

## Энергетика

УДК 621.311.21

*В.П. Иванников*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

**Аннотация.** Перед человечеством стоит реальная угроза полной потери традиционных энергоресурсов, прежде всего нефти, газа и качественного угля, поэтому без преувеличения можно утверждать, что 21 век станет веком интенсивных поисков замены углеводородного топлива, веком освоения энергосберегающих, экологически чистых технологий, веком получения и развития нетрадиционных и возобновляемых технологий получения и производства энергоресурсов. В частности, для объектов нефтегазовой отрасли, удаленных от энергосистем на значительные расстояния, возможно только автономное электроснабжение, так как подключение их к централизованной системе требует больших капитальных затрат, связанных со строительством и эксплуатацией протяженных линий электропередачи. Малая гидроэнергетика является наиболее перспективным источником энергоресурсов, позволяющим создавать автономные системы энергоснабжения для нефтегазовой отрасли. Повышения плотности энергетических потоков в малой гидроэнергетике добиваются за счёт специальных сооружений, обеспечивающих накопление энергии перед ее использованием и увеличивающих энергетический потенциал в период ее использования. Промышленностью выпускаются установки для малой гидроэнергетики, которые классифицируют по мощности на оборудование для мини гидроэлектростанций мощностью 100÷1000 кВт. Основываясь на уникальных авторских решениях с применением в качестве напорной деривации труб, гибких армированных рукавов и т.п., для объектов, удаленных от энергосистем на значительные расстояния, проблема автономного электроснабжения может быть успешно решена.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, нефтегазовая отрасль, малая гидроэнергетика, экология, системы автономного электроснабжения, водные ресурсы малых рек и малых искусственных водоемов.

*Для цитирования:* Иванников В.П. Исследование возможностей использования современных технологий производства энергоресурсов в нефтегазовой отрасли на основе возобновляемых источников энергии // Управление техносферой: электрон. журнал. 2019. Т.2. Вып. 1. URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>

## Содержание

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), прежде всего Солнце, ветер и гидроресурсы, достаточно доступны и имеют значительный потенциал на всей

территории России. Кроме того, они неистощимы, доступны и не наносят экологического урона. Сразу оговоримся, что такие возобновляемые источники энергии, как гидроресурсы (энергия рек), являются скорее традиционным источником энергии. Вместе с тем, запасы гидроэнергии для централизованного электроснабжения практически реализованы, однако совершенно не реализованы запасы гидроэнергии для внесистемного (автономного) электроснабжения. Однако, использование энергии малых рек (*малой гидроэнергетики*) для решения задач автономного электроснабжения, несмотря на достаточно широкое распространение этих привлекательных, очевидных, традиционных решений, оказывается весьма затруднительным, в связи с неуправляемостью и низкой плотностью энергетических потоков, создаваемых такими возобновляемыми источниками энергии. Это приводит к тому, что использование малой гидроэнергетики, например, в качестве вспомогательных источников электроснабжения, снимающих избыточную нагрузку электрических сетей, часто оказывается экономически невыгодным [1, 2].

Вместе с тем, место и роль нетрадиционных источников энергии необходимо определять исходя из того, что энергия должна производить полезную работу или превращаться в тепло именно в том месте, где эта работа или тепло требуются.

В частности, для объектов, удаленных от энергосистем на значительные расстояния, когда возможно только автономное электроснабжение, так как подключение их к централизованной системе требует больших капитальных затрат, связанных со строительством и эксплуатацией протяженных линий электропередач, и стоимость электроэнергии для таких объектов, получаемой от возобновляемых источников энергии, становится соизмеримой со стоимостью электроэнергии, получаемой от энергосистем, фактор больших капитальных затрат перестает быть сдерживающим для применения возобновляемых источников энергии [3, 7].

В деле преодоления подобных проблем в нефтегазовой отрасли следует

начинать с того, чтобы освоить и перенять опыт использования возобновляемой энергетики стран, являющихся лидерами горнодобывающей и нефтегазовой промышленности, таких как, Австралия, Канада, Норвегия, США и ЮАР.

Следует отметить, что в России и в мире в целом запасы гидроэнергии для централизованного электроснабжения почти полностью реализованы.

Однако запасы гидроэнергии для автономного (внесистемного) электроснабжения остаются в значительной мере не реализованными.

Например, в России в конце 2006 года был введен в строй Зеленчукский каскад мини ГЭС.

Существует большое количество разнообразных вариаций мини-ГЭС, каждая из которых имеет свои преимущества, особенности и недостатки [4 – 6].

