LE COIN DU LABORATOIRE

APPAREIL POUR LA MESURE DE LA HOULE
EN LABORATOIRE

English text p. 520

I. — INTRODUCTION

Au cours des essais de ports et de rades sur modèles réduits, il est indispensable de disposer d'un appareil pour la mesure de la houle. Pour comparer différents projets relatifs à un port, il est nécessaire de déterminer les conditions d'amortissement et de réflexion de la houle incidente dont la période et l'amplitude sont fonctions du mouvement du générateur.

Les phénomènes d'interférence, joints aux petites irrégularités provenant du générateur, imposent une méthode statistique pour la mesure de la houle à l'intérieur d'un port. L'appareil décrit ci-après est destiné à donner une statistique des amplitudes atteintes en divers points de la maquette. Son principe est d'ailleurs applicable à la mesure d'autres grandeurs caractéristiques de la houle.

II. — PRINCIPE

L'appareil utilisé à DELFT permet d'enregistrer la fréquence des niveaux d'eau et de la comparer avec celle de la houle incidente. On enregistre, par voie électrique, le nombre des crêtes dépassant un certain niveau et on le compare au nombre des ondes engendrées pendant le temps d'enregistrement.

Dans le circuit électrique que l'eau peut fermer directement au moment où elle touche une pointe de contact disposée à une hauteur donnée, l'intensité du courant est considérablement limitée par suite de la résistance de contact qui peut atteindre 10 à 20 k Ω et par suite des phénomènes de polarisation et d'oxydation.

Il fallait donc rechercher une disposition telle que l'influence de ces phénomènes soit éliminée. Un courant très faible (quelques μ Amp.) passant de la pointe à l'eau au moment du contact doit déclencher un courant suffisamment intense

pour entraîner un compteur électromagnétique indépendamment des phénomènes perturbateurs. Ce résultat est atteint grâce à un tube électronique. L'eau et la pointe de contact sont placées dans le circuit de grille, tandis que le compteur est mis en action par le courant anodique. Grâce à une résistance de grille très grande par rapport à la résistance de contact pointe-eau, on élimine l'influence des irrégularités.

Ajoutez à la valeur tirée du diagramme la différence de niveau donnée par le vernier.

fig. 1

Diagramme de fréquence

Deux dispositions sont possibles, selon que le compteur déclenche à la fermeture ou à l'ouverture du circuit. Pour l'enregistrement des crêtes, c'est la première disposition qui a été adoptée ; pour celui des creux, c'est la seconde. La fig. 1 donne un exemple de diagramme tiré des indications des compteurs.

III. — LES POINTES ENREGISTREUSES

Vis-à-vis des variations d'amplitude de la houle provoquées par les phénomènes d'interférence et par les irrégularités du générateur, le plan vertical peut être divisé en trois régions :

- les zones hors des variations maxima,
- la zone constamment balayée par toutes les ondes,
- et les zones dans lesquelles les fréquences de passage varient de l'extérieur vers l'intérieur entre 0 et 100 %.

C'est évidemment dans ces dernières zones que doivent être placées les pointes enregistreuses.

Dans l'appareil réalisé, on a concentré deux faisceaux de pointes à l'intérieur d'une zone très restreinte. Le décalage entre deux pointes successives est aussi régulier que possible. Chaque pointe est en connexion électronique avec un compteur. Chaque compteur donne alors le nombre des passages du niveau à l'altitude de la pointe correspondante.

Les deux faisceaux de pointe (un pour les crêtes et un pour les creux) sont fixés sur une échelle double dont l'une des parties joue le rôle de vernier (photos 1 et 2). Pour les petites variations de niveau, un seul faisceau suffit. crêtes que le long des creux. Dans le but d'éviter

Les observations ont montré que les variations de hauteur sont plus importantes le long des la dispersion qui pourrait résulter de la position

Photo N° 1

Les pointes et leurs fiches (la pointe moyenne est indiquée par sa fiche)

Photo N° 2

Les pointes et le vernier

des pointes de mesure, l'ensemble des pointes a été disposé dans un cercle de diamètre réduit, les pointes de crête au centre, les pointes de creux à la périphérie. Afin d'enregistrer le nombre total des ondes passées, une pointe est disposée à un niveau tel qu'elle est balayée par toutes les houles. Dans l'appareil réalisé, cette pointe est solidaire des pointes de crête.

