развитие тех подразделений, успехи которых в энергосбережении наибольшие.

Решение всех этих вопросов требует применения финансовых инструментов и независимого подхода, поэтому их нужно поручить специалистам финансового подразделения предприятия.

Контроль и оценка результатов, позволяющие своевременно определять и вносить необходимые коррективы, является основой функционирования и развития любой системы, особенно системы энергоменеджмента. Эти функции основываются на анализе потока информации о потреблении энергоресурсов. От достоверности, полноты, оперативности и формы представления этой информации зависит жизнеспособность всей системы. Наиболее эффективным решением здесь является создание автоматизированной информационной системы на базе систем учета энергоресурсов (АСКУЭ). Она позволит получать оперативные и статистические данные о потреблении энергоресурсов как по предприятию в целом, так и по отдельным его участкам с необходимой степенью детализации. Такая система станет основой контроля эффективности проводимых мероприятий и своевременного внесения коррективов, разработки дополнительных высокоэффективных мероприятий энергосбережения, учета и распределения сэкономленных средств, необходимым звеном в работе по повышению мотивации коллектива экономить энергоресурсы.

Получено 25.10.2002

УДК 621.316 + 338.4

Л.Н.ШУТЕНКО, В.И.ТОРКАТЮК, профессора,
А.Г.СОБОЛЕВА, М.К.СУХОНОС
Харьковская государственная академия городского хозяйства
С.В.БУТНИК
Харьковский государственный университет строительства и архитектуры

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ ИХ ЭНЕРГОЕМКОСТИ

Рассматриваются проблемы учета энергии при выполнении строительных процессов. Показано, как энергетические показатели технических устройств оказывают влияние на эффективность использования производственных процессов, как с их помощью решаются различные практические задачи в строительной отрасли.

В современных условиях социально-экономического развития Украины проблема энергетического обеспечения производственных процессов приобретает особое значение. Это в первую очередь относится к строительному комплексу.

Строительный комплекс (строительное производство и промышленность строительных материалов) является крупным потребителем топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на производство строительных материалов и конструкций, транспорт сырья и строительной продукции, механизированное выполнение строительно-монтажных работ, обогрев рабочих и техники в зимнее время, отопление и освещение производственных зданий предприятий стройиндустрии и др.

Сущность комплексно-механизированных процессов в строительном производстве основана на тех закономерностях, которые наблюдаются при взаимодействии рабочих органов машинного оборудования и перерабатываемых материалов. Это энергетическая сущность.

Энергетический метод заключается в том, что строительные материалы – основа строительного производства, подвергаемые различным видам переработки и перемещения в пространстве с целью создания готовой строительной продукции при реализации строительных проектов, рассматриваются как поглотители энергии используемых двигателей. В связи с этим исследуются процессы взаимодействия материалов и рабочих органов машин, устанавливаются закономерности, скрытые в строительных процессах, и математически выражается взаимосвязь между техническими показателями. Тем самым решение вопросов строительства ставится на строго научную основу, исключающую возможность двойственного толкования, неправильной оценки значимости различных технико-экономических показателей.

В каждом строительном процессе имеются две различные области: физика процесса и механика машинного оборудования, используемого в процессе.

Анализ механизированных строительных процессов требует самостоятельного исследования этих двух областей и установления взаимосвязи между ними.

В физике процесса необходимо изучать физические свойства строительных материалов и возможные их изменения в результате различного рода переработок. Сюда относятся все показатели физических свойств материалов, силы сопротивления материалов при переработке, деформации, возникающие при взаимодействии материалов с машинами, физические условия переработки материалов и их перемещение в пространстве.

К механике относятся: мощность источников энергии (механической, электрической, тепловой и др.) – возбудителей процессов, поддерживающих в дальнейшем их течение, и время, используемое для переработки материалов.

Физическая и механическая стороны производственных процессов объединяются законом сохранения энергии, который в данном случае можно сформулировать следующим образом: поглощенная материалом энергия равна полезной энергии, затраченной в производственном процессе.

Рассматривая строительные материалы в комплексно-механизированных процессах как поглотители энергии, можно количественно учитывать изменение их качественного состояния показателем удельной работы сил сопротивления материалов, называемым для краткости *энергопоглощаемостью* и обозначаемым ε (кгм/кг или кВт-ч/т и др.).

