

УДК 620.22

DOI: 10.47813/10.47813/ MIP:  
Engineering-IV-2022.4. 25-29

EDN: [RPQAGA](#)



## Новейшие материалы, применяемые при создании гидротурбин для Гидроэлектростанций (ГЭС)

Э.Э. Мстоев, С.А. Арефьева\*

Кубанский государственный технологический университет, 2, Московская ул.,  
Краснодар 350072, Россия

\*E-mail: [mstoevaldar22@gmail.com](mailto:mstoevaldar22@gmail.com)

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются материалы, используемые в создании гидротурбин путем знания материаловедения. Определены причины для использования материаловедения в этом направлении. Найдены факторы, воздействующие на материалы со стороны окружающей среды. Выявлены главные эксплуатирующие требования. В результате исследования были определены рентабельные материалы. При использовании таких материалов на ГЭС, человечество выйдет на новый уровень добычи электроэнергии.

**Ключевые слова:** гидротурбина, ГЭС, сталь, механические свойства, химический состав, марка стали, процесс изготовления, термообработка, сварка изделий, рабочее колесо

## The latest materials used in the construction of turbines at a power plant

E.E. Mstoev, S.A. Arefieva\*

Kuban State Technological University, 2, Moskovskaya st., Krasnodar,  
350072, Russia

E-mail: [mstoevaldar22@gmail.com](mailto:mstoevaldar22@gmail.com)

**Annotation.** This article discusses the materials used in the study of hydraulic turbines knowledge of the methods of materials science. Certain reasons for using materials science in this appendix. Factors affecting materials from the environment are found. Key operating requirements have been identified. As a result of the study, there were resource gaps. When using materials such as hydroelectric power, it is possible that a new level of energy consumption will arise.

**Keywords:** hydraulic turbine, hydroelectric power station, steel, mechanical properties, chemical composition, brand, manufacturing process, heat treatment, welding of products, solid wheel

## 1. Введение: основные понятия

**Электричество** – это одно из важнейших явлений, которое открыло человечество, с появлением электроэнергии жизнь людей изменилась кардинально. Большинство приборов, которые создал человек, работают при помощи электрического тока.

**Гидроэлектростанция** – это станция, которая при помощи потока реки, или прилива и отлива морской или океанической воды, получает электроэнергию. ГЭС строят на крупных реках, для хорошей ежегодной выработки нужно строить ГЭС на реках с уклонами.

Принцип работы ГЭС состоит в том, напор воды, который образует платина, попадает по водопроводу на лопасти гидротурбины, турбина в этот моменты приводит в действие гидрогенератор, который преобразует электрический ток. Все приборы и оборудования находятся в закрытом помещении так называемой – электростанцией.

**Гидротурбина** – это такой вид турбины, который приходит в действие с использованием водных ресурсов.

Производство деталей зависит от: сложности изделия, учитывая выполнения некоторых изделий ручной работой; использования станков разной сложности и эффективности [3].

## 2. Металлоемкость изделий

Прежде чем начинать создание изделия, объект проектируется, проходя стадии согласования чертежей, это помогает быстро и качественно изготовить детали.

**Таблица 1.** Металлоемкость по параметрам гидротурбин, произведенных в России и за границей.

Название ГЭС	Тип	Год выпуска	Мощность, тыс. кВт	Диаметр рабочего колеса, м	Металлоемкость, кг/кВт
Волжская	Вертикальная	1958	126	9,3	13,0
Саратовская		1964	59,3	10,3	19,1
«Ашах» (Австрия)		1964	66,54	8,4	31,0
Братская	Радиально-осевая	1961	217	5,5	2,6
«Бхакра» (Индия)		1964	127	4,1	2,6
Саяно-Шушенская		1977	650	6,77	1,9
Зейская	Поворотно-лопастная	1974	220	6,0	4,6
Колымская		1979	184	4,2	2,9
«Кемано» (Канада)	Ковшовая	1952	110	3,35	2,9

### 3. Материалы

Материалы для создания деталей гидротурбины должны иметь следующие свойства:

- деталь должна обладать высокой прочностью, при высоких нагрузках во время эксплуатации;
- материал должен придать долговечность турбины;
- высокую коррозионную стойкость.

