

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВОДЯНЫХ КОЛЕС В УСЛОВИЯХ ИРРИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АМУ-БУХАРСКОГО КАНАЛА

Мамедов Расул Акиф-огли ¹

¹ Доцент кафедры «Электрическая и
энергетическая инженерия»

Жамолов Жабборшоҳ Жаҳонгир угли ¹

¹ Базовый докторант кафедры «Электрическая
и энергетическая инженерия»

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

АННОТАЦИЯ:

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 04.04.2025

Revised: 05.04.2025

Accepted: 06.04.2025

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*микроГЭС, водяные
колеса, Аму-Бухарский
канал, расход воды,
скорость потока воды,
гидроэнергетический
потенциал.*

В данной статье представлены результаты оценки валового гидроэнергетического потенциала ирригационной системы Аму-Бухарского канала, а также разработана карта расположения оросительных каналов Бухарской области. Кроме того, был проведен обзор водяных колес, таких как верхнебойное (наливное), среднебойное и нижнебойное (подливное). По результатам научного исследования было установлено что, для эффективной работы в низконапорных водотоках необходимо применение нижнебойных водяных колес.

ВВЕДЕНИЕ. В настоящее время стремительное увеличение роста населения, а также спроса на электроэнергию привело к тому, что, мировые природные ресурсы ощущают на себе огромное давление, а экологические проблемы стали расти [1]. Рост возобновляемых источников энергии может существенно смягчить последствия изменения климата, а также стимулировать занятость во всем мире за счет создания рабочих мест на новых электростанциях [2].

В последние годы эффективное использование возобновляемых источников энергии, в дополнении к фотоэлектрическим, ветровым, геотермальным и т.д. привлекли внимание малые гидроэлектростанции, которые используются как в

водозаборных конструкциях [3,4] для отвода воды с высоким напором, также и в открытых низконапорных водотоках рек, оросительных каналах [5-8]. Гидротурбины с водозаборными затворами получили широкое использование в гидроэнергетике, особенно в крупномасштабной централизованной выработке электроэнергии с использованием резервуаров для хранения воды. Однако в настоящее время трудно провести новое строительство из-за сокращения подходящих мест для строительства и опасений относительно воздействия на окружающую среду.

Для устранения экологических проблем, президентом Республики Узбекистан, был ряд постановлений:

Постановлением Президента Республики Узбекистан от 2 мая 2017 года № ПП - 2947 «О программе мер по дальнейшему развитию гидроэнергетики на 2017 — 2021 годы», от 10 декабря 2021 года № ПП-44 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию гидроэнергетики». В соответствии с постановлениями намечается поэтапное увеличение использования возобновляемых источников энергии, создание новых надежных и экологически чистых генерирующих мощностей, обеспечение технологической реконструкции существующих гидроэлектростанций на базе использования современных технологий, эффективного регулирования водными ресурсами за счёт интенсивного изучения передового международного опыта, расширение использования гидроэнергетического потенциала естественных и искусственных водотоков и возобновляемых источников энергии страны в производстве электроэнергии, а также создания благоприятных условий для привлечения в сферу частных инвестиций и развития на данной основе мощностей по производству новой экологически чистой энергии [9].

Ирригационная система Аму-Бухарского машинного канала является ответвлением реки Амударья протекающей на территории Республики Туркменистан и представляет важнейший комплекс на территории Узбекистана предназначенный для обеспечения водой Бухарской и частично Наваинской областей, берущий своё начало в точке с координатами 39.219845, 63.719540 от входного гидроузла «Двойник». Для эффективного использования гидроэнергетической установки необходима в первую очередь точная оценка ресурсов гидроэнергетического потенциала и свойств энергии воды в регионе, где будет применена установка. Впервые гидроэнергетический потенциал Аму-Бухарского машинного канала был оценен в научных исследованиях, ученых Бухарского инженерно-технологического института. При оценке гидроэнергетического потенциала была построена схема (рис. 1) расположения

магистральных и межхозяйственных каналов Бухарской области, построенная при помощи линейной схемы, взятой из управления Аму-Бухарского машинного канала, а также информации полученной при помощи спутниковых данных на основании приложения Google Earth Pro [10-12].

В ходе исследования было установлено что ирригационная система Аму-Бухарского машинного канала обладает хорошим потенциалом. Оценка валового гидроэнергетического потенциала составила 200,2 ГВт·ч и может служить решением проблем с электрификацией отдалённых районов с бесперебойной и надёжной электроэнергией, с применением микроГЭС, эффективно работающей в низконапорных водотоках.



Рисунок 1. Схема расположения основных магистральных и межхозяйственных каналов Бухарской области

Типы водяных колес. Известно, что для обеспечения эффективной работы гидротурбин, важную роль оказывают их рабочие колеса. Гидротурбины подразделяются на активные, реактивные, винты Архимеда и водяные колёса. Для эффективной работы при малых потоках воды (рек, оросительных каналов) широкое применение получили водяные колёса. Водяные колеса в зависимости от способа использования можно разделить на три следующие группы: а) основанные исключительно за счёт силы тяжести воды; б) частично из-за силы тяжести воды и частично из-за течения воды в) основанный исключительно за счёт течения воды. Более того существуют три типа водяных колес в зависимости, от того, как

используется поток воды: верхнебойные (наливные), среднебойные и нижнебойные (подливные) водяные колеса [13].

Верхнебойное водяное колесо получило применение в 14 веке, в котором поток воды заливается в верхней части водяного колеса. Данный тип водяного колеса используется для участков с высоким напором при перепаде высоты от 2,5 до 10 м и небольшим расходом потока воды от 0,1 до 0,2 м³/с на каждый метр ширины, а КПД его составляет 75%, а иногда достигает 80% [14]. Преимуществом использования наливных колес заключается в том, что он не требует сильного потока, так как сила тяжести воды, падающей на лезвие, заставляет водяное колесо вращаться, оно имеет простую конструкцию и его легко обслуживать.

На рисунке 2 показано верхнебойное водяное колесо, которое приводится во вращение потоком воды, падающим на верхние лопасти из подводящего лотка. На рисунке 3 приведена кривая зависимости коэффициента полезного действия от отношения расход воды Q/Q_{max} верхнебойного водяного колеса, где Q_{max} – наибольший расход, который при определенной геометрической конфигурации притока даёт максимальное значение КПД.

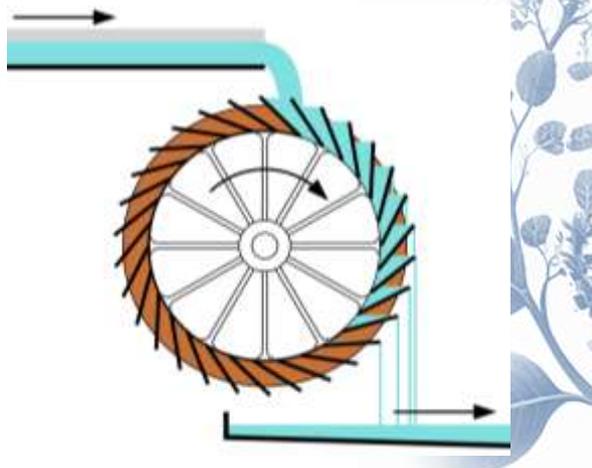


Рисунок 2. Верхнебойное водяное колесо

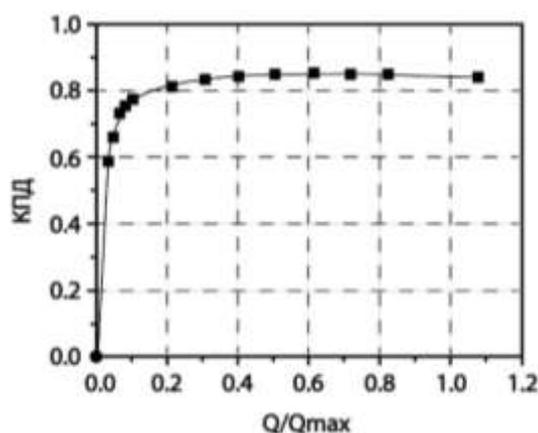


Рисунок 3. Кривая зависимости коэффициента полезного действия от расхода Q/Q_{max} верхнебойного водяного колеса

Среднебойное водяное колесо получило применение в 16 веке, в котором поток воды поступает на уровне оси горизонтального вала и приводит в движение колесо за счёт сочетания сил тяжести и потока воды. Этот тип водяного колеса применяется на

участках со среднем напором при перепаде высоты от 1,5 до 4 м и обильном расходе потока воды от 0,35 до 0,65 м³/с на каждый метр ширины лопасти, КПД которых составляет от 45% до 75% [15].

