

**TREŚĆ:** Część urzędowa. Część nieurzędowa. St. Bryła: Badania szwajcarskie nad izolacjami mostowemi. — Inż. Dr. A. Chmielowiec: Mechanika cięgien rozpiętych i jej zastosowanie w elektrotechnice i miernictwie. (Dokończenie). — Inż. Dr. Wł. Burzyński: W sprawie przejawów plastyczności przy próbie rozrywania. — Inż. G. Daniłow: Ugięcie maksymalne belki jednoprzęsłowej wolno podpartej. — Inż. J. Bryliński: Budowa dróg i większych mostów ponad 10 m. św. w Województwie Lwowskim. — Wiadomości z literatury technicznej. — Bibliografia. — Różne sprawy. — Zebrania i odczyty w Towarzystwie. — Sprawy Towarzystwa.

## Część urzędowa.

### Ustawy i rozporządzenia.

Dziennik Ustaw Nr. 16 poz. 81. Ustawa z dnia 3 lutego 1931 r. o Państwowym Funduszu Drogowym.

### Zmiany personalne.

#### Mianowania:

W centrali Ministerstwa Robót Publicznych: Dyrektor Robót Publicznych w Łodzi, inż. Bronisław Stawiński, Naczelnikiem Wydziału w M. R. P.

Urząd Wojewódzki (Dyrekcja Rob. Publ.) w Poznaniu: pracownik kontr. inż. Edmund Jasielski — prowiz. radcą budownictwa w VI st. sł.

Urząd Wojewódzki (Dyr. Rob. Publ.) w Nowogrodku: prowiz. referendarz VIII st. sł. inż. Piotr Baranowicz — referendarzem w VII st. sł.

Śląski Urząd Wojewódzki (Wydział Robót Publicznych) w Katowicach: referendarz VII st. sł. inż. Łukasz Obtułowicz — radcą budownictwa w VI st. sł.

Dyrekcja Dróg Wodnych w Warszawie: referendarz VII st. sł. Wacław Kunczyński — radcą budownictwa w VI st. sł.

Dyrekcja Dróg Wodnych w Krakowie: referendarze

VII st. sł. inż. Wincenty Byszewski, inż. Eustachy Hołubowicz, inż. Marjan Bigo — radcami budownictwa w VI st. sł.

#### Przeniesienia:

Kierownik Oddziału w VI st. sł. inż. Władysław Nowak ze Śląskiego Urzędu Wojewódzkiego — do Dyrekcji Dróg Wodnych w Krakowie (z nadaniem tytułu radcy budownictwa).

#### Przeniesienia na emeryturę:

Urząd Wojew. (D. R. P.) w Krakowie: Kierownik Oddziału w V st. sł. inż. Józef Jarosławiecki — z dniem 31 stycznia 1931 r.

Urząd Wojewódzki (D. R. P.) w Białymstoku: radca budownictwa w VI st. sł. inż. Kazimierz Sidorowicz — z dniem 31 stycznia 1931 r.

Urząd Wojewódzki (D. R. P.) we Lwowie: asesor VII st. sł. Jan Wesołowski — z dniem 31 grudnia 1930 r.

Urząd Wojewódzki (D. R. P.) w Toruniu: asesor VII st. sł. Lech Pacanowski — z dniem 31 stycznia 1930 r.

#### Zmarli:

Urząd Wojewódzki (D. R. P.) we Lwowie: asesor VII st. sł. Sylwester Kozuchowski — zmarł dnia 3 lutego 1931 r.

## Część nieurzędowa.

Stefan Bryła.

### Badania szwajcarskie nad izolacjami mostowemi.

Szkody, powodowane w mostach kamiennych, betonowych i żelbetowych przez wodę przeciekającą są bardzo dotkliwe w swych skutkach. Izolacje stosowane dla zapobieżenia temu przeciekaniu często nie wystarczają i po kilku latach zaczynają być nieszczelne. Pomimo zaś wielokrotnych usiłowań, niema dotąd właściwie materiału należycie uszczelniającego, a zarazem stosunkowo taniego. Toteż szwajcarskie koleje państwowe przeprowadziły w roku 1928 szereg badań, dotyczących zachowania się stosowanych najczęściej izolacyj. Z badaniami temi zaznajomiłem się podczas podróży naukowej do Szwajcarji w r. 1929 i pragnę je poniżej opisać.

W celu możliwie wszechstronnego zbadania tego problemu, poddano szczegółowej obserwacji dziesięć obiektów mostowych z dźwigarami obetonowanymi o sześciu różnych gatunkach izolacji. Były to mosty następujące:

A) Izolacje z asfaltu lanego: 3 mosty a mianowicie:

- $A_1$  = Podjazd w Bich nad ulicą Aetz;
- $A_2$  = „ w Brügg;
- $A_3$  = „ w Sobothurn.

B) Izolacje z pilśniowych (filcowych) płyt asfaltowych:

- $B_1$  = Podjazd w Immensee.

