

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

241-1

12-14 ноября 2020 года

УДК 621.22

Л.Р. ШАЙХУТДИНОВА, студент гр.3434
(КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева)

Научный руководитель С.В. СМИРНОВА, к.т.н., доцент
(КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева)
г. Казань

**СТРУКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ И КОНСТРУКЦИЯ ПЬЕЗОДАТЧИКА**

На сегодня получение электроэнергии экологически чистым путем является актуальной проблемой. Строительство гидроэлектростанции (ГЭС) и размещение гидроэнергетических установок оказывает пагубное воздействие на водоемы: от резкого изменения гидрологического режима реки до серьезных изменений имеющихся экологических систем, что объясняет актуальность выбранной темы [1].

Многие регионы богаты водоемами, что позволит внедрить и использовать представленную гидроэнергетическую установку (ГЭУ) с пьезоэлектрическими датчиками [2] для развития нового вида получения альтернативной энергетики – гидроэнергии. Полученная от установки электроэнергия удобна для «потребителя», роли которого могут выступать фермерские хозяйства, расположенные вблизи средних и малых рек, или же небольшие поселки / сельские поселения, на территории которых генерация электричества является проблематичной. Или же внедрение ГЭУ позволит, например, метеостанциям «питаться» экологически чистой энергией, полученной посредством преобразования механической энергии горных рек.

Так как данная установка имеет малые габариты по сравнению с большинством ГЭС, она не будет оказывать негативного влияния на фауну рек. Также в выбранной ГЭУ имеет место не турбинный метод, который нередко наносит вред состоянию рек и становится причиной пагубного действия на рыб, а пьезоэлектрический метод преобразования энергии воды в электрическую энергию, а значит и вред от ее использования будет наименьший.

Рассмотрим подробно принцип действия и «составные части» предлагаемой установки, структурная схема которой представлена на рис. 1.

Гидроэнергетическая установка содержит водяной накопительный резервуар, от которого отходит наклонный напорный водовод, в котором организован сток воды в щелевой направляющий аппарат (НА). В НА усиливается скорость потока воды Q за счет сужающих каналов, откуда он поступает на гидродинамический излучатель (ГДИ) пластинчатого типа. Попадая

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

241-2

12-14 ноября 2020 года

на лезвие излучателя, струя жидкости срывается и образует кавитационные вихри КВ, которые, пульсируя, движутся вниз по течению водовода.

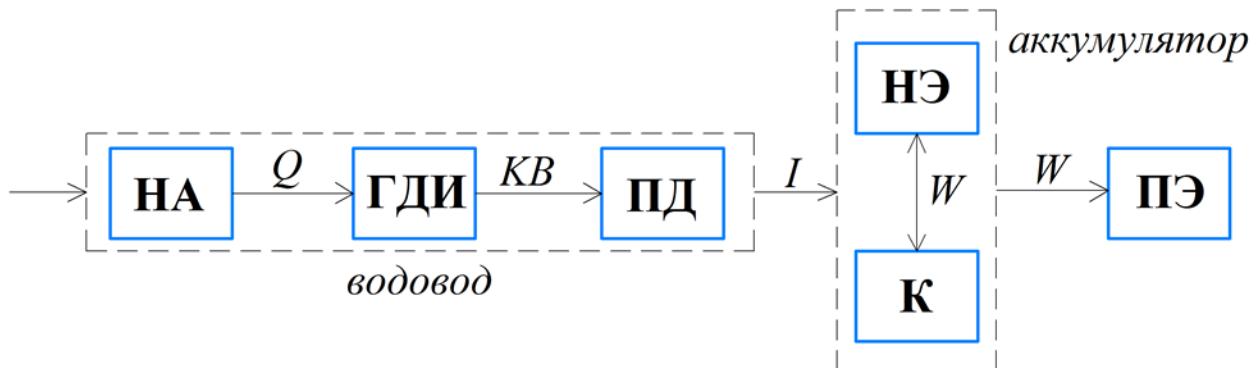


Рис. 1. Структурная схема ГЭУ с применением пьезодатчиков

Они схлопываются и образуют в жидкости импульсы давлений. Эти импульсы воздействуют на расставленные вдоль водовода пьезодатчики (ПД), с которых и за счет прямого пьезоэлектрического эффекта можно снимать электрический потенциал, в последствии преобразуемый в электрический ток I за счет содержащихся в структуре ПД выпрямителей тока.

