

Ветроэнергетика в условиях Оренбургской области

А.А. Сорокин, к.т.н., **И.А. Абрамова**, студентка,
Оренбургский ГАУ

Современную жизнь трудно представить без электричества. Электроэнергетика занимает ведущее место в энергетике страны и составляет материальную основу научно-технического прогресса, роста производительности труда во всех отраслях производства.

Потребности в энергии увеличиваются с каждым годом [1] (табл. 1). Вместе с тем запасы традиционного природного топлива (нефти, угля, газа и др.) конечны. Конечны также и запасы ядерного топлива — урана и тория, из которого в реакторах-размножителях получают плутоний. Поэтому на сегодняшний день важно найти выгодные источники энергии — как с точки зрения дешевизны топлива, так и с точки зрения простоты конструкций, эксплуатации, дешевизны материалов и т.д.

Цель исследования — выделить наиболее эффективный для условий Оренбургской области источник альтернативной энергии.

В последнее десятилетие стремительно развиваются технологии добычи энергии из альтернативных источников (рис. 1).

Альтернативные источники энергии широко используются для решения проблем энергоснабжения как в промышленных масштабах, так и в частном секторе. Доступность технологий получения энергии из неисчерпаемых источников позволяет строить энергонезависимые дома с экологически чистой инфраструктурой в удалённых районах и решать проблемы энергоснабжения уже существующих объектов.

К таким источникам относится в первую очередь **солнечная энергия**, которая посредством фотоэлектрических кремниевых ячеек, составляющих солнечные батареи, преобразуется в электрическую. Такие солнечные установки имеют ряд достоинств: экологическая безопасность, долговечность (срок службы солнечных электростанций более 25 лет), неисчерпаемость и общедоступность. К недостаткам можно отнести: зависимость от географических и метеорологических условий, необходимость аккумулирования энергии, высокую стоимость,

1. Динамика мирового потребления электроэнергии, млрд кВт·ч

Страна	Год				Среднегодовой темп прироста в 2001–2020 гг., %
	1990, факт	2000, факт	2010, факт	2020, прогноз	
Промышленно развитые страны, в целом	6385	7550	9150	10600	1,7
В том числе:					
США	2817	3340	4050	4770	1,8
Канада	438	516	620	690	1,45
Великобритания	287	331	395	440	1,45
Германия	489	498	610	695	1,7
Франция	326	409	490	570	1,65
Япония	765	948	1090	1240	1,35
Развивающиеся страны в целом	2258	4010	6170	9130	4,2
В том числе:					
Китай	551	1160	2035	3330	5,4
Россия	1027	842	985	1225	1,9
Мир в целом	10549	12930	16990	21670	2,6