C) Izolacje z płyt asfaltynowych:

- $C_1$  = Podjazd w St. Gallen — Brügg;
- $C_2$  = „ w Küsnacht — Erlenbach.

D) Izolacje z płyt asfaltynowych:

- $D_1$  = Podjazd we Frick — Eihen.

E) Izolacje „Isola“:

- $E_1$  = Podjazd w Immensee — Rotkreuz;
- $E_2$  = „ w Ginbiasco — Rivera.

F) Izolacja „Mamut“:

- $F_1$  = Podjazd w Konolfingen.

Celem określenia ewentualnego wpływu ciężarów ruchomych na warstwę izolacyjną, badania przeprowadzono na wszystkich mostach zarówno pod torami jak i obok nich.

Badania przeprowadzono dla dwu typów murów czołowych. Przez typ I będziemy rozumieli mury czołowe betonowe, przez typ II mury czołowe, kryte płytami granitowymi.

#### A) Asfalt lany.

Obiekt  $A_1$ : Wykonany w r. 1919. Wyniki badania: jednostronne przeciekanie krawędzią, połączenie izolacji na nakładkę nieszczelne; przeciekanie jeszcze w czterech dalszych miejscach.

Przyczyny: rysy w warstwie ochronnej zaprawy cementowej, a w następstwie tego wypłukanie asfaltu lanego. Wyżłobienia są gdzieniegdzie tak głębokimi bruzdami, że pozostaje zaledwie warstwa 3—6 mm gruba, przez którą woda może łatwo przeniknąć. Byłoby jeszcze gorzej, gdyby te miejsca nieszczelne nie zostały zamulone.

Objekt  $A_2$ : Wykonany w zimie 1919 r.; typ II.

Wyniki badania: Przepiękanie obustronne krawędziowe; oprócz tego trzy mniejsze miejsca przepiękania ku środkowi mostu a trzy ku przyczółkom. Nadto oznaki wypłukania pod fugami dylatacyjnymi i rysy w warstwie izolacyjnej, jednakowoż mniejsze, niż przy  $A_1$ . Miejscami kupki piasku z powodu niedostatecznego oczyszczenia betonu przed położeniem warstwy asfaltu.

Objekt  $A_3$ : Wykonany w r. 1925; typ I.

Wyniki badania: Jednostronne przepiękanie krawędziowe. Warstwa izolacyjna nietknięta. Warstwa kryjąca cementowa, połączona w fugach roboczych zapomocą siatki drucianej. Przepiękania krawędziowe nastąpiły dopiero w roku 1928.

#### B) Pilsniowe (filcowe) płyty asfaltowe.

Objekt  $B_1$ : Wykonany w r. 1913, typ II.

Wyniki badania: Obustronne silne przepiękanie krawędziowe. Pomimo rys we warstwie ochronnej (3 mm) i w betonie 2 mm jest izolacja zupełnie nietknięta.

#### C) Izolacyjne płyty asfaltowe.

Objekt  $C_1$ : Wykonany w roku 1909, typ II.

Wyniki badania: Obustronne przepiękanie krawędziowe. Większe miejsca nieszczelne ku środkowi mostu.

Przyczyny: Nałożenie warstwy izolacyjnej w stykach też nieszczelne. Niedostateczne uszczelnienie odgraniczeń żwirówki.

Objekt  $C_2$ : Wykonany w r. 1918, typ II.

Wyniki badania: Objekt jest zupełnie szczelny.

#### D) Płyty asfaltynowe.

Objekt  $D_1$ : Wykonany w r. 1913, typ II.

Wyniki badania: Objekt jest całkowicie szczelny.

#### E) „Isola“.

Objekt  $E_1$ : Wykonany w r. 1921, typ II.

Wyniki badania: Objekt szczelny.

Izolacja była wszędzie dobrze przylepiona do betonu (przyczem pod torami lepiej, niż obok). Materiał był dość kruchy, szczególnie pod szynami.

Objekt  $E_2$ : Wykonany w r. 1921, typ II.

Wyniki badania: Objekt jest szczelny z wyjątkiem miejsc w pobliżu fug dylatacyjnych.

Wnioski: Warstwa izolacyjna i ochronna nie została wykonana na blasze pokrywającej fugę, fuga nakryta tylko papą.

#### F) „Mamut“.

Objekt  $F_1$ : Nowa izolacja została wykonana, gdy poprzednia zaczynała przepiękać. Typ II.

Wyniki badania: Stare miejsca przepiękające zostały przez nową izolację zupełnie uszczelnione; natomiast widoczne są nowe przepiękania krawędziowe.

Izolację wszystkich badanych obiektów poddano również badaniu chemicznemu, wykonywując trzydzieści prób.

Po uzupełnieniu tych badań w laboratorjach pod każdym względem doszła komisja do następujących wniosków:

Chemiczne zachowanie się izolacji. Chemja, która z problemem izolacji prawie się nie zetknęła, nie daje dostatecznych wskazówek co do najlepszego składu chemicznego środków izolacyjnych.

