

использоваться лишь при небольших напорах. Использование горизонтальных гидроагрегатов позволяет повысить КПД гидроэлектростанции, однако сложность обеспечения необходимой прочности и жесткости их элементов делает их менее выгодными по сравнению с гидроагрегатами вертикального исполнения.

Таким образом выбор гидроагрегата определяется набором факторов, обусловленных в основном природными особенностями местоположения гидроэлектростанции. Крупнейшие же гидроэлектростанции Беларуси низконапорные и оснащены горизонтальными капсульными гидроагрегатами (Витебская ГЭС) и агрегатами с горизонтальными поворотно-лопастными турбинами.

#### Литература

1. Гидроагрегат прямоточный лопастной [Информационный ресурс], Режим доступа: <https://poleznayamodel.ru/model/15/154299.html>, Дата доступа: 22.02.2021
2. Гидравлические машины: Турбины и насосы: учеб. для вузов. — М.: Энергия, 1978. — 320. ил.
3. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГЭС [Информационный ресурс], Режим доступа: <https://leg.co.ua/arhiv/generaciya/gidravlichesкое-oborudovanie-ges-i-ego-montazh-4.html>, Дата доступа: 20.02.2021
4. Радиально-осевая турбина [Информационный ресурс], Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>, Дата доступа: 22.02.2021
5. Список гидроэлектростанций Белоруссии [Информационный ресурс], Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>, Дата доступа: 24.02.2021.

#### **Приливные электростанции**

Студент гр. 10602119 Бандюкевич А.А.

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

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Резкое наращивание цен на топливные ресурсы, проблемы, связанные с его получением, и его истощение – все эти видимые симптомы энергетического упадка вызывали в последнее время сильный

интерес к альтернативным энергетическим источникам. В это число входит и энергия Мирового океана.

Не для кого не секрет, что энергетические запасы Мирового океана огромны. Моря и океаны покрывают около 360 млн. кв. км поверхности земли. Впрочем пока что человечество может применить только малую часть колоссальных запасов энергии ценой огромного капитала, который окупится не скоро. Вследствие, этот вид энергетики являлся малоперспективным.

Энергия океана уже несколько десятилетий привлекает внимание человечества. Первые промышленные установки начинали действовать с середины 80-х годов. Проводились разработки по главным направлениям: использование энергии прибоя, приливов, волн, разности температур воды, течений и т.д.

Приливная электрическая станция – это специализированный вид гидроэлектростанции, которая пользуется энергией приливов для выработки электроэнергии. Длительное время учёные думали о том, как возникают отливы и приливы. В настоящее время данное явление не является секретом, и в полной мере объясняется влиянием гравитационных сил космических тел в частности луны. Приливы и отливы в морях и океанах происходят из-за гравитационной силы луны. Первая электрическая станция, использовавшая энергию приливов и отливов, была построена в 1913 году возле Ливерпуля.

Экспериментально доказано, что для более эффективной работы электрической станции нужно, чтобы разница между отливом и приливом была более 4-х метров. Исходя из этого, морское побережье с береговым рельефом и с большой амплитудой приливов является наиболее пригодным местом для создания приливной ЭС. В настоящее время электростанции могут иметь конструкцию, позволяющую вырабатывать электроэнергию во время отлива и прилива.

Виды приливных ЭС:

- Приливные лагуны
- Генераторы приливного потока
- Динамическая приливная электростанция
- Приливные плотины

Приливные плотины используют потенциальную энергию при разности высот воды в период приливов и отливов. При приливе плотины захватывают водные массы и удерживают их. С наступлением отлива, вода

возвращается в океан, тем самым вращая турбины генераторов, заставляя их вырабатывать электроэнергию.