Этот показатель следует характеризовать как минимум затрат энергии, необходимой для переработки единицы массы материала с целью получения заданной строительной продукции.

Фактический расход энергии на единицу строительной продукции $Э$ в процессе реализуемости строительного проекта всегда больше энергопоглощаемости, причем отношение $\varepsilon / Э = k$ характеризует степень использования энергии в физическом процессе образования строительной продукции.

Чтобы поднять в процессе монтажа строительную конструкцию массой P кг на высоту H м, необходимо затратить PH кгм работы. В этом случае энергопоглощаемость монтируемой конструкции будет

$$\varepsilon = \frac{PH}{P} = H \text{ кгм/кг.} \tag{1}$$

При горизонтальном перемещении груза P кг на расстояние L м при коэффициенте сопротивления движению f затрачивается работа fPL кгм. Тогда

$$\varepsilon = \frac{fPL}{P} = fL \text{ кгм/кг.} \tag{2}$$

При нагревании материала на $\theta_2^\circ - \theta_1^\circ$ при его теплоемкости c

$$\varepsilon = c(\theta_2^\circ - \theta_1^\circ) \text{ ккал/кг.} \tag{3}$$

Таким образом, энергоемкость материалов устанавливается в ряде случаев на основе законов физики.

В теории сопротивления материалов рассматривается показатель "энергоемкость материалов", или наибольшее значение потенциальной энергии на единицу объема, которое может быть накоплено в материале без появления остаточной деформации.

В ряде случаев эта величина называется коэффициентом вязкости или удельной работой деформации.

При напряжении σ кг/см^2, модуле упругости E энергоемкость материала равна

$$e = \frac{\sigma^2}{2E}. \tag{4}$$

Энергоемкость можно получить подстановкой предела упругости материала вместо напряжения. Так, для литой стали при E =2100000 и пределе упругости σ_o=1960 e =117 кгсм/кг.

В общем случае, если на P кг материала действует сила T кг на пути δ м, составляющем в направлении силы угол α , то

$$\varepsilon = \frac{T\delta\cos\alpha}{P}. \tag{5}$$

При перемещении строительных материалов в пространстве

$$\varepsilon = a + bl + ch, \tag{6}$$

где a,b,c – постоянные значения; l – дальность горизонтального перемещения; h – высота подъема.

Таким образом, физическая сторона процесса определяется зависимостью показателя ε от показателей, характеризующих технологию строительных процессов. Например, энергопоглощаемость камня при дроблении в первом приближении, если объемный вес камня γ , будет

$$e = \frac{\sigma^2}{2E\gamma}. \tag{7}$$

При σ =580 кг/см^2, E =105000 кг/см^2, γ =0,0016 кг/см^3

$$\varepsilon = \frac{580^2}{2\cdot 105000\cdot 0{,}0016} = 10 \text{ кгм/кг}.$$

С другой стороны, механику процессов можно характеризовать коэффициентом полезного действия источников энергии, используемых в строительном процессе:

$$k = k_o\alpha\eta, \tag{8}$$

где k_o – коэффициент, зависящий от организации строительного процесса и использования рабочего времени; α – коэффициент передачи энергии от двигателя к рабочим органам; η – КПД рабочих органов средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Коэффициент, характеризующий использование времени в строительном процессе $k_o = t_p / t_n$, является отношением времени чистой работы средства комплексной механизации и автоматизации производственных процессов t_p к общему времени их использования t_n.

Средства комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, работающие с холостым ходом (автомашины, скреперы и др.), имеют, как правило, k_o=0,5 и меньше. Средства комплексной механизации непрерывного действия (транспортеры, гидромеханизированные установки, пневмотранспорт и др.) могут иметь k_o=1.

Коэффициент передачи энергии двигателя к рабочей машине можно определить из выражения

$$\alpha = \frac{Mn}{716N}, \tag{9}$$

где M – крутящий момент; n – число оборотов в 1 мин.; N – мощность двигателя в л.с.

