 *Hz* fale radiowe, $\approx 10^{15}$ *Hz* światło, 10^{16} — 10^{18} *Hz* promienie Roentgena). Drgania cząstek materialnych o ilości ± 16 do ± 15.000

cykli nazywamy dźwiękiem. Co się zaś tyczy drgań sprężystych gruntu, to zasadniczo w zakresie rozważanym przez nas mieszczą się one w granicach 5 — 50 cykli. Tego rodzaju drgania nazwiemy *wstrząsami*, i one właśnie będą przedmiotem dalszych rozważań.

Wykrywanie wstrząsów jest łatwe za pomocą dotyku, zmysłu równowagi, a niekiedy wzroku lub słuchu. Możemy je wykryć za pomocą najprostszego „seismometru“ jak naczynie z wodą. Naczynie takie, ustawione na konstrukcji podlegającej wstrząsom, wykazuje z wielką czułością istnienie drgań. Z chwilą jednak gdy sprawa wstrząsów konstrukcji nabiera coraz to większego znaczenia, gdy świadomość istnienia wstrząsów nie wystarcza, a naszym celem jest uzyskanie pewnych i ilościowych danych o drganiach i charakterze tychże, konieczne będzie zastosowanie aparatów pomiarowych, które nam wskażą bezpośrednio lub pośrednio główne i najistotniejsze cechy badanych drgań.

Tymi głównymi cechami są: częstotliwość $1/T$ (ilość cykli/sek) lub okres drgań T , obszerność drgań (amplituda) — A , kierunek fali drgań.

Oczywiście miarami szkodliwości wstrząsu będą łącznie amplituda i częstotliwość. Im większe wychylenie w mniejszym czasie, tym skutek wstrząsu gorszy. Toteż prowizorycznie jako miarę „siły wstrząsów“ możnaby uważać

$$W = \frac{A}{T} \text{ cm/sek.}$$

Według *A. Sieberga* (Erdbebenkunde) wpływy szkodliwe wstrząsów zależne są od maksymalnego przyśpieszenia cząstek drgających. Jeżeli ruch cząstek będziemy z przybliżeniem uważali za sinusoidalny (harmoniczny), to przy: amplitudzie A , okresie drgań T , t czasie w danym momencie, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, otrzymamy równanie ruchu cząstki drgającej

$$y = A \sin \omega t$$

szybkość $\frac{\partial y}{\partial t} = A \omega \cos \omega t$, przyśpieszenie $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -A \omega^2 \sin \omega t$, maksymalne przyśpieszenie

$$V_{maks.} = A \omega^2 = \frac{4\pi^2 A}{T^2} \text{ cm/sek}^2.$$

Wielkość tego przyśpieszenia przy ustalonych w drodze pomiarów amplitudzie i okresie drgań, określi szkodliwość wstrząsów.

Oczywiście w poszczególnych przypadkach wystarczyć może znajomość bądź amplitudy, bądź częstotliwości ruchów. Są też przyrządy, „wibrografy“ lub „tachometry“ (np. używany do turbogeneratorów tachometr *Frahma*), które pozwalają na pomiar bądź częstotliwości bądź amplitudy. Do celów jednak badań wstrząsów budynku niezbędny będzie pełny aparat, składający się z seismografu pionowego, z seismografu poziomego i przyboru piszącego, pozwalającego na otrzymywanie tzw. *seismogramów*. Poniżej zostanie opisany tzw. seismograf typu *prof. Wicherta*, firmny *Spindler i Hoyer*. Aparat tego typu posiada u nas katedra Budownictwa na Wydz. Architektury Politechn. Warszawskiej i Zarz. Miejski w

st. m. Warszawie (Wydz. Nadzoru Budowlanego).

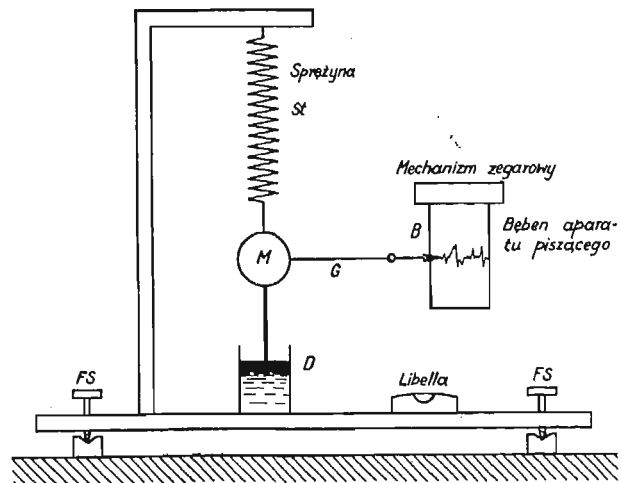
Przyrząd ten składa się z dwóch aparatów umocowanych na wspólnej podstawie. Dla uproszczenia opiszę działanie każdego z tych aparatów oddzielnie.

Seismograf jest pewnego rodzaju modyfikacją wahadła.

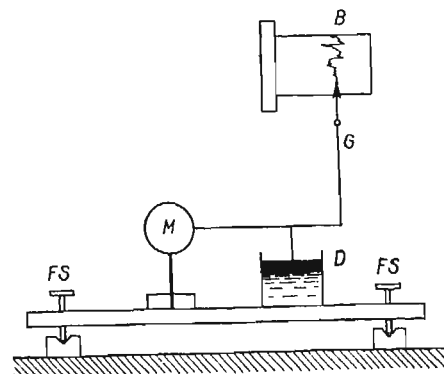
Zasada działania widoczna jest bezpośrednio z schematu (rys. 1).

Aparat ustawiony poziomo na elemencie badanym lub wprost na gruncie za pomocą 3 śrub nastawczych (*FS*) drga łącznie z podłożem. Drgania te wprawiają w ruch ciężar M (wagi 12 kg) zawieszony na sprężynie. Drgania te za pomocą szeregu przekładni w powiększeniu 30 — 60 — 100-krotnym przenoszone są na piórko aluminiowe, które kreśli wykres drgań na bębnie obracającym przez mechanizm zegarowy. Wykres sporządza się na okopconym papierze, a następnie utrwała rozpuszczonym szellakiem.

Seismograf do pomiaru drgań poziomych urządzony jest podobnie (rys. 2). Jedynie zamiast ciężaru drgającego pionowo, mamy ciężar również 12 kg, umocowany w łożyskach sprężynowych i drgający poziomo.



Rys. 1. Schemat seismografu pionowego.

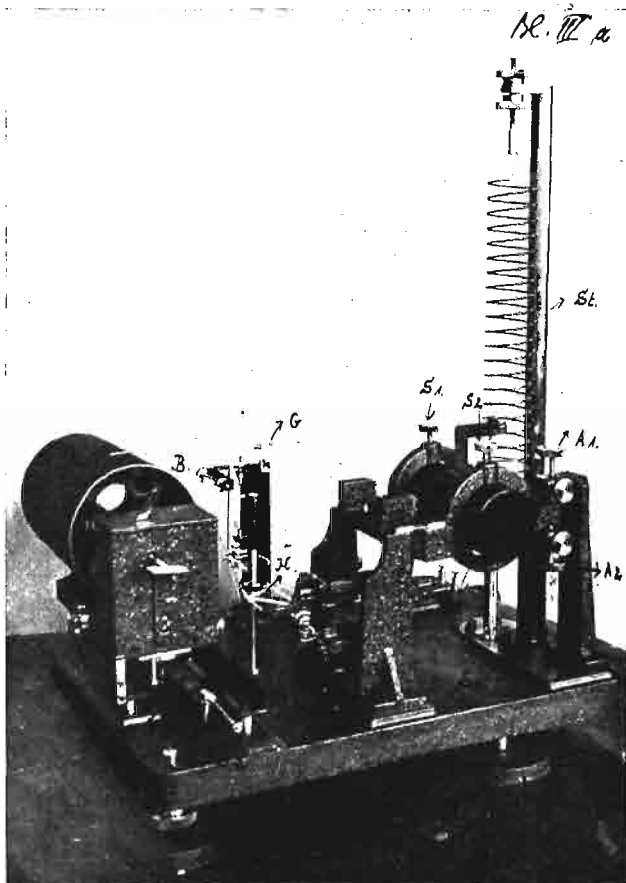


Rys. 2. Schemat seismografu poziomego.

Dokładniejsze pojęcie o wyglądzie obu seismografów da porównanie schematów z fotografiami (fot. 3 i fot. 4).

Przeważnie oba te przyrządy zmontowane są na wspólnej podstawie i mają wspólny przyrząd piszący.

Drgania ciężaru muszą być dość silnie tłumione. Wartość tłumienia określa się następująco.



Fot. 3.

Seismograf pionowy (por. rys. 1, tłumienie D niewidoczne za ciężarem M).

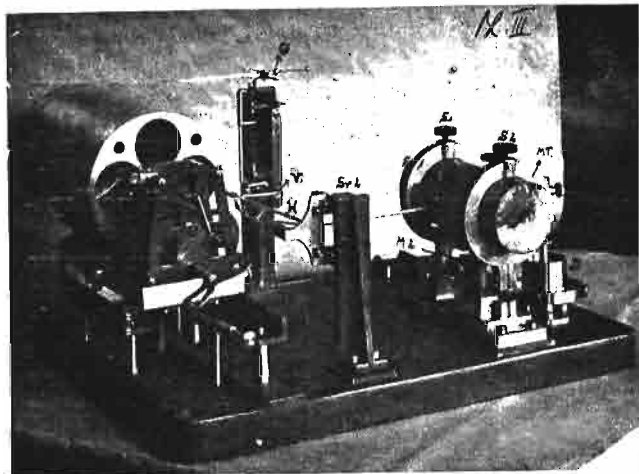
Jeśli drgania przedstawione na rys. 5a nie-tłumione miałyby mniej więcej stałą amplitudę — y (o ile pominięto wpływ tarcia), to w wypadku tłumienia K — krotnego, stosunek amplitud $K = \frac{y_1}{y_2}$ określa nam wielokrotność tłumienia.

W opisywanym seismografie tłumienie wynosi 4 do 6-ciu.

Gdyby tłumienia nie było wcale lub też byłoby ono niedostateczne, to amplitudy byłyby rejestrowane przez aparat najrozmaiciej w zależności od częstotliwości wstrząsów. W wypadku zaś, gdy tłumienie jest silne, a częstotliwość drgań własnych aparatów jest mniejsza, niż częstotliwość badanych wstrząsów, otrzymać możemy obraz ruchu terenu w tej samej skali dla różnych częstotliwości drgań.

¹⁾ Przy ścisłym obliczaniu wielokrotności tłumienia, należy uwzględnić wpływ tarcia na tłumienie. O ile wpływ tarcia na wielkość amplitudy drgań wynosi „ r “, to zamiast wzoru cytowanego otrzymamy $K = \frac{y_1 - r}{y_2 + r}$. W opisywanym aparacie wpływ tarcia zmniejsza współczynnik tłumienia o około 10%.

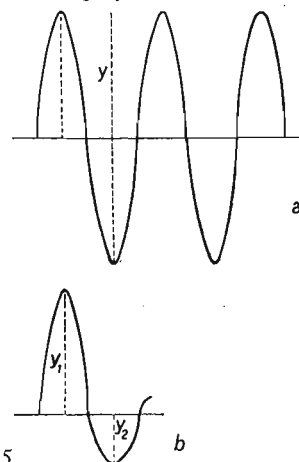
Jak już wyżej wspomniano, wstrząsy wywołane ruchem ulicznym, posiadają częstotliwość 5 — 50 cykli/sek., okres wahań opisywanego a-



Fot. 4. Seimograf poziomy.

paratu wynosi około 1,5 cykli/sek. (bez tłumienia), więc przy tłumieniu za pomocą tłoka poruszającego się w oleju parafinowym (porówn. schematy i fotografie), wykresy amplitud otrzymujemy z wystarczającą dokładnością.

Powiększenie amplitudy zależnie od nastawienia przekładni aparatu wynosi 30, 60 albo 100. W większości wypadków tj. przy częstotliwościach dość znacznie odbiegających od częstotliwości drgań własnych, wystarcza przyjęcie powiększenia określonego wyżej, w wypadkach zaś przeciwnych lub gdy chodzi o większą dokład-



Fot. 5.

ność, można obliczyć dokładniej wartość powiększenia, uwzględniając wpływ drgań własnych aparatu (T_0), wskaźnika powiększeń, mierzonego przez obciążanie mas drgających próbnymi ciężarkami (V), współczynnika tłumienia z uwzględnieniem tarcia (K) i obliczonego z wykresem okresu drgań T^2).

Mając określone powiększenie w sposób przybliżony lub ściślejszy, z łatwością otrzymamy z wykresu amplitudę A , a przez porównanie długości fali z szybkością rejestracji, możemy określić okres drgań T .

Te dwa czynniki, jak wzmiankowano wyżej,

²⁾ Wzór na powiększenie przedstawia się jak niżej:

$$P = V: \sqrt{\left\{1 - \left(\frac{T}{T_0}\right)^2\right\}^2 + \frac{4(\log \text{nat } K)^2}{\pi^2 + (\log \text{nat } K)^2} \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^2}$$

są właśnie istotnymi elementami dla określenia „sily wstrząsów“.

Przy dokonywaniu pomiarów należy rozróżnić:

1) drgania i ruch podłoża będącego źródłem wstrząsów od

2) drgań i ruchu konstrukcji badanej.

Jest tu dość istotna różnica pomiędzy wstrząsami np. od trzęsień ziemi, a wstrząsami innego typu.

W gruncie wstrząsy rozchodzą się wolniej niż po budynkach, szczególnie np. o konstrukcji szkieletowej żelaznej, — a ponieważ impulsów jest wiele, przeto mogą w różnych częściach budynków występować interferencje fal, powodujące rezonansy lub zanik drgań.

Przy trzęsieniu ziemi natomiast mamy do czynienia z impulsami stosunkowo rzadkimi.

Dla porównania i możliwości wyprowadzenia pewnych analogij nadmienię, iż według badań laboratoriów seismologicznych, amplitudy drgań przy katastrofalnych trzęsieniach ziemi wynosiły w okresie drgań około 1 sekundy:

6 mm dla gruntów skalistych,

25 mm dla gruntów gliniastych,

100 mm dla gruntów słabych nasypowych.

Ponadto dodam, iż zakres trzęsień ziemi uszeregowany jest w pewnej skali oznaczanej NN 1 do 11, gdzie „Nr 11“ oznacza się trzęsienia katastrofalne, którym żadna konstrukcja nawet szkieletowa się nie ostoja, Nr 1 zaś ledwie dostrzegalne.

*Publikacja Stacji Doświadczalnej
Akademii Górniczej w Krakowie*

FELIKS ZALEWSKI

Inżynier górniczy, Profesor Akademii Górniczej

Jeśliby zastosować analogię, te wstrząsy od ruchu ulicznego w normalnych budynkach mieścić się mogą w skali 3, 4 lub 5 trzęsienia ziemi.

Na zakończenie niniejszej pracy dodam, że poza aparatem opisanym szczegółowo, oraz poza „tachometrami i wibrografami“ jest jeszcze cały szereg innych przyrządów jak np. seismograf f-y „Askania“ o powiększeniu 125 do 3000 razy o regulowanym znacznym tłumieniu, seismografy do badań trzęsień ziemi o powiększeniach przekraczających znacznie 10000 krotnie. Niektóre z nich są nawet poręczniejsze w użyciu, niż opisany wyżej, nie wymagają bowiem ceremonizowania się z papierem okopconym dając wykresy na papierze światłoczułym. Ujemną ich stroną natomiast jest wysoka cena kilkakrotnie przekraczająca cenę opisywanego aparatu.

Streszczając całokształt niniejszych uwag, omawiających zagadnienie niewątpliwie wymagające przeprowadzenia dokładniejszych studiów, zwrócić należy uwagę na:

1. Konieczność przeprowadzania w szerszej niż dotychczas mierze badań wpływu wstrząsów na budowlę inżynierskie.

2. Brak publikacyj z przeprowadzonych we wspomnianym zakresie doświadczeń dotychczasowych, jako materiału porównawczego.

3. Konieczność zbierania i analizowania odnośnych materiałów i doświadczeń, do czego powołane być winny do czasu uruchomienia Instytutu Badań Budowlanych — Katedry Budownictwa Politechnik.

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych.

ZNISZCZENIE BUDOWLI O POZORACH USZKODZEŃ GÓRNICZYCH

I. Ruchy wiekowe

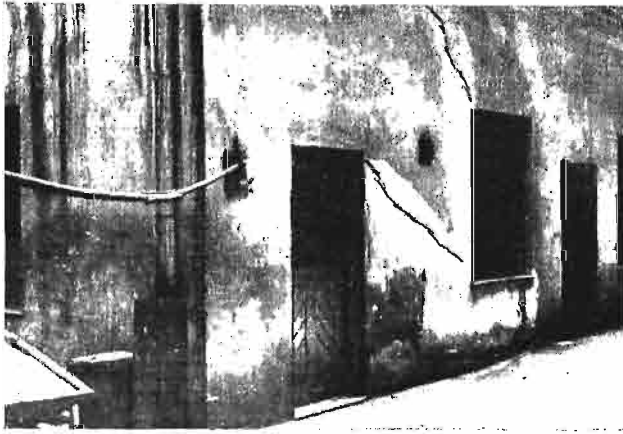
Obniżenia i przesunięcia wiekowe sumując się algebraicznie co do wielkości i sumując się geometrycznie co do kierunku z obniżeniami i przesunięciami natury górniczej utrudniają wyjaśnienie ruchów powierzchni i przyczyn odkształcenia powierzchni. Lepiej są znane obniżenia wiekowe, mniej przesunięcia. Obniżenia i przesunięcia pochodzą od różnych przyczyn: od sił technicznych i od działalności wód.

Zjawiska osiadania powierzchni w miejscowościach dalekich od kopalń, dokąd zasięg ich wpływów na powierzchnię nie dochodzi, znane są dobrze i są stwierdzone w różnych miejscowościach, znajdujących się daleko od wpływów wyrobisk kopalnianych. Wartość ich w Zagłębiu węglowym waha się od 1 do 4 mm rocznie; obniżenia te są zupełnie nierównomierne. Obniżyły się np. wszystkie repery przy kościołach i masywnych budynkach w Świerkłańcu, Wielkich Piekarach, Wielkiej Dąbrówce, Katowicach, Bytomiu i innych miejscowościach; budowle te obniżają się nadal rok za rokiem; np. kościół N. Marii Panny w Bytomiu obniżył się w ciągu 50 lat o 20 cm, mimo że i dzisiaj jeszcze jest oddalony o przeszło 1 km od najbliższych wyrobisk kopalnianych. Te

obniżenia można również stwierdzić daleko poza granicami Zagłębia węglowego i nie można ich przypisać wpływowi robót górniczych. Obniżenia podobne występują także w wielu innych krajach Europy również i tam, gdzie nie ma kopalń. Przyczyny tych obniżeń nie są znane, lecz są tłumaczone naturalnymi ruchami podłoża.

W moich zbiorach są fotografie uszkodzonych domów z Wielkich Piekar (najkrótsza odległość od wyrobisk podziemnych 1—2 km), Kozłowej Góry (4 km), Starego Chechła (7 km) i Mikołowa (1,5 km). Uszkodzone są domy zbudowane dobrze i źle, domy parterowe i piętrowe; uszkodzenia są zupełnie podobne do uszkodzeń jakie zwykle przypisują wpływom górniczym. Budynki w tych miejscowościach są wzniesione na triasowych dolomitach i wapieniach, a uszkodzenia należy przypisać częściowo zjawiskom wietrzenia i działaniu wód deszczowych na te skały.

Na fotografii 5 uwidoczniło uszkodzenie domu w Piekarach Wielkich. Krzyżujące się szczeliny ponad oknem wskazują na niejednoczesne, nierównomierne osiadanie fundamentu filaru narożnego i filaru międzyokiennego. Do tego mogło się przyczynić: różna wytrzymałość gruntu, zawodnienie skały sypkiej, wypłukiwanie skały związanej z pod fundamentu.



Fot. 1.

Uszkodzenia budowli podobne do uszkodzeń górniczych można stwierdzić niemal wszędzie, blisko i daleko od kopalń, a nawet tam, gdzie kopalń nie ma i nigdy nie było.

Ruchy wywołane tektoniką będą różne w zależności od tego, czy obserwowana powierzchnia znajduje się w pobliżu synklin czy antyklin, które ulegać mogą dalszemu obniżeniu lub podniesieniu i przesunięciu w różnych kierunkach niejednakowo. Dalsze obniżenia wywołane pękaniem skał i przesunięciami wzdłuż uskoków również nie będą jednakowe. Opuszczający się pęknięty klin skał może się obniżyć (lub podnosić się) i zsuwać się tak, że powierzchnia jego będzie pozioma; pewniej jednak że tak nie będzie i należy oczekiwać, że zsuwanie wzdłuż jednej szczeliny uskokowej będzie łatwiejsze niż po drugiej (nachylenie szczeliny, tarcie skały o inną skałę). Osiadanie powierzchni będzie nierówne, większe przy jednym z uskoków, mniejsze przy uskoku drugim. Należy oczekiwać, że działanie tektoniczne jako wiekowe



Fot. 3.

będzie stałe, może być niezawsze jednakowe a czasem może być minimalne, lecz niezawsze równomierne w granicach pewnej powierzchni.



Fot. 2.



Fot. 4.

2. Wstrząsy

Obniżanie i przesuwanie skalnych mas związane z odkształcaniem się powierzchni ponad wydobytymi pokładami nie zawsze odbywa się spokojnie. Jednocześnie dają się odczuć mniej lub więcej silne wstrząsy, podobne do trzęsienia ziemi, wywoływane pękaniem pokładów skał przeginających się ponad wyrobiskami. Wstrząsy te bardziej dają się odczuć tam, gdzie nad wydobywanym pokładem znajdują się grube pokłady piaskowców (skały nieelastyczne), mniej przy pokładach łupków ilastych (skały elastyczne). Wstrząsy te rozprzestrzeniają się i działają w kierunkach nieznanych (niezbadanych), lecz jako siły dynamiczne oddziałują bardzo niekorzystnie na wytrzymałość budowli, podobnie jak działania trzęsień ziemi.

Przesunięcia wywołane przyczynami tektonicznymi (ruchami pokładów skał pociętych uskawkami, odkształconych fałdami oraz zawałami



Fot. 6.

pustek powstałych przy wylugowywaniu skał wodą) są również niespokojne, bowiem często towarzyszą im wstrząsy podobne do wstrząsów przy przeginananiu się i osiadaniu skał nad wyrobiskami. Odróżnić wstrząsy tektoniczne od wstrząsów „kopalnianych” i od wstrząsów innego pochodzenia trudno; zagadnienia podobne mogłyby z powodzeniem rozwiązywać stacje sejsmograficzne odpowiednio rozmieszczone na obszarze Zagłębia. Uważam, że dla Towarzystw górniczych rozróżnianie przyczyn wstrząsów ziemi jest zagadnieniem bardzo ważnym. Towarzystwa bowiem mogą odpowiadać za uszkodzenia wywołane wyrobiskami górniczymi, nie mogą natomiast ponosić odpowiedzialności za uszkodzenia tektoniczne. Ścisłe rozgraniczenie tych zjawisk dla przemysłu górniczego jest więc konieczne. Dla bezstronnego rozstrzygnięcia zagadnień dotyczących pochodzenia wstrząsów, owe stacje sejsmograficzne powinny być pod kontrolą czynników rządowych. Najodpowiedniej



Fot. 5.

byłoby poruczyć je Władzom Górniczym. Pieniądze na ich założenie powinien dać Skarb Państwa i zainteresowani, a więc przemysł górniczy i gminy osiedli, znajdujących się w Polskim Zagłębiu węglowym.

Należy tu jeszcze wspomnieć o wstrząsach niezależnych od górnictwa i tektoniki, a więc przede wszystkim o wstrząsach wywołanych przejazdem pojazdów wszelkiego rodzaju. Już przed wojną mówiło się, że wiele uszkodzeń budynków w miastach należy przypisać znacznemu konnemu jeszcze wówczas ruchowi kołowemu, a w szczególności ruchowi wozów załadowanych ciężkimi przedmiotami. Obecnie wstrząsy przy ruchu ciężko załadowanych samochodów odbywającym się ze znaczną szybkością oraz tramwajów tym bardziej wpływają niekorzystnie na budynki znajdujące się



Fot. 7.

wzdłuż bardziej ruchliwych arteryj. Podobnie działa przejazd broni pancérnej i zmotoryzowanej artylerii. Wstrząsy zależą od rodzaju bruku, mniejsze są na brukach gładkich (asfalt, beton), większe na nawierzchni kostkowej (większe niż na makadamie) najgorsza pod tym względem jest nawierzchnia z kamienia polnego („kocie łby“). Przejazd ciężkich pociągów ze znaczną szybkością podobnie wpływa na budynki znajdujące się przy linii kolejowej. Bezsprzecznie i te przyczyny działając długo i ciągle mogą być przyczyną uszkodzenia budowli.

Wstrząsy wywoływane ruchem pracujących silników i maszyn są przyczyną pęknięcia i rozluźniania się murów i powolnego obniżania (osiadania) fundamentów budynków, w których ustawiano maszyny oraz budynków sąsiednich. Osiadanie to będzie różne, niejednakowe: większe tam, gdzie wstrząsy są większe i gdzie grunt jest gorszy, mniejsze tam, gdzie są inne przyczyny uniemożliwiające osiadanie, np. związanie budynku z sąsiednim budynkiem. Wyżej wymienione przyczyny komplikują wyraźny obraz nierównomiernego osiadania. Charakter pęknięć murów jest tu zawsze podobny, jak przy osiadaniu fundamentów, natomiast mur i zaprawa pękają w różnych kierunkach, przy czym na zaprawie powstaje siatka pęknięć.

Budynek, w którym znajduje się silnik elektryczny z maszyną popękał (fotografia 1). Pęknięcia (poprawione) wskazują na różne osiadanie tego budynku. Najbardziej osiadły części wolne tego budynku z lewej strony, mniej osiadły części prawie związane z kilkupiętrowym poprzecznym budynkiem. W ścianie poprzecznej budynku (fotografia 2) znajduje się okienko, w którym umocowano jedno z łożysk wału uruchamiającego transmisjami pasowymi szereg maszyn ustawionych w budynku. Przyczyną pęknięć tej ściany obok okienka jest siła pozioma działająca w podparciu wału (łożyska).

Na fotografii 3 widać popękaną zaprawę (siatka pęknięć). Przyczyną tych pęknięć jest



Fot. 8.

ruch maszyn ustawionych w budynkach. Widoczne na fotografii tej poważne pęknięcie muru pochodzi od nierównomiernego osiadania budynku (o tym mowa będzie niżej).

3. Działanie wód deszczowych

Działanie wód deszczowych na powierzchnię ziemi należy zaliczyć do wiekowych przyczyn odkształcających powierzchnię i prowadzących do uszkodzenia budynków.

Wody deszczowe częściowo spływają wprost do depresji (do rzek) częściowo przedostają się przez warstwy wodoprzenikliwe (skały sypkie i przez szczeliny w skałach zwięzłych) do warstw wodonieprzenikliwych, tworząc podziemne zbiorniki wody. Wody te nie spoczywają, lecz również



Fot. 9



Fot. 10.



Fot. 11.

splywają do depresji. Depresje z wodą odpływową drenują więc okolice. Ściekające wody na swej drodze działają na napotkane skały chemicznie i mechanicznie, wywołując korozję i erozję tych skał. Korozja jest znaczna ze względu na znaczną aktywność wód deszczowych (słaba koncentracja soli). Wody więc rozpuszczają składniki rozpuszczalne i unoszą produkty rozpadu tych skał lub wprost unoszą drobny materiał, z którego składają się te skały (piasek, kurzawka i glina). Strumień wody zanieczyszczonej zawiesinami żłobi z łatwością drogi, kanały i pustki w napotkanych skałach zwięzłych. Większe i mniejsze pustki w kształcie pieczar o różnych wymiarach można niejednokrotnie widzieć w odkrywkach wapiennych i dolomitowych oraz w kanionach rzek (pieczary w Ojcowie). Na fotografii 4 widać podobną pieczarę w wapieniu muszlowym kamieniołomu w Szczakowej. Rozkład wapieni w kształcie lejów z wypełnieniem tych lejów materiałem sypkim jest uwidoczniony na fotografii 5 (zjawiska trasowe). Należy tu zauważyć, że wody górskie działają bardziej energicznie ze względu na to, że skład ich chemiczny mało jeszcze odbiega od składu wody deszczowej oraz dlatego, że mechaniczne działanie wody jest tu znaczne z przyczyny znacznych nachyleń powierzchni ziemi.

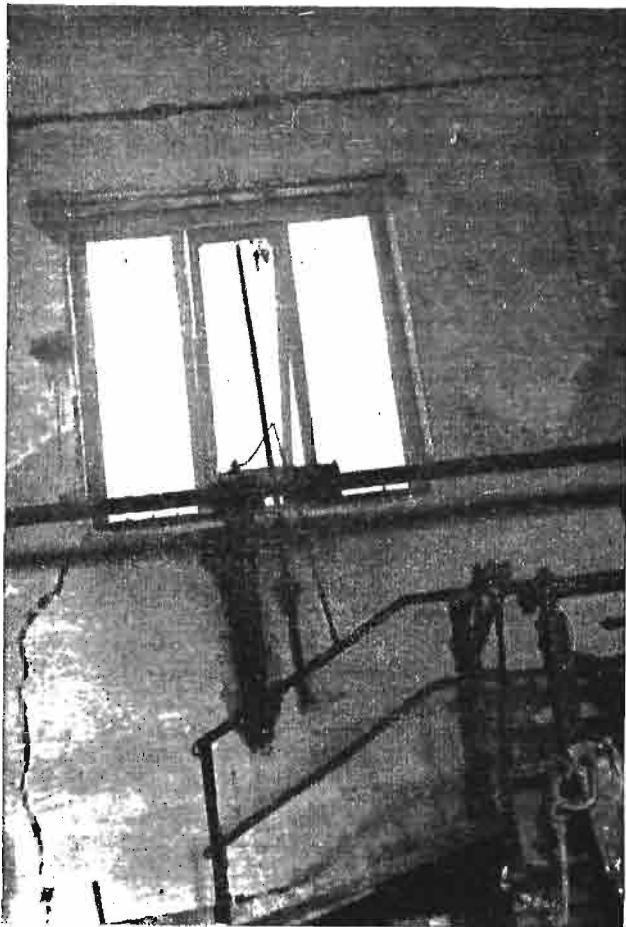
Wody więc wynoszą materię w olbrzymich ilościach z jednych miejsc, odkładając je w innych jako osady chemiczne i mechaniczne. Opisanymi sposobami spływająca do depresji woda działać będzie i na skały znajdujące się na powierzchni i przy powierzchni, oraz na skały znajdujące się głęboko pod powierzchnią, zależnie od głębokości, do jakiej sięga drenująca depresja. Do takich depresyj zaliczyć należy przede wszystkim rzeki z ich odwieczną masową działalnością, w wodach których znajduje się znaczna ilość zawiesin organicznych i nieorganicznych i znaczna zawartość soli rozpuszczalnych. W mniejszym stopniu zaliczyć należy studnie. Pompowanie wody ze stud-

ni założonej w piaskach z czasem przyczynia się do obniżenia piaszczystego gruntu dookoła studni na pewnej od niej odległości. Przyczyną tego zjawiska należy szukać w spływaniu drobnego materiału razem z wodą w stronę studni i odpompowywaniu go z wodą. Oprócz tego przy obniżonej powierzchni hydrostatycznej ciśnienie osuszonych warstw piasku na warstwy dolne osuszone oraz na warstwy zawodnione wzrasta i piaski osiadają. Podobnie niekorzystnie będzie oddziaływać na powierzchnie ziemi przebijanie szybów w warstwach wodonośnych, takich jak piaski, kurzawki i ily; w szczególności niekorzystnie na powierzchnię będą wpływać metody przebijania szybów z jednoczesnym odpompowywaniem wody. Podobnymi depresjami będą również kopalnie czynne a także nieczynne lub ich szyby, z których wypompowuje się wodę pitną do zasilania okolicy oraz studnie założone w skałach zwięzłych szczelinowatych. Działanie tych wód będzie większe w pobliżu depresji (więcej wody) która się tu bardziej koncentruje ściekając ze wszystkich stron, a mniejsze dalej od nich (mniej wody).

Oddziaływanie kopalń jako depresji na powierzchnię ziemi zwykle wyolbrzymiają, twierdząc że znaczne ilości wody wypompowywane z kopalń mają wpływ na obniżenia powierzchni, gdyż do kopalń dostaje się woda, która rozpuszczając działa na skały przed tym nim dostanie się do kopalni. Przede wszystkim nie należy zapominać, że do kopalń dostają się z powierzchni te wody, które i tak dostałyby się do rzek, lecz wędrowałyby nieraz dłużej i dłuższymi podziemnymi drogami niż wtedy, gdy przed tym dostaną się do kopalni, a stąd będą przepompowywane na powierzchnię i stąd dopiero spłyną rurociągami, kanałami do rzeki. Oczywiście, że wiekowe oddziaływanie rzek na skały z wpadającymi do nich rzeczkami, strumieniami i strumyczkami jest nieskończenie większe od oddziaływania kopalń. Dotyczy to przede wszystkim czasu oddziaływania; pod tym kątem widzenia oddziaływanie wód rzecznych jest nieskończenie większe od oddziaływania najstarszych nawet kopalń. Do tegoż wniosku dojdzie się, gdy oddziaływanie wód rzecznych rozpatrywać się będzie pod kątem widzenia ilościowym. Kopalnie bowiem pompują od kilkuset litrów do kilkunastu m³ wody na minutę; są to cyfry nieznaczne w porównaniu z tą wodą, jaka prze-



Fot. 12.



Fot. 13.

plywa strumieniami i rzekami w najbliższej okolicy kopalń.

Podobnie na powierzchnię ziemi oddziałują wody deszczowe wprost spływające po powierzch-

ni do rzek wywołując podobne zjawiska, a więc działają chemicznie i mechanicznie na powierzchnię, złobiąc ją i wywołując obniżenia. Wyżej omówione zjawisko rozmywania skał ułatwia wpływ mrozu na skały zwięzłe. Podczas mrozów wilgoć znajdująca się w skałach zamarza, skały pękają, kruszą się; to przyspiesza chemiczną i mechaniczną działalność wód w okresie letnim. Działanie wód jest stałe, choć może być bardzo powolne i nieznaczne. Trudno jednak wydzielić wpływ wód od wpływów tektonicznych.

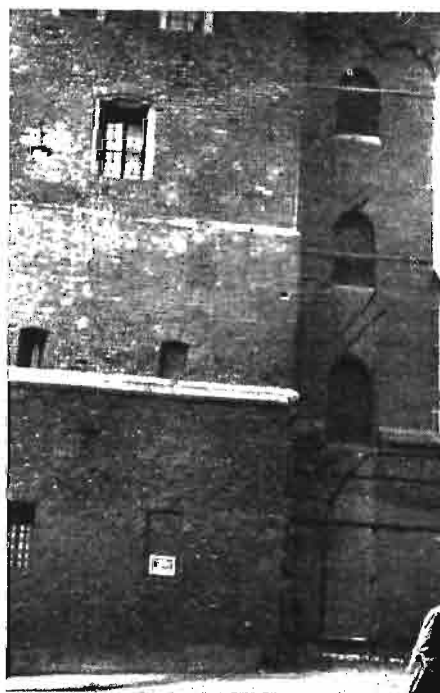
4. Działanie wilgoci

Niezależnie od rozmywania woda wpływa na stan gruntu, zmniejsza tarcie pomiędzy cząsteczkami skał i zmniejsza ich wytrzymałość na ciśnienie; gliny pęcznieją, stają się plastyczne i własnym ciężarem spelzają ku depresji (wyrębiska kopalni, dolina, rzeka, rów). Nachylenie podłoża ku depresji ułatwia spelzanie. Oczywiście, że ciśnienie warstw nadległych na plastyczne gliny tym bardziej ułatwi spelzanie glin, które będą wyciskane z pomiędzy warstw nieplastycznych. Z warstwami glin spelzać będą ku depresji i budynki na niej wzniesione. Oczywiście, że płynąca depresją woda (rzeka) będzie tym bardziej wpływać na spelzanie powierzchni, podmywając brzeg i unosząc zsuwający się materiał; na miejsce materiału uniesionego spelzną bowiem nowe masy skały plastycznej. Podobnie będzie wpływać rzeka na spelzanie brzegów i osiadanie powierzchni, gdy brzegi jej będą piaszczyste. Taki sam skutek wyrwe stałe masowe czerpanie piasku z dna rzeki.

Przyczyną pęknięcia rogu domu nad Rudawą w Zabierzowie jest umieszczenie tego domu w kilku metrach od rzeki na podmywanym gruncie (fotografia 6). Również i łupki ilaste, znajdujące się w przekroju geologicznym pod działaniem wilgoci i ciśnienia



Fot. 14.



Fot. 15.

stają się plastyczne i płyną, spełzają ku depresji. Zjawiska te są spotęgowane obróbką brzegów rzeki dla potrzeb rolniczych i ogrodniczych. Wody deszczowe zamiast ściekać po twardej powierzchni ziemi (darni) wprost do rzeki, przenikają z początku do ziemi. Zabudowanie terenu domami mieszkalnymi zaopatrzonymi rynnami dachowymi i rurami spustowymi w małym tylko stopniu zabezpiecza grunt przed zamoknięciem; nieznaczna bowiem ilość wody deszczowej jest tu unieszkodliwiona przez skierowanie jej do kanałów. Reszta wody deszczowej przenika jednak do gruntu. Utrzymywanie gleby w polach i ogrodach w stanie sypkim (oranie, bronowanie, motykowanie i pielnie) ułatwia przenikanie wody do gleby. Stałe nawożenie i mieszanie ziemi (gliny i piasków) podczas orania jeszcze bardziej zwiększa przepuszczalność roli. Woda deszczowa z łatwością przedostaje się przez glebę do skały lub do spoczywających na skale piasków, glin, wywołując ich zawilgocenie i spełzanie w kierunku rzeki. Obfite i systematyczne polewanie ogrodów znajdujących się przy domach zwiększa zawilgocenie gruntu. Jednoczesne działanie powyższych czynników będzie przyczyną spełzania (przesunięcia) i osiadania brzegów rzeki tam, gdzie występują skały sypkie i gdzie nachylenie brzegów jest większe.

Regulacja rzek połączona z pogłębieniem koryta (dna) powiększy spadek wody gruntowej, wtedy ruch ziemi w kierunku rzeki, razem ze znajdującymi się na nich fundamentami budynków zwiększy się. Również niebezpieczne dla budynków będzie spiętrzenie wody. Przez to bowiem podniesie się poziom gruntowych wód i zmniejszy się ich spadek. Grunt nasiąknięty wodą zmniejszy swą objętość i porowatość, zdeformuje się i osiadzie razem z budynkami.

Nie można również pominąć zjawiska stałego lub okresowego zawilgocenia i osuszenia terenów budowlanych. Gliny wilgotniejąc stają się plastyczne i „płyną” pod ciężarem ustawionych na nich budowli. Gliny wilgotne pęcznieją zwiększając swą objętość, podnoszą do góry wzniesione na nich budynki. Po osuszeniu osiadają razem z budynkami. Warstwy glin niejednakowej grubości i o niejednakowym nachyleniu będą przyczyną niejednakowego osiadania i przechyłania budynków. Budynki pękają. Pęknięcie można zauważyć przede wszystkim w tych miejscach do których przedostaje się wilgoć, woda. Nawodnienie piasków zmniejsza ich objętość, porowatość i poważnie je deformuje razem z wzniesionymi budynkami, gdyż piaski te pod ciężarem budowli będą usuwać się. Wymienione tu zjawiska wpłyną oczywiście niekorzystnie na stan budynków. Jedynie tylko dokładne odwodnienie otaczającego budynki terenu zabezpieczy budowlę przed wpływami wody.

Przykładów uszkodzeń budynków, których przyczyną było zawodnienie gruntu, można wymienić wiele. Obsunięcie się ściany budynku gospodarczego w jednym przypadku dało się z łatwością wytłumaczyć znajdującym się przy tej ścianie zbiornikiem na gnojówkę. Zbiornik ten wpuszczony na 1,5 m pod powierzchnię ziemi był

z cegły z wyprawą cementową. Pomimo ciągłego wlewania pomyj i spływania gnojówki był zawsze suchy. Po sprawdzeniu okazało się, że zbiornik pękł po płaszczyźnie zetknięcia się ze ścianą budynku, oczywiście było to skutkiem nierównomiernego osiadania budynku i zbiornika. Woda szczelinami w murach przedostawała się do gruntu, grunt osiadał sprowadzając pęknięcie ścian budynku.

W kilku budynkach przyczyną osiadania murów był brak rur deszczowych i spustowych oraz brak bruku przy murach, odprowadzającego ściekającą wodę. Woda z dachu ściekała wprost pod mury przyczyniając się do ich osiadania i pęknięcia. W innych przypadkach przyczyną uszkodzenia było wpuszczenie rur spustowych do gruntu drobnoziarnistego ilastego. W tych warunkach woda nie mogła spływać od razu i również była przyczyną osiadania i uszkodzenia fundamentów. W gruncie z piasku gruboziarnistego podobne urządzenie mogłoby być nawet wystarczające, gdyby wylot rury spustowej znajdował się dość daleko od fundamentów. Na fotografii 7 widać popęknięcie, obniżenie się ścian budynku i przybudówki. Przyczyną tych uszkodzeń była pęknięta rura spustowa, gdyż przenikająca do gruntu woda podmyła fundamenty obu budynków. W innym znów przypadku przyczyną podobnych uszkodzeń była pęknięta rura kanalizacyjna. Najczęstszą przyczyną uszkodzenia starych kanałów kanalizacyjnych okazało się rozłożenie i wypłukanie kwaśnymi wodami wapna z zaprawy łączącej cegły. Na fotografii 8 przyczyną uszkodzenia sklepienia nad bramą wjazdową było uszkodzenie rury kanalizacyjnej znajdującej się w bramie i przechylenie się podmytego filaru pomiędzy bramą i najbliższym oknem z prawej strony. Na budynku fabrycznym o długości 50 m i szerokości 25 m, spostrzeżono uszkodzenia na ścianach długich. Podobne uszkodzenia spostrzeżono na innym budynku, znajdującym się w odległości około 100 m na północ. Okazało się, że w odległości około 20—30 m od budynku znajdowała się glinianka o długości około 200 m i o głębokości około 20 m. Dół ten przeciał pokłady węgla, ilów i łupków ilastych o nachyleniu kilku stopni w kierunku glinianki. Pod działaniem własnego ciężaru przyzmat podciętych skał po śliskim wilgotnym podłożu razem z wymienionymi budynkami zsuwał się do glinianki (depresji), przyczyniając się do uszkodzenia tych budynków.

