

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Днишев М.Ж.

"Проблема" және "өзектілік" анықтамасы күрделі теориялық және практикалық сұрақтардың салалық шешімдері тәріздес, нақты осы шақтағы және қазіргі кездегі қажетті, маңызы өте зор өзекті мәселелердің энергетикалық өндіріс үшін алатын орны ерекше.

Definition "problem" and "urgency" as sphere of the decision of the complex (difficult) theoretical and practical questions actually existing now and being important, significant for the present of the moment also are topical for power manufacture.

Энергетика - это многофункциональное производство непрерывного действия, технологический цикл которого связан с решением нескольких задач:

- прогнозирование и планирование производства; обеспечение топливом и сырьем;
- обеспечение водными ресурсами;
- технология производства электроэнергии и тепловой энергии, прямым или комбинированным способом;
- получение отходов и их утилизация;
- распределение электроэнергии и тепла в рыночных условиях реализации;
- решение вопросов надежности и эффективности энергетического производства;
- особенности организационных методов управления и психофизиологической работы с персоналом.

На первом месте, по своей значимости, сложности решения и масштабности выдвигаются глобальные проблемы:

- развитие энергетики на длительную перспективу при возможном сокращении ресурсов органического топлива и определение потенциала и сроков освоения новых возобновляемых источников энергии,
- наличие возможности глобального потепления и затраты на предупредительные меры, которые могли бы быть оправданы до ее окончательного научного подтверждения и достижения социально приемлемой заботы об охране окружающей среды в мировом масштабе в условиях постоянно растущей потребности энергоресурсов,
- проблемы обеспечения надежности и безопасности энергоснабжения в условиях либерализации и дерегулирования в электроэнергетике,
- технологические и организационные аспекты надежности энергетического производства и энергопотребления,

- человеческий фактор в решении вопросов надежности энергопроизводства и энергопотребления. Причины ошибок персонала и коррекционные условия, провоцирующие неправильные действия персонала.

В рамках глобальных проблем, прогноз развития энергетики занимает главное место, при этом учитываются высокие темпы экономического роста в мире и особенно увеличение роста энергопотребления развивающихся стран.

По заключению Мирового энергетического совета (МИРЭС), энергопотребление в мире в течение следующих 30 лет может почти удвоиться. Причем 85% этого роста будут приходиться на страны, которые в настоящее время являются развивающимися, в которых прирост населения за указанный период составит 90% общемирового.

В настоящее время с учетом роста населения на 1,6 млрд. человек к 2020г. предполагается увеличение численности на земле до 7,4 - 7,5 млрд. человек.

Все еще остаются, лишены доступа к потреблению электроэнергии 400 - 500 млн. человек, из 1,4 млрд., которые родятся в это время и большей частью в сельских регионах и городах развивающихся стран. Это подтверждение того, что прогноз увеличения потребности в энергетических ресурсах будет постоянно возрастать и в свою очередь будет угроза их нехватки. В связи с этим выходит на первый план проблема поиска альтернативных источников энергии, увеличения производства электроэнергии за счет возобновляемых ресурсов земли, а также необходимо вести поиски путей изменения энергетических технологий обеспечивающих увеличение доли полезного использования органического топлива, обеспечивать существующие темпы экономического роста при меньшем уровне энергоемкости.

Все процессы развития энергетики развиваются вместе с международными природоохранными программами, поддерживаемыми ООН. Обеспечение экологической безопасности стало важнейшим условием развития энергетики.

Все программы использования и разработок по развитию энергетики должны, прежде всего, учитывать следующие направления:

- энергоэффективность при производстве и потреблении;
- вовлечение в балансы возобновляемых источников энергии;
- очистка газов от CO₂ и захоронение его в подземных слоях и глубинах океана;
- развитие атомной энергетики на базе развития внутренней безопасности самозащитности, совершенных систем по переработке и захоронения отходов;
- сверхпроводимость для уменьшения потерь при трансформации передаче электроэнергии;
- интегрированные децентрализованные энергетические системы, а также буферные системы, спроектированные для сглаживания графика, нагрузок.

Многие в развитии электроэнергетики определяют ограничения на выбросы в атмосферу газов, грозящих парниковым эффектом на планете. Парниковые газы (пары воды, диоксид углерода и метан) сами по себе необходимы для жизни на земле. Но если таких газов становится слишком много, то это грозит глобальному изменению климата со всеми вытекающими последствиями для жизни на планете.

