

Рогунская ГЭС, строящаяся гидроэлектростанция в Таджикистане на реке Вахш, входит в состав Вахшского каскада, являясь его верхней ступенью. Согласно проекту, она представляет собой ГЭС приплотинного типа с высотной (335 м) каменно-набросной плотиной. В случае завершения проекта, плотина ГЭС станет самой высокой в мире. Состав сооружений ГЭС:

- каменно-набросная плотина высотой 335 м из местных материалов;
- строительные и эксплуатационные тоннели;
- подземное здание ГЭС, включающее машинный зал (длина 220 м, ширина 22 м, максимальная высота 78 м) и помещение трансформаторов (200×20×40 м).

Проектная мощность ГЭС 3 600 МВт, среднегодовая выработка 13,1 млрд кВт·ч. В здании ГЭС должны быть установлены шесть радиально-осевых гидроагрегатов мощностью по 600 МВт. Плотина ГЭС должна образовать крупное Рогунское водохранилище полным объёмом 13,3 км³ и полезным объёмом 10,3 км³. Водохранилище планируется использовать как в энергетических, так и в ирригационных целях на засушливых землях площадью более 300 тыс. га. Строительство ГЭС планируется осуществить в несколько этапов, мощность первой очереди должна составить 400 МВт при среднегодовой выработке 5 млрд кВт·ч.

Строительство Рогунской ГЭС было начато еще в 1976 г., но проект был заморожен после развала бывшего Советского Союза. В связи с тем, что стройплощадка на Рогунской ГЭС не была защищена, первая очередь плотины была разрушена селевым потоком, и стоимость проекта значительно возросла. Согласно ряду оценок, эта стоимость сегодня превышает 3,5 млрд долл.

Рогунская ГЭС спроектирована институтом «Средазгидропроект» (Ташкент), в настоящее время проектирование ГЭС осуществляется российским институтом «Гидропроект».

Опубликованные в прессе данные показывают, что в период с 2009 по 2011 гг. правительство Таджикистана израсходовало на проект Рогунской ГЭС около 420 млн долл. и, согласно имеющимся планам, расходы в 2012 г. могут составить еще 223 млн долл. Власти Таджикистана 3 ноября 2011 г. объявили о завершении строительства главного водосбросного туннеля Рогунской плотины, что технически теперь делает возможным приступить в любой момент к процессу перекрытия русла реки Вахш.

Сангтудинская ГЭС-2. Проектирование началось в 1970-х годах. Строительство станции началось в конце 1980-х годов, в начале 90-х годов работы были приостановлены из-за отсутствия финансирования и гражданской войны. В 1995 г. правительство Ирана заявило о готовности инвестировать в проект достройки ГЭС 180 млн долл. В январе 2005 г. в г. Душанбе российская, таджикская и иранская стороны подписали Протокол о достройке Сангтудинских ГЭС-1 и ГЭС-2. В соответствии с ним ГЭС-2 в полном объеме будет достроена иранской и таджикской сторонами. Подрядчиком в проекте выступает иранская компания «Сангоб». После пуска в течение 12,5 лет Сангтудинская ГЭС-2 будет считаться собственностью Ирана, после чего перейдет в собственность Таджикистана. Проектная мощность станции 220 МВт.

Эффективность освоения гидроэнергетического потенциала малых рек в Таджикистане. С середины семидесятых годов текущего столетия во всем мире резко возрос экономический интерес к освоению гидроэнергетического потенциала малых рек на базе строительства малых ГЭС (МГЭС). Это было обусловлено рядом факторов, но, в первую очередь, удорожанием традиционных энергоресурсов и повсеместным осознанием факта их исчерпаемости, а также достижениями научно-технического прогресса, повысившими конкурентоспособность малого гидроэнергостроительства.



