

УДК 658.26:621.311.2

## Технико-экономические аспекты осуществления централизованного теплоснабжения от атомных котельных

ЕМЕЛЬЯНОВ И. Я., БАТУРОВ Б. Б., КОРЫТНИКОВ В. П., КОРЯКИН Ю. И., ЧЕРНЯЕВ В. А.,  
КОВЫЛЯНСКИЙ Я. А., ГАЛАКТИОНОВ И. В.

Целесообразность и необходимость расширения применения ядерных энергоресурсов, и в первую очередь — использование ядерных реакторов для коммунально-бытового и промышленного теплоснабжения, в настоящее время очевидны. Как известно, это вызвано тем, что в общем объеме топливопотребления на нужды теплоснабжения расходуется 30 — 40 % топливных ресурсов, т. е.  $\sim$  в 1,5 раза больше, чем на производство электроэнергии. Причем если на нужды электроэнергетики в основном расходуются низкокачественные энергетические угли, то нужды теплоснабжения удовлетворяются главным образом за счет высококачественного газомазутного топлива.

Техническая возможность создания радиационно-безопасных и надежных в эксплуатации ядерных источников теплоснабжения подтверждена опытом эксплуатации АТЭЦ (Билибинской в СССР и «Агеста» в Швеции) и сомнений не вызывает. В выполненных к настоящему времени исследованиях и проработках [1—3] уже определены принципы организации и условия обеспечения экономической эффективности централизованного теплоснабжения на базе атомных теплофикационных установок — АТЭЦ. Применительно к атомным котельным (АК) эти вопросы на сегодняшний день проработаны существенно меньше.

**Принципы организации и применение котельных на органическом топливе.** Широкое развитие теплоснабжения от котельных на органическом топливе, несмотря на известные преимущества комбинированной выработки тепла и электроэнергии на ТЭЦ (возрастающие при повышении начальных параметров теплофикационного энергетического цикла), обусловлено некоторыми факторами. Основной из них — возможность повышения коэффициента централизации теплоснабжения за счет экономически эффективного обеспечения теплом от единого источника относительно мелких потребителей,

теплоснабжение которых от ТЭЦ экономически нецелесообразно или невозможно вследствие:

низкого уровня суммарных тепловых нагрузок отдельных городов, жилых поселков и промышленных предприятий, вызывающего снижение единичной мощности энергоблоков ТЭЦ и ухудшение их технико-экономических показателей;

низкой территориальной плотности теплопотребления в данном районе, приводящей к высокой капиталоемкости тепловых сетей и большим потерям в них при объединении потребителей до уровня суммарных тепловых нагрузок, приемлемого для ТЭЦ;

невозможности размещения ТЭЦ в данном районе из-за дефицита водных ресурсов или отсутствия площадок, пригодных для сооружения (например, в центре крупных городов).

Важность централизованного теплоснабжения относительно мелких потребителей тепла для топливно-энергетического хозяйства страны иллюстрируют данные таблицы, в которой приведена структура концентрации тепловых нагрузок и удельный вес различных уровней концентрации в общем объеме теплопотребления страны [4].

Экономически эффективное обеспечение районными котельными (РК) относительно мелких теплопотребителей обусловлено их спецификой как источников централизованного теплоснабжения:

относительная простота основного оборудования по сравнению с ТЭЦ и в результате этого существенно более низкая удельная стоимость при малых присоединенных тепловых нагрузках (капитальная составляющая себестоимости и удельных приведенных затрат при производстве тепла на котельных составляет 5—15%);

возможность работы по графику тепловых нагрузок с глубокой разгрузкой или полной остановкой на продолжительный неотопительный период (до 3—4 тыс. ч/год);

