

FOTOSPRĘŻYSTE BADANIA PRZEKROJU POPRZECZNEGO
ZAPORY FILAROWEJ

ROMAN STEFAN DOROSZKIEWICZ (WARSZAWA)

1. Uwagi wstępne

Przy projektowaniu konstrukcji budowli wodnych decydujące znaczenie dla wyboru najbardziej ekonomicznej konstrukcji i najwłaściwszego kształtu ma prawidłowa ocena stanu jej naprężenia. Jednakże do chwili obecnej nie znamy jeszcze takich metod obliczenia naprężeń, które by umożliwiały dostatecznie dokładne i jednocześnie szybkie wyznaczenie ich w konstrukcjach o bardziej skomplikowanych kształtach.

Istotną pomocą przy rozwiązywaniu tego rodzaju zagadnień są doświadczenia, w szczególności modelowe metody analizy naprężeń [1]. Zasadniczo stosuje się dwa rodzaje modeli, które odtwarzają kształt i obciążenie badanej konstrukcji:

1) modele wykonane z materiału o własnościach mechanicznych zbliżonych do materiału wznoszonej konstrukcji; badając te modele doprowadza się je do zniszczenia; ze stosunku obciążenia niszczącego do obciążenia rzeczywistego, które uwzględniono w obliczeniach danej konstrukcji, ustala się jej współczynnik bezpieczeństwa;

2) modele sprężyste, wykonane w niewielkiej skali z materiałów o innych własnościach niż konstrukcja i obciążone w granicach ich odkształceń sprężystych; w tym przypadku współczynnik bezpieczeństwa oblicza się jako stosunek naprężenia niszczącego materiał konstrukcji rzeczywistej do największego naprężenia wyznaczonego dla niej na podstawie badania modelu («miejscowy współczynnik bezpieczeństwa»).

Pierwszy typ modeli stosuje się w celu wyznaczenia wytrzymałości całej konstrukcji. Ten typ daje bardziej prawidłową wartość rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa pod warunkiem, że:

- a) modele mają dostatecznie duże wymiary;
- b) ich materiał jest podobny do materiału obiektu rzeczywistego pod względem jego własności sprężysto-plastycznych i wytrzymałościowych;
- c) przy badaniu takich modeli aż do ich zniszczenia jest możliwe równoczesne odtworzenie obciążeń, podobnych do działających na konstrukcję rzeczywistą. Spełnienie tych warunków jest jednak przeważnie bardzo trudne do zrealizowania.

Modele drugiego typu (sprężyste) są prostsze w wykonaniu i przez rozpatrzenie kilku wariantów kształtu pozwalają projektować konstrukcje najekonomiczniejsze. Jeśli otrzymane naprężenia nie przekraczają wartości dopuszczalnych, to wytrzymałość konstrukcji jest zapewniona. Można przy tym przyjąć niższą wartość współczynnika bezpieczeństwa, gdyż jest dopuszczalne miejscowe przekroczenie granicy sprężystości betonu.

Jeśli założymy, że praca konstrukcji rzeczywistej odbywa się bez przekroczenia granicy liniowej sprężystości, to upraszczają się znacznie prawa podobieństwa modelowego, umożliwiające przejście od modeli do elementów rzeczywistych. W tym przypadku naprężenia można wyznaczać niezależnie dla poszczególnych elementarnych schematów obciążenia (np. ciężar własny i hydrostatyczne parcie wody), co nieraz upraszcza technikę laboratoryjną przeprowadzenia badań¹.

Tego typu modele stosowane są, między innymi, przy badaniach prowadzonych metodami fotosprężystości.

W ostatnich latach fotosprężystość jest stosowana do badania budowli wodnych w wielu krajach i w bardzo szerokim zakresie. Takie badania pozwalają:

1) wyrobić sobie pojęcie o rozkładzie i wartościach naprężeń powstających w budowlach wodnych pod działaniem zasadniczych obciążeń, występujących w rzeczywistych warunkach ich pracy;

2) ustalić najbardziej celowy kształt i wymiary projektowanych konstrukcji (np. przez stopniową obróbkę tego samego modelu); wyznaczyć słabe miejsca (obszary największych spiętrzeń naprężeń) niebezpieczne dla wytrzymałości konstrukcji; ustalić środki zaradcze dla usunięcia zaobserwowanych w konstrukcji wad;

3) wyjaśnić ekonomiczną celowość rozpatrzonych wariantów konstrukcji i wybrać wariant najwłaściwszy; wykryć istnienie zbytecznych zapasów wytrzymałości w jej elementach lub poszczególnych obszarach; określić współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji w różnych warunkach jej pracy;

4) ocenić stan naprężenia podłoża budowli i zachowanie się jego pod obciążeniem; wyjaśnić wpływ podatności gruntów podłoża (lub wartości ich współczynników sprężystości E) i niejednorodności ich własności mechanicznych na stan naprężenia konstrukcji;

5) ustalić schemat obliczeniowy i sprawdzić słuszność założeń, przyjmowanych w stosowanych metodach obliczenia konstrukcji;

6) określić stan naprężenia konstrukcji o stosunkowo skomplikowanym kształcie i schemacie obciążenia (dzięki możliwości wykonania modelu bardzo małych wymiarów i obciążenia siłami o nieznaczących wartościach);

7) badać również trójwymiarowe (przestrzenne) stany naprężenia.

