

- рост уровня пожарной и экологической безопасности электроэнергетики,
- создания принципиально новых систем энергетики при совмещении с другими инновационными подходами за счет синергетического эффекта.
Предполагается определенный экономический эффект от криогенных сверхпроводниковых технологий при их использовании в промышленных городах и мегаполисах для организации глубоких вводов мощности и создания токоограничивающих устройств, когда проведение воздушных ЛЭП просто невозможно.

Размеры и масса криогенных установок, удельные энергозатраты на производство холода при 4,215 К, надежность работы в длительном режиме пока еще не соответствуют высоким требованиям будущей криогенной электротехники. Технично-экономическая целесообразность создания криогенной электротехники определяется также значениями теплопритоков и внутренних тепловыделений, которые должны быть предельно снижены, в основном, путем усовершенствования теплоизоляции, конструкции токовводов и др.

Неоднократно подчеркивалось, что необходимо активно проводить исследования по созданию принципиально новых видов электрооборудования опытных образцов турбогенераторов, электродвигателей и силовых промышленных трансформаторов на основе сверхпроводящих материалов.

Литература

- 1.В.Г. Фастовский. Криогенная техника, изд. 2-ое. перераб. и доп. М., «Энергия», 1974 (с).
2. В.Е. Сытников. Сверхпроводящие кабели и перспективы их использования в энергетических системах XXI века. II Сверхпроводимость: исследования и разработки, 2011, № 15; 165-76.

Капсульные гидрогенераторы

Студентка гр. 10602219 Коршун В.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Николаенко В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Генератор – установка, что может формировать электрическую энергию для гидроэлектростанций. Параметры, а также устройстве

гидрогенераторов сильно регламентированы требованиями государственных и международных стандартов. Они могут быть как очень большие, такие гидрогенераторы используются для станций, которые вырабатывают энергию для городов, так и маленькие, которые используются в своём подсобном хозяйстве и для снабжения электроэнергией посёлков и деревень.

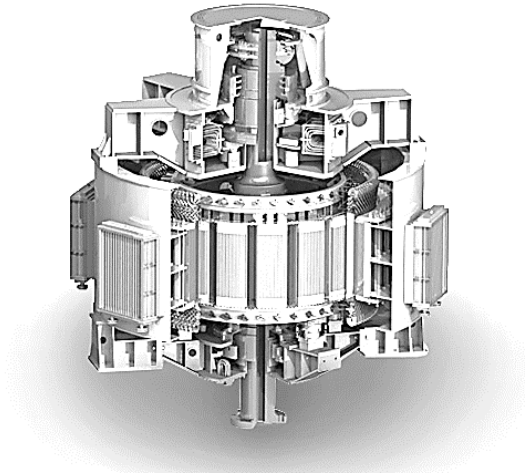


Рис.1. Гидрогенератор

Гидрогенераторы можно разделить на две большие группы: капсульные и горизонтальные.

По способу расположения гидрогенераторы бывают:

- вертикальные
- горизонтальные

Большее распространение получили вертикальные гидрогенераторы, потому что они более устойчивы к нагрузкам, которые создаются потоком воды.

Выделяют два основных типа вертикальных генераторов:

- подвесные
- зонтичные

Генераторы подвесного и зонтичного типа представлены на рисунке 2.

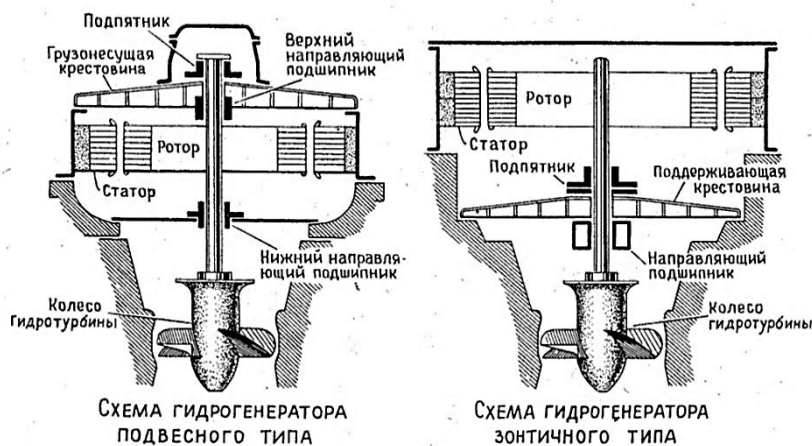


Рис. 2 Генераторы подвешенного и зонтичного типа

Отличаются в основном расположением подпятника. В подвесных генераторах подпятник опирается на верхнюю крестовину, расположенную на станине статора.