Сегодня содержание в земной атмосфере диоксида углерода составляет примерно 400м.д., показатель выше, чем когда-либо ранее, и если не принимать решительных мер, то к 2050г. он достигнет 500м.д. В этом случае ни один специалист климатологии не может прогнозировать, что будет твориться на Земле, если содержание диоксида углерода в её атмосфере превысит 500м.д. Изменение климата требует глобальной реструктуризации всей энергетики.

Однако любое использование ископаемого топлива, которое сейчас дает 80% потребляемой энергии, станет проблемой, если не будут работать международные соглашения об уровне выбросов диоксида углерода.

За год выбросы CO₂ от ГЭС составляют примерно 6,5 млрд. т., что составляет 1/3 всех выбросов углекислого газа. В базовом сценарии прогнозируется увеличение объемов выбросов CO₂ до 16,4 млрд. т. в 2030 году. Основная задача протокола Киотского соглашения, снизить выбросы на 5,2% в 2008 - 2012 г. по сравнению с 1990г.

В Копенгагене завершилась Конференция ООН по климату. По мере ее приближения в результате информационного давления создалось ощущение, что будущее планеты зависит исключительно от этих переговоров. Вклад в возгонку напряжения вносили неправительственные организации, а также правительства стран, сделавших климатическую тему приоритетом. Прежде всего ведущие государства Европейского союза, но отчасти и крупные развивающиеся державы - например, Бразилия. К моменту окончания заседания ключевые участники старались, напротив, сбить накал ожиданий, дабы продемонстрировать, что скромная итоговая декларация, к тому же не одобренная, а «принятая к сведению», - приемлемый результат. Исход конференции интересен с политической точки зрения, поскольку наглядно продемонстрировал важные процессы в глобальном сообществе. Вне зависимости от того, считать ли антропогенное воздействие решающей причиной изменения климата или нет, кампания вокруг глобального потепления способна стать движущей силой технологических перемен в развитых странах. Проблема энергоэффективности имеет геополитическое измерение: задачу снижения зависимости от внешних источников энергии ставят все государства-потребители, и она будет решаться под любыми лозунгами. Соответственно, перед странами, находящимися на более низкой стадии технологического развития, встает вопрос, как не отстать еще больше. Тем более что ограничения эмиссии парниковых газов способны затормозить индустриализацию развивающегося мира. Кстати, позиция, обнародованная Дмитрием Медведевым (а Россия на копенгагенской конференции была мало заметна), представляется разумной: мы не знаем точно, что происходит с

климатом, но не можем пропустить связанный с этим технологический рывок. Мировой кампанией надо воспользоваться для повышения собственной энергоэффективности. Помимо деления на развитых/менее развитых и потребителей/производителей энергии участники делятся на группы по преследуемым ими целям. На протяжении десятилетия главную роль в мировых дебатах об изменении климата играл Евросоюз. Европейские политики больше всех добивались принятия Киотского протокола, а перед нынешней конференцией настаивали на принятии юридических обязательств по ограничению выброса парниковых газов.

Объем потребляемой горожанами электроэнергии постоянно растет. Напоминать о том, что расчет электронагрузок производился в 60-е годы, думаю, нет смысла. Достаточно сказать, что только за последние пять лет он возрос на 90%. Кроме того, 80% сетей давно отработали предельно допустимый срок, оборудование устарело, а запчасти и комплектующие к нему заводами СНГ уже не выпускаются. А между тем, в эксплуатацию вводятся новые объекты, дома, гостиницы, рестораны.

В 2008-2009 годах начато строительство новых микрорайонов: 31, 31а, 31б, 32, 32а, 32б, 34, 35 и жилых массивов «Шыгыс-1, 2, 3». В них планируется разместить университет, таможенный комитет, Центр охраны материнства, Ботанический сад, Комитет по миграции, Центр адаптации оралманов, школу-интернат для детей с ограниченными возможностями и ряд других социально важных объектов. Для того, чтобы избежать проблем с энергоснабжением в этих районах, предстоит огромная работа:

- Необходимо построить главную понизительную подстанцию «Орталык», - отметил Александр Булгаков, директор ГКП «АУЭС», на прошедшей недавно областной научно-практической конференции "Актуальные проблемы и перспективы развития энергетики в свете реализации индустриально-инновационного развития Мангистауской области". - ТЭО уже разработано, ведется проектирование. К данным микрорайонам необходимо подвести магистральные кабельные линии и построить три распределительных пункта в центрах нагрузок. Все это предусмотрено «Планом развития электрических сетей г.Актау».