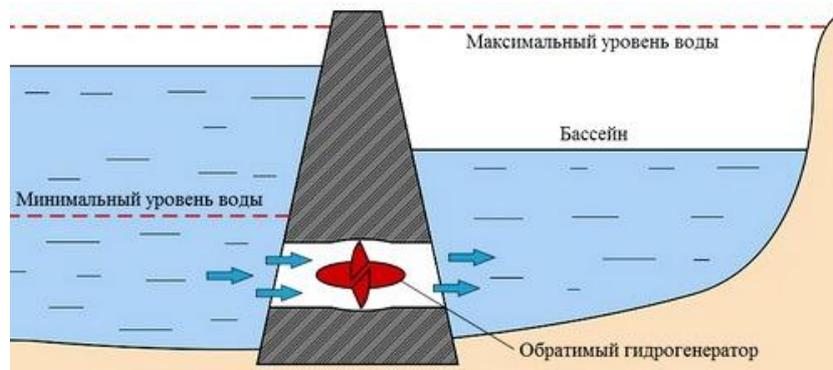


Рис. 1. Приливные плотины

По своей конструкции ПЭС бывает плотинной и бесплотинной. Плотинные ЭС по устройству напоминают гидроэлектростанции. Плотинные электростанции предполагают отгораживание плотиной некоторого морского участка. В конструкции плотины турбины ставятся в предусмотренные протоки. Иногда плотина перекрывает существующее устье реки или залив. В отличие от ГЭС, тут устанавливаются обратимые гидрогенераторы. Это установки, необходимые для выработки электричества при прямом и обратном движении воды. В бесплотинных электростанциях предусмотрена установка гидроагрегатов на дне морского пролива. Такие ЭС экономичны в возведении, однако маломощные и их не везде возможно установить.

Наиболее пригодным местом для сооружения ПЭС является неширокий морской пролив так, как существует возможность отсечения его плотиной от океана. В плотине предусмотрены отверстия, где устанавливаются гидравлические турбины с генераторами. Эти элементы могут работать как насосные установки, что позволяет заполнить бассейн при приливе и сбросить воду при отливе, пропуская ее через турбины и вырабатывая электроэнергию.

С приливом вода вращает колеса капсульных устройств, приводя генераторы в движение, которые в свою очередь производят электроэнергию. При отливе вода вращает колеса в обратную сторону, воздействуя на генераторы, которые так же производят электроэнергию. Рабочий агрегат функционирует при вращении колеса в любые стороны.

Иногда капсульные устройства работают как насосы, откачивая воду в море для увеличения разницы уровней воды.

При отсутствии приливов и отливов электроэнергия не вырабатывается и возникают перебои с подачей электричества. Для решения этой проблемы, приливная ЭС работает совместно с иными ЭС, что способствует перераспределению нагрузки и экономии топлива.

Одним из типов генераторов, наиболее используемых на ПЭС являются капсульные.

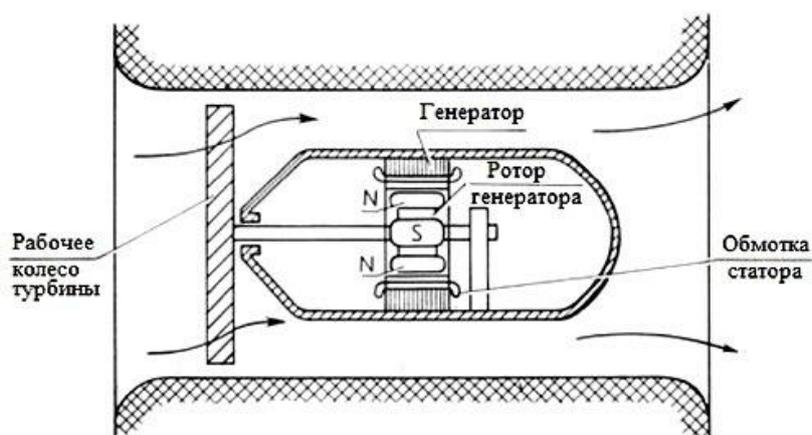


Рис. 2. Капсульный тип агрегата

Внутри капсульного агрегата находится герметичная капсула с генератором, которая чаще всего располагается около верхнего бьефа. Из-за этого возникают лучшие гидравлические условия. Сама капсула прикрепляется через статорную колонну к железобетонному бычку. Через статорную колонну подается масло и проходят шинопроводы. Вода направляется на рабочее колесо агрегата из направляющей трубы. Рабочее колесо начинает движение под действием водных масс.

