

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt
1. Mitteilung

DOCKANLAGEN

Trockendocks, Schwimmdocks, Hebevorrichtungen u. s. w.

BERICHT

VON

L. BIELIAWIN

Ingenieur

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169



II-354433

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000317137

Die Trockendocks im Hafen Kaiser Alexander III.

Zwei Trockendocke für Kriegsschiffe im Hafen Kaiser Alexander d. III (bei Libau) sind in den Jahren 1895-1900 erbaut worden. Ihre Hauptdimensionen sind : Länge der Bodenfläche 600 Fuss (182 m 88), Breite des Eingangs 85 Fuss (25 m 90) und Tiefe über der Schwelle 30 Fuss (9 m 14). Beide Docks sind neben einander angeordnet : ihre Axenentfernung beträgt 65,14 Sash. (138 m 62). Zwischen den Docks ist das Maschinenhaus angeordnet mit Wasserpumpen, welche beide Docks bedienen.

Beide Docks öffnen sich nach dem Becken hin, welches speciell zur Reparatur der Schiffe bestimmt ist und mit dem Meere durch einen Kanal in Verbindung steht.

Der Bau der Docks erfolgte in einer ebenen Gegend, welche etwa um 1 m 5 sich über den mittleren Wasserstand erhebt. Beim Bau des ersten Docks, welches Dock der Kaiserin Maria genannt wird, existirte das Becken noch nicht und das Dock wurde im Trocknen ausgeführt, wobei das Grundwasser mittelst Pumpen entfernt wurde; beim Bau des zweiten Docks — der Kaiserin Alexandra — war ein Theil des Beckens schon fertig und die Arbeiten führte man unter dem Schutze eines Streifens noch nicht ausgehobenen Bodens aus, während der Zwischenraum zwischen diesem Streifen und dem schon fertigen Ufer des ersten Docks durch einen besonderen Erdfangdamm, mit gepflasterten Böschungen, gedeckt wurde.

Erdarbeiten. — Der örtliche Boden bestand aus einer oberen Schicht feinen Dünensandes, in einer Mächtigkeit von etwa 4 m; darunter lagen Schichten von graubraunem und blauem Thon mit einer grossen Anzahl von erraticen Blöcken; oft befanden sich im Thon Anhäufungen von Kies. Der Thon war sehr fest, besonders der graubraune, welcher zusammenhängende Schichten von 10 bis 12 m Stärke bildete. Seine Förderung mit Schaufeln und

Picken kostete viel Mühe : daher musste man zur Zerkleinerung Sprengmittel, wie Pyroxilin und Rakaroc anwenden. Wie fest und plastisch dieser Thon war, ersieht man daraus, dass nach der Sprengung er nicht in kleine Stücke sprang, sondern sich in grossen Blöcken wie Felsgestein abtrennte. Im Abtrag gestattete der Thon sehr steile Böschungen, mit weniger als halbfacher Anlage.

Unter dem Thon, etwa 16 m unter dem normalen Meereswasserstand, erstreckt sich eine nicht dicke Schicht Kalkstein, auf welche wiederum Schichten von Sand und Thon folgen.

Beide Docks sind auf dem Thon in einer Tiefe von 13 bis 14 m unter M. W. gegründet worden, so dass ihre Sohle die Kalksteinschicht nicht erreicht; erst beim Bau des zweiten Docks musste man an einer Stelle bis zur Kalksteinschicht hinabgehen.

Der Boden ist überhaupt stark mit Wasser getränkt; in den oberen Schichten ist viel Grundwasser enthalten. Hierauf wird auf einer Tiefe von etwa 5 m unter M. W. fast überall eine wasserführende Schicht angetroffen. In den grösseren Tiefen trifft man fortwährend auf wasserführende Schichten, deren Wasser artesischen Character hat d. h. unter gewissem Druck fliesst : besonders starker Zufluss des Wassers erwies sich unter der erwähnten Kalksteinschicht. Nach ausgeführten Bohrungen befand sich die erste zusammenhängende wasserführende Schicht mit artesischem Wasser in einer Tiefe von 25 m bis 26 m unter M. W.; der Ueberdruck des Wassers in dieser Schicht war so gross, dass das Wasser im Rohre bis zur Erdoberfläche aufstieg. Etwa 35 m unter M. W. befindet sich eine noch ergiebigere wasserführende Schicht.

Der im Abtrag gewonnene Boden wurde in kleine Transportwagen geladen, aus denen Züge à 20-22 Wagen gebildet wurden : diese Züge wurden auf schiefer Ebene mit Hilfe einer Dampfwinde in die Höhe gezogen. Dieser Aufzug wurde vor der Mündung des Docks in dessen Axe angelegt; die hinaufgebrachten Transportwagen wurden durch Pferde auf die naheliegenden Verladestellen verfahren, und durch diese Aufschüttung das die Docks umgebende Territorium bis auf 2 m 1/2 über M. W. erhöht.

Zur Beseitigung des Grundwassers, welches sich in der Baugrube ansammelte, stellte man zwei Centrifugalpumpen à 20 Zoll Durchmesser auf, welche mit Unterbrechungen Tag und Nacht arbeiteten.

Ihre Arbeit erwies sich vollständig genügend und überhaupt

hatte der Wasserzufluss keine Complication oder Behinderung der Arbeiten zur Folge.

Der Aushub für jedes Dock hatte oben bis 230 m Länge, 54 m Breite und eine Tiefe bis zu 15 m. Im Ganzen wurden gefördert : im ersten Dock Sand 12 374.43 Cub. Sash. (120 031 cbm 91), Thon 12 863.51 Cub. Sash. (124 776 cbm 04); im zweiten Dock : Sand 11 438.40 Cub. Sash. (110 952 cbm 48) und Thon 11 011 Cub. Sash. (106 806 cbm 79).