Выделяют следующие виды мини-ГЭС:

- гирляндную;
- пропеллерную;
- ротор Дарье;
- водяное колесо с лопастями.

Первые конструкции автономной простейшей *гирляндной* ГЭС были воплощены в жизнь отдельными умельцами еще полвека назад. (В частности, в журнале «Радио» в 50-е годы напечатали информацию про *гирляндную* ГЭС, выполненную с генератором от автомобиля!)

Для скорейшего решения задачи активного распространения малой гидроэнергетики нужен максимальный вклад государства. Идеальным было бы стимулирование создания собственных современных технологий для этих областей, но самый быстрый путь, в настоящее время, это приобретение мини-ГЭС со всем набором оборудования, инструкций и программного обеспечения.

Наиболее перспективным источником энергоресурсов в автономных системах энергоснабжения небольшой мощности являются водные ресурсы малых рек и малых искусственных водоемов, поскольку создание искусственных водоемов, в частности, в сельской местности, способствует переводу

поверхностного стока в подземный и росту почвенной влаги.

Повышения плотности энергетических потоков в малой гидроэнергетике добиваются за счёт специальных сооружений, обеспечивающих накопление энергии перед ее использованием и увеличивающих энергетический потенциал в период ее использования. Кроме того, малая гидроэнергетика свободна от проблем нерегулярности и неуправляемости. Конструкция любой мини-ГЭС базируется на гидроагрегате, который включает в себя энергоблок, водозаборное устройство и элементы управления.



**Рис. 1. Типовой объект НГО на значительном расстоянии от системы централизованного электроснабжения**

В зависимости от того, какие гидроресурсы используются малыми гидростанциями, их делят на несколько категорий:

- русловые или приплотинные станции с небольшими водохранилищами;
- стационарные мини ГЭС, использующие энергию свободного течения рек;
- ГЭС, использующие существующие перепады уровней воды на различных объектах водного хозяйства;
- уникальные авторские решения с применением в качестве напорной деривации труб, гибких армированных рукавов и т.п.

Но поскольку в той же геологии или добыче ничего нельзя повторить в точности – нет двух одинаковых месторождений и даже двух подобных друг

другу горных массивов, складок или разломов, то любая технология непременно должна будет пройти определённую модернизацию с целью приспособления к конкретным горно-геологическим условиям, к законодательной базе, культуре производства, наконец, даже к местному менталитету.

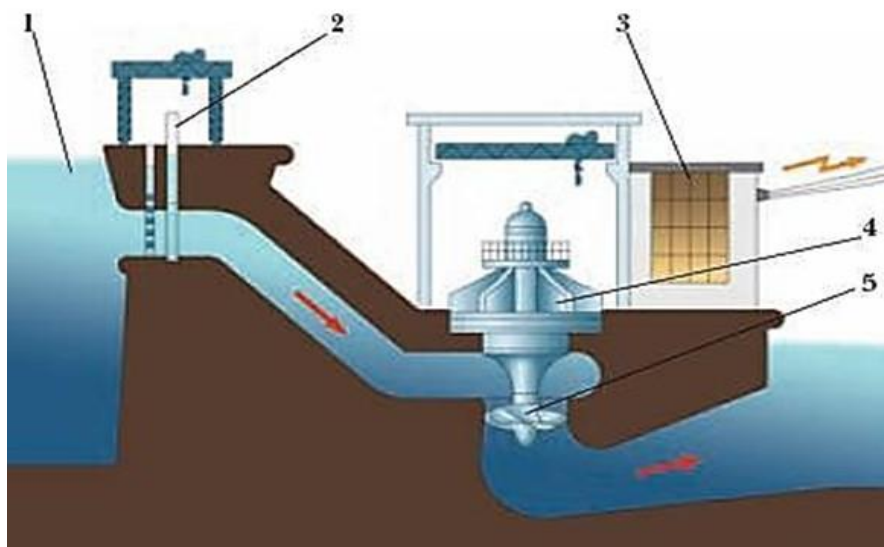
Если необходимо спроектировать мини-ГЭС в местности, где небольшая скорость реки, то можно попытаться добиться увеличения потока путем искусственной организации перепада высот. Сделать это можно через установку сливной трубы в водоем. При этом диаметр трубы будет непосредственно влиять на скорость потока воды. Чем меньше будет диаметр, тем быстрее будет течение. Подобный подход позволяет организовать мини-ГЭС даже в том случае, если возле удалённого от централизованного электроснабжения на значительные расстояния объекта НГО будет проходить лишь небольшой ручеек, поскольку накопление энергии в таких системах производится за счет увеличения объема воды в искусственном водоеме перед ее подачей на гидротурбину генератора.