Dla oszczędności takie badania stosujemy zwykle dla wyjaśnienia jedynie niektórych z wymienionych wyżej zagadnień, mianowicie tych, które dla danego konkretnego przypadku technicznego są decydujące.

¹ Jednakże w przypadkach, gdy wymagane są wyniki w postaci krzywych charakteryzujących stan naprężenia wewnątrz modelu, to superpozycja obliczeniowa wyników uzyskanych dla dwu i więcej schematów obciążenia staje się ogromnie pracochłonna [4,5].

2. Fotosprężyste badania rozkładu naprężeń w przekroju poprzecznym zapory filarowej

2.1. Cel, zakres i przedmiot badań. Głównym celem omawianego etapu badań zapory filarowej była weryfikacja doświadczalna ustalonych przez projektantów przekrojów poprzecznych sekcji zapory: nieprzelewowej oraz przelewowej. Badania objęły:

a) określenie wartości naprężeń na brzegach odwodnym i odpowietrznym zapory jak również wartości spiętrzeń naprężeń w punktach załamania ścian zapory;

b) sprawdzenie czy w korpusie zapory nie występują naprężenia rozciągające (pod obciążeniem, składającym się z parcia wody i ciężaru własnego naprężenia te w zaporze nie powinny wystąpić);

c) wyznaczenie trajektorii naprężeń głównych oraz trajektorii maksymalnych naprężeń stycznych;

d) określenie punktów słabych, niebezpiecznych dla wytrzymałości zapory oraz obecności ewentualnych zbędnych zapasów wytrzymałości.

W celu uzyskania wyników odpowiadających bardziej trójwymiarowemu stanowi naprężenia występującemu w obiekcie, zamiast traktowania go jako zadanie płaskie, badania tego przekroju przeprowadzono na modelu «półprzestrzennym»². Umożliwiło to prawidłowsze wyznaczenie naprężeń dla interesujących nas szczególnie obszarów płasko-równoległych sekcji zapory. Na podstawie badań tego przekroju określono wartości maksymalnych naprężeń na brzegu odwodnym i odpowietrznym.

2.2. Schematy obciążeń. Rozpatrywany przekrój zbadano dla dwu schematów obciążeń: zbiornik pusty – obciążenie tylko ciężarem własnym oraz zbiornik pełny – obciążenie ciężarem własnym i parciem wody.

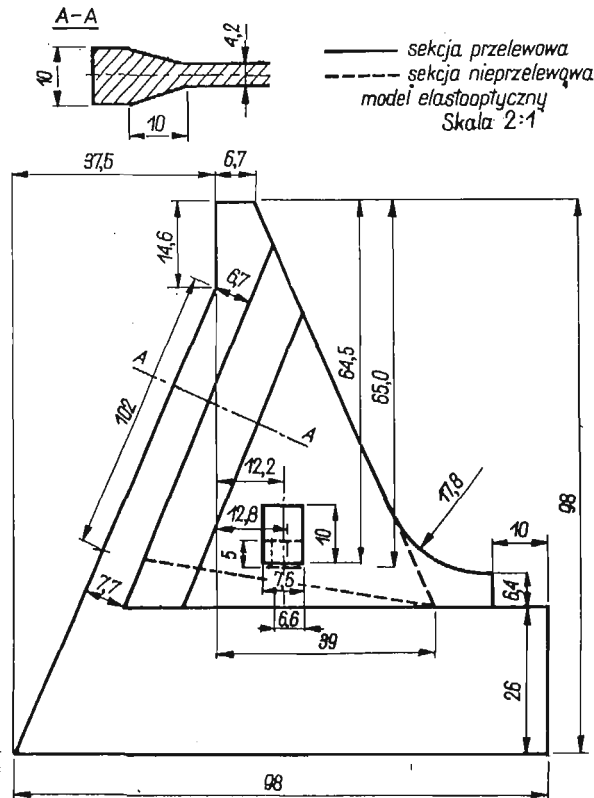
Przyjęto, że korpus zapory jest jednorodny o stałym ciężarze objętościowym $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$.