Die Betonbereitung. — Beide Docks sind aus Beton erbaut, welcher aus Granitschotter und Cementmörtel vom Mischungsverhältniss 1 : 2 hergestellt wurde. Das Verhältniss seiner Bestandtheile war folgendes : Steinschlag 6.25 Theile, Sand 2 Th. und Cement 1 Th. Der Steinschlag wurde von 2 Brechmaschinen geliefert, welche bei den Steinlagern in der Nähe der Docks aufgestellt waren. Jede Brechmaschine konnte an einem Arbeitstage bis zu 80 cbm Steinschlag von etwa 0 m 04 Grösse herstellen. Der fertige und in Transportwagen geschüttete Steinschlag wurde nach der Betonfabrik transportirt. Unterwegs wurde er durch einen Wasserstrahl aus dazu angeordnetem Krahn gereinigt. Bei der Betonfabrik wurden die mit Steinschlag beladenen Wagen durch besondere Elevatoren gehoben; in ebensolchen Elevatoren hob man auf der anderen Seite der Fabrik die Transportwagen mit Sand.

Die Betonfabrik bestand aus einem Holzgebäude, das, 11 Sash. lang, 9 Sash. breit und 3.5 Sash. hoch, zwischen den Docks parallel deren Axe aufgeführt war. Das Gebäude hatte 4 Stockwerke. In dem Fussboden des oberen Dachstockwerks befanden sich Oeffnungen mit Holztrichtern. Mittelst einer Dampfwinde wurden Fässer mit Cement hinaufgezogen und der Cement wurde in diese Trichter geschüttet. In dem folgenden dritten Stockwerk endigten diese Trichter mit hölzernen quadratischen Röhren, welche zwei horizontale Schieber enthielten : diese Schieber schnitten diejenige Portion Cement ab, welche nach der Berechnung zu einer Füllung der Betonbüchse erforderlich war. In dem Fussboden des dritten Stockes befanden sich auch acht Oeffnungen mit Trichtern, welche gerade über den Schüttöffnungen der im zweiten Stockwerk aufgestellten Betonbüchsen ausmündeten. In die erwähnten Trichter des dritten Stockes wurde geschüttet : eine Portion Cement aus den oberen Trichtern und die erforderlichen

Mengen Steinschlag und Sand aus den durch 4 Elevatoren gehobenen Transportwagen. Diese Wagen hatten eiserne Kasten mit seitlich geneigtem Boden; das Innere der Kasten war durch Querwände in Abtheilungen getheilt und der Inhalt jeder Abtheilung entsprach dem Materialvolumen, welches zu einer Füllung der Betonbüchse nöthig war.

Auf diese Weise erfolgte die Füllung der Betonbüchse sehr rasch und genau: in einen Trichter des 3. Stockes schüttete man aus dem oberen Trichter die Portion Cement, indem man den unteren Schieber des Rohres öffnete (wobei der obere Schieber geschlossen blieb), und aus den Wagen Steinschlag und Sand zu je einer Abtheilung des Wagens.

All dieses Material gelangte durch den Trichter in Betonbüchsen nach System Messent, welche im zweiten Stockwerk sich befanden; dazu wurde aus der Wasserleitung eine bestimmte Menge Wasser zugegossen; die Betonbüchse wurde geschlossen und mittelst der Transmission von einer in der Fabrik befindlichen Dampfmaschine von 25 Pferdestärken in Umdrehung versetzt.

Auf eine Füllung der Büchse kamen: 14 Kubikfuss (0.39 cbm) Steinschlag, 4.48 Kubikfuss (0.125 cbm) Sand und 2.24 Kubikfuss (0.062 cbm) Cement, was dem obenangeführten normalen Mischungsverhältniss der Betonbestandtheile vollkommen entspricht.

Zur völligen Mischung der Betontheile musste die Betonbüchse 20 bis 22 mal umgedreht werden. Es waren 8 Betonbüchsen, welche in 2 Reihen aufgestellt waren.

Der auf diese Weise bereitete Beton wurde in Trichter verschüttet, welche im Fussboden des zweiten Stockwerks angebracht waren; aus diesen gelangte er in die Transportwagen, welche unter die Trichter vorgeführt wurden, und in diesen wurde der Boden an die Arbeitsstellen verfahren.

An einem Tage kann die Betonfabrik bis zu 25 Cubiksashen (242 cbm) Beton anfertigen.

Die Herstellung der Docks. — Beide Docks wurden fast in derselben Weise, mit geringen Abweichungen (nach Abb. 1 u. 2), ausgeführt. Der Boden hat zwischen der Schwelle und dem Ende des hinteren Slips eine Länge von 600 Fuss (182 m 88), eine Breite zwischen den Seitenvorsprüngen von 130 Fuss (39 m 62) und ist in der Mitte des Docks nahe der Schwelle 10 Fuss (3 m 04), am Ende 8 Fuss (2 m 44) tief; auf der unteren Seite ist er treppenförmig begrenzt. Die Oberfläche des Bodens hat in der Linie der Kiel-

blöcke nach der Schwelle hin ein relatives Längsgefälle von 0.0025. Die seitliche Neigung des Bodens verändert sich ununterbrochen nach Massgabe des Längsgefälles. In der Mitte des Bodens zieht sich ein 3 m 04 (10 Fuss) breiter Streifen, welcher mit 0 m 61 (2 Fuss) dicken Granitplatten gedeckt ist; dieser Streifen ist zur Aufstellung der Kielblöcke bestimmt. Zu beiden Seiten desselben befinden sich kleine Rinnen zum Ableiten des Filtrationswassers. Eben solche Rinnen sind auch zu beiden Seiten des Bodens vor den ersten Absätzen der Wände angeordnet: alle diese Rinnen sind gegenüber dem Brunnen der Wasserschöpfungsgallerie durch eine Querrinne abgefangen, in welcher das Wasser aus allen Rinnen nach dem Brunnen abgeleitet wird. Auf dem übrigen Theile des Bodens sind senkrecht zur Achse zwei Gruppen vierkantiger Balken in etwa 2 m gegenseitiger Entfernung in den Boden eingebettet. Jeder Satz enthält vier Balken; diese haben keine besondere Befestigung mit dem Boden und dienen als Unterlage für die Stützen, auch zum Annageln von Balken u. dgl.

