

CHAPTER 38
LA PRESSION DES VAGUES CONTRE LA PAROI ABRUPTÉ

M. E. Plakida

Ingenieur en Chef des Ponts et Chaussees,
Chef du Laboratoire d'onde de l'Institut
Central des Recherches Scientifiques du
transport par eau.
Moscou, U.R.S.S.

Generalites

La recherche du type le plus rationnel des ouvrages de protection il est devenu necessaire d'évaluer l'action des vagues sur les parois à fort degré d'inclinaison; l'angle d'inclinaison du mur avec l'horizon α peut changer de 45° à 90° .

* Les résultats de l'étude sur les modèles réduits sont décrits dans cet article, ce qui concerne la pression des vagues contre la paroi abrupte et la hauteur de remontée des vagues.

Le présent article fournit des formules en vue du calcul de la pression maximum des vagues et de la hauteur maximum de remontée des vagues.

Les études ont été effectuées dans une cuve vitrée de 12.0 m. de longueur, de 0.5 m. de largeur et d'un mètre de hauteur. Les vagues ont été produites par le batteur plongé.

La profondeur d'eau dans la cuve est constante et égale à 55 cm.; les profondeurs d'eau entre le niveau du repos et la risberme sont égales à 20 et à 40 cm. La largeur de la risberme est constante et égale à 15 cm., la pente du prisme est de 1:2. L'angle d'inclinaison du mur avec l'horizon change de 45° à 90° , avec espacement de 15° .

Le régime d'onde est défini par la cambrure de vague qui change de 1:10 à 1:25, la hauteur de vague est de 10 à 12 cm. et la période de vague est de 0.75 à 1.20 sec.

Nous avons adopté les notations suivantes:

COASTAL ENGINEERING

- 2h - hauteur de la houle;
2L - longueur d'onde de la houle;
2T - période de la houle;
H - profondeur de l'eau;
 H_s - profondeur de l'eau entre le niveau de repes et la risberme;
 α - angle d'inclinaison du mur avec l'horizon;
t - hauteur du prisme;
 P_o - pression excédentaire due à la vague contre le mur vertical ou le mur abrupte au point du niveau de repos;
 P_{6h} - pression excédentaire due à la vague contre le mur vertical au point submergé à la profondeur égale de trois fois la hauteur de vague;
 $P_{6h\alpha}$ pression due à la vague contre le mur abrupte au point submergé au-dessous du niveau de repos égale de trois fois la hauteur de vague;
 P^1_α - pression due à la vague contre le mur abrupte au point de la cote de la risberme;
 R_e - effort résultant (excédant la pression hydrostatique) sur la surface du mur abrupte;
 W_e - effort de soulèvement dû aux vagues (excédant la pression hydrostatique) et agissant sur la semelle de l'ouvrage;
 Z_d - maximum de hauteur mouille au mur abrupte;
A - amplitude total d'oscillation de l'eau au mur abrupte;

La pression de vague

Nous avons effectué 4800 mesures de la pression due à la vague contre le mur vertical et abrupte des appareils tensiométriques et nous avons tracé 12 planches; dont l'une est présentée ici (voir fig. 1).

Cette planche indique la variation des valeurs suivantes au cours de la période de vague sur des parois inclinées de 90°, 75°, 60° et 45°:

- la pression due à la vague aux 5 points situés sur le mur;
- l'oscillation du niveau de l'eau près du mur;
- l'effort résultant due à la vague contre le mur.

On peut voir sur cette planche la variation de la pression due à la vague contre le mur vertical ou abrupte aux points situés sur les niveaux divers entre le niveau de repos et le pied du mur.

