

## ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.Т. Коротких, Б.В. Лукутин

*Показана история освоения нетрадиционных источников энергии. Высказано предлагаемое направление устойчивого развития сельскохозяйственных территорий.*

В начале 20 века в результате интенсивного освоения земель Западной Сибири российские крестьяне получили хорошие урожаи зерновых. Уже была построена транссибирская железнодорожная магистраль. Стало возможным вывозить продукцию сельскохозяйственного производства за пределы Сибири. Чтобы уменьшить объемы перевозимых грузов, появилась потребность в переработке сельскохозяйственной продукции (зерно - в муку, продукцию животноводства; молоко - в сливочное масло, свинину - в бекон и т.д.).

Крестьяне приступили к освоению потенциала природных ресурсов Западной Сибири:

- водных потоков сибирских рек;
- перемещения воздуха на просторах Западной Сибири.

Водные потоки, по строительным технологиям того времени, с использованием доступных строительных материалов, преимущественно - дерева, осваивались, в основном, только малых рек. Средние и крупные реки крестьяне не могли освоить, а водные потоки малых рек крестьяне могли удерживать во время половодья, используя доступный строительный материал - дерево. Лиственницу использовали для фундамента, хвойные породы дерева - для защиты земляных дамб от размыва во время половодья.

Таких дамб (в составе водяных мельниц), по дворовой переписи 1926 года, только в Новосибирском округе насчитывалось 389 [1].

Для переработки сельскохозяйственной продукции использовались и ветряные мельницы, количество которых в каждом населенном пункте определялось экономической целесообразностью, а в Новосибирском округе было 335 [1].

В строительстве ветряных мельниц использовалось также дерево: ветряное колесо, редуктор, подшипники. Жернова изготавливали из природного камня.

Во время коллективизации и индустриализации были поставлены задачи на укруп-

нение производства. Прежние орудия переработки (водяные и ветряные мельницы) были национализированы, но за ними не был организован должный уход, и они были разрушены.

Преемственности поколений, осваивающих постепенно с накоплением опыт использования природных ресурсов, не получилось. Поэтому в настоящее время Новосибирский гидроузел использует потенциальный запас гидроэнергии Новосибирской области только на 2,8% [2].

При выборе использования возобновляемых источников энергии исходят из того, что среди природных возобновляемых энергоресурсов весьма существенное место по запасам и масштабам занимают энергия потока воды и перемещение воздушных потоков.

На первом месте стоит энергия потока воды. Объясняется это высокой плотностью потока воды и относительной временной стабильностью режима стока большинства рек. Большая плотность воды по сравнению с воздухом (в 846 раз) определяет, при прочих равных условиях, соответствующее уменьшение массогабаритных и стоимостных показателей рабочего колеса гидротурбины по сравнению с ветроколесом. Стабильность потока воды и широко возможности по регулированию его энергии позволяют использовать более простые и дешевые системы генерирования и стабилизации параметров производимой электроэнергии. В итоге гидроэлектростанции производят более дешевую электроэнергию по сравнению с ветроэлектростанциями, а также с электроустановками, использующими другие виды возобновляемых энергоресурсов.

Необходимо отметить, что нестабильность потока ветра некоторым образом компенсируется инерцией массы приемника энергии - ветроустановкой (массой ветряного колеса, редуктора, преобразователя энергии). Кроме того, гидроэлектростанции могут устанавливаться практически на любых водо-

тока: от небольших ручьёв до крупнейших рек. Соответственно изменяется и мощность их генераторов.

Исторически первые гидроэлектростанции относились к классу микроГЭС, и время их появления совпадает с успехами в промышленном освоении электромашинных генераторов. Такие простейшие часто полукустарные установки имели широкое распространение особенно в сельской местности. В частности, в СССР в 1937 году доля гидроэнергии в сельскохозяйственном электроснабжении достигала 11% [3].

До Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. малая гидроэнергетика развивалась главным образом путем индивидуального строительства электростанций из элементов оборудования и использования подходящих узлов и деталей от автомобилей, сельскохозяйственной техники и т.д. Зачастую использовались самодельные, в том числе деревянные и деревометаллические конструкции гидротурбин. В качестве редукторов использовались задние мосты автомобилей, а в качестве гидрогенераторов - серийные генераторы постоянного и переменного тока [3].