На рисунке 4 изображено среднебойное водяное колесо, приводящееся во вращение за счёт веса потока воды, поступающей на уровне оси водяного колеса и довольно крутым углом. На рисунке 5 представлена кривая зависимости КПД от отношения расход воды Q/Q_{max} среднебойного водяного колеса.

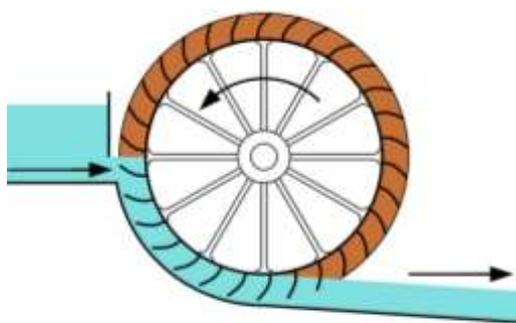


Рисунок 4. Среднебойное водяное колесо

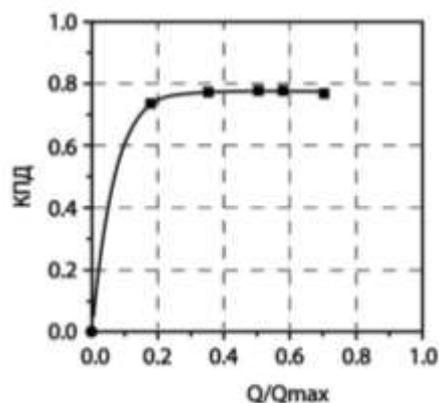


Рисунок 5. Кривая зависимости КПД от расхода Q/Q_{max} среднебойного водяного колеса

Подливное или нижебойное водяное колесо является самым древним берущее своё начало еще в 1 веке до нашей эры. Нижебойное колесо приводится в движение за счёт силы потока воды и может быть использовано в слаботочных и низконапорных водотоках. Этот тип водяного колеса получил широкое применение на участках с небольшим напором при перепаде высоты от 0,5 до 2,5 м и высоком расходе воды от 0,5 до 0,95 м³/с на метр ширины, КПД которых составляет от 35% до 40% [16].

На рисунке 6 представлено нижебойное водяное колесо, предназначенное для эффективной работы в низконапорных водотоках. На рисунке 7 представлена кривая зависимости КПД от отношения расход воды Q/Q_{max} нижебойного водяного колеса.

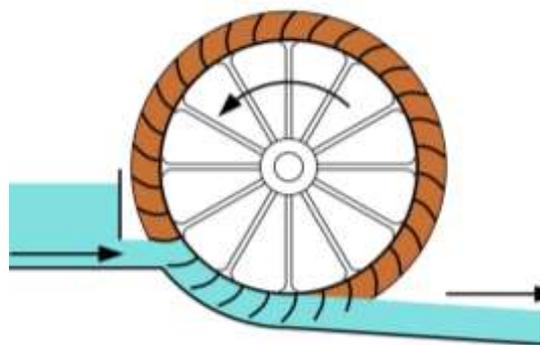


Рисунок 6. Нижнебойное водяное колесо

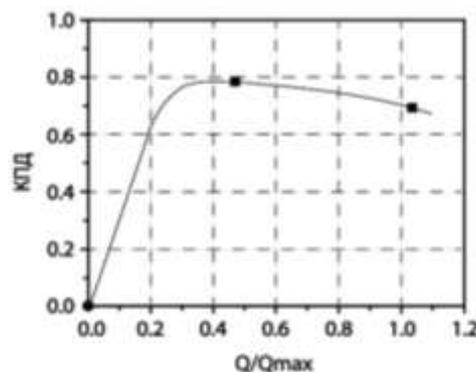


Рисунок 7. Кривая зависимости КПД от расхода Q/Q_{max} нижнебойного водяного колеса

Заключение. В ходе исследования было установлено что ирригационная система Аму-Бухарского канала расположенная на территории Бухарской области обладает низконапорным водотоком со скоростью потока воды от 1 до 3 м/с. Исходя из параметров ирригационной системы Аму-Бухарского канала таких, как напор, скорость и расход потока воды, было установлено что, создание и применение нижнебойных водяных колес, эффективно работающих в низконапорных водотоках, может послужить обеспечению экологически чистой, надежной и бесперебойной электроэнергией локальных потребителей, расположенных вдали от централизованной системы электроснабжения.