Если говорить о состоянии существующих городских кабельных сетей, можно подчеркнуть, что в 2001-2002 годах было заменено около 27 км, однако это всего 4% от общей длины. Сейчас необходимо заменить более 55 км и дополнительно проложить еще 15 км для разгрузки существующих сетей. В бюджете предусмотрено на эти цели 70 млн. тенге.

Кроме того, из-за превышения нагрузки на электросети, растет нагрузка на силовые трансформаторы. Мало того, что половина имеющихся уже выработала срок службы, остальные, из-за перегрузки, быстрее

изнашиваются. Например, за два летних месяца прошлого года из строя вышло восемь трансформаторов... И вообще, перегрузка на трансформаторы недопустима по Правилам технической эксплуатации...

Уже в этом году будут не только приобретаться, на что предусмотрено еще 20 млн. тенге бюджетных средств, но и устанавливаться более мощные трансформаторы, др. оборудование, переоснащаться распределительные пункты. Ожидается реконструкция главных понизительных подстанций, находящихся на балансе ТОО «МАЭК-Казатомпром», которая предусмотрена «Планом развития электрических сетей г.Актау, прилегающих населенных пунктов и промышленной зоны». Этот план согласован с Министерством энергетики и минеральных ресурсов РК, как того требует Постановление Правительства РК. Однако, наряду с проблемами внешнего энергоснабжения, тревогу вызывает состояние внутридомовых электросетей...

- Эксплуатируются они более 30-40 лет, капитально не ремонтировались. Негативное влияние оказывает не только возросшее энергопотребление, но и внешние факторы: залитые водой подвалы, заливания водой с крыш, и т.п. Внутридомовые инженерные и электрические сети являются собственностью владельцев квартир. На них и возлагается их содержание. Чтобы подключить к ним современные электроприборы, нужны особые меры при подключении, обязательно нужно выполнять заземление. Наши электросети на это не рассчитаны...

Чтобы кардинально решить ситуацию, считают специалисты, необходимо переоборудовать крыши жилых домов. И при капремонте все общедомовые, квартирные приборы учета и внутридомового освещения, распределительные устройства разместить в защищенном помещении. Это позволит ввести автоматизированную систему коммерческого учета электроэнергии и сократит случаи её хищения. Но выполнить такие работы возможно только привлекая инвесторов, владельцам квартир они не по средствам...

Решаются сегодня и вопросы освещения улиц и микро-районов города. Сейчас, например, прокладывается линия освещения автодороги «Актау-аэропорт». Планируется оснастить линию автоматической системой управления и контроля режима работы. Такая система (АСУ) позволит оперативно контролировать режим включения, отключения и осуществлять режим энергосбережения. Внедрение АСУ на других линиях поможет оперативному персоналу контролировать состояние каждой подстанции и, в целом, энергоснабжения города, четко реагировать на аварийные ситуации...

Проведен конкурс и определены подрядчики на выполнение освещения автодороги «Рынок «Асар» - СОТ «Синтез». В парках и скверах

будет осуществляться замена светильников, на площади «Ынтымак» установят энергосберегающие лампы.

Словом, затраты на содержание инженерных сетей и всего «светлого» хозяйства постоянно растут. А тариф ГКП «АЭУС», установленный еще в 2004 году в размере 0,52 тенге за кВт/час, не менялся. А если тариф не учитывает возможность получения прибыли, как субъект естественной монополии может эффективно функционировать, а значит и выполнять необходимые работы? Поэтому предприятие в ближайшее время намерено обратиться в Управление Агентства РК по регулированию естественных монополий по Мангистауской области. В заявке аргументировано будет изложена необходимость повышения тарифа. Ориентировочно, в два раза.

