

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ В РАЗВИТИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Алексеев С.В.

*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1*

Энергетика – фундамент для развития экономики любой страны. Особую роль в энергетике играют инновации, а в России – исключительную. Причины тому следующие: 1. Необходимо срочное перевооружение Российской энергетики из-за недопустимого износа оборудования. 2. Необходимо существенно повышать энергоэффективность национальной экономики как одной из наименее эффективных среди развитых стран. 3. Необходимо активно осваивать возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Отставание от уже достигнутого в мире недопустимо!

Имеются разные точки зрения на приоритеты в развитии энергетики. По мнению автора в ближайшей перспективе следует упор делать на развитие экологически чистых и эффективных технологий переработки органического топлива, что особо актуально для России. Подтверждением является современная структура производства электроэнергии. Так, доля угля в мировом производстве э/э составляла 41% в 2010 г., а к 2030 г. должна вырасти до 44%. В России этот показатель равен всего лишь 20%, и это при наличии огромных запасов угля, рассредоточенных по всей территории страны. В более далекой перспективе (но начинать надо сейчас) видится интенсивное освоение ВИЭ и разработка эффективных методов преобразования и хранения энергии, без которых невозможно практическое использование большинства возобновляемых источников энергии. Среди наиболее перспективных видов ВИЭ следует считать, несомненно, солнечную энергию, а также геотермальную энергию, имея в виду, прежде всего, глубинное тепло (тепло сухих пород Земли на глубинах 3 – 10 км при $t \leq 350^\circ\text{C}$). В докладе приводятся примеры перспективных технологий по указанным направлениям, дается оценка современного их состояния, и предлагаются меры по их практической реализации.

Очевидно, что невозможно говорить о развитии «современных» энергетических технологий без выполнения фундаментальных исследований, рождающих новые идеи и питающих новые разработки. Поэтому в первой части доклада обсуждаются задачи фундаментальных исследований и приводятся некоторые важные результаты, относящиеся преимущественно к тепловой энергетике и гидроэнергетике. Отмечается важность развития современных методов диагностики типа полевых оптических методов измерения параметров потоков с высоким временным и пространственным разрешением, а также методов численного моделирования с использованием адекватных физических моделей турбулентного переноса. Приведены новые результаты по: взаимодействию концентрированных вихрей, включая перезамыкание вихрей; течению пленок жидкости и ривулетов при наличии контактной линии; течению и теплообмену в микроканалах, включая двухфазные течения; структуре пламени и процессам горения при разного типа воздействиях и др. Показано, как эти результаты используются для разработки способов управления потоками и интенсификации процессов теплообмена и горения применительно к задачам энергетики. Отмечено, что при разработке новых технологий особую роль играют крупномасштабные стенды, в которых реализуются условия, близкие к промышленным. В частности, предлагается восстановить высоконапорную лабораторию Красноярской ГЭС с ее уникальными параметрами (напор – 100 м, скорости жидкости – до 45 м/с).

Во второй части доклада обсуждается ряд перспективных энергетических технологий. В области «большой» теплоэнергетики на органическом топливе с точки зрения повышения КПД наиболее актуальным является вопрос о переходе на суперсверхкритические параметры пара (в проекте ВТИ: мощность - 660 МВт; давление - 29,4 МПа; температура - 610°C ; КПД - 45%), а также применении парогазовых установок. Конечно, говоря о переработке органического топлива, необходимо иметь в виду экологические проблемы, включая выбросы углекислого газа. И актуальность этих проблем будет только возрастать со временем. В стратегическом плане для угольной промышленности ориентиром является глубокая переработка твердого топлива (в первую очередь, газификация), когда на выходе имеем не только энергию, но и разнообразные химические и другие продукты. Приводится пример частично освоенных в промышленном масштабе технологий ТЕРМОКОКС® (г. Красноярск) с предложением о их включении в пла-

нируемый Энерготехнопарк г.Новосибирска. Другая оригинальная технология переработки угля и угольных отходов связана с применением концепции водоугольного топлива (ВУТ). На данный момент изготовлен и осуществляются пусконаладочные работы котла на ВУТе мощностью 1,8 МВт в п. Барзас Кемеровской области. Технология не имеет аналогов в мире и разработана специалистами ИТ СО РАН и компании ПРОТЭН.

Что касается ВИЭ, наиболее подробно рассматриваются солнечная энергетика и геотермальная энергетика. К сожалению, в России этим видам энергии практически не уделяется внимания. Тем не менее, в ноябре 2015 г. запущена станция в Башкирии мощностью 20 МВт, самая крупная в России, если не считать станцию в Крыму установленной мощностью 407 МВт, которая появилась после присоединения Крыма к России. В докладе предлагается проект создания модульных солнечных станций на основе плазмохимического метода получения пленок солнечного кремния. Этот метод неоднократно обсуждался на разных уровнях. Возможная реализация проекта связана с международным сотрудничеством.

Одно из наиболее интересных и перспективных направлений развития мировой энергетики по нашему мнению связано с геотермальной энергией, имея в виду глубинное тепло. Под глубинным теплом (петротермальной энергией) подразумевается тепло сухих пород с температурой до 350 °С на глубинах 3 – 10 км. Можно озвучить такой тезис: петротермальной энергии достаточно, чтобы навсегда обеспечить человечество энергией! Схема извлечения глубинного тепла состоит в следующем. Бурятся две (или более) скважины на расстоянии порядка 1 км, между которыми на глубине более 3 км создается проницаемая зона либо искусственно методом гидроразрыва, либо путем использования естественной проницаемости (при возможности). Через одну из скважин подается холодная вода, а через другую выходит горячая вода ($t = 200\text{--}350^{\circ}\text{C}$), которая непосредственно идет на тепловую электростанцию для генерации электроэнергии и нужд теплоснабжения. При меньших температурах применяются бинарные циклы на органических теплоносителях и тепловые насосы. Возможен вариант с эксплуатацией простаивающих нефтяных и газовых скважин с глубинами до 5 км, которых не одна тысяча. На нынешнем этапе продемонстрирована техническая состоятельность петротермальных проектов. В ряде стран приняты программы развития этого вида энергии, в основном, на уровне НИОКР с преобладающей долей бюджетного финансирования.

В докладе дан анализ мирового и отечественного опыта освоения как гидрогеотермального, так и петротермального видов энергии. Показан вклад России и СО РАН. Отмечено, что впервые в мире бинарный цикл с фреоновой турбиной был реализован в 1967 г. на геотермальных источниках Камчатки Институтом теплофизики СО АН СССР. Описаны новые разработки по тепловым насосам, в том числе для геотермальной энергетики. Приведены результаты исследований по теплообмену в геотермальных циркуляционных системах для извлечения глубинного тепла; даны оценки срока службы таких систем. Сделаны выводы, что в России есть условия и возможности для развития геотермальной энергетики, включая петротермальную, а в СО РАН имеются практически все специалисты, способные на интеграционном уровне успешно решать необходимые научные задачи по указанной проблеме.