LA PRESSION DES VAGUES CONTRE LA PAROI ABRUPTE

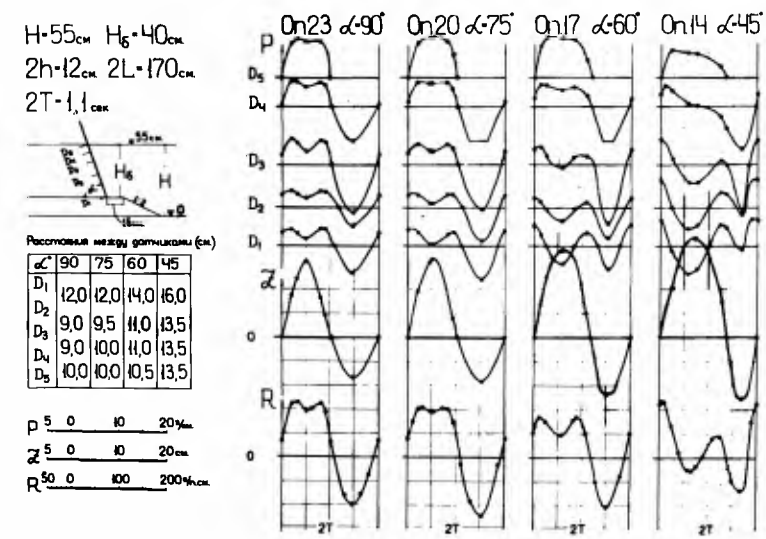


Fig. 1. Chronogrammes of wave pressure, level oscillation and resulting pressure.

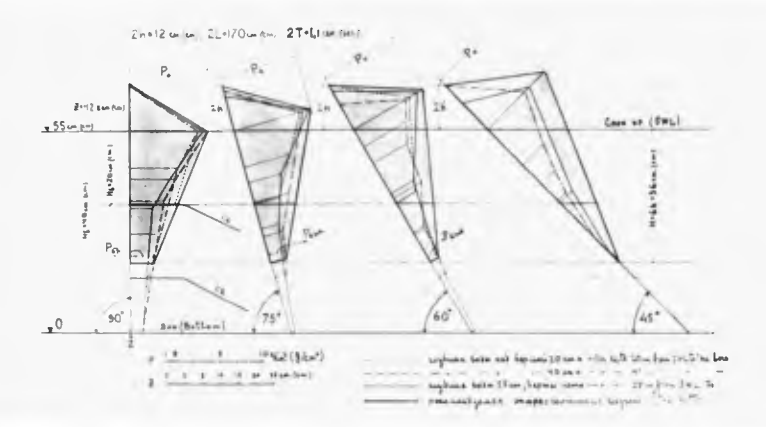


Fig. 2. Wave pressure diagrams.

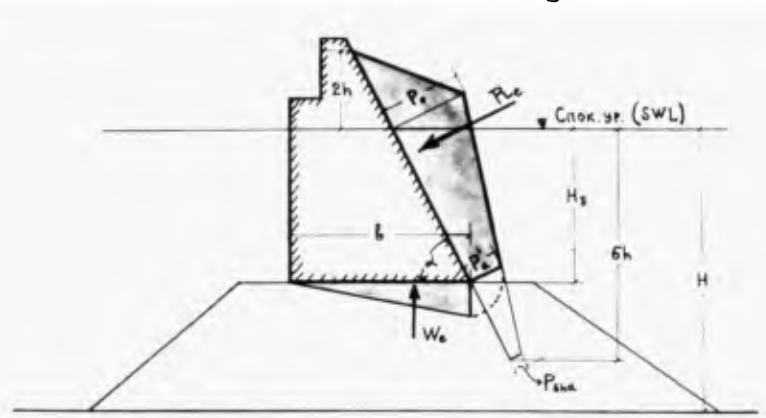


Fig. 3. Wave pressure diagram on the steep sloping wall.

Il y a à noter que la pression de vague au niveau de repos des études NN23, 20 et 17 ne dépend pas pratiquement du degré d'inclinaison du mur

On peut aussi voir, que la variation de la pression due à la vague contre le mur vertical a une pleine concordance (voir fig. 1, étude N23) avec la théorie générale du clapotis au deuxième ordre d'approximation (1, 2, 3 et 4)

Les quatre extrêmes notes sur le chronogramme de la pression due à la vague contre le mur vertical se conservent aussi sur les chronogrammes de la pression due à la vague contre le mur abrupte.

On observe la réflexion des vagues du mur abrupte et la naissance du clapotis, mais ce clapotis se transforme à cause de l'inclinaison du mur. Le premier noeud du clapotis se trouve plus près que dans le cas du mur vertical, en estimant la distance sur le niveau de repos du mur abrupte.

La montée du niveau de l'eau contre la paroi abrupte dans le cas général a lieu plus tard que le maximum de la force résultante due à la vague contre le mur abrupte.

Selon nos expériences, nous avons déterminé que pour la cambrure de la vague $\frac{2h}{2L} \geq 0.07$ et que pour la longueur d'onde relative à $\frac{2L}{H} \leq 4$, la hauteur mouillée ne dépasse pas la hauteur de la vague au moment où la pression de vague atteint sa valeur maximum (voir fig. 2).

