

*Mikhail I. Balzannikov,
ScD, Professor;*

*Andrey L. Kurmanaev,
Student;*

*Samara State University of Architecture
and Civil Engineering (SGASU)*

Using Flow Guiding Devices in the Rainwater Construction of the Hydropower

Installation

Key words: *hydropower installation, rainwater construction, surface water intakes, flow guiding device.*

Annotation: *The article describes promising design solutions rainwater hydropower facilities. In order to reduce hydraulic losses, it is proposed to use flow guiding devices in them. It also describes the effects of these devices in guiding water flow. The authors give recommendations on research models proposed designs rainwater structures.*

Водоприемное сооружение гидроэнергетической установки (ГЭУ) является головным элементом энергетического водопроводящего тракта, обеспечивающего подвод потока воды к гидроагрегату. Среди требований, предъявляемых к этим сооружениям, большое значение имеют экономия затрат при строительстве, надежность работы и создание благоприятных гидравлических условий для обеспечения наименьших энергетических потерь. В связи с этим конструкции водоприемных сооружений постоянно совершенствуются (1-4).

Одним из эффективных направлений совершенствования водоприемных сооружений является применение потоконаправляющих устройств, используемых с целью управления водным потоком (5-7) и снижения потерь энергии потока. Такие потоконаправляющие устройства могут размещаться снаружи по отношению к основному водному потоку или непосредственно внутри него.

С участием авторов разработаны технические решения с применяемыми потоконаправляющими устройствами (8-11). Классическим примером внешнего потоконаправляющего устройства в водоприемном сооружении является наклонный козырек, устанавливаемый сразу за забральной стенкой в водоприемной камере (8). На водный поток такой козырек воздействует аналогично стенок диффузорного участка. За счет этого площадь поперечного сечения потока за ним увеличивается, что приводит к уменьшению скорости потока на сородерживающей решетке и потерь напора.

В водоприемном устройстве (9) предложено изменять раструбность всей водоприемной камеры и обеспечивать тем самым наилучшие гидравлические условия течения потока воды при изменении режима работы гидроэнергетической установки, уровня воды и пропускаемого расхода. А в конструкции водоприемника (10) за счет применения потоконаправляющих щитов достигается устранение угловых областей в

водоприемной камере и, за счет этого, снижение завихрений водного потока и потерь напора.

На наш взгляд, важно предусмотреть автоматическую работу потоконаправляющих устройств в водоприемном сооружении без участия сложных автоматических и следящих устройств. Это условие выполняется в водоприемном устройстве (11). В нем используется водопереливная стенка для обеспечения забора воды в энергетический водовод только из поверхностных слоев водохранилища. Причем высота стенки при изменении уровня воды в водохранилище регулируется автоматически за счет поплавкового устройства.

Внешние потоконаправляющие элементы оказывают эффективное воздействие на поток при их размещении не только непосредственно в самом водоприемном сооружении ГЭУ, но и в прилегающей к нему зоне. Так, конструкция водоприемного сооружения гидроаккумулирующей электростанции (ГАЭС) (12) предусматривает установку потоконаправляющей стенки на некотором удалении от входного отверстия. Пример конструктивного исполнения такого водоприемного сооружения и размещения стенки приведен на рис. 1.