### Примерная характеристика концентрации тепловой нагрузки в СССР

| Средние тепловые нагрузки городов, тыс. Гкал/ч | 1970 г.       |                         |      | Прирост с 1971 г. |                         |      | 1980 г.       |                         |      |
|------------------------------------------------|---------------|-------------------------|------|-------------------|-------------------------|------|---------------|-------------------------|------|
|                                                | Число городов | Общая тепловая нагрузка |      | Число городов     | Общая тепловая нагрузка |      | Число городов | Общая тепловая нагрузка |      |
|                                                |               | тыс. Гкал/ч             | %    |                   | тыс. Гкал/ч             | %    |               | тыс. Гкал/ч             | %    |
| Более 10                                       | 2             | 40                      | 14   | 1                 | 30                      | 10   | 3             | 70                      | 12   |
| 5—10                                           | 3             | 20                      | 7    | 14                | 95                      | 32   | 17            | 115                     | 20   |
| 3—5                                            | 17            | 65                      | 23   | 12                | 45                      | 15   | 29            | 110                     | 19   |
| 1—3                                            | 66            | 105                     | 37   | 57                | 105                     | 35   | 123           | 210                     | 35   |
| 0,5—1                                          | 81            | 55                      | 19   | 31                | 25                      | 8    | 112           | 80                      | 14   |
| Итого                                          | 169           | 285                     | 100  | 115               | 300                     | 100  | 284           | 585                     | 100  |
| Менее 0,5                                      | 5335          | 190                     | 40 * | 511               | 50                      | 14 * | 5846          | 140                     | 29 * |
| Всего                                          | 5504          | 475                     | 100  | 626               | 350                     | 100  | 6130          | 825                     | 100  |

\* К общему итогу.

отсутствие потребности в технической воде и возможность размещения в центре массивов (при использовании газомазутного топлива);

простота в эксплуатации, малое число обслуживающего персонала и относительно низкие требования к его квалификации.

Как показали технико-экономические исследования, решающим фактором при выборе типа источника централизованного теплоснабжения на органическом топливе (ТЭЦ или котельная) является уровень концентрации тепловых нагрузок. Естественно, что этот уровень количественно не одинаков для различных районов страны (рис. 1), отличающихся условиями топливоснабжения [5]. Исходя из уровня концентрации тепловых нагрузок и необходимого (по условиям обеспечения надежности снабжения)

числа блоков ( $n_{\text{бл}} = 4-6$  и более) единичная мощность блоков РК составляет от 30 до 150—180 Гкал/ч.

**Экономические предпосылки создания атомных котельных.** Атомные котельные могут быть при более высоких удельных капиталовложениях конкурентоспособными вследствие более низкой топливной составляющей приведенных затрат на производство тепла по сравнению с котельными на органическом топливе. Предельно допустимые капиталовложения в АК зависят от стоимости органического топлива, топливной составляющей приведенных затрат и условий размещения. Данные, приведенные на рис. 2, характеризуют условия замены АК котельных и ТЭЦ на органическом топливе. При характерных для периода до 1990 г. уровнях цен на органическое топливо (30—35 руб./т у. т.) и реальных значениях топливной составляющей приведенных затрат допустимо превышение удельных капиталовложений в АК по сравнению с котельными на органическом топливе в 2,5—5,5 раза.

Если АК будут ориентированы на присоединенные тепловые нагрузки выше 400—600 Гкал/ч, то экономические условия для их сооружения следует определять из сопоставления с ТЭЦ на органическом топливе. Ввиду более высокой эффективности последних предельно допустимые удельные капиталовложения в АК снижаются. Если отнести их к удельным капиталовложениям в котельные на органическом топливе, то предельно допустимое превышение удельных капиталовложений в АК составляет 1,5—5 раз.

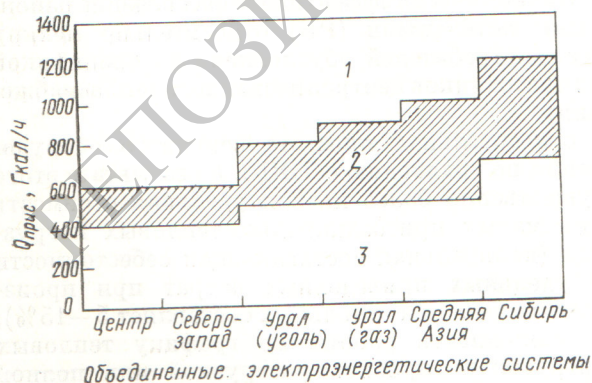


Рис. 1. Зоны экономической эффективности ТЭЦ (1), равной эффективности (2), эффективности раздельной схемы (РЭС+РК) (3)