Повышение энергопотенциала такой мини-ГЭС происходит за счет повышения уровня воды в искусственном водоеме, сбрасываемой затем на гидротурбину. Вращение шкива передается генератору. Мощность двигателя зависит от скорости течения воды.

Промышленностью выпускаются установки для малой гидроэнергетики, которые классифицируют по мощности на оборудование мини-ГЭС мощностью до 100 кВт, а также оборудование малых гидроэлектростанций мощностью до 1000 кВт. Основываясь на уникальных авторских решениях с применением в качестве напорной деривации труб, гибких армированных рукавов и т.п., для объектов, удаленных от энергосистем на значительные расстояния, проблема автономного электроснабжения успешно решается, а стоимость электроэнергии перестает быть сдерживающим развитие НВИЭ фактором.

Принцип работы мини-ГЭС показан на рис. 2. Во всех конструкциях он практически идентичен: вода из искусственного водоема направляется в трубопровод для получения необходимой высоты истока (вертикальное

расстояние высоты падения воды), под напором поступает на лопасти турбины, которые начинают вращаться. Энергия вращения передается на гидрогенератор, который отвечает за выработку электроэнергии.



**Рис. 2. Принцип работы мини-ГЭС:**

Примечание: 1 – искусственный водоём; 2 – датчик высоты истока; 3 – преобразователь напряжения; 4 – гидрогенератор; 5 – турбина

Турбины для объектов подбираются в соответствии с некоторыми техническими характеристиками, среди которых главной остается напор воды, поскольку мощность мини-ГЭС зависит от напора, расхода воды и от КПД используемых турбин и генераторов. Для работы мини-ГЭС, например, на основе гидрогенератора *Nautilus*, необходима высота истока немногим более 2 метров. Технические характеристики *Nautilus*: оценочный КПД 77%; производство электроэнергии — при размере рабочего колеса 254 мм — 520÷3400 Ватт; цена турбины — \$10600. В комплект не входят генератор переменного тока, контроллер и отвод воды, так как все это необходимо рассчитывать для каждого отдельного случая.

**В заключение отметим некоторые преимущества использования малых гидроэлектростанций и мини-ГЭС:**

- Конструкция гидрогенераторов, например на 3,5÷5,0 киловатт,

настолько проста, что его можно сделать своими руками.

- Мини-ГЭС является альтернативным, надежным и экологически чистым источником электрической энергии.
- Мини-ГЭС пригодны для длительной эксплуатации без ремонтов.
- Мини-ГЭС экологически чистые – не загрязняют водоемы и окружающую среду.
- Мини-ГЭС имеют максимально упрощенную конструкцию с минимальным числом регулирующих органов.
- Мини-ГЭС требует минимум затрат на установку и обслуживание в процессе эксплуатации.
- Оригинальная компоновка агрегатов мини-ГЭС, применение передовых технологий, современные материалы и дизайн обеспечат высокие потребительские свойства и надежную работу таких ГЭС.

Кроме того, отказ от системной энергетики при использовании нетрадиционных источников имеет и ряд других, дополнительных преимуществ, в частности, устраняется потребность в сверх длинных линиях электропередач, а также расширяются возможности использования электродвигателей постоянного тока, которые более приспособляемы к технологическим требованиям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронин С.М., Оськин С.В., Головкин А.Н. Возобновляемые источники энергии и энергосбережение. Краснодар: КубГАУ, 2006, 267 с.
2. Лукутин Б.В., Обухов С.Г., Шандарова Е.Б. Автономное электроснабжение от микрогидроэлектростанций. Томск, ТПУ 2001. 104 с.
3. Хузмиев И.К. Малая гидроэнергетика для энергоснабжения отдаленных территорий на примере горных районов Республики Северная Осетия-Алания // Энергоресурсосбережение и энергоэффективность, 2010. №1 (31). С. 17 – 19.
4. Синюгин В.Ю., Магрук В. И., Родионов В. Г. Гидроаккумулирующие электростанции в

современной электроэнергетике. М.: ЭНАС, 2008. 352 с.

5. Ларин В.И. Состояние и перспективы применения возобновляемых источников энергии в России: аналит. обзор. М.: Scientific Press Ltd, 2006. 94 с.
6. Ясинский В.А., Мироненков А.П., Сарсембеков Т.Т. Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в странах СНГ. Алматы: Евразийский банк развития, 2011. 36 с.
7. Бирюкова А.А., Саразов А.В. Малая гидроэнергетика // Современная техника и технологии. 2014. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/06/3912> (дата обращения: 10.06.2018).