Pour les creux, il est nécessaire de tenir compte des écarts dus à la capillarité, car le compteur correspondant déclenche au moment de l'ouverture du circuit. Cet écart a l'avantage d'être constant.

fig. 2

Schéma de principe de l'appareil

IV. — L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

Le circuit électrique relatif à un couple de pointes est représenté par le schéma de la fig. 2; ce schéma peut être étendu des deux côtés, selon le nombre des pointes. Ce dispositif présente certaines particularités adaptées aux nécessités du fonctionnement.

Le relais.

Ce relais, placé au centre du dispositif, est mis en action par celle des pointes qui est systématiquement balayée par toutes les houles. Lorsque cette pointe touche l'eau, le potentiel de grille est voisin de zéro et le relais attire le contact qui ferme le circuit anodique des compteurs de crête. Chaque compteur est alimenté par l'intermédiaire d'une résistance montée en parallèle sur le tube, mais l'intensité du courant qui en résulte ne suffit pas à le déclencher.

Ce n'est qu'au moment où la pointe intéressée touche l'eau que, un courant additionnel passant alors par le tube, le contact est attiré et reste attiré même lorsque la pointe est sortie de l'eau.

Ceci a pour but de ne laisser tourner le chaque onde présente des rides risquant de compteur qu'une fois par période. En général, déclencher le compteur à plusieurs reprises lors de son passage : les indications de l'appareil

deviendraient évidemment inexactes. Un autre avantage est que le compteur fonctionne plus vite, si bien que la durée de la touche nécessaire à son fonctionnement est plus courte. Lorsque la pointe de relais sort de l'eau, le circuit des pointes de creux est mis en action de la même manière.

Quelques condensateurs et quelques résistances ont été disposées afin d'éviter les étincelles entre les contacts du relais.

Les compteurs (photo 3).

Le courant nécessaire à l'attraction est plus grand que le courant maximum lors du relâchement. Cet écart rend possible la disposition décrite ci-dessus. L'intensité du courant ne passant que par la résistance ne suffit pas à l'attraction, mais doit être plus élevée que celle corres-

pondant au relâchement. Ce dernier est commandé par le relais central.

Le compteur de creux est placé entre la cathode et le potentiel 0, afin d'introduire une tension négative. La grille est liée à la cathode par une forte résistance. Tant que la pointe touche l'eau, le potentiel de grille est négatif par rapport à celui de la cathode, et aucun courant ne passe par le tube. Sitôt que la pointe sort de l'eau, grille et cathode sont au même potentiel et le compteur peut fonctionner. Si la résistance interne du compteur ne suffit pas à introduire cette tension négative, on peut disposer une résistance d'appoint.

La tension négative pour les grilles des tubes de crête doit être produite par une source particulière, car un potentiomètre donnerait une trop grande variation de tension au fur et à mesure de l'immersion des pointes.

Photo N° 3

Les compteurs

V. — REMARQUES

Lorsque l'appareil fonctionne bien, on gagne beaucoup de temps pour les mesures, mais les appareils électroniques présentent, dans un laboratoire d'hydraulique, de nombreux inconvénients :

1° l'isolation des pointes est d'une importance fondamentale ; si l'isolation est mauvaise par rapport à la résistance de grille (qui atteint 10^6 ohms dans notre appareil), les compteurs

Photo N° 4

Plateforme de mesure ; pointes et compteurs

s'influencent mutuellement ou déclenchent sans qu'il y ait contact avec l'eau. Le matériel isolant le plus satisfaisant s'est avéré être le « polystyrol » ou le « trolitul », un polymère du vinyl-benzène ;

2° la haute tension doit être constante et à peu près indépendante de l'intensité du courant. Les variations de charge de la source de haute tension sont assez fortes ;