Для тягача при силе тяги T кг и скорости движения V м/с

$$\alpha = \frac{TV}{75N}. \tag{10}$$

Если представляется возможным замерить мощность, которая расходуется при рабочем N_p и холостом N_x ходу, то

$$\eta = \frac{N_p - N_x}{N_p}. \tag{11}$$

Для машин, транспортирующих полезный груз P т и при этом перемещающих свой собственный вес θ т,

$$\eta = \frac{P}{P+\theta}. \tag{12}$$

Коэффициент полезного действия рабочих органов устанавливается также на основе анализа схем взаимодействия рабочих органов и перерабатываемых материалов.

Рабочие органы машинного оборудования рассматриваются как передатчики энергии от источников к перерабатываемым материалам, которые поглощают часть энергии.

Для цикла строительного процесса, выполняемого полностью машинами и характеризуемого весом продукции P_0 и временем t_0, при энергопоглощаемости материала ε_0 и полезной мощности источника энергии kN кгм/с поглощенная материалом энергия равна $\varepsilon_0 P_0$ кгм.

Полезная затраченная за цикл энергия

$$kNt_0 \text{ кгм.} \tag{13}$$

Равенство этих выражений на основе закона сохранения энергии позволяет установить связь между основными техническими показателями механизированных процессов уравнением

$$\varepsilon_0 P_0 = kNt_0 \text{ кгм,} \tag{14}$$

где $\varepsilon_0 P_0$ – поглощенная материалом при переработке энергия; kNt_0 – полезная энергия, затраченная в производственном процессе.

Производительность за цикл

$$P' = \frac{P_0}{t_0} = \frac{kN}{\varepsilon_0} \text{ кг/с.} \tag{15}$$

Таким образом, продукция в единицу времени, или производительность является отношением полезной мощности источников энергии к энергоемкости материалов.

Очевидно, что технический уровень строительного процесса тем выше, чем больше коэффициент k и чем меньше ε, т.е. чем совершеннее конструкция машинного оборудования (больше k) и технология производства (меньше ε).

Отношение двух основных энергетических показателей

$$P'' = k / \varepsilon = 1 / Э \tag{16}$$

может быть названо коэффициентом производительности процессов, или показателем технического уровня процессов.

Приведенная формула производительности P' коренным образом отличается от общеупотребительных формул, основанных на средних значениях таких показателей, как скорость движения (автомашин, ленты транспортера), объем грунта, захватываемый ковшом, и т.д. Определяя P' по скорости v, мы фактически заменяем одно неизвестное другим:

$$P' = cv\,. \tag{17}$$

Скорости движения резко изменяются при изменении условий производства; время цикла существенно изменяется при незначительном изменении влияющих факторов. Определять средние значения этих показателей можно лишь приближенно; формулы, основанные на таких показателях, не пригодны для точных расчетов в области комплексной механизации.

Внутри циклов строительного процесса, когда продукция нарастает во времени от $t = 0$ до $t = t_0$ от 0 до P_0 по различным законам, показатели kN и ε изменяются по своим законам. Знание этих законов и математическое их выражение позволяют проникать в глубь строительных процессов и совершенствовать как конструкцию машинного оборудования, так и технологию строительного производства.

Таким образом, общая задача, которую ставит энергетический анализ строительных процессов, заключается в раскрытии сущности этих процессов и установлении связи между основными показателями для возможности предвидеть ход и результаты процессов и их дальнейшего совершенствования и развития.

С учетом вышеизложенного при формировании и оптимизации энергетических систем по экономическому критерию необходимо решать задачу нахождения таких мощностей, при которых суммарные затраты на создание строительной продукции на основе реализуемости строительных проектов достигают минимума.

С математической точки зрения задача сводится к отысканию минимума функции многих переменных. Необходимо подчеркнуть, что эти переменные не являются независимыми, а взаимосвязаны целым рядом ограничений или связей, специфических для строительной отрасли.

Таким образом, для оптимизации режима потребления энергии по созданию строительной продукции нужно найти минимум затрат, зависящих от большого числа переменных, связанных условиями ограничения.

Следовательно, математическая формулировка задачи следующая. Имеется функция переменных $x_1, x_2, ..., x_n$

$$F(x_1, x_2, ..., x_n),$$

связанных между собой k уравнениями связи ($k < n$)

$$\begin{aligned} &W_1(x_1, x_2, ..., x_n) = 0; \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ &W_k(x_1, x_2, ..., x_n) = 0, \end{aligned} \qquad (18)$$

где $W_1, W_2, ..., W_k$ – некоторые функции переменных x_i.
Требуется найти минимум функции F.