Основные теоретические и опытно-конструкторские разработки проводились во Всесоюзном институте гидромашиностроения (г. Москва) под руководством профессора В.С. Квятковского, Ленинградском индустриальном институте, Всесоюзном институте гидротехники и мелиорации (г. Москва) и других организациях. Результатом этих работ явилась первая отечественная серия автоматизированных микроГЭС из 22 типов, спроектированная и принятая к производству на Ленинградском заводе «Электросила». В этих микроГЭС использовались турбины типов «Каплан» и «Френсис» с вертикальной осью вращения с диаметром рабочих колес от 200 до 500 мм. Турбины были рассчитаны на рабочие напоры от 2 до 35 метров при расходах воды от 50 до 1200 литров в секунду. Мощность агрегатов составляла от 0,7 до 55,2 кВт. МикроГЭС имели автоматические регуляторы частоты вращения на базе масляного насоса, которые воздействовали на угол поворота лопастной турбины и угольные регуляторы возбуждения электромашинных генераторов [3].

Серия микроГЭС, снабженная генераторами завода «Электросила» мощностью менее 8 кВт - типа «П» и более 8 кВт - генераторами переменного тока 220/380 В типа «МСВ», впервые имела полный набор автоматических устройств, необходимых для ста-

билизации параметров производимой электроэнергии в любых режимах работы станции.

Однако уровень развития техники того времени не позволил обеспечить приемлемых потребительских и производственных качеств станций. В этом смысле полностью автоматизированные микроГЭС, даже работающие в локальном режиме, опережали технический уровень своего времени. Изготовление и опытная эксплуатация первых образцов серии микроГЭС завода «Электросила» показали относительную сложность их конструкций, затруднявшую широкое развертывание заводского производства, и трудности эксплуатационного характера. По результатам испытаний пришлось признать необходимость свести автоматизацию агрегатов к немногочисленным, но надежно действующим деталям [3].

Следует отметить, что упрощенная конструкция микроГЭС прежде всего сводилась к использованию нерегулируемых гидротурбин и, соответственно, совершенствованию электрической части станций, в первую очередь генераторов. Так, в ВЭИ С.Б. Юдицким были разработаны самовозбуждающиеся синхронные генераторы марки Сог - 10/4 и Сог - 16/6, возбуждение которых осуществлялось с помощью селенового выпрямителя. Выпуск этих, по существу одних из первых образцов электрических машин, был освоен на заводе «Вольт» (г. Баранча). Дальнейшие работы над микроГЭС были прекращены во время войны 1941- 1945 гг.

Затем успехи в области «большой», в том числе ядерной энергетике, привели к практически полному прекращению в СССР работ по микрогидроэнергетике. Гидроэнергия использовалась путем построения крупных ГЭС, которые, наряду с известными достоинствами, обладают рядом существенных недостатков, особенно с экологической точки зрения. И только в последние годы интерес к возобновляемым источникам электроэнергии, в том числе и микроГЭС, вновь усилился.

В нашей стране, в отличие от большинства зарубежных, где развитие микроэнергетики осуществлялось параллельно с другими энергоисточниками, эти работы приходилось начинать практически с нуля. За время длительного игнорирования малой энергетике вообще, а микроГЭС в частности, был утрачен даже имевшийся опыт использования энергии малых рек, ликвидированы многие из электроустановок и свернуто практически всё производство оборудования для них.

В то же время создание современных автоматизированных микроГЭС требует проведения глубоких исследований, необходимость которых объясняется сложностью процессов преобразования потока воды в электрическую энергию со стабильными параметрами. Эта область исследований объединяет такие разделы науки и техники, как гидротехника, электромашиностроение, теория автоматического регулирования, вычислительная техника, связь, вопросы электроснабжения.