Технические, эксплуатационные и экономические особенности АК. Атомные котельные могут быть созданы на базе освоенных типов ядерных реакторов (ВВЭР, РБМК, АМБ, ВК) с учетом возможности снижения температуры теплоносителя на выходе из реактора и необходимости уменьшения их единичной мощности, а также на базе специализированных ядерных реакторов, ориентированных на условия работы в составе АК. Например, на базе ядерных реакторов, охлаждаемых высококипящими органическими жидкостями, которые имеют большие возможности для снижения давления в реакторном контуре. Следует отметить, что во всех случаях АК будут существенно отличаться от котельных на органическом топливе в силу специфики ядерного реактора как энергоисточника.

Реакторное отделение и топливное хозяйство АК по составу и номенклатуре необходимых служб и оборудования (СУЗ, газовое хозяйство, контроль и очистка технических отходов, подвоз и хранение свежего топлива, захоронение или транспортировка радиоактивных отходов и др.) почти не отличаются от реакторного оборудования АЭС и АТЭЦ. В отличие от котельных на газомазутном топливе для АК требуются существенно большие размеры площадок с учетом размещения отмеченных служб и оборудования и санитарно-защитной зоны, а также подвод к этим площадкам транспортных (скорее всего, железнодорожных) коммуникаций для подвоза свежего и вывоза отработавшего топлива, что осложняет их расположение внутри жилых массивов и в непосредственной близости от них. На сегодняшний день не совсем ясно обслуживание АК, для которого требуется значительная численность высококвалифицированного персонала и, кроме того, при выполнении только отопительных функций АК должны будут останавливаться (или разгружаться до 10–20% номинальной мощности) на неотопительный период (3–4 тыс. ч/год). Анализ фактических данных по конденсационным АЭС и расчетных данных по АК (на стадии технических предложений и предэскизных проектов) показал, что удельная стоимость реакторных установок существенно зависит от их единичной мощности, а доля постоянной составляющей в полных затратах на производство тепла на АК составляет 60–80%.

Таким образом, условия обеспечения экономической конкурентоспособности АК более существенно, чем для котельных на органическом топливе, зависят от увеличения единичной мощ-

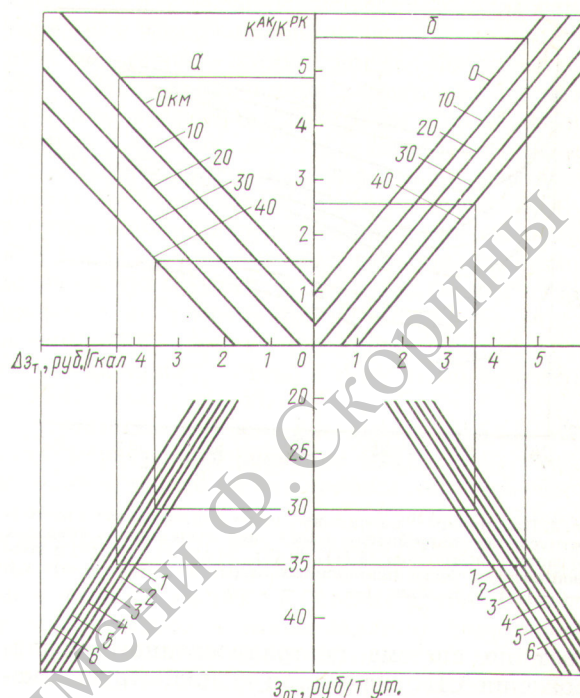
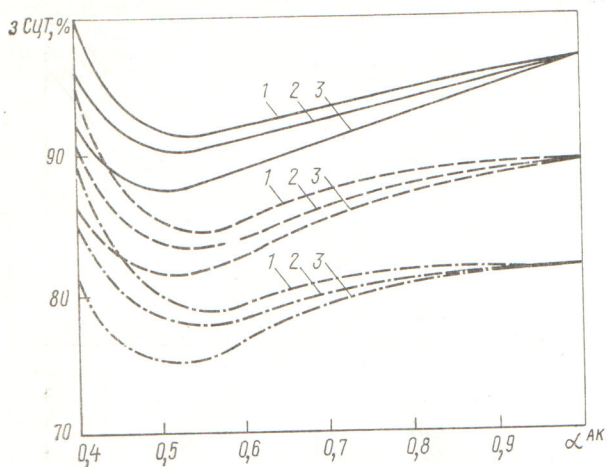