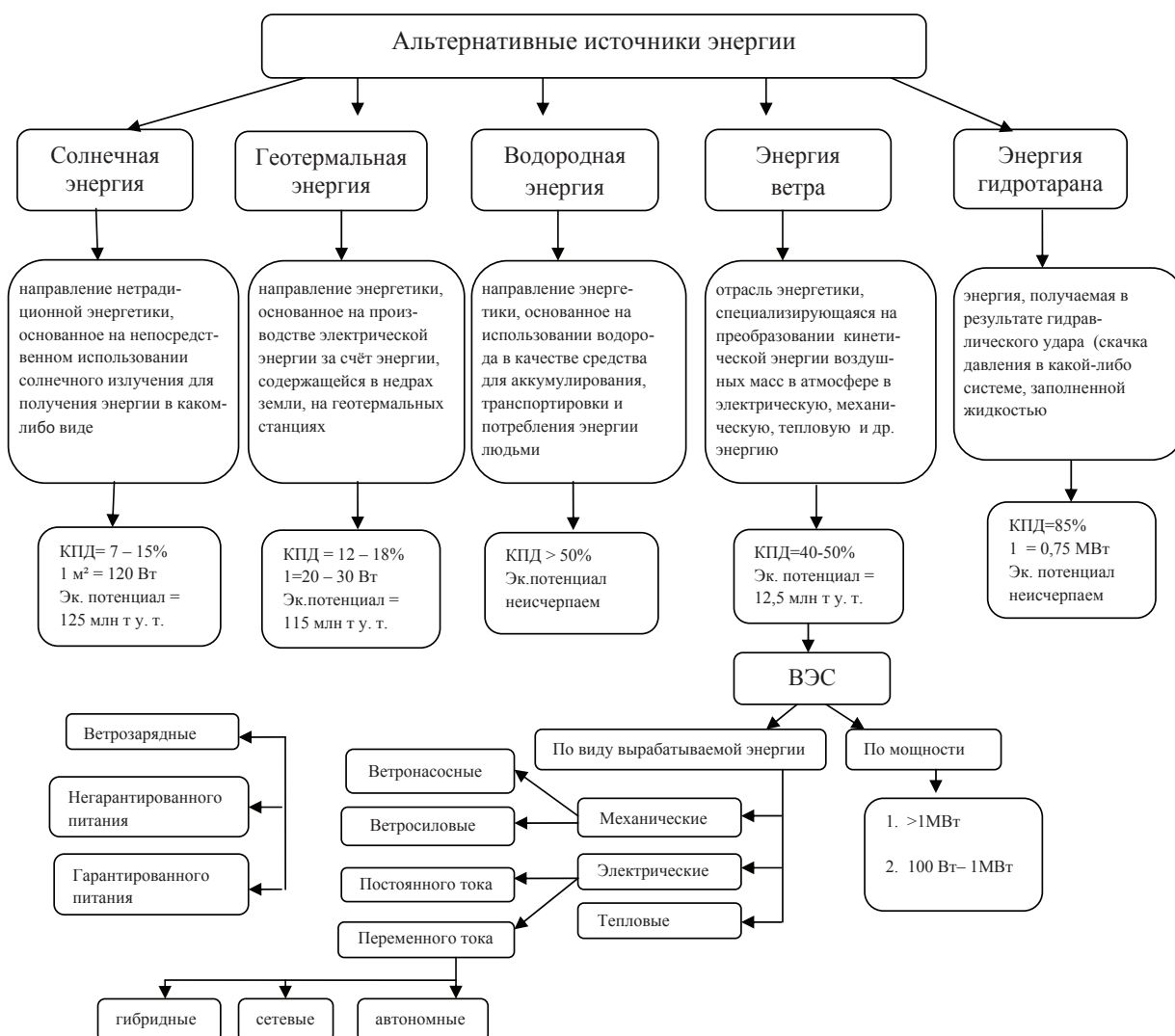


Рис. 1 – Классификационная схема альтернативных источников энергии

необходимость постоянной очистки поверхности от пыли, потребность значительных площадей.

В среднем 1 м² площади солнечной батареи производит не более 120 Вт полезной мощности, а КПД солнечных батарей составляет всего 7–15%, но за счёт совершенствования конструкции и улучшения качества полупроводникового слоя можно увеличить КПД (теоретически до 25%) [2].

Другим альтернативным источником является **геотермальная энергия**, т.е. получение тепловой или электрической энергии за счёт тепла земных глубин. В России геотермальная энергия занимает ведущее место по потенциальным возможностям её использования. Экономический потенциал геотермальной энергии составляет 115 млн т у. т. (тонн условного топлива) в год. Выявленные запасы геотермальных вод с температурой 40–200 °С и глубиной залегания до 3500 м на территории России могут обеспечить получение примерно 14 млн м³ горячей воды в сутки, что по количеству энергии эквивалентно 30 млн т у. т. [3]. В то же время выведенные на земную поверхность запасы геотермальных вод используются всего на

5%. В настоящее время в стране эксплуатируются месторождения геотермальных вод на Сахалине, Камчатке и Курильских островах, в Краснодарском и Ставропольском краях, Дагестане, Ингушетии.

Главные достоинства геотермальной энергии заключаются в её практической неиссякаемости и полной независимости от условий окружающей среды, времени суток и года, возможность комплексного использования термальных вод для нужд теплоэлектроэнергетики и медицины. Недостатками являются высокая минерализация термальных вод и наличие токсичных соединений и металлов, что исключает в большинстве случаев сброс термальных вод в природные водоёмы.

Общий выход тепла из недр Земли на её поверхность втрое превышает современную мощность энергоустановок мира и оценивается в 30 ТВт. При этом средняя плотность глубинного теплового потока составляет всего 0,06 Вт/м², что примерно в 3500 раз меньше средней плотности солнечного излучения. Общее количество теплоты, которым располагает Земля, в топливном эквиваленте составляет примерно $4,5 \cdot 10^8$ трлн т у. т. Тепло Земли

очень рассеянно, и в большинстве районов мира человеком может использоваться с выгодой только очень небольшая часть энергии, накопленная в 5-километровом слое земной коры. С технической и экономической точек зрения земное тепло можно осваивать только в нескольких регионах с благоприятными геологическими условиями, причём КПД геотермальной установки 12–18%.

В ряде географических районов использование геотермальных источников может существенно увеличить выработку энергии, т.к. геотермальные электростанции (ГеоТЭС) позволяют использовать один из наиболее дешёвых альтернативных источников энергии.

Не менее перспективной является **водородная энергетика**, основанная на использовании водорода в качестве средства для аккумуляции, транспортировки и потребления энергии людьми и различными производственными направлениями. Водород — один из наиболее распространённых элементов на Земле и в космосе, теплота сгорания водорода высока, а продуктом сгорания в кислороде является вода (которая вновь вводится в оборот водородной энергетики).

Водородная энергетика обладает огромным потенциалом, и на это есть множество причин. Запасы водорода неисчерпаемы, легкодоступны и автоматически возобновляемы. Источниками водорода являются вода, уголь, газ, биомасса.

Теплота сгорания водорода очень высока: его энергоотдача при соединении с кислородом составляет 120,7 ГДж на тонну. Эффективность сгорания, в частности в двигателе внутреннего сгорания, у водорода на 30–40% выше, чем у используемых сейчас углеводородов (производные нефти, природный газ), что позволяет повысить КПД ДВС на 50–70%. Водород в топливных элементах при использовании на транспорте имеет эффективность на 100–200% выше, чем бензин [4].

Еще одним альтернативным источником энергии можно считать **гидротаранные устройства**, основанные на явлении гидравлического удара. Для получения эффекта гидравлического удара в

системе нужно создать разницу высот. При этом вода должна течь обязательно вниз, т.е. по уклону. Как правило, гидравлический таран состоит из питательного бака с водой 1, нагнетательной трубы 2, ударного клапана 3, нагнетательного клапана 5, воздушного колпака 4 и отводящей трубы 6 (рис. 2).

Данный преобразователь можно использовать как глубинный насос, как пульсирующий водяной реактивный движитель и как источник электрического тока, если к выходному отверстию присоединить гидротурбину с электрогенератором. При этом его особенностью является то, что для работы не требуется какого-либо топлива или какой-нибудь подведённой дополнительной энергии.

Гидравлические тараны обладают несколькими важными достоинствами.

Прежде всего, для их работы не нужно ни каких-либо двигателей, ни мускульных усилий. Для работы достаточно минимального перепада уровней, начиная с нескольких сантиметров, и относительно небольшого расхода воды (обычно от долей литра до нескольких литров в секунду). Несложные накопительные устройства в питающем резервуаре позволяют гидравлическому тарану работать и с ещё меньшим расходом воды, а простота конструкции и минимум деталей обеспечивают надёжность и долговечность устройства.

Однако при всех своих положительных качествах гидравлический таран имеет и недостатки. После открытия отбойного клапана за ним не должно быть воды, иначе она будет препятствовать разгону новой порции и клапан не будет закрыт. Для разгона потока в нагнетательном трубопроводе требуется необходимость обеспечения значительного перепада высот. Также он имеет большие размеры. КПД гидротарана приблизительно 85%, а на глубине погружения в воду 15 м с 1 м² площади водозаборного отверстия можно получить выходную электрическую мощность ~0,75 МВт.

Особый интерес для Оренбургской области представляют **ветроэнергетические установки**. **Энергия ветра** — это экологически чистая, неисчерпаемая энергия, и её легко использовать в домашних и фермерских целях. Преобразованием энергии ветра в электрическую занимаются ветряные электростанции (ВЭС) и ветрогенераторы, в которых сила ветра используется для привода в движение ветряного колеса.

ВЭС экологичны, имеют малые габариты, легко вписываются в любой ландшафт и сочетаются с другими видами хозяйственного использования территорий. Для удалённых мест установка ветровых электрогенераторов может быть лучшим и наиболее дешёвым решением.

Недостатки ветроэнергетики — это её нестабильность, относительно невысокий выход электроэнергии (ветровые генераторы значительно уступают в выработке электроэнергии дизельным генераторам,

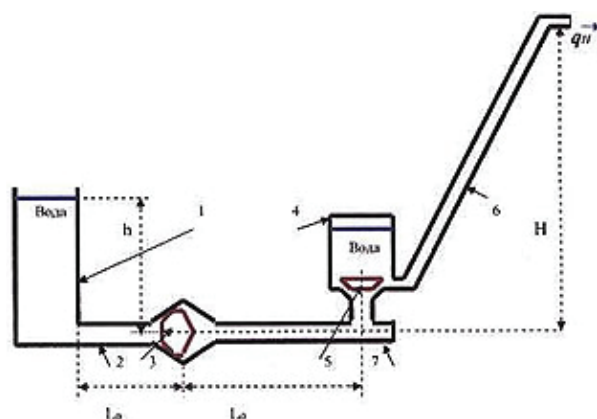


Рис. 2 – Принципиальная схема гидравлического тарана

2. Скорость ветра в районах Оренбургской области, м/с

Расположение метеостанции, район	Среднегодовая (на высоте 10 м)	Средняя				Максимальная
		зима	весна	лето	осень	
Оренбургский	3,1	3,1	3,6	3,0	2,9	23
Абдулинский	3,2	3,1	3,5	2,5	3,4	24
Акбулакский	2,6	2,6	2,8	2,4	2,4	26
Бугурусланский	2,4	2,7	2,9	1,8	2,3	21
Бузулукский	2,5	2,7	2,8	2,2	2,4	22
Домбаровский	2,5	2,1	2,9	2,5	2,3	23
Илекский	2,8	2,9	3,1	2,5	2,6	18
Кваркенский	4,0	3,5	4,7	3,6	4,0	29
Кувандыкский	2,3	1,9	2,9	2,5	2,0	26
Новосергиевский	2,6	2,6	2,8	2,5	2,5	19
Орский	4,4	3,9	5,0	4,1	4,3	27
Первомайский	2,2	2,1	2,4	1,9	2,1	20
Соль-Илецкий	3,0	3,0	3,3	2,8	2,7	23
Сорочинский	2,6	2,5	2,8	2,3	2,6	24
Шарлыкский	2,1	2,0	2,3	2,1	2,1	21
Новоорский (Энергетик)	3,1	2,6	3,3	2,7	3,2	24

что приводит к необходимости установки сразу нескольких турбин), высокая стоимость, шумность.