"Строительство АЭС в Актау дает толчок строительству новых линий электропередачи напряжением до 500 кВ, что в свою очередь позволит объединить энерго мощности четырех западных областей Казахстана с единой энергетической системой республики и повысит энергетическую безопасность нашей страны", - сказал К.Кушербаев, комментируя послание главы государства Нурсултана Назарбаева народу, с которым президент выступил в части необходимости строительства АЭС. По данным акима, прогнозируемый объем потребления электрической мощности в регионе к 2015 году оценивается в 1350 мВт.

«Интенсивное экономическое развитие области, связанное с ростом промышленного производства в несырьевом секторе экономики, рост цен на газ, а также диверсификация экономики области путем создания новых промышленных производств на территории СЭЗ "Морпорт Актау" требует значительного увеличения объемов строительства объектов социальной сферы и жилищного строительства и, соответственно, опережающего развития энергетической отрасли. Надо создавать новые источники электроэнергии". "Согласно проведенным технико-экономическим исследованиям, наиболее экономически целесообразно и безопасно строительство атомной станции на площадке ТОО "МАЭК-Казатомпром" с использованием действующей инфраструктуры и кадрового потенциала области в целом, при этом - по более низким ценам".

Как известно, на Мангышлакском (Мангистауском) атомном энергокомбинате (МАЭК) в течение порядка 30 лет действовал атомный реактор на быстрых нейтронах, который в первой половине этого десятилетия был выведен из-под нагрузки. Западные области республики: Актюбинская, Западно-Казахстанская, Атырауская и Мангистауская - испытывают дефицит в электро- и энергетических мощностях.

Естественным и немаловажным представляется вопрос о ресурсах самого ядерного топлива. Достаточно ли его запасы, чтобы обеспечить широкое развитие ядерной энергетики? По оценочным данным, на всем земном шаре в месторождениях, пригодных для разработки, имеется несколько миллионов тонн урана. Это довольно много, но необходимо также учитывать, что в получивших в настоящее время широкое распространение АЭС с реакторами на тепловых нейтронах лишь очень небольшая часть урана (около 1%) используется для выработки энергии. Поэтому при специализации только на реакторах с тепловыми нейтронами, ядерная энергетика по соотношению ресурсов не так уж много может добавить к обычной энергетике - всего лишь около 10%. Глобального решения надвигающейся проблемы энергетического голода не получается.

Совсем иные перспективы появляются в случае применения АЭС с реакторами на быстрых нейтронах, в которых используются практически весь добываемый уран. Это означает, что объем потенциальных ресурсов ядерной энергетики с реакторами на быстрых нейтронах примерно в 10 раз больше чем в традиционной (на органическом топливе). Более того, при полном использовании урана становится рентабельной его добыча в месторождениях с малой его концентрацией. А это в конечном счете означает практически неограниченное (по современным масштабам) расширение потенциальных сырьевых ресурсов ядерной энергетики.

Итак, применение реакторов на быстрых нейтронах значительно расширяет топливную базу ядерной энергетики. Однако может возникнуть вопрос: если реакторы на быстрых нейтронах так хороши, и существенно превосходят реакторы на тепловых нейтронах по эффективности использования урана, то почему последние вообще строятся? Почему бы с самого начала не развивать ядерную энергетику на основе реакторов на быстрых нейтронах? Прежде всего, следует сказать, что на первом этапе развития ядерной энергетики, когда суммарная мощность АЭС была мала и ресурсов было достаточно, вопрос об их воспроизводстве не стоял так остро. Поэтому основное преимущество реакторов на быстрых нейтронах - большой коэффициент воспроизводства - еще не являлся решающим.

Так, для серийного энергетического блока с реактором на тепловых нейтронах ВВЭР-440 (водо-водяной энергетический реактор мощностью 440 МВт) критическая масса уран-235 составляет 700 кг. Это соответствует 2 млн тонн угля. Иными словами, применительно к электростанции на угле той же мощности это означает обязательное наличие при ней такого довольно значительного количества неприкосновенного запаса угля. Ни один килограмм из этого запаса не расходуется и не может быть израсходован, однако без него электростанция работать не может.

Наличие такого крупного количества "замороженного" топлива, хотя и сказывается отрицательно на экономических показателях, но в силу реально сложившегося соотношения затрат для реакторов на тепловых нейтронах оказывается не слишком обременительным. В случае же реакторов на быстрых нейтронах с этим приходится считаться более серьезно.