Рис. 2. Условия экономической конкурентоспособности АК: а — АК заменяют ТЭЦ; б — АК заменяют РК; 1–6 — топливная составляющая приведенных затрат на АК, равная 2; 1,8; 1,6; 1,4; 1,2; 1 руб./Гкал соответственно;  $K_{AK}$ ,  $K_{PK}$  — удельные капиталовложения в АК и РК;  $z_{0.t}$  — замыкающие затраты на органическое топливо;  $\Delta z_t$  — разность топливной составляющей приведенных затрат на единицу тепла, отпускаемого потребителям, от АК и РК; на кривых указано расстояние транзитной транспортировки тепла

ности реакторов и повышения коэффициента использования их установленной мощности.

Единичная тепловая мощность реакторов АК ( $Q_{бл}^{AK}$ ) и коэффициент ее использования жестко связаны с присоединенной тепловой нагрузкой ( $Q_{прис}$ ), необходимым числом блоков ( $n_{бл}$ ) и долей участия реакторов в покрытии присоединенной тепловой нагрузки ( $\alpha^{AK}$ ). Повышение коэффициента использования установленной мощности (которое возможно за счет снижения доли участия реакторов в покрытии присоединенной тепловой нагрузки) неизбежно снижает единичную мощность реакторов АК и наоборот. При этом уменьшение  $\alpha^{AK}$  от 1 до 0,5 увеличивает годовое число часов использования установленной мощности реакторов АК в 1,5 раза (от 3–3,5 до 4,5–5 тыс.), а единичная мощность реакторов снижается в 2 раза.

Выбор рационального значения  $\alpha^{AK}$  является предметом технико-экономической оптимизации. На рис. 3 приведены результаты экономических оценок, характеризующие изменение



Р и с. 3. Влияние  $\alpha^{AK}$  на удельные приведенные затраты на тепло, отпускаемое потребителю в ЦСТ, при замыкающих затратах на органическое топливо 40 (1), 35 (2), 30 руб./т у. т. (3) и топливной составляющей приведенных затрат на АК 2 (—), 1,5 (— · —), 1 руб./Гкал (— · — · —)

затрат по системе централизованного теплоснабжения (ЦСТ) на единицу тепла, отпускаемого потребителю, в зависимости от  $\alpha^{AK}$  при расчетной тепловой нагрузке района 2000 Гкал/ч и различных значениях стоимости органического топлива и топливной составляющей приведенных затрат на АК \*. Следовательно, в ЦСТ на базе АК целесообразно включать пиково-резервные котельные на органическом топливе, что заметно снижает приведенные затраты на единицу тепла (примерно на 8—10%). Оптимальное значение  $\alpha^{AK}$  зависит от различных факторов, таких, как стоимость органического топлива, удельные капиталовложения в пиково-резервные котельные, протяженность транзитных сетей от АК до центров теплоснабжения и т. п. Расчеты показывают, что в зависимости от сочетания этих факторов оптимальное значение  $\alpha^{AK}$  находится в диапазоне 0,5—0,8.

Таким образом, чтобы иметь возможность устанавливать в составе 2—4-блочных отопительных АК реакторы единичной тепловой мощностью 500—1000 МВт (что в 3—6 раз ниже мощности энергетических реакторов современных АЭС), требуются присоединенные тепловые нагрузки от 1500 до 6000 Гкал/ч.