2.3. Opis przeprowadzonych badań. W omawianym etapie przeprowadzono trzy serie badań modeli dla kształtu zaproponowanego przez projektantów. W ramach serii pierwszej zbadano model przekroju poprzecznego najwyższej sekcji nieprzelewowej zapory. Seria druga objęła badania sekcji przelewowej. Natomiast badania serii trzeciej (rys. 5) przeprowadzono w celu sprawdzenia prawidłowości działania hydraulicznego urządzenia obciążającego (rys. 10) zastosowanego w serii pierwszej dla realizacji zastępczego parcia hydrostatycznego. W badaniach serii trzeciej korzystano z mechanicznego układu obciążającego (rys. 11).

² Mianem modeli półprzestrzennych określono tu modele płaskie o grubości zmieniającej się podobnie jak odpowiednie obszary konstrukcji modelowanej. Modele te wykonujemy przyjmując mniejszą skalę dla grubości niż dla wymiarów w płaszczyźnie modelu. Dzięki temu otrzymujemy zwiększenie obszaru modeli, który można traktować jako obszar płaski. Można przyjąć, że obszary modeli półprzestrzennych, posiadające stałą grubość i dostatecznie oddalone od stref zmiany grubości, znajdują się w płaskim stanie naprężenia.

Kształty oraz wymiary zbadanych modeli («półprzeźrzennych») pokazano na rys. 1. Modele te wykonano z materiału polimeryzowanego we własnym zakresie w Pracowni Analizy Naprężeń IPPT PAN.

Badania serii pierwszej miały następujący przebieg. Stan naprężenia powstający pod działaniem ciężaru własnego modelowano metodą wirowania z zastosowaniem «zamrażania naprężeń». Izochromy całkowite dla tego przypadku obciążenia przedstawia rys. 2. Ten obraz odpowiada czułości optycznej materiału dla temperatury 100°C.



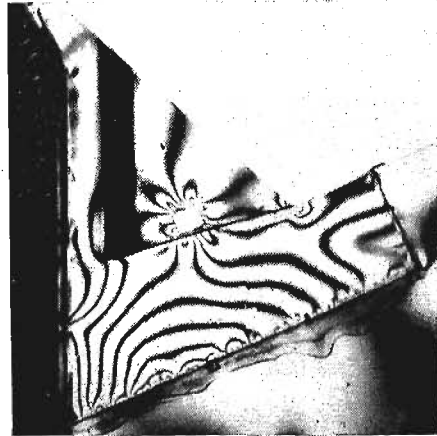
Rys. 1. Kształty oraz wymiary modeli sekcji nieprzelewowej i przelewowej zapory

Następnie do modelu o «zamrożonych naprężeniach» wywołanych działaniem zastępczego ciężaru własnego przyłożono obciążenie trójkątne. W tym przypadku czułość optyczna tego samego modelu jest wielokrotnie niższa, gdyż obciążenie trójkątne przykładamy nie w temperaturze «zamrażania» lecz w pokojowej. W celu więc uzyskania efektu optycznego od zastępczego parcia hydrostatycznego o wartości współmiernej z efektem «zamrożonym» należało obciążenie trójkątne odpowiednio zwiększyć. W ten sposób powstał obraz izochrom dla przypadku jednoczesnego obciążenia ciężarem własnym i parciem hydrostatycznym (rys. 3).

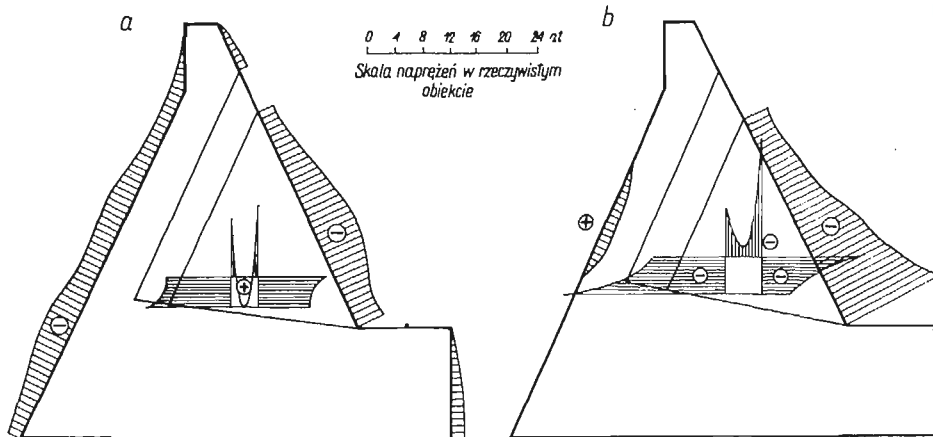
Na podstawie izochrom dla obu schematów obciążenia sporządzono wykresy naprężeń brzegowych (rys. 4). Następnie przeprowadzono badania sprawdzające (serii trzeciej): a) zbadano model obciążony za pomocą układu mechanicznego wywołującego zastępcze parcie hydrostatyczne; b) sporządzono dla tego przy-