Am Umfange des Bodens folgen einander zwei Abstufungen, jede 2 Fuss (0 m 61) hoch. Hierauf kommt eine Plattform, welche im ersten Dock 10 1/2 Fuss (3 m 2) im zweiten 7 Fuss (2 m 13) breit ist. Eine solche Verminderung der Breite der Plattform im zweiten Dock gestattete auch die ganze Breite des Dockmauerwerks zu vermindern: im ersten Dock beträgt diese Breite oben zwischen den äusseren Wandflächen 134 Fuss (40 m 84), im zweiten ist sie 126 Fuss (38 m 40) d. h. um 2 m 44 kleiner. Die erwähnten Plattformen werden von den Wänden der Docks begrenzt. Auf ihrer hinteren Seite haben die Wände eine Neigung nach innen von 0.085; in der Vorderfläche sind die Wände auch geneigt und in 5 Stufen getheilt; die zwei unteren à 8 Fuss (2 m 44), die beiden folgenden à 5 Fuss (1 m 52) und die obere ist wieder 8 Fuss hoch. Die Plattformen, welche die Stufen theilen, sind 3 1/2 Fuss (1 m 07) und 2 1/3 Fuss (0 m 71) breit. Diese Plattformen dienen als Unterlage für die Balken zur Abstützung des Schiffes. Die Ecken aller Abstufungen sind mit Granitplatten von 14" (0 m 35) Breite und 6" (0 m 15) Höhe eingefasst. Die obere Stufe hat eine kräftigere Einfassung von 1 1/2 Fuss (0 m 45) Stärke und 2 Fuss (0 m 61) Breite, den Vorsprung mitgerechnet. Die Oberkante der Wände erhebt sich um 4 Fuss (1 m 22) über das Mittelwasser des Meeres, im Haupt und an der Ufermauer um 7 Fuss (2 m 13). Die Dicke der Wände beträgt: oben 1 m 52 (5 Fuss), in der Höhe der unteren Seitenplattform 18 Fuss (5 m 48). Zum Verkehr mit dem Boden

sind im Dock Treppen angeordnet : zwei neben der Schwelle (1), zwei in der Mitte des Docks und zwei am hinteren Ende; bei den mittleren und hinteren Treppen sind hölzerne Gleitbahnen zum Hinablassen des Baumaterials angeordnet. Die Stufen der Treppen sind überall aus Granit. Ausserdem sind zu beiden Seiten jeder mittleren Treppe zur Verbindung zwischen den Stufen eiserne Leitern angeordnet.

Die Kielblöcke, 113 an der Zahl, aus Granit mit eichenen Keilen im oberen Theile, sind auf dem mittleren mit Granit bekleideten Streifen der Bodenfläche angeordnet : sie bestehen aus Quadern von 5 Fuss (1 m 52) Länge und 2 Fuss (0 m 61) Dicke. Zwischen ihnen sind 112 gusseiserne Kielblöcke aufgestellt, welche auch eichene Aufsätze haben.

Die Häupter beider Docks sind durch eine Betonufermauer, welche im oberen Theile mit Granitquadern bekleidet und auf einer Tiefe von 40 Fuss (12 m 19) unter M. W. fundirt ist, mit einander verbunden. Diese Ufermauer bildet mit dem Mauerwerk der beiden Docks ein Ganzes und gehört zugleich zur Begrenzung der Thorkammern.

Beide Docks haben Schiebethore; beim Oeffnen des Docks werden dieselben auf einem Schienenwege in besondere Thorkammern (Nischen) geschoben, welche senkrecht zur Achse des Docks angelegt sind; der Boden und die Wände dieser Kammern sind auch aus Beton (mit Bekleidung der Kanten beim Eingang mit Granit) und bilden ein Ganzes mit dem Mauerwerk der Docks. Im oberen Theile sind die Kammern mit einem abnehmbaren Holzbelag auf eisernen Balken überdeckt.

Die Pumpstation ist, wie oben erwähnt, zwischen den Docks und zwar über der Erde aus Ziegeln erbaut, hat ein durchgehendes Betonfundament und zwei Kammern enthält : die untere, welche mit beiden Docks durch Betongalerien verbunden ist und eine obere, welche durch ein gleichfalls in Beton ausgeführtes Gewölbe von der unteren getrennt wird; in der letzteren sind zwei Pumpen aufgestellt, deren Saugrohre durch das Gewölbe in die untere Kammer führen. (Fig. 3.) Die Wasserschöpfungsgalerien, 7 Fuss (2 m 13) breit und 8 Fuss (2 m 44) hoch, haben an jedem Dock in der Nähe des Hauptes zu einer Mündung im Boden desselben,

(1) Diese Treppen sind in beiden Docks verschieden angelegt, wie aus der Fig. 2 ersichtlich.

durch welche das Wasser aus dem Dock in die untere Kammer der Pumpstation gelangt. Der Boden der Gallerien ist um 5 1/2 Fuss (1 m 67) tiefer angelegt, als der Dockboden an dieser Stelle; die Gallerien werden durch besondere Schieber geschlossen, die durch Schraubenspindeln gehoben werden.

