

УДК 627.5

Рыбакова Е.В.

студент магистратуры

1 курс, институт строительства и архитектуры

Поволжский государственный технологический университет

Россия, г. Йошкар-Ола

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИХРЕВЫХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ НИЖНИХ БЬЕФОВ ГИДРОУЗЛОВ ОТ РАЗМЫВА**

Аннотация. Для защиты нижних бьефов гидроузлов от размыва выполнен патентно-информационный поиск известных из практики гидротехнического строительства конструкций вихревых струенаправляющих систем. На основе морфологического анализа конструкций вихревых устройств установлены необходимые признаки мобильных гасителей для защиты нижних бьефов гидроузлов от размыва.

Ключевые слова: нижний бьеф, гидроузел, размыв, вихревое устройство, гаситель, морфологический анализ.

E. V. Rybakova

first-year master's student

Institute of Civil Engineering and Architecture

Volga State University of Technology

Russia, Yoshkar-Ola

**MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF VORTEX DEVICES
FOR HYDROSYSTEM TAILRACE PROTECTION AGAINST SCOUR**

Abstract. To protect hydrosystem tailraces against scour, we performed the retrieval of patent information on structures of vortex guide systems known from the hydraulic engineering practice. The morphological analysis of the structures of vortex devices allowed us to establish characteristics of mobile baffles required to protect hydrosystem tailraces against scour.

Keywords: tailrace, hydrosystem, scour, vortex device, baffle, morphological analysis.

При эксплуатации гидроузлов возникает ряд проблем связанных с размывом дна нижнего бьефа при сходе сбросной струи с рисбермы плотины в незащищённое русло. Разработка устройств для защиты от размыва нижних бьефов может быть выполнена на основе использования метода искусственной поперечной циркуляции Потапова М.В. [1].

Цель работы состоит в определении конструктивных особенностей вихревой галереи для защиты нижних бьефов гидроузлов от размыва. Предметом исследования являются вихревые устройства для защиты от размыва. Методы исследования включают патентно-информационный поиск и морфологический анализ.

Основными известными вариантами вихревых устройств являются: донные устройства в виде струенаправляющих щитов, порогов, пирсов, шашек и галерей; водобойные стенки и колодцы различных конструкций; гасители на основе гибких парусных систем, гидродинамических профилей, мягких водо- и воздухонаполненных оболочек, систем гидравлически коротких трубопроводов, включая вихревые камеры.

Анализ известных из практики гидротехнического строительства конструкций может быть произведен на основе применения методов морфологического анализа. В этом случае выделяются признаки вихревых устройств по нескольким классификационным уровням. В таблице (табл.1) приведены признаки вихревых устройств, распределенные по десяти направлениям оценки.

Проанализируем шестнадцать видов вихревых устройств: 1 – донные направляющие щиты [2], 2 – донные направляющие пороги [3], 3 – вихревая подпорная стенка с диагональным расположением труб [2], 4 – гаситель энергии потока с конфузорными камерами [4], 5 – система вихревых камер

[5], 6 – гасители в виде пирсов и шашек [6], 7 – руслоформирующая парусная система [7], 8 – водобойный колодец [8], 9 – струенаправляющий порог в виде щита-регулятора [9], 10 – устройство на основе гидродинамических профилей из гибких материалов [10], 11 – гаситель энергии потока на основе кольцевой камеры с вибрэкраном [11], 12 – водобой в виде уступа-стенки с чередующимися по длине впадинами и выступами [12], 13 – водосброс с закручивающими трубными вставками [13], 14 – шахтный водосброс без ребер перегиба в вертикальных сечениях [14], 15 – водопроводящий канал с чередующимися вариантами поперечного сечения [15], 16 – лопастное устройство с использованием вихревого эффекта [16].

Таблица 1 – Классификационные признаки вихревых устройств

Классификационный уровень	Признаки	Уровень – признак
По месту размещения	Поверхностные	(1-1)
	Внутренние	(1-2)
	Донные	(1-3)
	Комбинированные	(1-4)
По условиям использования	Одиночные	(2-1)
	Групповые	(2-2)
По управляемости	Регулируемые	(3-1)
	Нерегулируемые	(3-2)
По назначению	Защита от размыва	(4-1)
	Переформирование русла	(4-2)
	Борьба с донными наносами	(4-3)
По материалу	Бетонные	(5-1)
	Деревянные	(5-2)
	Из композитных материалов	(5-3)
	Мягкие	(5-4)
По сроку использования	Временные	(6-1)
	Постоянные	(6-2)
По способу установки	Мобильно перемещаемые	(7-1)
	Стационарные	(7-2)
По геометрии конструкции	С криволинейными гладко сопряженными поверхностями	(8-1)
	С ребрами при соединении плоских поверхностей	(8-2)

Для каждого вида вихревого устройства была составлена анкета, в которой отмечались совпадения классификационных признаков.