Rys. 2. Izochromy całkowite sekcji nieprzelewowej obciążonej ciężarem własnym



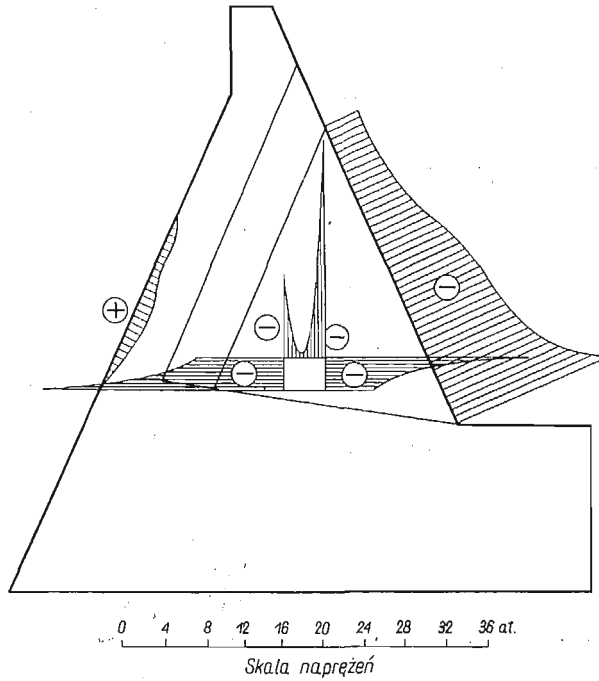
Rys. 3. Izochromy połówkowe sekcji nieprzelewowej od jednoczesnego obciążenia ciężarem własnym i parciem hydrostatycznym



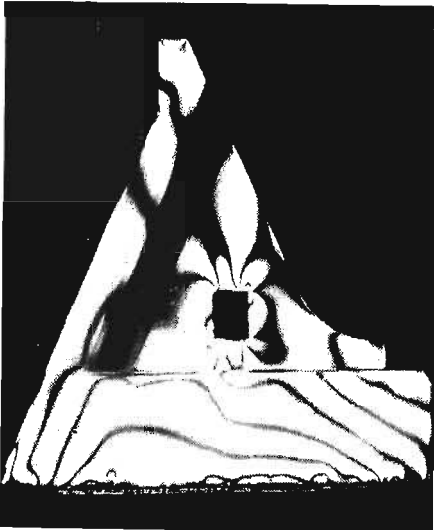
Rys. 4. Wykresy naprężeń brzegów sekcji nieprzelewowej (pierwsza seria badań): a) obciążenie ciężarem własnym; b) jednoczesne obciążenie ciężarem własnym i parciem hydrostatycznym

padku obciążenia wykres naprężeń brzegowych; c) wyznaczono wykres naprężeń brzegowych dla przypadku jednoczesnego działania ciężaru własnego i parcia hydrostatycznego na zasadzie superpozycji (rys. 5).

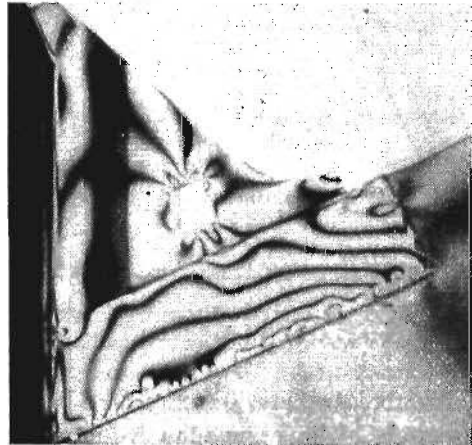
Badanie przekroju sekcji przelewowej zapory (seria druga) przeprowadzono na modelu «półprzestrzennym» w sposób analogiczny do badania przekroju



Rys. 5. Wykres naprężeń brzegowych sekcji nieprzelewowej obciążonej ciężarem własnym i parciem hydrostatycznym, sporządzony na podstawie: a) badań przeprowadzonych z zastosowaniem hydraulicznego urządzenia obciążającego według trójkąta (pierwsza seria badań) — linia przerywana, b) badań sprawdzających (trzecia seria badań) — z użyciem urządzenia mechanicznego — linia ciągła