Asfalt lany i „Isola“ są stosunkowo mało elastyczne, dlatego nie nadają się do użycia tam, gdzie można spodziewać się większych przesunięć podłoża.

Asfalt lany powinien zawierać 8—10% bitumów i posiadać ciężar gatunkowy 2,2—2,4 t/m<sup>3</sup>. Jeżeli analiza mineralna przez sito stwierdzi zbytnią miślkość to, należy dodać bitumów.

Bitumy powinny się topić w temperaturze + 65°, z dopuszczalnością odchyłek o  $\pm 20^\circ$ . Zupełnie wyjątkowo można dopuścić + 40° C. Jeżeli warstw bitumów jest więcej, można celowo je porządkować wedle temperatur topliwości. Nieraz bowiem zaczynają bitumy rozpuszczać się już przy temperaturach niższych, niekiedy nawet przy 20° C. W takim razie dla topliwości 40° C. mogłaby izolacja ulegać zepsuciu już w temperaturze 20° C.

Drobny dodatek produktów maziowych jest dopuszczalny, jakkolwiek wogóle kruszeją one prędzej, zwłaszcza przy niskiej temperaturze. Bitumy, narażone na działanie powietrza i słońca, kruszeją z czasem od wierzchu powierzchni ku wnętrzu. Dlatego powinny mieć pewne minimum grubości. We fugach dylatacyjnych i t. p. należy stosować bitumy tylko o wielkiej ciągliwości.

Niezależnie od składu izolacyjnej warstwy, głównymi powodami przepiękania okazały się: nieszczelność połączeń, zakładek i styków warstwy izolacyjnej, oraz nieszczelność murów czołowych.

Cementowa warstwa ochronna chroni izolację od wciśnięcia się w nią żwiru. Jednolita jest lepsza od złożonej z poszczególnych płyt. Wskazaniem jest wzmacnianie warstwy cementu siatką drucianą zwłaszcza przy asfalcie lonym, celem uniemożliwienia powstawania rys, a przynajmniej ich rozszerzania się. Taka siatka jest niezbędna na powierzchniach stromych i wtedy należy ją nadto zakotwić w miejscu mniej stromem. Przy nakładaniu warstwy ochronnej, należy uważać, ażeby nie uszkodzić izolacji.

Zarówno asfalt lany jak i płyty asfaltowe wykazywały nieszczelność na stykach. Przy obu tych izolacjach należy zatem styki wykonywać specjalnie starannie.

#### Nakładanie asfaltu lanego.

Próby wykazywały, że braki, wykazane zwłaszcza przy obiekcie  $A_2$ , nie mogły być spowodowane niską temperaturą podczas wykonywania. Szczelność tę można uzyskać nawet przy jeszcze niższych temperaturach, przy zastosowaniu poprzedniego podgrzania miejsc styku, co jednak musi być wykonane z wielką ostrożnością. Należy bardzo uważać, ażeby przy nanoszeniu asfaltu lanego na zmarznięty beton nie tworzyły się pęcherzyki powietrza. Dlatego wskazane jest posypanie powierzchni solą i następnie należyte osuszenie zapomocą trocin. Można zastosować wypalanie płomieniem. W każdym razie musi się ją następnie należyście oczyścić. Lepiej jednak powłokę wykonać przy wyższych temperaturach.

W miejscach pochyłych asfalt lany nie nadaje się. Polepszy nieco sytuację użycie siatki drucianej celem wstrzymania odpływu masy asfaltowej.

Bardzo dobre są wogóle płyty izolacyjne, wykonywane fabrycznie i układane na zakładkę. Jednakowoż i ten sposób ma też swoje wady. Przedewszystkiem wykonanie takiej izolacji o dokładnie jednakowej grubości jest b. trudne, a oprócz tego mogą tu wystąpić nierównomierności w nanoszeniu i w materiale. Uważać należy w każdym razie, aby używać tylko elementów dobrze impregnowanych.

O ile robota zostanie wykonana z należytą umiejętnością i uwagą, to też przy fabrycznie wykonywanych płytach izolacyjnych można uzyskać zupełnie szczelne połączenia na zakładki. Należy tylko nanieść masę klejącą tak na części nakrytej, jak i nakrywającej. Po zlepieniu się obu części musi się szew tak długo ogrzewać, aż obydwie części zostaną wtopione jedna w drugą, poczem należy całą powierzchnię styku powlec gorącą masą klejącą.

Z powyższego wynika, że dobroć izolacji zależy nie tyle od wybranego systemu, ile raczej od dobrego wykonania. Nie można zatem żadnego sposobu specjalnie polecać lub wykluczać.