Рис. 1. Потенциал гидроэнергии Республики Таджикистан

Так, например, в настоящее время, в США из законсервированных в конце 60-х годов 2000 малых ГЭС более 1500 модернизируется и снова вводится в работу. Предусматривается новое строительство 6000 малых ГЭС с установленной мощностью 20 тыс. мВт. В Норвегии число действующих малых ГЭС достигло 500, в Австрии – 950, во Франции – 1100, в Италии – 1200, в Индии – 2000, в Китае – 90000

В настоящее время нет единого подхода к количественной оценке понятия «малая ГЭС». Наиболее часто МГЭС делят на три группы: микро-ГЭС, мощностью от десятков и сотен Вт до 50–70 кВт; мини- ГЭС, мощностью от 50–100 кВт до 500–1000 кВт и малые ГЭС мощностью от 500–1000 кВт до 5000–15000 кВт. Существуют и другие классификации малых ГЭС.

Согласно проведенным оценкам, валовой энергетический потенциал малых рек в Центрально-Азиатском регионе, исключая Казахстан, составляет 27,2 млрд кВт·ч; в том числе в Таджикистане – 14 млрд кВт·ч. Хотя следует заметить, что в определении гидроэнергетического потенциала малых рек в мире до настоящего времени нет единого подхода. Так, при оценке гидроэнергетических ресурсов бывшего СССР [2] к малым были отнесены реки, валовой потенциал которых не превышал 1,7–2 мВт. Институт «Сельэнергопроект», разрабатывая схемы малых водотоков, относил к малым рекам водотоки со среднегодовым расходом от 5 до 50 куб. м/с и длиной от 10 до 100 км.

Гидропотенциал малых рек в Таджикистане составляет 3200 мВт, или около 9,9 % валового гидропотенциала страны. Характерные величины нагрузок децентрализованных потребителей в горных районах Таджикистана составляют: 50–100 кВт; 250–350 кВт; 0,8–1,2 МВт. Для электрификации таких потребителей наиболее эффективным является строительство малых ГЭС в комбинации с ДЭС, где доля ДЭС по мощности составляет 20...40 % от мощности сис-

темы электроснабжения. В этом случае удельные капиталовложения достигают 900–1800 долл. США на кВт, а затраты на производство электроэнергии оцениваются величиной 4...9 центов за кВт·ч. В альтернативных вариантах электроснабжения строительство ДЭС или МГЭС без ДЭС, затраты на производство электроэнергии выше в 1,4–3,0 раза. Для указанного диапазона нагрузок наиболее приемлемо сооружение МГЭС деривационного типа с напорами от 10 до 50 м, экономической скоростью воды в трубопроводе 4...6 м/с, с расчетной обеспеченностью МГЭС 60...70 %.

Освоение 10 % валового гидропотенциала рек мощностью менее 25 мВт, что составит примерно 9 % современной установленной мощности электростанций республики, вполне возможное и вероятное за 15-20-летний период, позволит электрифицировать до 75 % мелких населенных пунктов и сельскохозяйственных объектов, испытывающих в настоящее время нарастающий дефицит в электроэнергии или вообще не электрифицированных.

Формирование рынка сбыта электроэнергии. Очередные переговоры между таджикскими и афганскими энергетиками о начале поставок таджикской электроэнергии на ту сторону Пянджа не увенчались успехом.

В энергетических ведомствах республики, афганская сторона требует гарантированных поставок электроэнергии круглый год. «В свою очередь, таджикская сторона не может гарантировать экспорт электроэнергии круглогодично по причине того, что республика сама ощущает дефицит в осенне-зимний период», – отметил источник.

По его словам, согласно ранее достигнутым договоренностям с афганской компанией Dams, переток таджикской электроэнергии в Афганистан должен был начаться 10 августа, однако этого не произошло.

Представители этой афганской компании мотивируют свои действия тем, что в случае начала поставок, таджикская электроэнергия пойдет прямо в Кабул, который в настоящее время получает электроэнергию из Узбекистана.

По словам афганской стороны, они не могут временно расторгнуть контракт с узбекскими партнерами, поставляющими электроэнергию круглый год. Кроме того, согласившись получать таджикскую электроэнергию летом, афганцам придется ограничить переток в зимний сезон, что вызовет недовольство населения Кабула.



Рис. 2. Карта-схема основных электрических сетей 220-500 кВ ОЭС Центральной Азии с перспективой до 2020 г.