Rys. 6. Izochromy całkowite sekcji przelewowej obciążonej ciężarem własnym

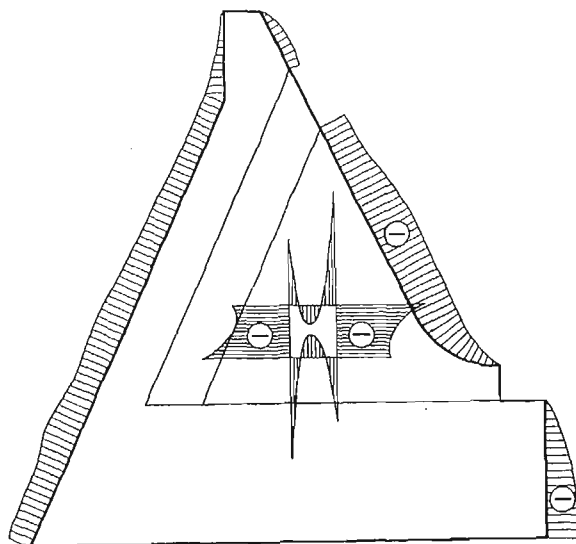


Rys. 7. Izochromy połówkowe sekcji przelewowej od jednoczesnego obciążenia ciężarem własnym i parciem hydrostatycznym

sekcji nieprzelewowej (seria pierwsza). Zdjęcia izochrom i wykres naprężeń brzegowych z tych badań pokazano na rys. 6—8.

2.4. Aparatura specjalna. Podczas omawianych badań zastosowano kilka przyrządów zaprojektowanych i wykonanych specjalnie do tego celu. Niektóre z nich opisano niżej w celu umożliwienia dokładniejszego zaznajomienia się z techniką laboratoryjną badań.

Dla zmodelowania stanu naprężenia powstającego pod działaniem ciężaru własnego korzystać z wirówki wmontowanej wewnątrz komory do wygrzewania plastyków.



0 4 8 12 16 20 24 28 32 at.

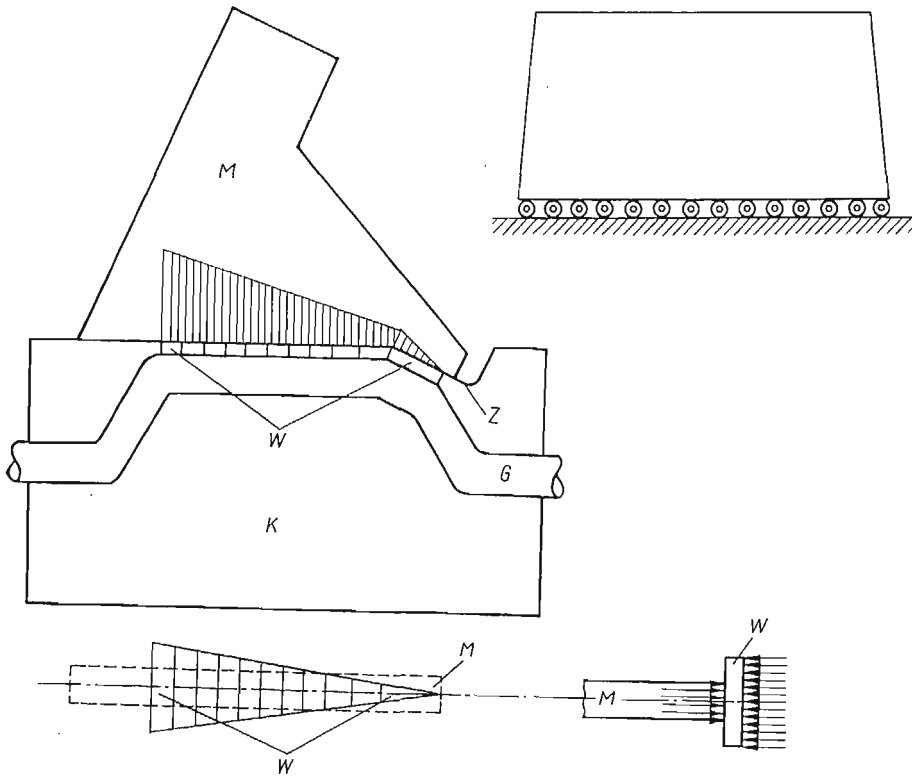
Skala naprężeń w rzeczywistym obiekcie

Rys. 8. Wykres naprężeń brzegowych sekcji przelewowej (druga seria badań) obciążonej ciężarem własnym

Do realizacji zastępczego parcia hydrostatycznego zastosowano nowe, hydrauliczne urządzenie obciążające. Ze względu na zastosowaną technikę badania i wymagane dość znaczne wartości trójkątnego parcia bocznego nie można było oprzeć się na żadnym ze sposobów obciążenia opisanych w literaturze. W związku z tym skonstruowano specjalne hydrauliczne urządzenie obciążające (rys. 9). Urządzenie to umożliwia realizację techniczną liniowo zmiennego obciążenia ciągłego imitującego parcie hydrostatyczne. Wielkość obciążenia jest regulowana w ten sposób, aby można było dobrać «parcie hydrostatyczne» o wartości współmiernej do obciążenia masowego powstającego podczas wirowania z zachowaniem warunków podobieństwa modelowego.