Zur Ableitung des Wassers von den Pumpen ist eine Entwässerungsgallerie gleichfalls aus Beton hergestellt, welche zwischen den Docks etwas unter Mittelwasserhöhe in das Becken mündet.

Der Eingang zum Dock wird durch zwei senkrechte Seitenmauern gebildet, welche mit Granit verblendet sind; unten besteht die Schwelle aus zwei leicht geneigten Ebenen, welche in Curven an die Seitenwände sich anschliessen. In der Mitte der Schwelle ist ein Aushub gemacht um den Verschluss zu placiren. Von aussen sind die Seitenwände des Eingangs abgerundet und gehen unmittelbar in die Wände der Ufermauern über.

Der Eingang ist 85 Fuss (25 m 90) breit und hat bei M. W. eine Tiefe von 30 Fuss (9 m 14) über Schwellenmitte. Der Schnitt eines wesentlichen Theiles der Schwelle, bestehend aus nach Modellen geformten Quadern, gegen welche eine eichene Zwischenlage des Verschlusses sich stützt, ist auf der Zeichnung (N^o 6) dargestellt.

Auf diese Art ersehen wir aus allem Angeführten, dass das ganze Mauerwerk der beiden Docks, der Kammern, das Fundament der Pumpstation, die Gallerie aus Beton hergestellt sind; Granit in Form von Werkstücken wurde nur zur Verblendung der Ecken in den Stufen und den wesentlichsten Theilen verwendet, so bei dem Theile des Bodens unter den Kielblöcken, bei den Anschlag-schwellen der Thore, den Ufermauern u.dgl.

Im Ganzen wurde an Beton verlegt: im ersten Dock (Boden und Wände des Docks, Thorkammer, Fundament der Pumpstation und ein Theil der Ufermauer) — 5 724.523 Cub. Sash. (55 527.87 cbm); im zweiten Dock — 5 226.374 Cub. Sash. (49 695.82 cbm), mithin in beiden Docks 10 950.897 Cub. Sash. (105 223.69 cbm) Beton.

Die Ausführung der Betonarbeiten. — Die Art der Betonbereitung ist oben beschrieben worden. Der auf der Betonfabrik hergestellte Beton wurde direct verarbeitet: um ihn auf die Arbeitsstelle zu schaffen wurden in jedem Dock in der Querrichtung eine hölzerne Arbeitbrücke hergestellt: sie bestand aus Ständern, welche auf den Boden aufgestellt und mit ein ander durch Querhölzer, Streben und Riegel verbunden waren. Oben war in Höhe des

unteren Stockwerks der Betonfabrik ein Belag hergestellt; auf diesen Belag schleppte man auf Schienengeleisen die Wagen direct von den Betonbüchsen hinauf, gleich nachdem jeder von ihnen seine Füllung Beton erhalten. In dem Belag waren einige Oeffnungen gelassen, an welche nach abwärts hölzerne Rohre von quadratischem Querschnitt 2×2 Fuss ($0 \text{ m } 6 \times 0 \text{ m } 6$) sich anschlossen; der im Wagen zugeführte Beton wurde in ein solches Rohr hineingeschüttet und fiel durch dasselbe in einen anderen unter das untere Ende des Rohres gestellten Wagen und wurde in diesem an die Arbeitsstellen vertheilt. Die Neigung des Rohres wurde praktisch so gewählt, dass beim Ausschütten des Betons seine einzelnen Bestandtheile (Schotter und Mörtel) womöglich sich nicht absonderten. Diese Neigung betrug ungefähr 45° . Die unteren Enden dieser Rohre wurden vertikal gemacht, einerseits damit beim Ausschütten des Betons in den Wagen der Beton nicht aus einander gestreut würde, andererseits hielt diese Brechung des Rohres das Ausschütten des Betons etwas auf, was dazu beitrug, dass seine einzelnen Bestandtheile sich nicht von einander absonderten.

Von Wichtigkeit für die Betonbauten ist die Art der Ausführung des Betonmauerwerks. Es existiren zwei Methoden: entweder wird des Betonmauerwerk als Monolith oder aus einzelnen Theilen ausgeführt. Bei letzterer Art bekommt man viele Fugen, durch welche eine Filtration des Wassers möglich ist; andererseits verlangt die erste Methode, Herstellung eines monolithischen Mauerwerks, bei so grossem Volumen und so bedeutenden Querdimensionen, wie die unserer Docks, eine intensivere Bereitung des Betons und bedingt complicirtere Arbeitsvorrichtungen, ohne durchaus die Homogenität und gleichmässige Festigkeit des Mauerkörpers sicherzustellen. Dagegen wird bei der Arbeit in einzelnen Theilen, von welchen jeder an sich ein kleines Massiv darstellt, es möglich, aufmerksamer die Richtigkeit und Accuratesse der Arbeit zu controlliren, während die schädliche Wirkung der Fugen, welche die schwache Seite dieser Methode sind, man durch accurate Arbeit und sorgfältige Reinigung auf ein Minimum reduciren kann. Die Wirklichkeit hat diese Vermuthungen bestätigt.

Das Betonmauerwerk wurde in einzelnen Streifen ausgeführt, welche ihrer Länge nach der Axe des Docks parallel gelegt wurden, ausser am Eingang in das Dock und die Thorkammer, wo sie zum Theil in einer Linie senkrecht zur Axe des Docks verlegt wurden; ihre Höhe betrug $0 \text{ m } 70$ bis $1 \text{ m } 2$ ($2 \frac{1}{2}$ bis 4 Fuss), die Breite war

1 m 2 bis 1 m 60 (4—5 1/2 Fuss), die Länge aber wurde so bestimmt, dass eine Partie Arbeiter die Verlegung eines gegebenen Streifens ohne Unterbrechung, z. B. in der Zeit vom Frühstück bis zu Mittag oder dgl., beenden konnte; gewöhnlich betrug die Länge 10 bis 15 m.

