

Tretiakov O.V., Ponomarenko R.V.

Improving the efficiency of prevention nature of emergencies in the manufacture of drinking water from surface spring

Substantiate the effective ways of operating the process of sediment compounds at the stage of coagulation and ways of operating water chemistry process of draft movements, to ensure the production of drinking water, composition of which complies with regulatory requirements and prevent emergency man-made disasters.

Key words: compounds, coagulation, water chemistry process, production of drinking water

УДК 699.85

*Халыпа В.М., канд. тех. наук, доц., НУГЗУ,
Фесенко Г.В., канд. тех. наук, доц., НУГЗУ,
Метелев В.А., студент, НТУ «ХПИ»*

**РАСЧЁТНАЯ МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОДПОРНЫХ СТенок ОТДЕЛЬНО
РАСПОЛОЖЕННЫХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ**

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Предложена расчётная модель исследования малых деформаций подпорной стенки защитного сооружения гражданской обороны в виде стержня с круговой осью в плоскости кривизны от действия гидростатического давления

Ключевые слова: гидростатическое давление, радиальные перемещения, изгибающий момент, малые деформации, уравнение Буссинэ, защитные сооружения, чрезвычайные ситуации

Постановка проблемы. При строительстве отдельно расположенных защитных сооружений гражданской обороны [1,2] в местах наиболее вероятного возникновения чрезвычайных ситуаций классов 11100 (гидродинамические аварии) и 20400 (гидрологические пресноводные чрезвычайные ситуации) [3] особое внимание уделяется конструкциям подпорных стенок и гидравлических затворов – устройств, препятствующих проникновению воды, из одного пространства в другое. В связи с этим расчёт их напря-

жённо-деформированного состояния под действием гидростатического давления имеет важное практическое значение.

Анализ последних исследований и публикаций. Методы расчёта на прочность подпорных стенок и гидравлических затворов изложены во многих работах. В справочнике [4] приведены выражения для изгибающих моментов в произвольном сечении круговых колец под действием различных внешних сосредоточенных и распределённых нагрузок, кроме гидростатического давления. В работе [5] рассматриваемая задача решена приближённо с помощью тригонометрических рядов, аппроксимирующих функцию радиальных и тангенциальных перемещений упругой линии замкнутого кругового кольца.

Постановка задачи и её решение. В предлагаемой работе расчётная модель для исследования малых деформаций изгиба подпорной стенки защитного сооружения гражданской обороны представляет стержень малой кривизны с круговой осью в плоскости стержня (рис. 1), ширина которого в направлении перпендикулярном плоскости рисунка равна единице.

