



Рисунок 3 – Аппроксимация линейной функцией энергетической калибровки спектрометра с учетом погрешностей

Заключение. В лабораторном практикуме по дозиметрии и спектрометрии БНТУ задействованы следующие подходы, использующие информационные технологии на различных этапах выполнения практикума:

- получение максимально полной и свежей информации по радионуклидам и ядерным реакциям из online баз данных ядерных констант;
- использование прикладного научно-инженерного пакета Origin для анализа и графического представления данных;
- разработка собственного программного обеспечения для анализа спектров сцинтиляционного гамма-спектрометра;
- компьютерное тестирование знаний на контроле.

Активное внедрение информационных технологий в лабораторный практикум повышает эффективность обучения, формирует дополнительные компетенции студентов в сфере анализа и обработки информации, а также способствует формированию научного потенциала студентов.

УДК 621.315.176

ВЕКТОРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СТАТИКИ ГИБКИХ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Коледа-Сакович Д.Г., Бладыко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

При выводе формул стрел провеса и поправочного коэффициента для определения тяжений в методике механического расчета [1] принимается, что провод и гирлянда являются параболой, нагрузки действуют перпендикулярно к горизонтальному пролету, кривая провисания провода и гирлянд находится в одной плоскости, а длина гирлянды равна ее горизонтальной проекции. При определении тяжений в проводе не учитывается его изменение вдоль длины пролета. Эти допущения ограничивают применение приближенной методики частными случаями расположения проводов и отпаек.

Точный расчет механических напряжений возможен при представлении проводов гибкой упругой нитью, что позволяет относительно легко решить задачу учета упругих и температурных удлинений провода в различных режимах климатических воздействий. Поэтому в основу разработанного в БНТУ векторно-параметрического метода механического расчета

проводов воздушных линий (ВЛ) положена расчетная модель проводов в виде гибкой упругой нити [2-5].

Механический расчет проводов сводится к решению уравнений статики гибкой нити, составленных в векторно-параметрической форме $\bar{R}(s_0)$, где \bar{R} – радиус-вектор в декартовой системе координат x, y, z , а s_0 – дуговая координата, представляющая собой длину участка провода до растяжения и при нулевой температуре $t = 0$. Они вытекают из векторно-параметрических уравнений динамики гибкой нити, в которых производные по времени принимаются равными нулю [7], и записываются в матричной форме

$$\|W\| \cdot \left\| \frac{d^2 \bar{R}}{ds_0^2} \right\| = -\|\bar{P}\|, \quad (1)$$

где

$$\|W\| = \begin{vmatrix} \lambda^2 + b^2 \left(\frac{dx}{ds_0} \right)^2 & b^2 \frac{dx}{ds_0} \cdot \frac{dy}{ds_0} & b^2 \frac{dx}{ds_0} \cdot \frac{dz}{ds_0} \\ b^2 \frac{dy}{ds_0} \cdot \frac{dx}{ds_0} & \lambda^2 + b^2 \left(\frac{dy}{ds_0} \right)^2 & b^2 \frac{dy}{ds_0} \cdot \frac{dz}{ds_0} \\ b^2 \frac{dz}{ds_0} \cdot \frac{dx}{ds_0} & b^2 \frac{dz}{ds_0} \cdot \frac{dy}{ds_0} & \lambda^2 + b^2 \left(\frac{dz}{ds_0} \right)^2 \end{vmatrix};$$

$$\left\| \frac{d^2 \bar{R}}{ds_0^2} \right\| = \begin{vmatrix} \frac{d^2 x}{ds_0^2} \\ \frac{d^2 y}{ds_0^2} \\ \frac{d^2 z}{ds_0^2} \end{vmatrix}; \quad \|\bar{P}\| = \begin{vmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{vmatrix};$$

p_x, p_y, p_z – проекции вектора внешней суммарной распределенной нагрузки на оси координат на единицу длины провода;

$$\lambda^2 = \frac{T}{1+e}; \quad b^2 = \frac{d^2 - \lambda^2}{(1+e)^2}; \quad d^2 = \frac{1}{\alpha_y (1 + \alpha t)};$$

T – модуль тяжения;

e – деформация элемента провода;

$\alpha_y = \frac{1}{EF}$ – коэффициент упругого удлинения провода;

E – модуль упругости провода;

F – сечение провода;

α – коэффициент температурного удлинения провода;

t – температура провода.

Величина s выражается через длину дуги s_0 до нагрева и до растяжения, которая остается неизменной при изменении режимов. При этом полагается, что температурное удлинение и растяжение провода подчиняются линейному закону

$$ds(T, t) = ds_0(1 + \alpha t)(1 + \alpha_y T), \quad (2)$$

где $ds(T, t)$ – длина элемента провода после нагрева и растяжения; ds_0 – то же, до нагрева и растяжения, т.е. при температуре $t = 0$ и при тяжении $T = 0$.