Die Arbeit erfolgte in Kasten: längs dem Umfang des gegebenen Streifens oder Massivs wurden vier Wände aufgestellt — zwei Längs- und zwei Querwände. Diese Kasten stellte man in Gruppen auf entlang dem Geleise auf welchem der Beton herbeigeführt wurde; die Arbeit wurde so angeordnet, dass zwischen je zwei Kasten und je zwei Reihen der Kasten Platz für ein Massiv oder eine Reihe von Massiven verblieb, welche dann verlegt wurden, wenn die benachbarten vollständig erhärtet waren. Begreiflicherweise waren für diese Zwischenmassive, welche zwischen den fertigen zu liegen kamen, keine Formwände mehr nöthig (wenigstens der ganzen Höhe nach nicht) und der Beton wurde direct in den Zwischenraum zwischen den Seitenmassiven verlegt.

Bei der Herstellung der Massive wurde besondere Sorgfalt darauf verwendet, dass die Fugen zwischen den Massiven nach allen Richtungen im Verbande lägen — der Quere, Länge und Höhe nach. Zeichnung N° 4 giebt einige Vorstellung von der Lagerung der Massive im Querschnitt des Docks. Der Fugenverband wurde durch einige Veränderung der Massivdimensionen erzielt.

Der in die Kasten geschüttete Boden wurde ausgeglichen und in Schichten von 0 m 3 gestampft. Auf das Stampfen wurde besonders sorgfältig geachtet: es wurde mit Rammklötzen von 18 Pfund (7.4 kg) mit langen Handgriffen ausgeführt, so dass die Arbeiter ohne sich zu bücken aufrecht stehend stampften. Das Stampfen wurde solange fortgesetzt, bis die Oberfläche des Betons mit einer zusammenhängenden Schicht Wasser, oder richtiger mit herausgedrücktem flüssigem Mörtel, sich bedeckte.

Die Seitenwände der Kasten wurden, je nach der Jahreszeit, nach Verlauf von 2-4 Tagen abgenommen, die Querwände — am Tage nach Anfertigung des Massivs. Die Oberfläche der Massive wurde immer mit Wasser begossen und vor dem Verlegen eines neuen Massivs sorgfältig gewaschen und gereinigt: zur Reinigung benutzte man besondere Metallbürsten.

Nach Beendigung der Arbeit stellte der ganze Dockkörper eine genügend homogene Masse dar; die Fugen zwischen den Massiven gaben durchaus keine Veranlassung zu Undichtwerden. Filtration fand wohl statt, aber wie unten gezeigt wird, auf anderen Wegen.

Ich mache hier noch auf folgenden Umstand aufmerksam: bekanntlich hat der Beton einen hohen Wärmeausdehnungscoef-

ficienten. Daher durfte man erwarten, dass bei Temperaturänderungen dies ungeheure und sehr lange Massiv des Docks Risse erhalten würde : um solches zu vermeiden, wurde das ganze Massiv eines jeden Docks durch zwei durchgehende aber nicht in einer, sondern in verschiedenen Ebenen befindliche Querfugen in drei Theile zerlegt, wobei die Querfugen ein Zusammendrücken einzelner Theile gestatten und bei deren Zusammendrücken künstliche Risse bilden. Offenbar ist der Zweck dieser Anordnung mehr oder weniger erreicht : gegenwärtig, nach Verlauf von 7—8 Jahren nach dem Bau, sind keine Risse in den Dockwänden vorhanden.

Die Wasserbewältigung. — Wie ich schon oben anführte gab es beim Gründen der Dockböden viel Wasser, welches an die Oberfläche des Abtrages in Form von Quellen trat und starken Ueberdruck hatte. Diese Quellen musste man abfangen und dem Wasser nicht gestatten, das Betonmauerwerk zu zerstören. Solches wurde auf verschiedene Weise erzielt. Dort, wo diese Quellen unbedeutend waren, genügte es sie mit getheertem Segeltuch zu bedecken, worauf die Betonmauerung ausgeführt wurde. Aber bei kräftigeren Quellen erwies sich das Segeltuch ungenügend, die Quellen fanden durch dasselbe und den Beton einen Ausweg. In solchen Fällen wurde folgendermassen verfahren : man bezeichnete auf der oberfläche des Betons der unteren Schicht oder des unteren Massivs jene schwächsten Stellen, durch welche das Wasser durchsickerte, reinigte sie und legte in dieselben kleine Eisenrohre, um dem Wasser den Austritt nach aussen nach vollkommen bestimmten Wegen zu erleichtern : alle übrigen Stellen, durch welche das Wasser in dünnen Fäden, bisweilen in einzelnen Tropfen, hindurchsickerte, wurden sorgfältig mit Cementmörtel verstrichen. Auf diese Weise konnte man die ganze Kraft der Quelle in einzelnen bestimmten Punkten, in welchen die Röhrchen eingesetzt waren, concentriren. Später wurden mit dem Erhärten des Betons diese Oeffnungen allmählig durch Eingiessen von Mörtel oder durch Holzpfropfen geschlossen. Bisweilen geschah, dass nach Schliessung eines Theiles der Röhren die Quelle an irgend einer anderen Stelle des schon erhärteten Betonmassivs zum Vorschein kam, bisweilen drang sie daneben im Boden oder im frisch hergestellten Massiv durch : in solchen Fällen hörte man mit dem Schliessen der Oeffnungen auf, es wurden nochmals Röhren in die neuen Stellen der Durchsickerung eingelegt und man wartete deren Wirkung ab. Auf diese Weise wurde, unter sorgfältiger Beobachtung der undichten Stellen und vorsichtiger,

beständiger Schliessung der übrig gebliebenen Oeffnungen, es möglich, auf der ganzen Ausdehnung der Docks das Durchsickern des Wassers durch den Beton gänzlich zu hemmen, und fast überall konnte man es schon in der ersten unteren Schicht des Betons oder der Betonmassive erzielen.