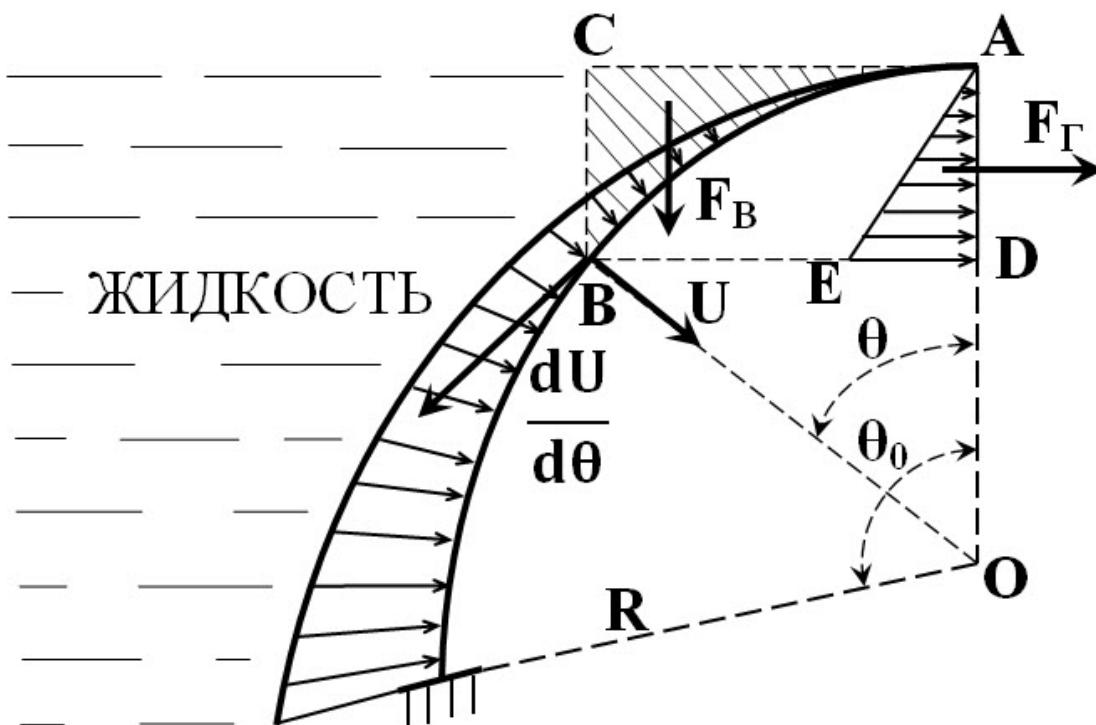


Рис. 1 – Эпюра гидростатического давления и расчётная модель подпорной стенки

Деформация изгиба такого стержня описывается дифференциальным уравнением Буссинэ [5], относительно неизвестной функции $U_{(\theta)}$ - радиальных перемещений упругой линии

$$\frac{d^2U}{d\theta^2} + U = M \frac{R^2}{EI}, \quad (1)$$

где M – изгибающий момент в произвольном сечении от действия гидростатического давления, эпюра которого изображена на рис. 1; R – радиус стержня; EI – его изгибная жёсткость.

Общий интеграл этого уравнения записывается так

$$U = \left(C_1 + \int \frac{MR^2}{EI} \cos \theta d\theta \right) \sin \theta + \left(C_2 - \int \frac{MR^2}{EI} \sin \theta d\theta \right) \cos \theta. \quad (2)$$

Произвольные постоянные C_1 и C_2 общего интеграла находятся в случае статически определимой конструкции из граничных условий для каждого конкретного типа закрепления концов стержня.

Разложим силу гидростатического давления, которое действует на поверхность цилиндра с центральным углом θ на F_G – горизонтальную и F_B – вертикальную составляющие, определяемые формулами

$$F_G = \frac{1}{2} \gamma_B R^2 (1 - \cos \theta)^2, \quad (3)$$

$$F_B = \gamma_B R^2 \left[\sin \theta (1 - \cos \theta) - \frac{1}{2} (\theta - \sin \theta \cos \theta) \right], \quad (4)$$

где γ_B - удельный вес воды.

Обозначим через M_θ^G и M_θ^B - моменты этих составляющих относительно точки «В», тогда их алгебраическая сумма представит собой выражение для изгибающего момента в произвольном сечении стержня.

$$M_{\theta} = M_{\theta}^{\Gamma} + M_{\theta}^B = \gamma_B R^3 \left[\frac{1}{6} (1 - \cos \theta)^3 + \frac{1}{2} \left(\sin^2 \theta - \theta \sin \theta - \frac{1}{3} \sin^2 \theta \cos \theta \right) + \frac{2}{3} \sin^2 \frac{\theta}{2} \right] \quad (5)$$

На рис. 2 приведенны эпюры изгибающих моментов M_{θ}^{Γ} , M_{θ}^B и M – изгибающего момента силы гидростатического давления.