Przyjęto, że maksymalne ciśnienie wywierane na model w miejscu odpowiadającym największej głębokości wody górnej będzie regulowane w zakresie do 200 kG/cm².

Zaprojektowane urządzenie do wywołania parcia hydrostatycznego jest urządzeniem prototypowym o oryginalnym rozwiązaniu konstrukcyjnym, jakiego autor nie spotkał w znanej sobie literaturze z zakresu fotosprężystości. Jest to urządzenie hydrauliczne [pośredniego] działania, którego praca polega na tym, że ciśnienie hydrauliczne przez gumową membranę G działa na wkładkę W składającą się z szeregu oddzielnych elementów stalowych, które z kolei działają na brzeg modelu M za pośrednictwem wyrównującej podkładki gumowej.



Rys. 9. Widok ogólny hydraulicznego urządzenia obciążającego do realizacji zastępczego parcia hydrostatycznego

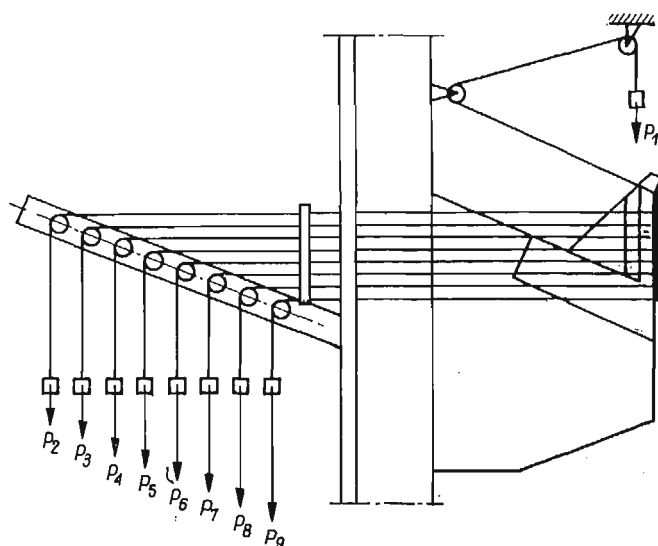
Ogólny zarys kształtu wkładki W jest wykonany wg trójkąta i w ten sposób uzyskać można liniową w przybliżeniu (ze względu na skończoną liczbę elementów wkładki) zmienność obciążenia brzegu. Elementy wkładki umieszczamy w odpowiednim wycięciu korpusu K urządzenia. Wewnątrz korpusu znajduje się gumowy pojemnik poddany ciśnieniu hydraulicznemu, którego wielkość dobieramy stosownie do warunków pomiaru.

Załamane obciążonego brzegu modelu uwzględniono tu przez odpowiednie załamanie z powierzchni korpusu urządzenia.

Dla sprawdzenia i porównania wyników uzyskanych przy użyciu urządzenia hydraulicznego, przeprowadzono badanie sprawdzające realizując obciążenie

hydrostatyczne w sposób mechaniczny przy pomocy linek, bloczków i ciężarków.

Schemat tego urządzenia obciążającego pokazano na rys. 10. Model przyklejono do odpowiednio ukształtowanej płytki i za jej pośrednictwem przy mocowano go do ramy układu obciążającego. Do brzegu «odwodnego» modelu na odcinku obciążonym parciem hydrostatycznym przyłożono 9 płytek o szerokości 7,5 mm (luzy sumaryczne między płytkami wynosiły 0,5 mm). Każda z płytek objęta została żyłką nylonową, którą po przełożeniu przez bloczek obciążono ciężarkiem odpowiedniej wartości.



Rys. 10. Schemat mechanicznego układu obciążającego modelującego parcie hydrostatyczne

Z uwagi na załamanie brzegu «odwodnego» obciążenie ciężarkiem P_1 przyłożono w nieco odmienny sposób aniżeli obciążenia pozostałe, tj. za pośrednictwem dwóch bloczków. Wartości ciężarków od $P_1 = 5$ kg do $P_9 = 24$ kg obliczono przyjmując liniową zmienność obciążenia wraz z głębokością, z zachowaniem warunków podobieństwa modelowego.

Na rys. 11 pokazano izochromy połówkowe uzyskane przy pomocy opisanego urządzenia obciążającego, zastosowanego w trzeciej serii badań.