Использованная литература:

1. Sadullayev N. N., Safarov A. B., Nematov Sh.N., Mamedov R.A., Abdujabarov A.B., Opportunities and prospects for the use of renewable energy sources in Bukhara region. Applied solar energy, 2020. Vol. 56, № 4, p. 410-421.
2. Celso Penche, European Small Hydropower Association – ESHA, Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant. 2004. Vol. 2, № 7, p. 43-49.
3. C. Nicolet, A. Zobeiri, P. Maruzewski, F. Avellan. “Experimental Investigations on Upper Part Load Vortex Rope Pressure Fluctuations in Francis Turbine Draft Tube,” International Journal of Fluid Machinery and Systems, 2011. Vol. 4, No. 1, p. 179-190.
4. T. Vu, M. Koller, M. Gauthier, C. Deschênes. “Flow simulation and efficiency hill chart prediction for a Propeller turbine,” International Journal of Fluid Machinery and Systems, 2011. Vol. 4, No. 2, p. 243-254.
5. D. Kodirov, O. Tursunov. Calculation of Water Wheel Design Parameters for Micro Hydroelectric Power Station. E3S Web of Conferences **97**. 2019. p. 1-11.

6. Мамедов Р.А., Садуллаев Н.Н., Сафаров А.Б. Разработка и научное обоснование эффективной работы микроГЭС, адаптированной к потокам оросительных каналов нашего региона. Развитие науки и технологии. 2021. №2. стр. 62-68.
7. Butera I, Balestra R, Estimation of the hydropower potential of irrigation networks. Renewable and sustainable energy reviews. 2015. p. 140-151.
8. М.М. Мухаммадиев, Б.У. Уришев, Э.К. Мамадиеров, Д.М. Умарова. Новая конструкция наплавной микрогидроэлектростанции. Четвертая научно-техническая конференция «Гидроэнергетика. Новые разработки и технологии» стр. 1-9
9. <https://lex.uz/ru/docs/5769775>
10. Садуллаев Н.Н., Бозаров О.О., Мамедов Р.А., Сафаров А.Б., Нематов Ш.Н. Оценка гидроэнергетического потенциала Бухарской области. Научно-технический журнал “Развитие науки и технологий” №3, 2020, стр. 159-165
11. Мамедов Р.А. Расчеты ресурсов валового гидроэнергетического потенциала Аму-Бухарского канала одноточечным и двухточечным методами. Международная научно-техническая конференция: «Тенденции развития альтернативной и возобновляемой энергетики: проблемы и решения» 2021 год 17-18 Май, стр. 202-209
12. Мамедов Р.А., Сафаров А.Б., Чарыева М.Р. Анализ зависимости коэффициента Шези при оценке ресурсов гидроэнергетического потенциала оросительных каналов Бухарской области. Научно-технический журнал “Альтернативная энергетика” №1, 2021, стр 52-60
13. Muller, G., Kauppert, K., 2004. Performance Characteristics of Water Wheels. *Journal of Hydraulic Research*, Volume 42(5), pp. 451–460
14. Warjito, B., Siswantara, A.I., Adanta, D., Kamal, M., Dianofitra, R., 2017. Simple Bucket Curvature for Designing a Low-head Turgo Turbine for Pico Hydro Application. *International Journal of Technology*, Volume 8(7), pp. 1239–1247
15. Pujol, T., Montoro, L., 2010. High Hydraulic Performance in Horizontal Water Wheels. *Renewable Energy*, Volume 35(11), pp. 2543–2551
16. E. Quaranta, S. Fontan, P. Cavagnero, R. Revelli. Efficiency of traditional water wheels. E-proceedings of the 36th IAHR World Congress 28 June – 3 July, 2015, pp. 1-4