Деформация элемента провода вследствие нагрева и растяжения рассчитывается по следующей формуле:

$$e = \frac{ds - ds_0}{ds_0} = \frac{ds}{ds_0} - 1. \quad (3)$$

Из нее находится отношение

$$\frac{ds}{ds_0} = 1 + e,$$

подставляемое в (2). После этого выражение (2) преобразуется к виду $T = f(e)$

$$T = \frac{e - \alpha t}{\alpha_y(1 + \alpha t)}.$$

Деформация провода зависит от его координат. Длина элемента ds определяется через проекции вектора \bar{R} на оси координат

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$$

и подставляется в (3)

$$e = \sqrt{\left(\frac{dx}{ds_0}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds_0}\right)^2 + \left(\frac{dz}{ds_0}\right)^2} - 1.$$

В местах соединения гирлянд изоляторов, проводов, отпаек, распорок, заградительных шаров и других конструктивных элементов действуют сосредоточенные нагрузки. Уравнения статики элементов проводов, на которые действуют как распределенные, так и сосредоточенные нагрузки, находятся из уравнения

$$T \frac{d^2 \bar{R}}{ds^2} + \frac{dT}{ds} \frac{d\bar{R}}{ds} + \bar{q} + \frac{\bar{T}_0}{ds} + \frac{\bar{P}_c}{ds} = 0,$$

где T – тяжение проводов; \bar{T}_0 – вектор усилия от отпаек к аппаратам в точках их крепления к проводам; \bar{q} – суммарная распределенная нагрузка на провода; \bar{P}_c – вес сосредоточенных нагрузок (отпаек, зажимов, коромысел, распорок, шаров и шлейфов).

Проекции p_x , p_y и p_z , входящие в уравнение (1), представляют собой суммарную нагрузку

$$\bar{p} = \bar{q} + \frac{\bar{T}_0 + \bar{P}_c}{ds}.$$

Матричное уравнение (1) при решении относительно матрицы старших производных записывается так:

$$\left\| \frac{d^2 \bar{R}}{ds_0^2} \right\| = \|W\|^{-1} \cdot \|\bar{p}\|.$$

Описывающие статику гибкой упругой нити дифференциальные уравнения второго порядка являются нелинейными [2]. Их численное решение реализуется разностным методом [6-8].

Численный метод механического расчета гибких проводов реализован в пакете компьютерных программ MR2.20 [7]. При его разработке учтены замечания и предложения проектных организаций России и Беларуси, которые использовали ранние версии пакета программ, а также требования нового ПУЭ [8].

Расчеты по всем методикам [5] дают схожие результаты. Можно пользоваться принятой в проектной практике моделью провода в виде параболы, если точно известны значения составляющих сосредоточенных сил. Компьютерная программа MR2.20 позволяет точно определить составляющие сосредоточенных сил по всем направлениям.

УДК 004

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМА SCIENCE STUDENT

Конончук Е.А.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе

Часто в наши дни одаренные и талантливые студенты, стремящиеся к саморазвитию и самообразованию, внося вклад в развитие жизни общества, сталкиваются с тем, что не могут найти место реализации их потенциала. Не имеют возможности познакомиться и пообщаться с единомышленниками для обсуждения и решения потенциальных проблем науки и общества, вкладываясь в будущее. А также не имеют возможности задавать сложные и требующие серьезного рассмотрения вопросы, на которые могут дать свой совет или консультацию выдающиеся деятели науки, отрасли и бизнеса по большому спектру специальностей.

Поэтому была разработана идея для создания научно-образовательной онлайн-платформы Science Student, предназначенная для студентов высших/среднеспециальных заведений (вузов, колледжей, техникумов) РФ и зарубежных стран - партнеров сотрудничества МГРИ. Платформа позволяет решить широкий ряд задач, связанных, во-первых, с привлечением студентов к научной деятельности, их развитием в научной области, разработкой и развитием инновационных идей на междисциплинарном и международном уровне. А также платформа служит базой для работы в команде удаленно по регионам РФ и зарубежным странам и предоставляет возможность получения консультативной поддержки от научных деятелей и профессионалов (работников/руководителей) крупных компаний РФ и зарубежных стран.

Использование онлайн-платформы открывает для учащихся огромный спектр возможностей. Студенты смогут наладить связь со сверстниками из других стран для продуктивного обмена знаниями, навыками, изучением языков и культурного обмена. Они будут иметь возможность создать свою команду единомышленников со всего мира для участия во всеразличных конкурсах для развития и реализации своих идей и проектов, а также выбирать и присоединиться к уже имеющейся команде в соответствии с интересами. К тому же, в отличие от платных дорогостоящих курсов или самостоятельного изучения дисциплин посредством энциклопедий и книг, наша программа предоставляет возможность студентам самостоятельно задавать волнующие вопросы, получать консультации и вести общение с выдающимися научными деятелями, профессионалами компаний, лауреатами и призерами различных наград и премий, что увеличит число успешных инновационных и ИТ-проектов и побудит интерес к научной деятельности. И еще одно грандиозное преимущество – разрушение границ по локализации, т.е. проведение встреч и представлений своих разработанных проектов онлайн. У студентов отпадает необходимость личного присутствия на конференциях, что позволяет избежать ненужных затрат на перелет, визу, проживание и прочие нужды.

Благодаря понятному и интуитивному интерфейсу пользователи платформы смогут легко в ней ориентироваться. Использование платформы начинается с создания личного кабинета, где участник заполняет личный профиль, состоящий из нескольких отделов. В одном указывается общая информация участника, включающая описание его места проживания, увлечений и хобби, предпочтений в различных сферах жизни, что он ценит в наибольшей