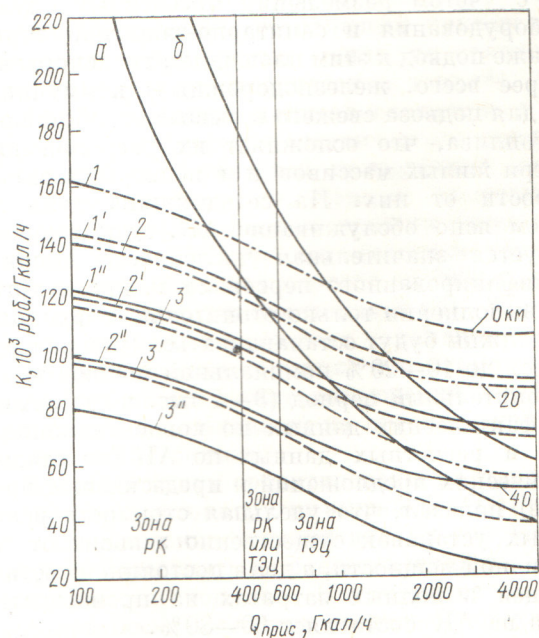
Отмеченные технические, эксплуатационные и экономические особенности АК ставят под сомнение возможность рассматривать их как

прямую аналогию котельным на органическом топливе.

**Экономическая конкурентоспособность и применение АК.** Основными факторами, воздействующими на экономическую конкурентоспособность АК, являются стоимость органического топлива, присоединенная тепловая нагрузка, влияющая на единичную мощность реакторов АК и их технико-экономические показатели, размещение относительно центров теплоснабжения и связанная с этим протяженность транзитных теплопроводов, доля участия в покрытии присоединенной тепловой нагрузки и коэффициент использования установленной мощности.

Некоторые результаты исследований экономической конкурентоспособности АК и их применение, проведенные с учетом этих факторов, приведены на рис. 4. Здесь показано соотношение предельно допустимых и ожидаемых фактических удельных капиталовложений (К) в АК в зависимости от присоединенной тепловой нагрузки (и соответственно единичной тепловой мощности реакторов АК), стоимости органического топлива и удаленности от центров теплоснабжения.

Таким образом, при стоимости органического топлива ниже 40 руб./т у. т. АК не могут



Р и с. 4. Экономическая конкурентоспособность АК при замыкающих затратах на органическое топливо 40 (— · — · —), 35 (— — —), 30 руб./т у. т. (—); а, б — фактические удельные капиталовложения в АК; 1; 1'; 1''; 2; 2'; 2''; 3; 3'; 3'' — предельно допустимые капиталовложения в АК

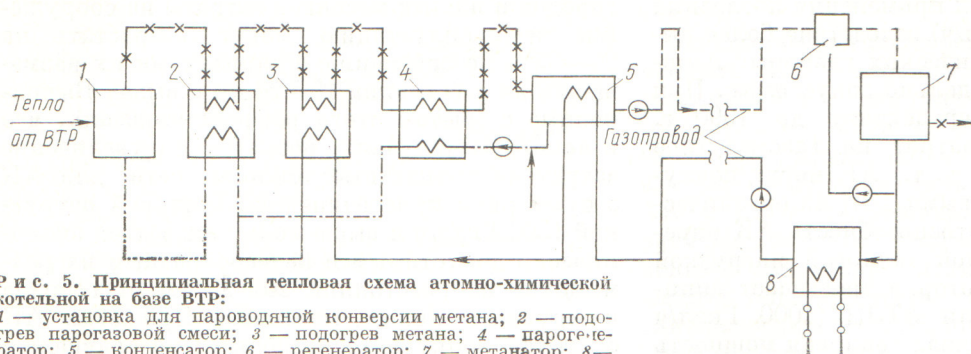
\* Принятый диапазон изменения удельных капиталовложений в АК с учетом их зависимости от мощности блока показан на рис. 4.