Besondere Schwierigkeiten machte die Hemmung der Quellen im Haupte des zweiten Docks. Zuerst wurde beabsichtigt unter diesem Theile, unter dem Boden des Docks, eine quergehende Gallerie zur Verbindung des geplanten dritten Docks mit dem Maschinenhause anzulegen. In der Folge wurde dieser Gedanke aufgegeben und die schon angelegte Gallerie vermauert. Die Sohle dieser Gallerie wurde bis 17 m unter M. W. angelegt und in dieser Tiefe fand man eine Schicht Kalksteinfliesen, unter welchem, als auch in den Schichtungen des Fliesens, sich ein mächtiger Wasserstrom erwies. Sowie man den Fliesen aufdeckte und einen Theil desselben abnahm, strömte durch seine Spalten mit grosser Kraft Wasser entgegen. Durch gewöhnliche Mittel: Auflegen von Segeltuch war an eine Bewältigung einer solchen Wassermenge gar nicht zu denken; das Betoniren war auch nicht möglich. Dann wurde die oben erwähnte Methode der Concentrirung der Wasserströme jedoch in grösserem Maststab angewandt. An der Stelle des stärksten Wasseraustritts wurde ein senkrechtes eisernes Rohr aufgestellt um dem Wasser freien Austritt zu gestatten; die übrige Fläche des Bodens wurde mit Kesselblech bedeckt, und darüber Segeltuch gelegt. Diese Massregel erwies sich vollkommen zweckmässig: über einer solchen Abdeckung konnte man betoniren und das Wasser behinderte das Betoniren nicht, da es durch das erwähnte Rohr ging; einzelne kleine Undichtigkeiten wurden in obenerwähnter Weise entfernt. Das Rohr, welches für den Austritt des Wassers belassen war, wurde später geschlossen, aber erst nachdem nicht nur der tiefe Aushub, sondern auch der ganze umgrenzende Theil des Docks nicht weniger als mit zwei Betonschichten abgedeckt und auch die erwähnte Gallerie mit Bruchstein vermauert worden. Zuletzt war auch hier das Resultat vollkommen zufriedenstellend. Der Wasserstrom war gehemmt, obgleich kleine Durchsickerungen in noch grösserer Zahl als im ersten Dock verblieben.

Auf diese Weise wurden die Undichtheiten in der Sohle des Docks mehr oder weniger vollständig beseitigt und beide Docks können mit genügendem Recht Trockendocks genannt werden. Es verblieben natürlich feine Durchsickerungen, besonders, wie ich erwähnte, in zweiten Dock und überhaupt durch die Sohle der

Galerien und die Wände der Docks, aber sie haben keine wesentliche Bedeutung : ich glaube, dass derartige Filtration überhaupt sich nicht vermeiden lässt.

Der Verschluss jeden Docks ist, wie ich schon erwähnte, verschiebbar : er besteht aus einem viereckigen Kasten, welcher mittelst Rollen auf einem Geleise verschoben wird. Die Schienen haben ein massives, oben abgerundetes Profil, sind aus Stahl und wiegen 2,084 Pud pro lfd Fuss (112,29 kg pro lfd m). Der Kasten des Thores ist aus verzinktem Eisen, ist 89 Fuss (27 m 12) lang, 12 1/2 Fuss (3 m 80) breit und 37 Fuss 5 1/2 Zoll (11 m 43) hoch. Die gusseisernen Rollen von 24" (0 m 61) Durchmesser sind in Entfernungen zu 8 1/2 Fuss (2 m 59) paarweise angeordnet. Längs dem Umfang der Oeffnung ist die Thorwand mit Eichenholz ausgelegt. Die Schwelle des Docks ist abgeschrägt, so dass die Dicke der eichenen Zwischenlage auf der einen Seite 4" auf der anderen 1' 4" beträgt, und das Thor sich keilförmig überschiebt, wobei es durch die eichenen Futterhölzer dicht an die Wände des Eingangs und an die Schwelle gepresst wird.

In der Mitte des Thores ist eine zweicylindrige Dampfmaschine, von 20 Pferdestärken mit einem verticalen Kessel aufgestellt; sie dient zum Auspumpen von Wasser mittelst einer 6" Centrifugalpumpe, als auch zur Bewegung des Thores, welche durch Gallische Ketten, die am Ende der Thorkammer befestigt sind, vermittelt wird. Diese Kammer bildet, wie ich früher erwähnte, ein Ganzes mit dem Massiv de Docks : in ihrem Vordertheile sind einflügelige eiserne Thore angeordnet, durch deren Schliessen man die Kammer vollständig isoliren und aus derselben zwecks Remonte und Besichtigung des Verschlusses das Wasser auspumpen kann. Oben hat die Kammer eine abnehmbare Dielung. Das Thor selbst hat unten in einer Höhe von 5 Fuss 8 1/2 Zoll (1 m 7) von der Schwellenkante 6 durchgehende Rohre von 2 Fuss (0 m 61) Durchmesser, die durch Klappen geschlossen werden; durch diese Rohre wird Wasser in das Dock eingelassen.