По данным энергетических ведомств Таджикистана, у республики остается все меньше времени и потенциала для экспорта электроэнергии в Афганистан. В настоящее время водохранилище Нурекской ГЭС полностью заполнено, и лишняя вода сбрасывается вхолостую мимо агрегатов.

Вода в холостую выбрасывается больше, чем пропускается через турбины для выработки электроэнергии. К примеру, проточность реки Вахш в районе Нурекского водохранилища составляет 1,4 тыс. м³ в секунду, в то время, когда через турбины пропускается всего 650 м³ в секунду.

Специалисты утверждают, что если Таджикистан в ближайшее время не решит вопрос с экспортом электроэнергии в Афганистан, то может потерять этот рынок, а в последующем и пакистанский.

Дело в том, что Туркменистан реализует проект по строительству высоковольтной линии 500 кВ до афганской столицы. У Туркменистана проблем с экспортом электроэнергии нет.

«Представьте себе, что два богатых энергоресурсами республики Средней Азии, то есть Туркменистан и Узбекистан, постоянно и бесперебойно будут поставлять электроэнергию в Афганистан и зарекомендуют себя, как надежные поставщики. С таким успехом они могут освоить и пакистанский рынок. В данном случае даже завершение строительства Рогунской ГЭС не поможет Таджикистану войти в этот рынок», – считают эксперты.

Напомним, что согласно ранее подписанным документам в августе-сентябре текущего года в Афганистан планировалось экспортировать порядка 45 млн кВт·ч таджикской электроэнергии.

Подписанный контракт предусматривает как гарантийные, так и не гарантийные поставки электроэнергии. По гарантийному контракту Таджикистан обязуется поставить в Афганистан 20 млн кВт·ч электроэнергии в августе и 25 млн кВт·ч в сентябре. Согласно не гарантийному контракту эти цифры составляют 5 млн кВт·ч и 8 млн кВт·ч, соответственно.

По данным министерства энергетики и промышленности Таджикистана, стоимость одного киловатта таджикской электроэнергии для Афганистана составит 3,5 цента. Цена узбекской электроэнергии для Афганистана сейчас составляет 7,5 центов.

Протяженность таджикского участка ЛЭП 220 кВ Сангтуда-Пули Хумри составляет 118 километр, в Афганистане ЛЭП протягивается на 163 километр.

Проект Сангтуда-Пули Хумри призван улучшить электроснабжение, и позволит Таджикистану ежегодно в летнее время экспортировать в Афганистан до 300 МВт избыточной электроэнергии.

Вывод. Тяжелая ситуация с энергоснабжением страны требует не только строительство новых источников энергии, но и реализацию программ энергосбережения, повышение эффективности использования созданных энергетических мощностей. В Таджикистане эти проблемы усугубляются тем, что в структуре генерирующих мощностей наибольший удельный вес занимают гидроэлектростанции, выработка электрической энергии которыми зависит от климатических условий. Это предопределяет особую актуальность задачи повышения

эффективности использования установленной мощности существующих электрических станций.

Библиографический список

1. Гидроэнергетика СССР. М.: Гидропроект, 1951. 602 с.
2. Григорьев С.В. Потенциальные энергетические ресурсы малых рек СССР. М.: Гидрометеиздат, 1946. 124 с.
3. Гулемин Э.М. и Гордон С.М. Определение модулей стока в неизученных створах рек Таджикистана // Известия отделения естественных наук АН Таджикской ССР. 1958. Вып. 2/26.
4. Информационная служба Avesta. Tj

НОВЫЙ СЕНСИБИЛИЗИРУЮЩИЙ АГЕНТ ПУШПУЛЬНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ КАРБАЗОЛА ДЛЯ ЦВЕТОСЕНСИБИЛИЗИРОВАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

*Тесленко А.Ю.¹, Иргашев Р.А.², Вербитский Е.В.²,
Субботина Ю.О.^{1,2}, Русинов Г.Л.², Чарушин В.Н.²*

¹ *Химико-технологический институт УрФУ, E-mail: yu.o.subbotina@ustu.ru*

² *Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского
УрО РАН, www.ios.uran.ru*

Среди всей совокупности возобновляемых источников энергии особое место занимает Солнце, для преобразования энергии которого активно используются различные подходы, основанные на термодинамических (тепловые), фотоэлектрических и химических методах. Энергия, получаемая таким образом, является экологически чистой, и процесс ее получения не сопряжен со значительным загрязнением окружающей среды вредными отходами.