Первый метод (прямой метод оптимизации) заключается в том, что с помощью уравнений (18) исключаются "k" неизвестных, например, $x_1, x_2, ..., x_k$. Остающиеся "$n-k$" неизвестных при этом будут независимыми аргументами функции F. Пусть это будут неизвестные $x_{k+1}, x_{k+2}, ..., x_n$. Тогда, приравняв нулю частные производные от F по независимым аргументам, получим ($n-k$) уравнений типа

$$\frac{\partial F}{\partial x_{k+1}} = 0, \ \frac{\partial F}{\partial x_{k+2}} = 0, \ \dots, \ \frac{\partial F}{\partial x_n} = 0. \qquad (19)$$

С их помощью можно определить значения переменных x_{k+1}, x_{k+2}, ..., x_n, соответствующих экстремуму функции F. Вопрос о том, является ли этот экстремум минимумом, рассмотрим ниже.

Если функции (18) аналитические и дифференцируемые, то практически нет необходимости исключать k неизвестных $x_1, x_2, ..., x_k$. Можно уравнения (19) записать в следующей форме:

$$\frac{\partial F}{\partial x_{k+1}} = \left(\frac{\partial F}{\partial x_{k+1}}\right)' + \left(\frac{\partial F}{\partial x_1}\right)' \frac{\partial x_1}{\partial x_{k+1}} + \left(\frac{\partial F}{\partial x_2}\right)' \frac{\partial x_2}{\partial x_{k+1}} + \ldots +$$

$$+ \left(\frac{\partial F}{\partial x_k}\right)' \frac{\partial x_k}{\partial x_{k+1}} = 0, \qquad (20)$$

где частные производные $\left(\frac{\partial F}{\partial x_i}\right)'$ соответствуют неизменности всех остальных переменных, в том числе зависимым $x_1, x_2, ..., x_{i-1}$, $x_{i+1}, ..., x_n$, а $\frac{\partial x_1}{\partial x_{k+1}}$, $\frac{\partial x_2}{\partial x_{k+1}}$, ... определяются из уравнений связи (18) следующим образом.

Очевидно, что

$$\frac{\partial W_1}{\partial x_{k+1}} = \left(\frac{\partial W_1}{\partial x_{k+1}}\right)' + \frac{\partial W_1}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial x_1}{\partial x_{k+1}} + \frac{\partial W_1}{\partial x_2} \cdot \frac{\partial x_2}{\partial x_{k+1}} + \ldots +$$

$$+\frac{\partial W_1}{\partial x_k}\cdot\frac{\partial x_k}{\partial x_{k+1}}=0;$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial x_{k+1}}=\left(\frac{\partial W_2}{\partial x_{k+1}}\right)'+\frac{\partial W_2}{\partial x_1}\cdot\frac{\partial x_1}{\partial x_{k+1}}+\frac{\partial W_2}{\partial x_2}\cdot\frac{\partial x_2}{\partial x_{k+1}}+\ldots+ \qquad (21)$$

$$+\frac{\partial W_k}{\partial x_k}\cdot\frac{\partial x_k}{\partial x_{k+1}}=0;$$

....

Из системы уравнений (21) можно найти $\frac{\partial x_1}{\partial x_{k+1}}$, $\frac{\partial x_2}{\partial x_{k+1}}$, … в том случае, функции (18) заданы аналитически и дифференцируемы.

Систем уравнений типа (21) можно составить ($n-k$) и, решив их, определить искомые частные производные $\frac{\partial x_i}{\partial x_{k+1}}$ ($i=1,2,\ldots,k$).

Сложность такого решения задачи оптимизации заставляет использовать такой метод решения только в некоторых простых случаях.

Широкое распространение при решении задач оптимизации режима получил метод неопределенных множителей Лагранжа. При использовании этого метода вместо условий экстремума функции $F(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ переменных, связанных между собой k соотношениями (18), ищем условия экстремума функции Лагранжа

$$S=F+\sum_{i=1}^{k}\lambda_i W_i, \qquad (22)$$

где λ_i ($i=1,2,\ldots,k$) – постоянные множители, величина которых может быть определена вместе с решением задачи отыскания экстремума функции F, называемые неопределенными множителями Лагранжа.