Реакторы на быстрых нейтронах обладают существенно большей критической массой по сравнению с реакторами на тепловых нейтронах (при заданных размерах реактора). Это объясняется тем, что быстрые нейтроны при взаимодействии со средой оказываются более "инертными", чем тепловые. В частности, вероятность вызвать деление атома топлива (на единицы длины пути) для них в сотни раз меньше, чем для тепловых. Для того, чтобы быстрые нейтроны не вылетали без взаимодействия за пределы реактора и не терялись, их "инертность" необходимо компенсировать увеличением количества закладываемого топлива с соответствующим возрастанием критической массы.

Чтобы реакторы на быстрых нейтронах не проигрывали по сравнению с реакторами на тепловых нейтронах, необходимо повышать мощность, развиваемую при заданных размерах реактора. В таком случае количество "замороженного" топлива на единицу мощности будет уменьшаться. Достижение высокой плотности тепловыделения в реакторе на быстрых нейтронах и явилось главной задачей новых электростанций.

Следует заметить, что сама по себе мощность непосредственно не связана с количеством топлива, находящегося в реакторе. Если это количество превышает критическую массу, то в нем за счет созданной нестационарности цепной реакции можно развить любую требуемую мощность. Вопрос заключается в том, чтобы обеспечить достаточно интенсивный теплоотвод из реактора. Речь идет именно о повышении плотности тепловыделения, ибо увеличение, например, размеров реактора, способствующее увеличению теплоотвода, неизбежно влечет за собой и увеличение критической массы, т.е. не решает задачи.

Положение осложняется еще и тем, что для теплоотвода из реактора на быстрых нейтронах такой привычный и хорошо освоенный теплоноситель, как обычная вода, не подходит в силу своих ядерных свойств. Она, как известно, замедляет нейтроны и, следовательно, понижает коэффициент воспроизводства. Газовые теплоносители (гелий и другие) обладают в данном случае приемлемыми ядерными параметрами. Однако требования интенсивного теплоотвода приводят к необходимости использовать газ при высоких давлениях (примерно $1,5 \cdot 10^7$ Па), что вызывает соответствующие технические трудности.

В качестве теплоносителя для теплоотвода из реакторов на быстрых нейтронах был выбран обладающий прекрасными теплофизическими и ядерно-физическими свойствами расплавленный натрий. Он позволил решить поставленную задачу достижения высокой плотности тепловыделения.

Следует указать, что в свое время выбор "экзотического" натрия казался очень смелым решением. Не было никакого не только промышленного, но и лабораторного опыта его использования в качестве теплоносителя. Вызывала серьезные опасения высокая химическая активность натрия при взаимодействии с водой, а также с кислородом воздуха, которая, как представлялось, могла весьма неблагоприятно проявиться в аварийных ситуациях.

Потребовалось проведение большого комплекса научно-технических исследований и разработок, сооружение стендов и специальных экспериментальных реакторов на быстрых нейтронах, для того, чтобы убедиться в хороших технологических и эксплуатационных свойствах натриевого теплоносителя. Как было при этом показано, необходимая высокая степень безопасности обеспечивается следующими мерами: во-первых, тщательностью изготовления и контроля качества всего оборудования, соприкасающегося с натрием; во-вторых, созданием дополнительных страховочных кожухов на случай аварийной протечки натрия; в-третьих, использованием чувствительных индикаторов течи, позволяющих достаточно быстро регистрировать начало аварии и принимать меры к ее ограничению и ликвидации.

Кроме обязательного существования критической массы есть еще одна характерная особенность использования ядерного топлива, связанная с теми физическими условиями, в которых оно находится в реакторе. Под действием интенсивного ядерного излучения, высокой температуры и, в особенности, в результате накопления продуктов деления происходит постепенное ухудшение физико-математических, а также ядерно-физических свойств топливной композиции (смеси топлива и сырья). Топливо, образующее критическую массу, становится непригодным для дальнейшего использования. Его приходится периодически извлекать из реактора и заменять свежим. Извлеченное топливо для восстановления первоначальных свойств должно подвергаться регенерации. В общем случае - это трудоемкий, длительный и дорогостоящий процесс.