3° les valeurs des résistances sont toujours données avec une tolérance de 5 à 10 %. Il est absolument nécessaire de contrôler ces valeurs avant montage ;

4° les compteurs utilisés sont des compteurs de téléphone ordinaire : leur fonctionnement est tellement intense que de temps en temps des petites réparations sont nécessaires ;

5° la multiplicité des connections entre les pointes et l'appareil est une gêne considérable : chaque pointe, en effet, a sa propre connection. A DELFT on a pu venir à bout de cette difficulté grâce à l'existence d'un petit pont roulant d'observation et de montage, mais, sans un tel équipement, cet inconvénient devient insurmontable ;

6° l'humidité de l'atmosphère dans un laboratoire d'hydraulique nécessite des précautions spéciales ; si l'appareil n'est pas utilisé, il vaut mieux le garder autre part : en service, il s'échauffe suffisamment pour rester sec ;

7° l'appareil donne les fréquences des **niveaux**. Même dans une maquette bien construite, on a généralement des variations de niveau moyen ; ces seiches introduisent un élément d'incertitude.

Les inconvénients énumérés ci-dessus nous ont amenés à étudier un nouveau projet. Dès que le nouvel appareil aura été réalisé et suffisamment éprouvé, nous ne manquerons pas de revenir sur cette question.

Communiqué par le
Laboratoire d'Hydraulique de Delft
(Hollande)

LABORATORY PRACTICE

APPARATUS FOR LABORATORY WAVE MEASUREMENTS

Illustrations can be seen in French text p. 515

I. — Introduction.

In the course of model tests of ports and harbours, the use of a wave measuring apparatus is indispensable. In order to compare various projects concerning ports, it is necessary to determine the dampening and reflexion conditions of incident waves, the period and amplitude of which are functions of wave-machine movement.

Interference phenomena, together with small irregularities due to the wave-machine, necessitate a statistical method of wave measuring inside the port. The apparatus to be described is designed to give statistics of the amplitude reached at different points of the model. The theory of this apparatus enables it to be used for measuring other characteristic wave factors.

II. — Theory.

The apparatus in use at DELFT enables the frequency of water levels to be recorded, and the comparison of this frequency with that of incident waves. The number of crests depassing a certain level are recorded electrically and then compared with the number of waves generated during the recording time.

The intensity of current in the electric circuit, which the water closes on touching a contact point situated at a given height, is limited, owing to the resistance of contact, which can be as great as 10 to 20 k Ω , and as a result of polarization and oxidation phenomena.

It was therefore necessary to design an apparatus of such a type that the influence of these phenomena be eliminated. A very small electric current (a few microamps) passing from the point to the water on contact of the latter, should release sufficient current to work an electro-magnetic meter without involving the effects of disturbing phenomena. This has been

achieved by means of an electronic tube. The water and the contact point are placed in the grid circuit, while the meter is branched on anodic current. Since the grid has a very high resistance in comparison with the contact point/water resistance, the influence of perturbations is eliminated.

Two alternatives are possible, depending on whether the meter is released on closing or on opening the circuit. The first alternative is adopted for crest recording, and the second for troughs. Fig. 1 gives an example of a diagram compiled according to indications given on the meter.

III. — Recording contact points.

The vertical plane can be divided into three zones vis-à-vis the variations of wave amplitude caused by interference phenomena and wave-machine irregularities.

- zones untouched by maximum variations
- zone continually swept by all waves
- zones in which the frequency of passage of the waves varies between 0 and 100 %.

It is, of course, in these last zones that the contact points are placed.

In the existing apparatus, two groups of contact points are closely grouped together. The difference in elevation between each consecutive point must remain as constant as possible. Each point is connected electronically to a meter which indicates the number of waves reaching the elevation of the point in question.

The two groups of points (one for the crests and the other for the troughs) are fixed to a double scale, one part of which acts as a vernier (photographs 1 and 2). One group is sufficient for small variations in level.

Observations have shown that greater variations in height occur on the crests than in the troughs. In an endeavour to avoid any dispersion which might result from the position of the points, the latter are placed in a small circle with the crest points in the center and the trough points at the circumference. In order to record the total number of waves which pass, a pilot point is placed at such a level that it contacts all the waves.