Приравняв нулю частные производные от S по всем n переменным аргументам, получим n уравнений:

$$\frac{\partial S}{\partial x_1}=\frac{\partial F}{\partial x_1}+\sum_{i=1}^{k}\lambda_i\frac{\partial W_i}{\partial x_1}=0;$$

$$\frac{\partial S}{\partial x_2}=\frac{\partial F}{\partial x_2}+\sum_{i=1}^{k}\lambda_i\frac{\partial W_i}{\partial x_2}=0; \qquad (23)$$

....

Эти n уравнений (23) и k уравнений связи (18) составляют всего $n+k$ уравнений. Число неизвестных также равно $n+k$, а именно: n неизвестных значений переменных $x_1, x_2, ..., x_n$ и k неизвестных множителей Лагранжа $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_k$.

Это дает возможность найти значения аргументов, соответствующих экстремуму функции S. Но эти же значения, как следует из (22) и (18), соответствуют экстремуму функции F.

В обоих рассмотренных методах определялись значения аргументов, соответствующие экстремуму минимизируемой функции F. Для того, чтобы найденный экстремум был минимумом, необходимо проверить знак второго дифференциала функций F и S (в методе Лагранжа). Если $d^2F > 0$ или $d^2S > 0$, то данный экстремум является минимумом.

Определение знака второго дифференциала в большинстве случаев оказывается очень сложным, поэтому на основании опыта в решении практических задач в строительной отрасли приходится исходить из ряда допущений, которые позволяют считать, что определенный указанными выше способами экстремум является минимумом.

Определение оптимального режима по методу Лагранжа связано с решением сложной системы нелинейных уравнений единственно возможным путем последовательных приближений (итерационным способом). Во многих случаях при большом числе ограничений этот способ не может быть реализован из-за несходимости итерационного процесса. В таком случае целесообразно пользоваться третьим общим способом решения подобных задач, а именно градиентным методом.

Сущность градиентного метода заключается в том, что сначала задаются исходным режимом, удовлетворяющим принятым ограничениям, т.е. задаются произвольно значениями $n-k$ независимых переменных. Из k уравнений связи (18) находят значения остальных зависимых переменных (k). Полученный режим, конечно, не является оптимальным. Далее определяют частные производные по независимым переменным:

$$\frac{\partial F}{\partial x_{k+1}}, \frac{\partial F}{\partial x_{k+2}}, \ldots, \frac{\partial F}{\partial x_n},$$

которые в общем случае отличны от нуля. Затем вводят небольшие изменения независимых переменных Δx_{k+1}, Δx_{k+2}, ..., Δx_n, причем знак этих изменений переменных должен соответствовать уменьшению минимизируемой функции F, так что эти изменения приведут к более экономичному режиму.

Для этой цели следует выбрать знак Δx_{k+1}, противоположный знаку $-\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}$ и т.п.

Для быстрого перехода к оптимальному режиму следует подобрать такие значения Δx_{k+1}, Δx_{k+2}, ... , Δx_n, чтобы при некотором заданном значении величины шага h, равной

$$h = \sqrt{(\Delta x_{k+1})^2 + (\Delta x_{k+2})^2 + ... + (\Delta x_n)^2},$$

и определяющей величину приближения к минимуму, изменение F было бы наибольшим и обратным по отношению к градиенту. Другими словами, нужно найти такие значения Δx_{k+1}, Δx_{k+2}, ..., Δx_n, при которых ΔF будет минимально, т.е. будет иметь наибольшую абсолютную величину при отрицательном знаке. Эти изменения ограничены следующим условием:

$$W = h^2 - (\Delta x_{k+1})^2 - (\Delta x_{k+2})^2 - ... - (\Delta x_n)^2 = 0. \tag{24}$$

При достаточно малых изменениях независимых переменных, пренебрегая высшими членами разложения, получаем

$$\Delta F \approx \frac{\partial F}{\partial x_{k+1}} \cdot \Delta x_{k+1} + \frac{\partial F}{\partial x_{k+2}} \cdot \Delta x_{k+2} + ... + \frac{\partial F}{\partial x_n} \cdot \Delta x_n. \tag{25}$$

Применяем метод Лагранжа. Вместо минимума ΔF будем искать минимум функции Лагранжа S:

$$S = \Delta F + \lambda W,$$

где $W = 0$ – уравнение ограничения (24).