конкурировать с котельными на органическом топливе во всех случаях применения последних ( $Q_{\text{прис}} = 100\text{—}600$  Гкал/ч) вследствие более высоких ожидаемых фактических удельных капиталовложений, чем предельно допустимые. При прогнозируемом на перспективу до 1990 г. уровне замыкающих затрат на газомазутное топливо (30—35 руб./т у. т.) АК могут конкурировать только с базовыми ТЭЦ на органическом топливе; конкурентоспособность АК определяется присоединенной тепловой нагрузкой 1500 Гкал/ч и выше, которая превышает минимально допустимую для АТЭЦ (1000 Гкал/ч и выше), так как единичная тепловая мощность реакторов АК должна быть не ниже 500 МВт. В отличие от котельных на органическом топливе, которые по отношению к ТЭЦ позволяют расширить применение источников централизованного теплоснабжения за счет обеспечения более мелких тепловых потребителей, АК на базе низкотемпературных ядерных реакторов могут только дополнять АТЭЦ в теплоснабжении крупных потребителей. Поэтому при обосновании целесообразности их сооружения решающими факторами могут стать ограничения на выбор площадок под АТЭЦ в каждом конкретном районе (с учетом экономической допустимости их удаления от тепловых потребителей), а также на экономически целесообразный ввод электрогенерирующих мощностей с учетом того, что АТЭЦ будут иметь большую привязанную конденсационную мощность.

Важным условием обеспечения экономической конкурентоспособности АК является их рациональное размещение относительно потребителей тепла. При размещении АК в непосредственной близости от городов и жилых массивов будут возрастать удельные затраты, связанные с отчуждением земель, подготовкой площадки, обеспечением их радиационной безопасности (по сравнению с установленными нормами проектирования «удаленных» ядерных энергетических установок). При расположении АК вблизи жилых массивов для предотвращения выбросов активности в окружающую среду может потребоваться сооружение дополнительных или усиленных защитных оболочек, а возможно, и подземное размещение реакторного отделения, создание дополнительных технических средств для обработки и транспортировки радиоактивных отходов и отработавшего топлива. Как показали предварительные оценки и анализ изменения экономических показателей ядерных энергетических установок в зависимости от их удаленности от населенных пунктов, при раз-

мещении АК в непосредственной близости от городов и жилых массивов затраты на сооружение и эксплуатацию могут возрастать на 20—35% по сравнению с вариантами их размещения на расстоянии 15—20 км и выше. Выполненные с учетом этого расчеты показали, что в некоторых случаях, несмотря на увеличение затрат на транзитные тепловые сети, для АК с суммарной присоединенной тепловой нагрузкой 1500 Гкал/ч и выше может оказаться экономически допустимым и целесообразным их размещение на расстоянии 20—25 км от городов и крупных жилых массивов. При этом АК остаются конкурентоспособными по сравнению с ТЭЦ (см. рис. 4).

**Атомно-химическая котельная на базе высокотемпературного реактора (ВТР).** Как уже отмечалось, одним из важнейших условий обеспечения экономической конкурентоспособности ядерных источников теплоснабжения, в том числе и АК, является повышение единичной мощности входящих в их состав ядерных реакторов. При использовании водяного теплоносителя в системах транспортировки тепла возможности концентрации тепловых мощностей ядерных энергоисточников АК ограничены. Экономически целесообразные пределы транзитной транспортировки тепла в виде горячей воды при двухтрубной системе с учетом возможного повышения температуры воды в подающей магистрали до 180—200 °С составляет около 30—40 км, при однострунной системе 50—70 км. Тепло в виде пара может транспортироваться на расстояние до 10 км, что не позволяет обеспечить централизованным теплоснабжением относительно мелкие потребители тепла, удаленные один от другого на расстояние 100 км и более. Поэтому применительно к ядерным источникам теплоснабжения, и в первую очередь к АК, целесообразно изучение качественно новых систем транспортировки тепла, позволяющих рассчитывать на экономически эффективную передачу на расстояние 100 км и более. Возможно, эта задача может быть решена применением систем, основанных на транспортировке «холодных» теплоносителей, несущих тепло в химически связанном состоянии. В качестве такого теплоносителя может использоваться, например, смесь газов из  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$ , которые могут быть получены эндотермической паровой конверсией метана [6]. Смесь газов ( $\text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{CO}$ ) в холодном виде транспортируется по трубопроводам к центрам теплоснабжения, где в специальных установках (метанаторах) протекает экзотермическая реакция синтеза метана