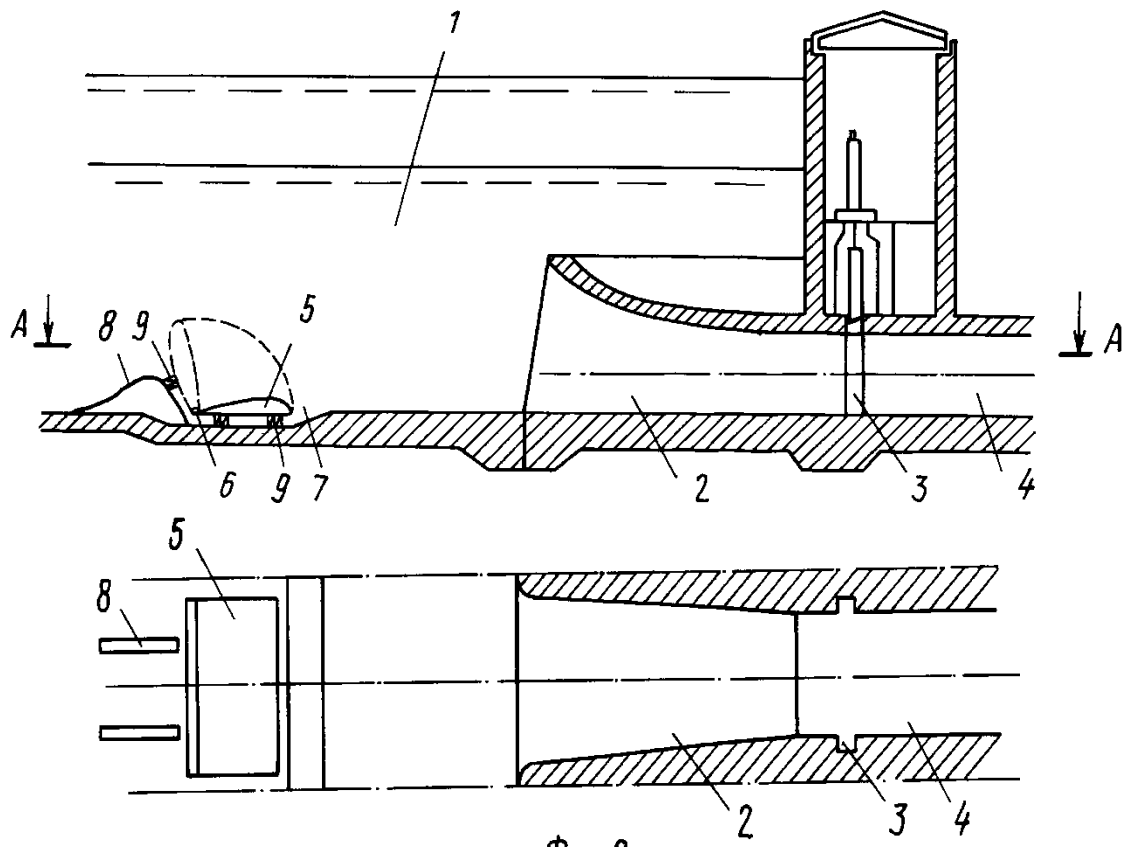


Рис. 1. Схема водоприемного сооружения (12)

Водоприемное сооружение включает подходный участок 1, конфузурный участок 2, паз затвора 3, водовод 4 и потоконаправляющую стенку 5, которая при помощи шарнира 6 прикреплена к дну ниши 7. При этом между потоконаправляющей стенкой и нишей образован зазор, фиксируемый опорой 9. Потоконаправляющая стенка в своем поперечном сечении представляет собой профиль крыловидной формы. При своем

повороте потоконаправляющая стенка в крайнем нижнем горизонтальном положении опирается на опору 9, а в крайнем верхнем положении – на опору 8.

При работе ГЭУ в основном, турбинном, режиме потоконаправляющая стенка располагается в нише в нижнем горизонтальном положении. Вода свободно поступает из водохранилища в конфузороный участок и затем в водовод. Энергетические потери потока малы, т.к. потоконаправляющая стенка не создает препятствия потоку и не оказывает гидравлического сопротивления. Если ГЭУ включается в насосный режим и направление водного потока меняется на противоположный, то на потоконаправляющей стенке, из-за ее обтекания сверху и снизу, и возникнет перепад давления. Вследствие этого потоконаправляющая стенка начнет поворачиваться против часовой стрелки. Дополнительное давление на стенку окажет набегающий поток. В результате потоконаправляющая стенка займет положение, близкое к вертикальному. Ее наклон определится опорами 8. В этом случае потоконаправляющая стенка будет отклонять поток воды вверх. Участок дна за потоконаправляющей стенкой будет защищен от воздействия больших скоростей водного потока.

Таким образом, в предложенной конструкции создается режим, обеспечивающий возможность сокращения длины участка дна, требующего усиленного крепления. Это позволит существенно уменьшить применение дорогостоящего бетонного материала для крепления дна и финансовые затраты на возведение водоприемного сооружения.

В случае, когда ГЭУ снова начинает работать в турбинном режиме, то потоконаправляющая стенка под воздействием потока повернется вниз и займет нижнее горизонтальное положение. Гидравлическое сопротивление водному потоку также оказываться не будет. Следовательно, и неоправданные энергетические потери также будут исключены.

Как видим, в разработанном техническом решении наилучшие гидравлические условия на подходе потока к водоприемнику обеспечиваются для обоих режимов работы ГЭУ. Причем положение потоконаправляющей стенки изменяется автоматически под воздействием самого водного потока. Это очень важно для обеспечения высокой надежности эксплуатации водоприемного сооружения.

В заключение следует заметить, что характер водного потока и значения скоростей вблизи дна водоприемного сооружения будут определяться геометрическими параметрами потоконаправляющей стенки, в том числе, углом ее наклона, а также величиной расхода воды. Достоверные сведения о кинематических параметрах водного потока можно получить только при выполнении исследований разработанных конструкций водоприемного сооружения (13-16). Подобные исследования в течение многих лет проводятся в Самарском государственном архитектурно-строительном университете, в том числе, при непосредственном участии авторов (17-20). В них использованы методы исследований на физических и математических моделях. При этом получение корректных данных обеспечивались тщательным соблюдением условий подобия.

Из приведенных сведений следует, что перспективные конструктивные решения водоприемных сооружений могут обеспечить существенный экономический эффект как при их возведении, так и при эксплуатации.