В зонтичных подпятник расположен под ротором и опирается на нижнюю крестовину облегченной конструкции.

При частотах вращения до 200 об/мин гидрогенераторы выполняются преимущественно в зонтичном исполнении, свыше 200 об/мин – в подвесном. При частотах вращения свыше 250 об/мин вертикальные гидрогенераторы выполняются исключительно в подвесном исполнении.

При зонтичной конструкции иногда удается снизить высоту агрегата и машинного зала за счет облегчения верхней крестовины и этим уменьшить массу агрегата и расход материалов.

Принцип работы горизонтальных гидрогенераторов несколько отличается от вертикальных, которые являются нормой. Подобные виды гидрогенераторов обнаружили собственное использование в конкретных местах рек. Примерами могут быть большие гидроагрегаты для ГЭС, микро-ГЭС для дома, мини-ГЭС для большого дома или хозяйства и малые-ГЭС для посёлков.

Абсолютно у всех гидрогенераторов, сравнивая с иными роторными установками, довольно небольшая скорость оборотов в минуту. Она крайне редко превосходит значение 500. Но диаметр турбин гидрогенераторов, как правило большой – вплоть до 25 метров. Данная конструкция обуславливается одновременно некоторыми условиями: во-первых, вертикальной ориентацией генераторов, так как большая

часть из них имеет подобное выполнение; во-вторых особенностью деятельности.

В случае, если устройство обладает горизонтальной направленностью, в таком случае, как правило, деятельность гидрогенератора изменяется, потому что жёсткость и устойчивость такого рода конструкции обеспечить довольно трудно.

Электростанции, которые применяют течение вода с целью извлечения энергии, устройство гидрогенератора возможно сопоставить с механизмом мотора или двигателя. Однако они не только производят энергию, но и потребляют её. Гидрогенераторы различаются усовершенствованной системой подпятника, что предоставляет возможность ротору вращаться в различные стороны. В случае, если генератор капсульный и горизонтальный (рис. 3), он представляет собою непроницаемую капсулу, которая имеет в своём устройстве гидрогенератор, гидротурбину, но кроме того, все требуемые системы, которые направлены обеспечения её работы. Данная капсула располагается под потоком воды на станции.

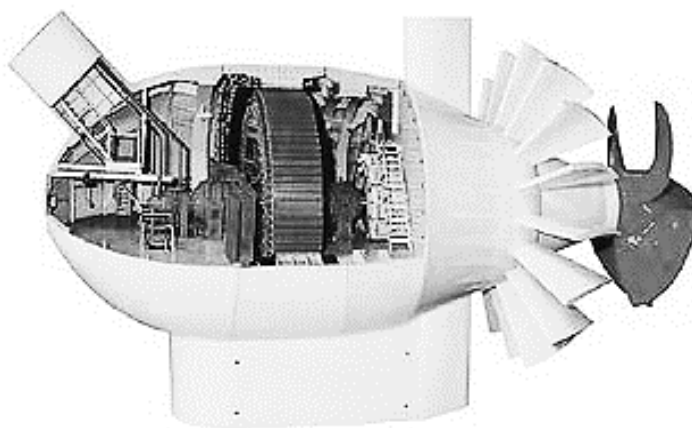


Рис.2 Капсульный гидрогенератор

Капсульные гидрогенераторы предполагают собою компактные герметизированные синхронные явнополюсные генераторы с горизонтальным месторасположением вала. Капсульные гидрогенераторы создают как некую долю общего гидроагрегата, при этом корпус статора генератора считается в то же время составляющей капсулы гидроагрегата.

Генератор капсульного типа, также конструктивна сопряженная с ним гидротурбина, формируют герметизированный агрегат обтекаемой фигуры, который работает напрямую от потока воды.

Капсульный гидрогенератор предоставляет возможность не только повысить пропускную способность турбины, но и повысить единичную мощность при установленном напоре, что создаёт возможность её использование рациональным для низконапорных гидростанций. Потребность в капсульных гидрогенераторах появляется при создании низконапорных русловых или приливных электростанций. Использование подобных аппаратов дает возможность ускорить постройки гидросооружений.

