

УДК 628.2

UDC 628.2

**НАТУРНЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ СЕТЧАТЫХ РЫБОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**NATURAL INSPECTIONS OF MESH FISH-SAVING CONSTRUCTIONS**

Русин Игорь Анатольевич  
аспирант  
*Новочеркасская государственная мелиоративная академия, Россия*

Rusin Igor Anatolievich  
post-graduate student  
*Novocherkassk State Meliorative Academy, Russia*

Дан анализ натуральных обследований использования в рыбохозяйственном комплексе сетчатых конструкций и архивных документов по гидротехническим сооружениям

The analysis of natural inspections of mesh constructions use in a fish economic complex and archive documents of hydraulic engineering constructions is given

Ключевые слова: СЕТЧАТЫЕ РЫБОЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Keywords: MESH FISH-SAVING CONSTRUCTIONS, HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS

В рыбохозяйственном комплексе сетчатые конструкции в настоящее время имеют самое широкое распространение. Они используются для предупреждения травмирования и гибели молоди рыб на водозаборах различного назначения [1].

Вероятно, первая попытка решить задачу изгиба упругой поверхности, состоящей из двух систем струн натянутых в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рисунок 1), принадлежит Л. Эйлеру (1707-1783). Его работа опубликована в России (С.-Петербург) в 1767 г.

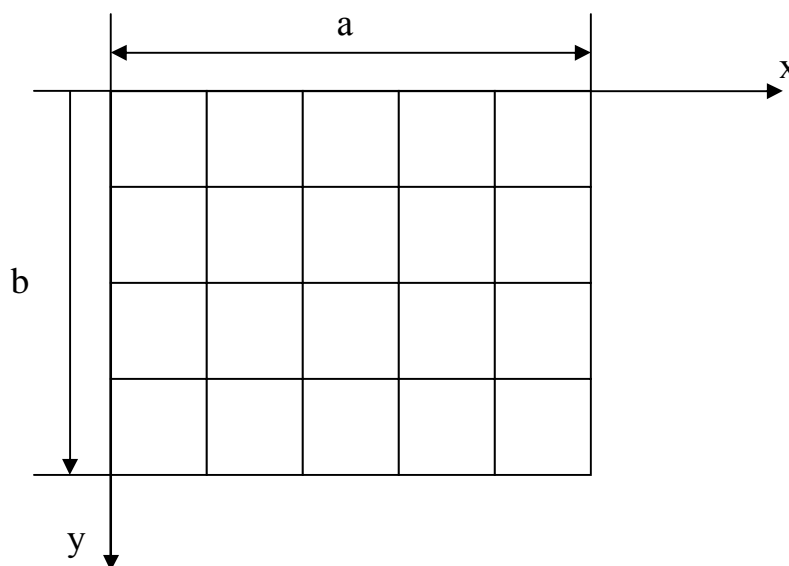


Рисунок 1 – Расчетная схема упругой пластинки в виде системы струн, установленных в двух взаимно-перпендикулярных направлениях

Яков Бернули младший (1759-1789) (племянник Даниила Бернули, 1700-1782) продолжил работу Л. Эйлера по расчету сетчатой пластины. В работе 1789 г. Я. Бернули получил приближенное дифференциальное уравнение упругой пластины в виде:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} = \frac{q}{D_0}, \quad (1)$$

где  $\omega$  – прогиб мембраны;  $D_0$  – жесткость при изгибе;

$q$  – интенсивность поперечной нагрузки.

Предложение использовать вариационное исчисление для выбора уравнения поверхности прогиба при продольном изгибе подал своему ученику Л. Эйлеру Даниил Бернули (1700-1782), как теперь установлено в письме от 22.10.1742. Л. Эйлер детально исследовал точное дифференциальное уравнение изогнутой оси упругого стержня и произвел классификацию упругих кривых.

Он исходил из условия, предложенного Д. Бернули, что энергия деформации стержня, вычисляемая по выражению  $\int_0^1 \frac{1}{R_1^2} dS$ , где  $R_1$  – радиус кривизны должна быть минимальной.

Дифференциальное уравнение упругой линии стержня получено Л. Эйлером в виде:

$$\frac{d^2 y / dx^2}{\left[ 1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{3/2}} = \frac{P}{C} \cdot x, \quad (2)$$

где  $P$  – приложенная сила;

$C$  – константа.

Разрабатывая теорию пластинок Софи Жермен (1776-1831) в работах 1811, 1813, 1816 гг. пошла по пути, предложенному Л. Эйлером, и искала уравнение изогнутой поверхности из условия минимума двойного интеграла:

$$\iint \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^2 dS, \quad (3)$$

где  $R_1$  и  $R_2$  – главные радиусы кривизны изогнутой поверхности тонкой пластинки.

Дифференциальное уравнение поперечного изгиба пластинки в окончательных работах С. Жермен получено в виде:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} = \frac{q}{D_0}. \quad (4)$$

В действующем нормативном документе по обоснованию параметров рыбозащитных сооружений к сетчатому полотну относится только значение диаметра отверстий в экране в зависимости от длины тела рыб [2].

Долгое время проблемам прочности РЗУ уделялось второстепенное значение. Однако анализ материалов при эксплуатации РЗУ в различных регионах РФ, свидетельствует об ошибочности данного положения [3].