Нужно иметь в виду, что поток воды оказывает разное влияние на каждый из пьезодатчиков, так как они отличаются расположением на гидроэнергетической установке. Следовательно, величины, преобразуемые разными каналами, имеют различные значения. Но все они поступают на накопитель энергии (НЭ).

НЭ обычно в совокупности с контроллером (К) представляет собой некий аккумулятор или же батарею, которые накапливают энергию W , полученную от электрического тока, вырабатываемого ПД для дальнейшего ее использования. В блоке аккумулятора / батареи применяется обратная связь между самим НЭ и К для стабилизации величин полученной и требуемой энергии. После блока аккумулятора согласованная энергия поступает напрямую к потребителю энергии (ПЭ).

Был выбран именно пьезоэлектрический метод преобразования исходя из достоинств данных датчиков, а также из-за новизны самого метода.

Достоинствами пьезоэлектрических преобразователей являются малые габариты, простота конструкции, надежность в работе, возможность измерения быстропеременных величин, очень высокая точность преобразования механических напряжений в электрический заряд. Для кварца, который по своим упругим свойствам близок к идеальному телу, преобразование механического напряжения в электрический заряд осуществляется с относительной погрешностью $10^{-4} - 10^{-6}$. В последние годы в связи с развитием высокоточной электроники появилась возможность реализовать эту точность в широком частотном диапазоне и в измерительных цепях,

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

241-3

12-14 ноября 2020 года

преобразующих заряд. Таким образом, пьезоэлектрические преобразователи в перспективе являются наиболее точными преобразователями для исследуемой гидроэнергетической установки.

Структуры, в которых реализуется прямой и обратный пьезоэлектрический эффект, нашли широкое применение в устройствах различного назначения. К их числу относятся изгибные и пакетные актиоаторы, а также преобразователи механических нагрузок в электрический сигнал. На основе этих структур можно создать достаточно сложные изделия, обладающие высокой функциональностью, т.е. способные решать комплексную задачу в составе какой-либо системы. Такие высокофункциональные изделия могут включать в себя не один, а несколько электрически связанных пьезоэлементов или структур на основе других активных материалов, а также микроЭлектронные компоненты. Выходной электрический сигнал в таких устройствах формируется, проходя цепь разнородных физических преобразований первичного воздействия. Среди новых отечественных разработок в области пьезоэлектроники – генераторы и датчики энергии. [3] Одним из таких устройств является ИПГ – импульсный пьезоэлектрический генератор – конструкция которого взята за основу разрабатываемого пьезоэлектрического датчика (рис. 2-4).

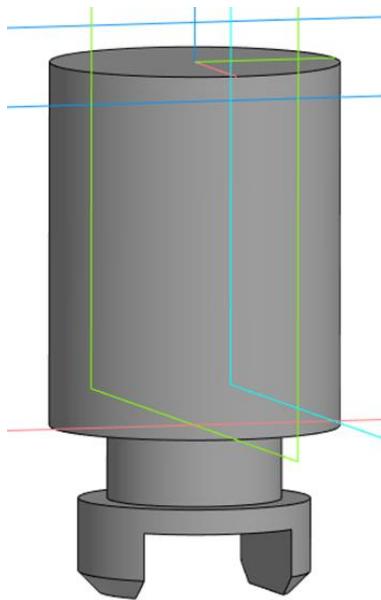


Рис. 2. Общий вид пьезодатчика (корпус)