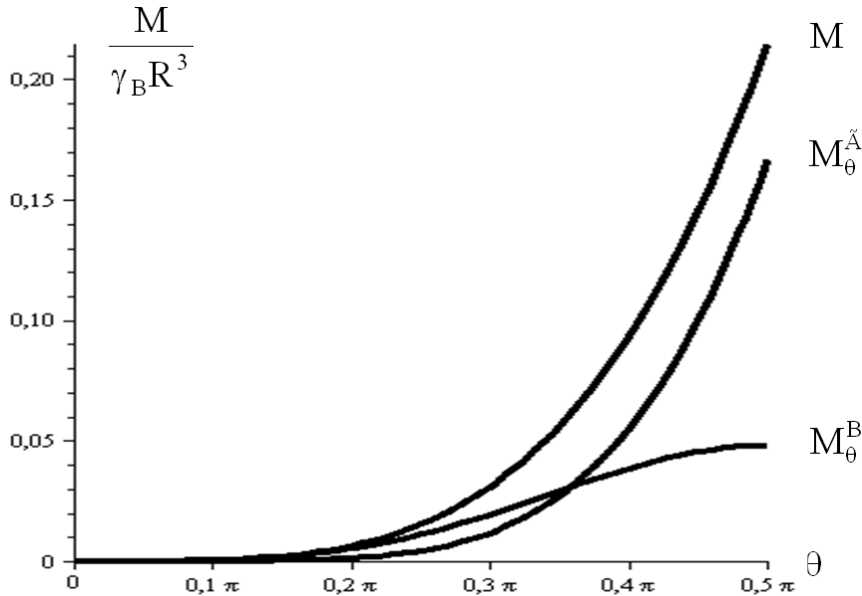


Рис. 2 – Эпюры изгибающих моментов M_{θ}^B , M_{θ}^{Γ} и M

Наибольшего значения момент M достигает при $\theta = \frac{\pi}{2}$ и равен $M_{\max} = 0,215$. Соответствующие этому моменту максимальные напряжения изгиба, растягивающие на внешней и сжимающие на внутренней поверхности подпорной стенки, определяются по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{6M_{\max}}{h^2}, \quad (6)$$

где h – толщина подпорной стенки.

После подстановки (5) в (2) и выполнения довольно громоздкой процедуры интегрирования получаем общий интеграл урав-

нения Буссинэ, который содержит только две неизвестные постоянные C_1 и C_2 .

Для стержня (рис. 1) с закреплённым нижним и свободным верхним концом постоянные C_1 и C_2 определяются из граничных условий: при $\theta = \theta_0 = \frac{\pi}{2}$, $U = 0$ и $\frac{dU}{d\theta} = 0$, принимая следующие конкретные значения

$$C_1 = -\frac{R^5}{EI} \gamma_B \left(1 - \frac{5\pi}{16} \right), \quad (7)$$

$$C_2 = -\frac{1}{16} \frac{R^5}{EI} \gamma_B \left(\frac{\pi^2}{2} + 1 \right), \quad (8)$$

Наибольшее радиальное перемещение испытывает верхний конец опорной стенки $U = 0,0666 \frac{\gamma_B R^5}{EI}$.

В случае статически неопределимых задач общий интеграл даст возможность найти также лишние неизвестные, являющиеся результатами лишних закреплений стержня.

Выводы. Предложена методика расчёта напряжённо-деформированного состояния опорных стенок и гидравлических затворов в виде тонких цилиндрических поверхностей с круговой осью под действием гидростатического давления, которая может быть использована при создании надёжных конструкций опорных стенок и гидравлических затворов отдельно расположенных защитных сооружений гражданской обороны в зонах наиболее вероятных катастрофических затоплений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Державні будівельні норми. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони (ДБН В 2.2.5-97). – Офіц. вид. – К. : Держкоммістобудування України, 1998. – 112 с.
2. Про затвердження Інструкції щодо утримання захисних споруд цивільної оборони у мирний час: за станом на 9 жовт. 2006 р / Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської ката-

- строфи. – Офіц. вид. - К. : Офіційний Вісник України, 2006. – 24 с.
3. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019-2001. – [Чинний від 2001-10-19]. – К. : Держстандарт України, 2002. – 19 с.
 4. Волосухин В. А. Расчет и проектирование подпорных стен гидротехнических сооружений / Волосухин В. А., Дыба В. П., Евтушенко С. И. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 96 с.
 5. Тимошенко С. П. Курс теории упругости / Степан Прокофьевич Тимошенко. – К. : Наукова думка, 1972. – 501 с.

Халипа В.М., Фесенко Г.В., Метельов В.О.

Розрахункова модель деформованого стану циліндричних підпірних стінок окремо розташованих захисних споруд цивільної оборони

Запропоновано розрахункову модель дослідження малих деформацій підпірної стінки захисної споруди цивільної оборони у вигляді стрижня з круговою віссю у площині кривизни від дії гідростатичного тиску

Ключові слова: гідростатичний тиск, радіальні переміщення, згинальний момент, малі деформації, рівняння Бусіне, захисні споруди, надзвичайні ситуації

Chalyra V.M., Fesenko G.V., Mielielov V.O.

Calculation model of the deformed state of cylindrical retaining walls of separately located protective structures of civil defense

The calculation model of small deformations research of a retaining wall of protective structure civil defense is offered as a bar with a circular axis in plane curvature from the action of hydrostatical pressure

Key words: hydrostatic pressure, radial displacement, bending moment, small deformation, the equation Bussine, protective structures, emergency situations