#### Naklejona i wolno leżąca warstwa izolacyjna.

Izolacja naklejona ma tę dobrą stronę, że w razie tworzenia się w niej bruzd, woda nie może się przedostać

pod warstwę izolacyjną, ale z drugiej strony w razie pęknięcia podłoża izolacji możliwość tworzenia się w niej rys jest dużo większa niż przy izolacji wolno leżącej. Dlatego należy raczej polecać izolację wolno leżącą, a izolację naklejoną stosować tam, gdzie niema obawy o pęknięcie i tworzenie się rys w podłożu. Naklejać należy też izolację tam, gdzie jest możliwe wsiąkanie boczne wody lub zesuwanie się (n. p. portje na krawędzach lub przy większych spadkach). Należy nakładać izolację przy suchej pogodzie i na suchym podłożu.

Przed nałożeniem izolacji beton powinien też być przynajmniej 8—10 dni.

#### *Wpływ obciążeń na izolację.*

Działanie sił cisnących pod szynami nie wywarło ani polepszenia ani pogorszenia się izolacji. Zmienne grubości izolacji w obiektach  $A_1$  do  $C_2$  nie pochodzą z tego powodu. Nie jest wykluczone może działanie takiego ciśnienia przy  $D_1$  i  $F_1$ , chociaż nie można go udowodnić. Przy  $E_1$  i  $E_2$  (Isola) izolacja pod szynami była twardsza i kruchsza, lecz nie bardziej przepuszczalna, niż w innych miejscach. Przy  $F_1$  (Mamut) z powodu tego działania masa została silnie przyklejona do betonu.

#### *Mury czołowe.*

Typ I. Mury czołowe betonowe. Przesiákanie wody powstaje tu z powodu przepuszczalności betonu, oraz z powodu rys powierzchniowych na powierzchni murów czołowych i przy słupach poręczowych. Również może się woda przedostać stosunkowo łatwo pod warstwę izolacyjną, o ile niema dostatecznej przyczepności pomiędzy betonem i izolacją.

Typ II. Mury czołowe kryte płytami kamiennymi. Woda może się łatwo przedostawać pomiędzy fugami ciosów. Przesiákanie może też być spowodowane tworzeniem się rys pomiędzy ciosami kamiennymi i betonem.

#### *Usunięcie przeciekania.*

Przy typie I. Należy szczególnie od strony wewnętrznej wszystkie otwory szczelnie zalepić, dobrze je wygładzić i powlec warstwą izolacyjną. Ażeby zaś uniknąć wsiákania wody pod warstwę izolacyjną, należy uszczelnić te miejsca zapomocą specjalnego kitu, tworząc przez to połączenie nieprzepuszczające wody pomiędzy warstwą izolacyjną i betonem.

Przy typie II. Podobnie i tu należy, celem uszczelnienia miejsc przepuszczających wodę, nałożyć warstwę kitu pomiędzy warstwą izolacyjną i betonem. Również kitem należy uszczelnić miejsca stykowe płyt.

#### *Zalecenia co do wykonania murów czołowych.*

Ażeby uniemożliwić przesákanie wody przez warstwę izolacyjną do betonu, poleca się następujące sposoby wykonania murów czołowych:

##### *I a) Mury czołowe betonowe, (rys. 1).*

Główną zaletą tego sposobu jest to, że słupy poręczowe nie przebijają warstwy izolacyjnej. Dla mostów o rozpiętości ponad 8 m, w których zgrubienia warstwy ochronnej wykonano jako płytę uzbrojoną, poleca się warstwę tę przerwać, fugę w dolnej części na wysokości 3 cm zakitować i następnie zupełnie zamknąć zapomocą zaprawy cementowej, przez co uniemożliwia się tworzenie rys.

Wsiákanie wody na wąskim pasku betonu spadającym nazewnątrz, nieizolowanym, jest zupełnie nieprawdopodobne. Warjant przedstawia proste a pewne uszczelnienie blachą miedzianą.

I b). Ustrój I b) jest bardziej skomplikowany. Zewnętrzny wąski pasek betonu należy powlec powłoką izolacyjną. Miejsca, w których słupy poręczowe wchodzą w beton, należy szczelnie zakitować.

I c). Zasada podobna jak przy II a). Płyta nakrywająca jest tutaj żelbetowa i związana z konstrukcją niosącą zapomocą pionowego uzbrojenia, które w miejscach przebiecia izolacji należy bardzo starannie uszczelnić. Celem uzyskania ciągłości izolacji zastosowano blachę miedzianą. Przy użyciu asfaltu lanego blach ta odpada. Jednakowoż należy w tym wypadku żelaza, przecinające otwory, jeszcze osobno dokładnie zakitować zapomocą obrączek z kitu.

I d). Sposób gorszy, gdyż nanoszenie asfaltu na jakąkolwiek inną warstwę izolacyjną bitumiczną nastęrcza zawsze techniczne trudności, bowiem temperatura wylewania asfaltu mogłaby ją uszkodzić, zaś użycia samego asfaltu lanego nie można polecać ze względu na łatwe tworzenie się rys w tymże.

