где N_H -- нормативное усилий натяжение болта;

f – коэффициент трения;

B_0, B_1 -- эмпирические параметры, значения которых для низколегированной и углеродистой стали, приводятся в таблице $[2]$.

Изменение Δl_1 расстояний между центрами узлов i-го элемента определяется как сумма упругой деформации Δ_{1i} и Δ_{2i}

$$\Delta l_1 = \Delta l_{yi} + \Delta_{1i} + \Delta_{2i},$$

или

$$\Delta l_i = N(\frac{l_i}{EF_i} + \frac{1}{E_{C,1i}} + \frac{1}{E_{c,2i}}).$$

Отсюда модуль линейной деформации i-го элемента

$$E_{эi} = \frac{l_i E E_{c,1i} E_{c,2i}}{EF_i E_{c,1i} + EF_i E_{c,2i} + l_i E_{c,1i} E_{c,2i}}.$$

Допуская, что величины смещений в соединениях в начале Δ_{1i} и конце Δ_{2i} i-го элемента одинаковы, модуль деформации элемента будет определяться по формуле:

$$E_{эi} = \frac{l_i E E_{c,i}}{2EF_i + l_i E_{c,i}}.$$

Расчет ведется методом итерации с поэтапным уточнением усилий в элементах статически неопределимых систем. Итерационный процесс можно выполнять, также уточняя напряжения σ_i в i-том элементе. В этом случае формула для определения модуля деформации будет иметь вид:

$$E_{эi} = \frac{E}{\frac{2E\Delta_i}{l_i \sigma_i} + 1}.$$

В первом приближении значения $E_{эi}$ определяется по напряжениям в конструкции с не смещающимися узлами.

Таким образом, замена модуля упругости на модуль линейной деформации позволит учесть смещения в болтовых соединениях при расчете многократно статически неопределимых систем и избежать перераспределений усилий в элементах, приводящих к разрушению конструкций.

МИНИМИЗАЦИЯ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Егунов В.П., Суетов А.В.

Самарский государственный архитектурно-строительный университет,

Самара, Россия

Первые аппаратурные реализации термического анализа (более полутора веков назад) осуществлялись путем погружения исследуемого образца с термочувствительным элементом в предварительно нагретую печь и регистрации темпа его нагрева. Низкая чувствительность такой схемы привела к появлению так называемой дифференциальной схемы, когда в нагреваемую печь помещаются помимо тигля с исследуемым образцом второго тигля с веществом не имеющим никаких превращений («эталон») в интервале заданных температур. Регистрация одновременно с температурой образца и разности температур между образцом и эталоном (дифференциальная кривая) позволила существенно (на порядки) повысить чувствительность метода. Однако, необходимость помещения в печи двух тиглей, причем в максимально идентичных тепловых условиях и одновременно минимально влияющих друг на друга отразилась на размерах, мобильности и потребляемой печью мощности.

Размещение образца и эталона в отдельные синхронно управляемые печи уменьшила потребляемую мощность, увеличила «мобильность» и «разрешающую способность» метода.

Замена одной из печей (эталона) специальным образом сформированным электрическим сигналом позволила реализовать так называемый «безэталонный метод» ДТА, полностью сохранив принцип метода и открыв возможности целенаправленного управления ходом дифференциальной записи при настройке аппаратуры.

Применение специального «катарометрического» датчика обеспечило непрерывную регистрацию теплопроводности и объёма выделяемого образцом газа (газоволюмография).

Дальнейшая минимизация аппаратуры для ДТА естественно потребовала более широкого использования возможностей ЭВМ не только в сфере регистрации и обработки получаемой информации, но и в сфере управления самим процессом нагрева. Термоаналитический комплекс для ДТА включал в себя теперь тепловой блок (печь и датчики), блок сопряжения и управления (усилители, аналогоцифровые и цифроаналоговые преобразователи) и программу первичной обработки ЭВМ промежуточной и конечной информации. Реализация подобной схемы позволила достичь при работе в области 50-1000 ^{0}C следующих характеристик теплового блока: навеска образца – 50 мг, скорости нагрева – от 0,1 до 1 К/с, потребляемая мощность – 20 Ватт, минимальная масса блока – 50 г.

Ближайшая перспектива: непрерывная регистрация массы образца (в сочетании с газоволюмографией) позволит обеспечить реализацию ДТА для решения самых востребованных задач практики.