Р и с. 5. Принципиальная тепловая схема атомно-химической котельной на базе ВТР:

1 — установка для пароводяной конверсии метана; 2 — подогрев парогазовой смеси; 3 — подогрев метана; 4 — парогенератор; 5 — конденсатор; 6 — регенератор; 7 — метанатор; 8 — бойлер (парогенератор); — — — — — смесь  $\text{H}_2 + \text{CO}$ ; — — — — — смесь  $\text{H}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ ; — — — — —  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ; — — — — — сетевая вода и технологический пар; — — — — — вода и водяной пар

из  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$ . Тепло, выделяемое в результате реакции при температуре до  $400\text{--}650^\circ\text{C}$ , может использоваться для теплоснабжения коммунально-бытовых и промышленных потребителей. Охлажденный при подогреве сетевого теплоносителя метан направляется к центру конверсии. Так как пароводяная конверсия метана проводится с поглощением больших количеств тепла при температуре  $850\text{--}900^\circ\text{C}$ , энергетической базой конверсионного центра должен служить высокотемпературный ядерный реактор (рис. 5).

Предварительные оценки показывают, что тепло в химически связанном состоянии от ядерных центров конверсии к центрам теплопотребления может экономически эффективно транспортироваться на расстояние 100 км и более. Это открывает новые возможности для концентрации тепловых мощностей и укрупнения единичных мощностей ядерных энергоисточников атомно-химической котельной за счет обеспечения централизованным теплоснабжением большого числа относительно мелких потребителей ( $Q_{\text{прис}} = 100\text{--}600$  Гкал/ч).

**АК для теплоснабжения слабоосвоенных и труднодоступных районов.** Успешный опыт эксплуатации Билибинской АТЭЦ, имеющей три теплофикационных энергоблока общей электрической мощностью 36 МВт с суммарным проектным отпуском тепла 75 Гкал/ч, а также опыт работы установок АРБУС и ВК-50 свидетельствуют о возможности создания надежных и экономически эффективных атомных теплоснабжающих установок малой мощности (5—100 МВт) на базе канальных и корпусных ядерных реакторов, охлаждаемых кипящей водой и органическими жидкостями. В некоторых

случаях наряду с комбинированными установками теплоснабжения (АТЭЦ) может оказаться целесообразным создание одноцелевых атомных теплоснабжающих установок (АК) для слабоосвоенных и труднодоступных районов. Исследованиями установлено, что в условиях топливоснабжения, характерных для этих районов, АК могут быть конкурентоспособными, если удельные капиталовложения в них будут превышать удельные капиталовложения в котельные на органическом топливе не более чем в 22—25 раз. Как следует из предварительных оценок удельной стоимости АК, такие условия могут быть обеспечены уже при единичных мощностях ядерных реакторов в несколько мегаватт. В настоящее время разработан проект органико-органического реактора тепловой мощностью 15 МВт (установка АТУ-15) для АК.

**Выводы.** Таким образом, атомные котельные наряду с АТЭЦ могут найти эффективное применение в системах централизованного теплоснабжения. В европейской части страны АК на базе освоенных типов реакторов в отличие от котельных на органическом топливе не могут обеспечить централизованным теплоснабжением относительно мелких потребителей тепла. АК могут снабжать теплом в основном крупных потребителей (1500 Гкал/ч и выше) и в первую очередь в тех районах, где невозможно или нецелесообразно сооружение АТЭЦ. В слабоосвоенных и труднодоступных районах АК могут быть экономически эффективными при тепловой мощности ядерных реакторов несколько мегаватт. В перспективе при успешной разработке и освоении высокотемпературных ядерных реакторов и систем транспортировки тепла в химически связанном состоянии могут быть

созданы атомно-химические котельные, которые позволят существенно расширить эффективное применение ядерных энергоресурсов для централизованного теплоснабжения за счет охвата более мелких потребителей тепла, доля которых в общем объеме теплоснабжения составляет до 40%.