В наше время использовать такой материал не выгодно с материальной точки зрения и многие производители пытаются изготовить детали для гидротурбин меняя цветные металлы на неметаллические материалы. Начали менять бронзовые детали в колесах поворотно-лопастных гидротурбин на не металлические детали. 75-90% используемого листового проката делают из углеродистой стали марки ВСтЗ и БСтЗ по ГОСТ 380—71\* толщиной листа от 4 до 160 мм.

**Таблица 2.** Механические свойства и химический состав стали.

Марка стали	Химический состав стали группы Б, %			Механические свойства стали группы А при 20°C, не менее			
	С	Si	Mn	Размер сечения, мм	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_s$ , %
Ст2пс	0,09-	0,05-	0,25-	До 20	340-	230	32
	0,15	0,17	0,50	20-40	440	220	31
Ст2сп		0,12-		40-100		210	29
Ст2Гпс		0,30		Св. 100		200	29
Ст3пс	0,14-	0,05-	0,40-	До 20	380-	250	26
	0,22	0,17	0,65	20-40	490	240	25
Ст3сп		0,12-		40-100		230	23
		0,30		Св.100		210	23
Ст3Гпс	0,14-	0,15	0,8-	До 20	380-	250	24
	0,22		1,1	20-40	500	260	25

В этом случае стали делят на группы:

- По механическим свойствам.
- По химическому составу.
- И непосредственно механические и химические свойства.

Также каждая сталь маркируется. Стали могут маркироваться по степени раскисления:

1. Кипящая (кп).
2. Спокойная (сп).
3. Полуспокойная (пс).

Пример маркировки стали-Ст3Гпс. Углеродистая конструкционная качественная сталь, с повышенным уровнем Mn, полуспокойная. [1]

#### 4. Результаты

Сформулируем требования по качеству изготовления рабочих колес, которые можно разделить на следующие категории:

- I. Требование по качеству материала и сварных работ.
  1. Механические свойства и химический состав сталей, используемый для изготовления колес.
  2. При отливах ступичных деталей не допустимы микродефекты, минимальная погрешность дефекта равняется до 5 мм, при условии, что расстояние между дефектами не менее 50 мм.
  3. Изготовление лопастей с помощью листового проката, не должны иметь трещин и разных металлических и не металлических включений.
  4. При сварных работах не допускаются дефекты.
  5. При термообработке рабочих колес мы получаем более крепкое изделие путем его упрочнения методом закалки, например.
- II. Требование по точности форм и размеров изделий.
  1. Погрешность отклонения принимается в зависимости от размера колеса.
  2. Форма поверхности лопастей проверяется гибкой рулеткой.
  3. Ra- это значение шероховатости. Оно примерно равняется 2,5 мкм после шлифования.
- III. Требуемая точность механических изделий.
  1. Сопряжения вала с выточкой колеса нужно выполнять с посадкой H6/h6.
  2. Кольца вращения изготавливают в пределах h6-h7.

3. Вогнутость фланца составляет 0,02:1000.

Производство литейных колес.

Детали литейных колес производят в специальных формах, иначе называемых кессоны. Они прочно защищены от проникновения воды из недр земли дренажной системой, форма сооружается устойчивой арматурой. Отливки делают из стали которые препятствуют коррозии, необходимо ее заправлять инертным газом для предотвращения появления оксидных пленок.

Производство сварных колес.

Такие колеса изготавливаются следующими пунктами:

1. Заготовка изделий.
2. Подготовка изделия для сварки.
3. И сама сварка, но в этом пункте изделие может проходить термообработку. [2]

#### Список литературы

1. Кушнер, В. С. Конструкционные и инструментальные стали и сплавы / В.С. Кушнер. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2008. – 222 с.
2. Щапов, Н. Б. Турбинное оборудование гидроэлектростанций / Н. Б. Щапов. Изд. 3-е, доп. – М.: Госэнергоиздат, 1961. – 319 с.
3. Аршеневский, Н. Н. Гидроэлектрические станции / Н. Н. Аршеневский, Ф. Ф. Губин, М. Ф. Губин, В. Я. Карелин, Г. И. Кривченко, А. И. Попов. – Москва, Энергия, 1980 г. – 368 с.