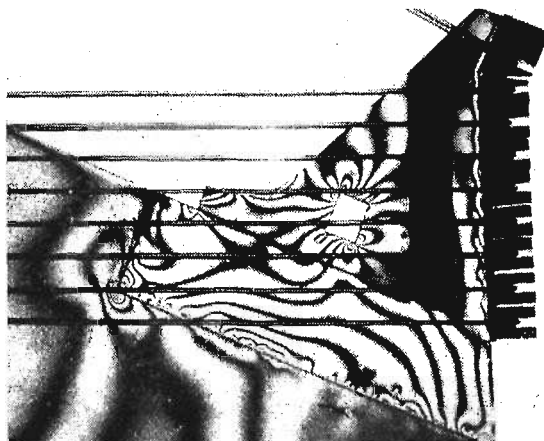
2.5. Wyniki badań. Odnośnie badań nieprzelewowej sekcji zapory (rys. 2-4) pewne wątpliwości budzić może ukształtowanie prostokątnych otworów wewnątrz korpusu zapory. Na brzegach górnym i dolnym tych otworów występują bowiem naprężenia rozciągające o wartości ok. 3 kG/cm^2 .

Badania sekcji przelewowej zapory (rys. 6-8) wykazały, że:

1. W przypadku obciążenia wyłącznie ciężarem własnym rozkład naprężeń na brzegu odwodnym zapory jest zbliżony do równomiernego i wynosi ca 3 at. (w obiekcie). Również rozkład naprężeń wzdłuż odpowiedniego brzegu filara jest zbliżony do równomiernego. Średnia wartość tych naprężeń wynosi ca

6 at. Rozkład naprężeń na brzegu otworu otrzymano zbliżony do rozkładu symetrycznego. Średnia wartość spiętrzenia naprężeń w narożach wynosi ca 10 at, przy czym na dolnych i górnych brzegach otworów występują naprężenia rozciągające o wartości około 3 at.

2. Dla jednoczesnego działania ciężaru własnego oraz parcia hydrostatycznego na brzegu odpowietrznym w dolnej wyokrąglonej części występuje spiętrzenie naprężeń o wartości ok. 20 at. Naprężenie to jest większe, aniżeli naprę-



Rys. 11. Izochromy połówkowe uzyskane przy zastosowaniu mechanicznego układu obciążającego

żenie w narożu odpowietrznym sekcji nieprzelewowej. Przypisać to należy wpływowi otworu, który w sekcji przelewowej ma znacznie większe wymiary.

3. Spiętrzenia naprężeń ściskających w narożach otworu osiągają wartości rzędu 20 at. z tym, że na górnym poziomym brzegu otworu powstają naprężenia rozciągające, wynoszące do 4 at.

2.6. Wnioski i zalecenia konstrukcyjne. Założone przez projektodawców kształt i wymiary przekrojów poprzecznych obu badanych sekcji zapory (przelewowej i nieprzelewowej) uznać należy w zasadzie za prawidłowe. W żadnym punkcie brzegu naprężenia nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla przyjętych marek betonu. Jednakże w celu polepszenia pracy wytrzymałościowej konstrukcji oraz zwiększenia jej pewności byłoby bardzo wskazane wprowadzenie następujących niewielkich zmian:

a) wyokrąglenia wklęsłego załamania ścian sekcji nieprzelewowej zapory po stronie odpowietrznej lub przynajmniej wprowadzenia dwustopniowego załamania;

b) zamiany prostokątnych przekrojów otworów wewnętrznych w korpusach obu sekcji zapory na otwory eliptyczne; w ostateczności wyokrąglenie wszystkich naroży otworów łukami o promieniu nie mniejszym niż 30 cm;

c) zabrojenia konstrukcyjnego przynajmniej górnej i dolnej powierzchni otworów galerii w płaszczyznach poprzecznych do ich osi.

Powyższe zmiany wpłyną niewątpliwie na obniżenie naprężeń na brzegach otworów oraz brzegu odpowiednim rozpatrywanych przekrojów zapory.

3. Uwagi końcowe

Omówione w pracy badania przekroju poprzecznego zapory filarowej stanowią jeden z fragmentów prac naukowo-badawczych Pracowni Analizy Naprężeń IPPT PAN z zakresu badań zapór³ metodami fotosprężystości.

W Pracowni przeprowadzono również metodami fotosprężystości:

3.1. Badania zapory grawitacyjnej o wysokości całkowitej ok. 76 m. Ze względu na szeroki program tych badań całość prac podzielono na cztery etapy:

I. badanie przekroju poziomego (teowego) sekcji typowej;

II. wyznaczanie stanu naprężenia w przekroju poprzecznym zapory najwyższej sekcji nieprzelewowej;

III. badanie przekroju poprzecznego przez komorę zasuw, sekcji przelewowej;

IV. badanie stanu naprężenia sekcji przy siłowni, w przekroju prostopadłym do dylatacji i osi otworu rurociągu doprowadzającego; w szczególności prace te objęły wyznaczenie spiętrzeń naprężeń wokół otworu rurociągu przy zbiorniku pełnym (obciążenie ciężarem własnym i parciem wody) oraz przy zbiorniku pustym (obciążenie samym tylko ciężarem własnym).