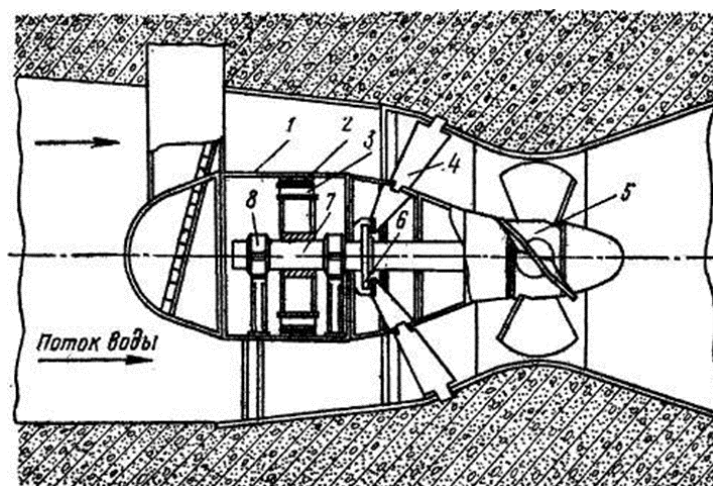


Рис.4 Строение капсульного гидрогенератора 1 – капсула; 2 – статор генератора; 3 – ротор генератора; 4 – направляющий аппарат турбины; 5 – ротор гидравлической турбины; 6 и 8 – подшипники; 7 – вал

Капсульные гидроагрегаты встраиваются в водосливную плотину, что при строительстве ГЭС значительно уменьшается общий объем бетонных работ.

Диаметр капсульных гидрогенераторов существенно меньше диаметра гидрогенераторов обыкновенного исполнения с теми же начальными данными, по этой причине, что момент инерции их роторов значительно ниже. Из-за небольшого момента инерции ускорение ротора при пуске, а также замедлении выходит огромным.

Крупные гидрогенераторы, к которым можно отнести тихоходные, обладающие огромной мощностью, изготавливаются с участием вала, который расположен вертикально.

Предпосылки:

- при горизонтальном исполнении, если генератор обладает крупными масштабами, то есть размерами и массой, в таком случае ему почти невозможно гарантировать нужную прочность статора, ротора, а также вала;
- при горизонтальном исполнении трудно гарантировать необходимую тонажность подшипников;
- гидрогенераторы вертикального исполнения легче собирать, управлять, и кроме того, производить ремонт.

С целью транспортировки по железной дороге статор и ротор больших гидрогенераторов исполняются сложными по своему строению, состоят из нескольких секторов, что существенно усложняет систему гидрогенератора. Абсолютная сборка гидрогенератора выполняется напрямую на гидроэлектростанции.

Капсульный гидрогенератор предоставляет вероятность повысить пропускную способность турбины, но и единичную мощность при установленном значении напора. Гидроагрегаты капсульного исполнения встраиваются напрямую в водосливную дамбу, при постройке гидроэлектростанция значительно снижается единый размер бетонированных работ. В то же время из-за сравнительно маленьких объемов капсульных генераторов, они характеризуются наиболее невысокой статической, динамической стойкостью. Становится трудным процесс установки, и помимо этого, использование и монтаж.

Мощность капсульных генераторов располагается во границах от одного вплоть до пятидесяти МВт. В этот период проводятся исследования наиболее сильных генераторов, значение мощности которых начнёт приближаться к шестидесяти МВт.

Капсульные гидрогенераторы характеризуются значительно высокими значениями коэффициента мощности. В соответствии со стандартом 17525-8, номинальный коэффициент мощности для генераторов мощностью до 20 МВ*А может составить 0,95. Для машин большей мощности допускается значение $\cos \varphi = 0,98$.

Коэффициент полезного действия капсульных гидрогенераторов несколько ниже КПД машин обычного исполнения. По ГОСТ 17525-81

при мощности до 10 МВ-А КПД должен быть не ниже 95%, при большей мощности – не ниже 96 %.

Капсульные гидрогенераторы характеризуются достаточно маленькими величинами полюсных делений (20-30 см), что объясняет высокое рассеивание полюсов, где показатель рассеяния составляет 1,5-1,6 индукций в сердечниках полюсов 1,3-1,4. Именно это порождает проблемы с размещением катушек обмотки возбуждения. По этой причине капсульные гидрогенераторы изготавливаются с уменьшенным воздушным зазором, значение которого лежит в интервале от 5 до 8 миллиметров.

Характерные черты капсульных гидрогенераторов, а также значительное применение их активного объёма обуславливают высокие значимости индуктивных сопротивлений.

Рассмотрим капсульный гидрогенератор на конкретном примере. Даугавпилсская ГЭС – гидроэлектростанция, строившаяся в городе Даугавпилсе (Латвийская ССР), на восточной окраине города в Ругелях в 1979—1987 годах, не реализованная часть каскада Даугавских ГЭС.



Рис. 5 Даугавпилсская ГЭС

Капсульный гидрогенератор типа СГК 535/220-52 для Даугавпилсской ГЭС является составной частью капсулы гидроагрегата (рис. 6).