5. Fundamentowanie

Nieodpowiednie fundamentowanie jest najczęstszą przyczyną uszkodzenia budynków. W tych warunkach budynek zwykle osiada nierównomiernie, niejednakowo. W fundamentach oraz w ścianach powstają pęknięcia i szczeliny. Tak będzie przy fundamencie nieodpowiedniej szerokości, niedostosowanym do wytrzymałości gruntu lub przy założeniu fundamentów jednakowej szerokości na gruncie o różnej wytrzymałości na ciśnienie. Jaskrawym przykładem złego fundamentowania jest założenie jednakowej szerokości fundamentów częściowo na skale, częściowo na warstwie

sypkiej lub na glinie, jak to często bywa z budynkami na stokach dolin rzecznych. To samo będzie przy wznoszeniu budynków na aluwium w dolinach rzek; i tu dom może być zbudowany częściowo na warstwie gliny, częściowo na piasku, nawet na torfie lub w bezpośredniej bliskości nawodnionych piasków.

Zdarzają się również przypadki fundamentowania budynków częściowo na nasypie np. na stoku doliny wyrównanym do poziomu nasypem. Często budynki gospodarcze wznoszą później na zasypianym dole po wybranym piasku lub po gąszeniu wapna. Doły te zwykle są zasypywane śmieciami i wtedy łatwo ten błąd wykryć. Czasem jednak doły zasypują materiałem otrzymanym przy wyrównywaniu powierzchni placu i wtedy trudno wykryć ten błąd. Po szczegółowym obejrzeniu ziemi z wykopanego badawczego rowu można wykryć ślady śmieci w ziemi. W jednym przypadku tylko nieliczne kawałki żużla z pod pieca, jakie znaleziono w gruncie dały podstawę do stwierdzenia, że miało się tu do czynienia z nasypem.

Dom (fotografia 9) znajdujący się na drugim miejscu (za latarnią) był zbudowany bez fundamentów, osiadł i przechylił się górą w stronę ulicy o 17 cm. Krawędzie obu domów na fotografii są równoległe. W rzeczywistości nie są równoległe; nierównoległość znikła przez perspektywę. Dom z lewej strony (fotografia 10) wybudowano



Fot. 16.



Fot. 17.



Fot. 18.

na niejednorodnych, gliniastych warstwach starego koryta Wisły. Bardziej obciążone mury osiadły, oddzielając się od nieobciążonego muru ogniowego. Luźny teraz mur ogniowy osiadł nierównomiernie, przechylając się jednocześnie na zewnątrz przeszło o 27 cm przy trzecim piętrze. Jednocześnie przechylił się front domu. Na fotografii nachylenie wypadło znacznie większe z przyczyny perspektywy.

Przyczyną pęknięcia ściany pomiędzy dwiema wieżami (dzwonnnicami) kościoła Karmelitów w Krakowie (fotografia 11) jest większe obciążenie gruntu pod wieżami niż pod ścianą. Poza tym jest tu prawdopodobnie niejednakowe osiadanie obu wież. Przyczyną tego może być nieodpowiednie fundamentowanie lub inne współczesne przyczyny np. zawodnienie gruntu. Przyczyna niewiadoma. Budynek (fot. 12) składa się z kilku części o różnej wysokości. Różne obciążenie gruntu jest przyczyną pęknięcia ścian tego budynku w kierunku poprzecznym. Pęknięcia znajdują się w budynkach przy najbliższych oknach obok wysokiej części budynku (fot. 13). Część niskiego budynku znajdującego się w prawo od pęknięcia obniżyła się jednocześnie z wysokim budynkiem. Na fot. 3 przedstawiono w powiększeniu część pęknięcia uwidocznionego na fot. 13.

Baszta Złodziejska na dziedzińcu Wawelu (fotografia 14) pękła od nierównomiernego osiadania fundamentów. Baszta ta prawdopodobnie stoi na gruncie o niejednakowej wytrzymałości na ciśnienie. Wieża przechyliła się w lewo, na południe, oddzielając się od ściany południowej sąsiedniego domu. Widoczne poważne pęknięcia wzdłuż

tej ściany oraz pęknięcie w sklepieniu okna na parterze (okno na fotografii niewidoczne). Wieża ta na poziomie okien drugiego piętra jest ściągnięta płaskownikiem przytwierdzonym do ściany sąsiedniego domu. Z prawej strony fotografii 15 widać Basztę Złodzijską omówioną na fot. 14. Obniżył się róg południowo-wschodni, na co wskazują pęknięcia nad otworami drzwiowymi i okiennymi. Na poziomie drugiego i trzeciego piętra widać płaskowniki przytwierdzające tę wieżę do sąsiedniego domu.

Na fotografii 16 uwidoczniło się pęknięcie muru. Szczelina jest kształtu parabolicznego. Tłumaczy się to dokładnym rozparciem muru z jednej strony w masywnym słupie, a z drugiej w ścianie fundamentalnego budynku (kościola). Spód muru o niedostatecznym i płytkim fundamentacie (bez fundamentu?) lub spoczywający na niewytrzymałym gruncie popękał i osiadł. Powstanie drugiej szczeliny kształtu parabolicznego z lewej strony ponad szczeliną dolną należy przypisać obniżeniu i odsunięciu w ostatnich czasach lewej opory (słupa), przez co odległość pomiędzy podporami zwiększyła się i zmieniły się jednocześnie warunki równowagi w materiale muru.

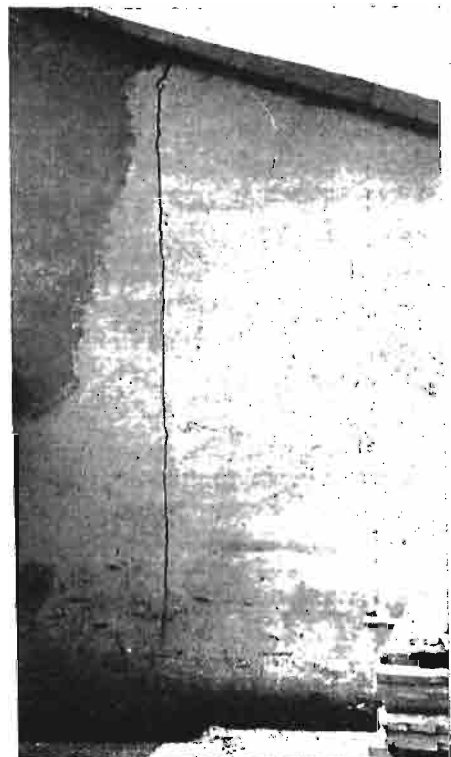
Skupione obciążenia w słupach doprowadzone do gruntu pomimo nawet dobrego obliczenia dają zwykle niejednakowe obniżenia. Tłumaczy to przede wszystkim charakter gruntu, który zmienia się już na nieznacznych nawet odległościach, przy czym zmienia się jednocześnie jego wytrzymałość na ciśnienie. Tłumaczy również złą, zbyt uproszczoną teorią rozkładu sił ciśnących na grunt. Przy niewielkich obciążeniach różnica pomiędzy teorią a rzeczywistością jest nieznaczna i przy tych warunkach teoretyczne obliczenie daje wystarczające dla całości budowli wyniki. Przy obciążeniach znacznie większych obliczenia teoretyczne nie zgadzają się z rzeczywistością i budowle uzyskują nierównomierne osiadanie. Przy nierównomiernym osiadaniu sztywne żelbetowe ramy nie są odpowiednie. Lepsze byłyby takie ramy, które umożliwiłyby odkształcenia budynku w określonych granicach. Nierównomierne osiadanie monumentalnego budynku (fotografia 17) przyczyniło się do popęknięcia żelbetowych belek pośrodku pierwszego okna z prawa i w oporach okna drugiego i trzeciego.

Nadbudowa jednego piętra na części domu również jest przyczyną pęknięcia fundamentów i ścian od dodatkowego obciążenia gruntu pod nadbudowaną częścią domu. Niestety, nie tylko nadbudowują piętra nad mieszkalnymi budynkami, lecz często przerabiają na domy mieszkalne budynki gospodarcze: stodoły, węgłarki, stajnie itp. Oczywiście, że ani grunt, ani fundamenty, ani mury tych obciążeń nie wytrzymują i pękają. Przy tych przebudowach niepotrzebne otwory w starych murach (bramy, drzwi, okna) wypełniają murem z cegły lub kamieni, nie wiążąc ich z otaczającym murem. Otwory okienne w nadbudowanej części domu często zajmują takie położenie w stosunku do starych zamurowanych otworów, że w starych sklepieniach powstają nadmierne siły ciśnące, niesymetryczne i te sklepienia pękają.

Pękają również mury spoczywające na tych sklepieniach, jak również sklepienia w nowych otworach okiennych.

Podobne zjawisko bywa przy częściowym podpiwniczeniu domu, bo i w tym przypadku ciśnienie fundamentu na grunt będzie różne. Przy wznoszeniu dobudówki do starego domu również powstają pęknięcia w ścianach od niejednakowego osiadania starego budynku i przybudówki; jeszcze większe (bardziej jaskrawe) uszkodzenia będą, gdy obie budowle połączą ze sobą, przewijając mury ceglami. Jednoczesne wybudowanie obok siebie szeregu budynków różnego przeznaczenia o wspólnych murach podłużnych, a więc: domu mieszkalnego i budynków gospodarczych: stajni, obory, chlewików, węgłarki, kłozetów, zawsze wywoła pęknięcie murów podłużnych ze względu na niejednakowe obciążenie gruntu tymi budowlami (niejednakowa liczba pięter, niejednakowa grubość ścian).

Przyczyną pęknięcia fundamentów są czasem nieostrożnie prowadzone roboty kanalizacyjne. Wielokrotnie stwierdzono, że rów do rur kanalizacyjnych wykopany poniżej fundamentów budynku, w niewielkiej od nich odległości i źle zabezpieczony był przyczyną obsunięcia ziemi, pęknięcia i obniżenia fundamentu. W jednym przypadku wykopanie rowu kanalizacyjnego o głębokości 7 m w odległości 3 m od budynku było przyczyną uszkodzenia budynku. Po obniżeniu na tej głębokości ilów z wodą obsunęła się najbliższa ściana (podłużna) budynku, a obie ściany poprzeczne wykazały charakterystyczne pęknięcia (fotografia 18). Przybudówka natomiast przy innym domu, znajdującym się również mniej więcej w tej samej odległości nad tym rowem obsuwając się z gruntem zupełnie oddzieliła się od budynku głównego, przy czym powstała pomiędzy obu budynkami szczelina pionowa (fotografia 19). Po-



Fot. 19.

dobnie będzie przy wykopaniu dołu pod fundamenty domu, który ma być budowany obok domu dawniej postawionego.

Przy kopaniu dołu do umieszczenia transformatora przy budynku Sukiennic obniżył się fundament północno-wschodniego rogu budynku, przy czym pękło sklepienie z lewej strony (fotografia 20). Szczególnie niebezpiecznie jest umieszczać fundamenty nowego domu poniżej fundamentów starego. Może się bowiem obsunąć grunt i fundament starego domu popęka. Podobnie wpłynie nadbudowanie piętra lub pięter w sąsiednim domu. Znacznie obciążone fundamenty tego domu będą się obniżać, porywając za sobą mury domu sąsiedniego. Na fotografii 21 dom z lewej strony, po nadbudowie osiadł, pociągając za sobą ścianę domu sąsiedniego (prawego), która charakterystycznie popękała. Pęknięcia ponad sklepieniem i w sklepieniu parteru wskazują na nierównomierne osiadanie tego domu.

Uszkodzenie kompleksu zupełnie jednakowych dwupiętrowych domów nastąpiło z oryginalnych przyczyn, wykrytych zupełnie przypadkowo, po porównaniu zatwierdzonych planów z budynkami. Okazało się mianowicie, że mieszkańcy parterowych mieszkań bez wiedzy właściciela wygrzebali pod kuchniami piwniczne pomieszczenia, odsłaniając stopy fundamentów. Pod działaniem ciśnienia budynku na grunt oraz gruntu cisnącego na fundamenty z boku jak na ścianę podporową, fundamenty osiadły i popękały. Pęknięcia te odezwały się na murach i sklepieniach okiennych.

W budynku fabrycznym o znacznej długości popękała jedna tylko ściana podłużna. Pęknięcia nie były charakterystyczne dla obniżania się gruntu, lecz przecinały mur w najróżnorodniejszych przecinających się ze sobą kierunkach. Na drugiej przeciwległej podłużnej ścianie tego budynku żadnych uszkodzeń nie zauważono. Nie zauważono również uszkodzeń w ścianach poprzecznych oraz na budynkach sąsiednich. Po zbadaniu okazało się, że za popękaną ścianą znajdował się nasyp kolejowy około 1,5 m wysokości, który dotykał bezpośrednio ściany. Na nasypie ułożone były normalne tory, po których przetaczano lokomotywy i wozy P.K.P. Ściana budynku była więc jednocześnie murem podporowym nasypu kolejowego.

6. Kotwienie

Żelazne kotwy powinny być wprawione w odpowiednich miejscach murów podłużnych i poprzecznych na całej ich długości. Końce kotew powinny być nagwintowane i zaopatrzone podkładkami i nasrubkami do naprężania kotew.

Kotwienie nie jest wystarczającym środkiem do usztywnienia budynku. Przed wszystkim budynek jest niedostatecznie usztywniony w kierunkach poziomych, gdyż kotwy poziome, podłużne i poprzeczne nie są ze sobą po rogach budynku związane. Poza tym kotwy poziome nie są związane w kierunkach pionowych z kotwami poziomymi piętra poniżej i powyżej.

Najczęściej jednak kotwią budynki nieprawidłowo. Kotwami nazywają płaskowniki, które przybijają gwoździem do kilku belek stropowych lub do konstrukcji dachowej. Płaskowniki te są



Fot. 20.

wypuszczone po drugiej stronie ściany (na zewnątrz budynku) i tu unieruchomione. Oczywiście, że tego rodzaju kotwienie jest niewystarczające. Pod działaniem sił ciągnących gwoździe będą z łatwością z belek wyciągnięte. Tego rodzaju kotwy żadnego wpływu na trwałość budynku nie mają, choć są jednak powszechnie używane.

Na terenach budowlanych niepewnych (np. Zagłębie węglowe) należałoby przewidzieć kotwienie innego rodzaju. Kotwy powinny być założone tak jak belki w pruskim murze, by uzyskać szereg trójkątów sztywnie wiążących się wzajemnie. Podobnie powinny być związane ściany na poszczególnych piętrach. Żelbetowy fundament powinien otrzymać zbrojenie górą i dołem a więc



Fot. 21.

tak, żeby w przypadku obniżenia powierzchni uzbrojenie przejęło siły ciągnące bądź pośrodku pod domem lub w jednym z jego końców.

Zakończenie

Na tym kończąc artykuł niniejszy podkreślam, że wszystkie przytoczone w nim przykłady uszko-

dzeń budynków mają charakter uszkodzeń górniczych. Nic jednak wspólnego z uszkodzeniami górniczymi nie mają, dotyczą bowiem obiektów znajdujących się przeważnie w Krakowie. Wyjątkowo jeden z nich (fotografia 12) dotyczy kopalni, lecz i tu uszkodzenia nie mają nic wspólnego z wpływami górniczymi.

Dr MAREK KWIEK

Referat zgłoszony na IV. Zjazd Inżynierów Budowlanych

O METODZIE POMIARÓW AKUSTYCZNO-BUDOWLANYCH

1) Budownictwo dawniejsze, którego głównymi elementami były grube mury i sklepienia nie znało w ogóle troski o akustykę budowlaną, zwracając uwagę jedynie na zagadnienia geometryczne akustyki wnętrza. Stosunki te zmieniły się znacznie, w miarę jak sklepienie zostało zamienione przez strop, a grube mury przez cienkie wzgl. przez szkieletową konstrukcję. Mówiąc językiem mechaników, statyka, która obowiązuje dla przebiegów powolnych wzgl. długotrwałych w porównaniu z okresem własnych drgań obciążanych elementów, przestała być jedyną nauką określającą własności użytkowe budowlany; w dzisiejszych konstrukcjach należy się liczyć z zagadnieniami natury dynamicznej.

Jeden z działów owej „dynamiki budowlanej”, nauki będącej w powijakach dopiero, to akustyka budowlana. Dotyczy on rozchodzenia się słyszalnych drgań w budynku oraz ich przenoszenia się z lokalu do lokalu.

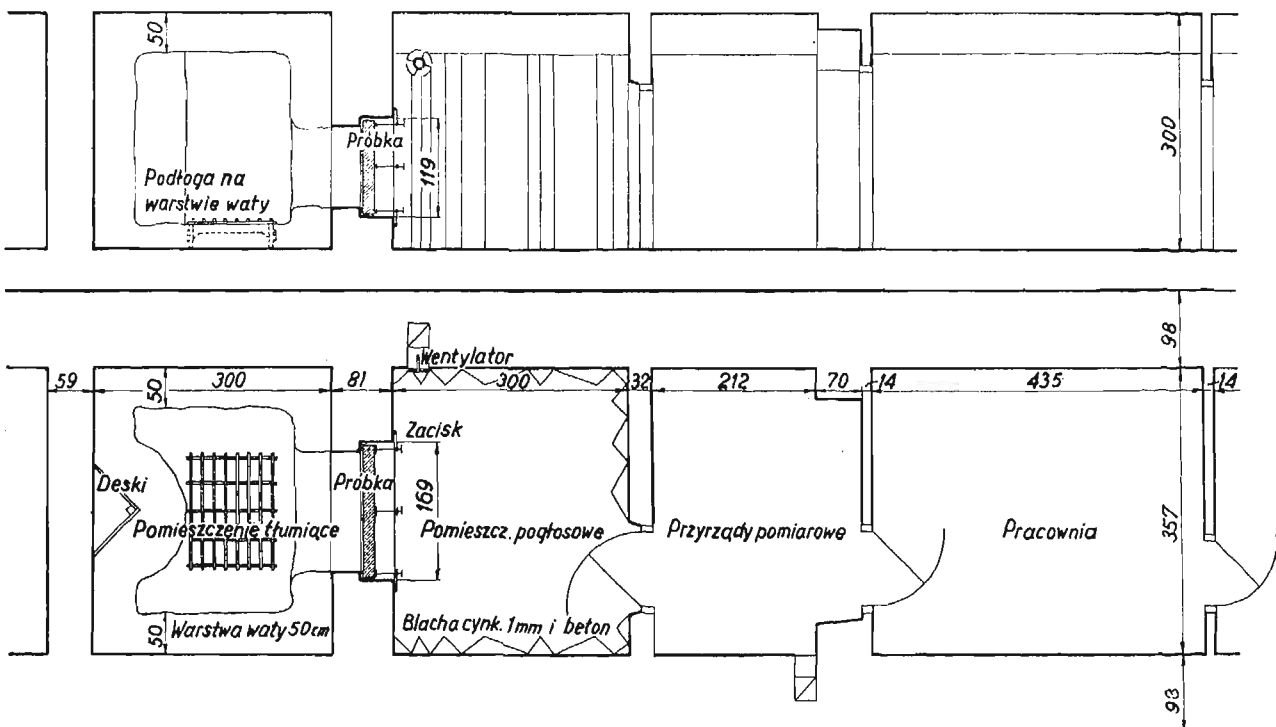
2) Jednym z centralnych zagadnień akustyki budowlanej jest przewodnictwo dźwięku przez ściany, stropy, płyty budowlane, okna, drzwi itd. Badanie przewodnictwa idzie w dwóch kierun-

kach: pomiary „przewodnictwa właściwego” dla różnych materiałów budowlanych oraz badania naukowe nad zachowaniem się dźwięku wewnątrz materiału budowlanego. Pierwsze mają znaczenie praktyczne: znając „przewodnictwo właściwe” pewnego materiału, dowiadujemy się jak go zastosować do celów izolacji dźwiękowej. Drugie natomiast, naukowe badania, prowadzą do zasad tworzenia materiałów budowlanych o pożądanych charakterystykach.

3) O ile mi wiadomo, jedynym laboratorium w Polsce prowadzącym badania przewodności dźwiękowej mat. bud. jest Laboratorium Akustyczne przy Katedrze Bud. Og. Pol. Warsz. Urządzenie tego laboratorium jest jednym z przodujących na świecie, wobec czego podamy bodaj pozbieżny jego opis.

Do pomiarów (rys. 1) używane są trzy sale.

Sala A (tłumiona) jest wyłożona materiałem tłumiącym, oznaczonym na rysunku przez zakreskowanie. Dzięki temu dźwięk w niej wytworzony ulega bez odbić wchłonięciu przez ściany. Sala B (pogłosowa) posiada ściany i sufit pofalowane, w sposób możliwie nieregularny. Ściany te są



Rys. 1. Laboratorium Akustyczne przy Katedrze Budownictwa Og. Pol. Warsz. Przekrój i plan.

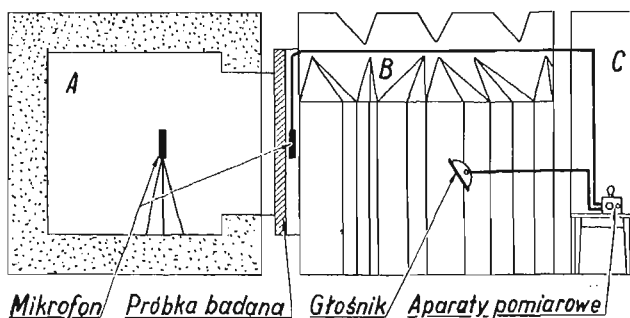
wybite grubą blachą. Dźwięk wyprodukowany w tej sali odbija się kilka sekund, zanim zostanie pochłonięty, ponadto, skutkiem odbijania o nieregularne załamania zostaje dokładnie przemieszany pod względem kierunku. Między salą tłumioną i pogłosową jest otwór, do którego zakłada się badaną próbkę materiału budowlanego.

Sala C jest przeznaczona na aparaty pomiarowe, połączone przewodami z mikrofonami i głośnikami umieszczonymi w sali A i B. Dzięki temu unika się obecności człowieka w salach pomiarowych, wpływającej na wyniki pomiarów.

Dla wykonania pomiaru przewodnictwa dźwiękowego jakiejś ścianki, umieszczonej między salą A i B należy w sali pogłosowej umieścić głośnik wielkiej mocy i połączyć go z generatorem sinusowego tonu. Badanie przeprowadza się dla tonów sinusowych o częstościach zazwyczaj 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200 drgań na sekundę. Aby określić przewodnictwo dźwięku, trzeba zmierzyć całkowitą energię dźwiękową padającą na przednią powierzchnię ścianki, oraz całkowitą promieniowaną przez jej drugą powierzchnię.

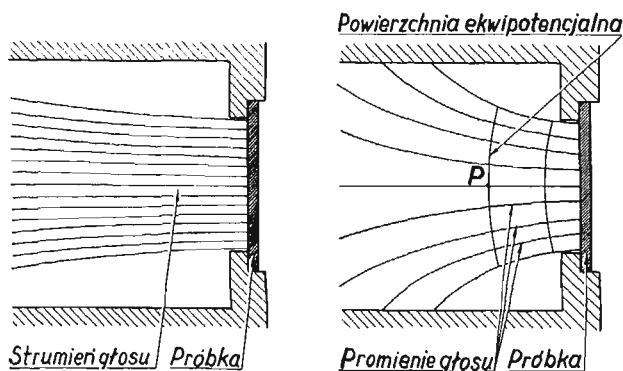
Dzięki nadzwyczaj nieregularnej powierzchni ścian w sali B, gdzie wytwarzamy dźwięk, nie mogą się w niej wytworzyć żadne fale stojące. Dzięki temu gęstość energii dźwiękowej jest stała na całej powierzchni badanej i wystarczy ją wymierzyć w jednym jej punkcie za pomocą mikrofonu (rys. 2).

Natomiast po drugiej stronie płyty pole akustyczne formuje się zależnie od stosunku długości fali do rozpiętości próbki. Dla fal krótkich w porównaniu z długością fali płyta promieniuje falę płaską (rys. 3) o stosunkowo niewielkiej rozbieżności.



Rys. 2.

Rozmieszczenie aparatów przy pomiarze przewodnictwa.



Rys. 3.

Rys. 4.

Dzięki temu dla znalezienia całkowitej energii wypromieniowanej przez płytę wystarczy zmierzyć gęstość energii dość blisko ściany badanej, gdzie strumień głosu jeszcze się nie rozchodzi i pomnożyć przez pole płyty.

Znormalizowany wymiar płyty w laboratorium K. B. Og. jest 1,5 na 1,0 m. Wynika stąd, że falę można uważać za krótką dla 850 drgań/sek. lub więcej. Dla częstości niższych trzeba każdorazowo badać formę pola dźwiękowego.

Na rys. 4 widzimy przebieg pola akustycznego takiego, jakie spotyka się w pomiarach. Widać, że strumień dźwięku rozszerza się silnie; gdyby zmierzono gęstość energii w punkcie P, to dla znalezienia całkowitej energii promieniowanej trzeba byłoby otrzymaną wartość gęstości pomnożyć przez pole większe, niż pole próbki, a mianowicie przez pole odpowiedniej powierzchni ekwipotencjalnej.

Powierzchnię ekwipotencjalną wyznacza się z grubsza rachunkowo, — dokładniej eksperymentalnie. Robi się to, mierząc gęstość energii za płytą w ok. 60 miejscach. Właśnie dlatego, aby uzyskać równomierny przebieg powierzchni ekwipotencjalnych za próbką stosuje się salę załumioną do możliwych granic; gdyby nie to, odbite części strumienia głosu uniemożliwiłyby całkowicie jej znalezienie.

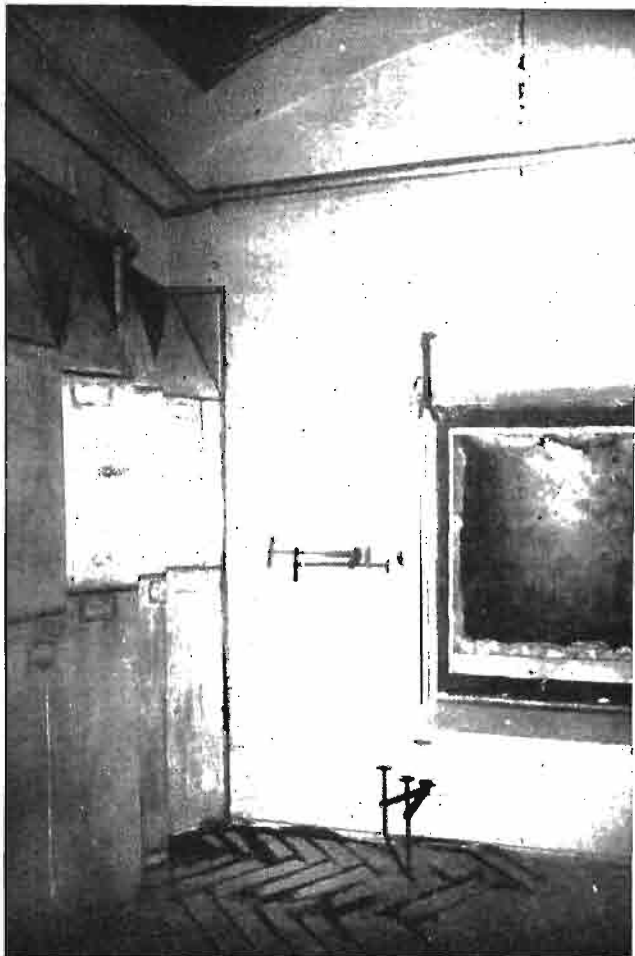
Gdy już mamy zmierzoną całkowitą energię E_1 , przychodzącą do płyty oraz E_2 — promieniowaną przez płytę po drugiej stronie, określamy wartość izolacyjną płyty wzorem

$$i = 10 \log \frac{E_1}{E_2} \text{ decybeli.}$$

Oczywiście wartość i jest inna dla każdej częstotliwości. Jest korzystne, aby rozbieżności te były niewielkie. Dobra płyta izolacyjna powinna mieć średnią wartość izolacyjną większą niż 25 decybeli, a rozbieżności nie większe jak ± 5 decybeli.

4) Zanim przystąpię do opisanja najciekawszych wyników prac naukowych, które dzięki uprzejmości p. prof. Zencykowskiego mogłem wykonać w laboratorium, chciałbym dać pewien pogląd na praktykę obliczenia izolacji dźwięku. Jako przykład wezmę ścianę drewnianą o wartości izolacyjnej 10 db, wymiaru 6×3 m, z dwoma oknami $1 \times 1,50$ m, również o 10 db wartości izolacyjnej. Dla polepszenia izolacji zastosowano płytę budowlaną o wartości izolacyjnej 20 decybeli, którą nałożono na całą powierzchnię ściany. Powstaje przez to powierzchnia 6×3 m² — $2 \times 1,5$ m² = 15 m² drewnianej ściany izolowanej o wart. izol. = 30 db oraz 3 m² okna. Wartość izolacyjną całości obliczymy z wzoru

$$i = -10 \log \frac{1}{F} \left(\frac{F_1}{10^{0,1 i_1}} + \frac{F_2}{10^{0,1 i_2}} + \dots \right) = -10 \log \frac{1}{18} \left(\frac{15}{10^3} + \frac{3}{10^1} \right) = 17,5.$$



Widzimy więc, że wyłożenie ściany materiałem izolacyjnym poprawiło wartość izolacyjną ściany o 7,5 decybeli. Aby uzyskać dalsze polepszenie, należałoby zastosować mniej przewodzące okna. Np. gdyby wartość izolacyjna okien wyniosła 15 decybeli, otrzymalibyśmy

$$i = -10 \log \frac{1}{18} \left(\frac{15}{10^3} + \frac{3}{10^{1,5}} \right) = 22,1 \text{ db.}$$

Z przykładu tego wynika, że mała choćby powierzchnia o złej wartości izolacji potrafi znacznie wpłynąć na całą ścianę. Odnosi się to szczególnie do otworów i nieszczelności w oknach, drzwiach itp.

5) Bardzo istotnym zagadnieniem jest to, czy dźwięk przechodząc przez ścianę porusza jej materiał, czy tylko powietrze, zawarte w jego porach. W pierwszym wypadku mówimy o przewodnictwie mechanicznym, w drugim o dyfuzji dźwięku. Przewodnictwo mechaniczne — po niemiecku Körpereschall — różni się znacznie od rozchodzenia się dźwięku w gazach. Gazy nie przenoszą naprężeń ścinających, skutkiem tego nie powstają w nich tak rozmaite rodzaje fal głosowych, jak w ciałach stałych. To jest też przyczyną kapitalną akustyczności konstrukcyj szkieletowych. Badania prowadzone w K.B.Og. nad przewodnictwem mechanicznym — podobnie jak na całym świecie — nie wyszły jeszcze poza laboratorium, gdyż na razie jeszcze nie zostały rozwiązane dostatecznie przejrzyste zagadnienia podobieństwa dynamicznego płyt.

Mimo to laboratorium już posiada aparaty pozwalające na rozróżnienie dyfuzji dźwięku oraz przewodnictwa mechanicznego, oparte na mechanicznym wzbudzeniu drgań badanej próbki.

Natomiast nadzwyczaj ciekawe wyniki dały moje badania nad dyfuzją dźwięku. Okazało się, że aby znaleźć wartość izolacyjną materiału porowatego o sztywnej strukturze wystarczy go przedmuchać, mierząc grubość przedmuchiwaną próbki, ciśnienie przedmuchiwanego powietrza p oraz jego objętość v ; w odniesieniu do cm^3 materiału opór właściwy $r = \frac{p}{v}$ określa nie tylko wartość izolacyjną materiału, ale też jego zachowanie się: dla małego oporu dźwięk wchodzi w głąb materiału i zamienia się tam na ciepło nie przechodząc na drugą stronę, dla oporów dużych dźwięk ulega odbiciu w pierwszych warstwach materiału. O ile struktura materiału budowlanego jest sprężysta, ulegają poprawie własności izolacyjne dla niskich częstotliwości. Dokładniejsze sprawozdanie z tych badań składam na innym miejscu.

6) Badania akustyczno-budowlane wiążą się z nowoczesnymi metodami budownictwa. Można przewidywać, że w miarę ugruntowania pojęć i metod dynamiki budowli nastąpią w budownictwie udoskonalenia bardzo znaczne, być może nawet, że budownictwo szkieletowe jest tylko załącznikiem nowej metody o dynamikę opartej. Ale nie ma postępu techniki bez postępu nauki; baczmy więc, aby i w tej dziedzinie nie dać się wyprzedzić naszym sąsiadom.

O POMIARACH PRZEWODNICTWA CIEPLNEGO MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Nowoczesne budownictwo, operujące dziś przeważnie żelbetem jako materiałem konstrukcyjnym, napotyka na nowe trudności, które wprawdzie dawniej może już istniały, ale nie miały tego znaczenia co dzisiaj, a mianowicie m. in. sprawę strat ciepłych.

Stosowany do budowy ścian beton, we wszystkich swoich postaciach, czy to jako żelbet, czy jako cegły cementowe, piaskowe lub pustaki, posiada duże przewodnictwo ciepłe, powodujące szybko wyrównywanie różnic ciepłych, na skutek wędrówki w poprzek ścian.

Tym też należy tłumaczyć pojawienie się na rynkach wielkiej ilości tzw. materiałów budowlanych zastępczych, które nie służą jako materiały konstrukcyjne nośne, a jedynie okładziny ścian, mające utrudniać ucieczkę ciepła przez ściany.

Spośród trzech sposobów przenoszenia się ciepła tj. promieniowania, konwekcji czyli przenoszenia się ciepła na skutek ruchu gazów i przewodnictwie, najważniejsze dla materiałów budowlanych jest przewodzenie ciepła.

Przewodzenie ciepła zależy nie tylko od rodzaju materiału z którym mamy do czynienia, lecz również i od jego struktury.

Według nauki o ciepłe, najlepszym izolatorem jest unieruchomione w drobnych przestrzeniach powietrze, stykające się z małą powierzchnią ścianek zamykających tę przestrzeń. Tym też należy tłumaczyć porowatą strukturę wszystkich materiałów źle przewodzących ciepło.

Wielka ilość materiałów izolacyjnych ciepłochronnych, utrudnia w dużym stopniu ich wybór i zmusza użytkowników do oparcia się na pomiarach ścisłych, któreby pozwalały porównywać ich jakość i ułatwiłyby wybór.

Dzięki inicjatywie p. prof. Żenczykowskiego, urządzono w oddz. materiałów budowlanych D.I.B. aparaturę do tych właśnie badań.

Sam pomiar przewodnictwa ciepłego, należy do najtrudniejszych pomiarów, jakie w fizyce spotykamy. Same już pomiary odnoszące się do uchwycenia ilości ciepła nasuwają wiele trudności, jeżeli przy tym obok pomiaru tej ilości ciepła mamy uchwycić szybkość wędrówki ciepła, przez jakieś ciało, sprawa ta komplikuje się jeszcze bardziej.

Prymitywne — czysto orientacyjne sposoby badania przewodnictwa ciepłego, polegające np. na grzaniu nad palnikiem cegły, w której umieszczono termometr, nie dają zupełnie porównywalnych i dających się reprodukować wyników, — ani też liczb, któreby można później wykorzystać do dalszych

obliczeń. Wiele niestety istnieje badań opartych na takich przyrządach.

Spośród wielu metod do tych pomiarów zaproponowanych, największym do dziś uznaniem cieszą się metody oparte na stanie stacjonarnym.

Pod określeniem „stan stacjonarny“ rozumiemy taki stan, w którym ilość ciepła traconego przez dane ciało, równa się ilości ciepła doprowadzanego.

W tych więc warunkach rozkład temperatur jest rzeczą stałą i przez cały czas trwania stanu stacjonarnego — niezmienną.

Przy badaniu zatem przewodnictwa ciepłego ciała, będącego w stanie stacjonarnym, pomiary sprowadzają się do jednego pomiaru ilości ciepła doprowadzonego do kontrolnych pomiarów temperatur po stronie ogrzewanej i chłodzonej badanego ciała.

Jedyną trudnością przy takich pomiarach jest skierowanie strumienia ciepła w odpowiednim kierunku, prostopadle do obu powierzchni, grzanej i chłodzonej ciała badanego, z wykluczeniem ucieczki ciepła na boki.

Spośród wielu przyrządów, do takich pomiarów proponowanych, najlepsze wyniki daje przyrząd skonstruowany przez *Poensgen'a*, jeszcze około 1910 roku, który uzyskał duże uznanie i przyjął się bardzo do tego rodzaju pomiarów. Ma on szczególnie dużą wartość dla materiałów stosowanych w budownictwie dzięki możliwości dokonywania pomiarów na ciałach próbnych płaskich.

Zasadniczą częścią aparatu *Poensgen'a* jest płaska skrzyneczka tzw. płytka metalowa, o kwadratowej powierzchni i możliwie niewielkiej grubości, wykonana z blachy dobrze przewodzącej ciepło (np. miedzianej). Wewnątrz tej skrzynki umieszczone jest uzwojenie grzejnikowe, przy czym warunkiem koniecznym pomiaru na tym przyrządzie jest taki układ uzwojenia, aby ilości ciepła wydzielane przez obie powierzchnie płytki były identyczne. (Rys. 1).

Do obu powierzchni płytki przylega ściśle materiał badany wyrobiony w formie płyty o grubości najczęściej 5 lub 6 cm.

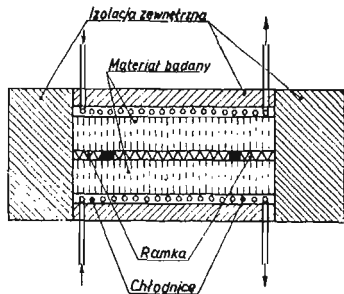
Zewnętrzne powierzchnie materiału badanego są ujęte w płaskie chłodnice, wykonane w formie skrzynek o dużej powierzchni z zewnętrznymi kanałami do przepływu wody, wykonanymi na zasadzie przeciwprądowej.

Jako urządzenie, uniemożliwiające straty ciepła i skierujące ciepło wytworzone przez płytkę prostopadle do powierzchni ciała badanego, służy tzw. ramka, wykonana w formie skrzynki z zewnętrznym urządzeniem grzejnym analogicznym do grzejnika płytki.

Ramka obejmuje na około płytkę i jest od niej oddzielona szczeliną, możliwie niewielkich wymia-

rów, wypełnioną materiałem żle przewodzącym ciepło np. sznurem azbestowym.

Całe to urządzenie umieszczone jest w obszernej skrzyni, wyłożonej wewnątrz materiałem izolacyjnym, uniemożliwiającym straty ciepłne na zewnątrz.



Rys. 1.

Pomiarów doprowadzonego ciepła dokonuje się mierząc bądź to voltaż i amperaż prądu doprowadzanego do płytki, bądź to włączając w obwód licznik watów.

Do ogrzewania musi być jednak zawsze stosowany prąd stały, gdyż prąd zmienny, na skutek swych właściwości, wyników dobrych nie daje.

Pomiaru temperatur dokonuje się za pomocą termopar.

Sama technika pomiaru jest następująca.

Umieszczone starannie w jednej płaszczyźnie ramkę i płytkę okłada się obustronnie materiałem badanym, wyciętym w płyty — o powierzchni równej powierzchni ramki. Zewnętrzne powierzchnie materiału badanego okłada się chłodnicami i cały ten układ zamyka się w skrzyni. Użyte do pomiarów termopary umieszcza się po parę sztuk w różnych miejscach płytki, ramki i obu chłodnic. Stosuje się w sumie 32 pkt. pomiarowe.

Po włączeniu prądu grzejjego, reguluje się tak jego napięcie, aby na obu powierzchniach, tak ramki jak i płytki zapanowały równe temperatury. Tak samo nastawia się obie chłodnice, regulując przepływający przez nie strumień wody.

Po ostatecznym ustaleniu się temperatur, co następuje po dość długim okresie czasu (12 — 24 godz.), odczytuje się natężenie i napięcie prądu grzejjącego płytkę oraz temperatury panujące na obu powierzchniach badanego materiału.

Z tych danych oblicza się współczynnik przewodnictwa cieplnego λ w jednostkach c. g. s. ze wzoru:

$$\lambda = \frac{w \cdot f}{d \cdot (t_w - t_z)}$$

przy czym:

w — oznacza ilość ciepła doprowadzonego w kaloriach dużych na godzinę;

d — grubość płyty badanej w m;

f — powierzchnia płyty badanej w m^2 ;

t_w — temperatura powierzchniowa na stronie grzanej w $^{\circ}$;

t_z — temperatura powierzchniowa na stronie chłodzonej w $^{\circ}$.

Współczynnik przewodnictwa λ wyraża nam zatem ilość ciepła w kaloriach dużych jaką zdolny jest przeprowadzić badany materiał w ciągu 1 godziny, przez bryłę wykonaną z badanego materiału o powierzchni $1 m^2$ i grubości 1 m, przy różnicy temperatur 1° .

Ponieważ współczynnik przewodnictwa zmienia się z temperaturą (tzn., że w np. temp. — 10 będzie on inny niż w temp. + 10) pomiar Poensgen'a jest ścisły dla temperatury średniej $\frac{(t_w - t_z)}{2}$.

Przy badaniu materiałów budowlanych pomiar przeprowadza się najczęściej dla 3 różnych temperatur, otrzymując w ten sposób 3 wartości λ , które leżą zazwyczaj na prostej w układzie: temperatura/ λ .

Wykorzystywanie wyników. Najprostszym sposobem, ale może i najważniejszym wykorzystywania wyników, jest możność bezpośredniego porównywania zdolności izolacyjnych różnych materiałów budowlanych, co jest ważne przede wszystkim dla grupy tzw. materiałów budowlanych zastępczych.

Rozwijając dalej możliwości wykorzystania wartości tego współczynnika dla budownictwa, zaś uważę, że znajomość jego pozwala na obliczenie strat cieplnych przez przewodnictwo ścian budynków, a co za tym idzie, na ocenę kosztów ogrzewania budynków. Obliczenia tego rodzaju, mają już dziś duże zastosowanie np. przy obliczaniu rentowności i strat na rurociągach parowych lub chłodzących.

Obliczając graficznie straty ciepłne rurociągów, ich wartość z uwzględnieniem kosztów wykonania i amortyzacji izolacji, otrzymuje się krzywą wskazującą na optimum grubości warstwy izolacyjnej. Po przekroczeniu tej grubości, koszt wykonanej izolacji przekracza oszczędność uzyskaną na ciepłe.

Przy wykorzystaniu wyżej omówionych wyników, należy zawsze pamiętać o tym, że badania wykonywane są na materiałach zupełnie suchych, pozbawionych wilgoci, obecność zaś wilgoci zwiększa ogromnie współczynnik przewodnictwa.

Najpewniejszym zatem sposobem należytego wykorzystania własności materiałów ciepłochronnych, jest wbudowanie ich w warunkach uniemożliwiających dostęp do nich wilgoci.