3.2. Badania zapory filarowej o wysokości ok. 30 m. Poza omówionymi w niniejszej pracy przeprowadzono:

a) badania rozkładu naprężeń w przekroju prostopadłym do brzegu odwodnego oraz płaszczyzny dylatacji;

b) badania mające na celu wyznaczenie wpływu niejednakowych współczynników sprężystości podłużnej E materiałów zapory i podłoża na rozkład naprężeń w przekroju poprzecznym zapory.

Zagadnieniami zastosowania fotosprężystych badań w budownictwie wodnym autor zajął się także w pracach [2 i 3]. Część wymienionych wyżej badań zapór grawitacyjnych omówiono w dwu pracach [4 i 5]. Dalsze publikacje z dziedziny badań zapór grawitacyjnych i filarowych są w przygotowaniu.

4. Literatura cytowana w tekście

[1] A. A. БОРОВЕЧ, *Проектирование и строительство больших плотин*, Гос. Энерг. Строит., Москва 1958.

[2] R. S. DOROSZKIEWICZ, *Zastosowanie elastooptycznych badań w budownictwie wodnym*, Gospodarka Wodna, 8, Warszawa 1961.

[3] R. S. DOROSZKIEWICZ, *Uwagi na temat zastosowania elastooptycznych badań w budownictwie wodnym*, Gospodarka Wodna, 2, Warszawa 1962.

³ W badaniach tych brali udział: mgr inż. B. Michalski, mgr inż. J. Lietz, inż. L. Korczak, ob. I. Doroszkiewicz, ob. J. Mosak i inni.

[4] R. S. DOROSZKIEWICZ, *Some methods for determining the state of stress in bodies subjected to simultaneous own weight and hydrostatic pressure*, Bull. Acad. Polon. Sci., Série Sci. Techn. 12, 10 (1962).

[5] R. S. DOROSZKIEWICZ, *New photoelastic method for determining the state of stress in dams*, Paper No 9. Symposium on Concrete Dam Models. 14-19 październik, Lizbona 1963.

Р е з ю м е

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОМ ФОТОУПРУГОСТИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ КОНТРОРСНОЙ ПЛОТИНЫ

Во введении обращается внимание на применение двух основных типов моделей; приводятся области пригодности исследований в поляризованном свете в применении к гидросооружениям.

Дальше, в работе рассматривается пример применения исследования в поляризованном свете к экспериментальной проверке принятых проектировщиками поперечных сечений секций контрфорсной плотины.

“Полупространственная” модель выполненная из твердой эпоксидной смолы испытана в двух схемах нагружения: а) только собственным весом, б) собственным весом и гидростатическим давлением. Напряженное состояние вызванное собственным весом моделируется методом вращения с использованием явления замораживания. Картина напряжений в поляризованном свете при нагрузке по схеме в) получена нагружением модели с “замороженной” картиной напряжений от собственного веса соразмерным гидростатическим давлением; для моделирования гидростатического давления применяется специально спроектированное гидравлическое устройство.

Для иллюстрации приведены рисунки изохром, краевых напряжений, а также применяемой аппаратуры. В конце приводятся результаты испытаний, а также выводы и рекомендации по конструкции. Рассмотренные в статье испытания являются частью научно-исследовательских работ по поляризационно-оптическому исследованию двух плотин: контрфорсной и гравитационной. Работы проводятся Лабораторией Анализа Напряжений.

S u m m a r y

PHOTOELASTIC INVESTIGATION OF THE CROSS-SECTION OF BUTTRESS DAM

First the application of the two basic types of models is described and the range of applicability of the photoelastic methods in investigations of water dams is presented.

An example is given of the application of photoelasticity to experimental verification of the cross-sections of a buttress dam as determined by the designers. A “semi-spatial” model made of hard resin was investigated in two cases: loading only a) by its own weight, b) by its own weight and hydrostatic pressure. The state of stress due to its own weight was modelled by the method of rotation making use of the “frozen-stress” method. The photoelastic picture of stresses due to case b) was obtained by loading the model with the “frozen” state of stress due to the weight of the sample by a hydrostatic pressure; to obtain the latter a hydraulic device was employed which was designed for this experiment.

To illustrate the results the isochromes, boundary stresses and the employed apparatus are presented.

Finally the results of the investigations are given as well as conclusions and suggestions concerning the design. The investigations constitute a part of the work of the Stress Analysis Division on photoelastic investigations on two dams: a buttress and a gravity dam.

ZAKŁAD MECHANIKI OŚRODKÓW CIĄGLYCH
INSTYTUTU PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI PAN

Praca została złożona w Redakcji dnia 23 marca 1964.