Рейтинговая оценка вихревого устройства выполнена путем введения весовых функций по зависимости [17]:

$$W_{ij} = \frac{n_i}{3 \cdot N},$$

где n_i – число соответствий признаку; N – число анализируемых вихревых устройств.

В результате построена таблица весовых функций видов вихревых устройств (табл. 2).

Таблица 2 – Весовые функции видов вихревых устройств

i\j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,06	0,15	0,13	0,06	0,13	0,04	0,21	0,21
2	0,15	0,19	0,21	0,19	0,00	0,29	0,13	0,13
3	0,15	0,00	0,00	0,08	0,29	0,00	0,00	0,00
4	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00

На основании анализа весовых характеристик распределения признаков 16 видов вихревых устройств для гашения избыточной энергии сбросного потока в нижних бьефах гидроузлов, установлено, что наибольшей повторяемостью характеризуются признаки 1-2, 1-3, 2-2, 3-1, 4-2, 5-3, 6-2, 7-2, 8-1.

Проведенный морфологический анализ известных из практики гидротехнического строительства конструкций вихревых устройств на основании выделенных классификационных признаков позволил сделать вывод, что при разработке устройства для защиты от размыва или переформирования русла следует стремиться к облегчению конструкции за счет применения композитных материалов. Устройство требуется установить на этапе эксплуатации гидроузла, что требует от него

мобильности и автономности от основных сооружений. Необходимо предусмотреть возможность регулирования положения устройства, как по глубине, так и по длине потока.

Использованные источники:

1. Потапов М.В. Регулирование водных потоков методом искусственной поперечной циркуляции. М.: Изд-во акад. наук СССР, 1947. 76 с.
2. Вознесенский Н.А. Донные струенаправляющие устройства на оросительных системах. М.: Колос, 1967. 120 с.
3. пат. 1143793 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 3/06, 1986/Алимов А.Ю.; заявитель и патентообладатель Алимов А.Ю, науч.-ислед. ин-т связи. № 2002106360/03; заявл. 11.03.2002; опубл. 10.06.2005.
4. пат. 2523530 Рос. Федерация: МПК 7 Е 02 В 8/06/Голубенко М.И.; заявитель и патентообладатель Голубенко М.И., заявл. 26.03.2013; опубл. 20.07.2014.
5. Поздеев А.Г., Кузнецова Ю.А. Расчет кинематических характеристик потока в вихревой камере для защиты нижних бьефов гидроузлов от размыва // Фундаментальные исследования. 2016. № 10-2. С. 327-332.
6. Гидротехнические сооружения: учеб. пособие. Ч. II. Водосливные плотины. М.: Агропромиздат, 1985. 302 с.
7. Федосов С.В., Поздеев А.Г., Котлов В.Г., Кузнецова Ю.А. Струенаправляющие системы из текстильных материалов для защиты нижних бьефов гидроузлов// Технология текстильной промышленности. 2017. №1 (367). С. 184-189.
8. Михалёв М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 443 с.
9. пат. 2524987 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 8/02/Голубенко М.И.; заявитель и патентообладатель Голубенко М.И., заявл. 16.10.2012; опубл. 20.12.2013.

10. пат. 2301297 Рос. Федерация, МПК 3/02 (2006/01). Устройство для регулирования русловых процессов /Ю.А. Поздеева; Заявитель и патентообладатель Марийский гос. техн. университет. 2005135899/03; заявл. 18.11.2005; опубл. 20.06.2007, Бюл. № 17. 7 с.
11. пат. 2524987 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 8/06/Голубенко М.И.; заявитель и патентообладатель Голубенко М.И., заявл. 19.03.2013; опубл. 10.08.2014.
12. пат. 2478751 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 8/06/Похабов В.И., Кирилов К.В., Спиринов Е.С.; заявл. 28.10.2011; опубл. 10.04.2013.
13. пат. 2421570 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 8/06/Зенькович В.М.; заявитель и патентообладатель Зенькович В.М., заявл. 22.07.2009; опубл. 20.06.2011.
14. пат. 2341615 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 8/06/Гурьев А.П.; заявитель и патентообладатель Гурьев А.П., заявл. 14.02.2007; опубл. 20.12.2008.
15. пат. 2274702 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 8/06/Чистяков А.А.; заявитель и патентообладатель Чистяков А.А., заявл. 01.12.2004; опубл. 20.04.2006.
16. пат. 2321804 Рос. Федерация: МПК F 25 В 9/04/Чепилко С.С.; заявитель и патентообладатель Чепилко С.С., заявл. 10.03.2006; опубл. 10.04.2008.
17. Поздеев А.Г., Кузнецова Ю.А. Моделирование систем: Учебное пособие. Сыктывкар: СЛИ, 2010. 308 с.