Условия минимума будут такие:

$$\frac{\partial S}{\partial \Delta x_{k+1}} = \frac{\partial \Delta F}{\partial \Delta x_{k+1}} - \lambda \cdot 2\Delta x_{k+1} = \frac{\partial F}{\partial x_{k+1}} - 2\lambda \Delta x_{k+1} = 0;$$

$$\frac{\partial S}{\partial \Delta x_{k+2}} = \frac{\partial \Delta F}{\partial \Delta x_{k+2}} - \lambda \cdot 2\Delta x_{k+2} = \frac{\partial F}{\partial x_{k+2}} - 2\lambda \Delta x_{k+2} = 0;$$

....

Отсюда

$$+2\lambda=\frac{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}\right)}{\Delta x_{k+1}}=\frac{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}\right)}{\Delta x_{k+2}}=\ldots=\frac{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{n}}\right)}{\Delta x_{n}}. \tag{26}$$

Решаем совместно уравнения (24) и (26). Возводя (26) в квадрат и подставляя эти значения в (24), получим

$$h^2=\frac{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}\right)^2+\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}\right)^2+\ldots+\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{n}}\right)^2}{4\lambda^2}.$$

Отсюда найдем, учитывая, что $\lambda<0$

$$-2\lambda=\frac{\sqrt{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}\right)^2+\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}\right)^2+\ldots+\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{n}}\right)^2}}{h}.$$

Следовательно, уравнение (26) преобразуется так:

$$\frac{\sqrt{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}\right)^2+\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}\right)^2+\ldots}}{h}=-\frac{\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}}{\Delta x_{k+1}}=-\frac{\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}}{\Delta x_{k+2}}=\ldots.$$

Искомые значения Δx_{k+1}, Δx_{k+2}, … равны

$$\Delta x_{k+1}=-\frac{h\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}}{\sqrt{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}\right)^2+\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}\right)^2+\ldots}};$$

$$\Delta x_{k+2}=-\frac{h\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}}{\sqrt{\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+1}}\right)^2+\left(\dfrac{\partial F}{\partial x_{k+2}}\right)^2+\ldots}}; \tag{27}$$

……………………………………………………

Задаваясь произвольно значением h, по формулам (27) можно определить величину и знак изменения независимых переменных.

При определении частных производных от F по независимым переменным можно пользоваться уравнениями (27) и (21).

Таким образом, градиентный метод требует предварительного определения некоторого произвольного исходного набора значений переменных, удовлетворяющего всем ограничениям.

Затем вычисляют значения всех частных производных $\frac{\partial F}{\partial x_i}$ для независимых переменных $x_{k+1}, x_{k+2}, \ldots, x_n$ и описанным выше способом находят изменения всех этих переменных Δx_{k+1}, …, Δx_n. При новых изменившихся значениях этих переменных определяют новые значения зависимых переменных $x_1, x_2, \ldots, x_k$. Затем повторяют тот же цикл изменений переменных до тех пор, пока эти изменения не станут меньше заранее заданных величин. Полученное решение будет оптимальным. Для объяснения названия метода заметим, что, рассматривая F как потенциал скалярного поля, мы получим условие движения в направлении, обратном градиенту как раз в виде уравнения (26).

Сравнивая все три общих метода, можно назвать следующие области их наиболее рационального применения:

а) 1-й метод (исключение k переменных с помощью уравнений связи) следует применять, если число ограничений очень невелико и уравнения связи являются линейными;

б) 2-й метод (метод Лагранжа) следует применять, если число ограничений невелико; уравнения связи могут быть и нелинейными;

в) 3-й метод (градиентный метод) нужно применять при наличии большого числа ограничений или тогда, когда применение итеративного способа в методе Лагранжа не дает сходимости.

Таким образом, формирование аналитического энергетического баланса при создании строительной продукции по экономическому критерию заключается в составлении фактических балансов в отдельных агрегатах и средствах комплексной механизации и автоматизации производственных процессов с последующей оценкой полезных затрат энергии и энергетических потерь. При составлении аналитических балансов согласно выражениям (1)-(27) особое внимание нужно уделять классификации энергетических потерь при создании продукции строительной отрасли.