К ВОПРОСУ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ В НОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

Меньшов Е.Н.
Ульяновский государственный технический университет
Ульяновск, Россия

В работах [1-2] изложены модернизированные уравнения *Максвелла,* получены их решения и проведены некоторые исследования. В новых уравнениях состояние ЭМП характеризуется теми же силовыми характеристиками поля, что и в традиционной модели. Для равномерного движения заряда со скоростью $\mathbf{v}$ = const в [3] приводятся следующие формулы:

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_{\varphi о} - c^{-2}\mathbf{v}(\mathbf{v}\mathbf{E}_{\varphi э}) + \tau(\mathbf{v}\nabla)\mathbf{E}_{\varphi о}, \quad \mathbf{B} = c^{-2}\,[\mathbf{v}\mathbf{E}_{\varphi о}], \qquad (1)$$

где $\mathbf{E}_{\varphi о}$ – есть напряженность потенциального электрического поля, которая выражается через расчетный потенциал $\varphi_о$ следующим образом

$$\mathbf{E}_{\varphi о} = -\,\mathrm{grad}\varphi_о, \quad (1 + \tau(\mathbf{v}\nabla))\,\mathbf{E}_{\varphi э} = \mathbf{E}_{\varphi о}, \qquad (2)$$

$$-\tau^2\partial^2(\Delta\varphi_о)/\partial t^2 + \Delta\varphi_о - c^{-2}\partial^2\varphi_о/\partial t^2 = -\rho/\varepsilon_о. \qquad (3)$$

Здесь (3) волновое уравнение, τ – постоянная времени, ∇ – оператор набла.

Характеристики (1) зависят от запаздывающего момента времени. В традиционной теории переход к текущему моменту времени проводится на основе преобразований *Лоренца*

$$x' = (x - vt)\,/\{1 - (vc^{-1})^2\}^{1/2}, \quad y' = y, \quad z' = z. \qquad (4)$$

В новой электродинамике преобразования *Лоренца* в общем случае не работают. Поэтому нужно найти преобразования, которые бы позволили выразить (3) уравнением *Пуассона*

$$\Delta'(\varphi_о)' = -\rho'/\varepsilon_о. \qquad (5)$$

Рассмотрим случай равномерного движения заряда в той системе координат, в которой направление движения заряда q совпадает с ось OX, а начало координат находится в точке, которую заряд проходит в момент t=0. Тогда уравнение движения заряда описывается выражением $\mathbf{R} = X\mathbf{e_x} + Y\mathbf{e_y} + Z\mathbf{e_z} = \mathbf{r} - \mathbf{v}t$ (X=x–vt, Y=y, Z=z), где R расстояние от заряда до неподвижной точки M с координатами (x, y, z).

Выражаем приращения координат и времени в точке M через приращения проекций вектора $\mathbf{R}$:

$$\partial t = -\,\partial X/v, \ \partial x = \partial X, \ \partial y = \partial Y, \ \partial z = \partial Z. \qquad (6)$$

Тогда волновое уравнение (3) преобразуется к виду

$$(\mathbf{1} - (\tau\mathbf{v})^2\,\partial^2/\partial X^2)\Delta\varphi_о - \mathbf{v}^2c^{-2}\partial^2\varphi_о/\partial X^2 = -\rho/\varepsilon_о. \qquad (7)$$

Введем обозначения $(\mathbf{1} - (\tau\mathbf{v})^2\partial^2/\partial X^2) = D_{2\tau}$, $\partial^2/\partial X^2 = D_{2x}$ и обратные к ним операторы $D^{-1}_{2\tau}D_{2\tau} = \mathbf{1}$, $D^{-1}_{2x}D_{2x} = \mathbf{1}$, которые коммутируют между собой.

Запишем (7) в виде системы уравнений:

$$D_{2x}(\mathbf{1} - \mathbf{v}^2c^{-2}D^{-1}_{2\tau})\varphi_0 + \Delta_\perp\varphi_о = -\rho_1/\varepsilon_о, \qquad (1 - (\tau\mathbf{v})^2\,\partial^2/\partial X^2)\rho_1 = \rho, \qquad (8)$$

здесь $\Delta_\perp$ - двухмерный оператор *Лапласа*. Уравнение (8) может иметь вид уравнения (5), если будет выполняться следующее равенство

$$D_{2x}(\mathbf{1} - \mathbf{v}^2c^{-2}D^{-1}_{2\tau})\varphi_0 = D_{2x'}\varphi_0, \quad (\text{где} \quad D_{2x'} = \partial^2/\partial x'^2). \qquad (9)$$

Из (9) следует равенства операторов: