

УДК.662.644:926.7

А.А. Некрасов (6 курс, каф. ГМ) А.И. Бусырев, к.т.н., доц.

ВЫСОТА ОТСАСЫВАНИЯ И КОМПОНОВКА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГИДРОТУРБИН ДЛЯ МАЛЫХ ГЭС

В последнее время имеет место большой интерес к использованию энергии небольших водотоков и сооружению на них малых ГЭС. Мощность гидроагрегатов для таких ГЭС колеблется от 0,5 до 7000 кВт, напоры — от 1 до 40 м, диаметры рабочих колес гидротурбин — от 0,2 до 1,5 м.

Наибольший практический интерес представляют гидроагрегаты на напоры 15...20 м с диаметром рабочего колеса 1...1,5 м и мощностью до 2000 кВт.

Для рассматриваемого диапазона напоров в соответствии с номенклатурой гидротурбин [1] следует использовать осевые гидротурбины с рабочими колесами типа ПЛ15 и ПЛ20. Однако, кавитационные характеристики этих колес таковы, что даже при максимально развитой стадии кавитации требуются значительные заглубления гидротурбины под уровень нижнего бьефа, т. е. необходимо обеспечить отрицательную высоту отсасывания H_s .

Для малых ГЭС отрицательная высота отсасывания является нежелательной, т.к. при этом существенно возрастут затраты на сооружение ГЭС и усложняется ее эксплуатация.

Заглубления можно уменьшить и даже иметь положительную высоту отсасывания, если на напоры 15...20 м использовать более тихоходные типы рабочих колес, например, ПЛ30 и даже ПЛ40. Это видно из нижеприведенной таблицы. По данным, приведенным в указанной таблице, также видно, что при любом типе рабочего колеса получаемая мощность практически одинакова. Это означает, что для получения приемлемой высоты отсасывания на малых ГЭС целесообразно использовать более тихоходные типы рабочих колес, обладающих высокими кавитационными качествами. Помимо высоты отсасывания, существенную роль для малых ГЭС играет компоновка и конструкция элементов проточной части гидротурбины: турбинной камеры, направляющего аппарата, рабочего колеса, отсасывающей трубы.

Таблица

Параметры	Тип колеса	ПЛ20-46		ПЛ20/811		ПЛ30/800		ПЛ30/5876		ПЛ40/800		ПЛ40/587a	
$n'_{\text{опт}}$, об/мин		140		146		126		130		125		123	
$Q'_{1, \text{м}^3/\text{с}}$		1,6	1,5	1,6		1,5	1,45	1,5	1,5	1,45	1,5	1,45	1,5
h		0,84	0,84	0,90	0,91	0,902	0,91	0,90	0,904	0,9	0,89	0,89	0,89
s		1,28	1,2	0,65	0,58	0,55	0,45	0,48	0,52	0,45	0,48	0,45	0,48
H_s , м		-14,2	-12,7	-2,2	-0,9	-0,4	+1,5	+0,9	+0,2	+1,5	+0,9	+1,5	+0,9
N , кВт		1712	1599	1835	1730	1713	1670	1724	1720	1652	1705	1652	1705

Примечание:

1. Значение N_s и N подсчитаны при напоре $H=18$ м и диаметре рабочего колеса $D_1 = 1,3$ м по формулам: $N_s = 10 - 1,05sN$; $N = 9,81D_1^2 H \sqrt{H} Q'_{1h}$
2. Значения к.п.д. h и кавитационного коэффициента s взяты с универсальных характеристик.

Классический вариант компоновки крупных вертикальных гидротурбин со спиральной турбинной камерой, цилиндрическим направляющим аппаратом и изогнутой отсасывающей трубой для малых ГЭС нецелесообразен по экономическим соображениям. Гидроагрегат будет иметь сложные в изготовлении геометрические формы проточной части и большие габаритные размеры по всем направлениям. Положительной стороной такой компоновки является отработанность всех вопросов на крупных гидротурбинах.

Существенное упрощение геометрических форм элементов проточной части (в частности, турбинной камеры и отсасывающей трубы) можно получить для вертикального варианта компоновки при использовании раструбной отсасывающей трубы [2]. Однако габаритные размеры гидроагрегата в этом случае также велики, практически совпадают с классическим вариантом. Кроме того, упрощение геометрических форм турбинной камеры и отсасывающей трубы приводит к снижению к.п.д. на 1...4%. Из сказанного ясно, что этот вариант компоновки элементов проточной части гидротурбин для малых ГЭС не является перспективным.

Капсульный вариант компоновки элементов проточной части, используемый в крупных горизонтальных гидротурбинах, является весьма привлекательным и для малых ГЭС. Гидроагрегат получается компактным, все узлы расположен в пределах одного яруса, существенно меньший, чем в предыдущих вариантах, объем строительных работ. Основным препятствием к использованию капсульного варианта являются технологические трудности, связанные с размещением узлов гидротурбины и генератора в капсуле. Применительно к малым ГЭС эти вопросы на сегодняшний день не решены.

Одним из наиболее перспективных вариантов компоновки проточной части гидротурбин для малых ГЭС является горизонтальная гидротурбина с S-образной отсасывающей трубой [3]. В этом варианте все элементы проточной части располагаются последовательно друг за другом (в литературе для такой компоновки иногда используют термин "трубная" гидротурбина). Спряmlенность проточного тракта гидротурбины обеспечивает минимум гидравлических потерь.

S-образный изгиб отсасывающей трубы позволяет разместить над ней горизонтальный генератор, который соединяется с валом гидротурбины с помощью муфты. В необходимых случаях между гидротурбиной и генератором устанавливается мультипликатор.

Основным преимуществом этого варианта компоновки является:

- возможность подвода воды к турбине с помощью трубопровода;
- компактность, малые размеры по ширине и высоте;
- доступность всех узлов гидроагрегата при эксплуатации;
- возможность расположения турбины и генератора в сухом отапливаемом помещении.

И, наконец, последнее: из рассмотренных вариантов компоновки элементов проточной вариант горизонтальной гидротурбины с S-образной отсасывающей трубой будет иметь минимальные строительные затраты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Справочник по гидротурбинам./ В.Б.Андреев, Г.А.Броновский, И.С. Веремеенко и др; Под ред. Н.Н.Ковалева.-Л.: Машиностроение, 1984.- 496 с.

2. Смирнов И.Н., Бусырев А.И. Исследования раструбных отсасывающих труб и турбинных камер осевой гидротурбины // Гидромашины. Труды ЛПИ.- 1964.-№231.
3. Аполлонов Ю.Е., Бусырев А.И., Лошак В.К., Коренев В.П., Умов В.А. Опыт разработки и эксплуатации оборудования малых ГЭС // Сборник докладов первого международного бизнес-форума “Информации и бизнес-технологии 21 века”, СПб., 1999.