Энергия, содержащаяся в потоке движущегося воздуха, пропорциональна кубу скорости ветра. Однако не вся энергия воздушного потока может быть использована даже с помощью идеального устройства. Теоретически коэффициент полезного использования (КПИ) энергии воздушного потока может быть равен 59,3% [5]. Но на практике максимальный КПИ энергии ветра в реальном ветроагрегате равен приблизительно 50%, однако и этот показатель достигается не при всех скоростях, а только при оптимальной скорости, предусмотренной проектом. Кроме того, часть энергии воздушного потока теряется при преобразовании механической энергии в электрическую, которое осуществляется с КПД обычно 75–95%. С учётом этих факторов удельная электрическая мощность, выдаваемая реальным ветроэнергетическим агрегатом, видимо, составляет 30–40% мощности воздушного потока при условии, что этот агрегат работает устойчиво в диапазоне номинальных скоростей, а удельная выработка электрической энергии в течение года составляет 10–30% энергии ветра.

Территория Оренбургской области имеет благоприятные условия по природно-климатическим показателям для использования в качестве источника энергии ветроэнергетических установок.

Климат области резко континентальный, что объясняется его значительной удалённостью от морей и близостью к полупустыням Казахстана. Климатические условия территории характеризуются большой амплитудой колебания годовой и суточной температур, сильными ветрами, непродолжительным весенним и продолжительным

осенним периодами. Ветер отличается крайней изменчивостью как по направлению, так и по скоростному режиму. В среднем всего 45 дней в году (0,081%) бывают безветренными.

Повторяемость направлений ветра и штилей, по многолетним наблюдениям метеорологической станции г. Оренбурга, составляет за год в %: СВ – 8, С – 10, В – 20, ЮВ – 9, Ю – 12, ЮЗ – 15, З – 18, СЗ – 10, штиль – 3,9. Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5%, достигает 9 м/сек. Зимой преобладают восточное и юго-западное направления ветра, летом – восточное и западное. Средняя скорость ветра составляет 4,0 м/сек. Характерны особенно сильные ветры: зимой во время снежных буранов, летом – в периоды, характеризующиеся низкой относительной влажностью и высокой среднесуточной температурой.

Исходя из розы ветров Оренбургской области видно, что использовать энергию ветра выгодно (табл. 2) [6].

В современном мире, с растущими показателями энергопотребления и, как следствие, ограниченными энергоресурсами, стремительные обороты набирает развитие технологий добычи энергии из альтернативных источников. К таким источникам относятся в первую очередь солнечная, геотермальная, водородная, ветровая, гидротаранная энергия и др. Альтернативные источники энергии уже широко используются для решения проблем энергоснабжения не только в промышленных масштабах, но и в частном секторе. Доступность технологий получения энергии из неисчерпаемых источников позволяет строить энергонезависимые дома с экологически чистой инфраструктурой в удалённых районах и решать проблемы энергоснабжения уже существующих объектов.

Все перечисленные выше источники, несомненно, имеют свои преимущества, но наиболее подходящей для Оренбургской области, как с экономической точки зрения, так и по природно-климатическим условиям, является энергия ветра. КПД ветроэнергетических установок составляет 40–50%, а экономический потенциал – 12,5 млн т у. т. Ветроэнергетические установки экологичны и относятся к неисчерпаемым источникам энергии.

Литература

1. Родионов В.Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. М.: ЭНАС, 2010. 352 с.: ил.
2. Преимущества и недостатки солнечной энергетики. URL: http://elektrovesti.net/post/153_preimushchestva-i-nedostatki-solnechnoy-energetiki (Дата обращения 15.12.2013 г.).
3. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 256 с. ISBN 978-5-9221-1244-4.
4. Водород как источник энергии. URL: <http://zhivaja-voda.uscoz.ru/news/2012-03-12-319>. (Дата обращения 15.12.2013 г.).
5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. URL: http://esco-ecosys.narod.ru/2009_5/art147.htm. (Дата обращения 15.12.2013 г.).
6. Захаров М.С. Ветроэнергетика в Оренбургской области // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии, 2013. URL: <http://www.online-electric.ru/articles.php?id=87>. (Дата обращения 15.12.2013 г.).