Для реакторов на тепловых нейтронах содержание топлива в топливной композиции относительно небольшое - всего несколько процентов. Для реакторов на быстрых нейтронах соответствующая концентрация топлива значительно выше. Частично это связано с уже

отмеченной необходимостью увеличения количество топлива вообще в реакторе на быстрых нейтронах для создания критической массы в заданном объеме. Главное же заключается в том, что отношение вероятностей вызвать деление атома топлива или быть захваченным в атоме сырья различно для разных нейтронов. Для быстрых нейтронов оно в несколько раз меньше, чем для тепловых, и, следовательно, содержание топлива в топливной композиции реакторов на быстрых нейтронах должно быть больше. Иначе слишком много нейтронов будет поглощаться атомами сырья и стационарная цепная реакция деления в топливе окажется невозможной. Причем при одинаковом накоплении продуктов деления в реакторе на быстрых нейтронах выгорает в несколько раз меньшая доля заложенного топлива, чем в реакторах на тепловых нейтронах. Это приводит к необходимости увеличить регенерацию ядерного топлива в реакторах на быстрых нейтронах. В экономическом отношении это даст заметный проигрыш.

Но кроме совершенствования самого реактора перед учеными все время встают вопросы об улучшении системы безопасности на АЭС, а также изучении возможных способов переработки радиоактивных отходов, преобразовании их в безопасные вещества. Речь идет о методах превращения стронция и цезия, имеющих большой период полураспада, в безвредные элементы путем бомбардировки их нейтронами или химическими способами. Теоретически это возможно, но при современном уровне развития технологии это экономически нецелесообразно. Хотя, возможно, уже в ближайшем будущем будут получены реальные результаты этих исследований, в результате которых атомная энергия станет не только самым дешевым видом энергии, но и действительно экологически чистым.

Среди тех, кто настаивает на необходимости продолжения поиска безопасных и экономичных путей развития атомной энергетики, можно выделить два основных направления. Сторонники первого полагают, что все усилия должны быть сосредоточены на устранении недоверия общества к безопасности ядерных технологий. Для этого необходимо разрабатывать новые реакторы, более безопасные, чем существующие легководные. Здесь представляют интерес два типа реакторов: «технологически предельно безопасный» реактор и «модульный» высокотемпературный газоохлаждаемый реактор.

Прототип модульного газоохлаждаемого реактора разрабатывался в Германии, а также в США и Японии. В отличие от легководного реактора, конструкция модульного газоохлаждаемого реактора такова, что безопасность его работы обеспечивается пассивно – без прямых действий операторов или электрической либо механической системы защиты. В технологически предельно безопасных реакторах тоже применяется система пассивной защиты. Такой реактор, идея которого была предложена в

Швеции, не продвинулся далее стадии проектирования. В тоже время он получил широкую поддержку в США среди тех, кто видит в нем потенциальные преимущества перед модульным газоохлаждаемым реактором. В любом случае, будущее обоих вариантов туманно из-за их неопределенной стоимости, трудностей разработки, а также спорного будущего самой атомной энергетики.

Сторонники другого направления полагают, что до того момента, когда развитым странам потребуются новые электростанции, осталось мало времени для разработки новых реакторных технологий. По их мнению, первоочередная задача состоит в том, чтобы стимулировать вложение средств в атомную энергетику.

Помимо этих двух перспектив развития атомной энергетики сформировалась и совсем иная точка зрения. Она возлагает надежды на более полную утилизацию подведенной энергии, возобновляемые энергоресурсы и на энергосбережение. По мнению сторонников этой точки зрения, если передовые страны переключатся на разработку более экономичных источников света, бытовых электроприборов, отопительного оборудования и кондиционеров, то сэкономленной электроэнергии будет достаточно, чтобы обойтись безо всех существующих АЭС. Наблюдающееся значительное уменьшение потребления электроэнергии показывает, что экономичность может быть важным фактором ограничения спроса на электроэнергию.

Литература:

1. К.Дукенбаев. Энергетика Казахстана, движение к рынку. 1998. 580с.
2. Л.А.Мелетьев. Очерки истории отечественной энергетики. М. Наука. 1987.
3. Энергетика за рубежом. Выпуск 4. 2006.
4. П.И.Назаренко. Актуальные проблемы энергетики. Актау 2007.