#### *Mury czołowe kryte płytami granitowymi, (rys 2).*

II a). Celem nakrycia jedyne, przy tym sposobie wykonania, niechronionego pasu (ok. 7 cm) daje się blachę miedzianą. Styki tej blachy lutuje się i spawa. Przyklepienie blachy do warstwy izolacyjnej tworzy warstwę nieprzepuszczalną. Po nałożeniu płyt granitowych, wystający koniec blachy wygina się do góry. W odmianie I i II blacha miedziana zakończona jest w pętlicę, umieszczoną i ukrytą wystającym lub specjalnie wyżłobionym nosem w płytach granitowych.

II b). Tu uzyskujemy całkowitą nieprzepuszczalność przez zakitowanie fug płytowych. Szerokość fugi powinna wynosić ok. 1½—2 cm, a wysokość kitowania we fugach conajmniej 3 cm. Pomiedzy płytę i warstwę ochronną ustawia się pas kitu, celem uzyskania szczelności. Cwierćkołowka chroni kit przed zniszczeniem przez szuter i t. d. Umieszczona jest ona na specjalnym cokoliku, tak, ażeby odstęp pomiędzy warstwą ochronną i dolną powierzchnią ćwierćkołowki wynosił ok. 1 cm, dla odpływu wody.

II c). Zasada ta sama co II b). Jedyna różnica leży w tem, że warstwa kitu jest chroniona tylko przez warstwę ochronną, która wobec tego sięga aż do płyt granitowych, ponad kit. W obu przypadkach (II b) i II c)) można izolację umieścić już po wmurowaniu płyt granitowych, co jest bardzo wygodne.

II d). Ustrój najdroższy, a to przez to, że i na stronie wewnętrznej płyt muru czołowego wykonany jest nos. Kitowanie fug jak II b) lub II c).

Przy warjantach II b), II c) i II d) jest konieczne, ażeby kit był plastyczny i szczelnie przyklejał się do kamieni.

#### *Odgraniczenie żwirówki przy nisko leżących chodnikach.*

III a). (rys. 3). Dla ochrony płyty przed pęknięciem należy ją uzbroić (część chodnikową). Przy większych rozpiętościach należy dać fugi co 3—4 m.

#### *Nakrycia fug dylatacyjnych, (rys. 4).*

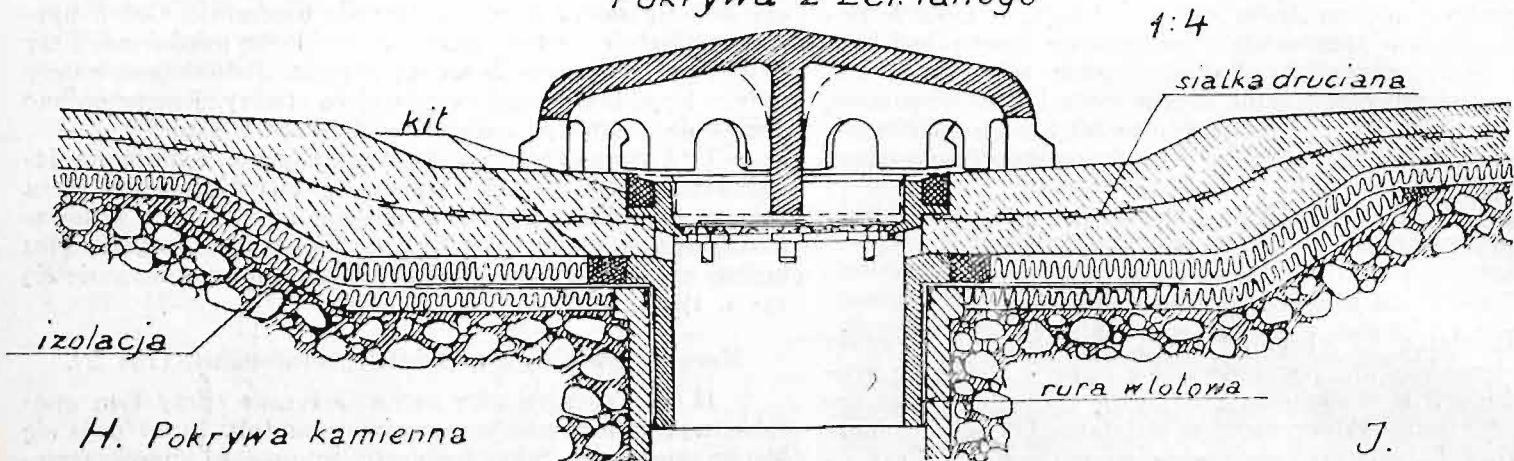
Projekt A). Blacha miedziana tworzy ponad fugą sprężyste podłoże dla warstwy izolacyjnej. Otwór we warstwie ochronnej należy wypełnić kitem, na którym spoczywa blacha galwanizowana, pokryta paskiem izolacyjnym. Całość jest nieco wzniesiona celem umożliwienia odpływu wody na obie strony.