К сожалению, в настоящее время большинство энергетических потерь устанавливаются расчетным путем, поэтому энергетические балансы в определенной степени являются условными. Для количественной оценки энергетических потерь (в зависимости от назначения и характеристики строительного предприятия) составляются частные энергетические балансы в аналитическом виде: топливный, тепловой и электрической энергии; в отдельных случаях целесообразна разработка аналитических балансов механической и гидравлической энергии, низких температур и сжатого воздуха.

Характеристика использования различных энергоносителей при создании строительной продукции должна осуществляться в обобщенно-сводной форме аналитического энергетического баланса. Как исходную величину, которая подлежит распределению по статьям эффективного использования и потерь, из синтезированного баланса берут фактическое потребление данного вида энергии. Неувязка баланса может служить критерием для оценки вероятности составленного баланса (в нормальных условиях, по данным исследований д.т.н., проф. Ю.И.Бакалина, она не должна превышать ±2,5% суммарного использования энергоносителей).

Нормализованные энергетические балансы промышленных предприятий формируются на основе фактических аналитических балансов, что дает возможность определить резервы экономии энергии и топлива и организационно-технологические и технические мероприятия по их реализации. В ряде случаев используют проектные данные или показатели испытаний и экспериментов, а также работы аналогичного оборудования других строительных или родственных по функциональному назначению предприятий. В этих балансах учитывают перспективные изменения в технологии, организации и объемах производства и оценивают влияние этих изменений на структуру энергетического баланса. За основу такого расчета необходимо принимать прогрессивные нормативы полезного использования и потерь энергии, что отвечает оптимальным техническим условиям строительного производства.

При выборе окончательного варианта схемы энергообеспечения строительного предприятия нужно учитывать динамику развития строительного предприятия, вероятностный характер изменения экономических показателей энергообеспечения района его дислокации, взаимосвязь балансов предприятия и района или региона. Учет всех этих особенностей позволит более эффективно формировать экономико-технологические системы строительного комплекса с учетом их энергоемкости.

1.Шутенко Л.Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы). – Харьков: Майдан, 2002. – 1054 с.

2.Бакалін Ю.І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: Навч. посібник. – Харків: ХІУ, 2002. – 200 с.

3.Ярошев Д.И. Проблемы комплексной механизации и энергетический метод. – М., 1958. – 118 с.

4.Маркович И.М. Оптимизация режимов энергетических систем. – М.: МЭИ, 1967. – 62 с.

5.Оптимизация топливно-энергетического комплекса / В.Н.Кальченко, Г.Г.Гребенкин, М.И.Минц и др. Под ред. А.Н.Алымова. – К.: Техніка, 1979. – 143 с.

6.Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Маляренко В.А., Стольберг Ф.В., Шутенко Л.Н. Базовые энергоустановки и технологии производства энергии с учетом экологических аспектов. Ч.1. Энергогенерирующие установки на органическом топливе: Уч. пособие. – Харьков: ХГАГХ, 2001. – 210 с.

Получено 05.11.2002

ББК 65.06

К.А.ВЕЛИКИХ

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассматриваются проблемы и критерии оценки эффективности организации электротехнических предприятий в г.Харькове и регионе.

В настоящее время рост концентрации производства способствует усилению внимания к проблеме эффективности организации как фактора развития предприятий электротехнической промышленности Украины. Она определяется тем, насколько взаимосвязаны механизмы наращивания синергетического эффекта, его распределения, и измеряется количественно. С одной стороны, эффективность организации может быть оценена по конечным результатам деятельности предприятий, с другой – в аспекте деятельности непосредственно подсистемы с помощью особых, специфических критериев, отражающих результаты функционирования структуры и составляющих ее элементов.

Эффективность функционирования организации не может рассматриваться только сама по себе, изолированно от эффективности производства, в отрыве от эффективности функционирования в конкретной экономической среде. Содержание эффективности определяется границами исследования и зависит от того, какие параметры (цели, ресурсы и т.д.) включаются в непосредственный анализ. В качестве критериев нами предлагаются: гибкость, приспособляемость к изменяющимся условиям внешней среды; способность предприятий правильно воспринимать, анализировать и прогнозировать реальные внешние условия и своевременно перераспределять ресурсы; наличие