Zjazd Inżynierów Budowlanych w Gdyni
będzie także zjazdem całego świata budowlanego

10 - 12.IX

PROJEKTOWANIE PIECÓW I ICH PRZYJĘCIE

Jednym z ważnych, a jakby pogardzonych elementów wyposażenia wewnętrznego budynków, są urządzenia nagrzewcze miejscowe, czyli piece. Architekt czy inżynier budowlany nie zna pieca, nie lubi go, nie zdaje sobie sprawy z ważności tego przyrządu i pozostawia go do całkowitej dyspozycji rzemieślnikowi-wykonawcy, zdunowi. Ten ostatni jest tylko wykonawcą, ale zupełnie nie ma pojęcia o teoretycznych podstawach zagadnienia realizowania pieca, nie posiada należytego uświadomienia o roli, znaczeniu i pracy poszczególnych części przyrządu. Cóż więc dziwnego, że „buduje” piec tylko na podstawie tradycji, nie umie uwzględnić i zastosować nowszych zdobyczy wiedzy technicznej w danej gałęzi i w ostatecznym wyniku otrzymuje coś „zgodniętego”, co może być bardzo dobrym utworem technicznym, ale równie dobrze może być do niczego nie przydatnym zlepkim cegieł i kafli.

Tymczasem dobrze skonstruowany piec jest bardzo ważną częścią budynku. Oprócz wytwarzania pewnej ilości ciepła, pokrywającego straty, zachodzące w ogrzewanym pomieszczeniu, przyrząd ten wywołuje wymianę powietrza intynsywniejszą niż przy innych przyrządach grzejnych, zużywając bowiem pewne ilości tego powietrza do procesów spalania powoduje zasysanie go z przestrzeni zewnętrznej przez wszystkie nieszczelności konstrukcji budowlanych. Poza tym dzięki dość znacznemu magazynowi ciepła, zakumulowanego w okresie procesów wytwórczych, a służącego do pokrycia strat, jakie zachodzą w ciągu całej doby, piec stale wydziela ciepło. Organizm ludzi, przebywający w pomieszczeniach, ogrzewanych piecami, stale otrzymuje pewne ilości energii cieplnej, bez tych przerw jakie z konieczności powstają przy ogrzewaniu centralnym, przy którym organizm ludzki narażony jest periodycznie na okresy pochłaniania ciepła, gdy urządzenie funkcjonuje oraz wypromieniowywanie energii, w czasie przerw w czynności przyrządów. Dzięki małej pojemności cieplnej przy ogrzewaniu centralnym, następuje spadek temperatury ich powierzchni do poziomu ciepłoty środowiska wnętrza.

Nieumiejętne i nietechniczne wykonywanie pieców prowadzi do znacznych strat w gospodarstwie kraju. Jeżeli przyjmiemy, bardzo skromnie licząc, ilość pieców ogrzewających w Polsce na 2 miliony i ilość spalonego w nich węgla na 5 kg dziennie, to przy należyтым i przemyślanym skonstruowaniu i wykonaniu sprawność tych przyrządów łatwo podnieść można co najmniej o 10% (sprawność dobrego pieca powinna być co najmniej 0,85, przeciętne obecnie stosowane mają około 0,70), co przy 180. dniach opalania w ciągu roku daje możliwość oszczędzenia ok. 180.000 ton węgla na sumę ok. 7.000.000 zł. A węgiel zaoszczędzony w ten sposób da choćby odpowiedni ekwiwalent benzyny syntetycznej, tak ważnej dla całej gospodarki narodowej.

Dlatego piec musi być traktowany tam samo, jak każdy inny odpowiedzialny element konstrukcji budynku. A ponieważ inżynier każdy taki element oblicza, więc i piec powinien być obliczony odpowiednio do swego przeznaczenia.

Głównym celem pieca jest uzupełnienie strat ciepła, zachodzących w ogrzewanym pomieszczeniu, drogą zmagazynowania odpowiednich ilości energii cieplnej, a następnie stopniowego ich wydzielania. Ponieważ zaś wydajność (wydzielanie ciepła) pieców jest funkcją ich konstrukcji oraz przeważnie wielkości powierzchni emitujących, te ostatnie muszą być w ścisłym wielkościowym związku z ilością strat ciepła pomieszczenia. Dlatego projektowanie pieca, tj. ustalanie jego wymiarów przede wszystkim musi rozpocząć się od ustalenia tak zwanego bilansu ciepła, tj. strat ciepła w pomieszczeniu, które muszą być uzupełnione przez przyrząd.

Po ustaleniu bilansu wybierać należy system pieca w zależności od warunków miejscowych. Dla pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi, wskazane są przyrządy wolno się nagrzewające oraz równie wolno stygnące, a więc posiadające emitowanie ciepła względnie równomierne i bez przerw, co jest nadzwyczaj ważne ze względów higienicznych. W takich lokalach, gdzie jeden i ten sam człowiek bywa krótko, ale sam lokal służy do pobytu ludzi przez większą część doby, po czym następuje przerwa kilkugodzinna, w ciągu której w pomieszczeniu ludzi nie ma (kawiarnie, teatry, kina), stosować należy piece dość szybko nagrzewające się, ale nieposiadające dużego magazynu cieplnego, a więc utrzymujące należyty poziom cieplny dzięki stałemu i wolnemu paleniu. Pomieszczenia wilgotne wymagają przyrządów rozwijających dość wysoką temperaturę i wydzielających znaczne ilości ciepła przez promieniowanie. Nakoniec wahania temperatury zewnętrznej, najniższe jej wartości i długość okresów występowania minimum w bardzo dużej mierze wpływają na wybór odpowiedniego typu konstrukcyjnego pieca.

Ale ażeby wybrać jakiś typ należy go mieć ustalony konstrukcyjnie i posiadać jego charakterystykę. Bo chociaż dla każdego z układów poszczególnych miejscowych warunków można zaprojektować odpowiedni ustrój piecowy i obliczyć jego elementy, to jednak będzie to droga niewłaściwa, bo absorbująca znaczną ilość czasu i wymagająca od projektanta pewnego zasobu wiadomości już szczegółowych i zbyt specjalnych jak na ogólne wykształcenie inżyniera budowlanego, a dające w wyniku choć ważny, ale względnie drobny obiekt, drobny element całości budynku. Najwłaściwszą byłaby droga dokonywania w odpowiednich pracowniach wstępnych badań nad konstrukcyjnymi typami pieców, opracowanych przez specjalistów i, na podstawie ustalonych w tych pracowniach charakterystyk, wybór typu. Ob-

liczenie wymiarów przyrządu do wykonania dokonałoby się już tylko drogą dostosowania pieca do zapotrzebowania ciepła na podstawie ustalonej wydajności jednostki powierzchni.

Na przeszkodzie takiemu pozornie prostemu rozwiązaniu sprawy stoi brak nie tylko odpowiedniej, ale w ogóle jakiegokolwiek pracowni badawczej dla danej dziedziny techniki. Potrzeba jej jest gwałtowna, przy czym w jej powstaniu i istnieniu jest zainteresowanych bardzo dużo osób i instytucji: wszystkie instytucje budujące, technicy budowlani wszelkich kategorii, rzemieślnicy zainteresowani w realizacji pieców, fabryki i zakłady produkujące elementy konstrukcji piecowych, nawet zakłady, które powinny powstać do produkcji określonych typów pieców. Należy więc uważać, że o ile wspomniana pracownia powstanie, dozna ona dostatecznego poparcia ze strony wyżej wymienionych.

Lecz powstanie i istnienie pracowni badawczej, kwalifikującej piece, nie rozwiązuje całkowicie sprawy zastosowania poszczególnych przyrządów w poszczególnych pomieszczeniach, kwalifikacje bowiem będą się tyczyć przede wszystkim tylko ogólnych cech określonego typu, a nie poszczególnych przyrządów. Poza tym badania typów, odbywające się w odpowiednio urządzonej i wyposażonej pracowni będą dawać wyniki „idealne”, które mogą okazać się niezupełnie osiągalne w poszczególnych piecach, ustawionych w pomieszczeniach budynku. Należy się też liczyć z pewnymi, czasem nawet dość znacznymi niedociągnięciami, wynikającymi z realizacji przyrządów przez rzemieślników, których sprawność jak w ogóle ludzi będzie różna zależnie od indywidualności.

Dlatego samo zbadanie i zakwalifikowanie typu przyrządu w pracowni musi być uzupełnione przez odpowiednie normy przyjęcia gotowych pieców. Normy te powinny zawierać tylko takie badania, których przeprowadzenie w terenie nie będzie narażać specjalnych trudności, oraz może być

przeprowadzone przy pomocy możliwie prostych i łatwych przyrządów. Jednocześnie badania na miejscu muszą stwierdzić najważniejsze cechy przyrządu wymagane jego przeznaczeniem.

Badania na miejscu powinny objąć:

- a) sprawdzenie ilościowego i jakościowego spalania opału,
- b) ustalenia szybkości nagrzewania i ostygnięcia pieców,
- c) sprawdzenie wysokości i orientacyjnego rozkładu temperatur na powierzchni zewnętrznej przyrządu,
- d) zbadania rozkładu temperatur w ogrzewanym pomieszczeniu przy funkcjonującym w pełni piecu,
- e) zbadanie ruchliwości (pęcznienia) pieca w okresie jego pracy,
- f) ustalenie sprawności,
- g) sprawdzenie wielkości i wahań ciągu.

Tak więc streszczając powyższe, każdy piec przeznaczony do stałego użytku, powinien być dostosowany do zapotrzebowania (bilansu) ciepła ogrzewanego pomieszczenia i do warunków pracy (przeznaczenie lokalu).

Pierwsze oblicza się na podstawie zwykłych wzorów technicznych, mniej lub więcej szczegółowych lub przybliżonych oraz na podstawie wydajności 1 m^2 powierzchni grzejnej pieca, ustalonej czy to drogą obserwacji, czy też lepiej zbadania i pomiarów cieplnych w odpowiedniej pracowni. Drugie ustala się na podstawie charakterystyki typu pieca zbadanego wszechstronnie w pracowni.

Należy więc dążyć do przeprowadzenia badań, wybraniu na ich podstawie pewnych typów konstrukcji piecowej, jako standartów i stosowania tylko takich standartowych urządzeń. Uprości to i postawi na należyłym poziomie wykonanie miejscowych przyrządów grzejnych przy jednoczesnej gwarancji technicznej wartości tych przyrządów.

LICÓWKA ELEWACYJNA Z KAMIENI NATURALNYCH

Sposób budowania obiektów większych, ogniotwałych oraz materiały do tego używane są tego rodzaju, że budynki wymagają zastosowania warstw ochronnych, pokrywających zasadnicze konstrukcje z ich wypełnieniami, i zabezpieczających je od szkodliwych wpływów zewnętrznych. Jednocześnie powłoki owe są traktowane jako elementy dekoracyjne budynku.

Z tych względów materiał powłok musi odpowiadać następującym warunkom:

a) Barwa i obróbka zewnętrznej powierzchni (faktura) powinny posiadać pożądane maksimum walorów dekoracyjnych i być zgodne z odpowiednimi zamierzeniami projektującego.

b) Odporność na działania zewnętrznych czynników uszkadzających musi być dostateczna i gwarantująca żadaną trwałość. Czynnikiem niszczącymi w naszych warunkach przyrodzonych będą opady, szczególnie w postaci płynnej, wahania temperatury w pobliżu zera technicznego, ługujące działanie wody, mechaniczne oddziaływanie ruchów powietrza, nagrzewanie przez insolację, na koniec, chemiczne wpływy środowiska powietrznego, zanieczyszczonego wylęciami i dymami.

c) Wytrzymałość mechaniczna powinna być dostateczna i gwarantująca nieuszkodzalność powłoki pod wpływem uderzeń, tarcia, nacisków górnych części na dolne, wybożenia wynikającego

z zastosowania względnie cienkich a wysokich warstw.

d) Wiązanie się z podkładem musi być dostateczne, aby zagwarantować w ciągu okresu trwałości licówki jej należyte zespolenie z podstawą konstrukcyjną budynku oraz niemożność powstania uszkodzeń, jako wyników oddzielania się powłoki od podkładu.

Powyżej podanym warunkom najlepiej i najlepiej odpowiadają kamienie rodzime. Jednak, wobec bardzo dużej różnorodności kamieni, różne ich gatunki w różnej mierze spełniają powyżej wyszczególnione postulaty.

Z kamieni polskich mogą być brane pod uwagę prawie wszystkie odmiany napotymane na terenach kraju. Nadają się więc magmowe kamienie wołyńskie, pochodzenia ogniowego, jak granity, dioryty, sjenity, gabro - noryty oraz wylewne bazalty, jak również wylewne diabazy, porfiry, melafiry i andezyty zagłębia krakowskiego. Mogą być użyte liczne odmiany piaskowców z kieleckiego, jak kunowski, dołski, wąchocki, rejowski, suchedniowski, szydlowiecki, zagnański, tumliński, rogowski; piaskowców albo szarogłazów śląskich z Kóz, Straconki, Skoczowa i Ustronia, twardych i zwar tych piaskowców podolskich: trembowelski, mogielnicki, budzanowski, tarnopolski, szczyrdecki i inne. Znajdą zastosowanie wszelkie gatunki wapieni, przeważnie w odmianach twardszych i bardziej zbitych, jak trawertyn, martwica, muszlowiec, dolomity z doliny Przemszy, mniej w postaci krystalicznych lub półkrystalicznych marmurów kieleckich i krakowskich.

Wobec dużej ilości rodzajów kamieni oraz wielkiej różnorodności ich cech, poniżej zestawione są wykazy grupowe wymienionych odmian, z jednoczesnym podaniem ich większej lub mniejszej zgodności z warunkami, jakim muszą odpowiadać.

Grupa kamieni, otrzymywanych ze skał magmowych ogniowych, posiada zabarwienie na ogół dość ciemne, szare i popielate w różnych odcieniach od prawie czarnych do różowawych, czysto różowe, żółto brunatne, czerwono brunatne, czerwone. Odmiany jasne, siwe, lekko różowe lub żółtawe albo prawie białe, spotykają się rzadziej.

Skały magmowe wylewne z reguły dają materiał w kolorach ciemnych, przechodzących w czarne, rzadziej w czerwonych ciemnych.

Kamienie powyższe dopuszczają najróżnorodniejszą obróbkę, od surowej, rwanej lub łupanej powierzchni począwszy, kończąc na polerowanych. Przy tej ostatniej obróbce pogłębia się w bardzo silnym stopniu walor barwy.

Odporność i wytrzymałość kamieni tej grupy jest bardzo duża, największa spośród wszystkich polskich odmian, przy czym gatunki o drobniejszym ziarnie posiadają te cechy w wyższym stopniu, aniżeli gruboziarniste. Ze zwiększeniem wymiarów kryształów wzrasta przyczepność do zaprawy, stanowiącej w bardzo dużej ilości wypadków główny łącznik licówki z konstrukcyjnym podkładem.

Piaskowce, bardziej kruche i łamliwe od poprzednich kamieni, jednostajniejsze i równiejsze w barwie, występują w Polsce jako kamienie kremowe,

we, żółte, brunatno brunatne, żółte, różowe, czerwone w różnych odcieniach, szare, szarobrunatne, zielone. Obróbka powierzchni możliwa różnego rodzaju, jednak struktura materiału nie pozwala na osiągnięcie zupełnej, połyskliwej gładkości.

Odporność i wytrzymałość, zależna od składu lepiszcza, wieku i formacji piaskowca, na ogół mniejsza niż magmowców, za wyjątkiem kwarcytów i piaskowców kwarcytowych. Wiązanie się z zaprawą dość znaczne, głównie dzięki ziarnistej nierównej powierzchni i pewnej, czasem spornej nasiąkliwości.

Wapienie pod względem cech technicznych tworzą jeszcze bardziej różnorodną grupę, aniżeli piaskowce. Bogate użycie i różnorodność zabarwienia przy możliwości polerowania, czynią z twardych odmian tych kamieni najbardziej dekoracyjny materiał. Obróbka powierzchni może być najróżnorodniejsza, ale przy niepolerowaniu w znacznej mierze tracą walory barwy.

Odporność na działanie kwasów bardzo mała, na inne czynniki zależna od zwartości i twardości a tym większa, z im mniej porowatą odmianą ma się do czynienia. Nasiąkliwość na ogół spora, wskutek czego mrozotrwałość niezbyt duża. Wytrzymałość różna, ale zmienia się mniej więcej tak samo jak i odporność. Przyczepność do zaprawy na ogół dobra. Bardzo miękkie odmiany o kredowej strukturze, łatwo ścieralne, źle wiążą się z zaprawą.

Obróbka powierzchni licówki kamiennej, mająca na celu podkreślenie wartości architektonicznej budynku okładanego, albo nadanie mu pożądanego wyrazu, musi być w pewnym stopniu związana z rodzajem użytego kamienia.

Pg — PN/B—356, istnieją następujące faktury powierzchni kamiennych.

a) Surowa, o naturalnym wyglądzie powierzchni, powstałym przy oddzielaniu kamieni od skalnej masy, bez jakiegokolwiek późniejszej korekty. Jest ona dla każdego gatunku inna i do pewnego stopnia charakteryzuje odmianę kamienia. Przy tej fakturze najjaskrawiej występują strukturalne cechy materiału, i nadaje ona budynkowi może dość grubo, ale mocny i monumentalny wygląd.

b) Szpicowana lub krzesana powierzchnia, wyrównana narzędziami z ostrym końcem roboczym, nieco szlachetniejsza i bardziej „ucywilizowana” niż poprzednia, posiada jednak w stopniu dostatecznym wartości monumentalne obróbki poprzedniej.

c) Dłutowana, krzyżowana, gradzinowana jest powierzchnią o dość daleko posuniętym wyrównaniu, osiągniętym przy pomocy narzędzi z ostrzami mniej lub więcej szerokimi a płaskimi, czasem zażębionymi (gradzina). Faktura jeszcze dostatecznie mocna w wyrazie, jednak miękka, tak się mająca do krzesanej, jak welwet lub aksamit do samodziela.

d) Groszkowana, co do charakteru wyrazu, zbliżona do poprzedniej, tylko może nieco bardziej elegancka. Otrzymuje się przez wyrównanie powierzchni kamieni nie szerokimi względnie dłutami, pozostawiającymi ślad podobny do kreski, lecz

młotami, które przy uderzeniach tworzą jakby szachownicę względnie drobnych wzniesień i wklęśłości.

Obróbka młotami może być stosowana tylko do kamieni magmowych, częściowo do wapieni. Piaskowce znoszą ją źle, kamień jak się mówi „zagłusza“ przy tym. „Zagłuszenie“ wyraża się w łatwej uszkodzalności kamieni z biegiem czasu. Jak gdyby względnie mocne uderzenia młotami przy obróbce rozluźniają więź pomiędzy zlepionymi ziarnkami piasku lub cząstkami wapienia, i wskutek tego wystarczy byle przyczyna, aby kamień zaczął się łuszczyć i sypać. Jedynie kwarcyty i piaskowce kwarcytowe, tj. odmiany o lepieszcu pokrewnym co do składu ziarnom piasku, w dodatku mniej lub więcej skryształizowanym, a także krystaliczne jednorodne wapienie, znoszą jako tako dany sposób obróbki.

W starych budynkach licowanych lub wykonywanych z piaskowców i wapieni, nigdzie nie spotyka się obróbki powierzchni młotami, a jedynie dłutami.

e) Prążkowana, czesana i wełnista z wyraźnymi równoległymi prostymi lub falistymi bruzdkami i wyniosłościami (karbami). Dzięki takiej fakturze licówka kamienna nabiera ruchu, którego intensywność zależy od spokojniejszego lub bardziej falistego układu bruzdek oraz od ich względnej gęstości i głębokości. Można porównać tę powierzchnię ze zmarszczoną lub sfalowaną powierzchnią wody. Faktura wdzięczna, lecz trudna w użyciu, przy niewłaściwym bowiem zastosowaniu lub złej stali może nie tylko nie dać pożądanego efektu, ale nawet zepsuć architektoniczne ujęcie budynku.

f) Szlifowana — której pokrewna co do wyglądu jest i piłowana — osiągana wygładzaniem przez pocieranie, lecz bez wytworzenia połysku. Obróbka dobra jest jakby przeciwstawieniem jednego z poprzednich sposobów, ujęciem statycznego spokoju w porównaniu z ruchem faktur wyżej wymienionych a będących w pewnym dynamicznym napięciu.

g) Polerowana — lustrzana, połyskliwa, doskonale bezgrzeszna powierzchnia. Obróbka na najwyższym poziomie elegancji, i jak ta ostatnia, musi być stosowana z umiarem, aby budynek nie sprawiał wrażenia tak bogatego, że aż będącego w złym smaku.

h) Dodatkiem do powyższych sposobów obróbki powierzchni jest dziobanie i rwanie ich. Polega ono na celowym jakby okaleczeniu wykonanej obróbki, aby w ten sposób ujawnić właściwą strukturę materiału i podnieść jego wartość dekoracyjną, przeciwstawiając dużej kulturze, ogładzie a nawet finezji starannie obrabianych powierzchni, szorstkość i pierwotność kamienia występującego w wyrwach, wybitych wgłębieniach i wyszarpiętych bruzdach. Faktura ciekawa, ale trudna, wymagająca od stosującego ją wysokiego, poziomu smaku i wyrobienia architektonicznego. Źle użyta, wulgaryzuje budynek.

Obróbka kamieni powinna być wykonana przed umocowaniem ich w licówce. Wszelkie dorabianie kamieni już obsadzonych jest szkodliwe dla powiązania z konstrukcją i prawie zawsze prowa-

dzi do odstawiania obrabianej sztuki od podłoża. Jedynie przeszlifowanie lub przepolerowanie jest dopuszczalne, gdyż odbywa się bez wstrząsów i drgań, tak łatwo prowadzących do wspomnianego „usamodzielniania się“ kamiennej licówki, z reguły pionowej w wypadkach omawianych w niniejszym referacie, a więc takiej, dla której podobne rozdzielenie powłoki z podłożem dźwigającym może być bardzo niebezpieczne.

Toteż przy zewnętrznych okładzinach kamiennych budynków, szczególnie przy wysokości licówki ponad 2 m, oddzielne bloki czy płyty, przy najmniej choć w odpowiedniej ilości, muszą być połączone z konstrukcją podstawową budynku lub z wypełnieniem izolacyjnym konstrukcji szkieletowej przy pomocy metalowych wiązań, tak zwanych kotew.

Kotwy wiążące muszą być z mocowane należyście, tak z kamieniem licówki jak i z konstrukcją licowanego obiektu. Najprostszy jest sposób wpuszczania haczykowatych odgięć końców kotew w odpowiednie gniazda w kamieniu, z jednocześnie zamocowaniem drugich końców w konstrukcji. Gniazda na końce kotew w kamieniach powinny być wiercone, w ten bowiem sposób unika się koło takiego gniazda osłabienia materiału okładziny, nieuchronnego przy wstrząsach wywołanych wykuwaniem gniazd. Im licówka jest cieńsza i kruchsza, tym bezwzględniejszy staje się zakaz kucia gniazd na kotwy.

Stosowanie kotew bocznych, związanych z pionowymi powierzchniami stykowymi kamieni, czy też dolno - górnych, wpuszczanych w poziome powierzchnie wsporne, zależy od miejscowych warunków. Kotwy dolno - górne są łatwiejsze do wykonania i posiadają większe znaczenie konstrukcyjne przy cieńszej licówce, przy której wskazane jest częściowe jakby zawieszenie okładziny na konstrukcji. Przy cienkich bowiem płytach okładzinowych łatwo powstać zjawiska wyboczeniowe, odrywające licówkę od podkładów. Zato kotwy boczne w mniejszym stopniu przeszkadzają samodzielnemu ruchom pionowym osiadaniam licówki lub konstrukcji, ale mogą być zastosowane jedynie przy dostatecznej grubości okładziny, mogącej udźwignąć siebie samodzielnie.

Trudności w mocowaniu licówki powstają przy konstrukcji szkieletowej, w której przeszła pomiędzy sztywnymi i mocnymi elementami nośnymi są wypełnione lekkimi ściankami z materiałów izolacyjnych o bardzo niewielkiej wytrzymałości i sztywności. W takich wypadkach należy zastosować dodatkowe usztywnienia w postaci kraty ze stalowych prętów okrągłych lub nawet kształtówek, przymocowanych do prętów szkieletu a służących do zaczepiania kotew, drugimi końcami wpuszczanych w kamień.

Najlepszym rozwiązaniem licówki kamiennej jest takie, przy którym sama ona może udźwignąć siebie, albo ostatecznie, gdy jest ona zawieszona na konstrukcji nośnej budynku w sposób, wytwarzający jak najmniejsze momenty przewracające konstrukcję. Należy więc zapewnić okładzinie pewną stateczność.

Wobec znacznej na ogół wysokości licówki w porównaniu z jej grubością, najgroźniejsze jest

zjawisko wybożenia. Przy tym należy jednak uwzględnić, że odchylenia kamiennej okładziny możliwe są jedynie na zewnątrz, i że temu w pewnej tylko mierze przeszkadzają kotwy oraz zaprawa zespalająca okładzinę z konstrukcją budynku. Kotew do cienkich licówek nie używa się wcale, a zaprawa na odrywanie pracuje właściwie tylko w nowym budynku, odstając coraz bardziej z biegiem czasu na skutek oddziaływania drgań budynku. Przeto należy redukować niebezpieczne tendencje wybożeniowe do minimum.

Zmniejszenie dążności do wybożenia da się osiągnąć przez zachowanie odpowiedniego stosunku grubości licówki do jej wysokości, czy to na całej przestrzeni ścian budynku, czy też na jej odcinkach, na których możemy uważać partie licówki za pewne części samodzielne pod względem pracy. Wprowadzając więc pewne poziome i pionowe podziałowe elementy licówki grubsze i odpowiednio mocno z konstrukcją budynku związane, możemy wykonać części wypełniające pomiędzy tymi zgrubieniami, względnie znacznie cieńsze.

Do licówek cienkich można, odrzucając względną wartość przyczepności do zaprawy (wobec absolutnego braku pewności, czy w krótszym lub dłuższym przeciągu czasu nie rozluźniła się ta więź), zastosować wzory wybożeniowe.

Ponieważ przy tym zachodzą zjawiska, dające naprężenia poniżej granic sprężności materiału, więc można zastosować wzory Eulera na wyraz krytycznej siły dla wypadku pręta obciążonego wzdłuż długości ciężarem własnym, przy nieutwierdzonych końcach i minimalnym współczynniku bezpieczeństwa 4 (dla kamieni bardzo małym). Pq prof. dr S. Hempla (kalendarz Przeglądu Budowlanego na 1938 rok, tom 1. str. 640), z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa:

$$P_k \geq \frac{\pi^2 \cdot E I_{\min}}{4 \cdot 0,731 h^2} \text{ kg}$$

E dla kamieni 230000 do 300000 km/cm²,
 I_{\min} dla płyt długości 100 cm i grubości d

$$\text{cm wynosi } \frac{100 \cdot d^3}{12} = 8,33 d^3 \text{ cm}^4.$$

$$P_k = \frac{100 \cdot d \cdot h \cdot \gamma}{1000} \text{ kg, w którym } \gamma \text{ — ciężar objętościowy w gr/cm}^3 \text{ dla skał magmowych 2,85, dla piaskowców ok. 2,70, dla wapieni krystalicznych 2,80, dla wapieni miękkich 1,7 — 2,4 gr/cm}^3.$$

Stąd

$$\frac{100 d h \gamma}{1000} \geq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot 8,33 d^3}{4 \cdot 0,731 h^2}, \text{ oraz}$$

$$\frac{d}{h} = 0,0597 \sqrt{\frac{\gamma}{E}} \sqrt{h}.$$

Po podstawieniu odpowiednich wartości liczbowych otrzymuje się wartości orientacyjne wysokości licówki w cm, w zależności od gatunku kamieni i grubości użytych płyt:

Grubość płyty w cm d	Wysokość licówki, h cm z kamieni			
	magmowych	piaskowców	wapieni krystalicz.	wapieni miękkich
2	489	499	479	515
3	640	655	627	675
4	776	793	760	818
5	930	929	881	949
7	1130	1150	1103	1190
10	1430	1475	1400	1505

Uogólniając, można dla płyt kamiennych jednolitych, nie złożonych z poszczególnych kawałków jak to się ma w rzeczywistości, przyjąć:

dla płyt grubości 2 cm — wysokość	500 cm	
	3	650
	4	800
	5	900
	7	1150
	10	1450

Uwzględnienie ściśle zjawisk wybożeniowych w licówce, złożonej z oddzielnych kawałków, o wymiarach z reguły nieprzekraczających 1,00 m i zlepionych ze sobą przy pomocy zaprawy, nastęca duże trudności, wobec braku odpowiednich prób dających współczynniki zmniejszające dla wyników, otrzymanych dla płyt jednolitych. W każdym razie zmniejszenie wysokości dopuszczalnych powyżej podanych jest nieuniknione. Stosując orientacyjny mnożnik $\frac{1}{2}$, otrzymamy dla płyt odpowiednie wysokości „bezpiecznej“ licówki.

przy grubości 2 cm — wysokość	2,50 m	
	3	3,00
	4	4,00
	5	4,50
	7	6,00
	10	7,00

W licówce kamiennej, szczególnie o niewielkich poprzecznych wymiarach, a więc i dość znacznych naprężeniach, należałoby jeszcze uwzględnić zjawisko pełzania, czyli zjawisko odkształcania ciała naprężonego zachodzące z biegiem czasu przy niezmiennych wartościach obciążeń.

Na odkształcenie kamieni z biegiem czasu wskazywał w 1900-nych latach architekt petersburski Borys Nikołajew, pisząc o „płynności“ materiałów, ale przeszło to bez wyraźnego oddźwięku. Dopiero ostatnie prace Freyssinet'a w dziedzinie betonu zwróciły uwagę szerszego świata technicznego na powyższe zjawisko, i nadały mu prawa obywatelstwa i powszechności.

Zabezpieczenie kamiennej zewnętrznej powłoki budynku przed czynnikami szkodliwymi charakteru mechanicznego, nie wyczerpuje zagadnienia trwałości materiału licówki. Ponieważ kamienie mogą posiadać zewnętrzne powierzchniowe defekty lub uszkodzenia sprzyjające zatrzymywaniu się na nich, lub w nich osadów wilgoci, kurzu, dy-

mu itp., więc należy dążyć do usunięcia tych defektów i uszkodzeń. Szczególniej ważne jest unieвозмоwienie gromadzenia się wilgoci, woda bowiem jest katalizatorem w przeważającej ilości zjawisk chemicznych i biochemicznych, i dlatego ośrodki zawilgacania się stają się ogniskami niszczenia materiałów.

Ponieważ materiały kamienne, należąc do porowatych, w mniejszym lub większym stopniu nasiąkają wilgocią, chodzi więc o uodpornienie powierzchniowych elementów licówki na przenikanie wilgoci zewnętrznej. Osiąga się to przez mechaniczne lub chemicznego charakteru uszczelnienie lica kamieni, np. przez takie wygładzenie, aby tworzyło ono śliską powierzchnię, po której łatwo spływają lub zsuwają się wszystkie drobiny wody, kurzu itp. Takie odpolerowanie powierzchni, które jest możliwe przy materiałach zwartych i jednorodnych, jest dobre tylko dla niektórych kamieni.

Dobre wyniki daje powlekanie, a raczej powierzchniowe nasycanie kamieni parafiną. Ale czynność ta jest bardzo kłopotliwa ze względu na konieczność nagrzewania miejsc parafinowanych, co też niezmiernie przedłuża proces wykonania powyższej izolacji, a przy przezroczystości parafiny umożliwia łatwe przeoczenie należytego wykonania styków parafinowania. Poza tym, nie wszystkie kamienie znoszą dobrze nagrzewanie, w danym wypadku z konieczności lokalne.

Lepsze wyniki osiąga się przy wszelkiego rodzaju nasycaniach powierzchniowych warstw kamieni preparatami chemicznymi płynnymi, które łącząc się z materiałem podłoża tworzą bądź z materiałem kamienia, bądź ze sobą związki nierozpuszczalne, wypełniające wgłębienia i pory. Wadą tych sposobów jest zazwyczaj tworzenie jakby skorupy o odmiennych cechach termicznych, dzięki czemu po pewnym przeciągu czasu na skutek ciągłych wahań temperatury, powstaje spękanie tej skorupy albo oddziela się ona od masy kamieni.

Ze wszystkich dotychczas stosowanych środków najlepsze okazały się fluaty francuskiego chemika *Hesslera*, rozczyzny soli fluorowo - krzemowych z wapiennym podłożem tworzące nierozpuszczalne związki wapienno - krzemowo - fluorowe, trwałe a posiadające reakcję termiczną prawie identyczną z reakcją kamieni. Fluaty stosuje się również do utrwalania innych gatunków kamieni, uprzednio nasyconych związkami wapienowymi, ale wyniki tej ochrony są gorsze niż dla wapieni.

Prof. Dr Inż. STEFAN BRYŁA i Inż. HENRYK STANKIEWICZ

Fluowanie cegły - licówki w kościele św. Floriana w Warszawie nie uchroniło tego materiału od łuszczenia się i lasowania.

Oprócz ochrony przed wpływami czynników zewnętrznych natury fizycznej i chemicznej, w licówkach kamiennych niemalą rolę odgrywa możliwość reperacji drobnych uszkodzeń charakteru powierzchniowego nie mających istotnego znaczenia dla trwałości i wytrzymałości materiału, lecz szpecących go i nadających mu wygląd nieporządny.

W wypadku istnienia takich drobnych braków krawędzi lub powierzchni można je poprawić, oczywiście jedynie za zgodą kierownictwa danej budowy albo w braku jego, za zgodą właściciela obiektu budowanego. Reperacja zaś będzie polegała na wypełnieniu omawianych uszkodzeń w taki sposób, aby miejsca zreperowane osiągnęły zupełny wygląd kamienia naturalnego danego rodzaju. Robotę taką mogą wykonywać jedynie odpowiedzialni majstrowie lub przedsiębiorcy, gwarantujący należytą jej jakość, oraz użycie materiałów o odpowiednio wysokiej wartości technicznej i wyglądzie.

Uszkodzenia polegające na pęknięciu płyty lub odłamaniu się narożnika — i analogiczne — mogące powstać, gdy w kamieniu znajdują się żyłki lub żyły strukturalnie słabe, o ile występują w miejscach niezbyt ważnych lub odpowiedzialnych, mogą być naprawicne przez sklejenie odpowiednimi środkami, przy zagwarantowaniu niezmnieszenia trwałości i odporności sklejonego kamienia oraz nie pogorszenia jego wartości dekoracyjnych. Oczywiście, zgoda właściciela lub kierownika budowy i w tym wypadku jest nieodzowna. Wykonawcą może być tylko dobry fachowiec.

W ogóle materiał kamienny licówek zewnętrznych jako materiał naturalnego pochodzenia, bardzo różnorodny, wymaga nadzwyczaj umiejętnego z nim obchodzenia się, dużej i wnikliwej znajomości jego możliwości, cech i „kapryśków“ ze strony używającego oraz znanstwa, uczciwości, sumienności i długoletniego doświadczenia ze strony producenta. Wykonawstwo licówek powinno leżeć w ręku ludzi, dla których zarobek nie jest tylko jedynym celem zastosowania danego materiału, a których wysokie wartości etyczne i zawodowe dają pełną gwarancję, że interesy zleceniodawcy będą w całej rozciągłości zabezpieczone. O ile, oczywiście, żądania nie będą wykraczały poza realne możliwości, wynikające z technicznych cech użytego rodzaju kamienia.

Referat zgłoszony na IV' Zjazd Inżynierów Budowlanych

DACHY PŁASKIE I TARASY

Dachy płaskie i tarasy, jakie zaczęły u nas wchodzić w ostatnich latach, zwalczane były niejednokrotnie bardzo mocno ze względu na wiele nieudanych prób w związku z wadliwym wykonaniem izolacji. Jednakowoż mają one walory nie tylko architektoniczne. Dzisiaj, wobec wejścia w życie rozporządzenia o przygotowaniu przeciwlotniczym w budownictwie, które żąda dachów żelazobetonowych, stają się dachy płaskie (stropodachy)

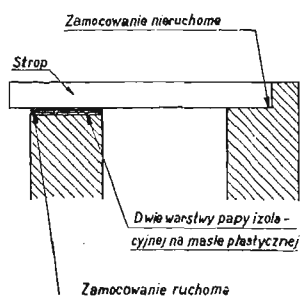
w wielu wypadkach najtańszym i najprostszym rozwiązaniem.

Dach płaski musi być jednak dobrze zaprojektowany i należyście wykonany, a to u nas niezmiernie często szwankuje. Dlatego w referacie niniejszym pragniemy podać wymagania, jakich spełnienia należy żądać przy konstruowaniu dachu płaskiego.

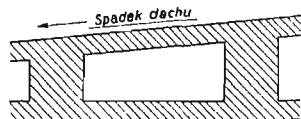
Pierwszym etapem robót dachowych jest konstrukcja stropu (rys. 1). Zazwyczaj wykonywa się ją jako płytę żelazobetonową, strop pustakowy, strop między dźwigarami (Kleinowski) itd., jako przykrycie budynku.

Jeżeli ma ono zarazem służyć jako płyta dachowa, to należy wykonywać konstrukcję stropową w miarę możliwości w ten sposób, ażeby otrzymać od razu od góry wszelkie potrzebne spadki. Nakładanie wyrównujących warstw jest niewskazane, ponieważ powoduje tylko zbyt duże obciążenie, chyba, że chodzi o pogrubienie niewielkie. Jeżeli projektujemy dach płaski bez poddasza, najwłaściwiej jest wykonać strop betonowy skrzynkowy i wysokością przestrzeni pomiędzy dwiema płytami skrzynek regulować spadek dachu. Pamiętać jednocześnie należy, że spadki chociażby nawet małe, powinny jednak być zachowane, ażeby ściekanie wód nie było przypadkowe, lecz skierowane do urządzeń odprowadzających (rys. 2).

Konstrukcja stropu jest narażona na ujemne wpływy zmian termicznych oraz ewentualnie na odkształcenia spowodowane osiadaniem budowli, wstrząsami itp. przyczynami. Dlatego też dobrze jest z reguły przewidzieć z góry odpowiednie zabezpieczenia przeciw niekorzystnym odkształceniom konstrukcji dachowej. Konstrukcja stropowa

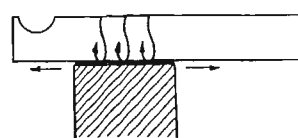


Rys. 1.



Rys. 2.

Wyrobienie spadku przez zróżniczkowanie wysokości skrzynek.



Rys. 3.

Zamocowanie ruchome płyty stropowej. Warstwa poślizgowa papy jednocześnie zabezpiecza mur przed zawilgoceniem.

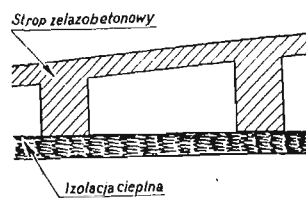
o większej rozpiętości powinna zatem posiadać podparcie stałe i podparcie ruchome. Podparcie ruchome nie musi być przesuwowe; może w praktyce być przegibne, a może nawet nigdy nie poruszyć się i to nawet będzie najkorzystniejsze. Przy podparciu ruchomym stosuje się izolację poślizgową w postaci warstw grubej papy asfaltowej, klejonej na plastycznej masie izolacyjnej, ażeby w tym miejscu umożliwić ruchy budowli. Warstwa ta służy jednocześnie jako zabezpieczenie muru od nasiąkania na wypadek zawilgocenia stropu. Strop w tym miejscu jest bowiem najbardziej narażony na zaciekanie, ponieważ może nastąpić uszkodzenie rynien lub przelanie wody z przepelnionej rynny, a poza tym jest to miejsce, przez które prze-

plywa cała masa wody z danej polaci dachu. Równie niebezpieczny jest okres tajania śniegu.

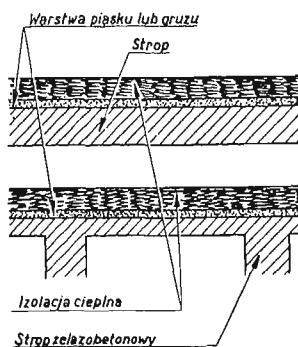
Zazwyczaj zachodzi konieczność dodatkowego ocieplenia stropu przez zastosowanie warstwy materiału izolującego od strat ciepła. Może to być płyta korkowa, z wiórów drzewnych, (mastewal, hera-



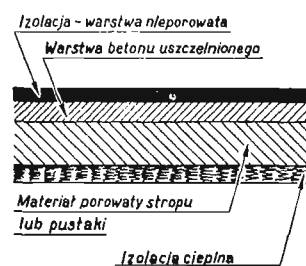
Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

Zastosowanie uwarstwienia (stropu) dachu płaskiego

klit), trzciniowych, słomy (solomit) itd. W praktyce czasami układana jest pod stropem, przeważnie jednak górą tuż pod izolacją wodoszczelną.

Prawidłowo wykonany strop powinien posiadać izolację cieplną od dołu. Dzięki temu jest ona najmniej narażona na zamakanie, a nawet, jeżeli zostanie zamoczona, łatwo wysycha, dzięki czemu jest najmniej strat ciepła (rys. 4 i 5).

Izolację cieplną stropów od dołu powinno się układać w trakcie betonowania stropu. Materiały z wiórów drzewnych (heraklit, mastewal itd.) ułożone na szalowaniu wiążą się same doskonale ze stropem podczas betonowania. Podobne właściwości posiadają i inne materiały ocieplające, trzeba jednak zbadać przyczepność ich do betonu na odpowiednich zaprawach. Należy użyć wszelkich rozporządzalnych środków, ażeby płyty ocieplające były dobrze przymocowane. Stosowany niejednokrotnie sposób wiązania płyt przy pomocy lepków asfaltowych zawodzi, jeżeli chodzi o pomieszczenia ciepła.

Jeżeli układamy warstwę ocieplającą na płycie stropowej, to wskazane jest ułożenie jej bezpośrednio bez oddzielania grubszą warstwą zaprawy lub betonu (rys. 6).

Warstwa ocieplająca nie konieczne musi być związana z podkładem, jeżeli jest ułożona z wierzchu płyty stropowej. Jest raczej wskazane układanie izolacji cieplnej na warstwie piasku lub gruzu.

Izolacja cieplna powinna być układana w czasie suchej pogody. Od razu ułożyć się powinno na nią warstwę papy na masie izolacyjnej, ażeby ustrzec ją od zawilgocenia w trakcie betonowania wzmacniającej ochronnej warstwy betonowej.

Ponieważ od góry jest zazwyczaj ułożona izolacja wodoszczelna, przeto należy ułatwić wysychanie stropu od wewnątrz. Należy stanowczo zwalczać zakorzeniony przesąd, który pozwala na zatrzymywanie wilgoci lub nawet wody od wewnątrz przez powierzchniowe uszczelnienie. Woda dostając się do stropu, zatrzymuje się na izolacji. W okresie zimniejszym paruje na skutek ogrzewania wewnątrz budowli, skrapla się w warstwach zewnętrznych, opada na dół i tak krąży, przyczyniając się do równomiernego zawilgacania stropu i przyczynia się do powiększenia współczynnika przewodnictwa ciepła (rys. 7). Bezcelowe jest zatem stosowanie zapraw wodoszczelnych na stropach od wewnątrz, co właśnie nie pozwala na odparowanie od wewnątrz zawilgoconego stropu.

