

УДК 621.22

В.Н. Ожерельев, М.В. Ожерельева

РЕЗЕРВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ БРЯНСКА

Проанализированы современные проблемы и перспективы инновационного развития систем энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Рассмотрена конструкция гидротурбины, работающей на преобразование потенциальной энергии сточной воды в электрическую. Подсчитан экономический эффект от внедрения изобретения.

Ключевые слова: энергосбережение, коммунальное хозяйство, потенциальная энергия, гидравлическая турбина, экономический эффект, экологическая безопасность.

Крупнейшими загрязнителями окружающей среды являются тепловые и атомные электростанции. В связи с этим актуальной проблемой является поиск экологически безопасных источников энергии, которые, как правило, базируются на возобновляемых природных ресурсах.

К их числу, в частности, относятся гидроэлектростанции, установленная мощность которых в мире составляет 777 ГВт, а КПД варьируется от 30 до 100%. В среднем в мире доля ГЭС в выработке электроэнергии составляет 20%, достигая в Норвегии 98%.

Источником энергии в ГЭС является поток воды, потенциальная энергия которого при падении с высоты бьефа плотины преобразуется сначала в кинетическую энергию вращающейся турбины, а затем в электрическую посредством генератора. В связи с этим рабочая гипотеза нашего исследования заключалась в том, что аналогичным образом можно использовать и потенциальную энергию воды, поднятой системами водоснабжения домов на верхние этажи зданий, которую можно считать экологичным и возобновляемым источником энергии.

В настоящее время, как правило, системы водоотвода в качестве источника вторичной энергии не рассматриваются. Между тем в наиболее крупных городах ощущается острый дефицит земли под жилищное строительство, поэтому они неуклонно растут вверх. В Брянске самыми высокими зданиями являются гостиница «Брянск» (16 этажей) и новые дома на проспекте Станке-Димитрова (16 этажей). Поэтому в качестве базового для расчетов нами был принят шестнадцатизэтажный жилой дом.

В многоэтажном доме количество ежедневно расходуемой воды может быть определено по формуле

$$V=Nq,$$

где N – число жильцов; q (м³/чел.) – количество воды, расходуемое одним жильцом в сутки (согласно санитарным нормам).

В шестнадцатизэтажном доме число жильцов варьируется от 800 до 1000 человек. При $q=0,2$ м³ суточная потребность дома в воде составляет около 200м³.

В среднем поднятая на высоту восьмого этажа (среднее значение высоты шестнадцатизэтажного дома) вода имеет потенциальную энергию, определяемую по формуле

$$E_n=mgh=\rho Vgh,$$

где $\rho=1000$ кг/м³ – плотность воды; $g=9,8$ м/с² – ускорение свободного падения; $h=21$ м – высота пола восьмого этажа.

Следовательно, $E_n=41160$ кДж (в сутки).

При среднем КПД установки, равном 60%, из отводимой канализацией воды можно извлечь 24656 кДж электроэнергии. Такого количества энергии достаточно для подклю-

чения приборов общей мощностью 47 Вт в каждый из шести подъездов дома. Если освещать подъезд энергосберегающими светодиодными светильниками и оборудовать его фотоэлементами, отключающими питание при достаточном естественном освещении, а также автоматической системой отключения питания при отсутствии людей, то этой энергии достаточно для работы в течение суток.

Цель исследования заключалась в изыскании экологически безопасного способа рационального использования потенциальной энергии воды, поднятой на верхние этажи многоэтажного здания, отводимой канализационной системой, а также в выборе приемлемого технического решения, способного успешно реализовать поставленную задачу. Альтернативой традиционным механическим гидротурбинам могли бы быть иные способы преобразования потенциальной энергии отводимой воды в электрическую. В частности, внутри трубы могут быть помещены наклонные пьезопластины или диффузоры, в которых при прохождении воды будет создаваться разрежение, действующее на мембраны, обладающие пьезоэффектом. Однако нестабильная по составу и отчасти агрессивная среда может дестабилизировать работу таких сложных электронных приборов.

В связи с этим мы остановили свой выбор на гидравлической турбине, конструкция которой признана изобретением [1]. Предложенное авторами исполнение турбины (рисунок) включает канализационную трубу 1, в поперечном сечении которой выполнены два кармана: большой (2) и малый (3). Внутри большого кармана 2 входит горизонтальный вал 4 турбины, на котором смонтированы лопасти 5, имеющие криволинейную форму и ориентированные в рабочей зоне (внутри канализационной трубы) выпуклостью вверх.

Оппозитная по отношению к валу 4 стенка 6 кармана 2 выполнена в виде дуги окружности и переходит в нижней части в наклонную поверхность 7, угол наклона которой больше предельного угла сцепления твердых включений, содержащихся в сточных водах, с ее материалом. В верхней части она переходит в козырек 8, выходящий за пределы большого кармана 2 внутрь трубы 1. Оппозитная по отношению к оси вращения стенка малого кармана 3 выполнена в виде дуги окружности. Вал турбины 4 соединен с генератором 9.