Projekt B). Blacha miedziana jest tu przytwierdzona do dwu łąt ciągłych, zatem są dopuszczalne oprócz pionowych też i minimalne przesunięcia poziome. Zamiast blachy żelaznej przewidziana jest pokrywa betonowa. W razie ewentualnego złego funkcjonowania powyższej konstrukcji, tworzy jeszcze kit ponad drewnianymi łątami dostateczną ochronę przeciw przesákananiu wody.

Projekt C). Pomiedzy warstwą izolacyjną i blachą miedzianą wstawia się woreczek z kitem celem zwiększenia elastyczności podłoża. Na końcach blacha jest zagięta.

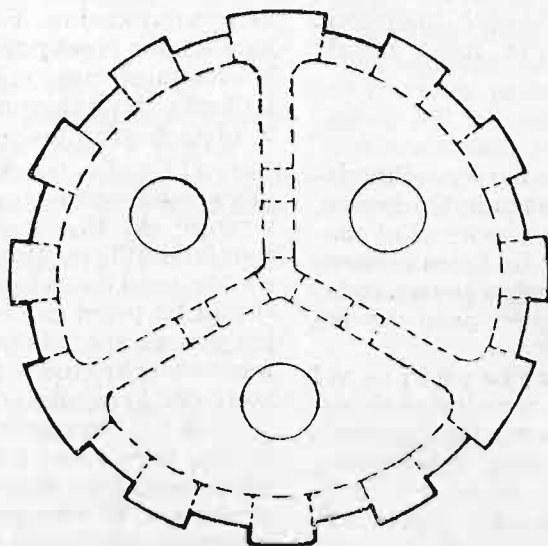
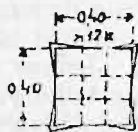
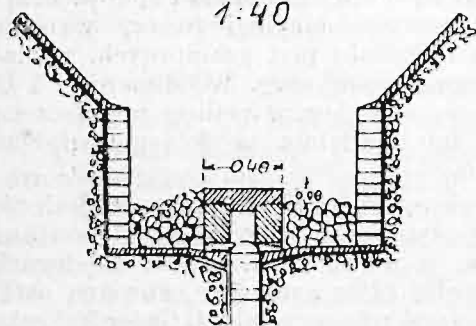
Projekt D). Jeżeli mamy do czynienia z materiałem mniej elastycznym, można warstwę izolacyjną przerwać. Podniesienia uzyskać tu nie można. Lepszy jest warjant

G.  
Pokrywa z żel. lanego



H. Pokrywa kamienna

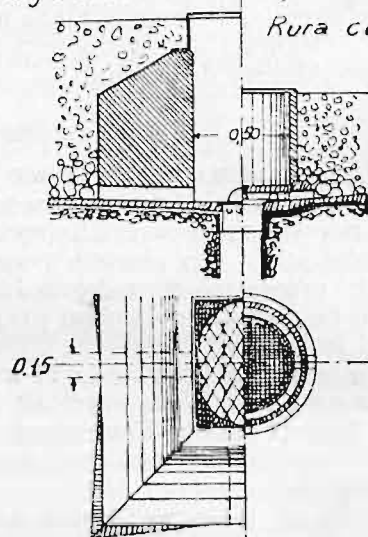
1:40



Rys. 6.

J.  
Szyb zabelonowany

Rura cement.



Podziatka 1:40.

z blachą. Woreczek z kitem można dać większy lub mniejszy zależnie od oczekiwanych przesunięć poziomych.

Rury odwadniające, (rys. 5 i 6).

Dookoła rur odwadniających były wogóle zawilgocone pierścienie, co świadczyło, że obecny sposób urządzeń rur odwadniających nie odpowiada wymogom. Przy poszukiwaniu za nowym sposobem należałoby się ograniczyć do jednego tylko typu, a to ze względów praktycznych, chociaż może być ich więcej, jak wskazują rys. 5 i 6. Najlepiej nadawałby się sposób, w którym rura odpływowa przykryta jest kratą płaską (B) lub wypukłą (G). Odlewy rur odpływowych i krat najlepiej sporządzać dla 3 światel  $a = 10, 15, 20 \text{ cm}$ . Jeżeli nawet zakitowanie warstwy izolacyjnej nie spełni swego zadania, to i tak podniesiony okrągły pierścień kraty zmusi wodę do przeciekania przez otwory odpływowe, które są zabezpieczone przeciw zamuleniu przez wodę górną zapomocą pierścienia ochronnego. Pomiędzy rurą i warstwą ochronną jest uszczelnienie z kitu. Zamulenie otworów jest mniej możliwe przy kratach wypukłych, które też należy stosować wszędzie tam, gdzie pozwala na to wysokość konstrukcyjna.