Na podstawie powyższych rozważań można ustalić następujące zasady szeregowania warstw składowych dachu płaskiego.

1) Konstrukcja płyty powinna być w miarę możliwości przy większych rozpiętościach taka, ażeby spadki mogły być uzyskane bez układania warstwy wyrównawczej. Poza tym powinny być ustalone miejsca ruchów konstrukcji stropowej, powstałych na skutek przewidywanych możliwych odkształceń budynku.

2) Warstwa izolacyjna powinna być w miarę możliwości przymocowana od spodu od razu przy wykonaniu stropu. Jeżeli warstwa izolacyjna jest układana na płycie konstrukcyjnej, to powinna być ułożona na sucho na warstwie piasku lub gruzu. Izolacja cieplna powinna być w takim razie zabezpieczona od góry warstwą izolacyjną wodoszczelną, ażeby nie mogła namoknąć na wypadek niepogody lub na skutek układania warstwy betonu usztywniającego pod izolację wodoszczelną dachu.

3) Warstwy składowe dachu płaskiego powinny być tak uszeregowane, ażeby, zaczynając od warstwy najściślejszej, tzn. izolacji wodoszczelnej stopniowo ku wewnątrz znajdowały się warstwy materiału coraz bardziej porowatego (rys. 8). Dzięki temu uzyskuje się bowiem ułatwienie odparowania wilgoci zawartej w stropie i niedopuszczanie do zawilgocenia stropu wilgocią zawartą w powietrzu wewnątrz budowli. Woda bowiem w rozszerzających się kapilarach do dołu ma tendencję do opadania i łatwego przesychnienia przez dostęp ogrzanego powietrza do por większych. Również para zawarta w powietrzu, napotykając porowatą powierzchnię ma utrudnione skraplanie się, a pory szerokie nie sprzyjają podnoszeniu się kapilarnemu do góry, na skutek czego strop taki posiada właściwość oddawania wody, a nie wchłaniania jej.

Przy stropie skrzynkowym należy płyty poziome zaopatrzyć w otwory do wyciekania wody i przesychniania. Woda zamurowana w skrzynkach lub pustakach paruje przy dolnej płaszczyźnie wnętrza kamery, a skrapla się przy górnej, na skutek czego stale powoduje równomierne zawilgocenie. Powstaje nadto tym podatniejsze podłoże dla grzyba.

Należy również zwrócić uwagę na utarty zwyczaj układania kilku warstw izolacji wodoszczelnych, jednej zasadniczej, a innych położonych niżej, np. pod izolacją ocieplającą, licząc, że jeżeli jedna warstwa puści, to druga zatrzyma. Przy stropach jest to niewłaściwe, ponieważ zamyka się możliwość osuszenia izolacji ocieplającej, która wskutek tego niszczy się i traci swe właściwości termiczne.

Właściwe rozwiązanie uszczelnienia od wody atmosferycznej stanowi należyte wykonanie izolacji wodoszczelnej.

Zazwyczaj pod izolacją układa się gładką szlichtę cementową lub niegrubą (ok. 3 — 4 cm) warstwę betonu. Powinna być ona wykonana tak, ażeby przynajmniej w pewnym stopniu była nieprzepuszczalna dla wód spływających z dachu. Wskazane jest stosowanie domieszek wodoszczelnych.

Jednakowoż ta sztywna warstwa uszczelniająca powinna być chroniona od uszkodzeń w postaci rys i pęknięć, powstałych na skutek skurczu i innych czynników. W tym celu powinna być podzielona szparami dylatacyjnymi na mniejsze pola o powierzchni ok. 15 — 25 cm² każde. Szpary te powinny być zaizolowane przez zmarszczenie wciśnięte w szparę pasków juty i papy na masie izolacyjnej. Po wykonaniu w ten sposób podkładu pod izolację, wygładzonego przez wypełnienie wszelkich nierówności w szparach dylatacyjnych masą izolacyjną i po zagruntowaniu całkowitej powierzchni rzadką masą izolacyjną, uzyskuje się właściwy podkład pod izolację ostateczną — plastyczną.

Do robót przygotowawczych niezbędnych należy zaliczyć wszelkie obrobienia załamań płaszczyzny poziomej z pionowymi, złączeń z rynnami, rurami spustowymi itd. Złączenia te należy zaokrąglić owalnie i umożliwić założenie izolacji odpowiednio wyżej na pionowe płaszczyzny w zależności od potrzeb takiego zabezpieczenia. Izolacja tego rodzaju, jako sztywna, nie może uchodzić za podstawową, lecz jest tylko uzupełniającą. Utrudnia ona przeciekanie, lecz jeszcze go nie wyklucza. Przy silnej operacji słonecznej, podczas mrozu, opadów atmosferycznych, ulec może zniszczeniu. Dlatego też tak przygotowany dach należy pokryć masami izolacyjnymi z dodaniem jednej lub kilku warstw papy asfaltowej.

Jako przykrycie płaskiego dachu, który nie służy do chodzenia, można użyć warstwy izolacyjnej odpowiednio uwłóknionej i wzmocnionej warstwą jutv. Warstwa izolacyjna nie może być cieńsza niż 2 — 3 mm, ponieważ powierzchnia zaprawy, praktycznie biorąc, nie jest dostatecznie gładka, ażeby przy warstwie np. 1 mm warstwa taka równomiernie kryła szorstką powierzchnię nie pozostawiając nieszczelności.

Przy stosowaniu mas izolacyjnych należy zwrócić uwagę na ich elastyczność i plastyczność oraz na odporność na wpływy atmosferyczne, gorąco i mróz.

Należy przy tym pamiętać, ażeby nawet koźstem przyczepności uzyskać masę oleistą, która w nieprędkim czasie straci te właściwości.

Obiekty mieszkalne lub innej użyteczności, które wymagają bezwzględnie szczelnego pokrycia, powinny posiadać warstwę izolacyjną grubszą

i bardziej uwłóknioną. Masa izolacyjna uwłókniona i połączona z materiałami włóknistymi w rodzaju papy, zatrzymuje dłużej substancje uplastyczniające.

Normalnym pokryciem dachowym jest warstwa złożona z mas izolacyjnych i warstwy papy niepiaskowanej. Przy dachach otwartych wystarczają 3 warstwy masy izolacyjnej i ewentualnie 2 papy. Przy tarasach powinno się stosować przynajmniej 4 warstwy masy izolacyjnej i 3 warstwy papy.

Przy nakładaniu warstw izolacyjnych należy zwracać uwagę na rodzaj mas izolacyjnych i gatunek pap. Masa izolacyjna nie może służyć tylko jako klej, lecz przede wszystkim ma być samodzielną warstwą izolacyjną i zapasem substancji uelastyczniających papę. Natomiast papy izolacyjne powinny tak być przygotowane, ażeby również nie były suche i kruche i łatwo dały się uelastyczyć przez masy izolacyjne. W tym celu najlepiej stosować czarne asfaltowe izolacyjne papy nietalkowane. Właśnie powłoka talku, czy innego sypkiego materiału nie pozwala na dokładne zlepianie się poszczególnych arkuszy papy i przesiąkanie ich substancjami oleistymi.

Ponieważ w takim wypadku używa się mas plastycznych, których przyczepność jest niewielka, przeto należy uzyskać dobre doklejenie warstw przez smarowanie podkładu i samej papy oraz naklejanie kawałkami nie większymi jak 2—3 m².

Uszkodzenia izolacji mogą być spowodowane przez przyczyny dwojakiego rodzaju:

1) mechaniczne, spowodowane użytkowaniem i nieumiejętnym obchodzeniem się z pokryciem,

2) atmosferyczne (głównie przez wyprężenie i utlenienie pod silną operacją słoneczną).

Jeżeli izolacje nie są niczym zabezpieczone, to należy liczyć się z systematycznym ich niszczeniem z wyżej podanych powodów. Powinny być więc one przykryte warstwą materiału osłaniającego izolację od szkodliwej operacji słonecznej i od uszkodzeń mechanicznych. Należy podkreślić, że izolacja odporna na gorąco nie jest jeszcze tym samym odporna na chemiczne działanie promieni słonecznych.

Jako zabezpieczenie może służyć warstwa piasku, żwiru, ziemi, płyt betonowych, ceglanych itd. Dach tak zabezpieczony staje się tarasem.

Przy dachach służących jako tarasy uważa się dzisiaj przykrycie płytami ochronnymi jako zabezpieczenie pod względem chodzenia na nich, ale w ogóle za lepszy uważa się dach, który posiada izolację otwartą. Utał się poza tym gdzieś niedługo mylny pogląd, że zabezpieczenie w postaci płyty betonowej czy innej i użytkowanie tarasu powoduje niszczenie izolacji. Ten niesłuszny pogląd przyczynia się do unikania stosowania tarasów.

Tymczasem wszelkie obserwacje na budowach wykazują, że izolacje zakryte trwają bardzo długo, zachowują bowiem długo swoją plastyczność i elastyczność. Przy rozbiórkach starszych domów, w których były zastosowane papy i masy izolacyjne o znacznie gorszym gatunku od stosowanych dzisiaj, znajdowano izolacje osłonięte w doskonałym stanie. Jest to dość zrozumiałe jeżeli zważymy, że w warunkach, w których u-

trudnione jest odparowanie, izolacja oleista zachowuje się długo w stanie zadawalającym.

W ogóle jako dach płaski z zabezpieczoną izolacją jest najlepszym i najtrwalszym pokryciem. Każdy dach płaski może zaś być zamieniony na taras, co pod względem ekonomicznym będzie korzystniejsze, ponieważ odpada konserwacja izolacji przez jej uzupełnienie, a nawet wymianę. Oszczędność zaś uzyskana na skutek zmniejszenia wydatków na konserwacji izolacji wyrównywa włożone wydatki w nawierzchnię ochronną. Nie bez znaczenia jest tu także problem zabezpieczenia dachów do celów obrony OPL („maskowanie zielenią“) przez stosowanie przykrycia tarasowego w postaci trawników i ogrodów. W dużych miastach uzyskanie ogrodów tarasowych jest też ważne ze względów zdrowotnych. Oczywiście musi tu być uregulowana sprawa oddymienia kominów i właściwego rozwiązania otworów wentylacyjnych. Jednakże, biorąc pod uwagę nawet niedociągnięcia, „tarasy — ogrody“ są rezerwatem świeżego powietrza. Pomimo zadymienia i zanieczyszczenia powietrza przez wywiewy z rur wentylacyjnych, przy odpowiednim zgrupowaniu i podniesieniu ponad poziom tarasu tych urządzeń, powietrze na skutek dobrego przewiewu łatwo oczyszcza się i jest znacznie lepsze od powietrza na poziomie jezdni czy podwórza. Nadto gdy uwzględnimy doskonale nasłonecznienie, zabójcze dla wszelkiego rodzaju bakterij, to dojdziemy do przekonania, że wykorzystanie dachów w śródmieściu z punktu higieny społecznej może być wysoce korzystne.

Na zakończenie dodamy kilka uwag technicznych co do izolacji wodoszczelnych tarasów. Wymagania można tu sprecyzować w następujących zasadniczych punktach:

1) Izolacja asfaltowa czy smołowa powinna zawierać maksimum substancji oleistych trudno odparowalnych. Warstwa izolacyjna tarasowa powinna zawierać najmniej 3 warstwy papy asfaltowej izolacyjnej z 5—6 kg plastycznej masy izolacyjnej. Zbyt wielka przyczepność izolacji jest szkodliwa. Izolacja oleista jest zazwyczaj związana tylko na tyle do podkładu, ile jest to możliwe przy masie izolacyjnej, pozostającej na stałe w stanie plastycznym. Na skutek docisku nawierzchni ochronnej następuje skompromowanie się warstwy izolacyjnej. Wszelkie pęcherze i niedociągnięcia znikają.

Papa nie powinna być kładzona na sucho, powinna być więc przesycona substancjami oleistymi. W tym stanie papa układa się równo bez pęcherzy. Jeżeli papa jest sucha, to należy ją uprzednio zwilżyć masą izolacyjną łatwo wsiąkającą. Papa bowiem przyklejona na sucho podczas upalnej pogody nasycy się olejami zawartymi w masie izolacyjnej i zwiększa swoją powierzchnię, powodując odstanie od podkładu, jeżeli jest niedociągnięta nawierzchnią.

Papę, szczególnie suchą, nasyoną twardymi asfaltami, należy kryć odcinkami nie większymi jak 2 — 3 cm².

2) Nawierzchnia ochronna dzieli się zazwyczaj na dwie zasadnicze części: a) osłaniającą izolację, b) nawierzchnię użytkową.

Warstwa osłaniająca stała może być wykonana jako warstwa piasku, drobnego żwiru, warstwa zaprawy, betonu uszczelniającego itp.

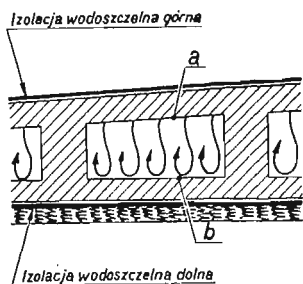
Warstwa użytkowa powinna być trudna do starcia, wytrzymała na ściskanie, powinna nadto posiadać piękny wygląd.

Można tak np. zestawić części nawierzchni:

Warstwa osłonna	Piasek, żwir	Płyta betonowa	Zaprawa wodoszczelna
Warstwa użytkowa	Płyty	Ziemia z trawnikiem	Płytki terrakotowe itd.

3) Przyczyną nienależytych tarasów są najczęściej:

a) niedokładności w robocie,



Rys. 8.

Wadliwe założenie, woda paruje na płaszczyźnie „a” i skrapla się na płaszczyźnie „b”. Powstaje stały ruch wody.

b) twarde izolacje,

c) nienależyte wykonanie szczegółów,

d) nieostrożność obchodzenia się w trakcie budowy,

e) wykonanie w niewłaściwej porze roku.

Ażeby zabezpieczyć się przed tymi niebezpieczeństwami należy przedsięwziąć następujące środki zaradcze:

a) Należy zwiększyć wymagania w doborze sił fachowych przy robotach izolacyjnych, dopuszczając do robót poważniejszych jedynie firmy fachowe.

b) Izolacje twarde lub łatwo odparowalne, kruche podczas mrozów, ściekające podczas upałów, powinny być wykluczone przy izolacyjnych robotach tarasowych.

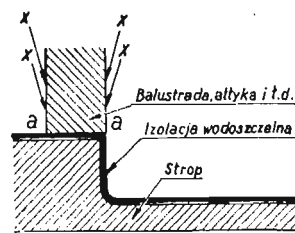
c) Należy zwrócić baczną uwagę na obrobienie szczegółów; wszędzie musi się uwzględnić zawińnięcia na płaszczyźnie pionowej, fartuchy, rynny, rury spustowe, kratki itd.

Inż. TOMASZ KONIC

Na szczególną uwagę zasługuje obrobienie balustrad itp. elementów przechodzących na wskroś przez izolację. Balustrady powinny być tak projektowane, ażeby przęty nie przebijały izolacji. Jeżeli przebicie izolacji nastąpiło w miejscach osadzenia prętów, tralek itd. należy z największą troskliwością opatrzyć i odpowiednio zabezpieczyć uszkodzenia (rys. 9). Jednakże należy dolożyć wszelkich starań, ażeby przy projekcie tak skomponować konstrukcję tarasu, ażeby balustrada nie przebijała izolacji.

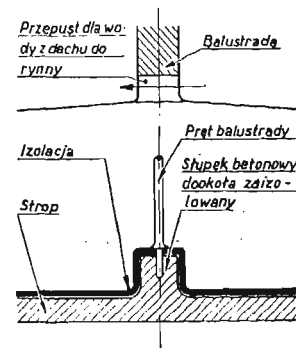
Jeżeli mamy do czynienia z murem ogniowym, atyką, pełną balustradą, to 25 cm ponad poziomem nawierzchni należy dać izolację poziomą. Celem takiej izolacji jest niedopuszczenie do zawilgocenia stropu na skutek namakania odsłoniętego muru (rys. 10).

d) Nieostrożność przy wykonywaniu izolacji występuje na skutek niewłaściwego postawienia robót. Jest to niejednokrotnie powodem małego wyrobienia technicznego firm budowlanych, których



Rys. 9.

a—a— izolacja pozioma
x—x— opady atmosferyczne zawilgacające atykę, izolacja pozioma „aa” chroni od zawilgocenia muru.



Rys. 10.

zarząd pod względem fachowym czasami pozostawia wiele do życzenia. Zdarza się również niezrozumienie ze strony nadzoru i kierownictwa.

e) Roboty izolacyjne powinny być wykonywane w porze suchej. W porze nieodpowiedniej należy je wykonywać pod prowizorycznym przykryciem. Lepiej jednak w tym razie zastosować pokrycie prowizoryczne, przetrwać pod nim do okresu pogodnego i dopiero wtedy przystąpić do wykonania właściwej izolacji.

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

PLAMY NA TYNKACH

Wszelkie uszkodzenia na tynkach możemy podzielić na dwie grupy: 1) uszkodzenia wyglądu (faktury), tzn. między inn. różnego rodzaju plamy oraz 2) uszkodzenia samej struktury, a więc rysy, pęknięcia, odpadania, łuszczenie się itd. W pewnych wypadkach uszkodzenia grupy pierwszej z czasem naruszają i samą wyprawę, czyli wywołują wypadek z grupy drugiej. W niniejszej pracy zajmiemy się wyłącznie grupą pierwszą, którą z kolei możemy poklasyfikować wg przyczyn wywołujących

plamy. Przyczyny te podzielimy jak następuje:

- Wpływy atmosferyczne,
- Materiał i wykonanie budowli,
- Używanie budowli,
- Uszkodzenia powłoki farby.

Rozpatrzmy z kolei poszczególne wypadki, omawiając ich wygląd, przyczynę i zapobieganie.

A. Wpływy atmosferyczne

1) *Ściemnienie* — polegające na ogólnym szernieniu tynku, wywołane na zewnętrznych ścianach głównie w dużych miastach i centrach przemysłowych przez zawarte w powietrzu sadze (nie spalony węgiel) i smołę z węgla. To samo zachodzi i wewnątrz pomieszczeń, szczególnie w kuchniach.

2) *Zakurzenie* — zachodzące głównie na wszelkich wystęпах oraz wewnątrz koło grzejników, gdzie kurz porusza się wskutek krążenia powietrza wywołanego przez ogrzewanie. Prócz względów estetycznych i sanitarnych kurz działa szkodliwie na tynk, gdyż dzięki drobnym cząstkom ma dużą powierzchnię i wchłania wodę deszczową, zawierającą rozpuszczone gazy spalinowe, niszczące wyprawę. Jako zabezpieczenie należy przy projektowaniu gzymsów itp. unikać płaszczyzn poziomych, przy wejściach ustawić odpowiednie urządzenia do oczyszczania obuwia z błota a prócz tego jak w p. 1.

3) *Desenie z kurzu*. Zjawisko to polega na osadzaniu się kurzu w deseniach odpowiadających konstrukcji, znajdującej się pod wyprawą. Desenie występują po 8—12 miesiącach od wyprawienia w miejscach bardziej chłodnych tynku, co zależy od większej lub mniejszej przewodności cieplnej elementów podłoża pod wyprawą. Jeśli konstrukcja ulega ochłodzeniu od zewnątrz, to kurz osiada na tynku pokrywającym materiał o większej przewodności, przy nagrzewaniu na odwrót. Np. na stropie poddasza belki żelazne odznaczają się na suficie pasami ciemniejszymi, a drewniane na odwrót jaśniejszymi.

Co do przyczyny tego zjawiska, to jedni badacze twierdzą, że przyczyną tego jest silny ruch cząsteczek nagrzanego ciała niedopuszczający do osadzania się kurzu, gdy w miejscach chłodnych cząsteczki poruszają się wolniej nie odpychając tak energicznie pyłków, inni znowu uważają, że kurz osadza się wraz z wilgocią skraplającą się na powierzchniach chłodnych. Aby nie dopuścić do tego zjawiska należy wykonywać ściany o wyrównanym przewodnictwie cieplnym, np. przez nałożenie grubszej wyprawy (ok. 3 cm). ułożenie pod tynkiem warstwy ciepłochronnej itd.

Konstrukcja ściany uwydatnia się również po przemoczeniu ściany wskutek nierównomiernego nasiąkania wodą i wysychania poszczególnych elementów (np. spoiny i cegła).

4) *Zacieki*. Plamy wilgoci występują na krawędziach np. pochłaniających wodę, na cokole (wilgoć podsiąkająca na wysokość 1—2 m z ziemi), pod dachem źle wykonanym, pod występami, nieosłoniętymi naliczycie itd. Wokół plam mogą się osadzać sole, pochodzące z wody lub materiału ściany (p. niżej). Zdarza się czasami, że na cokole plamy znajdują się nie przy samym dole, a nieco wyżej, co należy objaśnić skupieniem większej ilości soli higroskopijnych, przyciągających wodę na pewnej wysokości nad ziemią. W pewnych wypadkach zacieki pokrywają się brudem lub rdzą, unoszonymi i osadzonymi przez wodę płynącą po ścianie z nad występu czy części żelaznych. Plamy wilgoci w warunkach temu sprzyjających pokrywają się pleśnią. Dla uniknięcia opisywanych uszkodzeń

konieczne jest odpowiednie przykrycie dachów, okapów, balkonów, występów, gzymsów itp., odwodnienie gruntu wokół budynku, pomalowanie części żelaznych, aby nie rdzewiały itd.

5) *Naloty* — spowodowane przez wykrystalizowanie soli, rozpuszczonych w wodzie deszczowej lub wilgoci powietrznej, omówimy ze względu na podobieństwo wyglądu z wykwitami w grupie następnej.

B. Materiał lub wykonanie budowli

1) *Wykwity* — są to plamy, utworzone przez sole, wykrystalizujące na powierzchni tynku z roztworu, wychodzącego z głębi na powierzchnię po jego odparowaniu. Mają one zwykle zabarwienie białe, b. rzadko żółte lub zielone (to ostatnie przy obecności związków wanadowych np. wanadianu potasu KVO_3). Wykwity pojawiają się głównie na zewnętrznej stronie murów, mogą jednak być i na tynkach wewnętrznych, o ile wskutek nadmiernego wysuszenia wnętrza strumień wilgoci z głębi muru będzie skierowany do wewnątrz do części więcej chłonnych. Zdarza się to np. w sąsiedztwie rur instalacji ogrzewniczej. Jeżeli wykwity powstały wskutek odparowania wody, znajdującej się w murach przy budowie, to zwykle pojawiają się z pierwszą wiosną po wykończeniu budowli, gdy budynek zaczyna wysychać a znikają przy dłuższym deszczu, aby wystąpić ponownie w miarę wysychania ściany. Zjawisko to przypisać należy częściowo rozpuszczaniu się soli, a częściowo przechodzeniu ich w tworzącą się przez przyłączenie wody postać krystaliczną, zwykle przezroczystą, a więc mniej widoczną. Pod działaniem wiatru i słońca sole tracą wodę krystaliczną i stają się znowu widoczne. Skład wykwitów jest różny, zależnie od materiałów muru i domieszek w wodzie, przechodzącej przez mur. Głównie są to siarczan sodu, potasu, magnezu i wapnia, węglany metali zasadowych i ziem zasadowych oraz w małej ilości chlorków (np. $NaCl$). W pobliżu budynków z inwentarzem, ustępów itp. znajdują się azotany. Prócz tego czasami trafiają się wspomniane już związki wanadowe. Najbardziej szkodliwe są sole łatwo rozpuszczalne. Sole tworzące wykwity, mogą pochodzić z cegły, zaprawy lub źródeł zewnętrznych, co omówimy kolejno.

1. Cegła

1. Cegła — może zawierać związki, dające wykwity, wskutek trzech przyczyn:

a) *surowiec* — już w glinie mogą się znajdować siarczan lub siarczki (piryt FeS_2), zawartość ich waha się w dość dużych granicach, za dopuszczalną uważa się 0,017% do 0,022%. Tak samo woda błotnista, użyta do wyrobu cegły, może wprowadzić duże ilości siarczanów. Trocinówka itp. może zawierać sole, które pozostały po wypaleniu dodatków organicznych.

b) *opał* — gazy spalinowe, przechodzące przez cegłę podczas wypalenia, mogą oddać pewną ilość soli, a to głównie siarczan, węglany wapnia i magnezu.

c) *magazynowanie cegły* — zdarzały się wypadki, że cegła nasiąkała się solami, pochodzącymi z żużla, którym wyrównano plac, na którym składowano cegłę, albo z gnijących tam resztek roślinności.

2. Zaprawa

Najwięcej wykwitów zwykle daje zaprawa cementowa i to więcej niż wapienna. Zawdzięczać to należy obecnym w klinkierze cementowym krzemianom sodu i potasu (1%), które przy uwodnieniu przechodzą w roztwór jako wodorotlenki, aby następnie w obecności dwutlenku węgla zamienić się w węglany. Poza tym przyczyną wykwitów może być i piasek, jeśli zawiera szpat polny sodowy ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$), który pod działaniem siarczanów, znajdujących się w środku wiążącym (gips) lub w wodzie, tworzy niebezpieczny siarczan sodowy. Wreszcie żużel, niedostatecznie wymyty, może zawierać związki siarki.

3. Źródła zewnętrzne

Źródłami tymi będą wilgoć oraz atmosfera.

Woda, unosząca się z ziemi do góry przy niedostatecznym izolowaniu fundamentów, zawiera często rozpuszczone sole, głównie chlorek i siarczan sodowy, azotan potasowy, azotany, chlorki i siarczany wapnia i magnezu. W Przeglądzie Budowlanym Nr 6 z 1937 r. (str. 317) pokazano fotografię budynku, na którym pojawiły się wykwyty spowodowane przez związki azotowe, które podeszły z ziemi przesyconej ciałami organicznymi. Dom ten bowiem postawiono na miejscu rozebranego budynku z żywym inwentarzem.

Co się tyczy drugiego źródła, to powietrze zawierające gazy spalinowe, w skład których wchodzi związek siarki, rozpuszcza się w wodzie deszczowej, która przy wysychaniu pozostawia osad na tynku. Zachodzi to szczególnie pod gzymsami itp. wystęпами, gdzie następuje powolne wysychanie tynku, podczas gdy na powierzchniach odkrytych deszcz nie tylko nie osadza soli, ale jeszcze zmywa osad, pochodzący z wnętrza muru. W miejscowościach nadmorskich skład wykwitów jest inny — głównie chlorki sodu i magnezu, przyniesione przez wilgotny wiatr z morza. Wykwity te, a w tym wypadku właściwie naloty, działają niszcząco na tynk, gdyż są to związki higroskopijne przyciągające wilgoć i powiększające swoją objętość. Prócz tego spotyka się cały szereg przypadków wykwitów, spowodowanych przez nanieczyszczenia powietrza związane z danym miejscem jak budynki inwentarskie, zakłady przemysłowe itd.

Przechodząc z kolei rzeczy do profilaktyki, to zapobiec występowaniu soli pochodzących z cegły można przez dobre wypalenie jej, podczas którego sole rozpuszczalne rozkładają się. Amerykański badacz Palmer radzi, aby przy suszeniu cegły zachować w suszarni następujące warunki: a) niska wilgotność, b) mała ilość wody w surowce, c) wysoka temperatura suszenia (najlepiej 100°), d) należyte krążenie powietrza w suszarni, a przy wypalaniu możliwe obniżenie ciśnienia, aby przyspieszyć rozkład soli. Ł. Sobota (Przegląd Ceramiczny Nr 7 z 1938 r.) uważa, że najlepiej prowadzić palenie tak, aby wytwarzać dużo dymu.

Jeśli przyczyna wykwitów leży w zaprawie, to wskazania będą następujące a) przez dodanie domieszek uczynić wyprawę wodoszczelną, b) po-

wlec wyprawę szkłem wodnym lub fluatem, c) stosować materiały o małej zawartości alkali (najw. 0,15%). Dla ochrony przed powietrzem morskim stosowano wcieranie w świeży tynk tłuźczonego szkła. Wykwity pochodzące z soli zawartych w samej cegle lub zaprawie ukażą się wtedy na powierzchni, o ile cegła posiada odpowiednią zdolność podsiąkania, to też aby przewidzieć możliwość powstania wykwitów nie wystarczy analiza materiałów, należy jeszcze zbadać szybkość podsiąkania. Badanie to wykrywamy w wodzie destylowanej lub w roztworze 1% $MgSO_4$ i 1% Na_2SO_4 , przy czym to ostatnie pozwoli się nam przekonać o możliwości wykrystalizowania soli, pochodzących z zaprawy.

Doświadczenie przeprowadzamy w sposób następujący: próbkę zanurzamy na głębokość 1 cm do roztworu, ustawiając ją na dwu wąskich podpórkach szklanych tak, aby wszystkie powierzchnie były jak najbardziej odsłonięte, poczem w jednakowych odstępach czasu mierzymy wysokość uniesienia się wody, notując jednocześnie temperaturę i wilgoć względną powietrza. Próba trwa 7 dni, podczas których należy poziom cieczy uzupełniać. Następnie próbkę się wyjmuje, suszy przy 110° i bada wykwyty pod względem fizycznym i chemicznym. Do doświadczenia najlepiej wziąć połówkę cegły, umieszczając w wodzie powierzchnię środkową (wzdłuż której cegłę przecięto).

c) Używanie budowli

1) *Zasmolenia*. Na przewodach dymowych i kominowych, wykonanych niedość szczelnie, pojawiają się czasem plamy lub pasy ciemne wywołane przez przechodzące gazy spalinowe, które zawierają niespalone części opału. Należyte wykonanie tych części budowli wskazane jest nie tylko dla uniknięcia tych plam na wyprawie, ale ze względu na bezpieczeństwo ogniowe.

2) *Zabrudzenia*. Wszelkiego rodzaju i wielkości plamy mogą powstać od błota, na zewnątrz na cokole, w szatniach itp. miejscach publicznych, dalej przy wyspach węgla do piwnicy, przy wyłącznikach elektrycznych, dzwonek. Można tego uniknąć przez ułożenie odpowiednich okładzin łatwozmywalnych itp.

d) Uszkodzenia powłoki farby

1) *Jasne zacieki i plamy*. Woda deszczowa spływająca z występu może dzięki zawartym w niej domieszkom częściowo rozpuszczać ciemną farbę. To samo zachodzi na ciemnych cokółkach wskutek odbijania się kropli deszczu od chodnika do wysokości 50 cm.

2) *Plamy wyblakłe*. Pod działaniem światła i wilgoci farby klejowe, szczególnie zawierające barwidła anilinowe i pochodzące z destylacji węgla kamiennego, tracą zabarwienie.

3. *Odbarwienie* — wywołane przez zasadość wyprawę lub powietrza, zawierającego np. amoniak. Do barwidła nieodpornych na działanie zasad należą np. błękit pruski, zieleń chromowa, żółcień chromowa.

4. *Zmydlenie powłoki olejnej* — następujące pod działaniem zasad, zawartych w wyprawie głównie cementowej. Wilgoć znajdująca się w tynku rozpuszcza sole mocnych zasad jak sodowe i potasowe, które, ulegając hydrolizie, oddziałują alkalicznie zmydlając tłuszcze zawarte w farbie olejnej i tworząc mydła sodowe, potasowe oraz glicerynę. Mydła te pod działaniem wapna wolnego dają znowu wodorotlenki, które dalej niszczą powłokę wolno ale stale. Najszkodliwsza jest wyprawa cementowa. Wapienna za to, o ile nie zawiera domieszek sodowych i potasowych pochodzących np. z piasku zmydla tylko dolną warstwę, gdzie tworzy się mydło wapienne nierozpuszczalne w wodzie, przez co powstaje w ten sposób warstwa ochronna powstrzymująca niszczące działanie wapna.

Wobec tego należy malować olejno tylko taką wyprawę, która należycie wyschła i nie wykazuje działania alkalicznego, o czym można się przekonać za pomocą kilku kropel fenolfaleiny, czerwieniejącej pod wpływem zasad lub też przez pomalowanie małego kawałka tynku błękitem pruskim, który jest szczególnie wrażliwy na niszczące działanie zasad. Najlepiej jest wykonać krążek z używanej na budowie wyprawy i po wyschnięciu przez 2—3 dni w pokoju pomalować białą farbą olejną z dodatkiem błękitu pruskiego. Po dwóch dniach próbkę umieszcza się na mokrej wacie bawełnianej i utrzymuje w stanie wilgotnym przez cały czas doświadczenia. Jeżeli tynk jest nieodpowiedni, to po 7—10 dniach powłoka farby stanie się lepka i zacznie tracić zabarwienie. Do barwidła odpornych na zasady należą ultramaryna, biel tytanowa, kreda pławiona, litopon, ochra żółta, umbra, kobalt, zieleń wapienna, cynober, czerwień żelazowa, minia ołowiana i żelazowa, grafit, sadze, czerń kostna. Oprócz tego można podłoże przed

pomalowaniem zubożyć, do czego używa się 50% roztworu wodnego siarczanu cynku, fluaty (krzemofluorki różnych metali). Te ostatnie prócz neutralizacji utwardzają wyprawę. Oba te środki mogą jednak wywołać wykwyty na powierzchni. W Anglii stosują farby gruntujące, wyrabiane z nieprzepuszczalnych i zasado-odpornych olejów i gum lub sztucznych żywic, tworzących warstwę ochronną. Nie wolno ich stosować na tynku niezupełnie suchym, gdyż farby te nie pozwalają na dalsze wysychanie.

5) *Kruszenie farby wapiennej* — powstające wskutek bielenia zbyt suchego tynku lub przy robocie, wykonywanej w zbyt gorące dni. Woda wskutek jednej z tych dwu przyczyn za szybko paruje, przez co wapno nie przylega dość silnie do podłoża. To samo zajdzie przy użyciu mleka wapiennego, które stało przed użyciem ponad 3 godziny na powietrzu, gdyż w tym czasie częściowo zaczął się wykrystalizowywać węglan wapnia.

6) *Łuszczenie się, wybrzuszenie, odstawanie*. Przy powłoce z farby olejnej wszystkie te uszkodzenia powstają wskutek pomalowania wilgotnego tynku, z którego parująca woda wypycha do góry powłokę farby, co czasem przyspiesza lokalne nagrzanie np. w pobliżu grzejników. Również farba odstaje, o ile powierzchnia przed namalowaniem była niedość czysta lub zakurzona, a szczególnie zabrudzona sadzą. Przy malowaniu wapiennym te same zjawiska za'jdą przez użycie wapna zawierającego grudki niezupełnie zgaszonego wapna, które następnie na powietrzu gasząc się powiększają objętość i rozsadzają powłokę.

7) *Rysy i pęknięcia* — spowodowane przez różnicę współczynnika rozszerzalności cieplnej powłoki farby i podłoża, co należy sprawdzać uprzednio na próbce.

L I T E R A T U R A

1. *Inż. I. A. Kowelman*: Bolezni Sztukaturki i borba z nimi. Moskwa 1936.
2. *D.G.R. Bonnell i L. W. Burridge*: The prevention of pattern staining of plaster. Building Research Station. Bulletin — Nr 10. Londyn 1931.
3. *Prof. dr inż. J. Matejka*: Bestimmung der Ausblühungen an der keramischen Ware-Intern. Assoc. for Testing Materials — London Congress 1937, str. 379.
4. *Palmer*: Cause and prevention of kiln and dry house scum and efflorescence of face brick walls. Waszyngton 1928.
5. *H. M. Llewellyn*: The effect of building materials on paint films. Building Research Station. Bulletin Nr 11. Londyn, 1934 (wyd. II).
6. Kalendarz Budowlany Przeglądu Budowlanego. 1938 r. str. 319.

Prenumeratę za drugie półrocze 1938 r.

prosimy wpłacać przy pomocy załączonego blankietu P. K. O.

Warunki prenumeraty na str. 206.

ASFALTY Z ROPY BORYSŁAWSKIEJ JAKO MATERIAŁ IZOLACYJNY

Konieczność ochrony budowy przed niszczącym działaniem wilgoci jest postulatem bardzo ważnym, a przy tym często zagadnieniem, które wymaga od projektanta i wykonawcy coraz głębszej wiedzy teoretycznej, a zwłaszcza praktycznej w tej dziedzinie. Należyta ochrona budowli przed działaniem wody dawała się poprzednio stosunkowo łatwo i skutecznie wykonać nawet przy mniej oględnym czy też niezbyt odpowiednim użyciu materiałów i wykonaniu. Dziś z dnia na dzień powstają nowe trudności i nowe problemy. Budowle nowoczesne bardzo głęboko fundowane, koleje podziemne, tunele pod korytami rzek, coraz wyższy nacisk osiowy na podtorze kolejowe, przegrody dolin itd. wymagają dla przeprowadzenia skutecznej izolacji coraz doskonalszych materiałów i jak najlepszego poznania i wyzyskania ich właściwości, aby uzyskać w danym wypadku maksimum pewności. Szkody wywołane źle wykonaną izolacją są bardzo trudne do naprawy, a często nawet ich późniejsza skuteczna naprawa jest niemożliwa.

Jednym z głównych i najważniejszym materiałem służącym do wykonania tej ochrony tj. izolacji budowli, jest asfalt. Użycie tego materialu do celów izolacyjnych i znajomość jego doskonałych pod tym względem własności jest niemal tak dawna, jak i cywilizacja. Bez tego materialu nie mogłyby powstać wielkie budowle i miasta asyryjskie, egipskie i rzymskie, wymagające urządzeń asenizacyjnych, wodociągowych itp. Używano wtedy do tych celów asfaltu pochodzenia naturalnego, a wykopaliska świadczą o daleko posuniętej technice wykonania, izolacji i doskonałej znajomości materialu.

Obecnie, gdy wymagania odnośnie własności materialu izolacyjnego wzrosły niepomieranie, okazał się także asfalt pochodzenia naturalnego materialem nie zawsze odpowiednim, a to z powodu często występującej domieszki gliny, wrażliwej na działanie wilgoci. Nieodpowiednia również do tego celu okazała się smoła, pochodząca z destylacji węgla kamiennego, której dawniej używano i nawet używa się nieświadomie nawet i dziś do wykonywania powłok izolacyjnych, a to z powodu jej wyglądu zewnętrznego, zbliżonego do wyglądu asfaltu.

Materiałem obecnie niemal wyłącznie używanym do celów izolacji przeciwwilgociowej jest asfalt pochodzący z destylacji ropy naftowej. Od asfaltu, który ma być użyty do tego celu wymaga się pewnych zasadniczych własności, które ustalono w odnośnych normach P.K.N. Ma być on odpowiednio plastyczny, wytrzymywać bez szkody wyższą temperaturę potrzebną do jego przetopienia i mieć odpowiadającą danym jego warunkom wiskozę, będącą miarą wewnętrznego tarcia cząsteczek, mierzoną pośrednio temperaturą mięknięcia czy też penetracją.

Jest jeszcze jedna właściwość nieuwzględniona w odnośnych normach, na którą nie zwraca się zwykle dostatecznej uwagi. Tą właściwością jest przyczepność asfaltu do powlekanej nim powierzchni. Asfalt, który ma służyć jako materiał podstawowy do wykonywania izolacji przeciwwilgociowej, powinien dać się łatwo rozprowadzić na powlekanej nim powierzchni, przylegać do niej jak najle-

piej i jako powłoka opierać się jak najskuteczniej wypierającemu działaniu wody.

Przy porównywaniu różnych rodzajów asfaltów okazuje się, że pod względem tej ważnej własności występują między asfaltami różnego pochodzenia bardzo duże różnice. Badania metodą laboratoryjną i wyniki doświadczeń praktycznych wykazały, że asfalt pochodzący z destylacji ropy typu borysławskiego, produkowany jako podstawowy materiał izolacyjny przez „Polmin“, Państwową Fabrykę Olejów Mineralnych, ma bardzo wysoką przyczepność. Zdolność powlekania powierzchni przez asfalt tego typu jest wyższa od analogicznej właściwości asfaltów innego pochodzenia, nie tylko krajowych ale i zagranicznych. Ta wysoka przyczepność tych asfaltów jest uwarunkowana szybkim spadkiem napięcia powierzchniowego ze wzrostem temperatury — a to dzięki korzystnemu pod tym względem składowi koloidalnemu tego typu asfaltu. Wysoka zdolność powlekania powierzchni i duża przyczepność występuje nawet w stosunku do tak niekorzystnych pod tym względem materialów, jak np. granit, porfir, kwarcyt, szkło. Bardzo korzystnie w tym wypadku działa większa zawartość parafiny asfaltów tego typu, która w miarę wzrostu temperatury obniża szybko napięcia powierzchniowe. Parafina jest poza tym materiałem bardzo stałym i zupełnie niewrażliwym na działanie wody, co ma także znaczenie dodatnie. Plastyczność tych asfaltów i wytrzymałość na niskie temperatury, jak również inne wymagane własności są bardzo dobre. Asfalty izolacyjne tego typu są dzięki temu w użyciu łatwiejsze, dają się użyć nawet w tych wypadkach, gdy przy użyciu innych asfaltów napotka się na duże trudności.

Materiały izolacyjne asfaltowe są stosowane głównie w trzech formach: jako asfalty płynne w temperaturze wyższej, a zatem na gorąco, asfalty płynne w normalnej temperaturze i w końcu półpłynne o konsystencji ciastowatej. Różnice w składzie tych materialów i oczywiście w sposobie użycia są znaczne. Asfalty płynne mają jako środek upłynniający dodatek lekkich destylatów ropy naftowej lub węgla, które ułatwiają się po pewnym czasie pozostawiają na powlekanej powierzchni błonę asfaltową. Środkiem upłynniającym może być również i woda, która w tym wypadku znajduje się w pewnego rodzaju mieszaninie z asfaltem tzw. emulsji. Zetknięcie z powierzchnią powlekaną i z powietrzem powoduje rozkład emulsji tj. rozmieszanie asfaltu i wody. Asfalt w formie błony pozostaje na powierzchni powlekanej.

O ile tylko warunki zewnętrzne na to pozwalają, najlepsze wyniki i w sposób najbardziej ekonomiczny daje powłoka asfaltowa wykonana na gorąco, tj. przez powleczenie powierzchni izolowanej asfaltem ogrzanym do temperatury płynności. Powierzchnia ta oczywiście musi być zupełnie sucha, gdyż powstająca para wodna uniemożliwiłaby przylgnięcie asfaltu i w razie potrzeby poprzednio pogruntowana tzn. powleczona preparatem bitumicznym tzw. podkładem, tak płynnym, by łatwo wnikał w pory nawierzchni, co znacznie ułatwia przylgnięcie później nakładanej powłoki asfaltowej izolującej.

Użycie asfaltów w innej formie tj. w postaci asfaltu płynnego czy też emulsji, łatwiejsze i pozornie prostsze, jest jednak połączone równocześnie z pewnymi niedogodnościami, jest bardziej kosztowne, co należy zawsze brać pod uwagę, decydując się na użycie asfaltu w tej formie.