Поступила в Редакцию 5.VI.78

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелентьев Л. А. «Теплоэнергетика», 1976, N 11, с. 6.

2. Батуров Б. Б. и др. Докл. на Междунар. конф. МАГАТЭ по ядерной энергетике и ее топливному циклу. Зальцбург, 2—13 мая 1977 г. IAEA-CN-36/338.
3. Левенталь Г. Б. и др. «Теплоэнергетика», 1974, N 11, с. 14.
4. Мелентьев Л. А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики. М., «Высшая школа», 1976.
5. Сазанов Б. В., Корниенчев А. И., Иванов Г. В., Соболев И. Д. В кн.: Труды института ВНИПИЭнергопром. М., 1975, вып. 7, с. 27.
6. Kugeler K., Kugeler M., Nieben H., Harth R. In: Proc. IAEA Symp. «The development of Helium-Heated Steam Reformers». Vienna, IAEA, 1975, p. 341.

УДК 621.039.003

## Многокритериальная оптимизация развития ядерной энергетики в рамках СЭВ на перспективу

БОБОЛОВИЧ В. Н., ТРЕХОВА Н. А.

Ядерная энергетика стран — членов СЭВ представляет собой сложную систему. Национальные программы развития ядерной энергетики, с одной стороны, могут служить основой для составления прогноза развития ядерной энергетики стран — членов СЭВ как региональной системы, а с другой — составяться с учетом требований, предъявляемых к системе ядерной энергетики СЭВ. Такой системный подход к народнохозяйственным задачам позволяет выявить эффект социалистического содружества в области ядерной энергетики — эффект интеграции.

При прогнозировании системы ядерной энергетики стран — членов СЭВ ввиду наличия множества факторов, влияющих на ее развитие, возникают трудности, связанные с динамикой и многоэтапностью процессов, многоуровневой и нерархической структурой, с неопределенностью условий и параметров, с проблемой выбора критерия оптимизации.

Проблема выбора такого критерия (функции цели) при решении оптимизационных задач исследования структуры ядерной энергетики на перспективу приводит к так называемой многокритериальной оптимизации, переход к которой обусловлен также стремлением оценить качество принимаемых решений с различных точек зрения. Применяя методы решения многокритериальных задач, можно проводить оптимизацию структуры развивающейся ядерной энергетики одновременно по нескольким критериям.

Многокритериальные задачи возникают в следующих ситуациях [1] (см. рисунок);

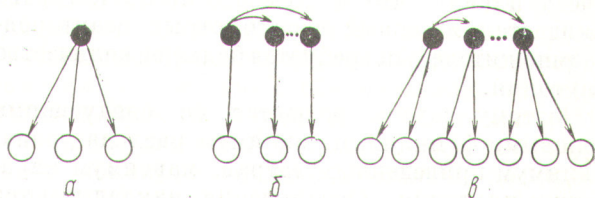
а) объект рассматривается как один элемент с несколькими критериями;

б) объект состоит из нескольких элементов, имеющих по одному критерию оптимальности. В этом случае многокритериальность возникает не у элемента, а у системы в целом, потому что в системе взаимосвязаны и действуют множества однокритериальных элементов;

в) объект может содержать много элементов, каждый из которых находится в многокритериальной ситуации.

Это различие ситуаций (один многокритериальный элемент, много однокритериальных элементов и много многокритериальных элементов) принципиально, потому что методы решения, применяемые в одном случае, оказываются непригодными в другом.

До сих пор оптимизация развития ядерной энергетики в рамках СЭВ проводилась только по одному минимизируемому критерию — интегральной потребности в природном уране. Это было вызвано, во-первых, важностью такого критерия для только что начинающей развиваться этой новой важной отрасли энергетики;



Ситуации, приводящие к многокритериальным задачам:  
● — элементы; ○ — критерии