На данный момент, сегмент солнечной энергетики является одним из крупнейших и наиболее активно развивающимся сегментом на рынке альтернативной энергетики. Огромный интерес к данной области альтернативной энергетики объясняется интересами текущего социума, заинтересованными в переходе на более экологически чистые источники энергии.

В настоящее время более 90 % мирового рынка солнечной энергетики составляют солнечные элементы на основе моно- или поликристаллических кремниевых пластин [1]. Однако производственный процесс кристаллизации и очистки кремния лимитируют данную технологию, так как они требуют значительных энергозатрат.

Весьма удачное недорогое решение для солнечного элемента было предложено Гретцелем и Рейганом [2]. Основной принцип действия органических красителей данного типа, так называемых ячеек Гретцеля, основан на сенсibilизации нанокристаллического оксида титана TiO_2 посредством адсорбированных на него молекул красителя. На сегодняшний день наибольший КПД для цветосенсибилизированных (цветочувствительные) солнечных батарей дости-

гает около 12 %, тогда как КПД наиболее широко применяемых солнечных батарей второго поколения на основе кремния достигают 20 % [2, 3]. Многочисленные исследования показали, что ключевым фактором, определяющим эффективность работы ячейки, является структура красителя, так как структура определяет расположение молекулярных орбиталей, участвующих в поглощении фотонов света, относительно друг друга на энергетической шкале, а также относительно энергетического уровня проводящей зоны полупроводника.

В качестве красителей могут применяться соединения различных классов, а именно – производные индола, карбазола, и т.д. Наилучшие результаты в настоящее время были показаны рутениевыми комплексами органических гетероциклических систем. Однако цена редкоземельного элемента платиновой группы рутения и возможность нежелательного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами не позволяют вывести данный тип ячейки в крупномасштабное производство.

Органические красители пушпульного типа, состоящие из последовательно связанных донора, пи-системы и акцептора, позволяют фотоэлектрохимической ячейке достигать КПД преобразования солнечного света в электроэнергию от 8,2 до 11,1 %. Относительная легкость модификации органических соединений такого типа, огромное многообразие структур, а также моментальное изменение оптической активности в ответ на незначительные структурные модификации делают этот тип красителей перспективным для дальнейших исследований.

Нами, в результате предварительного скрининга методами компьютерного моделирования и квантовой химии, был предложен краситель на основе 5-(9-этил-9Н-карбазол-3-ил)тиофен-2-ила. Синтез красителя был осуществлен в 5 стадий, исходя из коммерчески доступного и дешевого карбазола. Так, в результате бромирования карбазола N-бромсукцинимидом был получен 3-бромкарбазол, этилирование которого этил иодидом в присутствии щелочи дало 3-бром-9-этилкарбазол. Далее бром в 3 положении карбазола по реакции каталитического кросс-сочетания Судзуки с 2-тиенилборной кислотой был заменен на тиофен-2-ильный остаток. Формилирование 3-(тиофен-2-ил)-9-этилкарбазола реагентом Вильсмайера проходило селективно в кольцо тиофена, что привело к соответствующему 5-(карбазол-3-ил)тиофен-2-карбальдегиду. И, наконец, в результате конденсации замещенного тиофен-2-карбальдегида с циануксусной кислотой был получен целевой сенсебилизирующий краситель.

Полученный сенсебилизирующий агент использовали в построении тестовой ячейки Гретцеля [4].

Сила тока и напряжение, вырабатываемые фотоэлектрохимической ячейкой под падающим ультрафиолетовым излучением, составила 5 мкА и 30 мВ соответственно, что в 4 раза превышает показатели эталона - (2-циано-3-(9-этил-9Н-карбазол-3-ил)акриловой кислоты), в тех же условиях. Использовалась лампа Spectroline EA-180/FE с длиной волны излучения $\lambda = 365$ нм и мощностью 980 мВт/см².