Przy stosowaniu asfaltu izolacyjnego z ropy boryslawskiej z rafinerii „Polmin“ skala możliwości stosowania go na gorąco jest większa jak dla asfaltu innego typu, gdyż dzięki dużej płynności i przyczepności dają się z łatwością użyć w tych wypadkach, w których asfalty innego typu wymagają dodatku rozpuszczalnika i powłoki podkładowej. Zalety izolacyjne tego materiału występują wyraźnie wtedy, gdy używamy do celów izolacyjnych asfaltu stabilizowanego mączką kamienną, tj. w formie tzw. zaprawy, co zawsze jest wskazane, zwłaszcza gdy powłoka izolacyjna ma wytrzymać bez szkody nie tylko niskie ale i wyższe temperatury. Dodatek mączki kamiennej tj. tak zwanego „wypełniacza“ do asfaltu podnosi — jak wiemy — tarcie międzycząsteczkowe asfaltu znacznie w temperaturach wyższych, a zatem podnosi temperaturę mięknięcia, przy czym plastyczność tej mieszaniny w temperaturach niższych zmniejsza się w stosunku do asfaltu czystego w znacznie mniejszym stopniu. Podniesienie temperatury mięknięcia asfaltu zależy wyłącznie od ilości dodanej mączki i stopnia jej mialkości tj. jej prawdziwej powierzchni, dalej zależy od rodzaju asfaltu, nie zależy natomiast zupełnie według doświadczeń prof. Wilhelmi'ego, dra Pöpla i Ewersa od rodzaju użytego wypełniacza; zależność tę można ująć w formie równania, z którego wynika że wzrost temperatury mięknięcia jest proporcjonalny do pierwiastka ze stosunku wagowego asfaltu i mączki. Zauważyć tu należy, że nie odnosi się to do wypełniaczy włóknistych, jak np. mączki azbestowej, której wpływ i działanie w zaprawie mają zupełnie inne podstawy.

*Publikacja Stacji Doświadczalnej
Akademii Górniczej w Krakowie*
Inż. W. POGANY i Mgr. T. ZAROSŁY

Badania nasze ogłoszone już poprzednio wykazały, że i w tym wypadku asfalty pochodzące z ropy krajowych typu boryslawskiego z rafinerii „POLMINU“ mają bardzo korzystne właściwości. Odnośnie tych asfaltów wzór poprzednio podany okazał się zawodny, gdyż zależność temperatury mięknięcia tych asfaltów pod dodatkiem mączki nie da się ująć w formie prostego wzoru matematycznego, co jednak nie ma żadnego znaczenia praktycznego. Wskazuje to jedynie na zupełnie odmienny skład i układ kolloidalny tych asfaltów od asfaltów pochodzenia z ropy asfaltowych, do których ten wzór się odnosi. Okazało się natomiast, że asfalty te, a więc asfalty izolacyjne produkowanego przez „Polmin“ P.F.O.M. typu, znoszą daleko wyższy dodatek mączki. Ten sam dodatek mączki podnosi temperaturę lamliwości znacznie mniej, jak analogiczny dodatek dla asfaltu innego typu, co ma duże znaczenie praktyczne, gdyż pozwala użyć zaprawy asfaltowej, a zatem mieszaniny asfaltu z mączką, (tj. materiału znacznie wytrzymalszego na wyższe temperatury), od czystego asfaltu niemal do wszystkich celów izolacyjnych.

O ile chodzi o stronę fabrykacyjną praktyczną, to asfalt z ropy boryslawskiej można z łatwością dostosować do każdego żądania i niemal każdego celu techniki izolacyjnej, a własności jego dorównują w zupełności, a nawet jak podaliśmy poprzednio, przewyższają asfalty innych typów. Udział ropy boryslawskiej, surowca z którego uzyskuje się te asfalty, jest w ogólnej produkcji ropy polskiej przeważający, osiągając do 70% — stąd też i możliwości produkcyjne tego asfaltu są odpowiednio duże.

Na zakończenie wspomnieć należy, że ostatnio wykonano izolację gazociągu centralnego zaprawą asfaltową tego typu, zużywając jej kilkaset wagonów, co pozwoliło na uzyskanie dużego doświadczenia praktycznego w użyciu tego typu asfaltu i poznania jego dużej wartości.

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

WPLYWY CHEMICZNE I FIZYCZNE NA WYPRAWY

Wyprawa chroni dom przed wpływami atmosferycznymi, jako warstwa sztucznego kamienia, ulegająca działaniu czynników fizycznych i chemicznych otoczenia. Mając to zadanie do spełnienia wyprawa powinna być przede wszystkim odporna na działanie tych czynników, a nie mieć wybitnych wytrzymałości mechanicznych, gdyż te są drugorzędne jak np. wytrzymałość na ciśnienie.

Wytrzymałość wyprawy na ciśnienie przy nowych wyprawach nie wchodzi w rachubę, wyjątkowo w nadbudowanych starych kamienicach stara wyprawa jest zrobiona na budynku gdy już osiadł i kompresja zaprawy między cegłami ustaliła się; przy nadbudowach przychodzi nowy ciężar na tę wyprawę i powoduje pęknięcia większe przy sztywnej wyprawie cementowej i wapienno-cementowej, a małe przy elastycznej wyprawie wapiennej.

Niszczenie wyprawy powodowane jest głównie zawilgoceniem, procesy chemiczne zachodzą z pomocą roztworów, które w wilgotnych wyprawach szybko dyfundują. Wysokość działań kapilarnych wody zależy od porowatości i możliwości parowania, w większości wypadków wysokość ta wynosi w budynkach około 2 metrów (fot. 5). Osuszanie

przez wyprawę wodoszczelną daje wynik problematyczny i często wilgoć przechodzi ponad tę wyprawę. Tu należy rozdzielić dwa działania: ruch wody i dyfuzję roztworów soli, gdzie sole wędrują od gruntu do muru, od zaprawy do cegły, od cegły do wyprawy i od wyprawy na zewnątrz dając „wykwity“ (fot. 1, 4, 5 i 6).

Sole dyfundujące rozkładają wyprawę na całej mokrej powierzchni a przy kapilarnym zjawisku dają wykwity na granicy działania kapilary i na górnej granicy wilgoci, gdzie następuje silny rozkład. Powstałe wykwity (fot. 8) przez rozkład wyprawy mają charakter soli zasadowych lub obojętnych i są to przeważnie siarczany lub węglany, a rzadko chlorki i azotany.

Krażenie roztworów w kapilarach wyprawy powoduje albo różnica temperatur, albo różnica ciśnienia powietrza (co bardzo rzadko zachodzi) i sole wędrują od jednego miejsca zawilgocenia do drugiego. Wyprawa mająca dużo naczyń włoskowatych, sucha, po pewnym czasie wilgotnieje i krażące w niej roztwory powodują jej rozkład (fot. 15)

Przy tych zjawiskach obok wyprawy również i cegła jest do pewnej głębokości nasycona roztworami soli; na zewnętrznych warstwach wyprawy z



Fot. 1.

Wpływ czynników atmosf. na wyprawę i tworzenie się kory wietrznej.



Fot. 4.

Wpływ wody gruntowej na wyprawę.

roztworów woda paruje wzbogacając w ten sposób wyprawę w sole, powodując równocześnie przepływ roztworów do powierzchni. Z tym ruchem

miejscach chronionych przed deszczem powstaje warstwa zamykająca pory solami, kurzem i bardzo często przy współdziałaniu porostów i glonów



Fot. 2.

Odpadanie wyprawy z murów pod działaniem wilgoci i mrozu.

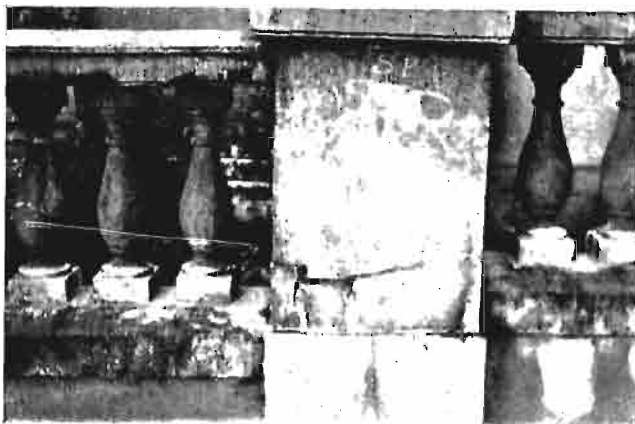


Fot. 5.

Wpływ wody gruntowej na wyprawę.

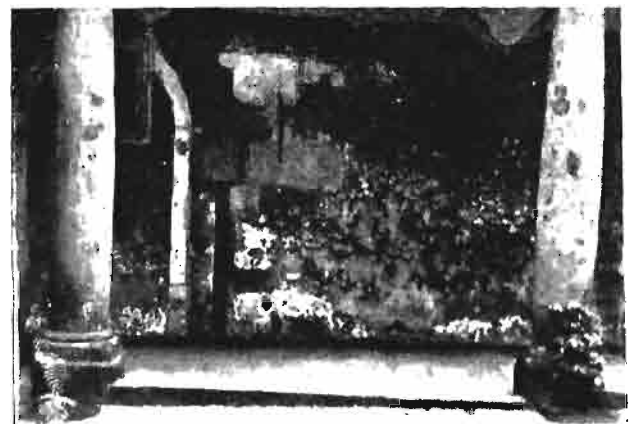
wody przychodzące sole tworzą na powierzchni wyprawy wykwit. Jeżeli wyprawa jest od strony deszczowej wykwit te będą wypłukiwane, a w

(fot. 10) na wyprawie tworzy się warstwa podobna zupełnie do kory wietrznej występującej na powierzchni kamienia.



Fot. 3.

Spękanie wyprawy na betonie.



Fot. 6.

Wpływ wody gruntowej na wyprawę.



Fot. 7.
Wpływ gazów komin. na wyprawę.

Dalsze procesy chemiczne odbywają się pod powierzchnią tej warstwy niszcząc całkowicie wyprawę (fot. 1, 2, 4, 8, 11, 12, 13, 15 i 16).

Zjawisko to możemy często obserwować na budynkach, gdzie pod cienką warstwą zewnętrzną znajduje się luźny piasek (bez lepiszcza) rys. 1.

Ciekawy wypadek obserwowaliśmy, a mianowicie, że pod wyprawą cementową nieprzepuszczalną dla roztworów utworzyła się warstwa soli z roztworów krążących pod wyprawą, a parcie krystalizacyjne tych soli było tak duże, że wytrzymała wyprawa cementowa uległa spękaniu i odpadała od powierzchni muru (fot. 14).

Badania przeprowadzone przez Hirschwalda nad wyprawami cementowymi dały następujące wyniki: piaskowiec wyprawiony wyprawą cementową miał w sobie wilgoci od 1,27—2,36%, a cegła wyprawiona wyprawą cementową od 3,56—4,28%;



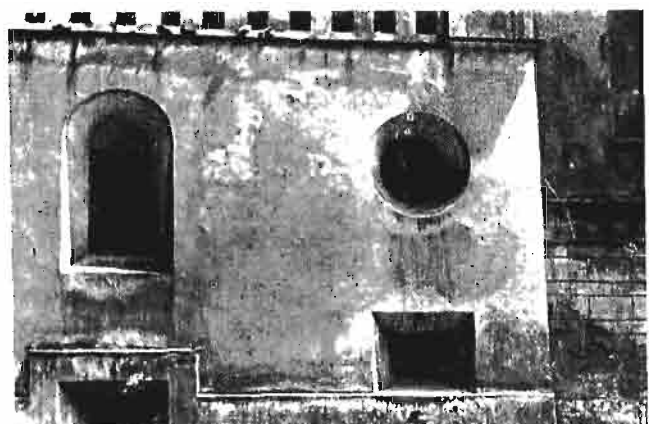
Fot. 8.
Tworzenie się wykwitów na wyprawie.



Fot. 10.
Roślinność na wyprawie i zaprawie.



Fot. 9.
Wpływ roślinności na wyprawę.



Fot. 11.
Odpadanie wyprawy zrobionej na kamieniu.

sam piaskowiec bez wyprawy na budowie miał wilgocici od 0,26—0,39%, a cegła od 0,82—0,92%. Jak z tego widać wyprawa cementowa zwiększa ilość wilgoci w murze prawie pięciokrotnie, przyczyniając się w ten sposób do wytworzenia roztworów, które mogą później wywołać rozkład materiału.

Często obserwuje się, że piaskowiec spojony cementem w otoczeniu spoin ulega większemu rozkładowi niż w innych miejscach (fot. 19).

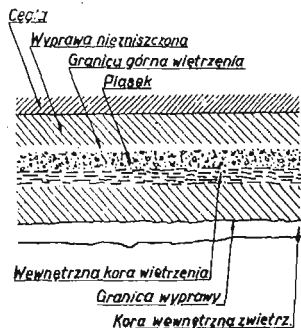
Nie można tego tłumaczyć działaniem cementu na piaskowiec, ale wskutek nieprzepuszczalności przez spoinę roztwory gromadzą się w jej pobliżu i rozkładają kamień. W takim wypadku powinno się używać zapraw o przepuszczalności dla wody zbliżonej do materiału który wiążą.

Do zjawisk rozkładowych wyprawy przyczynia się jeszcze ta własność wyprawy, że z podwyższeniem temperatury wyprawa rozszerza się, a przy obniżeniu nie wraca do poprzedniej długości. Po kilku latach tych stałych rozszerzeń jako wynik otrzymujemy spękania wyprawy, które udostępniają roztworom swobodne krążenie. Do rozkładu wyprawy przyczyniają się w dużym stopniu rośliny (fot. 9) i ekskrementy ptaków, zawierające kwas moczowy i inne czynne chemikalia powodujące procesy rozkładowe.

Z innych czynników wpływających na niszczenie wypraw należy wymienić działanie mrozu, nasłonecznienia, ciśnienie osmotyczne krążących w niej roztworów, powiększenie objętości nowopowstałych związków w porach i szczelinach wyprawy.

Według Hirschwalda przy zamianie węgla wapniowego na gips następuje zwiększenie rozpuszczalności nowego składnika (gipsu) w stosunku 400:10.000 (wapień, gips).

Gazy spalinowe z węgla, w których jest zawsze prawie obecne SO_2 również działają szkodliwie na wyprawę dając warstwy siarczynów, które następnie utleniają się na siarczany. Szkodliwą działalność SO_2 na wyprawę można obserwować na budynkach kolejowych nakrytych dachem, na których co roku musi się wyprawę odświeżać. Podobne zjawiska obserwuje się i w okręgach przemysłowych i w tym wypadku nie powinno się używać wypraw leczrobić fasady ceglane (fot. 7).



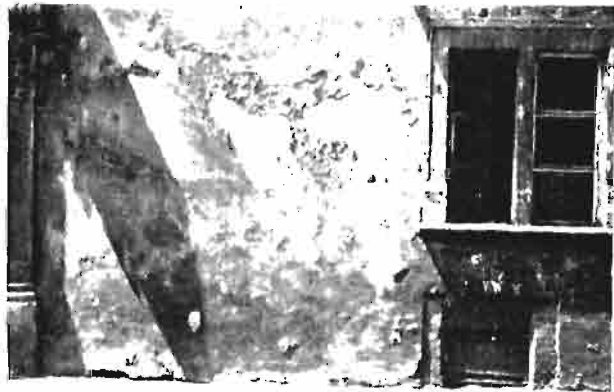
Rys. 1.

Wyprawy na starych budynkach mają dużo detali z gipsu (fot. 23), który też ulega szybkiemu działaniu rozkładowemu i niszczy w najbliższym otoczeniu wyprawę wapienną. Nowoczesna architektura jest prostsza (fot. 22) i używa szlachetnych wypraw, z których wyprawa szorstka i gruba (fot. 21), mimo że ma dużo porów ale mało naczyń wło-



Fot. 12.

Odpadanie wyprawy z piaskowca.



Fot. 13.

Odpadanie kory wietrznej z wyprawy.



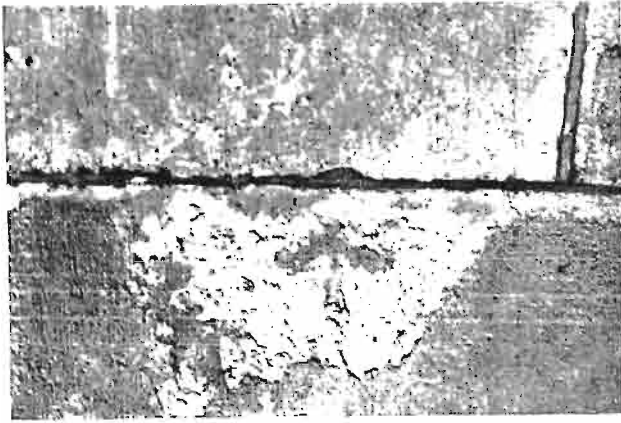
Fot. 14.

Odpadanie wyprawy z piaskowca.

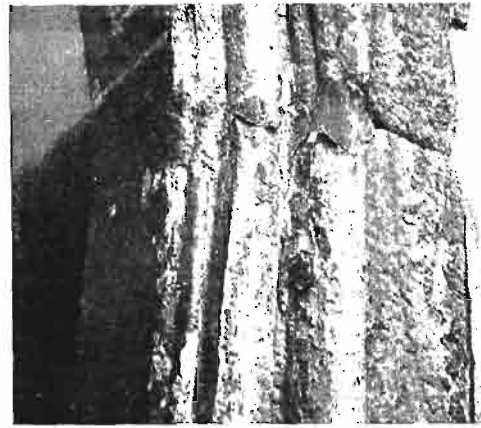


Fot. 15.

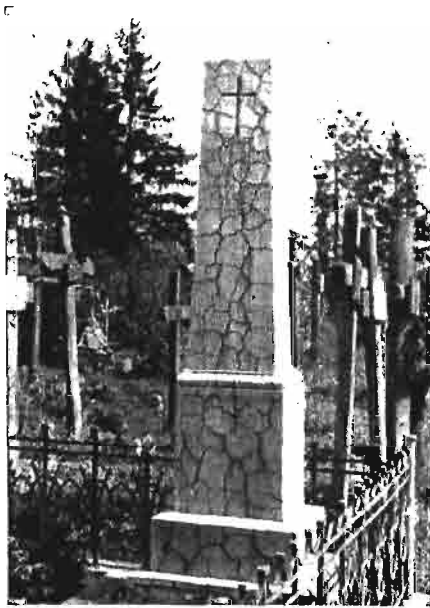
Wpływ soli na wyprawę i jej rozkład.



Fot. 16. Wyprawa na piaskowcu.



Fot. 19. Korozja piaskowca w otoczeniu spoiny z wyprawy cementowej.



Fot. 17. Wyprawa na betonie spękana od mrozu.



Fot. 18. Wyprawa na betonie spękana od mrozu.

TABLICA I

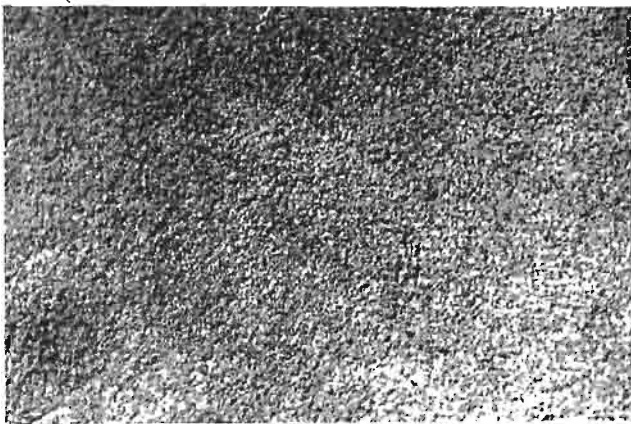
Współczynnik rozszerzalności cieplnej.		
mieszanina	0° do + 45°	0° do - 20°
1 : 3 cement piasek	$E_1 - 0,00065$ $E_2 - 0,000138$ $E_3 + 0,000138$	$E_1 + 0,00025$ $E_2 - 0,000155$ $E_3 - 0,000152$
1 : 1 : 5 gips wap. pias.	$E_1 - 0,000047$ $E_2 - 0,00012$ $E_3 - 0,000071$	$E_1 - 0,000113$ $E_2 - 0,000078$ $E_3 - 0,000077$
1 : 2 gips piasek	$E_1 - 0,000015$ $E_2 - 0,000038$ —	— — —
1 : 1 : 6 cem. wap. pias.	— — —	$E_1 - 0,000147$ $E_2 - 0,00008$ $E_3 - 0,00008$
1 : 3 wapno piasek	$E_1 - 0,000047$ $E_2 - 0,000012$ —	$E_1 - 0,000078$ — —
zwykła cegła	$E_1 - 0,000046$ $E_2 - 0,000078$ —	$E_1 - 0,000067$ — $E_3 - 0,00007$
Stosunek zaprawy	Rozszerzalność od 0° do + 45°	Skurcz od 0° do - 20°
1 : 3 cement piasek	$\Delta l = 0,4$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,0029$ $\Delta b = 0,4$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,0062$ $\Delta h = 0,4$ $\tau_{\epsilon_3} = 0,0060$	$\Delta l = 0,6$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,00453$ $\Delta b = 0,2$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,00312$ $\Delta h = 0,2$ $\tau_{\epsilon_3} = 0,00312$
1 : 1 : 5 gips wap. pias.	$\Delta l = 0,03$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,0021$ $\Delta b = 0,03$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,0046$ $\Delta h = 0,02$ $\tau_{\epsilon_3} = 0,0032$	$\Delta l = 0,3$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,00226$ $\Delta b = 0,1$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,00155$ $\Delta h = 0,1$ $\tau_{\epsilon_3} = 0,00155$
1 : 2 gips piasek	$\Delta l = 0,1$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,00068$ $\Delta b = 0,1$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,0017$ $\Delta h = 0,0$ $\tau_{\epsilon_3} = —$	$\Delta l = 0,0$ $\tau_{\epsilon_1} = —$ $\Delta b = 0,0$ $\tau_{\epsilon_2} = —$ $\Delta h = 0,0$ $\tau_{\epsilon_3} = —$
1 : 1 : 6 cem. wap. pias.	$\Delta l = 0,0$ $\tau_{\epsilon_1} = —$ $\Delta b = 0,0$ $\tau_{\epsilon_2} = —$ $\Delta h = 0,0$ $\tau_{\epsilon_3} = —$	$\Delta l = 0,4$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,0293$ $\Delta b = 0,1$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,00160$ $\Delta h = 0,1$ $\tau_{\epsilon_3} = 0,00160$
1 : 3 wapno piasek	$\Delta l = 0,3$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,0022$ $\Delta b = 0,1$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,0016$ $\Delta h = 0,0$ $\tau_{\epsilon_3} = —$	$\Delta l = 0,2$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,00150$ $\Delta b = 0,0$ $\tau_{\epsilon_2} = —$ $\Delta h = 0,0$ $\tau_{\epsilon_3} = —$
zwykła cegła	$\Delta l = 0,3$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,0020$ $\Delta b = 0,01$ $\tau_{\epsilon_2} = 0,00154$ $\Delta h = 0,0$ $\tau_{\epsilon_3} = —$	$\Delta l = 0,2$ $\tau_{\epsilon_1} = 0,00134$ $\Delta b = 0,0$ $\tau_{\epsilon_2} = —$ $\Delta h = 0,1$ $\tau_{\epsilon_3} = 0,00158$



Fot. 20.
Wyprawa niszczona przez deszcz i wiatr.

skowatych, nie ulega tak szybkiemu działaniu roz-
tworów chemicznych.

Na Stacji Doświadczalnej A. G. w Krakowie
przeprowadzono badania termiczne z wyprawami
wapiennymi, cementowymi, gipsowymi i ze sztucz-
nego kamienia, stwierdzając że przy zmianach tem-
peratury od $+20$ do -20° wyprawy wykonane na
cegłę ulegają spękaniu i tak: wyprawa gipsowa po
15 zamrożeniach, cementowa po 25, a wapienna i ze
sztucznego kamienia po 35 nie wykazywały żad-
nych widocznych na zewnątrz zmian. Poza tym
wykonano badania rozszerzalności zapraw używa-
nych na wyprawy i cegły w granicach temperatur
od 0 do $+45^{\circ}$ i od 0 do -20° , a otrzymane wyniki
zestawiono na tablicy.



Fot. 21.
Nowoczesna wyprawa fasadowa.

Badania przeprowadzono na próbkach o wy-
miarach:

długości = 139,0 mm, szerokości = 65,0 mm
i wysokości = 65,0 mm.

Jak z zestawienia wyników badań widać zaprawa
(wyprawa) 1:3 na całej przedłużeniu od -20
do $+45^{\circ}$ tzn. przy różnicy temperatur 65° ma roz-
szerzalność na długości i szerokości zupełnie po-
dobną do badanej cegły. (Otrzymane różnice roz-
szerzalności długości i szerokości są spowodowane
prawdopodobnie niejednorodnością materiału i
błędami pomiarów).



Fot. 22.
Nowoczesna fasada.

Jak z tego widać różnica między wyprawą a
cegłą jest minimalna, zasadniczo zmiany rzadko do-
chodzą do takiej różnicy temperatur i przy tej wy-
prawie jeżeli nie ma innych działań chemicznych
można liczyć na stosunkowo długi okres współpra-
cy.



Fot. 23.
Dawna fasada z ozdobami z gipsu.

Powinno się przy budowie dużych budynków
publicznych, gdzie koszty wyprawy wynoszą ol-
brzymie sumy, przed wykończeniem ich zrobić pró-
by z rozszerzalnością wyprawy i cegły przy użyciu
różnych piasków i w ten sposób ustalić stosunek
wyprawy, aby współczynnik rozszerzalności był
podobny do rozszerzalności cegły.

Współpraca wyprawy z cegłą przy zmianach
temperatury odgrywa poważną rolę przy badaniach
wietrzennych i rozkładowych pod działaniem czyn-
ników chemicznych.

KLIMATYZACJA POWIETRZA Z PUNKTU WIDZENIA HIGIENY

(dokończenie).

Praktycznym zastosowaniem metod badania czynników atmosferycznych, a przede wszystkim temperatur efektywnych jest klimatyzacja powietrza, w niektórych krajach nosząca nazwę „kondycjonowania” powietrza (Anglia, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej). Klimatyzacja powietrza powstała z inicjatywy technologii i w początkowym okresie stosowano ją w przemyśle, chodziło bowiem o ustalenie pewnych z góry założonych norm dla ciepłoty, ruchu i wilgotności powietrza i utrzymanie tych norm na pożądanym poziomie. Daje się to osiągnąć za pomocą specjalnych instalacji, które mogą być miejscowe lub centralne. Aparatura taka dostarcza do lokalu powietrze o pewnym określonym składzie czynników fizykalnych i usuwa powietrze zużyte. Klimatyzowanie może być połączone z wentylacją lokalu.

Badacze amerykańscy obliczają około 200. rodzajów produkcji, w których z punktu widzenia procesu wytwórczego konieczne jest utrzymanie pewnych ściśle określonych norm czynników atmosferycznych. Są to produkcje mąki, chleba, wyrobów cukierniczych, papieru, tkanin, szkła, tytoniu, ceramiki i inne. Toteż w Anglii i w Ameryce klimatyzowanie powietrza do celów przemysłowych szeroko się rozpowszechniło.

Zdawałoby się, że zagadnienie klimatyzacji powietrza do celów przemysłowych w znacznym stopniu zgadza się z zagadnieniem fabrycznej wentylacji i ogrzewania. Nie jest to jednak zupełnie ściśle, gdyż optymalne warunki produkcji nie zawsze są optymalnymi warunkami sanitarnymi atmosfery środowiska pracy, jak to wykazało badanie temperatur efektywnych w przemyśle włókienniczym i innych. Toteż ten rodzaj klimatyzacji powietrza zasługuje na baczną uwagę higienisty.

Natomiast ze wszech miar pożądaną i bardzo ważną z punktu widzenia higieny jest „klimatyzacja” powietrza w celu poprawy sanitarnych warunków atmosfery środowiska. Chodzi tu o uzyskanie norm komfortu atmosferycznego. Zabieg jest zasadniczo ten sam co i poprzedni. Jednak aparatura znacznie bogatsza i precyzyjniej pomyślana, ale i bardzo kosztowna i wymagająca stałego nadzoru. Więc też ten rodzaj klimatyzacji powietrza jest znacznie mniej rozpowszechniony. Podobnie jak i klimatyzacja do celów przemysłowych jest on szeroko rozpowszechniony w Ameryce Północnej, gdzie „Air Conditioning” zdobywa sobie prawo obywatelstwa nie tylko we wszystkich lokalach użyteczności publicznej, ale też i w wielu lokalach prywatnych.

Instalacje do klimatyzowania powietrza często mają skomplikowaną i bardzo precyzyjną aparaturę, o czym już wspominałam. Zasadniczą jednak częścią każdej takiej aparatury, przedstawionej

schematycznie, jest komora, do której zasysa się powietrze już zużyte podczas klimatyzacji i po zmieszaniu z pewną ilością powietrza czystego, pobranego z zewnątrz, doprowadza do kombinowanej chłodnicy-ogrzewnicy. W zimie bowiem powietrze ogrzewa się i zwilża, a w lecie osusza i ochładza. W niektórych aparatach nie korzysta się z „recykulacji” powietrza, a pobiera świeże powietrze z zewnątrz. Powietrze zewnętrzne i „cyrkulacyjne” jest oczyszczane za pomocą filtrowania przed doprowadzeniem do chłodnicy. Po doprowadzeniu powietrza do pożądaných norm ciepłoty i wilgotności względnej, za pomocą wentylatora włącza się je przez odpowiednie kanały do lokalu. Wyłoty kanałów wyciągowych i doprowadzających powietrze są tak ułożone, że w lokalu powstaje pewien minimalny ruch powietrza (0,07—0,1 m na sek.). Do państw, w których w ciągu ostatnich lat szeroko zaczynają stosować klimatyzację powietrza w celach polepszenia sanitarnych warunków pracy, należą Niemcy. Dzięki umiarkowanemu klimatowi o niedużych wahanich ciepłoty i wilgotności powietrza, w ciągu dłuższego czasu nie klimatyzowano tam powietrza w celu uzyskania komfortu atmosferycznego. Natomiast szeroko stosowano klimatyzację powietrza do celów przemysłowych, szczególnie w papiernictwie i przemyśle włókienniczym.

Z biegiem czasu jednak zaczęto klimatyzować powietrze w lokalach użyteczności publicznej o dużej frekwencji, jak teatry, kina, sale zebrań, instytucje urzędowe. Ze wszech miar zasługują na uwagę aparaty do klimatyzowania powietrza zainstalowane w Sztutgarcie w 1936 roku. Nowozbudowany gmach Zakładów Technicznych ma 9 odrębnych instalacji klimatyzujących powietrze. Każda poszczególna instalacja wytwarza takie warunki atmosferyczne, jakich wymaga przeznaczenie danego lokalu, jego sytuacja w kierunku horyzontu, a więc wynikająca stąd większa lub mniejsza insolacja, położenie na piętrze lub parterze. Instalacje obsługujące dolne piętra mieszczą się w suterrenach, instalacje zaś obsługujące górne piętra na poddaszu.

Zasadniczymi składowymi częściami każdej z tych instalacji są: wpust do zewnętrznego powietrza czystego (niektóre z instalacji korzystają z powietrza zużytego, odprowadzanego na zewnątrz lub też wprost do komory; jest to tak zwane „powietrze cyrkulacyjne”). Za wpustem znajduje się komora, za którą jest filtr olejowy, za nim ogrzewacz powietrza, następnie powietrze ochładza się i przechodzi do komory z wielką ilością urządzeń natryskowych, gdzie się nasycza parą wodną. W następnej komorze-kondensatorze zostaje osadzony nadmiar pary wodnej; powietrze ogrzewa się do pożądaney ciepłoty i za pomocą pompy wodnej przez system rur jest podawane do lokalu pod pew-

nym nadciśnieniem ze ściśle określoną szybkością ruchu (zależną od przeznaczenia lokalu). Na sieci w centralnej instalacji i w samym lokalu, do którego się podaje powietrze, są założone samoczynnie działające termoregulatory i humidoregulatory. Instalacja pracuje napędem elektrycznym a wodę pobiera z miejskiej sieci wodociągowej. W celu uniknięcia szumu w rurach, bo w niektórych instalacjach powietrze idzie ze znaczną szybkością ruchu, na sieci i w centralnej aparaturze są założone przyrządy tłumiące dźwięk. Aparatura jest stale czynna przy zamkniętych oknach.

W ten sposób wytwarza się klimat wewnętrzny zupełnie niezależny od klimatu zewnętrznego. Według autora (inż. Hermann Wolfer) w lecie przy T^0 33^0 C na zewnątrz powietrze ma najwyższą ciepłotę 25^0 C, a przy bardzo silnej insolacji 26^0 C. W zimie 19^0 — 20^0 C. Wilgotność względna 60% w lecie i nie niżej niż 45% w zimie. Czynniki atmosferyczne są stale kontrolowane. Otwory doprowadzające powietrze do lokalu, znajdują się na wysokości 8 cm pod sufitem, otwory wyprowadzające leżą 23 cm ponad podłogą. W niektórych lokalach oba rodzaje wpustów powietrznych mieszczą się w suficie, w innych znów — w ścianach.

Taka sama aparatura jest założona w Sztuttgarcie w szpitalu Katarzyny w zakładzie Rentgenowskim. Ze względu na wysoce szkodliwe wpływy środowiska pracy na personel pracujący chodziło tu głównie o dobrą wentylację lokalu. Zdołano uzyskać komfort atmosferyczny dla chorych i personelu. Zasadnicza budowa i warunki atmosferyczne uzyskiwane w lokalu są te same, co i w poprzednich aparaturach. Korzysta się tu jednak tylko z czystego zewnętrznego powietrza. Powietrze zużyte jest wypuszczane z innej strony gmachu i nie styka się z czystym.

Najbardziej urozmaicona co do uzyskiwanych warunków atmosferycznych jest instalacja klimatyczna w Klinice Otolaryngologicznej. Składa się ona z 13. oddzielnych aparatów. Osobliwością tej instalacji są 4 komory z suchym i gorącym powietrzem „subtropikalny klimat” o ciepłocie powietrza w granicach 20^0 — 30^0 C i wilgotności względnej 18%—70% w zimie i 4 komory z wilgotnym gorącym powietrzem „tropikalny klimat” o ciepłocie 20 — 30^0 C, wilgotności względnej w lecie 40—80%, a w zimie 35 — 80%. Komory te służą do leczenia cierpień górnych dróg oddechowych. Regulacja czynników atmosferycznych automatyczna, uskuteczniiana z komory. Dzięki automatycznej regulacji komory te w każdej chwili mogą być przekształcone na komory o zwykłych warunkach atmosferycznych.

Dalej jest tam 5 antyallergicznich komór o specjalnych filtrach wbudowanych przy głównym wpuście powietrza, a także i w otworach doprowadzających powietrze do komór (są to filtry ściśle skontrolowane na przepuszczalność najdrobniejszego kurzu i pyłków nasiennych i kwiatowych). Oddział zakaźny posiadający zupełnie odrębną instalację klimatyczną ma również filtry, tak zwane „absolutne” filtry o zdolności oczyszczającej 99,6—99,8% wbudowane przy głównym wpuście powietrza w otworach doprowadzających i w otworach wyprowadzających powietrze. Miała też być uru-

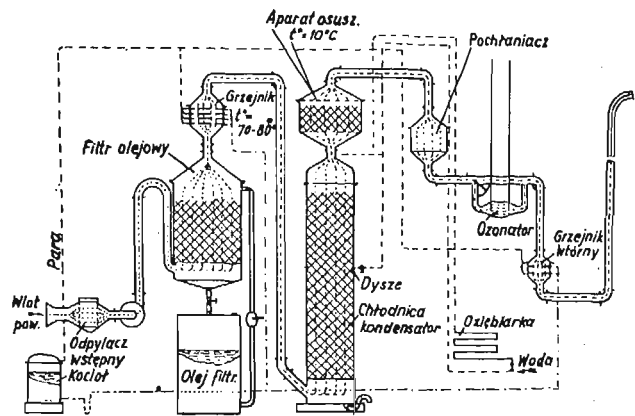
chomiona komora z „górkim” powietrzem, w której oprócz możliwości ustalania dowolnej ciepłoty i wilgotności powietrza będzie można zmieniać ciśnienie atmosferyczne zniżając je do dowolnie obranej wysokości gór. Ma być też jonizacja powietrza.

Instalacja, klimatyzująca powietrze stosownie do potrzeb wielkich skupień ludzi jest założona w ratuszu w Monachium. W obecności 500 osób na sali przy zewnętrznej ciepłocie 34^0 C, ciepłota powietrza na sali wahała się w granicach $20,5^0$ — 22^0 C. Mimo że wiele osób paliło, powietrze na sali było czyste i wolne od dymu.

W Gesundheits-Ingenieur opisano jeszcze szereg aparatów do częściowej lub całkowitej klimatyzacji powietrza. Widzimy więc, że Niemcy wprowadzając klimatyzację powietrza potrafili stosować ją celowo i umiejętnie. W Gesundheits-Ingenieur jest też opisana świeżo zainstalowana aparatura do klimatyzacji powietrza w zakładach elektrotechnicznych w Pradze.

W Polsce mamy znikomo małą ilość instalacji do klimatyzowania powietrza. Posiada je gmach Sejmu, schron telekomunikacji w Wilnie, „Adria” w Warszawie. Nie mamy zupełnie prac doświadczalnych z tej dziedziny. Mamy natomiast oryginalną polską aparaturę do klimatyzacji powietrza. Jest to aparat do wytwarzania warunków atmosferycznych, własnościami swymi zbliżonych do powietrza górskiego. Pomysł i konstrukcja aparatu należą do Pana Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Profesora Ignacego Mościckiego.

Aparatura ta została zainstalowana na oddziale wewnętrznym szpitala OWar Wilno. Załączam tu schematyczny rysunek aparatury Pana Prezydenta, zaczerpnięty z „Lekarza Wojskowego” (1934 r. Nr 7).



Aparatura zainstalowana w Wilnie w szpitalu Owar różni się od klasycznej aparatury Pana Prezydenta tym, że nie posiada odpylacza wstępnego, brak też filtru olejowego, który zastąpiono małą kolumną filtracyjną, zraszana wodą. Nie ma ozonatora. Dalej instalacja jest taka sama jak w oryginalnej aparaturze.

Cała więc aparatura składa się z dmuchawy o napędzie elektrycznym i z 2 kolumn filtracyjnych. Kolumna pierwsza, mniejsza, (zamiast filtru olejowego) w dolnej swej części jest wypełniona warstwą żwiru. Nad warstwą żwiru, w pewnej odległości od jego poziomu górnego, umieszczone są dysze rozpylające wodę (w tym samym kierunku co

i olej na filtrze). Po przejściu przez przestrzeń dysz powietrze tłoczone przepływa w dalszym ciągu przez część kolumny zawierającą grzejnik. W przestrzeni tej powietrze podgrzewa się do temperatury 80° C nasyca się dużą ilością pary wodnej i osobnym przewodem przedostaje się do drugiej kolumny filtracyjnej — noszącej nazwę chłodnicy-kondensatora. Kolumna ta nieco większa, w zasadzie jest zbudowana podobnie jak pierwsza kolumna filtracyjna. W dolnej swej części jest wypełniona drobnouziarnistym żwirem; warstwa żwiru jest tutaj znacznie grubsza, a żwir znacznie drobniejszy. Nad warstwą tą umieszczone są dysze rozpylające wodę na mgłą. Kierunek prądu rozpylanej zimnej wody jest przeciwny do kierunku przepływającego powietrza. Podgrzane powietrze mieszając się z zimną mgłą wodną ochładza się, — mgła natomiast podgrzewa się. Przy tym wyrównaniu temperatur zachodzi skraplanie się mgły wodnej, a drobnoustroje i pyłki zawarte w powietrzu są zawiązkami kropelek mgły. W dalszej swej drodze powietrze przepływa przez warstwę bardzo drobnouziarnistego żwiru, (tak zwany aparat osuszający), który, zatrzymując resztki mgły, znacznie obniża stopień wilgotności powietrza. Po przejściu przez drugą kolumnę filtracyjną powietrze przepływa przez grzejnik automatycznie regulujący stopień podgrzewania powietrza do pożądanej temperatury. Powietrze po przejściu przez urządzenia grzejnikowe osobnymi przewodami jest tłoczone na salę chorych. Do przewodu po odsunięciu umyślnie w tym celu sporządzonej zasuwy można wstawić pochłaniacz z aktywowanym węglem, który oczyszcza powietrze z zanieczyszczeń gazowych.

Na każdej z sal umieszczono po 2 lampy kwarcowe. Promienie lampy kierowane są specjalnym reflektorem na ekran, pokryty warstwą chromu. W reflektorach są umieszczone wyloty ekshaustorów wysysających ozon, wytwarzający się podczas palenia się lamp. Podczas palenia się lamp, zgodnie z założeniem, ma następować jonizacja powietrza.

Mamy więc powietrze czyste o dowolnie regulowanej ciepłocie i wilgotności względnej, zjonizowane. Brak natomiast zasadniczej cechy górskiego powietrza — zmniejszonego ciśnienia atmosferycznego. Nie możemy więc doszukiwać się zmian w ustroju zależnych od tej właśnie cechy.

W kwietniu, maju i sierpniu 1936 roku wspólnie z mgr fil. *Kazimierzem Rodziewiczem*, a także przy udziale pplk.-lek. *Z. Marynowskiego* wykonaliśmy pomiary czynników atmosferycznych w salach 5 i 6 z „górskim powietrzem“ i w sali 4 — kontrolnej. Pomiary te miały na celu oznaczenie ciepłoty, wilgotności i ruchu powietrza na salach z „górskim powietrzem“ i na sali kontrolnej, a w wyniku pomiarów ustalenie chłodzącej siły powietrza na salach. Należało też zacząć opracowywanie norm dla poszczególnych czynników fizykalnych powietrza i dla wzajemnej ich kombinacji w warunkach „górskiego powietrza“. Było to tym bardziej potrzebne, że na salach z „powietrzem górskim“ i na sali kontrolnej nie było żadnej aparatury do pomiarów czynników meteorologicznych. W komorze mieszczącej samą aparaturę również nie notowano fizykalnych własności powietrza. A trudno prze-

cież mówić o leczniczych własnościach środka, którego składu nie znamy.

Z ogólnych higienicznych warunków sal dla klimatyzacji ma znaczenie wielkość powietrzna (część kubatury pomieszczenia, przypadająca na 1 osobę) i wielkość wentylacyjna. Wielkość powietrzna w sali 4 i 6, zależnie od napływu chorych, równała się 22,6—19,3 m³; na sali 5—21, 8—18 m³ — czyli była znacznie niższa od normy. Według bowiem norm higienicznych wielkość powietrzna w szpitalach powinna wynosić 50—73 m³ i w żadnym razie niemniej niż 20 m³.

