

ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ. ЭНЕРГЕТИКА
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. ЭНЕРГЕТИКА
TECHNICAL SCIENCE. ENERGY

Сатыбалдыев А.Б., Абидов А., Матисаков Т.К., Аittoкуров А.К.

СУУ ЧАМГАРАГЫНЫН ЫЛДЫЙКЫ БӨЛҮГҮНДӨГҮ КАЛАКЧАНЫ ЭСЕПТӨӨ

Сатыбалдыев А.Б., Абидов А., Матисаков Т.К., Аittoкуров А.К.

РАСЧЕТ ЛОПАСТИ НИЖНЕБОЙНОГО ВОДЯНОГО КОЛЕСА

A.B. Satybaldyev, A. Abidov, T.K. Matisakov, A.K. Attokurov

CALCULATION OF THE UNDERPICKED BLADE OF THE WATER WHEEL

УДК: 519.711.2: 621.311.212

Макалада суу чамгарагынын бурчтук ылдамдыгынын суу агымынан жана суу чамгарагынын радиусунан болгон көз карандылыгы каралган. Алардын актуалдуулугу пайдалуу аракет коэффициентин жогорулатууда жана мындан чыккан параметрлерден алынган конструкциялык өзгөчөлүктөрүндө. Алардын негизинде суу чамгарагынын ылдамдыгынын көз карандылыгы жана алынган эсептөөлөрдүн негизинде жыйынтык бүтүмүнүн графиктери көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: суу чамгарагы, гидротурбина, суу агымы, топон суу, бурчтук ылдамдык.

В статье рассмотрена зависимость угловой скорости водяного колеса от скорости водного потока и радиуса водяного колеса. Их актуальность в повышении коэффициента полезного действия и конструктивные особенности исходящие из этих параметров. На их основе представлены графики показывающие зависимость скорости водяного колеса и заключения, выведенные из этих расчетов.

Ключевые слова: водяное колесо, гидротурбина, водный поток, завихрения, угловая скорость.

In article, it is considered dependences of angular speed of a water wheel on the speed of a water stream and radius of a water wheel. Their relevance in increase the efficiency and design features proceeding from these parameters. On their basis, the schedules showing dependence of speed of a water wheel and the conclusions made from these calculations are submitted.

Key words: water wheel, water wheel, water stream, turbulences, angular speed.

Водяное колесо, как преобразователь энергии водного потока в механическую работу, отличается малой частотой вращения и низким КПД, что сокращает область его применения в качестве генератора электроэнергии. В то же время, возможности водяного колеса по использованию в низко напорных, малых реках, которых много в сельских зонах (равнинных частях) Кыргызстана, где использование широко распространенных гидравлических турбин экономически невыгодно и технически сложно, достаточно широки. Поэтому исследование его технико-экономических показателей, в целях повышения эффективности использования, является актуальной проблемой [1, 2].

Механическая энергия водного потока передается через систему лопасть-опора-ось, и полезная мощность водяного колеса зависит от их конструктивной особенности (длины, формы и т.д.). Как известно, чем больше скорость водного потока и количество лопастей, отбирающих энергию воды, тем больше КПД водяного колеса [3]. Но бесконечное увеличение лопастей тоже не имеет смысла, что мы и анализируем в дальнейшем.

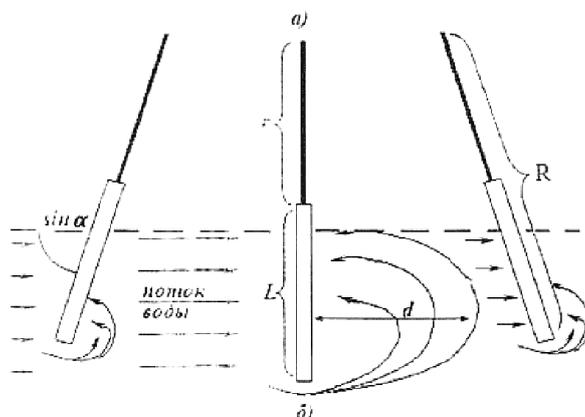


Рис. 1. Движение водного потока вокруг лопасти.

На рисунке 1, водный поток ударяется о площадь лопасти, погруженную в воду, и обтекает его. Так как скорость водного потока выше скорости лопасти, поток, огибая лопасть, срывается с его краев и давит на

лопасть по направлению, противоположному основному потоку, создавая дополнительное сопротивление, после чего переходит в более или менее спокойное (ламинарное) течение.

Эти завихрения ослабляют скорость и силу водного потока, оказывающего давление на лопасть, стоящую за завихрениями. По длине мы возьмем, что завихрения и спокойное (ламинарное) течение d равны по длине расстоянию между лопастями. Расстояние d прямо влияет на число лопастей, теоретически на их длину, радиус и скорость водяного колеса, что математически смоделируем ниже.

