

И.Н. ПАСКАРЬ, старший преподаватель каф. ЭГиПП (КузГТУ)
А.Д. ЕВТУШЕНКО, студент 2-го курса института энергетики (КузГТУ)
С.В. САНАРОВ, студент 2-го курса института энергетики (КузГТУ)
С.В. ГОРЯИНОВА, студентка 2-го курса института энергетики (КузГТУ)
Г. Кемерово

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛОНАСЕЛЁННЫХ ПУНКТАХ СЕВЕРА КУЗБАССА

В настоящий момент в Кузбассе существуют отдалённые от основных дорожных путей на значительные расстояния населённые пункты с населением, не превышающим 10 человек. Электроснабжения этих поселений осуществляется с помощью дизельных электростанций (ДЭС) либо линий электропередач (ЛЭП). Но существует перспективная замена этих источников электроснабжения на мини- и микро гидроэлектростанции (ГЭС).

Эксплуатация мини- и микро-ГЭС в Кемеровской области – перспективное направление малой энергетики в силу значительной разветвлённости речной системы принадлежащей бассейну реки Обь. Эксплуатация таких типов ГЭС осложняется наличием резко континентального климата (зима продолжительная и холодная, лето короткое и тёплое). Иными словами, отсутствует возможность круглогодичного использования гидроустановок вследствие обледенения водного покрова. Обычно, обледенение происходит в период с ноября до начала декабря и длится до начала либо середины апреля. Таким образом, время, когда река свободна ото льда, составляет приблизительно 180-210 дней.

В своей работе мы исследовали возможность замены ДЭС либо ЛЭП на микро или мини-ГЭС, или же возможность создания комбинированного варианта использования ГЭС и ДЭС, где ГЭС используется как основной источник питания, а ДЭС как резервный.

Установка мини- и микро-ГЭС, мощность которых зависит он создаваемого напора, является нецелесообразной вследствие того, что северная часть Кузбасса характеризуется равнинным рельефом. А так как истоками всех рек является центр и юг Кузбасса (наличие таких горных систем, как: Кузнецкий Алатау, Салаирский кряж, Горная Шория), то по пути следования к северным районам реки теряют свою первоначальную скорость и из горных переходят в статус равнинных. Поэтому даже скорость течения не сможет компенсировать низкий напор воды для таких ГЭС.

Хорошим вариантом будет установка свободно-поточных ГЭС с горизонтальной осью вращения. Они не требуют какого-либо напора воды, а зависят только от площади погружаемой поверхности и скорости течения реки. Также возможно их использование во время паводков, когда уровень воды значительно повышается и вместе с тем повышается скорость течения при оснащении конструкции специальным регулятором высоты оси турбины. Расчёт мощности погружной турбины рассчитывается по формуле^[1]:

$$E = \rho \cdot k \cdot v^3 \cdot F \cdot \eta_t \cdot t \quad (1)$$

где:

E – энергия, получаемая с помощью ГЭС (кВт · ч) ;

ρ – плотность воды, 1000 кг/м³;

v – скорость течения реки, м/с;

F – площадь погружной поверхности турбины, м²;

k – коэффициент использования турбины (0,1 – 0,5);

η_t – КПД преобразователя механической энергии в электрическую;

t – время, в течение которого происходит энерговыработка на свободно-поточной ГЭС, ч.

Для определения вырабатываемой энергии был проведён анализ населённых пунктов с населением не более 10 человек, имеющие в непосредственной близости реки. В табл. 1 приведён список населённых пунктов и их характеристики.

Таблица 1

Данные о скоростях течения рек в выбранных населённых пунктах

Населённый пункт	Население ^[2] , чел.	Река ^[3]	Скорость течения ^[3,4,5] , м/с	Скорость течения (паводки) ^[3,4,5] , м/с
Фомиха	1	Томь	0,8-0,9	2,5 – 3,0
Осоавиахим	5	Томь	0,8-0,9	2,5 – 3,0
Писаная	6	Томь	0,8-0,9	2,5 – 3,0
Клинцовка	1	Яя	0,2–0,6	0,8 - 3
Каменный брод	2	Яя	0,2–0,6	0,8 - 3
Тихеевка	8	Золотой Китат	0,2-0,6	0,8 - 3
Малая Златогорка	6	Золотой Китат	0,2-0,6	0,8 - 3

На основании формулы (1) был сделан теоретический расчёт предполагаемой вырабатываемой энергии погружной гидротурбины, данные представлены в табл. 2.

При расчётах брались условно средние значения для каждого параметра:

1. V равна среднему значению взятого промежутка в таблице;
2. Коэффициент использования турбины 0,5;
3. КПД электрогенератора 0,9;
4. Площадь погружаемой поверхности (F) взята 1 м^2 , (2,5х0,4).

