

ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НАПОРНЫХ ГИДРОУЗЛОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.С. ПТАШКИНА-ГИРИНА, кандидат технических наук, доцент

О.А. ГУСЕВА, аспирант

Челябинская ГАА

E-mail: gusevaoa@74.ru

Резюме. По результатам исследований в Челябинской области находится 412 напорных гидроузлов, общий гидроэнергетический потенциал которых составляет около 200 млн кВт·ч в год, использовать его можно с помощью предложенных технических решений пристроя малых гидроэлектростанций и предлагаемой авторами мобильной приплотинной микрогидроэлектростанции. Подсчитанный гидроэнергетический потенциал готовых напорных гидроузлов можно использовать при проектировании систем энергоснабжения автономных сельскохозяйственных потребителей области.

Ключевые слова: гидроэнергетический потенциал, гидроузел, водохранилище, возобновляемые источники энергии

В агропромышленном комплексе имеется множество потребителей, энергообеспечение которых от централизованных систем энергоснабжения не всегда экономически целесообразно в силу их малой мощности и рассредоточенности. Одно из направлений решения такой проблемы – использование малых гидроэлектростанций [1]. Особый интерес в этом отношении представляет гидроэнергетический потенциал готовых напорных гидроузлов неэнергетического назначения.

При использовании гидроэнергоресурсов без регулирующих водохранилищ большая часть стока сбрасывается вхолостую. Установка турбин в расчете на использование максимальных расходов воды в этом случае неэффективна, поскольку большую часть года агрегаты будут простаивать, а при расчетах на расходы, наблюдающиеся на протяжении большей части года, мощность ГЭС будет незначительной. Таким образом, регулирование водохранилищами стока позволяет развить установленную и увеличивает гарантированную мощность ГЭС, общую выработку энергии и степень энергетического использования стока, что повышает хозяйственный эффект использования гидроэнергоресурсов [2].

В степном Зауралье Челябинской области на малых реках существовало 79 плотин и столько же водяных двигателей при них, которые приводили в действие мукомольные мельницы. Такие же водяные двигатели имелись при 14 водохранилищах на реке Миасс. До середины 70-х годов в области действовали МГЭС на Аргазинском и Шершневском гидроузлах, а также на каскаде водохранилищ реки Большая Сатка [1].

После отмены в 1954 г. ограничений по электрификации сельскохозяйственных районов и их подключения к государственному электросистемам малые гидросиловые и гидроэнергетические установки постепенно стали выводиться из эксплуатации. В результате сегодня гидроэлектростанции действуют только на двух

нилиц неэнергетического назначения Челябинской области и возможности его использования для выработки электроэнергии.

Условия, материалы и методы. При выполнении исследования использовали методы статистического анализа гидрологического материала о режимах работы напорных гидроузлов и методы математического моделирования транзитного стока водохранилищ в случае отсутствия или недостатка гидрологической информации. Основные источники информации о режимах работы и параметрах водохранилищ – их паспорта и данные наблюдений гидрометеослужбы.

Гидроэнергетический потенциал водохранилищ рассчитывали по сработке полезного объема.

В качестве водохранилищ со стационарной установкой МГЭС рассмотрены четыре водохранилища, созданные на трассе переброски части стока из бассейна р. Уфа в бассейн р. Миасс по четырем напорным гидроузлам. Экономические показатели пристроя МГЭС зависят от степени готовности гидроузла, их определяли с учетом работы в течение 6000 ч в год и оценивали относительно тарифов на электроэнергию в 2011 г.

Результаты и обсуждение. Большей частью гидроэнергетические ресурсы Челябинской области сосредоточены в горнозаводской зоне, где лучше развита водная сеть, а также имеются значительные перепады высот. Для юга региона характерна маловодная сеть рек казахстанского типа, основной сток которых (80 %) проходит в весенний паводок, поэтому они практически полностью зарегулированы низконапорными глухими плотинами.

По результатам исследований на территории Челябинской области находится 412 гидроузлов, суммарный полный объем которых составляет 3400 млн м³, полезный – 2630 млн м³. Наибольшее число водохранилищ (73 %) относятся к бассейну р. Тобол, далее по зарегулированному стоку следуют бассейны рек Урал (18 %) и Кама (9 %).

Большинство водохранилищ построены без МГЭС и используются для нужд сельского хозяйства (82 %), водоснабжения (12 %) и комплексно (4 %).

Наиболее многочисленна группа малых водохранилищ (93 %) объемом до 10 млн м³, в которую входят 383 объекта. Основное их назначение – обеспечение потребностей орошения, водоснабжения, рыбное и сельское хозяйство (водопой, разведение водоплавающих птиц). Такие водоемы обладают небольшим энергетическим потенциалом, поскольку основной объем воды из них забирается из верхнего бьефа, а сбросы в нижний бьеф состоят только из санитарных и составляют величину, равную расходу 95 %-ного обеспеченного года. Мощность малых водохранилищ может составить менее 10 кВт (табл. 1).