Die Pumpen zum Entfernen des Wassers aus dem Dock sind, wie ich oben erwähnte, in einem besonderen Gebäude untergebracht. Die zwei Hauptpumpen sind vertikale Compound-Centrifugalpumpen von 33" (0 m 84) Durchmesser und berechnet auf Auspumpen von 2 000 000 Cb Fuss (56 000 cbm) Wasser innerhalb 6 Stunden, bei einem Arbeitsdrucke des Dampfes von nicht über 100 engl. Pfund pro Quadratzoll, bei grösstem Hube von 30 Fuss (9 m 14). Die Pumpen werden durch Compound-Dampfmaschinen betrieben; die Durchmesser der Cylinder betragen 14 und 24 Zoll,

der Hub 20 Zoll. Die Kessel, vier an der Zahl, sind nach Lancashire-System (liegend, jeder mit zwei inneren Feuerungen), je 28 Fuss lang und 7 Fuss im Durchmesser. Ausser den zwei Hauptpumpen ist noch eine 14-zöllige Centrifugalpumpe gegen die Filtration bestimmt, zwei zweicylindrige Speisepumpen und eine Lenzpumpe für den Schiffsraum.

Die Docks werden beim Betriebe der Hauptpumpen in 6 Stunden leergepumpt.

Die Kosten der Docks. — Die Baukosten der Docks sind in folgender Tabelle zusammengestellt :

N°	ARBEITEN	Dock der Kaiserin Maria		Dock der Kaiserin Alexandra	
		Rbl.	Cop.	Rbl.	Cop.
1	Erdarbeiten	289 522	23	262 166	30
2	Betonarbeiten	914 968	63	834 760	16
3	Granitarbeiten	253 013	59	249 715	90
4	Schmiede- und Zimmerarbeiten, Segeltuchbelag, Aufstellung der Landungspfähle, u. s. w.	56 731	79	20 559	17
5	Schieber der Pumpengallerie	9 415	—	9 415	—
6	Wasserbewältigung während d. Arbeit	118 008	55	72 675	28
7	Verschiedene Vorrichtungen	47 705	54	40 918	55
8	Das Schiebethor	131 244	50	135 162	63
9	Verschluss der Thorkammer, Verlegen der Schienen für das Schiebethor und Abdeckung der Kammer	19 317	29	17 532	34
10	Verschiedene kleine Arbeiten	2 705	71	3 030	48
	Summa.	1 842 632	83	1 645 935	81
	Total.			3 489 468	64
11	Pumpstation	—	—	28 138	70
12	Pumpen und deren Aufstellung	—	—	104 358	17
				132 496	87
	Zusammen für beide Docks.			3 621 065	51

Die Docks wurden auf Verfügung des Marineministeriums gebaut, unter unmittelbarer Leitung des Erbauers des Hafens Kaiser Alexander III, Ingenieur General Major J. G. Macdonald. Als Bauführer fungirte Ingenieur Obristlieutenant N. G. Korsakewitsch. Die Arbeiten wurden ausgeführt von den Contrahenten Ing. Boreischa und Maximowitsch; seitens der Contrahenten waren die Ingenieure A. A. Fischer und L. P. Bieliawin mit der Leitung der Arbeit betraut.

Ing. L. BIELIAWIN

The table is extremely faint and illegible. It appears to be a ledger or a schedule with several columns and rows. The text within the table is too light to be transcribed accurately.