Таблица 2

Таблица теоретически вырабатываемой энергии свободно-поточной ГЭС в час, сутки

Населённый пункт	Выдаваемая энергия, кВт · ч	Вырабатываемая энергия в сутки, кВт · ч
Фомиха	0,28	6,72
Осоавиахим	0,28	6,72
Писаная	0,28	6,72
Клинцовка	0,0288	0,6912
Каменный брод	0,0288	0,6912
Тихеевка	0,0288	0,6912
Малая Златогорка	0,0288	0,6912

При установленной норме потребления электроэнергии 2 кВт · ч на человека, была составлена табл. 3.

Таблица 3

Сравнение теоретически вырабатываемой энергии с помощью свободно-поточной ГЭС со стандартной нормой энергопотребления на одного человека

Населённый пункт	Население, чел	Выдаваемая энергия, кВт · ч	Норма энергопотребления, кВт · ч
Фомиха	1	0,28	2
Осоавиахим	5	0,28	10
Писаная	6	0,28	12
Клинцовка	1	0,0288	2
Каменный брод	2	0,0288	4
Тихеевка	8	0,0288	16
Малая Златогорка	6	0,0288	12

Согласно данным табл. 3, выработка нормы энергопотребления, с помощью одной турбины, теоретически невозможна, поэтому будет существовать недостаток электроэнергии, данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

Недостаток энергии для населённых пунктов, не укладывающихся в норму энерговыработки

Населённый пункт	Недостаток энергии, кВт · ч	Недостаток энергии, %
Фомиха	1,72	614,2
Осоавиахим	9,72	3471,4
Писаная	11,72	4185,7
Клинцовка	1,9712	6444,4
Каменный брод	3,9712	13788,8
Тихеевка	15,9712	55455,5
Малая Златогорка	11,9712	41566,6

Из данных табл. 4 видно, что свободно-поточная ГЭС не может на 100% удовлетворить потребности в энергопотреблении приведённых населённых пунктов. Полученные данные дают возможность предположить о нецелесообразности использования ГЭС в этих поселениях. Решить проблему поможет добавление дополнительных турбин, что увеличит энерговыдачу ГЭС. Их можно расположить как в ряд, так и друг за другом на определённом расстоянии. Бесплотинная конструкция такой ГЭС не создаёт практически никакого напора, что не причиняет вред экологии.

Зависимость мощности свободно-поточной ГЭС от количества турбин приведена в формуле (2) с учётом того, что будут установлены полностью идентичные турбины:

$$N_{пол.} = N \cdot n \quad (2)$$

где:

$N_{пол.}$ – выдаваемая мощность всей гидроустановки, кВт;

N – мощность турбины согласно формуле (1), кВт;

n – количество турбин.

Данные о выдаваемой энергии, а также о её недостатке, при наличии не одной, а трёх турбин, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Энерговыдача и недостаток энергии при наличии трёх турбин

Населённый пункт	Население,	Выдаваемая мощность,	Необходимая	Недостаток мощности,	Недостаток мощности,
------------------	------------	----------------------	-------------	----------------------	----------------------

	чел	кВт · ч	мощность, кВт · ч	кВт · ч	%
Фомиха	1	0,84	2	1,16	138
Осоавиахим	5	0,84	10	4,16	1090,5
Писаная	6	0,84	12	5,16	1328,6
Клинцовка	1	0,0864	2	1,9136	2214,8
Каменный брод	2	0,0864	4	3,9136	4529,6
Тихеевка	8	0,0864	16	15,9136	18418,5
Малая Златогорка	6	0,0864	12	11,9136	13788,8

При сравнении значений табл. 4 и табл. 5 становится ясно, что установка двух дополнительных турбин уменьшает недостачу вырабатываемой электроэнергии, в процентном соотношении на достаточно большую величину. Для наглядности был составлен рис. 1.