Таблица 1. Гидроэнергетический потенциал готовых напорных гидроузлов области

	Потенциальная мощность, кВт	Потенциал водохранилищ		Потенциал естественного стока	
		число, ед	доля, %	число, ед	доля, %
3000...1000		3	0,7	3	0,7
1000...100		10	2,4	18	4,4
100...10		27	6,6	52	12,6
<10		372	90,3	339	82,3
Итого		412	100	412	100

Таблица 2. Возможные схемы пристроя МГЭС

Гидроузел	Конструктивная особенность	Возможность пристроя	Мощность, кВт	Стоимость реконструкции (строительства), млн руб.	Себестоимость электроэнергии, руб./кВт·ч	Срок окупаемости, лет
Аргазинский, р. Миасс	Существовала МГЭС приплотинного типа, сохранено здание	В качестве новой площадки для установки оборудования проточный тракт старой МГЭС будет использоваться как напорный водовод.	800	35,5	0,42	4,8
Долгобродский, р. Уфа	Построен без МГЭС	Возможна установка малой ГЭС в нижнем бьефе под козырьком эксплуатационного водослива, после некоторого удлинения козырька, в качестве напорного тракта можно использовать строительный тоннель, сооруженный в период возведения гидроузла для сброса паводочных вод.	1700	47	0,26	2,7
Шершневский, р. Миасс	Существовала МГЭС руслового типа, сохранено здание	Можно установить МГЭС на старой площадке, подобрав новое оборудование.	550	17,2	0,37	3,3
Кыштымский, р. Кыштым	Построен без МГЭС	Возведение здания микроГЭС в русле р. Кыштым в непосредственном примыкании к водобойному колодцу, водохранилище практически нерегулируемое, поэтому для выработки электроэнергии предлагается использовать только санитарные попуски в нижний бьеф	30	1,3	1,03	7,4

Ко второй группе водохранилищ (5,6 %) относятся водоемы объемом от 10...100 млн м³. Установленная мощность для таких водохранилищ не превышает 150 кВт, а энергетический потенциал – около 9 млн кВт·ч в год.

Немногочисленную, но весьма перспективную группу представляют собой водохранилища неэнергетического назначения с полным объемом больше 100 млн м³, которые относятся к средним, всего таких водоемов 5 (1,2 % от общего числа): Верхнеуральское (р. Урал), Шершневское (р. Миасс), Долгобродское (р. Уфа), Магнитогорское (р. Урал), Нязепетровское (р. Уфа). Их суммарная потенциальная мощность составляет 3,8 МВт, а энергетический потенциал – 33 млн кВт·ч в год. Использовать гидроэнергетический потенциал этих водохранилищ позволит пристрой малых ГЭС.

В области находится только один водоем, который относится к категории крупных – Аргазинское водохранилище на р. Миасс в Аргаяшском районе, площадь его водного зеркала равна 113 км², а полный объем – 1000 млн м³ (1 км³).

В целом по области гидроэнергетический потенциал составляет 77,5 млн кВт·ч в год. Так как коэффициент зарегулированности для водохранилищ области изменяется от 2 до 100 %, то потенциал естественного транзитного стока, который определяли по 50 % обеспеченному расходу стока, составил 157,7 млн кВт·ч в год. Таким образом, валовый гидроэнергетический потенциал водохранилищ области – около 200 млн кВт·ч в год.

Технический потенциал можно рассчитать, имея технические решения пристроя МГЭС и режимы работы основного водопотребителя и водопользователя, особенно это относится к водохранилищам, созданным для водоснабжения.

По возможности установки гидроэлектростанции водохранилища можно разделить на две группы: небольшие, пригодные для использования мобильных микроГЭС (водохранилища первой и второй группы) и более крупные, для которых нужны стационарные МГЭС.

При наличии готового напорного гидроузла удель-

ные капиталовложения в МГЭС снижаются на 30...50 % и большая их часть приходится на основное оборудование (турбина-генератор) [3]. Чем больше установленная мощность МГЭС, тем меньше срок окупаемости инвестиций вследствие уменьшения стоимости агрегата за 1 кВт установленной мощности, затраты также будут меньше если МГЭС реконструировать (табл. 2). Затраты на пристрой МГЭС к Долгобродскому гидроузлу не велики вследствие уже имеющегося напорного водовода (строительный туннель).

Благодаря широкому использованию типовых, унифицированных проектов ввод МГЭС в эксплуатацию возможен спустя 12...15 мес. после размещения заказа [3].

Для небольших водохранилищ оптимальным решением станет установка разработанной авторами мобильной микроГЭС сифонного типа, которая дает возможность использовать гидроэнергетический потенциал водохранилища без вмешательства в конструкцию плотины (патент на полезную модель №100875).