Wielkość powietrzna jest ściśle związana z wielkością wentylacyjną, czyli z ilością powietrza, które ma być dostarczone na 1 chorego w ciągu godziny. Tam gdzie są odpowiednie urządzenia wentylacyjne do doprowadzenia z zewnątrz tej ilości powietrza, która odpowiada wielkości wentylacyjnej, niewielkie obniżenie wielkości powietrznej nie ma istotnego znaczenia, możemy tam bowiem częściej zmieniać powietrze w lokalu. Natomiast w zwykłych warunkach wentylacji naturalnej możliwa i dopuszczalna jest najwyżej trzykrotna zmiana powietrza w lokalu w ciągu godziny. Podług norm higienicznych wielkość wentylacyjna dla szpitali ma wynosić 75—100 m³, jak to podaje *K. Karaffa-Korbutt*. *Regnault* podnosi tę normę do 120 m³.

Badanie czynników atmosferycznych na wyżej wymienionych salach polegało na wykonywaniu pomiarów katatermometrycznych i mierzeniu wilgotności względnej powietrza sali za pomocą psychrometru. Z otrzymanych danych obliczano chłodzącą siłę powietrza, czyli wielkość H i H_1 , ruch powietrza a także wilgotność względną, obliczaną za pomocą odnośnych wzorów, lub też określaną z tablic, zależnie od szybkości ruchu powietrza.

Technika badań była następująca: na każdej sali pomiary robiły jednocześnie dwie lub trzy osoby w różnych miejscach sali. Podczas pierwszych badań robiliśmy pomiary tylko na wysokości 160 cm od podłogi, następnie na dwóch poziomach: 160 cm (poziom wzrostu), 90 cm (wysokość głowy leżącego w łóżku) i 10 cm nad podłogą. Badania były przeprowadzane rano i w godzinach popołudniowych, a także wieczorem. Kontrolna sala przebadana była jednocześnie z salą z „powietrzem górskim“. W czasie całego okresu badań były notowane czynniki meteorologiczne atmosfery zewnętrznej, dzięki komunikatom otrzymywanym z Zakładu Meteorologii U.S.B. w Wilnie.

Bardzo szczegółowe pomiary są zestawione w 23 tablicach. Zrobiłam z nich skrót ujęty w dwie tablice, które tu przytaczam.

W tablicy I. mamy zestawienie najwyższych i najniższych wielkości otrzymywanych w ciągu całego dnia pomiarów na danej sali. Zestawione w tej kolejności, w której następowały w czasie pomiarów. Na salach z „powietrzem górskim“ wzmożony ruch powietrza u wylotu otworu tłoczącego „powietrze górskie“ na salę powodował znaczny wzrost wielkości H i H_1 . Dane te są pod 1) w rubryce dla H i H_1 . Oznaczyłam również zwiększony ruch powietrza u wyżej wspomnianego wylotu pod 1) w rubryce dla ruchu powietrza. Aparatura była ustawiana na odległości 70 cm od wylotu. Mimo to jednak tam, gdzie robiono pomiary na trzech pozio-

Pomiary w kwietniu i maju

Tablica 1.

Dane Zakładu Meteorologii U. S. B. dotyczące atmosfery zewnętrznej

Sala Data bad.	Czas pomiaru	Termometr suchy	Termometr wilgotny	H	H ₁	Ruch powietrza w metr./sek.	Wilgotność względna	Temperatura	Ciśnienie	Ruch powietrza w metr./sek. i siła wiatru	Wilgotność względna
Sala 6. 20. IV. 36	9 m. 30—10 m. 40	19.4°—20.2°	15.8°—16.6°	1) 12.3; 5.2—4.9	1) 37.4; 19.7—15.3	1) 1.68; 0.09—0.05	65%	5.5	744.7	N. W 5 m/sek	62%
Sala 4. 22. IV. 36	1) 10—10 m. 30 2) 15—15 m. 30	21.6°—19.8° 20.2°—20.4°	16.8°—16.2° 16.4°—17.0°	4.2—5.4 4.0—4.9	17.4—18.0 16.5—17.2	0.03—0.09 0.03—0.06	65% 65%	10.9 10.9	743.4 743.4	cisza cisza	46% 46%
Sala 6. 22. IV. 36	15 m. 30—17	19.2°—19.6°	15.4°—16.4°	1) 11.9; 6.2—5.0	1) 35.6; 22.5—16.3	1) 1.37 0.16—0.05	67—70%	9.4	744.0	E. E. 1 m/sek	66%
Sala 6. 24. IV. 36	12 m. 15—13 m. 42	18.4°—19.6°	14.8°—16.0°	1) 13.3; 6.1—5.0	1) 38.5; 19.1—16.3	1) 1.63 0.14—0.04	67%	9.9	743.8	N.N.E. 3 m/sek	86%
Sala 5. 24. IV. 36	13—14 m. 30	20.2°—18.2°	16.5°—15.8°	1) 8.7; 5.2—6.0	1) 28.6; 20.1—17.1	1) 0.68; 0.18—0.05	76%	9.9	743	N.N.E. 3 m/sek	86%
Sala 5. 25. IV. 36	12 m. 30—13 m. 50	18.0°—18.6°	14.4°—15.8°	1) 10.8; 7.1—5.3	34; 17.6—23.8	1) 0.95; 0.14—0.06	71%	11.1	751.8	S. W. 4 m/sek	47%
Sala 4. 4. V. 36	1) 10—10 m. 30 2) 15 m. 15—16 m. 15	21.6°—19.8° 20.3°—10.4°	16.8°—16.2° 16.4°—17.0°	4.2—5.4 4.0—4.9	16.8—18.0 16.5—17.2	0.03—0.09 0.03—0.06	65% 65%	14.4 18.3	755.6 754.7	N. E. 6 m/sek E.S.E. 4 m/sek	73% 53%
Sala 6. 4. V. 36	16 m. 40—17 m. 45	19.8°—20.6°	16.2°—17.0°	4) 5.3; 4.3—5.2	1) 16.7; 14.0—17.2	1) 0.09; 0.02—0.08	70%	16.5	754.6	N. E. 3 m/sek	56%

Pomiary w sierpniu

Tablica 2.

Dane Zakładu Meteorologii U. S. B., dotyczące atmosfery zewnętrznej

Sala Data bad.	Czas pomiaru	Termometr suchy	Termometr wilgotny	H	H ₁	Ruch powietrza w metr./sek.	Wilgotność względna	Temperatura	Ciśnienie	Ruch powietrza w metr./sek. i siła wiatru	Wilgotność względna
Sala 5. 12. VIII. 36	9—11 m. 10	19.0—21.3	16.5—18.5	1) 10.1 2) 14.6; 9.0—5.2	1) 24.2 2) 34.5; 24.2—16.2	1) 0.9 2) 2.7; 0.3—0.1	75—79%	18.8	746.6	N. E. 6 m/sek	64%
Sala 4. 12. VIII. 36	8.45—11.00	22.2—21.8	19.4	4.9—3.7	17.4—13.7	0.12—0.02	75%	18.8	746.6	N. E. 6 m/sek	64%
Sala 4. 13. VIII. 36	1) 9.45—10 m. 35 2) 14 m. 55—17.00	22.0—21.4 22.1—23.6	20.0—19.6 20.2—20.6	4.2—4.9 3.6—4.7	13.5—15.5 13.8—17.7	0.05—0.1 0.02—0.1	80—84% 82—76%	15.9 21.6	742 741.7	N. E. 4 m/sek N. E. 3 m/sek	92% 71%
Sala 5. 13. VIII. 36	1) 8 m. 30—10 m. 45 2) 14 m. 50—16 m. 20	20.5—21.5 21.5—22.00	17.5—19.5 19.0—20	1) 15.7; 4.0—5.6 1) 13.3; 5.2—4.2	1) 41.1; 17.6—13.3 1) 26.8; 17.9—12.7	1) 3.1; 0.1—0.01 1) 2.6; 0.1—0.05	76—81% 78—80%	15.9 21.6	742 741.7	N. E. 4 m/sek N. E. 3 m/sek	92% 71%
Sala 4. 14. VIII. 36	1) 8 m. 30—10 m. 55 2) 18.00—19 m. 45	21.8—22.3 21.4—22.6	19.6—20.4 20.6—19.2	5.1—4.1 3.9—5.2	18.2—13.0 13.8—15.2	0.1—0.03 0.1—0.02	80% 81%	18.1 18.2	743 744.5	N.W.W. 3 m/sek cisza	90% 85%
Sala 5. 14. VIII. 36	1) 8 m. 35—10 m. 20 2) 18 m. 15—19 m. 55	23.5—22.5 20.0—21.5	18.0—20.5 17.0—19.0	1) 10.8; 6.4—3.8 1) 13.2; 4.5—5.2	1) 21.0; 17.1—12.4 1) 23.4; 19.0—12.7	1) 1.8; 0.1—0.04 1) 2.0; 0.1—0.03	76—79% 77—81%	18.1 18.2	743 744.5	N.W.W. 3 m/sek cisza	90% 85%

mach, nieraz i drugi pomiar ma H i H_1 i szybkość ruchu powietrza znacznie wyższą niż na całej sali. Podałam to pod 2) w odnośnych rubrykach.

Duży ruch powietrza u wylotu otworu tłoczącego powietrze na salę jest niekorzystny: przy wielkiej wilgotności powietrza w sali szpitalnej może bowiem działać zbyt chłodząco na znajdujących się w jego strefie, tym bardziej że ruch powietrza nie jest równomierny w całej sali i ma miejsce w nie wielkiej odległości od podłogi. Poza strefą działania otworu wylotowego ruch powietrza w sali jest minimalny przy wielkiej wilgotności względnej i wysokiej ciepłocie powietrza w odniesieniu do używanej wilgotności. Te ostatnie warunki również nie są korzystne dla ustroju: powodują bowiem utrudnienie parowania z powierzchni skóry. Podczas niektórych badań były czynne lampy kwarcowe. Nie notuję tego w podanych tablicach: niczym bowiem nie uwydatniło się to w wykonywanych pomiarach.

Tablica 2 jest ułożona w ten sam sposób co i poprzednia. Przeglądając obie tablice nie widzimy zasadniczych różnic pomiędzy warunkami atmosferycznymi w salach z „górskim powietrzem“ i w sali kontrolnej. Charakteryzuje je wysoka wilgotność względna, wysoka ciepłota powietrza sal (w odniesieniu do wilgotności względnej) i minimalny ruch powietrza. W sierpniu we wszystkich salach stwierdzamy gorsze warunki atmosferyczne niż w kwietniu i maju. Częściowo możemy je tłumaczyć wpływami atmosfery zewnętrznej, od których w tym wypadku nie są wolne i sale „klimatyzowane“. Nie są one bowiem wydzielone z lokalu jako odrębna, zamknięta całość. Mimo wszystko jednak stwierdzić należy, że sala 4 podczas całego okresu pomiarów ma mniejszą siłę chłodzącą powietrza niż „klimatyzowane“ sale 5 i 6. Świadczą o tym wyraźnie wielkości uzyskane dla H i H_1 .

Interesowało nas także samopoczucie chorych. W salach 5 i 6 podczas badań pytaliśmy chorych jak się czują w danych warunkach atmosferycznych. Byli to przeważnie chorzy z cierpieniami narządu oddechowego. Otóż w dn. 20.IV.36 podczas badań na sali było obecnych 7. chorych i 2. osoby, wykonujące pomiary: 2. chorych podało, że jest im zbyt duszno, przy czym podkreślili, że nie jest gorąco, a tylko duszno. 5. chorych podało samopoczucie jako dobre. W dniu 22.IV.36 podczas badania w sali 6 było obecnych 8. chorych, 1. siła pomocnicza do pomiarów, p. K., mgr R. i dr R. Samopoczucie przedstawia się następująco: dr R. — duszno, brak tchu, na duszność też skarżył się jeden z chorych; pozostali czuli się bardzo dobrze. P. K. podał, że się czuje znacznie lepiej niż w zwykłych warunkach atmosferycznych. W dniu 24.IV.36 podczas badań w sali 5, było obecnych 10. chorych. Wszyscy podali, że czują się dobrze, znacznie lepiej niż w innych salach.

Nie podaję więcej badań z tej dziedziny, mają one bowiem tylko orientacyjne znaczenie. Wysznuwać szersze wnioski z samopoczucia ludzi chorych i zdrowych w danych warunkach atmosferycznych możemy tylko na podstawie dłuższych badań higienicznych, a także klinicznych. W każdym jednak razie danych samopoczucia lekceważyć nie należy: pozwolą one bowiem ściślej sprecyzować postulaty sztucznej klimatoterapii.

Należy też dążyć do ustalenia i uregulowania własności fizykalnych powietrza w salach „klimatyzowanych“. Może to być osiągnięte tylko w drodze stałych pomiarów i kontroli tych własności na sali i w aparaturze. Bez tego trudno mówić o leczniczym wpływie „górskiego powietrza“. Przede wszystkim miały być usunięte techniczne braki w miejscowej aparaturze do wytwarzania sztucznego „górskiego powietrza“. Skutkiem pewnych bowiem niedokładności w funkcjonowaniu tej aparatury powstawały wysoka ciepłota i wilgotność w salach „klimatyzowanych“. Pan Prezydent podaje jako wskaźnik orientacyjny ciepłoty powietrza wychodzącego z chłodnicy-kondensatora. Utrzymując tę ciepłotę we wskazanych przez Pana Prezydenta granicach, da się osiągnąć odpowiednią ciepłotę i wilgotność powietrza na sali.

Następnie nie były uwzględnione niektóre miejscowe warunki, a mianowicie wysoka zawartość związków żelaza w wodzie wodociągowej i brak odżelaziaczy, dzięki czemu filtry zostały zanieczyszczone strącającymi się solami żelaza. Dalej należy zupełnie izolować sale „klimatyzowane“ od reszty sal. Wobec znacznego przepełnienia sal i zbyt małej wielkości powietrznej, wypada założyć sztuczną wentylację i nie korzystać z otwierania okien w celu wietrzenia sali.

Muszę tu wspomnieć o pracy mgr Stanisława Rouperta nad jonizacją powietrza w salach z „górskim powietrzem“. Autorowi chodziło o zbadanie wpływu na jonizację naświetlania powietrza lampami kwarcowymi. Cytuję wyniki podług autora: „nie dało się stwierdzić wyraźnych zmian w jednym kierunku ilości jonów małych po zapaleniu lampy, za to ilość jonów dużych, czynnych biologicznie według Dessauer'a, wyraźnie ulega zwiększeniu. Gdy aparat znajdował się bliżej ekranu, ilość jonów bardziej się zwiększyła; zamknięcie ekschaustorów, wyciągających ozon i tlenki azotu, wywołuje także silniejszy wzrost liczby jonów.

Ciekawe zjawisko dało się zaobserwować, że gdy przyływ powietrza przez całą noc był zamknięty, zmniejszyła się bardzo ilość małych jonów, a po puszczeniu powietrza powróciła do normy“.

Klimatyzacja powietrza, racjonalnie ujęta, otwiera szerokie możliwości przede wszystkim w dziedzinie higieny pracy. Dzięki współczesnej wiedzy o badaniu czynników meteorologicznych możemy dążyć do kojarzenia warunków atmosferycznych, dogodnych dla procesów wytwórczych z nieszkodliwymi lub najmniej szkodliwymi dla ustroju ludzkiego.

Wprowadzenie klimatyzacji powietrza w szpitalach bez wątpienia podnosiłoby efekt leczniczy kuracji. A już wprost niezbędne jest stosowanie klimatyzacji powietrza w balneologii. Wiemy wszyscy jak wysoka ciepłota i wilgotność powietrza panuje przeważnie w kabinach kąpielowych. Bardzo często nie ma tam żadnej wentylacji centralnej, a otwieranie okien między kąpielami nie zawsze jest możliwe i skuteczne.

W lipcu 1934 roku wykonałam badania czynników meteorologicznych w Busku-Zdroju w damskich łaźniach I. klasy do kąpeli siarczanych. Ciepłota powietrza podług termometru suchego wahała się od 20,4° do 32° C, termometr wilgotny

wskazywał 18,2°—27,8° C. Wilgotność względna wynosiła: 98%, — 75% — 50%. Takie warunki atmosferyczne znacznie obniżają wartość leczniczą kąpiele.

Nadmierna wilgotność względna i wysoka ciepłota powietrza w naszych miejskich zakładach kąpielowych i łaźniach niejednokrotnie są przyczyną udarów cieplnych.

A jeśli przejdziemy do lokali szkolnych, tak bardzo przepełnionych obecnie, do biur i innych zakładów pracy zawodowej, to i tam stwierdzimy szeregi ujemnych wpływów na jakość i wydajność pracy. Spowodowane one są niekorzystnymi warunkami atmosfery środowiska: powietrze zakurzone i zadymione, duża wilgotność względna i nieodpowiednia ciepłota. Stąd chroniczny stan ogólnego zmęczenia i psychicznego przygnębienia, zdenerwowanie i bóle głowy, niechęć do pracy. Musimy więc uznać klimatyzację powietrza za niezbędną i dążyć do wprowadzenia jej przynajmniej tam, gdzie jest najbardziej potrzebna, a więc w zakładach pracy i zakładach leczniczych i kąpielowych.

Przy projektowaniu aparatury klimatyzującej powietrze musimy uwzględnić normy komfortu cieplnego w danych warunkach pracy i bytu. W

przemysle i zakładach pracy o różnorodnych wpływach czynników atmosferycznych miernikiem tego komfortu będą raczej temperatury efektywne, katetermometr, termometr kulisty Vernona i inne przyrządy, charakteryzujące sumaryczny wpływ czynników atmosferycznych na ustrój. Jednak należy brać pod uwagę ciepłotę i wilgotność powietrza, zwłaszcza gdy chodzi o niskie i wysokie wartości tych czynników atmosferycznych. W warunkach mieszkaniowych i pracy biurowej analizujemy oddzielnie każdy z poszczególnych czynników atmosferycznych: ciepłotę, wilgotność i ruch powietrza, najwięcej uwagi udzielając ciepłocie powietrza.

Streszczając się, stwierdzam, że klimatyzacja powietrza z punktu widzenia higieny jest niezbędna w zakładach pracy o specjalnie niekorzystnych dla ustroju warunkach atmosferycznych. Konieczne jest też klimatyzowanie powietrza w zakładach kąpielowych, co musi być brane pod uwagę przy wznoszeniu nowych łaźni. Niezbędna jest również klimatyzacja powietrza w szkołach, biurach i innych lokalach użyteczności publicznej. Tam gdzie nie możemy klimatyzować powietrza, należy przeprowadzać celową wentylację sztuczną.

L I T E R A T U R A:

Mościcki Ignacy. Urządzenia, pozwalające na stworzenie w odpowiednich zakładach miejskich warunków leczniczych, upodobnionych do warunków na wyżynach górskich. Lekarz Wojskowy. 1934. Nr 7.

Karaffa - Korbutt K. Higieniczne znaczenie czynników meteorologicznych w warsztatach pracy. Przegląd Organizacji. 1928. Nr 10, 11, 12. Ogólna higiena pracy. Kraków. 1933. Higiena. Kurs uniwersytecki. Wilno. 1934. Rola czynnika meteorologicznego w powstawaniu zawodowych chorób z powodu zaziębienia. 1935 (w rękopisie). Klimatyzacja powietrza w zakładach przemysłowych. 1935 (w druku).

Nowakowski B. Zasady wietrzenia i ogrzewania zakładów pracy. Warszawa 1935. Problematyka komfortu cieplnego. Zdrowie Publiczne. 1938. Nr 2.

Marszak M. E. Micteorologiczeskij faktor i gigiena truda. Trudy i Materialy Naucznowo Instituta Ochrany Truda. T. V. Wyp. II.

Pachomyczew A. I. Priemy opredielenja odnositelnoj wlažnosti wozducha w raboczich i žylych pomieszczeniach. Gigiena truda. 1925. Nr 10 K woprosu o wlijanii temperatury i wlažnosti wozducha na organizm. Ibid. 1926. Nr 12.

Gut A. Klimaanlange im Alten Rathaus in München. Gesundheits - Ingenieur. 1936. Nr 3.

Wolfer H. Verwendung von Klimaanlagen für öffentliche Bauten. Gesundheits - Ingenieur. 1936. Nr 14, 15.

Jusatz H. J. Klimaanlagen vom Standpunkt des Hygienikers. Ibidem. 1936. Nr 23.

Kletschka J. Über die Klimaanlage im Zentralgebäude der Elektrischen Unternehmungen der Hauptstadt Prag. Ibidem. Nr 10.

Tchórzewski A. Nowoczesne amerykańskie metody klimatyzacji powietrza. Technika Ciepła. 1936. Nr 3, 4 i 6.

Bortkiewicz - Rodziewiczowa J. Badania katetermometryczne szkół powszechnych. Pamiętnik Wileńskiego Towarzystwa Lekarskiego. 1933. Zeszyt 1—2. Czynniki meteorologiczne w kąpielach Buskich. Archiwum Higieny. Tom IV, Zeszyt 1.

Bortkiewicz - Rodziewiczowa J., Marynowski Zb., Rodziewicz K. Czynniki meteorologiczne w salach z „powietrzem górskim“ Szpitala Obozu Warownego, Wilno. Lekarz Wojskowy. 1937. Tom XXIX. Zeszyt 1 i 2.

Ruppert St. Badania jonizacji powietrza w salach z powietrzem górskim w szpitalu wojskowym w Wilnie. Lekarz Wojskowy. 1938. Tom XXXI. Zeszyt 4.

Inż. ZYGMUNT DOBROWOLSKI

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

NOWY SPOSÓB SPAWANIA UZBROJENIA W KONSTRUKCJACH ŻELBETOWYCH

Zwykły sposób łączenia wkładek okrągłych w konstrukcjach żelbetowych przez ułożenie obu końców obok siebie na długości $l = 30 d$, owiązanie ich drutem oraz zagięcie obu końców na kształt haków — daje dobre wyniki, w stosunku jednak do spawania posiada szereg wad, a mianowicie:

1) skutek mimośrodowości prętów łączonych tworzą się momenty dodatkowe, które zmniejszają wytrzymałość konstrukcji.

2) skutek konieczności nasunięcia końców na siebie zwiększa się ogólne zużycie żelaza,

3) wskutek zwiększenia objętości uzbrojenia następuje niepożądane zwiększenie objętości oszalowania, a więc zbyteczne zwiększenie ilości drzewa i betonu.

Spawanie prętów, pozwalając na uniknięcie tych niedogodności, jest więc niewątpliwie korzystniejsze pod względem technicznym. Aby jednak ta metoda łączenia mogła uzyskać rozpowszechnienie i zadowolnić tak konstruktorów jak i organa nadzorcze, należało wprzód opracować taką metodę spawania, która, — dając połączenie o wytrzymałości równej przynajmniej wytrzymałości elementów łączonych — nie podwyższałaby jednocześnie kosztów budowy w porównaniu do uzbrojenia niespawanego.

Wytrzymałość

Uzyskanie obecnie połączeń o 100% wytrzymałości nie przedstawia żadnych trudności, nawet przy stosowaniu zwykłych spoiw używanych do robót bieżących. Przy zwiększeniu bowiem średnicy spoiny o 10%, niewielkie niedokładności w materiale spoiny w postaci pęcherzyków, wtrąceń żużla itp. są dostatecznie skompensowane przez 20%-owe zwiększenie przekroju. Przy stosowaniu spoiw krajowych wyższego gatunku uzyskanie nawet wytrzymałości 45 — 50 kg/mm² nie przedstawia trudności. Ponieważ pręt spawany, rozciągany aż do zerwania, pęka poza miejscem spawania, wydłużenie pręta spawanego nie jest mniejsze niż pręta niespawanego. Pod względem ciągliwości materiał w spoinie niewątpliwie ustępuje walcowanemu tworzywu pręta, ale w granicach odkształceń sprężystych wydłużenia są takie same, jak metalu rodzimego.

Zagadnienie więc p e w n o ś c i połączenia spawanego nie powinno nastroczać żadnych wątpliwości.

Przygotowanie prętów do spawania

Poszukiwanie najprostszego i najtańszego sposobu przygotowania do spawania prętów okrągłych trwa od zarania spawania aż do dnia dzisiejszego. Początkowo wyobrażano sobie, że dla uzyskania dobrych wyników trzeba końce łączone obrabiać na stożek (rys. 1, szkic 1). Rychło jednak okazało się, że ścinanie końców (ukosowanie) na płasko, na V lub na X (szkic 2 i 3), dzięki łatwiejszemu wykonaniu daje lepsze technicznie wyniki, a ponadto ukosowanie na płasko jest bez porównania

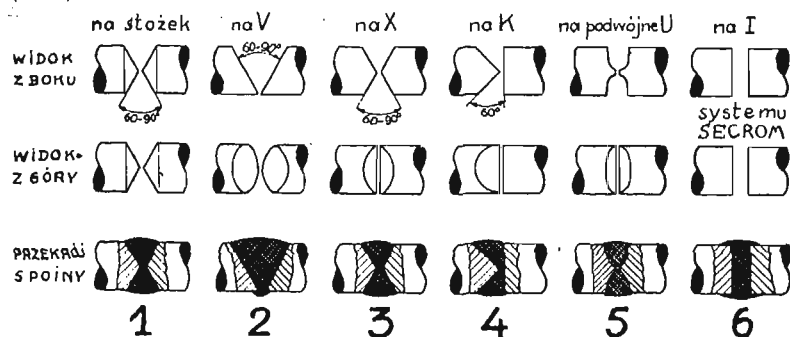
tańsze. Spawanie na X pozwala ponadto zaoszczędzić prawie połowę materiału i czasu, w porównaniu do spawania na V, choć przygotowanie jest kosztowniejsze. Wadą połączenia na X jest konieczność obracania pręta podczas spawania, w celu dobrego wykonania spoiny i uzyskania odpowiedniego zgrubienia. Powoduje to konieczność spawania prętów na budowie przed umieszczeniem ich w oszalowaniach. W ten sposób np. były spawane wkładki w szeregu konstrukcji żelbetowych, wykonanych ostatnio w Polsce.

Można również stosować spoinę na K (szkic 4), w tym wypadku koszty przygotowania jeszcze się zmniejszają, gdyż ograniczają się do jednego końca, spawanie jednak jest trudniejsze.

Ostatnio rozpowszechniają się w technice spawalniczej połączenia na pojedyncze lub podwójne U. Zaletą łączenia na podwójne U (szkic 5) jest jeszcze mniejsze zużycie materiału i czasu spawania niż przy spawaniu na X, natomiast obróbka jest nieco kłopotliwsza i konieczne jest obracanie pręta, jak przy spoinie na X. Spoina na pojedyncze U pozwala wprawdzie na jednostronne spawanie, ale obróbka jest również kłopotliwa, a zużycie materiału większe niż przy podwójnym U (większa szerokość rowka).

Przy doborze najbardziej celowego kształtu spoiny należy dążyć do jak największego uproszczenia przygotowywania końców do spawania, bowiem — jakimkolwiek sposobem ta obróbka byłaby uskutecziona, musi być bardzo dokładnie wykonana, każde bowiem uchybienie powoduje albo trudności przy spawaniu (przy zbyt skąpym zukosowaniu), albo zwiększenie ilości spoiwa i czasu spawania (przy zbyt wielkich wymiarach rowka). Dlatego sposób spawania wkładek, opracowany i opatentowany przez franc. Tow. „Secrom”¹⁾, przy którym w ogóle końców się nie ukosuje, stanowi znaczny krok naprzód. Przy tym systemie rozsuwa się nieco końce łączone i tworzy się spoinę „na I” (rys. 1, szkic 6).

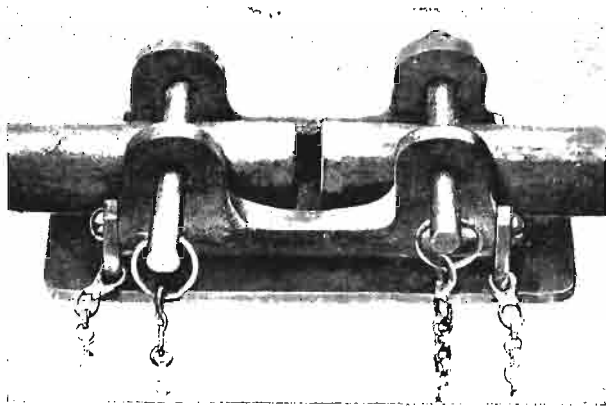
Jak wiadomo, tego rodzaju spoiny, przy jednostronnym spawaniu, można uzyskiwać jedynie na grub. maks. 5 mm. Jak więc postępować, aby uzyskać połączenie na I również przy spawaniu znacznie większych grubości, np. 30 mm? Tow. Secrom stosuje w tym celu specjalne formy z miedzi, których zadaniem jest podtrzymanie płynnego metalu u dołu spoiny (rys. 2). Po spojeniu w formie dolnej części prętów, wykończenie reszty połączenia nie nastrocza trudności.



Rys. 1.

Różne sposoby łączenia na styk prętów okrągłych: 1 — spoina czołowa „na stożek”; 2 — na V; 3 — na X; 4 — na K; 5 — na podwójne V; 6 — na I.

¹⁾ Société d'Etudes pour la Construction et la Réparation des Ouvrages Métalliques. Eksploatację tego patentu na Polskę posiada f. „Perun”.



Rys. 2.

Forma do spawania wkładek metodą „Secrom“

Spawanie wkładek systemem „Secrom“

Na pręty, rozsunęte od siebie na odległość równą 0,3 średnicy pręta, nakłada się formę i zamocowuje się ją za pomocą wtyczek.

Forma powinna być nachylona do poziomu pod kątem 40 — 45°. W dolnej części formy wyłobiony jest rowek, w którym odpowiednie zgrubienie spoiny o dokładnym kształcie samo się „odlewa“. Analogiczne zgrubienie spoiny w górnej części połączenia wykonywa się następnie ręcznie bez specjalnych trudności.

Do prętów cieńszych stosuje się spawanie acetylenowe, a do grubszych — spawanie łukowe.

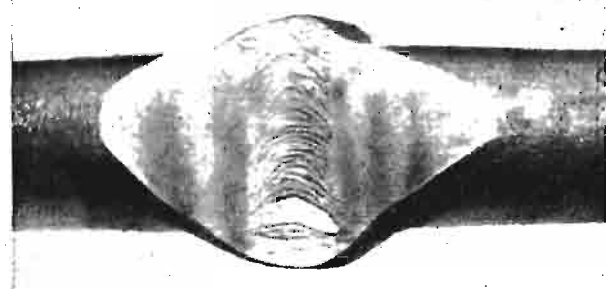
Aby uzyskać dobre przetopienie, przy spawaniu łukowym stosuje się natężenia nieco silniejsze niż normalnie: przy użyciu elektrody \varnothing 4 mm — 150 do 160 A., a elektrody \varnothing 5 mm — 175 do 185 A.

To natężenie może się wydawać nieco za wysokie dla elektrod tej średnicy, jednak jest ono niezbędne nie tylko w celu uzyskania dobrego przetopienia w dolnej części połączenia, lecz rów-



Rys. 3.

Próbka spawana, zerwana poza spoiną.



Rys. 4.

Makrografia spoiny na I, wykonanej metodą „Secrom“.

niez ze względu na wysokie przewodnictwo ciepłe miedzi, z której zrobiona jest forma.

Po wykonaniu pierwszych warstw, np. po stopieniu pierwszych 2 elektrod, przerywa się spawanie, np. na przeciąg jednej minuty i pozwala się spoinie ostygnąć, aby uniknąć zapadania się brzegów i zniekształcania się połączenia, co mogłoby nastąpić, gdyby spawać metal zbyt silnie nagrzanym.

Zgrubienie w górnej części spoiny powinno być w ten sposób wykonane, aby wielkość jego była jak największa zbliżona do nadlewka w dolnej części spoiny, który uzyskuje się automatycznie dzięki rowkowi w formie.

Na większych budowach powinno się posiadać kilka form, aby jednocześnie kilku spawaczy mogło spawać, przy tym trzeba mieć formy różnych wielkości, dostosowane do różnych średnic prętów. Pomocnik przygotowuje jedno lub kilka połączeń naprzód, zakładając formy na odpowiednio rozsunięte końce prętów, i po spawaniu je zdejmuję. Zakładanie i zdejmowanie formy odbywa się bardzo szybko za pomocą wtyczek. Ze względu na powolne stygnięcie form, korzystniej jest chłodzić je przez zanurzenie w wiadrze z wodą. Jeden pomocnik może z łatwością obsługiwać 2 — 3 spawaczy.

Elektrody

Pierwszym warunkiem niezbędnym dla uzyskania pomyslnych wyników przy spawaniu systemem „Secrom“ jest stosowanie elektrod, które w połączeniu dają metal o wytrzymałości przynajmniej równej wytrzymałości metalu pręta, co można sprawdzić, poddając odcinki spawane próbie na rozrywanie.

Przedstawiona na rys. 3 próbka została zerwana w dużej odległości od miejsca spawania. Jest to świadectwem, że połączenie posiada większą wytrzymałość niż sam pręt spawany, który w tak dużej odległości od połączenia nie mógł, oczywiście, ulec niepożądanemu osłabieniu wskutek spawania.

Drugim warunkiem jest stosowanie elektrod otulonych dających mało żużla, który powinien łatwo wypływać z metalu topionego, bez tworzenia w nim gniazd i wtrąceń niemetalicznych, osłabiających wytrzymałość połączenia. W celu sprawdzenia, czy dane elektrody odpowiadają temu warunkowi i czy wykonanie jest właściwe, można wykonać zdjęcia makrograficzne przekroju połączenia.

Rys. 4. przedstawia zdjęcie makrograficzne połączenia spawanego, wykonanego w odpowiedni sposób. Otrzymanie tego rodzaju zdjęć jest bardzo łatwe, należy tylko dokładnie oszlifować przekrój i wytrawić odpowiednim czynnikiem.

Grubość elektrod stosowanych przy grubościach prętów od 20 do 50 mm, oraz ilość elektrod normalnej długości (45 cm) zużywanych na 1 połączenie, podane są w tabeli I.

TABELA I

Ø wkładki mm	Grubość elektrody mm	Natężenie prądu amp.	Ilość elektrod na 1 połączenie
20	4	150—160	2½
25	4	"	3
30	4	"	3½
35	5	175—185	4
40	5	"	5
45	5	"	6
50	5	"	7

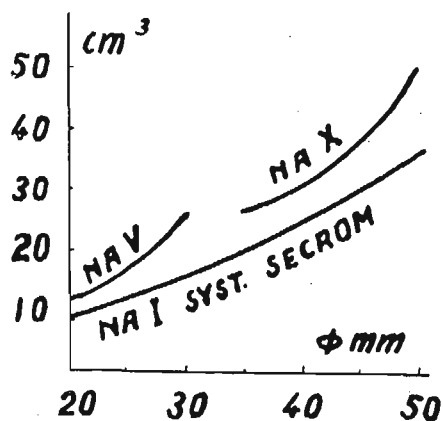
Spawalnice

Jeżeli na budowie można się dołączyć do sieci, najlepiej jest stosować transformatory, które powinny posiadać dostateczną moc, aby na elektrodzie dawać do 200 amp.

Jeżeli nie ma prądu na budowie, wówczas należy stosować spawanie acetylenowe lub spawalnice elektryczne zaopatrzone we własne źródło energii (silniki benzynowe, Diesel). Spawalnice powinny być łatwo przewożne i zabierać jak najmniej miejsca, aby bez trudności mogły być przesuwane z miejsca na miejsce na samej budowie.

Kalkulacja kosztów

Koszty spawania łukowego, przy stosowaniu tej samej średnicy elektrod są prawie proporcjonalne do objętości spoiny. W celu porównania zamieszczamy tabelę II, w której podane są objętości spoiny przy ukosowaniu na V, na X i na I (system „Secrom“) przy tym uwzględniono tu również objętość normalnie stosowanych zgrubień (nadlewków). Cyfry te są wzięte z praktyki.



Rys. 5.

Objętość spoin na V, na X i na I, łącznie ze zgrubieniem, dla różnych średnic.

W celu uzmysłowienia oszczędności, jakie się uzyskuje przy spawaniu na I, cyfry tabeli II ujęto w wykres (rys. 5).

TABELA II

Objętość spoiny w cm^3 (łącznie ze zgrubieniem normalnie stosowanym)

Ø prętów mm	Ukosowanie		
	na V	na X	na I
20	12		9
25	17		12
30	26		16
35		26	20
40		30	25
45		38	30
50		50	36

Poniżej w 2. kolumnach zestawiono elementy niezbędne do kalkulacji kosztów spawania wkładki Ø 30 mm²). W I kolumnie koszty spawania na X, według danych z budowli, gdzie wykonano 22.000 połączeń³), a w II kolumnie elementy kosztów spawania na I, systemem „Secrom“.

TABELA III

	Spoina Ø 30 mm	
	na X	na I (syst. Secrom)
Robocizna min.	30*)	15
Elektrody Ø 4 mm szt.	6,5	3,5
Prąd **) Kwh	1,625	1
*) łącznie z ukosowaniem.		
**) spawalnica transformatorowa.		

Ta różnica w czasie spawania, zużycia elektrod i prądu znajduje swój odpowiednik w tabeli II. (objętość spoiny Ø 30 mm przy spawaniu na X wynosi 26 cm^3 , a przy spawaniu na I — 16 cm^3).

Należy zaznaczyć, że rzeczywisty czas spawania wkładki Ø 30 mm wynosi 10 minut; w tabeli III. zwiększono ten czas o 50%, licząc się z trudnymi warunkami na budowie.

Znając ceny jednostkowe można z tabeli III. obliczyć koszt wykonania połączenia Ø 30 mm, co daje pojęcie o ekonomiczności tej metody.

Na zakończenie należy zaznaczyć, że szkolenie spawaczy do łączenia prętów uzbrojenia systemem „Secrom“ trwa 10 dni do 2 tygodni. Po upływie tego czasu spawacz wykonuje już połączenia z dostateczną wytrzymałością. Oczywiście przed przystąpieniem do pracy, spawacze muszą być odpowiednio przeegzaminowani przez przedsiębiorcę.

²) Dane te otrzymano z f-y „Perun“.

³) Bondy, The Welding Engineer N. 7. 1937.

ZNACZENIE IMPREGNACJI PRZY WYROBIE PŁYT Z WEŁNY DRZEWNEJ

Ogromne spopularyzowanie w budownictwie płyt budowlano - izolacyjnych z wełny drzewnej i cementu z natury rzeczy wzbudza coraz większe zainteresowanie właściwościami technicznymi tych płyt. I tu na pierwszy plan wysuwa się kwestia należytej impregnacji wełny drzewnej, która by dawała gwarancję długotrwałości tych płyt.

Istniejące w Polsce fabryki płyt budowlanych z wełny drzewnej w różny sposób rozwiązują tę sprawę i przeważnie utrzymują ją w sekrecie. Jedynie firma „MASTEWAL” wysuwa kwestię impregnacji na plan pierwszy, jawnie podając zarówno w ogłoszeniach jak i w katalogach, że do impregnacji używa chlorku wapnia i że dzięki temu płyty „Mastewal” są odporne na działanie wilgoci, grzyba i gnicia, nie zmieniają swej objętości przy moczeniu i wysychaniu, a wskutek tego nie powodują pęknięcia tynku na stykach płyt.

Z punktu widzenia technicznego są to rzeczy zasadnicze. Jak wiadomo, zarówno zagraniczny „Heraklith” jak i krajowe płyty produkowane na podobnej zasadzie wymagają zabezpieczenia styków siatką, w przeciwnym bowiem razie tynk na stykach daje rysy. Wskazuje to, że wełna drzewna użyta do wyrobu tych płyt nie zatraciła swych właściwości kurczenia się przy wysychaniu i pęcznienia przy nasiąkaniu wilgocią, a zatem nie utraciła swych właściwości organicznych.

Ciekawy eksperyment był dokonany na ten temat w roku ubiegłym na budowie domów Z. U. S. w Warszawie przy ul. Niemcewicza 9. Na wiosnę 1937 roku z polecenia Kierownictwa Budowy zostały zakopane w ziemię na głębokość 60 cm, trzy płyty różnych rodzajów, w tym „MASTEWAL”... Po upływie pół roku w dniu 17 listopada, zostały one odkopane. Okazało się wówczas, że jedynie płyta „MASTEWAL” nie uległa szkodliwym wpływom wilgoci. Na pozostałych płytach zaznaczyły się widocznie początki procesu gnilnego.

Drugi eksperyment był następujący. Z polecenia Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, kierownik Wydziału Budowlanego Komisariatu Rządu m. st. Warszawy, inż. St. Zaykowski, przeprowadził szereg prób i doświadczeń nad właściwościami technicznymi wyżej wymienionych płyt. Dla sprawdzenia ich zdolności zwiększania objętości przy nasiąkaniu wodą, wycięte zostały z tych płyt graniastosłupy ściśle odpowiadające wymiarom cylindrów szklanych, do których zostały włożone a następnie zalane wodą. Już po upływie kilkunastu minut cylinder z „Heraklitem” pękł pod działaniem siły pęcznienia. W ciągu następnej godziny pękły inne cylindry. Pozostał jedynie w całości cylinder z „MASTEWALEM”, potwierdzając fakt, że impregnacja stosowana przy wyrobie tych płyt okazała się celowa.

W istocie, włókna drzewne impregnowane chlorkiem wapnia tracą zupełnie swe właściwości organiczne. Badania mikroskopowe wykazują, że naczynia włoskowate drzewa pod działaniem chlorku wapnia pękają, a zawarte w nich komórki krochmalu kurczą się i umierają. Pomiar mikrometryczne wykazują, że pasemko wełny drzewnej o szerokości 4 mm i grubości 0,4 mm zmniejsza swe wymiary pod działaniem impregnacji chlorkiem wapnia o blisko 20%. Po wyschnięciu utrzymuje swą objętość i na dalsze próby moczenia i wysuszania reaguje w stopniu minimalnym, dając różnicę około 0,18%, co mniej więcej odpowiada współczynnikowi rozszerzalności tynku. Praktyka wykazuje, że płyty impregnowane chlorkiem wapnia nie wymagają zabezpieczenia styków siatką, za wyjątkiem gdy są umocowane na konstrukcji drewnianej.

W 1937 roku zostały wybudowane w Konwencie O.O. Dominikanów w Służewie pod Warszawą wszystkie ściany działowe w ilości około 2.000 m² z płyt „MASTEWAL” 7 cm grubości, bez zabezpieczania styków. Po kilku tygodniach po otynkowaniu ścian, ukazały się w kilkunastu miejscach drobne rysy na tynku, lecz jedynie na linii sufitu oraz przy futrynach drzwiowych, co tłumaczy się w pierwszym wypadku procesem osiadania ścian, a w drugim nieuniknionym zjawiskiem kurczenia się drzewa w futrynach. W ciągu roku stan ten pozostał bez zmian.

W kilkunastu innych wypadkach, gdzie płyty „Mastewal” były użyte do ocieplenia cienkich murów ceglanych, nie było nigdzie rysowania się tynku na stykach. Dowodzi to, że impregnacja płyt chlorkiem wapnia daje wyniki dodatnie i pozwala na tynkowanie bez zabezpieczenia styków siatką.

Obserwacja płyt „MASTEWAL” sprzed 4 — 5 lat wykazuje posunięty naprzód proces petryfikacji włókien drzewnych. Proces ten z biegiem czasu powinien rozwijać się coraz bardziej.