Как указано выше, число лопастей в водяном колесе зависит от завихрения и зоны спокойствия за лопастью. Водяное колесо имеет окружность, радиус R которого равен:

$$R = L + r, \quad (1)$$

где r – длина основы лопасти (стояк), m : L - длина погружения лопасти в водный поток, m (рис. 1.). Периметр водяного колеса составляет;

$$l = 2\pi R. \quad (2)$$

В периметр можно установить n - количество лопастей, с учетом расстояния d . Для этого определяем длину завихрения за лопастью водяного колеса [4]:

$$\frac{m(c_1^2 - c_0^2)2c\Delta t}{2m(c_1^2 - c_0^2)} = c\Delta t \quad (3)$$

Здесь d - расстояние между двумя лопастями (м); t - масса воды, (кг); c_1^2 , c_0^2 - скорость выходящего и входящего водного потока (м/с); c - скорость завихрения за лопастью (м/с) Δt - время, с. Скорость завихрения за лопастью получаем с использованием коэффициента k :

$$c = kc_1, \quad (4)$$

Из которого получаем: $d = \Delta t c_1 k \quad (5)$

Следующим шагом будет определение количества лопастей для конкретного случая:

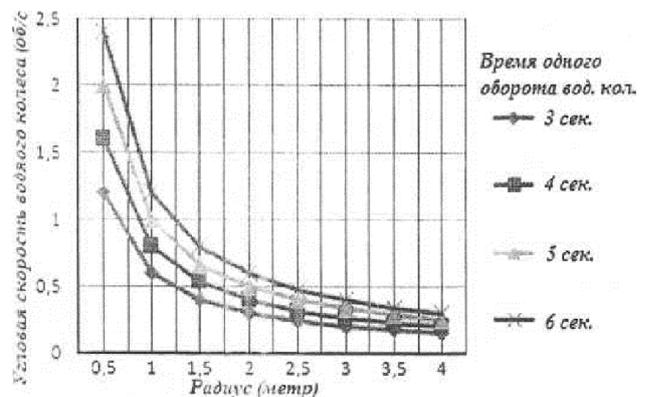
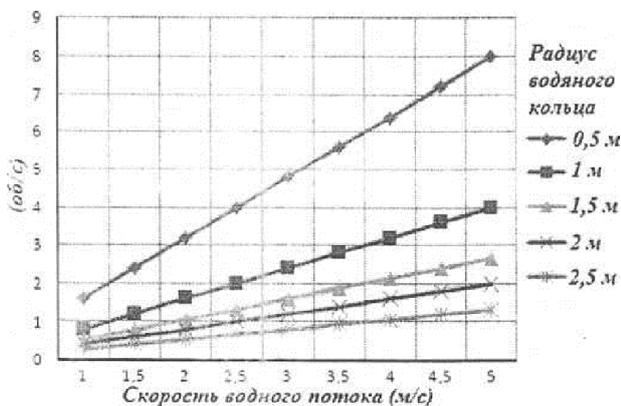
$$n = \frac{l}{d} = \frac{2\pi R}{d} = \frac{2\pi(L+r)}{d} \quad (6)$$

Угловая скорость единичной лопасти водяного колеса, погруженного в водный поток:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{360}{nt} \quad (7)$$

где, ω - угловая скорость (об/сек); φ - угол окружности. Преобразуем его, подставляя вместо n в (6):

$$\omega = \frac{d}{(L+r)t} = \frac{t\varphi c_1}{(L+r)t} = \frac{\varphi c_1}{(L+r)} \quad (8)$$



На рисунках (2) и (3) приведены зависимости угловой скорости от водного потока и радиуса водяного колеса. Как видно из рис. (2), за определенное время угловая скорость водяного колеса с увеличением радиуса уменьшается. А на рисунке (3) угловая скорость увеличивается с уменьшением радиуса водяного колеса.

Таким образом, при оптимальном соотношении радиуса водяного колеса и числа лопасти можно добиться максимальной частоты вращения водяного колеса. Кроме того, чем больше радиус колеса, тем больше лопастей используется в нем, что можно увидеть на практике. А если омываемая водным потоком длина лопасти L (погруженной в водный поток) много меньше длины опоры r , держащей лопасть, то водяное колесо обычно, имея большие габариты, будет эффективно работать на водном потоке с низкой скоростью. Если же L сравнительно больше r , то водяное колесо, имея небольшие габариты, эффективно работает на водном потоке с высокой скоростью, так же, как гидротурбина, прямо передавая энергию водного потока к генератору.

Кыргызстан - страна, территория которой в основном расположена в горных районах, а интенсивная хозяйственная деятельность сосредоточена в равнинных частях, где имеются водные потоки с низкими скоростями. Использование на них гидротурбин любых типов становится неэффективным, или же они работают не на полную мощность. В таких случаях водяные колеса могут успешно заменять гидродвигатель для энергоустановок и насосов при недостаточно высоких скоростях водного потока и низких напорах.

Поэтому можно сделать следующие выводы:

- Использование водяных колес особенно эффективно при малых скоростях водного потока и низких напорах;

- Необходим математический расчёт конструкции водяных колес, особенно соотношения радиуса, формы и количества лопастей. Точный расчёт уменьшит турбулентность и позволит максимально увеличить отбор мощности водного потока, тем самым увеличивая момент силы, приложенный к оси колеса.

Литература:

1. Лопастные водяные колеса в приводах различных установок. //Известия Ош ТУ. - №1,2004. - С. 59-62.
2. Design of a Water Wheel For a Low Head Micro Hydropower System. Ayesha Zaman, Taslima Khan, Journal Basic Science And Technology-1(3), 1-6, 2012.
3. Overshot and current water wheels. O.W.Monson, Armin J.Hill, Bulletin 398. Montana State University. USA. 1975
4. Теплотехника для студентов под ред. А.П. Баскаков. – 2-е изд., перераб. Москва. Энергоатомиздат. - 1991- С. 224.: ил.
5. Токомбаев К.А. Новые принципы использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве горных районов (на примере Киргизской ССР). АН КиргССР, Ин-т автоматики. - Фрунзе: Илим, 1990. - С. 280.

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор Ташполотов Ы.