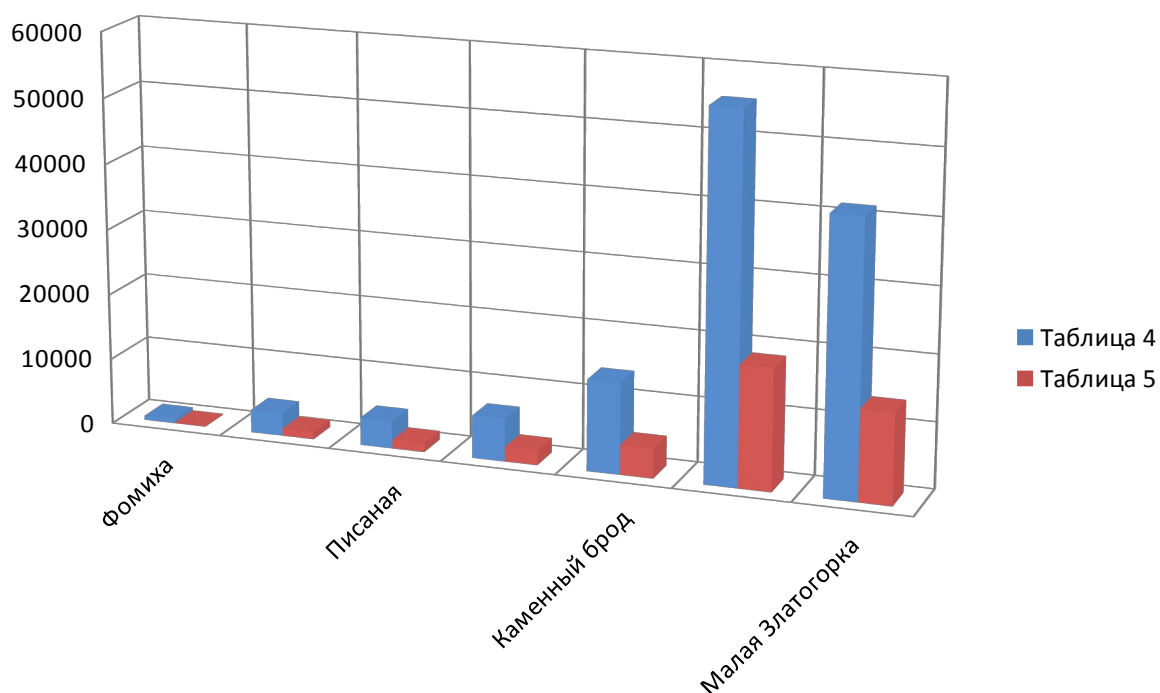


Рис. 1. Сравнение, в процентах, недостатка энергии при установке одной или трёх турбин

На основании данных представленных на рис.1, а так же табл. 4 и табл. 5 видно, что теоретически установка свободно-поточной ГЭС, для бытового использования вырабатываемой электроэнергии, целесообразна только в Фомихе.

В табл. 6 приведены значения вырабатываемой энергии при скоростях течения в промежутке от 0,4 до 1 м/с, с шагом 0,1 м/с.

Таблица 6

Теоретически выдаваемая энергия на свободно-поточной ГЭС при разных скоростях течения

Скорость течения, м/с	Вырабатываемая энергия, кВт · ч
0,4	0,0288
0,5	0,05625
0,6	0,0972
0,7	0,15435
0,8	0,2304
0,9	0,32805
1	0,45

На основании значений теоретических расчётов, приведённых в табл. 6, можно сделать вывод, что значение скорости течения 0,9 м/с и больше можно считать более или менее пригодным для того, чтобы вырабатывать электроэнергию одному человеку. При остальных же скоростях течения, ГЭС лучше использовать нецелесообразно.

Вывод делался с учётом того, что потребитель использует электроэнергию не круглосуточно, проживает в сельской местности и имеет в доме печь, а электроэнергия от ГЭС накапливается в аккумуляторах в течение дня. В противном случае целесообразней использование ЛЭП либо ДЭС. А свободно-поточные ГЭС можно использовать для освещения территории населённого пункта и запаса резервной электроэнергии на случаи перебоя электроэнергии.

При вычислении мощности ГЭС были получены только теоретические значения, которые могут иметь кардинальные различия с практическими.

На основании проведённого исследования можно сделать вывод, что применение малой гидроэнергетики для полной электрификации малонаселённых пунктов северной части Кемеровской области является целесообразным только при определённых условиях, описанных выше, при установке трёх турбин на человека и только на период с апреля по ноябрь, когда реки ещё не покрыты слоем льда.

Список литературы:

1. Трещалов Г.В. Высокоэффективный способ извлечения энергии из безнапорного потока текущей жидкости на основе специфического гидродинамического эффекта [Электронный ресурс] / Г.В. Трещалов // Русское физическое общество: электронный журнал. – 2008. - Режим доступа: <http://www.rusphysics.ru/articles/94/>
2. Постановление Губернатора Кемеровской области от 26.09.2012 N 54-пг "О внесении изменений в постановление Губернатора Кемеровской области от

28.01.2009 N 6-пг "Об утверждении Лесного плана Кемеровской области". Кемерово. 26 сентября 2012. – 686 с.

3. Перспективы возобновляемой энергетики Кузбасса. - Кемерово: Государственное учреждение «Кузбасский центр энергосбережения», 2008. – 236с.
4. Администрация Кемеровской области, доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2010 году. – Кемерово. 2011. – 73с.
5. Силаева Л.Ф. Районирование Урала по показателю внутригодовой неравномерности стока // Вестник МГУ. Серия географическая. – 1974. – № 5. – С. 97–99.