Колесо сделано из втулки, которая насажена на вал. На втулке имеются металлические лопасти (4-8 штук), изогнутые некоторым образом. Втулка с лопатками заставляет вал вращаться, в свою очередь этот вал с валом генератора. Основной частью гидрогенератора является статор, сделанный из стальных листов. В канавках статора находится располагается медная обмотка. Ротор представляет собой барабан, насаженный на вал и расположенный внутри статора. На роторе имеются мощные электромагниты. Благодаря действию вращательного движения и электромагнитов в обмотке образуется переменный ток.

При прохождении рабочего колеса водная масса направляется во всасывающую трубу, где создано пониженное давление для повышения мощности турбины.

Энергия приливов и отливов вполне может обеспечить около 3.5% генерации электроэнергии в мире. Для достижения данного процента необходимо построить колоссальное количество ПЭС по всему миру с совокупной мощностью 150 ГВт, что является практически невыполнимым так, как требует больших вложений и с трудом сможет окупиться через долгий промежуток времени.

Преимущества приливных ЭС:

- возобновляемость;
- неизменность в месячном периоде в срок эксплуатации;
- ПЭС не загрязняют окружающую среду (в отличие от ТЭС). Предотвращает выброс около 18 млн. тонн углекислого газа. Наплавное строительство позволяет не создавать крупные стройбазы. Так же исключен выброс золы, радиоактивных и тепловых отходов и т.д.;

- ПЭС не затапливают земель (в отличие от ГЭС);

- не представляют радиационной опасности (в отличие от АЭС);

- вложения на строительство ПЭС не превышают затрат на ГЭС;

- рыба пропускается через ПЭС беспрепятственно;

- в бассейне исчезают торосы и предпосылки к их образованию;

- независимость от водности года и наличия топлива.

Недостатки приливных ЭС:

- Нерегулярность работы;

- Продолжительность активного периода составляет всего 4-5 ч. На протяжении дня бывает 4 цикла, состоящих из активной и пассивной части (1-2 ч);

- Длительная окупаемость строительства из-за недостаточной эффективности;

- Сложности возведения сооружения, которые связаны с тем, что оптимальные места для ПЭС находятся у изрезанных берегов.

Стоимость энергии на ПЭС самая низкая в энергосистеме по сравнению со стоимостью энергии на всех других типах ЭС.

До сих пор для многих приливные ЭС – это экзотика, что может стимулировать развитие туризма в регионах, где они строятся. Стимулом для развития отрасли остается легкость расчета периодичности приливов и

отливов. Как раз предсказуемость работы ПЭС делает их одним из самых перспективных источников альтернативной энергии.

#### Литература

1. Приливная электростанция. Виды и устройство. Работа и особенности [Информационный ресурс] / Режим доступа: <https://10i5.ru/raznoe/prilivnye-stancii.html>, Дата доступа: 24.02.2021

2. Приливные электростанции [Информационный ресурс] / Режим доступа: <https://ppt-online.org/800366>, Дата доступа: 24.02.2021

#### **Колесно-шагающий движитель тягово-транспортных средств**

Студенты гр. 115011-18 Позняк С.И., Шафранский В.С.

Научные руководители – д.т.н., профессор Скойбеда А.Т.,  
ст. преподаватель Комяк И.М.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Опыт, накопленный в БПИ – БНТУ в процессе разработки и исследования шагающего движителя для перспективной самоходной сельскохозяйственной техники, позволил предложить, а затем и реализовать схему шагающего движителя, в которой перенос отработавших опорных башмаков осуществлен с помощью сложно-вращательного движения двух взаимно перпендикулярных ног, складывающегося из плоскопараллельного движения каждой ноги на двух кривошипных относительно ступицы и вращения вместе со ступицей. Башмаки, закрепленные на обоих концах каждой ноги, имеют цилиндрическую форму опорной поверхности, благодаря чему они, участвуя во вращении вместе со ступицей, перекатываются по грунту в процессе контакта с ним. Таким образом, в работе движителя органически сочетается принцип шагания (поочередный перенос башмаков вперед с отрывом их от опорной поверхности грунта) с принципом качения (прокат на каждом башмаке в процессе его контакта с опорой). Именно поэтому, а также вследствие вращательного характера движений переноса башмаков многократно повышена скорость движения (до 30 км/ч), а также снижены виброактивность и инерционные нагрузки движителя. Кроме того, благодаря вращательному движению привода, предложенный движитель может быть установлен взамен обычных колес на серийно выпускаемых