Обобщение материалов служб эксплуатации в Южном Федеральном округе показывает, что на РЗС мелиоративных водозаборов сетное полотно приходится менять, как правило, через 1,0...2,0 года ввиду его разрушения.

П.А. Михеев на основании обобщения натуральных данных о работе РЗС приводит следующие данные о времени (Т) наработки до первого отказа:

- для сетки из углеродистой стали от 13,0 дней (312,5 часов) до 17,4 дней (416 часов);

- для сетки из нержавеющей стали от 119 дней ( $t_{\min}$ ) до 416 дней ( $t_{\max}$ );
- для лавсановой сетки от 42 дней до 278 дней.

Низкая надежность сетчатых РЗУ обусловлена следующими основными причинами:

- при обосновании параметров сетчатого полотна не учитываются статические и динамические нагрузки от воздействия промывных устройств, которые эксплуатируются при выходных скоростях до 10 м/с, а сама флейта находится на расстоянии (3...5)см от сетчатого полотна. Для обеспечения (90...92) % эффективности очистки сетчатого полотна необходимо осуществить 14...16 проходов промывного устройства;

- износ флейт, увеличение нормативного срока эксплуатации, отсутствие резервного запаса, уменьшение штата эксплуатационного персонала на РЗС ведет к созданию аварийных ситуаций и, как правило, к разрушению сетного полотна;

- веерное отключение электроэнергии на РЗС недопустимо. На основании экспериментальных исследований В.М. Волошковым, установлено, что для Ростовской области продолжительность межпромывного периода не должна составлять более 1,0...2,5 часов. Если допустимый перепад на сетном заградителе должен составлять 1...2 см, то службой эксплуатации МЧОС-II (Краснодарский край) отмечались в последние пять лет перепады в 30...40 см, что вело к разрушению сетного полотна.

- высокой энергоемкостью флейт, необходимостью фактически к близкой круглосуточной работе, износ кабельного оборудования, тележек, колес, рельсов, достаточно высокая стоимость ремонта насосов, электрооборудования, ходовой части.

Нами проведены натурные обследования и анализ архивных документов по сооружениям Федоровского гидроузла. Более чем 30-летний

срок эксплуатации Федоровского гидроузла способствовал различным дефектам и разрушениям сооружений. Например, рыбонаправляющая запань на сегодняшний день к дальнейшей эксплуатации не пригодна, проржавели на 100% сетки, распорки из труб, а стойки и распорки из прокатных профилей проржавели на 50...70 %.

Опытно-промышленные РЗУ на водозаборе Марьяно-Чебургольской оросительной системы эксплуатируется с 1988 г. Уже через 10 лет службами эксплуатации было установлено, что сооружение в аварийном состоянии и секции № 4-8 деформировались, как в плановом, так и высотном положении и дальнейшая эксплуатация РЗУ без ремонтно-восстановительных работ невозможна.

В начале периода эксплуатации на РЗУ было установлено 500 сетчатых полотен с размером (3250x3150) мм, начальная масса такого полотна составляла 500 кг. Учитывая высокую скорость коррозии обшивки (уголков, полос, накладок, косынок) (это обусловлено работой промывных устройств сетного полотна, которые взмучивают поток и насыщают его кислородом) уже через 10 лет эксплуатации пришлось заменить всю обшивку. Учитывая, что суммарная масса обшивки на РЗУ составляла более 250 тонн, проектировщики произвели уточненные расчеты, что способствовало уменьшению массы до 40 % одного полотна. Это позволило сэкономить до 100 тонн прокатной и листовой стали. В первоначальном варианте РЗУ (1988 г.) должна была включать двойную сетку (мелкую с шагом 1,5 мм из нержавеющей стали и несущую из оцинкованного железа с шагом 2,8 мм). Из экономических сооружений служба эксплуатации РЗУ перешла к сетке с шагом (2,0x2,0) мм и диаметром стержней 2,0 мм.

Площадь сетки на РЗУ составляет для одинарной сетки более 5,0 тыс. м<sup>2</sup>. Учитывая, что сетка (2,0x2,0) мм, при  $d = 2,0$  мм, стоит из нержавеющей стали более 500 руб./м<sup>2</sup>, а при  $d = 0,3$  мм...1,0 мм – около 300 руб/м<sup>2</sup>, то только на замене сетки необходимо более 2 млн. рублей (в ценах

2000 г.), что довольно ощутимо для службы эксплуатации Федоровского гидроузла.

### Литература

1. **Бондаренко В.Л., Денисов О.Л., Чертов В.А.** Технология возведения водохранилищ, водозаборных и рыбозащитных сооружений из гибких полимерных материалов // Повышение эффективности мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке. Итоги и перспективы исследований / Тезисы докладов IV зональной научно-технической конференции. - Владивосток, 1987. - Часть 2. Водохозяйственные мероприятия и гидротехника. - 66-68 с.
2. Строительные нормы и правила (СНиП) 2.06.04-82. Нагрузки и воздействие на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).-М.: Стройиздат, 1983. - 38 с.
3. **Волосухин В.А., Свистунов Ю.А.** Основы расчета тканевых оболочек гидротехнических сооружений: Учебное пособие. - Краснодар, КГАУ, 1994. - 105 с.