Celem jak najlepszej ochrony otworów odpływowych, zrobione są w pionowych ścianach z płyt kamiennych otwory pionowe; zaś otwór górą jest przykryty płytą. Wtedy zbytne jest usuwanie całkowite narzutu kamiennego przy robotach oczyszczających.

Przy typie I są otwory odpływowe całkowicie dostępne.

Podłoże.

Podłoże, na którym ma spoczywać izolacja, powinno być gładkie i suche, a w miejscach, w których występuje zmiana spadku — zaokrąglone.

Warstwa ochronna z zaprawy cementowej (3 cm).

Na powierzchniach stromych należy dać siatkę drucianą. Przy izolacji z asfaltu lanego trzeba włożyć też siatkę drucianą. Fugi robocze założyć trzeba w ukosie lub schodkowo. Użyty cement musi być doborowy. Należy uważać, ażeby nie uszkodzić warstwy izolacyjnej podczas nakrywania jej warstwą ochronną.

Płyty izolacyjne wykonane fabrycznie.

Obydwie części płyt powinny przylegać szczelnie, a szwy należy ogrzewać z wielką ostrożnością, poczem trzeba jeszcze miejsce zakładki przeciągnąć gorącą masą. Płyty z dolną warstwą papierową należy w miejscach, gdzie na siebie zachodzą, uwolnić od papieru. Styki należy przestawiać (co pół zwoju).

Na miejscu budowy należy używać tylko wkładek impregnowanych, a materiał izolacyjny powinien być dostarczony krótko przed rozpoczęciem roboty.

Naklejanie izolacji.

Izolację trzeba przyklejać na krawędziach na miejscach pochyłych i na poszczególnych miejscach.

*Grubość izolacji.*

Asfalt lany nakłada się w dwu warstwach o całkowitej grubości ok. 20 mm. Najmniejsza grubość Isoli 6 mm.

Najmniejsza dopuszczalna grubość izolacji z wkładkami 8 mm. Dopuszczalne odchylenia  $\pm 20\%$ , należy zbadać przez ułkucia.

Inż. Dr. Alfons Chmielowiec.

Mechanika cięgien rozpiętych i jej zastosowanie w elektrotechnice i miernictwie.

(Dokończenie).

**Cięgna napięte.**

Cięgnami napiętymi nazwalimy takie cięgna, których długość różni się od cięciwy t. j. matematycznej odległości podpór o wielkość bardzo małą tego samego rzędu, co wydłużenie sprężyste i termiczne. Są to zatem cięgna płaskie o bardzo małym zwisie, których długość jest praktycznie równa cięciwie, a których kształt jest prawie paraboliczny. Mają one bardzo wielkie zastosowanie w praktyce, zwłaszcza w elektrotechnice.

Prof. Huber (1\* str. 51, równ. 24 b) wyprowadza dla cięgien płaskich formułę:

$$H = cl : \sqrt{12 \left[ 2 \left( \frac{s}{l} - 1 \right) - \left( \frac{h}{l} \right)^2 \right]} \quad (24 b)$$

Wspomnieliśmy we wstępie, że od formuły tej uchylają się cięgna, których różnica wysokości podpór  $h$  jest znaczna. I rzeczywiście dla:

$$\left( \frac{h}{l} \right)^2 > 2 \left( \frac{s}{l} - 1 \right)$$

formuła ta daje wartości urojone. Łatwo zauważyć, że nie jest ona ważna dla cięgien bardzo płaskich t. j. napiętych. Np. dla  $h = 0$  i  $s = l$  wynika z niej  $H = \infty$ . Droga kolejnych przybliżeń przy pomocy wzoru 1\* 24 c:

$$s' = s \left[ 1 + \frac{H}{E F} \right]$$

nie prowadzi tu do celu, gdyż dla  $H = \infty$  wynika stąd  $s' = \infty$ , co wstawione w (24 b), daje  $H = 0$ . Dalej otrzymamy  $s' = s$  i znowu  $H = \infty$ . Zatem równania 3-go stopnia uniknąc tu nie można. Otrzymamy je wstawiając w (24 b)  $s'$  zamiast  $s$  i rozwiązując względem  $H$ . Weil (6\*) sprowadza zagadnienie cięgna o podporach nierównych do podpór równych, uogólniając odpowiednie równania. Postąpimy odwrotnie, t. j. wychodząc z równań, odnoszących się do cięgien swobodnych o podporach nierównych, wyprowadzimy równania ogólne dla cięgien napiętych. Z nich dadzą się łatwo wywieść wzory i dla cięgien o podporach równych, jako szczególnego przypadku. W ten sposób uzyskamy zwartość, a zarazem większą dokładność, o ile tego zajdzie potrzeba.