Z powyższych doświadczeń wysuwają się następujące wnioski:

- 1) Należyta impregnacja wełny drzewnej jest zasadniczym warunkiem dobrej płyty z wełny drzewnej.
- 2) Dobrze impregnowana płyta, w której włókna utraciły swe właściwości organiczne, jest materiałem trwałym, odpornym na działanie wilgoci, grzyba drzewnego i czasu.

Witold Balcer

Inż. handl.

PIECE Z KAFLI STALOWYCH „SZRAJBERA”

Konstrukcja pieców z kafli stalowych jest wynikiem prac nad modernizacją pieców akumulacyjnych w dostosowaniu do potrzeb budownictwa nowoczesnego, wynikających z zasadniczych zmian w sposobie budowania oraz architektury wnętrz. Obecnie piec musi być znacznie mniejszy od dawnego, aby zajmował mniej miejsca, stanowił dyskretny fragment nowoczesnego wnętrza, a jednocześnie winien posiadać znacznie większą pojemność cieplną dla pokrycia zwiększonych na ogół strat ciepła, wskutek stosowania większych niż dawniej otworów okiennych, cieńszych ścian z cegły maszynowej, konstrukcji szkieletowych itp.

Jak dowodzi praktyka okresu powojennego, budowanie pieców kafflowych dawnym sposobem, lecz o wymiarach zmniejszonych daje wyniki złe. Piece takie rozgrzewane z konieczności za silnie zużywają się szybko, zatracając sprawność grzejącą oraz hermetyczność ścian wskutek powstawania szpar między kafkami. Odkształcenia ścian pieca, tj. pęknięcie, rozsuwanie się kafki pochodzą od naprężeń, powstających podczas jednostronnego ich nagrzewania. Po napaleniu wnętrze pieca rozgrzewa się znacznie wcześniej i kilkakrotnie silniej od powierzchni zewnętrznej, wskutek czego wywiązuje się okresowe parcie na kafki. W ścianie pieca powstają wtedy naprężenia, podobne jak przy zginaniu, a więc po stronie wewnętrznej ściskanie a na zewnętrznej rozrywanie. Naprężenia te są tym silniejsze, im większa jest grubość ściany, proporcjonalnie do wielkości ramienia działającego tu momentu, którym w przekroju ściany pieca jest odległość warstwy najwięcej do najmniej ogrzanej.

Zmniejszenie wymiarów pieca przy jednoczesnym powiększeniu jego pojemności cieplnej można osiągnąć tylko drogą pogrubienia ścian akumulacyjnych, a więc przez zwiększenie efektywnej masy chłonnej pieca i nagrzanie jej do odpowiednio wyższej ciepłoty przeciętnej, do czego niezbędnym warunkiem jest opanowanie wspomnianych naprężeń niszczących przez odpowiednio pomyślaną konstrukcję ścian. Rzecz prosta, że ceramika, jako materiał nieodporny na rozrywanie, nie może być tu użyta bez odpowiedniego wzmocnienia uzupełniającego, analogicznie np. do betonu, który dopiero po odpowiednim uzbrojeniu zyskuje konstrukcyjną wytrzymałość na gięcie.

Otóż powłoka z kafli stalowych w konstrukcji ścian pieca akumulatora stanowi właśnie to uzbrojenie, dzięki któremu stają się one odporne na działanie wspomnianych wyższych naprężeń niszczących, mogą być dowolnie grubsze, a więc pojemniejsze dla ciepła i nagrzewane wyżej bez obawy pęknięcia i straty hermetyczności. Konstrukcja powłoki stalowej pieca wypływa logicznie z jej przeznaczenia, a więc jest ona sprężysta, ponieważ rozgrzewając się znacznie później i słabiej do masy ceramicznej napręża się w okresie nagrzewania pieca i nabytą energię potencjalną zużywa następnie na ściskanie tejże masy w okresie stygnięcia, przez co zapewnia skutecznie jej spoistość i powrót do postaci wyjściowej oraz jest sztywna dzięki uźebrowaniu wewnętrznemu, aby rozłożyć równomiernie nacisk masy na całą powierzchnię ścian jednakowo.

Powłoka składa się ze znormalizowanych kształtek (kafli stalowych 20×20 cm), łączonych na miejscu budowy nitami ściskanyymi na zimno, przez przygotowane otwory w zagiętych do wewnątrz krawędziach i usztywniona żebrami korytkowymi w każdej warstwie kafki. Podział powłoki na poszczególne usztywnione płytki (kafki stalowe) tłumaczy się tym, że większe płaszczyzny blachy, nagrzewane

niezupełnie jednakowo, wypaczają się oraz są niedostatecznie odporne na zmienny nacisk wymurowania. Nagrzanie płaszczyzny w obrębie poszczególnej płytki, z uwagi na jej niewielkie wymiary i b. wysokie przewodnictwo stali, jest wyrównane, zatem nie wywołuje wypaczeń, dzięki czemu powłoka stalowa nie odkształca się, pomimo niejednakowego nagrzania poszczególnych płytek składowych. Poza tym normalizacja części powłoki pozwala na budowę pieców dowolnych wymiarów i kształtów w dostosowaniu do strat ciepła lokali i sytuacji miejsca ustawienia.

Powłoka po zmontowaniu jest statycznie pewna i mocna, a zagięte do wewnątrz krawędzie kafki oraz żebra usztywniające tworzą gęste uźebrowanie w kratę, co ma specjalnie ważne znaczenie, a mianowicie: uźebrowanie powłoki zagłębione w masę ceramiczną zapewnia dobre związanie wzajemne tych dwóch różnych materiałów, a wskutek większej powierzchni pobierania niż oddawania ciepła oraz czerpaniu ciepła nie tylko z powierzchni ścian akumulacyjnych, lecz także z wnętrza ich przekroju, zmniejsza opór przenikania ciepła, dzięki b. wysokiemu przewodnictwu stali, co jest bardzo korzystne wobec znacznie powiększonej grubości, a tym samym i pojemności cieplnej ścian pieca. Dalsze korzyści powłoki stalowej pieca wynikają z jej odporności na urazy zewnętrzne, możliwość b. trwałego umocowania armatury, tego najsłabszego miejsca w piecu, trwałej hermetyczności itd.

Układ wnętrza ceramicznego opracowany jest na zasadach nowoczesnych teorii spalania. Nie tylko palenisko, lecz prawie całe wnętrze pieca wypełnia się płomieniem, w którym dzięki mieszanii się gazów palnych z gorącym powietrzem, spalaniu wtórnemu i szybko wzrastającej ciepłocie reakcji, osiąga się o wiele kompletniejsze spalanie gazów palnych, niż w dawnych piecach kanałowych, gdzie uchodziły one niespalone z dymem, pozostawiając wiele sadzy w kanałach i kominach. Dla dobrego przejścia ciepła z reakcji, wewnętrzna powierzchnia masy chłonnej jest powiększona przez układ żebrów z cegieł ułożonych na wiązanie, dzięki czemu gazy odlotowe, pomimo wysokiej ciepłoty reakcji, nie przekraczają 150°.

Wymienione zalety konstrukcji pieców z kafli stalowych znalazły całkowite potwierdzenie w oficjalnych próbach porównawczych, przeprowadzonych przez Instytut Techniczny M. S. Wojsk, gdzie ustalony został ich współczynnik wydajności cieplnej — 89,5% wartości kalorycznej spalonego opału, co jest wynikiem szczytowym, świadczącym o b. wysokiej sprawności działania i ekonomii paliwa.

Na drodze postępu i rozwoju polskiego budownictwa mieszkaniowego, konstrukcja pieców z kafli stalowych jest osiągnięciem pozytywnym, o wartości już sprawdzonej w szerokim i przeszło dziesięcioletnim użyciu. Oparta na wynalazku polskim jest w stanie obecnym wynikiem pracy nad jej wszechstronnym doskonaleniem. Zgodnie z założeniem przystosowania pieców akumulacyjnych do potrzeb nowoczesnego budownictwa mieszkaniowego, konstrukcja z kafli stalowych daje piece pojemniejsze dla ciepła, bardzo trwale i estetyczne, działające niezawodnie i b. ekonomicznie, a jednocześnie mniejsze od pieców kafflowych.

„PIECE SZRAJBERA”

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

Warszawa 1, Bracka 11.

Tel. 9.20-33.

USZCZELNIENIE OKIEN I DRZWI

Jedną ze słabych, dotychczas nierozwiązanych, stron budownictwa mieszkaniowego jest sprawa szczelności okien i drzwi wejściowych (balkonowych). Wszelkie konstrukcyjne ulepszenia, zmierzające do poprawy tego stanu dzisiejszej stolarszczyzny budowlanej, nie osiągają celu, gwałtowne bowiem kurczenie się nieodciepłego, przeważnie sztucznie tylko dosuszanego drewna, doprowadza każde okno w stosunkowo krótkim czasie, bo w ciągu jednego do dwóch okresów ogrzewania, do takiego stanu nieuszczelności, że zapobiec jej w żaden sposób nie podobna. Uszczelnienia w rodzaju waty, filcu czy gumy zawodzą i mogą być uważane jedynie za paliatywy działające na krótką metę i niedość skuteczne z powodu zmian jakim same podlegają w użyciu.

I. JAKIEJ SZCZELNOŚCI ŻAДАĆ MUSIMY OD OKIEN

Przede wszystkim, żeby nie zaciekały w czasie ulewnych deszczów, a poza tym żeby chroniły mieszkanie od kurzu, sadzy i hałasów ulicy, zimową zaś porą oraz w czasie wiosennych i jesiennych chłodów, chroniły je od zbyt szybkiego wyziębienia, tj. by trzymały ciepło.

Z doświadczenia wiadomo każdemu, że spadek temperatury w pokoju już o 1—3° poniżej zwykłej jego normy, odczuwa organizm jako c h ł ó d, na który reaguje zaziębieniem i katarem. Wiedzą o tym szczególnie osoby prowadzące siedzący tryb życia, pracujące umysłowo, bez ruchu w ciągu długich godzin dziennie, jak również osoby starsze szczególnie wrażliwe na tego rodzaju przeziębienia.

O ile sprawa zacieków deszczowych jest zawsze wynikiem wadliwej konstrukcji okna, o tyle jego nieuszczelność na wiatr, przenikanie zimna i ucieczkę ciepła, na sadze i kurz, nie obciąża nikogo odpowiedzialnością, powstaje bowiem na skutek całkiem normalnego procesu zsychniania się ram okiennych i futryn. Na stykach obu tych zasadniczych części okna powstają szpary i powiększają się z każdym rokiem. Szczelność, początkowo względnie dobra, staje się rychło niewystarczająca. W jakim stopniu? — Odpowiedź na to znajdujemy w protokołach kolaudacyjnych licznych budowli z ostatnich lat i w przykrych pretensjach lokatorów mieszkań prywatnych, wysuwanych stale w kierunku przeważnie Bogu ducha winnych budowniczych wzgl. ich warsztatów stolarskich, które poza dokładną i sumienną robotą nic więcej zrobić nie mogą, a jednak odpowiedzialność ponosić muszą.

Sprawa ta jest na całym świecie przedmiotem troski sfer budowlanych, a nawet w poszczególnych państwach utworzono specjalne instytuty, których zadaniem jest studiowanie i badanie tego zagadnienia w związku z gospodarką ciepłą, stanowiącą poważną pozycję ekonomii społecznej tych szczególnie krajów, które swoje środki opałowe sprostować muszą z poza granic kraju.

Mamy przed sobą pracę szwajcarskiego inż. dypl. M. Gretenera w Zurichu pod tyt. „Studium gospodarki cieplnej w związku z zagadnieniem szczelności okien”, w polskim przekładzie firmy „SUPERHERMIT” w Warszawie 1938 r., w której po szczegółowym omówieniu pomiarów przepływu powietrza przez wręby okien różnego typu, przeprowadzonych w Instytucie Badań Akademii Technicznej w Stuttgarcie, po stwierdzeniu że „nawet przy małych różnicach ciśnienia przenikanie powietrza przez wręby okienne odbywa się w sposób gwałtowny, porywisty, a nie jak przypu-

szczać by można drogą spokojnego prądu lub łagodnie postępującej stałej wymiany” (str. 33), podaje autor w szeregu cyfrowych obliczeń jak dalece dobre uszczelnienie styków zmniejsza ten przepływ i wskazuje zarazem sposoby uszczelnienia, które ten problem rozwiązać mogą trwale i pewnie. Dosłownie czytamy na str. 36 „...rewelacyjny wręcz wynik, uzyskany przy zastosowaniu prawidłowo działającego metalowego uszczelnienia” i dalej „Przy tej samej ilości użytego opalu i jednakowej temperaturze zewnętrznej osiąga metalowe uszczelnienie podwyższenie ciepłoty w lokalu o 3—6°, zależnie od stanu w jakim znajdują się okna danego lokalu i od ich położenia. W osobno stojących domach uzyskiwano po całkowitym uszczelnieniu budynku oszczędność na opale dochodzącą do 30%, przy szczególnie sprzyjających warunkach nawet do 35%”.

W przedmowie tej pracy znajdujemy wytłumaczenie, dlaczego sprawa uszczelnienia szpar okiennych została na Zachodzie Europy podniesiona do roli zagadnienia, nie ma w niej jednak momentów któreby usprawiedliwiały bagatelizowanie tej sprawy u nas, gdzie dalecy jesteśmy od wprowadzenia w czyn rady inż. M. Gretenera, by „choćby przez wzgląd na samą tylko oszczędność opalu zaopatrywać wszystkie okna w takie uszczelnienie”.

II. USZCZELNIENIE OKIEN, A KĄT WIDZENIA HIGIENY

Spotkać się można z zastrzeżeniem, że uszczelnianie okien jest sprzeczne z wymaganiami higieny, która żąda wprowadzenia jak największej ilości świeżego powietrza do mieszkań, a lekarz dodaje do tego: „my leczymy przecież świeżym powietrzem i nie chcemy odgradzać się odci uszczelnianiami”. Jasne jest, że pogląd taki przesuwają sprawę na inną zupełnie płaszczyznę, bo mówiąc o leczeniu powietrzem ma on na myśli powietrze czyste, wolne od kurzu ulicznego, wyziewów i zarasków, od których chronić trzeba płuca i od których chorzy uciekać muszą w góry i lasy.

Kompetentnym wyjaśnieniem tego nieporozumienia będzie niechybnie głos Państwowego Instytutu Higieny, w którego oficjalnych publikacjach o stanie powietrza dużych ośrodków miejskich pod tyt. „Zanieczyszczenie powietrza m. Warszawy” w opracowaniu inż. A. Szniolisa i J. Justa oraz dr B. Nowakowskiego i dr M. Boguszewskiej, znajdujemy cyfry wręcz przerażające.

Jak wykazały badania systematycznie przeprowadzone w różnych porach roku oraz w różnych dzielnicach i punktach miasta w latach 1931/32, zawiera warszawskie powietrze do 3600 niewidocznych pyłków mineralnych różnej wielkości i różnego składu chemicznego na 1 cm³ — zależnie od dzielnicy.

Ilość kurzu opadającego w ciągu roku na 1 km² Warszawy wynosiła według tych pomiarów od 92,5 do 946 ton.

Bakteriologiczne badania tak zanieczyszczonego powietrza są w toku i dadzą niewątpliwie również ciekawe i pouczające wyniki.

Sprawę stałego dopływu powietrza rozwiązuje budownictwo przez stosowanie specjalnych urządzeń wentylacyjnych, biorąc pod uwagę nie tylko ilościowe lecz i jakościowe zapotrzebowanie powietrza w budynku. Tam, gdzie takich urządzeń nie ma osiąga się zwiększenie dopływu świeżego powietrza przez racjonalne, do pory dnia itp., dostosowane wietrzenie. Otwarcie nadświetla lub całego okna na

krótki czas da lokalowi znacznie szybszą i pełniejszą wymianę powietrza, bez marnowania takich ilości ciepła jakie się przez stale niezatkane szpary okienne wymykają na dwór, bez jakichkolwiek dlań korzyści.

Dla lepszego zrozumienia tego uprzytomnijmy sobie stan ciepłoty naszych mieszkań w porze zimowej. Powietrze, które nieogrzone stale wpada nieuszczelnionymi szparami okiennymi do pokoju, zamiast zmieszać się z wewnętrznym zużytym powietrzem i odświeżyć je, spada przede wszystkim na podłogę i zatrzymuje się tuż przy niej, jako warstwa ziębiąca nogi i stale obniżająca ciepłotę lokalu, aż do całkowitego jego wyziębienia. Odczuwamy je jako „zimno od podłogi”, doszukując się powodów tego objawu w niedostatecznym opalaniu, w piwnicy, w „tandetnym” wykonaniu budowli itp. nie domyślając się nawet, że winę tego stanu ponoszą tylko i wyłącznie nieuszczelnione okna. One są jedynym powodem szybkiego wyziębienia się mieszkania i nierównej temperatury, wykazującej wahania w granicach kilku do kilkunastu stopni w ciągu doby. Ze przy takim braku równowagi kalorycznej katary i zaziębienia znajdują doskonale dla siebie warunki, rozumie się samo przez się. I tu nasuwa się pytanie, czy z punktu widzenia higieny stale równa temperatura w mieszkaniu nie jest tak samo ważna dla zdrowia zamieszkujących je osób, jak postulat świeżego powietrza, osiągnany przy pomocy racjonalnego wietrzenia lub specjalnych urządzeń wentylacyjnych. Niewątpliwie — tak. Chodzi w danym wypadku tylko o zrozumienie, że obce te sprawy nie tylko nie wykluczają się wzajemnie, lecz dają się rozwiązać łącznie i za jednym zamachem. Metalowe uszczelnienie, zamykające w sposób radykalny i trwały powstałe w oknach szpary przed przypadkowym, niekontrolowanym przepływem zimnego powietrza, sadzy, kurzu, wyciwów i zarazków wszelkiego rodzaju, pozwala na racjonalne wietrzenie lokalu przez otwarcie skrzydeł okiennych w każdej porze roku i dnia.

Powyższe wywody znajdują potwierdzenie w cytowanej poprzednio pracy szwajcarskiego inż. *M. Gretenera*, który na str. 39 pisze: „Uszczelnianie nie tylko nie sprzeciwia się wymaganiom higieny, lecz przeciwnie jest ze względów higieny wskazane, na równi z dbałością o racjonalne przewietrzanie zamieszkałych lokali”.

III. OSZCZĘDNOŚĆ OPAŁU

W zagadnieniu tym nie można pominąć sprawy wydatku na opał, niepomierne dużego, stanowiącego poważną pozycję w każdym domowym budżecie zimowych miesięcy, a nabierającego wręcz znaczenia gospodarczego, jeżeli chodzi o budżet Państwa. Na olbrzymich ilościach corocznie spalanych środków opałowych w budowlach państwowych i publicznych dałoby się dużo zaoszczędzić, gdyby tylko zmienić warunki w jakich się to spalanie odbywa obecnie.

Z obliczeń kalorycznych i prób doświadczalnych, przeprowadzonych w latach 1930/32 przez szwajcarską politechnikę w Zurichu wynika, że w procesie stopniowego wyziębienia się ogrzewanych pomieszczeń mieszkalnych, zaledwie 20% ciepła ubywa przez wchłanianie w ściany pokoju podczas gdy około 80% wymyka się szparami nieuszczelnionych okien i drzwi. Te właśnie 80% starano się określić bliżej, by znaleźć ich stosunek do faktycznego zużycia środków opałowych. Po szeregu prób okazało się, że odpowiadają one w przybliżeniu 40 procentom ogólnego ciepła danych pomiesz-

zeń tj., że przy stałej wymianie przez szpary okienne zimnego zewnętrznego powietrza z ciepłem pokoju, taki właśnie procent marnuje się bez jakiegokolwiek dla lokalu korzyści. Wiatr nie wchodził w grę przy tych obliczeniach, stanowi bowiem odrębny czynnik wyziębienia i dotyczyć mógłby wyłącznie rodzaju i sposobu uszczelnienia.

Ze te obliczenia nie są tylko teoretyczne, lecz znajdują swoje potwierdzenie w rzeczywistości, o tym można z łatwością przekonać się; wystarczy dobrze uszczelnić okna i drzwi, by natychmiast osiągnąć wyższą ciepłotę w mieszkaniu — stąd wniosek, że przy zastosowaniu trwałego, stale równomiernie działającego metalowego uszczelnienia, temperatura mieszkania nie będzie ulegać wahaniom i pozostanie stale równa a także odpowiednio wysoka, przy oszczędniejszym zużyciu środków opałowych i, że nawet po wygaśnięciu pieca, oziębienie się takiego lokalu postępować będzie znacznie wolniej niż to miawa miejsce w lokalach nieuszczelnionych odpowiednio.

IV. CZYSTOŚĆ MIESZKANIA

Osobny rozdział stanowi pytanie, jak dalece uszczelnienie szpar okiennych przyczynić się może do utrzymania czystości w mieszkaniu. W ruchliwych punktach miasta kurz unosi się w powietrzu w tak wielkich ilościach, że otwieranie okien odkładać trzeba do późnych godzin wieczornych lub wczesnych rannych, w których ruch kołowy bywa mniejszy; w ciągu dnia wpadałaby przez otwarte okna taka ilość kurzu i sadzy do mieszkania, że o utrzymaniu w nim czystości nie mogłoby być mowy. A czy powietrze, które przez niezatkane szpary okienne wpada nam do mieszkania, jest może inne? Oczywiście — nie. Jest ono tak samo przepełnione kurzem, sadzami i wyciwami. Wpada do pokoju w mniejszych wprawdzie dawkach aniżeli przez okno otwarte na oścież, ale za to stale — w dzień i w noc, latem i zimą, przy każdej pogodzie i każdej temperaturze. Szczególnie zimową porą wdzieranie się zimnego powietrza niezabezpieczonymi lub źle zaopatrzonymi szparami jest tym gwałtowniejsze, im większa jest różnica ciśnienia pomiędzy zewnętrzną temperaturą a ciepłem lokalu. Wdziera się ono do wnętrza z wielką siłą, a z nim wpada do naszych mieszkań wszystko to, czym jest ono przesycone — do bakteryj i zarazków włącznie. Czy w związku z tym da się utrzymać zdanie o rzekomej użyteczności szpar okiennych dla odświeżania powietrza w mieszkaniu, pozostawić możemy bez komentarza. Zdanie takie, słuszne może — acz nie bez zastrzeżeń — dla uzdrowisk wysokogórskich lub dla leśnego jakiegoś zacisza, nie wytrzymuje próby, jeżeli chodzi o ośrodki miejskie i fabryczne, których higiena ma swoje odrębne oblicze i wymaga odrębnego podejścia.

O ile brud, kurz i sadze są niepożądane w mieszkaniu prywatnym i stanowią szczególną troskę pań domu, o tyle w instytucjach i zakładach publicznych, w szkołach, lecznicach i szpitalach, w lokalach biurowych, archiwach, zbiorach, bibliotekach itp. stanowią one istną plagę, walka z nimi bowiem jest z różnych powodów a przede wszystkim dla braku tej właśnie „pani domu” i przeważnie zbyt szczupłej liczby zatrudnionych tam sił pomocniczych, bardziej utrudniona. Dobre uszczelnienie otworów okiennych nabiera w tych warunkach tym większego znaczenia i nie powinno być bagatelizowane.

V. WALKA Z HAŁASEM

Do walki z hałasem, najgroźniejszym wrogiem naszych nerwów, przystąpiono dziś we wszystkich kulturalnych krajach. Specjalne komisje i komitety, ligi i stowarzyszenia badają jego źródła w miastach i obmyślają sposoby jego zwalczania. Równoległe z tępieniem hałasu i obniżaniem jego intensywności w ośrodkach miejskich przez odpowiednie zarządzenia władz administracyjnych, idziemy pod względem technicznym po linii poprawiania skutecznych warunków w jakich poszczególne zawody pracują i za-

pewnienia im jak najlepszych warunków odpoczynku po pracy. Odgrodzenie mieszkań, biur i warsztatów pracy od hałasu ulicy czy fabryki przez założenie metalowych uszczelniaczy we wręby okien i drzwi, jest najprostszym, wypróbowanym już rozwiązaniem tej kwestii. Uszczelnienie takie pozwala osiągnąć bardzo duże, do 50% dochodzące zmniejszenie oddziaływania hałasu na organy słuchu.

Dokładne obliczenia tego objawu w decybelach (niem. fonach) są w toku i będą wraz z fizykalnym jego wyjaśnieniem podane do ogólnej wiadomości w publikacjach Państwowego Zakładu Higieny.

RACJONALNE ZASTOSOWANIE LAKIERÓW W NOWOCZESNYCH WNĘTRZACH

Lakiery w budownictwie mieszkaniowym mają szerokie zastosowanie, — okna, parapety, ściany w łazienkach, hallach i przedpokojach, lamperie w kuchniach i pokojach dziecięcych, radiatory, wanny, podłogi, boazerie, meble kolorowe i politurowane dają w ogólnej sumie poważną powierzchnię płaszczyzn lakierowanych. Z tego względu dla całości wnętrza efekt prac lakierniczych jest niemniej ważny niż logika rozplanowania i rozwiązanie kolorystyczne.

W technice malarsko-lakierniczej równorzędną i decydującą rolę odgrywają następujące czynniki: właściwe wykonanie, odpowiednie warunki pracy, dobre wyschnięcie każdej poszczególnej warstwy i odpowiedni materiał w postaci wysokogatunkowych farb, lakierów i artykułów pomocniczych.

Poruszając sprawę materiałów lakierniczych, musimy zacząć od zdecydowanie ważnej przestrogi: architekt odpowiedzialny za wykończenie wnętrza nie powinien pod żadnym pozorem tolerować posługiwania się farbami i lakierami jakichś efemerycznych, tandetnych „producentów”, operujących jedynym argumentem — taniością swych „wytrobów”. Te niskie ceny to tylko pozór, jeżeli się zważy lichotę owych materiałów, ich minimalną wydajność i wyjątkową nietrwałość.

Niemniej niebezpieczne jest również preparowanie materiałów podkładowych przez malarzy. Stosowanie szpachłówek i farb olejnych podkładowych preparowanych sposobem domowym nie jest wskazane, a w ostatecznym wypadku muszą one być robione z czystego pokostu lnianego i farb suchych wysokiego gatunku, poza tym winny one być dokładnie utarte i przefiltrowane. Pokost użyty do gruntowania i farb podkładowych, jeżeli nie będzie z czystego oleju lnia-

nego, bez domieszek innych olejów, będzie dawał lepkość, złą przyczepność i małą wytrzymałość błony lakierowanej. Pokost z czystego oleju lnianego rozprowadzony na tafelce szklanej cienką warstwą — po 18 godzinach odlepu nie daje). Złe rozrta farba posiada słabą przyczepność oraz ujemnie wpływa na rozlew emalii. Terpentyna stosowana do rozcieńczania emalii i farb musi być w dobrym gatunku. Jakość terpentyny można sprawdzić w ten sposób, że biały papier zanurzony w terpentynie — po wyschnięciu nie powinien mieć plam.

Tylko gotowe materiały, gwarantowane ustabilizowaną renomą znanych marek fabrycznych, tylko produkty wyspecjalizowanego w dziedzinie lakierniczej poważnego przemysłu chemicznego — dają pełną rękojmię, że się nie popelnia ryzykownych i niebezpiecznych eksperymentów.

Operując emaliami wysokogatunkowymi jak „Emaloidy”, „Nobilory” itp. — osiągamy w robotach dekoracyjnych efekty po prostu fenomenalne — gładkość, połysk i tonowanie najpiękniejszej majoliki, o barwach czystych i żywych. Efekty te uwarunkowane są oczywiście prawidłową i staranną pracą malarza. Powierzchnie poza tym będą tylko wówczas dobre, o ile wszystkie fragmenty roboty podkładowej zostały wykonane w sposób właściwy.

Broszurki pod tyt. „Emaliowanie Wnętrz” — czym i jak należy lakierować wysyłamy bezpłatnie na każde żądanie, względnie można je otrzymać w naszym „Salonie Pokazowym Racjonalnego Lakierowania” w Warszawie, Chmielna Nr 6.

Fabryka Lakierów i Farb
Tow. „NOBILES” Sp. Akc.
W ł o c ł a w e k.

CO NALEŻY WIEDZIEĆ O DYKCIE WODOODPORNEJ PRODUKCJI FIRMY „BRACIA KONOPACCY — PRZEMYSŁ DRZEWNY”, MOSTY 1, (WOJ. BIAŁOSTOCKIE).

Sklejka wodoodporna. Stałym dążeniem w produkcji dykt było wynalezienie materiału konstrukcyjnego w wysokim stopniu odpornego na działanie wody i wpływów atmosferycznych. Taki materiał wyprodukowano w postaci sklejki, tzw. wodoodpornej, sklejanej bakelitem, która jest w 100% odporna na działanie wody i na wszelkie wpływy atmosf-

ryczne. Swoimi własnościami przewyższa ona wszystkie inne podobne wyroby. Jest ona wyrabiana zasadniczo z drewna brzoźowego, klonowego i olszowego, o różnych grubościach (od 0,8 mm do 20 mm), o budowie trójwarstwowej i wielowarstwowej. Sklejkę klonową, brzoźową i olszową do celów zdobniczych pokrywa się również fornirami: dębó-

wym, jesionowym, mahoniowym itp. Sklejka fornirowana nie traci przez to nic na wartości technicznej.

Wartość techniczna i zalety. Sklejka wodoodporna specjalnie produkowana wykazuje wytrzymałość wyższą od innych gatunków sklejki, posiada dużą sprężystość i giętkość, skutkiem czego jest bardzo dobrym materiałem konstrukcyjnym we wszystkich konstrukcjach drewnianych lekkich o wielkiej wytrzymałości. Zewnętrzne powierzchnie każdego arkusza są gładkie i błyszczące. Wytrzymałość na rozzerwaniu jest w każdym arkuszu jednostajna dzięki odpowiednim urządzeniom fabrycznym, które pozwalają na otrzymanie arkuszy o jednolitej grubości. Sklejka jest klejona klejem bakelitowym, który zawierając w sobie fenol impregnuje drewno i czyni je odporne na gnicie, butwienie i toczenie przez robactwo. Klej ten nie przepuszcza wody i dlatego sklejka jest materiałem całkowicie wodoodpornym. Próby na działanie wody dały wyniki nadspodziewane: moczo no sklejkę przez 48 godzin w wodzie, następnie gotowano przez 8 godzin, powtarzając obie te czynności trzykrotnie. Po prze-

suszeniu do pierwotnego stopnia wilgotności, przeprowadzono próby wytrzymałościowe, które dały wyniki zgodne z wynikami otrzymanymi przed moczeniem i gotowaniem. Aby zabezpieczyć zewnętrzną powierzchnię sklejki od nasiąkania wodą, należy ją dwukrotnie popokostować, następnie po wyschnięciu pokostu polakierować. Do lakierowania należy używać lakierów wyłącznie wodoodpornych, gdyż inne w wodzie bieleją i odpadają.

Zastosowanie sklejki wodoodpornej. Sklejkę wodoodporną można użyć: do budowy łodzi, kajaków i karoseryj samochodowych, na wewnętrzne urządzenia kabin parowców, łazienek, klatek schodowych, autobusów, wagonów, kamer suszarnianych itp. miejsc mających bezpośrednią styczność z wodą. Stosowanie sklejki może mieć miejsce we wszystkich konstrukcjach drewnianych lekkich, tam gdzie chodzi o odporność na wodę i wpływy atmosferyczne. Sklejka wodoodporna produkowana jest w rozmiarze 150×120 cm.

Firma Bracia Konopaccy, Mosty 1, służy na życzenie próbami i ofertą.

BUDOWA DŹWIGÓW

Zastosowanie dźwigów w Polsce, choć z roku na rok coraz szersze, nie osiągnęło jednak jak dotąd poziomu, właściwego krajom uprzemysłowionym i korzystającym w poważnym stopniu z udogodnień współczesnej mechanizacji. Nie tylko w przemyśle, gdzie przenoszenie ciężarów na wysokość odbywa się u nas przeważnie przy pomocy siły ludzkiej — ze znaczną stratą energii i zbędnym wydatkowaniem środków finansowych, lecz także w budownictwie handlowym i mieszkalnym, możliwości zastosowania dźwigów nie zostały należycie wykorzystane. Skierowanie uwagi przemysłu polskiego na zadania inwestycyjne wiąże się m. in. także z koniecznością podkreślenia roli dźwigu, jako czynnika postępu, wypełniającego lukę w sprawnym działaniu aparatu gospodarczego i usuwającego niedomagania, wynikłe ze stanu pewnego zacofania w tym względzie.

W zakresie budowy dźwigów kraj nasz jest naprawdę samowystarczalny i dlatego nic nie stoi na przeszkodzie sze-

rokiem ich zastosowaniu w każdej dziedzinie. W produkcji dźwigów wysuwa się na czoło istniejąca od 35 lat znana fabryka p. f. Roman Groniowski S. A., jedyna specjalna fabryka dźwigów w Polsce (Warszawa, ul. Emilii Plater 10 i Konopacka 19). Produkcja fabryki jest całkowicie pod znakiem samowystarczalności, ponieważ obejmuje nie tylko montaż dźwigów, lecz także wyrób wszystkich części składowych. Surowiec, używany do produkcji, jest pochodzenia wyłącznie krajowego. Także personel fabryczny, zatrudniony we wszystkich działach pracy, jest polski.

Fabryka ROMAN GRONIEWSKI S.A. buduje wszelkiego rodzaju dźwigi, jako to: towarowe, osobowe, szpitalne oraz specjalne dźwigi aktowe, kuchenne, biblioteczne oraz dźwigi okrężne (tzw. pater-noster). Specjalnością fabryki jest poza tym budowa schodów ruchomych, nigdzie indziej w Polsce nie produkowanych.

IZOLACJE PRZECIW WILGOCI FUNDAMENTÓW, MURÓW, PRZECIEKANIU DACHÓW itp.

Namoknięcie murów, sklepień wzgl. sufitów powstaje, gdy woda gruntowa wzgl. deszczowa przedostaje się przez szczeliny do wnętrza budowli. Początkowo powstają szpecące plamy, później wykwyty i w końcu następuje zniszczenie poszczególnych partii budowli. Koszty konserwacji, długotrwałość, a czasem w ogóle zdatność budowli są w znacznym stopniu zależne od dobrej izolacji przeciw wilgoci. Falszywie pojęta oszczędność w wyborze środka powoduje znaczne straty w późniejszym usuwaniu następstw zawilgocenia. Straty takie są zwykle niewspółmiernie wyższe aniżeli koszt prawidłowej wykonanej izolacji.

Z powyższego wynika, że do izolacji winno się używać tylko najlepszych i wypróbowanych materiałów, odpowiadających wszystkim wymaganiom technicznym stawianym materiałom przeciwwilgociowym, zaś roboty winny być oddawane tylko takim przedsiębiorstwom, które mają bogate, fachowe doświadczenie w tym kierunku i których sumienność w wykonaniu nie ulega najmniejszej wątpliwości.

Jednym z nielicznych materiałów izolacyjnych, odpowiadającym wszystkim wymaganiom stawianym dobremu materiałowi izolacyjnemu jest „G U M A T E K T”, materiał bitumiczny, szczelnie i trwale przylegający do każdego podłoża, bezwzględnie wodoszczelny, elastyczny, odporny na działanie szkodliwych wpływów atmosferycznych, wszelkich kwasów i ługów nawet o wielkim zagęszczeniu i trwale chroniący przed przenikaniem wody i gazów. „GUMATEKT” posiada bardzo wysoki punkt topliwości i dlatego nie splotyka w czasie wielkich upałów nawet przy bardzo stromych dachach, a przy tym jest niewrażliwy na działanie wielkich mrozów.

Na izolacje wykonane „GUMATEKTEM” udziela się wieloletnich gwarancji. Szczegółowe informacje i kosztorysy bezpłatnie przesyła firma „GUMATEKT” Sp. z o. o. Kraków, Gołębia 2.

WPLYW ELEKTRYFIKACJI DOMÓW NA TRWAŁOŚĆ I UŻYTKOWANIE BUDOWLI

Wiemy, że wielki wpływ na doskonale funkcjonowanie każdego budynku posiadają wszelkie instalacje jak wodociągi, kanalizacja, gaz, elektryczność, piony kominowe itp.

Piony kominowe poza osłabianiem murów, kłopotami i trudnościami wynikającymi przy projektowaniu planów, dają wiele niewygód dobrze znanych zresztą zarówno budującym jak i administracjom.

W okresie zimna, gdy okna są pozamykane, zawsze odczuwamy w mieszkaniach opalanych piecami węglowymi zapach czadu, tak szkodliwego dla organizmu ludzkiego. To samo jest w kuchniach przez cały rok. W okresie letnim zaś, gdy wszystkie okna są pootwierane, trapieni jesteśmy olbrzymią ilością sadzy docierającej dosłownie do każdego zakątka mieszkania.

Te i wiele innych przyczyn przemawiają za budową jak najmniejszej ilości przewodów kominowych i za eliminowaniem ich pracy.

Elektryczność przychodzi tu z wielką pomocą.

Piony elektryczne nie osłabiają konstrukcji murów oraz są łatwe i szybkie w montażu. Zabierają mało miejsca a dają możliwość zainstalowania w każdym lokalu sprzętu elektrycznego jak kuchnie, warki łazienkowe, lodownie, pralnie i wiele innych przyrządów potrzebnych nowoczesnemu człowiekowi do życia.

Rozpatrzmy na tym miejscu zalety kuchni elektrycznej i jej wpływ na dobre funkcjonowanie budynku.

Kuchnia elektryczna nie dymi, nie wydziela sadzy, nie pobiera tlenu z powietrza, gdyż gotuje bez ognia, a także nie potrzebuje miejsca na węgiel i drzewo. Toteż pomieszczenie kuchenne może być budowane w mniejszych wymiarach, wentylacja jest o wiele łatwiejsza, a w lecie z komina nie lecą sadze. No i najważniejsze odpada — konieczność budowy przewodów kominowych dla kuchni.

Na funkcjonalność budynku wpływa więc kuchnia dwojako: ze względu na budowę — przez zmniejszenie ilości przewodów kominowych; ze względu na dalszą konserwację — przez czystość i nie zadymianie lokalu. Prócz tego zmniejsza się niebezpieczeństwo pożaru czy to od kuchni, czy od sadz kominowych.

Dużą rolę w instalowaniu kuchni elektrycznych odgrywa również ich cena oraz niski koszt użytkowania.

Na podstawie danych zebranych przez liczne elektrownie polskie i zagraniczne, obliczono ilość energii zużywanej przeciętnie przez kuchnie kompletne (płytki i piekarniki) przy gotowaniu 3 — 4 razy dziennie gorącej strawy.

Na tej podstawie przyjęto liczyć z grubsza koszt zużycia energii przy całkowitym zelektryfikowaniu kuchni na 1 kWh na 1 osobę dziennie. Bardziej dokładne dane zawiera poniższa tabelka:

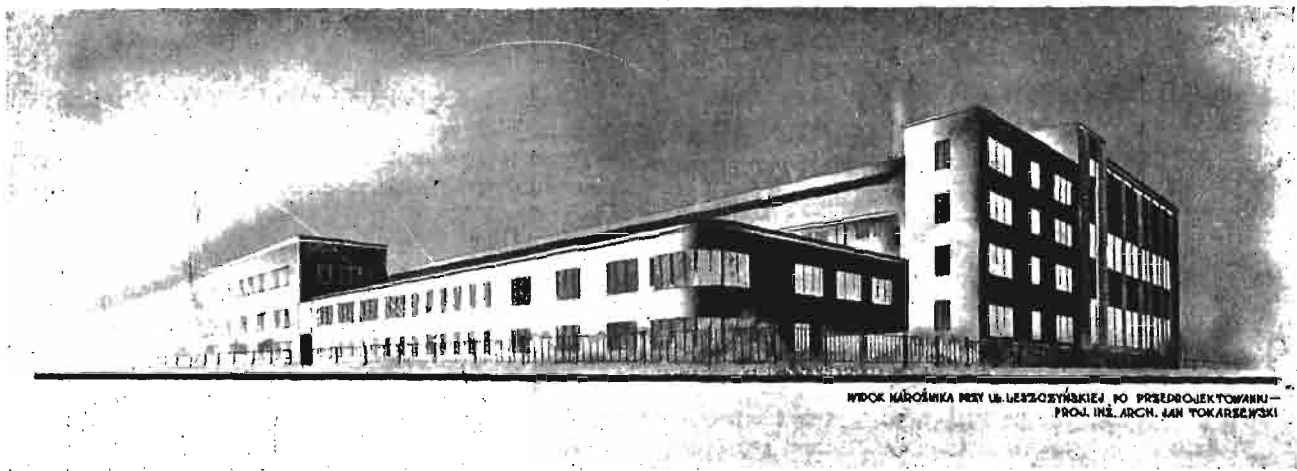
Ilość członków rodziny	3	4	5	6	7	osób
Zużycie dzienne	3,6	4,1	4,6	5,2	6	kWh

Liczby te obejmują przygotowanie wszystkich posiłków oraz ogrzewanie wody do celów kuchennych, pochłaniające ok. 20% energii.

Ponieważ 1 kWh na gotowanie kosztuje w 4. bloku — 12 gr/kWh, wypadnie, że dla rodziny złożonej z 4. osób koszt gotowania wyniesie od 12 — 15 złotych miesięcznie.

W Warszawie przy ul. Marszałkowskiej Nr 150 mieści się Salon Pokazowy Elektrowni Miejskiej gdzie kuchnie i inny sprzęt elektryczny są sprzedawane na raty. Ilość rat wynosi 20, najmniejsza rata zł 4. Sprzęt ten mogą nabywać odbiorcy elektrowni oraz właściciele domów instalujący go w swych budowlach.

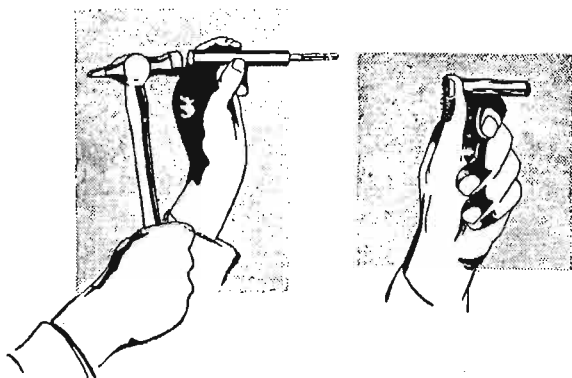
Orientując się z danych powyższych musimy wyciągnąć wnioski, że zarówno dla budującego dom jak i dla właściciela domu instalowanie kuchni elektrycznych zamiast węglowych przynosi wiele korzyści.



RACJONALNE MOCOWANIE W BUDOWNICTWIE

Jedną z trudności, na jakie napotykaamy przy wykończeniu budowli, jest mocowanie futryn, poręczy, rynien, stopni, jak również wszelkich urządzeń wewnątrz budynku.