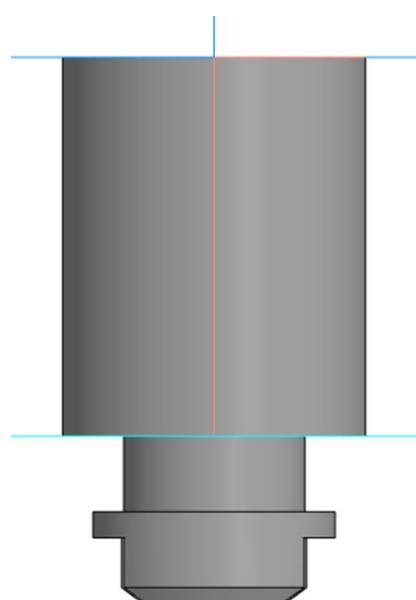


Рис. 3. Вид сбоку пьезодатчика

Такие изделия, которые способны функционировать в условиях очень высоких импульсных перегрузок вплоть до 100000 г. Характерные размеры этих устройств составляют 20 мм в диаметре и 30 мм в высоту. По сравнению с традиционными электрическими батареями срок службы таких устройств существенно выше (не менее 20 лет), поскольку, в отличие от

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

241-4

12-14 ноября 2020 года

батарей, они не хранят электрическую энергию, а вырабатывают ее в момент перегрузки. Что в очередной раз показывает преимущество ПД в сравнении с другими устройствами [4,5].

Что касается использования установки в зимний период, то устойчивого ледового покрова на многих водных объектах происходит в конце ноября – начале декабря, следовательно, необходимо будет «вынимать» установки в зимний период до скрытия водохранилища – в середине апреля (раннее – в первых числах апреля, позднее – в конце апреля), что является недостатком гидроэнергетической установки. Но более детальный анализ недостатков и преимуществ, полученный при производстве экспериментального образца, позволит устранить недочеты еще до массового внедрения предлагаемой гидроэнергетической установки с пьезоэлектрическими датчиками.

Первоначальная стоимость самой установки и ее внедрения предполагает сумму, приблизительно равную 800 тыс. рублей на каскад из 6-8 установок. Это необходимо, как было отмечено выше, для выработки необходимого для «потребителя» количества энергии. Окупаемость – приблизительно 3-4 года со дня внедрения.

Представленная «идея» имеет перспективы и в дальнейшем исследовании: будут разработаны схемотехнические решения, подробно разобраны и описаны все составляющие блоки пьезодатчиков, а также будет составлен экономический расчет, доказывающий дешевизну генерируемой данной установкой электроэнергии (по сравнению с обычной электроэнергией, присущей в нашей повседневной жизни).

Список литературы:

1. Немецкое энергетическое агентство Deutsche Energie Agentur GmbH (dena) Regenerative Energien (Сектор возобновляемых видов энергии), ««Зелёная энергетика» – уже сегодня, но с расчётом на завтра» // URL: www.renewables-made-in-germany.com
2. Гидроэнергетическая установка // Патент РФ № 183125. 2018. Бюл. №26. / Мингазетдикова И.Х., Бурова И.Д., Лисин Р.А., Сагель А.О., Смирнова С.В.
3. А.Итальянцев, Ю.Шульга, Д.Чашин, О.Шарпинский, «Современные изделия пьезоэлектроники: новые возможности» // URL: www.electronics.ru
4. Jahangir S.Rategar, Stony Brook, Carlos M.Pereira, Tannersville, Richard Dratler, Montville. Energy harvesting power sources for validating firing; determining the beginning of the free flight and validating booster firing and duration –США, июль, 27, 2010.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

241-5

12-14 ноября 2020 года

5. Jahangir Rastegar, Richard Murray. Energy harvesting power sources for a wide range of applications – SPIE, 2007.

Информация об авторах:

1. Шайхутдинова Лайля Рамисовна, студент гр. 3434 (бакалавр 4 года обучения) кафедры Электронного приборостроения и менеджмента качества (ЭПиМК) Института автоматики и электронного приборостроения (ИАЭП), КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, 420097, г. Казань, ул. Товарищеская, д. 30А, shayhutdinovalyailya@gmail.com
2. Смирнова Светлана Васильевна, к.т.н., доцент кафедры ЭПиМК, ИАЭП, КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань, ул. Толстого, д.15. svs.smirnova@gmail.com