Les épures recommandées sont données par la couleur sombre sur fig. 2; nous montrons aussi sur cette planche la comparaison des épures mesurées au moment où la pression due à la vague contre le mur abrupte est maximum.

Cette comparaison montre que les épures recommandées ont les surfaces plus grandes que les surfaces des épures mesurées. Ceci est une certaine garantie de la sécurité.

On a établi par l'analyse des épures maxima de la pression de la vague dans le cas $\alpha = 45^\circ$ que la pression de la vague est égale à zéro presque au point submergé à la profondeur égale de trois fois la hauteur de la vague.

La hauteur de remontée de la vague, lorsque nous avons le maximum de la pression contre le mur abrupte, ne dépasse pas la valeur égale à la hauteur de la vague.

LA PRESSION DES VAGUES CONTRE LA PAROI ABRUPTÉ

Outre cela, la pression de la vague contre le mur abrupte au point du niveau de repos est égale presque à la pression de vague contre le mur vertical.

Nous avons utilisé ces circonstances pour tracer le haut de l'épure qui est située au-dessus du niveau de repos.

Nous avons adopté la loi linéaire du changement de la pression due à la vague contre le mur abrupte au point submergé au-dessous du niveau de repos de trois fois la hauteur de vague.

On peut écrire la formule suivante

$$P_{6h\alpha} = P_{6h} \left(\frac{\alpha^\circ}{45^\circ} - 1 \right) \quad (1)$$

En utilisant cette formule nous pouvons tracer l'épure de la pression de vague au-dessous du niveau de repos, à savoir entre le niveau de repos et le pied du mur.

Si la risberme est submergée moins que $6h$, mais en tout cas plus grande que $3h$ alors il est nécessaire que l'épure de la pression soit coupée au point de la risberme. La formule dans ce cas est suivante

$$P_{\alpha}^1 = P_{6h\alpha} + (P_0 - P_{6h\alpha}) \left(1 - \frac{H_0}{6h} \right) \quad (2)$$

Les efforts résultants R_e et W_e sont déterminés aux surfaces de l'épure correspondante (voir fig. 3).

On a à calculer les valeurs de la pression excédentaire due à la vague P_{6h} et P_0 contre le mur vertical, qui se trouvent dans les formules (1) et (2), de la méthode par Metelitchina (4). Cette méthode est basée sur la théorie générale du clapotis Mich et Biesel (1, 2).

Hauteur mouillée

Nous avons effectué 1242 mesures de l'oscillation du niveau d'eau sur le mur vertical et abrupte.

L'amplitude totale de l'oscillation du niveau d'eau s'accorde avec la formule suivante

$$A = \frac{yh}{\sin \alpha} \quad (3)$$

Le maximum de la hauteur mouillée près du mur abrupte peut être déterminé par la formule suivante

COASTAL ENGINEERING

$$Z_{\alpha} = \frac{2h}{\sin \alpha} + h_0 \left(3 \frac{\alpha_0}{45^\circ} \right) \quad (4)$$

où

$$h_0 = \frac{4\pi h^2}{2L} \operatorname{cth} \frac{J_1 H}{L} \quad (5)$$

En conclusion, nous notons que la méthode exposée plus haut de la construction de l'épure de la pression de la vague sur le mur abrupte est approximative, mais elle est assez satisfaisante du point de vue de pratique.

Nous avons fait publier les résultats de notre investigation de ce sujet dans les articles séparés (5, 6 et 7).

B i b l i o g r a p h i e

1. Mich R. Mouvements ondulatoires de la mer en profondeur constante ou décroissante. Annales des Ponts et Chaussées, 1944.
2. Bissel F. Equations générales au second ordre de la houle irrégulière. La Houille Blanche, N 3, 1952.
3. Кузнецов А.И. Взаимодействие стоячих волн с вертикальными стенками. Сборник трудов МИСИ № 20, 1957.
4. Метелицын Г.Г. Новый метод определения волнового давления на гидротехнические сооружения типа вертикальной стенки в условиях водохранилищ. Речной транспорт № 4, 1959
5. Плакида М.Э. и Метелицын Г.Г. Волновое давление и высота выката волны на крутонаклонные стенки. Труды ЦНИИЭВТ'а вып. XV, Вопросы гидротехники, 1958
6. ----- " ----- Высота выката волны у крутонаклонной стенки. Речной транспорт № 9, 1957
7. ----- " ----- Волновое давление на крутонаклонную стенку. Речной транспорт № 12, 1958

Перевод автора статьи:



М. Плакида 17.7.60