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

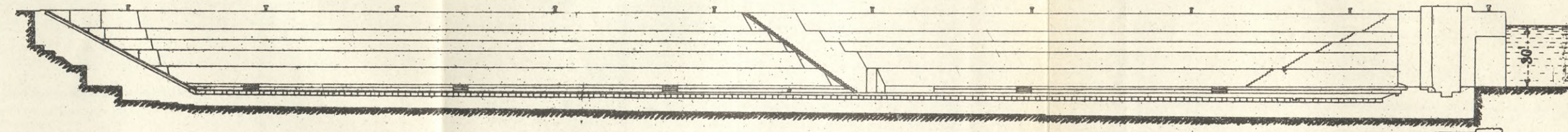
1. Mitteilung

BERICHT

VON

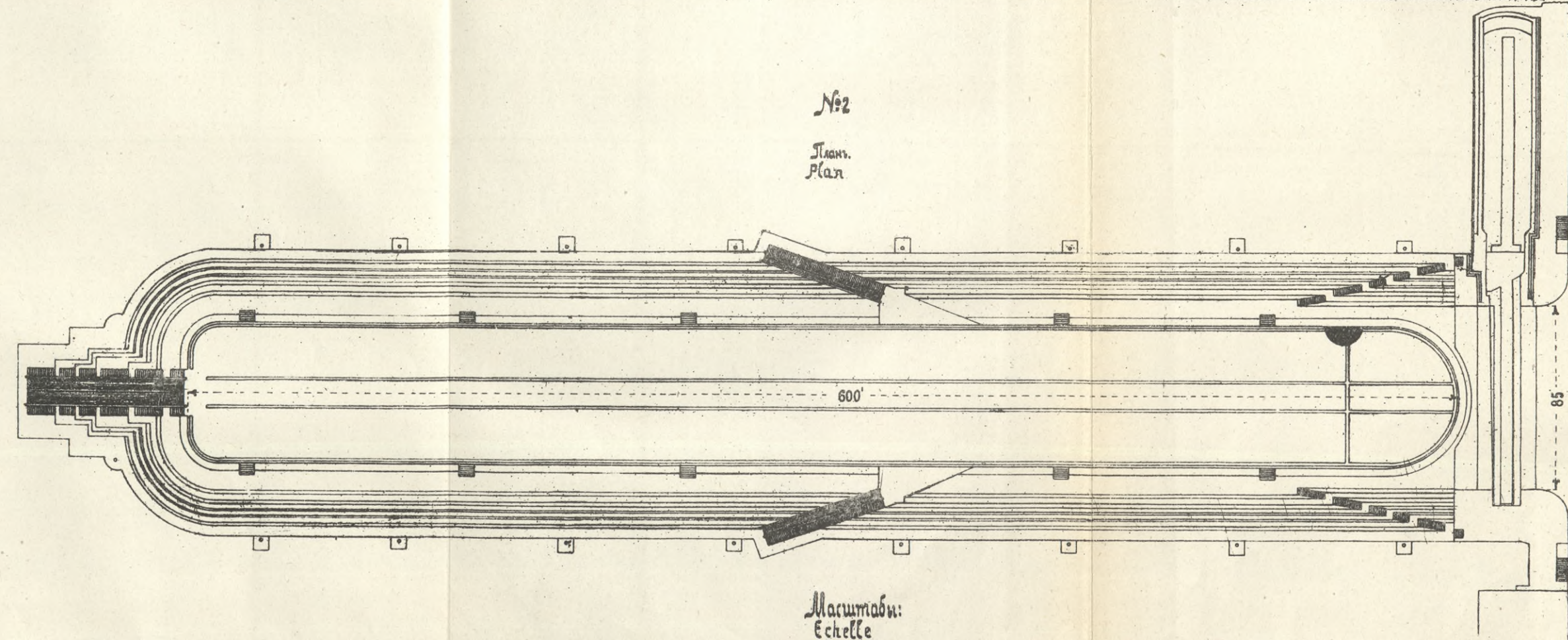
L. BELIAVINE

Dock-Imperatrice Marie
№1 Докъ Императрицы Марии.
Coupe longitudinale
Продольный разрезъ.



№2

Планъ.
План

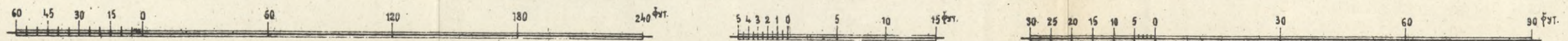


Масштабъ:
Echelle

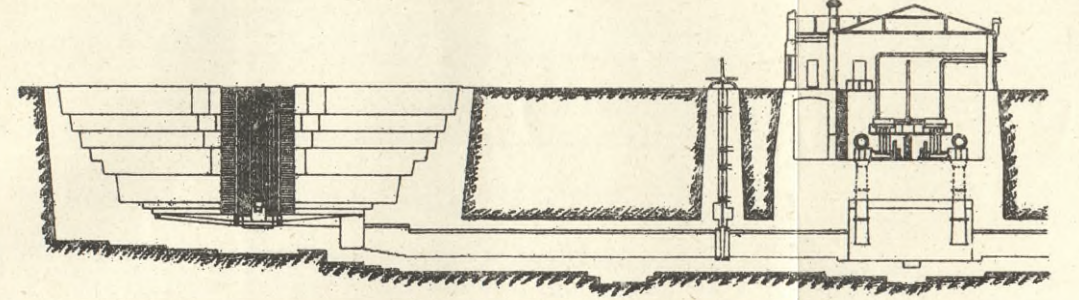
къ фиг. №№ 1, 2 и 3 - 1 дюйм. = 60 фут.

къ № 6 - 2 мтр. = 1 футу

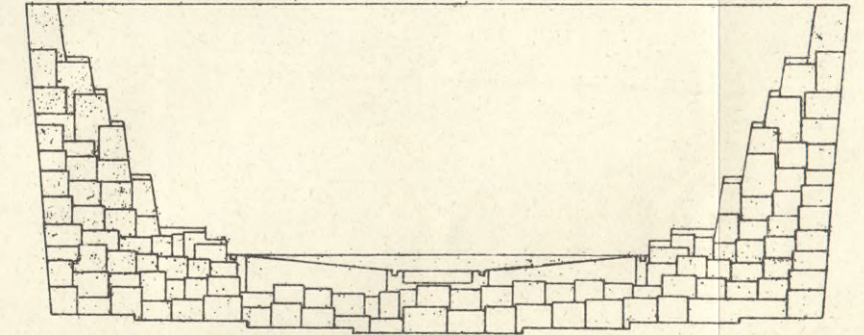
къ №№ 4 и 5 - 1 дюйм. = 30 футамъ



№3 Разрезъ по водоотливной галлерей.
Coupe de l'aqueduc.



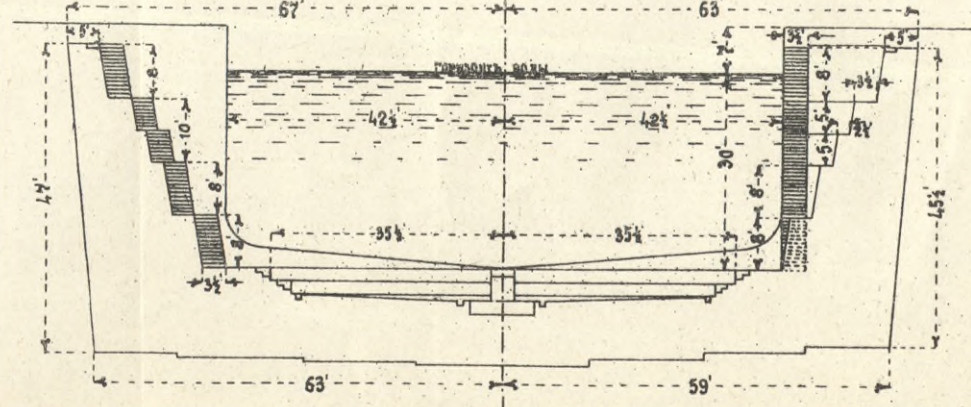
№4 Бетонные массивы стѣны и дна дока.
Détail de la construction des murs et du radier



№5 Поперечно разрезъ:
Coupe en travers

Дока Императрицы Марии.
Forme-Imperatrice Marie

Дока Императрицы Александры.
Forme-Imperatrice Alexandra



№6 Порогъ.
Seuil
Поперечный разрезъ.