Najpraktyczniejszym rozwiązaniem sprawy mocowania w budownictwie jest metoda Rawlplugs pomysłu angielskiego inżyniera Rawlings'a. Zasada tego sposobu polega na wyzyskaniu wytrzymałości materialu, w którym mocujemy i zmuszamy go do uczestniczenia w tym procesie. Odpowiednim wiertłem Rawlplugs wiercimy niewielki otwór (fig. 1) w danym materiale i w dowoln. miejscu, nie szukając fug. W otwór ten wkładamy odpowiednio dobrany kolek Rawlplugs, (2) przykładamy przedmiot, który chcemy przymocować i wkręcamy śrubę (3). Z chwilą wkręcenia śruby powstaje jej rozpierające działanie na kolek (rys. 4.), który



Rys. 1.

Rys. 2.

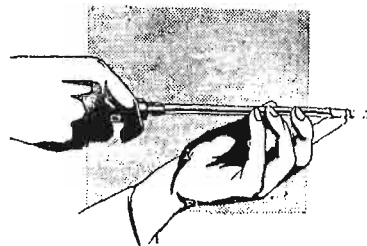
ze swej strony ciśnie na ścianki otworu wykonanego w danym materiale. Ten ostatni (cegła, beton, marmur, kafel itp.) przeciwstawiając się naporowi koleka działa jak szczęki imadła i chwytą silnie zarówno kolek jak i śrubę, nie pozwalając na wyrwanie ich bez użycia znacznej siły. O wysokiej wytrzymałości śrub umocowanych na kolekach Rawlplugs świadczą niżej podane rezultaty prób wykonanych w normalnych warunkach pracy w różnych materiałach. Tabela ta wskazuje najwyższe obciążenia w kg, działające wzdłuż osi śruby, przy których nastąpiło wyrwanie koleka.

	Długość koleka w cal. ang. i Nr		
	1"×8	1"×10	1"×14
Beton	kg 200	250	300
Cegła	" 200	230	300
Łupek	" 190	230	300
Marmur	" 180	230	320
Gips	" 90	100	140
Kafel na betonie	" 180	230	300

Posługując się powyższą tabelą możemy łatwo dokonać wyboru odpowiedniego do danych warunków koleka. Przy wyborze koleków nie należy ulegać wrażeniu, że kolek mu-

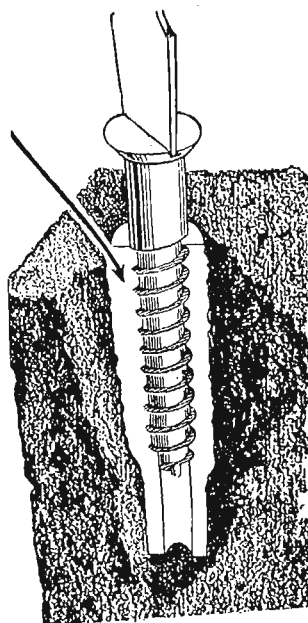
si być duży, aby dobrze trzymał. Należy zawsze pamiętać, że siła umocowania na kolki Rawlplugs nie leży w ich nadmiernej wielkości, tylko w materiale, w którym mocujemy.

Do mocowania sposobem Rawlplugs służy niewiele narzędzi, a mianowicie: wiertła Rawlplugs, lekki młotek i śru-



Rys. 3.

bokręt. Zależnie od celu, do którego mają służyć, kolki i wiertła Rawlplugs są wyrabiane w różnych średnicach, odpowiadających danej śrubie.



Rys. 4.

Wiertło, kolek i śruba muszą być zawsze do siebie dopasowane, jeżeli umocowanie ma być racjonalne.

Prostota i pewność wyżej opisanego sposobu mocowania pozwala na szerokie zastosowanie go w budownictwie.

PŁYTY „SUPREMA”

Budownictwo od niepamiętnych czasów opierało się głównie na stosowaniu trzech elementów: drzewa, kamienia i cegły palonej. Dlatego posługując się tymi materiałami powtarzamy w zasadzie konstrukcje i formy z czasów starożytnych lub średniowiecza. Dopiero wprowadzenie że-

laza, a potem żelazobetonu rozpoczęło nowy okres w budownictwie. Ujawnił się on głównie w niebywałym dotychczas powiększeniu rozpiętości (hale, mosty) i wysokości (drapacze chmur) wznoszonych obiektów.

Żelazo i żelbet przyjęły na siebie rolę dźwignia bu-

dynku, a do ścian między konstrukcjami starano się dobrać materiały, któreby przy minimum wagi — dawały maximum izolacji od wszelkich wpływów zewnętrznych.

Między innymi zwrócono uwagę... na drzewo.

I tworzy się teraz nowy materiał w ten sposób, że z drzewa wystruguje się długie cienkie włókna, które prasuje się w lekkie spulchnione płyty. Włókna drzewne łączy się albo tlenkiem magnezowym, albo też emulsją cementową.

Znane są one na całym świecie pod najrozmaitszymi nazwami. W Polsce najpopularniejsze są płyty „SUPREMA”, wyrobu Sp. Akc. „SZCZAKOWA”, która pierwsza w kraju rozpoczęła produkcję tych płyt na szerszą skalę.

Cementownia „SZCZAKOWA” wysyła obecnie na rynek rocznie setki tysięcy płyt „SUPREMA” i będąc w stałym kontakcie ze swymi odbiorcami — może najlepiej stwierdzić, jak szerokie zastosowanie znalazły płyty „SUPREMA” we współczesnym budownictwie.

Najczęściej używane są obecnie płyty „SUPREMA” dla izolacji przeciwakustycznej i termicznej ścianek oddzielających sąsiadujące ze sobą mieszkania, ścian zewnętrznych, dla tłumienia odgłosów ruchu ulicznego, lub dla ocieplenia stropów międzypiętrowych, głównie nad przejazdami, sieniami, sklepami, suterenami oraz nad tarasami i dachami, konstrukcyj szkieletów stalowych i betonowych, poza tym dla ocieplenia strychów, suteren, zimnych pomieszczeń oraz ścian w wykuszach, parapetach i w szczytach.

Niezależnie od celów izolacyjnych, płyty „SUPREMA” stosowane są jako ścianki działowe; szczególnie, gdy chodzi o jak najmniejsze obciążenie stropu, jako ściany do wy-

pełnienia konstrukcyj szkieletowych, lub przy konstrukcjach możliwie lekkich, np. do ścian przy cofniętych piętrach w dachach mansardowych i przy nadbudowach.

Płyta „SUPREMA”, jako okładzina ścienna i sufitowa, działa głośnotłumiąco, co z dodatnim skutkiem stwierdzono w salach koncertowych, rozgłośniach radiowych, kinach dźwiękowych, jak również w szpitalach, hotelach, szkołach itd.

Oficjalne dane z badań nad płytami „SUPREMA”, przeprowadzone przez instytucje badawcze, głównie przez Politechnikę Lwowską itp., są następujące:

Waga: Ciężar objętościowy około 450 kg na 1 m³.

Wytrzymałość: przy działaniu na wyboczenie średnio 4 kg/cm².

Wytrzymałość kostkowa, prostopadle do kierunku prasowań około 16 kg/cm².

Wytrzymałość na zginanie około 18 kg/cm².

Moduł elastyczności około 15.000.

Współczynnik przewodnictwa cieplnego wynosi dla płyt „SUPREMA” 0,106 kal. na 1⁰ m i godz. (razy mniej niż dla suchego muru ceglanoego).

Skromne rozmiary niniejszego artykułu nie pozwalają na obszernie omówienie wszelkich właściwości płyt „SUPREMA”, jak i najrozmaitszych możliwości stosowania tych płyt w dziedzinie budownictwa — dlatego też odsyłamy zainteresowanych pp. Inżynierów do Sp. Akc. „SZCZAKOWA”, która chętnie służy obszernym materiałem w tej sprawie lub też wydeleguje swego doradcę technicznego, który udzieli wszelkich niezbędnych informacji o sposobach stosowania płyt „SUPREMA”.

IV ZJAZD INŻYNIERÓW BUDOWLANYCH w GDYNI

10—12 września 1938 r.

organizowany przez Związek Polskich Inżynierów Budowlanych na temat:
„Wpływ czynników zewnętrznych na użytkowanie i trwałość budowli”.

SKŁAD KOMITETU ORGANIZACYJNEGO:

Prof. dr inż. Wacław Zenczykowski — przewodniczący,

Inż. Józef Różański — zast. przewodniczącego,

Inż. Stanisław Sandomierski — sekretarz,

Inż. Zygmunt Protassewicz — skarbnik.

CZŁONKOWIE KOMITETU:

Prof. inż. Emil Bratro,
Inż. Erwin Brenneisen,
Prof. inż. dr Stefan Bryła,
Inż. Zbigniew Drecki,
Inż. dr Stanisław Gawliński,
Inż. Dyonizy Gawalkiewicz,
Inż. Tadeusz Groszkowski,
Inż. Stefan Higersberger,
Inż. Stanisław Kamiński,

Inż. Kazimierz Kamiński,
Inż. Karol Machalski,
Inż. arch. Stanisław Marzyński,
Inż. Jerzy Nechay,
Inż. Włodzimierz Rychlewski,
Inż. Zygmunt Rudolf,
Inż. Michał Szymański,
Inż. Władysław Twardowski,
Inż. Henryk Wagner.

Adres Komitetu w Warszawie: ul. Mazowiecka 4 m. 5,
poniedziałki, środy i piątki godz. 16—18, tel. 5-17-85.

Adres Komitetu w Gdyni: ul. Świętojańska 46 m. 8,

poniedziałki i czwartki, godz. 19.30 — 20.30. P.K.O. 803.162.

Korespondencję w sprawach uczestnictwa w Zjeździe
prosimy kierować do Gdyni.

PROGRAM ZJAZDU

Piątek 9. września 1938 r.

Przyjazd, rozkwaterowanie, zgłoszenia na wycieczki w biurze informacyjno-kwaterunkowym (pawilon Ligi Popierania Turystyki przy dworcu kolejowym).

Godz. 18,00—22,00 Koleżeńskie spotkanie w salach „Domu Zdrojowego”, al. Marsz. Piłsudskiego.

Sobota 10. września 1938 r.

Godz. 9,00—13,30 Uroczyste otwarcie Zjazdu w sali gmachu Kolejowego Przystosobienia Wojskowego przy ul. Jana z Kolna.

Przemówienia.

Referat programowy prof. inż. dr. Wacława Zenczykowskiego i inż. Józefa Różańskiego.

10 minut przerwy.

Rozpoczęcie obrad według osobnego programu.

Godz. 13,30—15,00 Przerwa obiadowa.

Godz. 15,00—19,00 Obrady według programu osobnego w sali K.P.W.

Godz. 19,00—21,00 Przerwa na kolację.

Godz. 21,00 Dancing.

Niedziela 11. września 1938 r.

Godz. 8,30 Nabożeństwo w Kościele Najśw. Marii Panny przy ul. Świętojańskiej.

Godz. 9,00—13,30 Obrady w sali K.P.W. według osobnego programu.

Godz. 13,30—15,00 Przerwa obiadowa.

Godz. 15,00—18,00 Obrady sekcyjne.

Godz. 18 Zamknięcie Zjazdu w sali obrad.

Godz. 20,30 Wieczera koleżeńska w sali „Dworca morskiego” w Porcie.

Poniedziałek 12. września 1938 r.

Godz. 7,40 Odjazd wycieczki na Hel do Juraty i Jastarni z przystani Żegluga Polskiej na nabrzeżu Pomorskim — powrót o godz. 18.

Godz. 8,00 Odjazd wycieczki na wybrzeże pełnego Bałtyku autobusami ze Skweru Kościuszki — powrót o godz. 18.

Godz. 8,05 Odjazd wycieczki do Gdańska pociągiem z dworca kolejowego — powrót o godz. 18.

Poza tym odbywać się będą we wszystkie dni wycieczki miejscowe do portu i jego urządzeń — motorówkami oraz do Gdyni — autobusami.

Informacje

Uczestnicy

Uczestnikami Zjazdu mogą być członkowie Związku Polskich Inżynierów Budowlanych oraz wszystkie inne osoby, interesujące się sprawami budownictwa w Polsce, których zgłoszenie zostanie przyjęte przez Komitet Organizacyjny.

Osoby towarzyszące uczestnikom (rodziny)

korzystają ze wszystkich urządzeń oraz imprez i zniżek.

Biura Zjazdowe

1. *Biuro Komitetu Organizacyjnego* mieści się w Gdyni, przy ul. Świętojańskiej Nr 46 m. 8 w lokalu Gdynskiego Oddziału Z.P.I.B. Załatwia wszelkie sprawy związane z organizacją Zjazdu, przyjmuje zgłoszenia uczestnictwa, oraz udziela wszelkich informacji dotyczących Zjazdu.

Godziny urzędowania w poniedziałki i czwartki, godz. 19,30 do 20,30.

2. *Biuro informacyjno-kwaterunkowe* mieści się w pawilonie Ligi Popierania Turystyki przy dworcu kolejowym w Gdyni i czynne będzie od dnia 9. września rb. rano do dnia 12. września wieczorem bez przerwy. Załatwiać ono będzie: spóźnione zapisy na Zjazd (bez gwarancji przydzielenia kwater, miejsc na wycieczki, tekstów referatów itp), przydzielanie kwater, wydawanie druków zjazdowych, przyjmowanie zgłoszeń na wycieczki i zwiedzanie portu oraz udzielanie szczegółowych informacji o Zjeździe.

3. *Posterunek informacyjny* przy sali obrad w gmachu Kolejowego Przystosobienia Wojskowego, ulica Jana z Kolna. Czynny w dniach obrad tj. 10 i 11 września rb. od godz. 8 do 20.

Zastrzeżenie

Komitet Organizacyjny zastrzega sobie prawo wprowadzenia zmian do programu.

Zmiany te zostaną podane do wiadomości uczestników Zjazdu w czasie jego trwania.

Urlopy okolicznościowe na Zjazd

Podajemy do wiadomości Kolegów, że pismem Nr P. 3—67/21/38, Dyrektor Biura Personalnego Min. Komun. upoważnił Urzędy wojewódzkie oraz Dyрекcję O. K. P., do udzielania w miarę możliwości urlopów okolicznościowych na dnie 10, 11 i 12 września tym inżynierom, którzy pragną wziąć udział w naszym Zjeździe w Gdyni.

Zniżki kolejowe w drodze powrotnej 100%

Ministerstwo Komunikacji przyznało uczestnikom Zjazdu zniżki kolejowe 100% w drodze powrotnej. Blankiety upoważniające do zniżki otrzymają Koledzy w pierwszych dniach września.

Sprostowanie

Wkradła się omyłka do programu Zjazdu który został rozesłany zgłoszonym uczestnikom. Koszt Wieczery Koleżeńskiej wynosi 8 zł a nie 15 zł jak mylnie wydrukowano w zgłoszeniu na Wieczere, umieszczonym na końcu programu.

SZCZEGÓŁOWY PROGRAM OBRAD

Sobota dn. 10. września

przed południem: „Wpływ doboru materiałów na użytkowanie i trwałość budowli“

1. Drewno

Inż. S. Eljasz: — „Ochrona drewna budulcowego przed ogniem oraz badania i środki zapobiegawcze“.

2. Kamienie naturalne

Inż. W. Pogány i mgr T. Zarosły: „Kilka uwag o badaniu kamieni“.

Dr M. Popiel i inż. S. Sunderland: „Badania kamieni budowlanych“.

Inż. W. Pogány i mgr T. Zarosły: „Utrwalanie powierzchni kamieni na działanie atmosfery“.

Dr M. Popiel i inż. S. Sunderland: „Licówka elewacyjna z kamieni naturalnych“.

3. Ceramiczne wyroby budowlane

Inż. J. Holnicki - Szulc: „Skuteczne metody badań trwałości ceramicznych materiałów budowlanych“.

Inż. W. Pogány: „Nowe metody badania cegły budowlanej na budowle“.

g o d z. 15 — 19

4. Zaprawy budowlane

Inż. J. Erlich: „Najnowsze postępy w zastosowaniu wapna do celów budowlanych“.

Inż. W. Pogány i mgr T. Zarosły: „Wpływy chemiczne i fizyczne na wyprawę“.

Inż. T. Konic: „Plamy na tynkach“.

5. Beton

Prof. S. Bryła: „Zachowanie się betonów glinowych pod wpływem czynników zewnętrznych“.

Inż. J. Nechay: „Wartość cieplna lekkich betonów“.

Inż. W. Bielicki: „Wpływ wykonawstwa wyrobów betonowych na ich trwałość“.*)

6. Materiały izolacyjne i ochrona od wilgoci

Prof. S. Bryła: „W sprawie badania materiałów izolacyjnych do celów budownictwa“.

Mgr Jan Piotrowski: „Izolowanie rur żelaznych i betonowych asfaltem“.

Inż. H. Stankiewicz: „O materiałach izolacyjnych od wody i wilgoci“.

Dr Skalmowski, inż. J. Jastrzębski i inż. M. Mączyński: „Z prac nad materiałami do izolacji przeciwwilgociowej“.

Prof. S. Bryła i inż. H. Stankiewicz: „W sprawie ochrony budowli od wody“.

Bud. E. Czajewicz: „Szkodliwość wilgoci pobudowlanej dla zdrowia mieszkańców i sposoby jej usuwania“.

7. Doraźne próby mat. bud.

Inż. W. Rychlewski: „Nieznormalizowane doraźne próby materiałów budowlanych wykonane przy pomocy prostych narzędzi“.

*) Drukowany w nr. 8. „Cementu“ , (Nr. 4 „Betonu“).

Niedziela dn. 11. września

g o d z. 9 — 13,30 „Wpływ projektodawcy i konstruktora na użytkowanie i trwałość budowli“

1. Budowle stalowe i żelbetowe

Prof. S. Bryła: „Katastrofa mostu w Hasselt“.

Inż. Z. Dobrowolski: „Nowy sposób spawania uzbrojenia konstrukcji żelbetowych“.

2. Budowle nadmorskie

Inż. L. Allweil, inż. W. Tubielewicz, inż. S. Hückel: „Wpływ czynników zewnętrznych na budowle nadmorskie“.

3. Ochrona przeciwłotnicza

Prof. S. Bryła: „Konstrukcja mostów z uwagi na obronę przeciwłotniczą“.

Inż. H. Honheiser: „Stal w budownictwie przeciwłotn.“

Doc. dr W. Olszak: „O stropach przeciwłotniczych“.

Inż. S. Sławiński: „Podstawowe instalacje schronów OPL“.

4. Odporność budynków na działanie ognia

Inż. M. Rogowski: „Konstrukcje budowlane w warunkach pożarowych“.

Inż. P. Zaremba: „Uniezależnienie obrony pożarowej budynków miejskich od wody wodociągowej“.

5. Zabezpieczenie od piorunów

Inż. M. Rogowski: „Ochrona budowli przed wyladowaniami atmosferycznymi“.

6. Zabezpieczenie budynków od wstrząsów

Inż. K. Kamiński: „Pomiary wstrząsów w budowlach inżynierskich“.

Prof. F. Zalewski: „Budowle w obrębie wpływu wyrobisk podziemnych“.

Prof. F. Zalewski: „Zniszczenia budowli o pozorach uszkodzeń górniczych“.

Dr C. Kłóś: „Osiadanie gruntu, a trwałość budowy“.

g o d z. 15—18

7. Izolacje cieplne

Dr M. Popiel: „Przewodność i stateczność cieplna zewnętrznych ścian budynku“.

Inż. M. Mączyński: „O pomiarach przewodnictwa cieplnego materiałów budowlanych“.

Dr M. Popiel: „Projektowanie pieców i ich przyjęcie“.

8. Słyszalność w pomieszczeniach

Dr M. Kwiek: „O metodzie pomiarów akustyczno-budowlanych“.

9. Dachy

Prof. S. Bryła i inż. H. Stankiewicz: „Dachy płaskie i tarasy“.

10. Wentylacja budynków

Dr med. J. Borkiewicz - Rodziewiczowa: „Klimatyzacja powietrza z punktu widzenia higieny“.

Inż. F. Bąkowski: „Udział ogrzewania i wietrzenia w konserwacji budynków“.

Z PRASY TECHNICZNEJ

Prof. inż. dr Andrzej Pszenicki „KURS BUDOWY MOSTÓW“, Warszawa 1938, skład główny: „Komisja Wydawnicza Tow. Bratniej Pomocy Stud. Pol. Warszawskiej, Polna 3.

Nakładem Autora ukazała się ostatnio książka inż. dr Andrzeja Pszenickiego, profesora Politechniki Warszawskiej, pod tyt. „Kurs budowy mostów“, obejmująca w zakresie wykładów na Politechnice część ogólną, podpory kamienne i mosty drewniane.

Książka powyższa obejmująca 439 stron druku, omawia szczegółowo budowę i konstrukcje mostów drewnianych, następnie podpory kamienne i drewniane, stosowane w mostach drewnianych. W dziale ogólnym podaje autor pojęcia wstępne dotyczące mostów oraz całkowitą klasyfikację mostów z ogólną ich charakterystyką.

Specjalnie cenne dla potrzeb praktyki są podane w dziale ogólnym tablice momentów gnących, obliczone dla różnych układów podciągów teoretycznych i dla różnych długości podciągów, następnie zestawione tablice momentów zginających belek wolnopodpartych na dwóch podporach w jednej czwartej i w połowie rozpiętości tych belek przy różnych rozpiętościach w granicach od 1 m do 150 m, wrzście — tablice obciążeń zastępczych. Powyższe tablice ułatwiają bardzo obliczenia dźwigarów, gdyż pozwalają w każdym poszczególnym przypadku na stosowanie bez prób określonego schematu podciągu. Również i obciążenia zastępcze znacznie ułatwiają i przyspieszają obliczenia, dając wyniki dostatecznie dokładne, nieznacznie tylko różniące się od wyników obliczeń otrzymanych dla układów podciągów teoretycznych.

Rozdziały obejmujące omówione w sposób szczegółowy i wyczerpujący wszelkie możliwe ustroje mostów drewnianych sprowadzają się zasadniczo do mostów leżajowych, mostów zastrzałowych, mostów lukowych, mostów wiązarych oraz mostów kratowych. Specjalne rozdziały poświęcone zostały ponadto ustrojowi pomostu mostów drewnianych, belkom poprzecznym kratowym oraz tężniom dźwigarów.

Na specjalne podkreślenie zasługuje jasny i praktyczny układ treści, zwięzły i jasny styl oraz wyraźne i czytelne rysunki, których znaczna ilość (713) znakomicie ułatwia zapoznanie się w najdrobniejszych nawet szczegółach z konstrukcją mostów drewnianych.

Książka prof. Pszenickiego, wybitnego praktyka i pedagoga, jest w naszej ubogiej literaturze mostowej nabytkiem niezwykle cennym, nie ulega więc wątpliwości, że znajdzie bardzo życzliwe przyjęcie w naszym świecie technicznym.

T. K.

Karol Turnowski, *ANALIZA BUDOWY — TABLICE BUDOWLANE*, Warszawa 1938, wydanie drugie poprawione i uzupełnione.

Nakładem Spółdzielni „Grupy Technicznej“ ukazało się drugie wydanie tej pracy. Książeczka obejmująca 133 str. druku zawiera w zwięzłej formie kalkulację kosztów budowy. Analiza materiałów, robocizny i jeneralii poszczególnych kategorii robót (roboty ziemne, rob. murarskie i sztukatorskie, rob. ciesielskie i deskowanie żelbetów, rob. blacharskie i dekarne, rob. stolarskie i okucia stolarki, rob. żelbetowe,

rob. wykończeniowe) podana jest przy pomocy szeregu tablic, wygodnych do użytku podręcznego.

Praca powyższa odda duże usługi tym osobom, które szybko, jednak z dostateczną dokładnością, zmuszone są przeprowadzić analizę i obliczyć przybliżony koszt robót.

T. K.

ANALIZA ROBÓT BUDOWLANYCH. Część 1: *PODSTAWY ANALITYCZNE ROBÓT BUDOWLANYCH*. Część 2: *PRZEDMIAR, ANALIZA CEN I KOSZTORYS ROBÓT BUDOWLANYCH*, Warszawa 1938.

Ministerstwo Spraw Wewnętrznych wydało ostatnio w 2 tomach obszerną i wyczerpującą książkę dotyczącą kalkulacji kosztów budowy. Do opracowania części pierwszej liczącej 541 stron druku pod tyt. *Podstawy analityczne robót budowlanych* przystąpiło jeszcze b. Ministerstwo Robót Publicznych przez specjalnie w tym celu utworzone „Biuro Analiza Cen“. Po skasowaniu Min. Rob. Publicznych Ministerstwo Spraw Wewnętrznych powierzyło kierownictwo dalszych prac nad analizą robót budowlanych inż.-arch. Mieczysławowi Surwille. W pracach nad analizą brali udział: inż.-arch. Henryk Bol. Czajkowski, inż.-arch. Bohdan Kunstelter, Bronisław Rose, prof. dr Franciszek Ksawery Skupiński, inż. Przemysław Szczekowski, Waclaw Szlager i inż. Henryk Wąsowicz.

Tom pierwszy obejmuje analizę robót, a więc analizę materiałów i robocizny, zestawione bardzo obszernie i wyczerpująco. Analiza zawiera następujące działy robót budowlanych: roboty ziemne, rob. betonowe i żelbetowe, zaprawy, rob. murarskie, rob. tynkarskie, rob. kamieniarskie, rob. ciesielskie, rob. stolarskie i posadzkarskie, rob. dekarne, rob. blacharskie, rob. ślusarskie i kowalско-ślusarskie, rob. spawalnicze, rob. malarskie i tapeciarskie, zabezpieczanie przeciwgrzybowe i odgrzybianie, rob. zduńskie, roboty szklarskie. Na końcu pierwszego tomu umieszczono rysunki odnoszące się do ważniejszych działów powyższych robót.

Tom drugi obejmuje na 258. stronach przedmiar, analizę cen i kosztorys, opracowane na podstawie dołączonych planów budynku dwupiętrowego, mającego pomieścić lokale biurowe i mieszkalne. W projekcie tego budynku przewidziano bardzo wielką różnorodność konstrukcji i elementów budowlanych, a to dla możliwie jak największego uwzględnienia różnorodnych przypadków robót spotykanych w praktyce. Dzięki zastosowaniu tego szeroko potraktowanego przykładu uzyskano jasny i praktyczny układ treści, a cały tom drugi zyskał przez to bardzo znacznie, zwłaszcza jeśli chodzi o zastosowanie w praktyce. Podobnie, jak to ma miejsce w praktyce, tom ten obejmuje: opis zaprojektowanego budynku, przedmiar robót, analizę cen, kosztorys oraz projekt budynku.

Powyższe wydawnictwo Ministerstwa Spraw Wewnętrznych dostosowane do nowych potrzeb budowlanych (przez uwzględnienie np. robót spawalniczych, robót zabezpieczenia przeciwgrzybowego itp.) oraz do potrzeb praktyki budowlanej (obliczony przykład obejmujący II. tom), wypełnia dotkliwą lukę naszej literatury technicznej w dziedzinie szczegółowej kalkulacji kosztów budowy, opartych na jednolitych zasadach. Nie ulega więc wątpliwości, że praca ta dozna życzliwego przyjęcia w szerokich sferach technicznych.

T. K.

POŁĄCZENIE POMIĘDZY BLACHOWNICAMI MOSTOWYMI I JEZDNIĄ ŻELBETOWĄ.

Dr Józef Krebitz w ciekawym artykule zamieszczonym w czasopiśmie „Beton u. Eisen“ (Heft 14) z dn. 20 lipca 1938 rozpatruje bardzo proste i tanie połączenie dźwigarów mostowych z jezdnią żelbetową, które zapewnia ich współpracę. W mostach drogowych o rozpiętości 20 — 30 m, składających się z szeregu blachownic stalowych połączonych jezdnią żelbetową zauważono, że przy odpowiednim połączeniu tych elementów, rzeczywista strzałka ugięcia jest o wiele mniejsza od obliczonej — o ile w obliczeniu za przekrój pracujący uważać tylko przekrój blachownicy. Wskazuje to, na rzetelną współpracę płyty żelbetowej z dźwigarami.

W moście *Ersterzoga Johanna w Bad Aussa* połączenie to było zapewnione w ten sposób że do górnej krawędzi blachownic były przypawane płaskowniki. Płaskowniki te były przewidziane celem przepuszczenia przez powstałe w ten sposób otwory strzemion, jak to wskazuje rysunek.

Przy zastosowaniu tej konstrukcji największą wagę trzeba zwracać na obliczenie sił ścinających w płaszczyźnie połączenia blachownicy z płytą żelbetową.

- Oznaczmy: l — długość jednego strzemiona
 d — średnica strzemion
 u — obwód przypawanego płaskownika zatopionego w betonie
 c — odstęp pomiędzy otworami w tym płaskowniku
 τ — dopuszczalne naprężenie ścinające

Wtedy połączenie wytrzymuje na długości jednego otworu (c) siłę ścinającą T

$$T = (cu + 1d\tau)\tau$$

o ile strzemiona są wygięte pod kątem 45° w obu przekrojach (jak to pokazano na rysunku), to

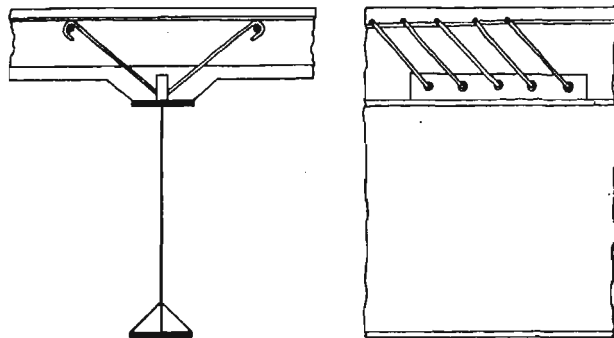
$$T = (cu + \sqrt{2}1d)\tau;$$

Strzemiona rozkłada się w zależności od wykresu sił ścinających.

Mierzono ugięcie mostu *Ersterzoga Johanna* było 4,356 mm, tymczasem strzałka obliczona w przypuszczeniu, że za przekrój nośny uważa się tylko przekrój blachownicy, wynosiłaby 10,951 mm. W ten sposób połączenie blachownic z płytą żelbetową zmniejsza strzałkę o 60%.

Konstrukcja zastosowana przy budowie emwanego mostu jest bardzo oszczędna, ponieważ blachownice wykorzystuje się jako rusztowanie dla betonowania płyty. Trzeba tylko pamiętać przy obliczeniu naprężeń w stali, że moment powstały od ciężaru własnego blachownic i jeszcze niestężonej płyty przenosi tylko belka żelazna, i dopiero ciężar samej jezdni oraz ciężar ruchomy — bierze na siebie cały przekrój złożony w całości.

Przy obliczeniu strzałki ugięcia autor przyjmuje założenie, że wszystkie blachownice są jednakowo odporne na wyginanie oraz że belki poprzeczne są zupełnie sztywne. Stąd wynika, że poszczególne belki mogą mieć i mają róż-



ne strzałki ugięcia, przy czym wielkości strzałek zmieniają się prostoliniowo. Autor podaje kąt nachylenia tej prostej do poziomu i oblicza jaką część całego obciążenia przyjmują poszczególne belki. Z obliczeń tych wynika, że belki skrajne pracują w najgorszych warunkach, ponieważ jedna z nich ma zawsze maksymalną strzałkę ugięcia — chyba że kąt nachylenia wykresu ugięć równa się 0 tj. każda blachownica ma to samo ugięcie.

Z tego powodu autor zaleca nie dawać blachownicom skrajnym przekroju słabszego niż mają blachownice pośrednie, jakby to wynikało z obliczenia bezpośredniego obciążenia na poszczególne blachownice.

NOWE BADANIA WYTRZYMAŁOŚCI MOSTÓW.

Do ostatnich czasów przy badaniu nowego mostu przyjęto było obciążać go tym ruchomym obciążeniem, na które ten most był obliczony. Mierzono przy tym strzałkę ugięcia mostu. O ile strzałka ta była większa od strzałki wynikającej z obliczeń — szukano w moście defektów.

Sposób ten jednakże nie dawał możliwości znalezienia jakiegos źle wykonanego szczegółu, ponieważ szczegół ten mógł zupełnie nie mieć wpływu na strzałkę ugięcia mostu.

Od pewnego czasu prędkości ruchu pociągów stale powiększają się. Z drugiej strony coraz częściej spotykają się mosty spawane, w których o wiele łatwiej o jakąś usterek niż w mostach nitowanych. Trzeba więc było zastąpić stary sposób badania mostów innym sposobem, który dawałby większe możliwości wykrycia usterek w konstrukcji. W związku z tym zastosowano wibratory, które zmuszają most do drgań. W wypadku kiedy wszystkie części mostu wykonane są bez usterek i nie są zbyt mocno naprężone, most posiada stosunkowo wysoką elastyczność, a więc amplituda drgań zmniejsza się bardzo powoli.

O ile odwrotnie naprężenia w moście są zbyt wygórowane i zwłaszcza o ile spawane miejsca są popękane — absorbuje to znaczną część energii podczas drgań, elastyczność mostu zmniejsza się i amplituda drgań spada o wiele prędczej. Daje to możność zlokalizowania usterek konstrukcji. W Niemczech już od 1938 zaczęto stosować próby wibracji mostów, przy czym przekonano się o ich prostocie, oszczędności i korzyści.

Konstrukcja samego wibratora jest bardzo prosta. Składa się on z dwóch ciężkich mimośrodków, które się kręcą w odwrotnych kierunkach. Zmieniając prędkość obrotów oraz mimośrodek, można zmienić częstotliwość oraz amplitudę drgań.

Żeby zrobić próbę mostu za pomocą wibracji, wibrator musi być przymocowany do konstrukcji i puszczonego w ruch stopniowo zwiększając częstość obrotów, mierząc przy tym zaabsorbowaną energię przy różnych częstościach drgań.

Energia zaabsorbowana przez wibrator osiąga swego maksimum kiedy zachodzi zjawisko rezonansu. Od tej energii trzeba odjąć energię zaabsorbowaną przez wibrator, kiedy on nie jest przymocowany do mostu i pracuje na martwym biegu. Daje to możliwość ustalenia tzw. współczyn-

nika amortyzacyjnego, który wg danych kolei niemieckich musi równać się dla mostów spawanych 0,02 — 0,2 i dla mostów nitowanych 0,05 — 0,5.

Jeżeli z próby wynika, że współczynnik amortyzacyjny jest większy niż trzeba, mierzy się naprężenie różnych elementów mostu i zwraca się specjalną uwagę na spoiny.

(Inż. K. Bernhardt „Bulletin du Congrès des Cl. de F.” Nr 7).

OD REDAKCJI

*Następny tj. 4 numer „INŻYNIERII i BUDOWNICTWA”
ukaze się w normalnej objętości dnia
15 października b. r. i zawierać będzie
szczegółowe sprawozdanie
z IV ZJAZDU INŻYNIERÓW BUDOWLANYCH w Gdyni.*

.....a jednak najlepiej grzeją piece z kafli stalowych

„PIECE SZRAJBERA”

WARSZAWA,
ul. Bracka Nr 11, m. 2, tel. 9.20-33.

SP. Z O. O.

Komitet Redakcyjny: Prof. S. Bryła, Inż. E. Brenneisen, Dr T. Kluz, Inż. J. Nechay, Prof. W. Zenczykowski.

Redaktor Naczelny: Inż. Dr Tomasz Kluz.

Redaktor Techniczny Inż. W. Kędziński.

Okładka i układ graficzny Inż. arch. H. Wołyńska.

Redakcja i Administracja: Warszawa Mazowiecka 4 m. 5, czynna w poniedziałki, środy, piątki, godz. 17 — 19, tel. 5-17-85.

Prenumerata: rocznie zł 20,—, dla członków Zw. Pol. Inż. Bud, zł 8,—. Numer pojed. zł 2,—, dla członków Zw. Pol. Inż. Bud. zł 1,—. Prenumeratę należy wpłacać na konto PKO. Nr 29.787 Związek Pol. Inż. Budowlanych. Zmiana adresu gr 50.

Ogłoszenia: cała strona zł 275,—, ½ strony zł 150,—, ¼ strony zł 80,—. Okładka 30% drożej.

Wydawca: Związek Pol. Inż. Budowlanych.

Redaktor odpowiedzialny: Inż. Dr Tomasz Kluz.

Zakłady Graficzno-Introligatorskie J. DZIEWULSKI, Warszawa, Mariensztadt 8. (gmach własny)

BIULETYN ZWIĄZKU POLSKICH INŻYNIERÓW BUDOWLANYCH

Nr 8-9

SIERPIEŃ — WRZESIEŃ

1938 R.

REDAKTOR: INŻ. JERZY NECHAY ADR. RED.: WARSZAWA, MAZOWIECKA 4 m. 5

Sekretariat Związku urządza: poniedziałki, środy, piątki, godz. 16-18 tel. 517-85-Konto P.K.O. Nr 29-787

POSADY OFIAROWANE

1. Dyrekcja Lasów Państwowych w Siedlcach poszukuje kandydata na stanowisko kierownicze w dziale budownictwa. Od kandydata poza wyższymi studiami fachowymi wymagana jest przynajmniej kilkuletnia praktyka budowlana, wiek do lat 45, uzdolnienie, energia i umiejętność organizowania i prowadzenia robót budowlanych. Warunki płacy do uzgodnienia.

Do dnia 20 września b. r. należy złożyć podanie do Dyrekcji z życiorysem, zaświadczenia z pracy, fotografię, i podać warunki oraz nazwiska osób, które mogą udzielić opinii.

2. W Okr. Urzędzie Budownictwa Nr IX Brześć n. B. — Twierdza, są do objęcia od zaraz wolne posady dla inżynierów, architektów i budownictwa lądowego za wynagrodzeniem 450 zł miesięcznie. Kandydaci na pow. posady winni złożyć podania z życiorysem i uwierzytelnionymi odpisami dyplomu, metryki urodzenia, książeczki wojskowej i świadectwa z odbytych praktyk.

SPROSTOWANIE

W sprawozdaniu Oddziału Lwowskiego umieszczonego w Nr 5 Biuletynu podano omyłkowo zły tytuł referatu wygłoszonego przez p. inż. Franciszka Bojana. Tytuł wygłoszonego referatu brzmiał: „Konstrukcje drogowe nawierzchni asfaltowych“.

NADZWYCZAJNY ZJAZD DELEGATÓW

Korzystając z okazji Zjazdu w Gdyni, Zarząd Główny wystąpił z inicjatywą zwołania Nadzwyczajnego Zjazdu Delegatów. Na wniosek Oddziałów: Warszawskiego, Łódzkiego, Gdynińskiego, Poznańskiego i Lwowskiego uchwalono na posiedzeniu Zarządu Głównego dn. 19. sierpnia br., zwołanie Nadzwyczajnego Zjazdu Delegatów do Gdyni na dzień 11 września 1938 r. godz. 8 rano w lokalu Kolejowego Przystanku Wojskowego, ul. Jana z Kolna z następującym porządkiem obrad:

1. Przyjęcie protokołu poprzedniego pierwszego Zjazdu Delegatów,
 2. Zmiana statutu — wniosek Oddziału Poznańskiego,
 3. Podwyższenie opłat członkowskich w Związku z wydaniem pisma i jego obowiązkowa prenumerata dla członków,
 4. Wniosek Zarządu Głównego i Oddziału Lwowskiego o nadanie godności członka honorowego prof. Bratro.
 5. Ustalenie terminu i miejsca następnego Zjazdu Naukowego Związku,
 6. Współpraca Oddziałów z Komitetem Redakcyjnym: „Inżynieria i Budownictwo“,
 7. Sprawy bieżące i wolne wnioski.
- Wniosek Oddziału Poznańskiego brzmi:

„Część II, p. 2. Statutu Związku uzyskuje brzmienie następujące: „członkami zwyczajnymi Związku mogą być wszyscy inżynierowie Polacy, wyznania chrześcijańskiego lub mahometańskiego, posiadający dyplomy“ — dalej według brzmienia Statutu“.

ZEBRANIE INFORMACYJNE

Korzystając z okazji Zjazdu w Gdyni, Zarząd Główny organizuje zebranie informacyjne dla członków Związku. Zebranie odbędzie się w sobotę dn. 10 września br. o godz. 19-tej po skończonych obradach sekcyjnych. Tematem dyskusji na Zebraniu będą aktualne sprawy zawodowe, uprawnień i wynagrodzeń, prace N.O.I.; sprawa ustawy przemysłowej itp.

NEKROLOG

Dnia 21 lipca 1938 r. zmarł ś. p. pplk. inż. Kazimierz Strok'a, współzałożyciel, a ostatnio Prezes Krakowskiego Oddziału Związku Pol. Inżynierów Budowlanych. Cześć Jego pamięci!

RURY BETONOWE ODŚRODKOWO PRASOWANE
SĄ WYSOKIEJ JAKOŚCI

» TERRALIT «

KIELECKA FABRYKA WYPRAW SZLACHETNYCH I SZTUCZNEGO KAMIENIA

BIURO: KIELCE, NIEPODLEGŁOŚCI 41
TELEFON 11-18. SRZYŃKA POCZ. 329
KATOWICE: PL. MIARKI 7—Tel. 334-50
WARSZAWA: ZŁOTA 27/6—Tel. 5-98-71



Zaprawa Fasadowa do cyklinowania i natrysku szlachetna

Sztuczne kamienie do dlutowania i groszkowania

Sztuczne Piaskowce do szlifowania i sztampowania

Sztuczne granity do mytych tynków

Materiał, gwarantowanej trwałości dostarczamy w wielu odcieniach i kolorach.

- 1) Bezpłatne porady fachowe.
Na życzenie wysyłamy wzory.
- 2) Dostawa szybka i obsługa sprawna.
Ceny konkurencyjne.

49



KAMIENIOŁOMY „CZARNÓW-ŚLICHOWICE”

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

Zarząd:

Kielce, ul. Sienkiewicza 70, tel. 14-85.

Przy kamieniołomach własna bocznicą
do st. kol. KIELCE-HERBSKIE

ROCZNA PRODUKCJA OK. 40.000 TON KAMIENIA
W GATUNKU BITUMICZNYM O WYTRZYMAŁOŚCI
OK. 2.200 kg/cm²

Polecają: różne materiały kamienne do celów drogowych i budowlanych:

łamany w bryłach wymiarów dowolnych;
łtuczeń kolejowy i do nawierzchni drogowych brukowiec znormalizowany; kostkę nieregularną (półbruczek); grys do betonu lub do wałowania jako kliniec.

Dostawa sprawna Ceny konkurencyjne

50

ZAKŁADY MIELENIA MARMURU KIELECKIEGO

JÓZEF URBAJTEL i SYN

BIURO SPRZEDAŻY
KIELCE, UL. SIENKIEWICZA 70
TELEFON 14-85

MARMURY MIELONE krajowe i zagraniczne (grysy szlachetne) we wszelkich kolorach i granulacjach do robót terrazzowych (lustricowych), sztucznego kamienia i tynków szlachetnych.

MĄCZKI MARMUROWE dla celów przemysłowych, drogowych i chemicznych.

MĄCZKI SZPATOWE dla hut szklanych.

GRYSY GRANULOWANE do robót betonowych, żelbetonowych i drogowych (pod walec jako kliniec).

DOSTAWA SPRAWNA

CENY PRZYSTĘPNE

50a