In the apparatus described herein, this pilot point is integral with the crest point base.

In the case of the troughs, it is necessary to take into account variations which are due to capillarity, since the meter corresponding to the trough point is released on opening the circuit. These variations, however, have the advantage of remaining constant.

IV. — Electrical apparatus.

The electrical circuit of a crest and a trough point is represented by a diagram (fig. 2), which can be continued on both sides, depending on the number of points. This arrangement is specially designed to take into account the operational peculiarities of the apparatus.

The relay :

This relay, situated in the middle of the apparatus, is put into action by the pilot point which contacts all the waves. When this pilot point touches the water, the grid potential is in the neighbourhood of zero and the relay attracts the contact which closes the anodic current of the crest meters. Each meter is supplied by means of a resistance coil, branched in parallel on the tube, but the force of the resulting current is not sufficient to make it operate.

It is only when one of the crest points touches the water that an additional current passes along the tube and the contact is made, remaining so even when the point is no longer in the water.

The reason for this is to prevent the meter registering more than once per wave length, since each wave usually has ripples which could operate the meter several times during its passage, the recordings thus becoming inaccurate. A further advantage is that the meter works at a greater speed, the limit of contact time necessary to release it therefore being shorter. When the pilot point leaves the water, the circuit of trough points then starts to operate in the same manner.

Some condensers and resistance coils are branched in the circuit in order to avoid arcs between the relay contacts.

The meters (photograph 3) :

The amount of current necessary for attraction is greater than the maximum current at the time of release, this difference enabling the above arrangement. The intensity of the current which passes only through the resistance coil is not sufficient for attraction, but is greater than the intensity of current present at the time of release, this being controlled by the central relay.

The trough meter is placed between the cathode and the zero potential in order to form a negative tension, and the grid is connected to the cathode by a high resistance coil. As long as the contact point is touching the water, the grid potential is negative as compared with that of the cathode, and no current whatsoever passes through the tube. As soon as the contact point leaves the water, the grid and the cathode have the same potential and the meter can then operate. If the internal resistance of the meter is not sufficient to cause this negative tension, an additional resistance coil can be branched.

The negative tension for the crest tube grids should be supplied by a separate source, since a potentiometer would produce a variation in tension becoming too great as the points were lowered into the water.

V. — Comments.

When the apparatus is working well, much time is gained on measurements, but, in a hydraulic research laboratory, electronic apparatus has many drawbacks :

1° - the insulation of the contact points is of fundamental importance. If the insulation is bad in regard to the grid resistance (which reaches 10^6 ohms in the apparatus in question), the meters either influence each other, or start to operate when the points are not in contact with the water. The most satisfactory insulation has proved to be either « polystyrol » or « trolitul », the latter being a vinylbenzene polymeric.

2° - the high tension should be constant and nearly independant of the current intensity, since variations of load from high tension sources are rather large.

3° - the resistance values are always given with a tolerance of 5 % to 10 %. It is imperative to check these values before assembly.

4° - the meters used in the apparatus are ordinary telephone meters. Their operation is so intense that, from time to time, small repairs are necessary.

5° - the connections between points and apparatus are extremely numerous, this proving to be a considerable hindrance, since each point has its own connecting plug. This difficulty has been overcome at DELFT by the installation of a small overhead crane which is used for assembling the apparatus. Without this crane, however, the drawback would be insurmountable.

6° - the humidity of the air in a hydraulic laboratory necessitates special precautions. If the apparatus is not in actual use, it is advisable

that it be stored elsewhere ; when operating, it generates enough heat to remain dry.

7° - the apparatus records wave level frequency, since, even on an excellently constructed model, there are generally variations of the mean level ; these seiches prevent a complete accuracy being obtained.

The above drawbacks have led to the study of a new project. A further treatment of this subject will be given as soon as the new apparatus has been constructed and sufficiently tested.

Contributed by the
Hydraulic Laboratory of Delft
(Nederland)