Основные технические данные Капсульный гидрогенератор типа СГК 535/220-52:

Мощность	42,22 МВ*А
Коэффициент мощности	0,9
Номинальное напряжение	6,3 кВ
Частота вращения	115,4 об/мин
Ток статора	3870 А
Ток возбуждения	1243 А
Напряжение возбуждения	327 В
Синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси, о. е.	1,37

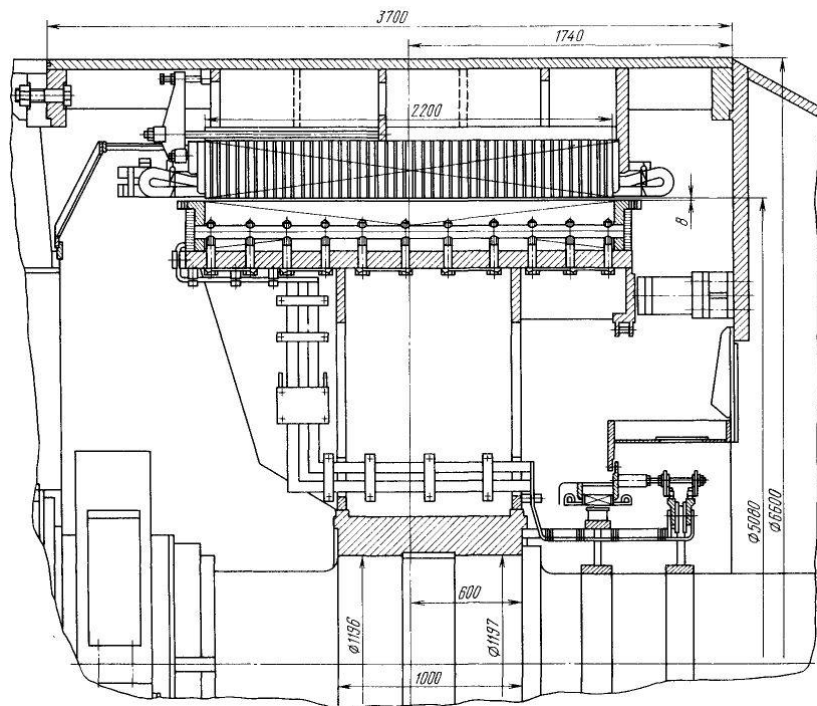


Рис. 6 Капсульный гидрогенератор для Даугавпилсской ГЭС

Корпус статора одним фланцем прикрепляют к статору турбины, иным – к фланцу промежуточного кольца. Статор турбины, а также промежуточное кольцо считаются опорами капсулы.

Ротор генератора насаживают на вал гидроагрегата, который включает в себя два элемента, объединённых между собою фланцами. В передней части капсулы располагается аппарат системы охлаждения, состоящий из осевого вентилятора с двигателем и воздухоохладителем.

Корпус состоит из двух элементов. Сердечник статора изготавливают из частей электротехнической стали толщиной 0,5 миллиметров, шихтовка частей производится в процессе монтажа. Нажимные пальцы сердечника сделаны из немагнитной стали. Обмотка статора – двухслойная, стержневая, волновая с двумя параллельными ветвями на фазу. Изолирование обмотки – терморезистивное.

Остов ротора – барабанного типа, цельносварной, состоит из нескольких частей: втулки дисков обода и ребер жёсткости. Полюсы ротора, изготовленные из листов электротехнической стали, имеющие толщину 1 миллиметр. Полюсы крепят к ободу при помощи болтов. Изоляцию полюсов осуществляют посредством стеклоткани на эпоксидных связующих. Демпферная обмотка – продольно-поперечная.

Вентиляция гидрогенератора – радиальная, осуществляется по замкнутому циклу внутри капсулы при нормальном атмосферном давлении.

Генератор имеет систему торможения, выполненную в виде пневматических поршневых тормозов и трубопроводов. При подаче в тормоза воздуха при давлении 0,7 МПа агрегат тормозится от 15 % номинальной частоты вращения.

Система возбуждения – статическая тиристорная параллельного самовозбуждения.

Параметры системы возбуждения:

Номинальное напряжение	выпрямленное	370 В
Номинальный напряжению	выпрямленный ток	1600 А
Кратность напряжению	форсировки по	2,5
Кратность форсировки по току		2

Литература

1. Источник: <https://www.ngpedia.ru/id641768p1.html>
2. Источник: <http://www.ural-mep.ru/turbogeneratori/gidrogenerator-ustroiestvo-konstrukciya-principi-i-shemi-raboti.html>
3. https://www.sinref.ru/000_uchebniki/00850_energetica/008_Spravochnik_po_elektricheskim_mashinam_kopa_1988/052.htm
4. Источник: <https://infopedia.su/17x8776.html>