По характеру использования электроэнергии автономных потребителей можно разделить на две группы: для бытовых и производственных нужд. Необходимый минимум для большинства потребителей первой группы составляет около 1 кВт·ч в день. Энергоснабжение потребителей второй группы осуществляется, как правило, традиционными методами. Однако в тех случаях, когда необходим источник энергии мощностью до нескольких десятков киловатт, с успехом можно использовать микроГЭС. Необходимый минимум для них с учетом переменной нагрузки составляет около 3 кВт·ч в день.

Анализ потребления электроэнергии объектов сельскохозяйственного назначения (табл. 3) позволил сделать вывод о возможности использования микроГЭС для производства продукции сельского хозяйства при сравнительно низкой себестоимости отпускаемой электроэнергии. Дневная потребность в электроэнергии (около 15 часов) на таких объектах связана с получением сельскохозяйственной продукции (подогрев воды для поения скота, обработка шерсти, сепарация

Таблица 3. Потребление электроэнергии автономного сельскохозяйственного потребителя

Электроприбор	Мощность, Вт
Бытовые нужды	
Аудиомагнитофон	5
DVD проигрыватель	10
Освещение (энергосберегающая лампа, заменяющая лампу накаливания мощностью 100 Вт)	20
Зарядное устройство телефона	60
Телевизор	100
Отопительный прибор (инфракрасный пленочный электронагреватель 2 м ²)	150
Небольшой холодильник	600
Производственные нужды	
Стригальная машинка для овец	300
Сепаратор (1000 л/ч)	550
Орошение (насосная установка)	1000
Доильный аппарат	3000

утреннего удоя и др.) и составляет около 2 кВт, вечерне-ночная (освещение, собственные нужды) – 1 кВт, во время доения – 3 кВт. Провал напряжения ночью можно

Литература.

1. Пташкина-Гирина О.С. Использование энергии малых рек для энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей в зоне Южного Урала. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Челябинск, 1998.
2. Авакян А.Б., Шарапов В.А., Салтанкин В.П. и др. Водохранилища мира. – М.: Наука, 1979. – 288 с.
3. Фельдман Б.Н., Марканова Т.К., Серегина М.И. Состояние и тенденции развития малой гидроэнергетики. // Энергетическое строительство за рубежом. – 1987. - №3. - С. 23-27.

HYDROPOWER POTENTIAL OF PRESSURE HYDROKNOT OF THE CHELYABINSK REGION

O.S. Ptashkina-Girina, O.A. Guseva

Summary. The results of studies in the Chelyabinsk Region is located 412 waterworks pressure, total hydropower potential of about 200 million kW/h per year, use this potential by using the proposed technical solutions and added a small hydroelectric power plants proposed by the authors of mobile micro hydroelectric power station dam. Counted hydropower potential of ready-pressure hydroknot can be used in designing power supply systems of autonomous agricultural consumers area.

Key words: Hydropower potential, hydroknot, the water basin, renewable energy sources

УДК 621.316.11

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ С ОБРЫВАМИ ФАЗНОГО ПРОВОДА В СЕЛЬСКИХ СЕТЯХ 10 КВ

А.Н. КЛОЧКОВ, техник
Костромская ГСХА
E-mail: duhast44@gmail.com

Резюме. В сельских сетях 10 кВ режим однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) представляет опасность для людей и животных и, кроме того, часто переходит в междуфазное короткое замыкание. Режим однофазного замыкания на землю обычно рассматривается методом симметричных составляющих, однако он малоприменим для режимов с несколькими разнородными повреждениями.

Цель проведенного исследования – повышение надежности сельских сетей 10 кВ путем совершенствования методики расчета чувствительности защит в режимах с замыканиями на землю. В ходе работы осуществляли моделирование сетей с изолированной нейтралью методом фазных координат. При этом схему сети разбивали на участки, каждый из которых моделировали 2К-полнолюником в форме N или Y, где K – число фаз или проводов.

Предложено рассматривать влияние земли как дополнительного четвертого проводника, не связанного непосредственно с источником напряжения. В этом случае потенциал земли будет зависеть от внутренней схемы соединения рассматриваемой сети, а ток замыкания на землю будет ограничен емкостными проводимостями линий электропередачи.

В результате расчета разветвленной сети для определения зависимости величины напряжения нулевой последовательности $3U_0$ от параметров режима и сети была получена регрессионная зависимость:

$$3U_0(Zt, Ld, Zz, Ls) = 55,2093 - 0,0014 \cdot e^{Zt} - 0,11224 \cdot e^{Ld} - 0,00074 \cdot e^{Zz} - 0,08276 \cdot e^{Ls},$$

где Zt , Zz , Ls и Ld – действительные значения факторов.

Анализируя эту формулу можно сделать вывод, что для повышения надежности сельских сетей 10 кВ необходимо снижать уставку сигнализации замыкания на землю до 10 В и применять новые устройства защиты.

Ключевые слова: обрыв, замыкание на землю, сигнализация