Предлагаемая гидравлическая турбина работает следующим образом. Поток сточной воды 10, падая на лопасти 5, сообщает вращательные движения валу 4 турбины по стрелке 11. Вал 4 вращает ротор генератора 9, в результате чего вырабатывается электроэнергия.

Поток сточной воды 10, взаимодействующий с периферийной частью лопастей 5, воздействует на них под углом, близким к 90° . В связи с этим достигается максимальный крутящий момент на валу 4. Кроме того, сводится к минимуму вероятность отложения осадков вблизи вала 4, поскольку центробежная сила и сила тяжести способствуют самоочищению лопастей 5 в нижней части траектории их движения.

В связи с высокой степенью вязкости твердых включений, входящих в состав сточных вод, самоочищение лопастей 5 может продолжаться и после входа их внутрь большого кармана 2. При этом падающие с лопастей фрагменты твердых включений попадают на наклонную поверхность 7 стенки 6 большого кармана 2 и сползают по ней в нижнюю часть трубы 1. Часть потока сточной воды 12, движущаяся вблизи диаметрально противоположной по отношению к потоку 10 стенки трубы 1, взаимодействуя с козырьком 8, изменяет направление и отбрасывается к противоположной стенке на периферийную часть лопастей 5. Более того, взаимодействие потока с лопастью 5 происходит под острым углом α к нормали, проведенной к верхней поверхности лопасти. Поэтому отраженный от лопасти поток направляется на стенку трубы 1 в области малого кармана 3, по поверхности которого стекает в нижнюю часть трубы 1 или взаимодействует повторно с лопастями 5. Таким образом, зона вблизи вала 4 надежно защищена от отложения твердых включений, содержащихся в сточных водах, что обеспечивает надежную и эффективную работу гидравлической турбины.

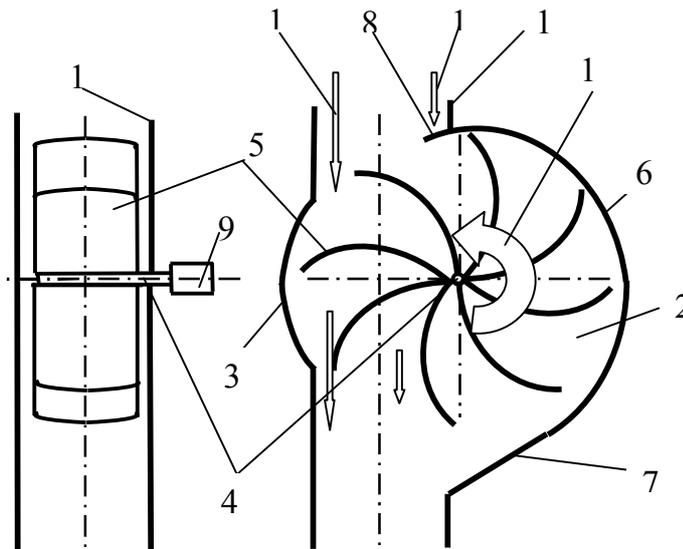


Рис. Принципиальная схема гидротурбины:
 1 – канализационная труба; 2, 3 – карманы; 4 – вал; 5 – лопасти;
 6, 7 – элементы оппозитной валу стенки большого кармана;
 8 – козырек; 9 – генератор; 10, 12 – потоки сточной воды;
 11 – направление вращения турбины

Установки целесообразно размещать на каждом этаже выше выходов отвода из соответствующей квартиры в стояк канализации.

Следует иметь в виду, что расход воды бытовыми потребителями имеет высокую степень неравномерности по периодам суток. По данным Брянского водоканала, пиковое потребление воды жилыми домами происходит в период с 7 до 12 часов утром и с 18 до 23 часов вечером. На эти периоды приходится 28 и 32% от суточного потребления воды соответственно. Ночью и в середине дня потребление воды существенно уменьшается, в связи с чем энергетическая эффективность установки снижается. Для компенсации недостатка энергии в дневные часы целесообразно снабжать жилой дом небольшой солнечной батареей, поскольку потребность в электроэнергии в этот период в городских сетях (по данным ООО «Стройэксперт», г. Брянск) близка к максимальной. В ночное время (с 23 до 7 утра) нехватка энергии может быть компенсирована как за счет ее накопления в аккумуляторах, так и из городской сети, которая в этот период не загружена.

В последнее время повсеместно ощущается недостаток электроэнергии, особенно в часы пиковых нагрузок. Для его компенсации обычно используют экологически безопасные солнечные батареи. Однако стоимость такого оборудования составляет 15 млн р. в расчете на один дом. Использование сточных вод позволяет как минимум в два раза уменьшить площадь солнечных батарей и (с учетом стоимости генераторов, которая не превышает в сумме 1 млн. рублей) сэкономить 6-7 млн р.

С учетом того, что в России от 20 до 40 тыс. многоэтажных домов, суммарный экономический эффект может составить от 120 до 280 млрд. р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2487261 РФ. Гидравлическая турбина / Ожерельева М.В., Ожерельев В.Н. - Оpubл. 10.07.13, Бюл. № 19.

Материал поступил в редколлегию 17.11.14.