Поступила в редакцию 15.10.2018

### ***Сведения об авторах***

*Иванников Валерий Павлович*

д.т.н., профессор кафедры теплоэнергетики

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

426034, Россия, Ижевск, ул. Университетская, 1/7

E-mail: [ivannikov-vp@yandex.ru](mailto:ivannikov-vp@yandex.ru)

***V.P. Ivannikov***

## **THE USING FACILITY OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES PRODUCTION TECHNOLOGIES IN OIL AND GAS INDUSTRY**

**Annotation.** Humankind faces a real threat of absolute loss of traditional energy resources, oil, gas and high-quality coal first of all. That's why it would be no exaggeration to say that XXI century will become the century of intensive search of hydrocarbon fuel substitutes, the century of energy and ecology saving technologies development, the century of untraditional and renewable energy resources production technologies getting and evolution. Particularly, only independent power supply is possible for oil and gas industry objects considerably distant from energy systems because their connection with host system cause great capital costs for extensive electricity lines building and exploitation. Mini hydro-electric engineering is the most advanced source of energy resources which allows to create independent energy supply systems for oil and gas industry. Efficiency rate increase is achieved in mini hydro-electric engineering by special structures providing accumulation of energy before its use and rising electric potential during its use. There are mini hydro-electric engineering machinery which are classified by power as machinery for mini hydro-electric stations with 100-1000 kW of power. The problem of independent power supply of objects considerably distant from energy systems can be successfully solved on the bases of unique author solutions using pipes, flexible reinforced sleeves etc. as force-feed drift.

**Key words:** renewable energy sources, oil and gas industry, mini hydro-electric engineering, ecology, independent power supply systems, water resources of little rivers and artificial reservoirs.



*For citation:* Ivannikov V.P. [The using facility of renewable energy resources production technologies in oil and gas industry]. *Upravlenie texnosferoj*, 2019, vol. 2, issue 1. (In Russ) Available at: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>

## REFERENCES

1. Voronin S.M., Os'kin S.V., Golovko A.N. *Vozobnovlyayemyye istochniki energii i energosberezheniye*. [Renewable energy and energy saving]. Krasnodar: KubGAU, 2006, 267 p. (In Russ)
2. Lukutin B.V., Obukhov S.G., SHandarova E.B. *Avtonomnoye elektrosnabzheniye ot mikrogidroelektrostantsiy* [Autonomous power supply from microhydroelectric power plants]. Tomsk, TPU, 2001, 104 p. (In Russ).
3. KHuzmiyev I.K. *Malaya gidroenergetika dlya energosnabzheniya otdalennykh territoriy na primere gornykh rayonov Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya* [Small hydropower for power supply of remote areas on the example of mountainous areas of the Republic of North Ossetia-Alania]. *Energoresursosberezheniye i energoeffektivnost'*, 2010, no.1, (31), pp. 17 – 19. (In Russ)
4. Sinyugin V.YU., Magruk V. I., Rodionov V. G. *Gidroakkumuliruyushchiye elektrostantsii v sovremennoy elektroenergetike* [Pumped storage plants in the modern electric power industry]. Moscow: ENAS, 2008, 352 p. (In Russ)
5. Larin V.I. *Sostoyaniye i perspektivy primeneniya vozobnovlyayemykh istochnikov energii v Rossii* [State and prospects of application of renewable energy sources in Russia]: analyte. review. Moscow: Scientific Press Ltd, 2006, 94 p. (In Russ)
6. YAsinskiy V.A., Mironenkov A.P., Sarsembekov T.T. *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya maloy gidroenergetiki v stranakh SNG*. [Current state and prospects of development of small hydropower in the CIS countries]. Almaty: Eurasian development Bank, 2011. 36 p. (In Russ)
7. Biryukova A.A., Sarazov A.V. [Small hydropower] *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii*, 2014, no. 6, [Electronic resource] (In Russ) Available at: <http://technology.snauka.ru/2014/06/3912> (accessed 10.06.2018).

Received 15.10.2018

**About the Authors***Ivannikov Valery Pavlovich*Doctor of Technical Sciences, Professor of department «Heat power engineering» IOaG,  
Udmurt State University,

426034, Russia, Izhevsk, University str., 1/7

E-mail: [ivannikov-vp@yandex.ru](mailto:ivannikov-vp@yandex.ru)