Выводы

1. К водоприемным сооружениям гидроэнергетических установок предъявляют требования по снижению затрат при их строительстве и созданию благоприятных гидравлических условий для обеспечения наименьших энергетических потерь. Эффективным решением, обеспечивающим выполнение этих требований, является применение потоконаправляющих устройств, размещаемых либо непосредственно внутри водоприемного сооружения, либо вблизи него.

2. Для получения корректных данных о влиянии используемых потоконаправляющих устройств и их геометрических параметров на кинематические характеристики водного потока следует проводить исследования моделей разработанных конструкций водоприемного сооружения на физических или математических моделях.

References

1. Balzannikov MI. Improving the design inlet - water discharge devices hydropower plants. Hydraulic Engineering 1994;№ 9:30-35. [\[Google Scholar\]](#)
2. Balzannikov MI. Device inlet section type hydropower plants. Journal of the Department of Building Sciences, Russian Academy of Architecture and Building Sciences 2012;Issue 16, Volume 2:209-214. [\[Google Scholar\]](#)
3. Balzannikov MI, Seliverstov VA. Influence of construction of water intake device PSPs on the energy loss in his work in the pumping mode. Journal MGRS 2010;№ 1:175-180. [\[Google Scholar\]](#)
4. Vasiliev YS, Balzannikov MI. Influence of reservoir drawdown on PSPs energogidravlicheskie characteristics of the receiving water - overflow and the choice of its optimal outlines. Proceedings of the universities. Building 1993;№ 10:80-84. [\[Google Scholar\]](#)
5. Balzannikov MI, Evdokimov SV, Galitskova YM. Flow guiding influence on the characteristics of the installation of devices using energy flow. Proceedings NSABU: Novosibirsk NSABU 2000;Issue 2:68-77. [\[Google Scholar\]](#)
6. Balzannikov MI, Shabanov VA. Development of education and research in the field of hydraulic engineering. Samara: Samara govt. arhit. - builds. Univ; 2004. [\[Google Scholar\]](#)
7. Balzannikov MI, Evdokimov SV. Improved designs of hydro and wind power plants and the selection of the main parameters. Energy Islands resource tezhash muammolari: Tashkent 2013;№ 3-4:88-94. [\[Google Scholar\]](#)
8. Mustafin Kh Sh, Balzannikov MI, Drainage hydroelectric: USSR Author's Certificate 866040, 1981: Bull. Number 35.
9. Vasiliev YS, Konovalov AB, Kukushkin VA, Khlebnikov SN, Balzannikov MI, Drainage waterworks:/ USSR Author's Certificate 1155665, 1985: Bull. Number 18.
10. Vasilyev YS, Kukushkin VA, Belyaev SG, Balzannikov MI, Drainage culvert - storage power station: USSR Author's Certificate 1289954, 1987: Bull. Number 6.
11. Balzannikov MI, Drainage hydroelectric: USSR Author's Certificate 1117375, 1984: Bull. Number 37.
12. Ivashintsov DA, Balzannikov MI, Oliner IM, Drainage - overflow storage power station: RF Patent 2,014,383, 1994: Bull. Number 11.
13. Balzannikov MI, Seliverstov VA. Studies of water intake device pumped storage power plant. Hydraulic Engineering 2012;№ 4:21-26. [\[Google Scholar\]](#)

14. Balzannikov MI, Seliverstov VA. Investigation of water-intake unit at pumped-storage power plant. Power Technology and Engineering (Springer New York Consultants Bureau 2012;T. 46(№ 3):210-214. [\[Google Scholar\]](#)
15. Vasiliev YS, Ivashintsov DA, Balzannikov MI. Results energy gidravlic research upland water intake - overflow PSPs. Proceedings Proceedings VNIIG 1986;T. 196:5-8. [\[Google Scholar\]](#)
16. Balzannikov MI, Seliverstov VA. Research on the influence of flow separators for use in rainwater devices hydropower plants. Journal SamSTU; Series " Engineering" 2009;№ 3(25):199-205. [\[Google Scholar\]](#)
17. Balzannikov MI, Rodionov MV, Seliverstov VA. Greening exploited groundwater waterworks. Journal SGASU. Planning and architecture 2011;№ 1:109-113. [\[Google Scholar\]](#)
18. Ivanov MV. Application of orthogonal type hydraulic turbines in hydroelectric small plants. Journal SGASU. Planning and architecture 2014;№ 1:68-73. [\[Google Scholar\]](#)
19. Balzannikov MI, Rodionov MV. Improvement of Reliability of Earth Dams: Geotechnics for Sustainable Development. Proceedings of the Second International Conference GEOTEC. Hanoi: unknown; 2013. [\[Google Scholar\]](#)
20. Balzannikov MI, Rodionov MV. Extending the operating life of low embankment dams in Russia. International journal on Hydropower and Dams 2013;No 6:60-63. [\[Google Scholar\]](#)