Современные достижения в области электромашиностроения, полупроводниковой и преобразовательной техники привели к появлению нового класса электрических машин, который получил название вентильных. Вентильные машины обладают принципиально новыми свойствами и позволяют решать ранее недоступные задачи. Например, вентильные электрические машины позволяют строить на их основе автономные источники электропитания, обеспечивающие генерирование высококачественной электроэнергии при минимальных требованиях к приводному двигателю. Применительно к микроГЭС это дает возможность строить автоматизированные гидрогенераторы с нерегулируемыми турбинами. Как показал ещё довоенный опыт, именно это направление развития микроГЭС в наибольшей степени отвечает как производственно-технологическим, так и эксплуатационным требованиям. Обзор зарубежной информации также показывает, что микроГЭС с применением вентильных электрических машин получают в настоящее время наибольшее распространение в мире [3].

Тенденция к устройствам генерирования электроэнергии и стабилизации её параметров, соответственно, вопросы, связанные с исследованием режимов работы по упрощению гидротехнической части станций, существенно повышают требования к электрогенераторам микроГЭС в комплексе со статистическими полупроводниковыми системами регулирования величины и частоты выходного напряжения, приобретают первостепенное значение для создания современных микро- и миниэлектростанций. Включение их в общую сеть дает неограни-

ченные возможности к освоению удаленных источников возобновляемой энергии.

После войны силами Министерства внутренних дел приступили к освоению потенциала малых рек и, в частности, в Новосибирской области. Было построено около десяти миниГЭС с использованием достижений науки и техники и прогресса в области строительных материалов. Строительство велось по проектам, которые на данное время не сохранились. В строительстве использовался железобетон, и плотины могли работать десятилетиями. Гидрогенераторы и их автоматизация были основательно упрощены и работали в автономном режиме.

С развитием транспортных сетей и возможностью транспортировки электрической энергии на большие расстояния миниГЭС стали нерентабельными. Их не смогли адаптировать (не автоматизировали и не синхронизировали с общей сетью) и, как следствие, они не были включены в общую сеть. В населенные пункты пришла дешевая электроэнергия, вырабатываемая на крупных станциях. МиниГЭС оказались ненужным балластом на экономике сельхозпроизводителей (колхозов и совхозов). Оборудование микроГЭС и миниГЭС пришло в упадок, а организацией их сохранности не уделялось должного внимания. Оборудование демонтировали, а плотины, так как они строились с использованием добротных строительных материалов (качественного железобетона) - остались.

Мировой энергетический кризис 1971 г. и кризис 1980 г. заставил вспомнить о возобновляемых источниках энергии и нашу страну. В это время стали задумываться и о сокращении природных запасов органического топлива и стремительно возрастающих проблемах экологии. К тому же миниГЭС и микроГЭС, построенные на удаленных источниках возобновляемой энергии и включенные в общую сеть, позволяют понизить потери от передачи электроэнергии.

В нашей стране, странах ближнего и дальнего зарубежья, продолжается освоение источников возобновляемой энергии (см. табл.).

**Оснащенные оборудованием АОЗТ «МНТО ИНСЭТ» по состоянию на 01. 01. 2001 г.**

Регион, наименование МГЭС	Характеристики гидроагрегатов			Мощность МГЭС, кВт	Примечание
	Тип	Установлен-ная	Количество, шт.		
1	2	3	4	5	6
<b>1. Российская Федерация</b>					
1. Кировская обл., Агрофирма	МикроГЭС-10	10	2	20	1993г.
2. Адыгея, Питевой водовод	МикроГЭС-10	10	5	50	1994г.
3. Кабардино-Балкария, Акбаш	ГА-8	550	2	1100	1995г.
4. Тыва. Турбаза	МикроГЭС-10	10	2	20	1995г.
5. Карелия, Киви-койву	МикроГЭС-50Д	20	3	60 i	1995г.
6. Карелия, Ланденпохский район	МикроГЭС-10	10	1	10	1997г.
7. Адыгея, Питевой водовод	ГА-2	200	1	200	1998г.
8. Краснодарский край, Краснодарская ТЭЦ	ГА-1	350	7	2450	МГЭС Строится
9. Ленинградская обл. Лужский рыбзавод	Микро 1 ЭС-50 ПР Микро ГЭС 10	5010	1 1	60	1996г. 1999г.
10. Башкирия, Таналыкское водохр.	МикроГЭС-50ПР	50	1	50	1997г.
11. Башкирия, пос. Табулды	МикроГЭС-10	10	1	10	1997г.
12. Башкирия, Уянское водохр.	МикроГЭС-50ПР	50	1	50	1999г.
13. Республика Тува МГЭС «Кызыл-Хая»	МикроГЭС-50ПР	50	3	150	МГЭС строится
14. Республика Алтай МГЭС «Кайру»	ГА-2М	100	2 200		МГЭС строится
<b>2. Республика Грузия</b>					
15. Ахалкалаки, МРЭС «Гореловка»	МикроГЭС-50ПР	50	3	150	1996г.
16. Кварели, Чала МГЭС	ГА-5	500	3	1500	2000г.
<b>3. Белоуссия</b>					
17. Минская ТЭЦ	МикроГЭС-10 МикроГЭС-СЛГТР	1050	1 1	60	1994г.
18. Вилейская МГЭС, 1-я очередь	ГА-8	500	2	1000	1997г.
19. Лукомская МГЭС, 1-я очередь	Пр15	70	2	140	1999г.
20. Вилейская МГЭС, 2-я очередь стр-ва	ГА-8	500	2	1000	МГЭС строится
21. Лукомская МГЭС, 2-я очередь	Пр-15	70	2	140	2000г.
22. Дубровская МГЭС	По-30	50	1	50	2001г.

## ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

1	2	3	4	5	6
<b>4. Латвия</b>					
23. Латгалия, МГЭС «Фелицианово»	ГА-1	350	2	700	1993г.
24. Латгалия, МГЭС «Виляны»	ГА-1	350	2	700	1993г.
25. Латгалия, ОП «Алдо-на»	Микро ГЭС-10	10	3	30	1993г.
<b>5. Армения</b>					
26. Айзегард	ГА-2	800 6ПО	1	1400	МГЭС стро- ится
27. Каджаран, медно-мо-либденовый комбинат	ГА-2	650	2	1300	1996г.
<b>6. Узбекистан</b>					
28. МГЭС «Даргом»	ГА-8М	500	6	3000	МГЭС стро- ится
<b>7. Казахстан</b>					
29. Частный владелец	МикроГЭС-10	10	1	10	1996г.
<b>8. Гватемала</b>					
30. Частный владелец	МикроГЭС-10	10	1	10	1997г.
<b>9. Бразилия</b>					
31-51. Частные владельцы	МикроГЭС-10	10	20	200	1996г.
<b>10. Япония</b>					
52. Частный владелец	МикроГЭС-10	10	1	10	1996г.
<b>11. Швеция</b>					
53. Частный владелец	МикроГЭС-10	10	3	30	1999-2000г.
<b>12. Польша</b>					
54. Фирма «Оат15 ВТ»	МикроГЭС-10 МикроГЭС- 50ПР	1050	3 1	80	МГЭС стро- ится

Данная работа обобщает опыт авторов в области создания машинно-вентильных систем генерирования электроэнергии с приводом от нерегулируемых гидротурбин и предназначена для специалистов, работающих в области микро- и миниэнергетики, особенно в области создания дешевой электроэнергии в сельскохозяйственном производстве.

Затрагиваются не столько вопросы построения систем микроэнергетики, которые были решены ещё в довоенный период, но и обращается внимание специалистов на развитие микроэнергетики

в составе общей электрической сети для максимального использования возможностей возобновляемой энергетики. Это нужно в плане последних политических стремлений государственных деятелей и решения вопросов вступления страны во Всемирную торговую организацию, в плане прекращения дотирования сельскохозяйственного производителя и вовлечения трудовых ресурсов сельхозпроизводителей в решение вопросов стабилизации экономики сельскохозяйственного производства за счет собственного инвестирования, то есть за счет ос-

вобождающихся средств от уплаты покупной электроэнергии.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Новосибирский округ. Краткий экономический очерк и список населенных мест. - Новосибирск: Изд. Новосибирского крайисполкома, 1926 - 88 с.

2. Оценка природных ресурсов Новосибирской области. Сборник / Сост. В.Н. Сакс, С.Г. Бейром, Р.В. Ковалев и др. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1972 - 242 с.

3. Лукутин Б.В. Автономное электроснабжение от микроэлектростанций. / Б.В. Лукутин, С.Г. Обухов, Е.Б. Шандарова-Томск: ЗТТ, 2001 - 120 с.