Wstawiając w (36) długość cięgna odkształconą sprężystości i termicznie, otrzymamy:

$$s + s \omega t + \Delta s = a (\sin u - \sin v), \quad (73)$$

przyczem wg. (33) i (34)  $u = x : a$

$$v = x_1 : a = u - \lambda, \quad (a)$$

jeżeli:

$$\lambda = l : a. \quad (74)$$

Średnie nachylenie cięgna równe jest nachyleniu cięciwy, więc wg. (37)  $k = h : l = \operatorname{tg} \gamma$  (b)

Długość cięciwy niech będzie  $pl$ , to:

$$p = \sec \gamma = \sqrt{k^2 + 1}. \quad (75)$$

Wg. (38)  $k = \sin w, \quad (c)$

więc:  $p = \cos w. \quad (d)$

Jeżeli podstawimy  $u = w + \mu, \quad (e)$

to wg. (a):  $v = w + \mu - \lambda, \quad (f)$

przyczem  $\mu$  i  $\lambda$  są to wielkości bardzo małe.

Wedle Taylora z uwagi na (3), (4), (c), (d), (e) i (f)

jest:  $\sin u = k + \mu p + \frac{1}{2} \mu^2 k + \frac{1}{6} \mu^3 p + \dots$

$$\sin v = k + (\mu - \lambda) p + \frac{k}{2} (\mu - \lambda)^2 + \frac{p}{6} (\mu - \lambda)^3 + \dots$$

Odejmując prawe strony otrzymamy:

$$p \lambda + \frac{k}{2} (2 \mu \lambda - \lambda^2) + \frac{p}{6} (3 \mu^2 \lambda - 3 \mu \lambda^2 + \lambda^3).$$

Jeżeli  $\Phi(kp) = k \left( \mu - \frac{\lambda}{2} \right) + \frac{p}{6} (3 \mu^2 - 3 \mu \lambda + \lambda^2), \quad (76)$

to  $\sin u - \sin v = \lambda p + \lambda \Phi(kp). \quad (77)$

Wstawmy (77) w (73) to z uwagi na (74) będzie:  $s - pl + s \omega t + \Delta s = l \Phi(kp). \quad (78)$

Z powodu płaskości możemy cięgno  $s$  uważać za element  $ds$  o średnim nachyleniu  $\operatorname{tg} \gamma$  i w równaniu (43):

$$\Delta ds = \frac{\sigma_0}{E} dx \sec^2 \vartheta$$

położyć  $dx = l, \sec \vartheta = p$ , więc  $\Delta s = \frac{\sigma_0}{E} lp^3$ .

Wstawmy:  $\sigma = \sigma_0 p, \quad (79)$

to:  $\Delta s = \frac{\sigma}{E} lp. \quad (80)$

Ponieważ:  $\sigma_0 = H : A = ac : A$ , zaś w przybliżeniu, tutaj wystarczającym:

$$p = s : l, \quad (81)$$

to:  $\Delta s = \frac{ac}{AE} sp. \quad (82)$

Rozpatrzmy tu znów zagadnienie sprawdzenia naprężeń i obliczenia strzałki i zagadnienie projektowania, a wreszcie omówimy krótko podpory sprężyste.

1. Sprawdzenie naprężeń i obliczenie strzałki.

Dane  $h, l, s, A, c, E, \omega, t$ ; szukamy  $\alpha, f$ .

Nazwijmy:  $\delta' = \frac{cs}{AE}, \quad (83)$

zaś  $\delta = \delta' p, \quad (83,1)$

to wg. (82) i (74)  $\frac{\Delta s}{l} = \frac{\delta}{\lambda}. \quad (a)$

Nazwijmy:

$$\varepsilon = \frac{s}{pl} (1 + \omega t) - 1 = \frac{s - pl}{pl} + \omega t \quad (84)$$

i podzielmy (78) przez  $l$ , to z powodu (a) będzie:

$$p \varepsilon + \frac{\delta}{\lambda} = \Phi(kp). \quad (b)$$

Jeżeli  $x_3 : a = w$ , to wg. (37) i (38)  $x_3$  jest odcięta punktu, w którym styczna jest równoległa do cięciwy. Dla paraboli punkt ten jest w połowie rozpiętości, czyli:

$$\mu = u - w = \lambda : 2. \quad (c)$$

Podstawmy to w (76), to:

$$\Phi(kp) = p \lambda^2 : 24, \quad (85)$$

więc zamiast (b) będzie:

$$\lambda^3 - 24 \varepsilon \lambda - 24 \delta' = 0. \quad (86)$$

Podstawmy  $z = 10 \lambda \quad (86,1)$

i pomnóżmy (86) przez  $10^3$  to:

$$z^3 + az = \beta \quad (86,2)$$

jeżeli  $\alpha = -24 \varepsilon \cdot 100. \quad (86,3)$

$$\beta = 24 \delta' \cdot 1000. \quad (86,4)$$

Równanie (86,2) łatwo można rozwiązać suwakiem logarytmicznym. Nastawiam początek języka i nitkę okienka na  $\beta$  skali sześciastków, czyli na wartość  $z = \sqrt[3]{\beta}$  skali za-