Результати проведених чисельних досліджень мали за мету подальшого проектування залізобетонних елементів , що мали найменше проникнення ударника в тіло плити. Використання програмного комплексу ANSYS передбачало використання дослідного ударника. Модель матеріалу прийнята на підставі рекомендацій роботи [1] з такими характеристиками: циліндрична форма діаметром 23 мм; довжина ударника 65 мм; форма головної частини – тупа; початкова швидкість ударника 800 м/с; гексаедр розміром 4 мм; кількість елементів – 425; кут зустрічі – ОО; густина матеріалу – 7750 кг/м^3; межа текучості – 1539 МПа; температура плавлення 1489,9 °С; модуль зсуву – 81,8 ГПа, а також дослідної плити: товщина – 400 мм; матеріал – бетон класу – С35; гексаедр розміром 4 мм; кількість елементів – 1834326.

Характер проникнення ударника в тіло бетонної плити наведений на рис. 1, зміна швидкості ударника наведена на рис. 2.

Визначені особливості проникнення ударника в бетонну плиту можуть бути використані у подальшому для проектування залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в умовах дії динамічних навантажень.

Література

1. Hakan Hansson, Peter Skoglund. SWEDISH DEFENCE RESEARCH AGENCY. Weapons and Protection. Simulation of Concrete Penetration in 2D and 3D with the RHT Material Model. November 200.

THE GENERALIZED FUNCTION THEORY USE FOR INVESTIGATING SHELLS WITH DISCONTINUITY

Dovbnya K. M.
Donetsk national university named after Vasyl Stus, Ukraine, Vinnytsia, e-mail: kmd.ukr@gmail.com

Shells of various configuration are widely used in different branches of modern engineering, aircraft building, shipbuilding, industrial and civil building. At the same time the priority is given to the security question.

To create strong shell structures it is very important to investigate their tense-deformed state. Since in every physical body there are a lot of structural defects, then it makes the task very difficult.

According to experimental research data the presence of holes, cracks, structural sections, inclusions and the other stress concentrators has an essentially impact on bearing capacity of structures. In this case the strength properties of shells are much lower than the properties of plates, and consequently there is a need to calculate as precisely as possible the additional stress field, which comes up as a result of discontinuity in constructions.

For today there are a variety of approaches to solving problems of stress concentration research in shells with sections and holes. These problems are very complicated in mathematical relation, that is why the most of known solutions relate to shells of a particular kind (as usual spherical or cylindrical) or they obtained by the small parameter method and so the sphere of their use is very limited.

Much more effective method of solving problems about stress concentration in shells with sections and holes is their consolidation to systems of boundary integral equations.

One of the advantages of using boundary integral equations method for investigating the stress-strain state in shells, weakened by the system of cracks, inclusions and holes, is the possibility to determine the desired quantities directly on the contour of the section or hole without calculating them on the whole shell surface.

In this report discusses the procedure for constructing boundary integral equations and it is based on the theory of generalized functions and two-dimensional Fourier transformation. And it uses the approach for constructing generalized function theory or Sobolev-Schwartz approach. Mathematical foundations of functional approach for this theory are described in detail in the works of V. S. Vladimirov [1, 2], I. M. Helfand, H. Y. Shilov [3–5], K. M. Dovbnya [6–9], who made a significant contribution to development of generalized function theory and its additions.

In problems of the theory of shells with sections and holes the displacements and angles of turning have jumps on contours of sections and holes. To describe this functions and also their derivatives let us indicate singular generalized function δ_{L_P}, concentrated on the contour L_p, which has the following property:

$$\left(f,\delta_{L_P}\right)=\int_{-l_p}^{l_p} f\left(\alpha_p(s),\beta_p(s)\right)\delta\left(x-\alpha_p(s),y-\beta_p(s)\right)ds\,, \quad (1)$$

where f is an arbitrary infinitely differentiable function;

$\delta(x,y)=\delta(x)\delta(y)$ is the two-dimensional δ-function.

For function $f(x,y)$, which has jumps on curves $L_P(p=\overline{1,N})$ and is continuous at the remaining points, the generalized partial derivatives determine like the following:

$$\frac{\partial f}{\partial x}=\left\{\frac{\partial f}{\partial x}\right\}+\sum_{p=1}^{N}\left(n_{1p}\left[f\right]_{L_p},\delta_{L_p}\right); \quad (2)$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \left\{ \frac{\partial f}{\partial y} \right\} + \sum_{p=1}^{N} \left(n_{2p} \left[f \right]_{L_p}, \delta_{L_p} \right),$$

where $\frac{\partial f}{\partial x}$, $\frac{\partial f}{\partial y}$ and $\left\{ \frac{\partial f}{\partial x} \right\}$, $\left\{ \frac{\partial f}{\partial y} \right\}$ are generalized and classic derivatives respectively;

$\left[f \right]_{L_p}$ is a jump of the function f when passing through the contour line from the side of the vector of the external normal.

From correlation (2) and properties of δ-function it implies, that the derivative in generalized meaning equals classic derivative outside curves $L_P(p = \overline{1, N})$.

The report examines different variants of singular integral equations systems, to which problems of stress concentration investigating in plates and shells with cracks and holes of arbitrary configuration are reduced. And also were given the results of numeric solutions of received singular integral equation systems.

References

1. Владимиров В. С. Обобщенные функции в математической физике / В. С. Владимиров. – М. : Наука, 1976. – 280 с.

2. Владимиров В. С. Уравнения математической физики / В. С. Владимиров. – М. : Физматгиз, 1967. – 436 с.

3. Гельфанд И. М. Обобщенные функции и действия над ними / И. М. Гельфанд, Г. Е. Шилов. – М. : Физматгиз, 1958. – 470 с.

4. Шилов Г. Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г. Е. Шилов. – М. : Наука, 1965. – 328 с.

5. Шилов Г. Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г. Е. Шилов. – М. : изд-во МГУ, 1984. – 208 с.

6. Dovbnya K. M. Determination of the sizes of plastic zones in a double-curvature orthotropic shell with surface crack with regard for the hardening of the material / K. M. Dovbnya, N. D. Er'omina // Mater. Sci. – 2016. – 52, No. 2. – P. 287–294.

7. Dovbnya K. M. Stressed state of a shell of double curvature with two collinear cracks under bending / K. M. Dovbnya, Yu. V. Hryhorchuk // J. Math. Sci. – 2016. – 212, No. 1. – P. 98–105.

8. Dovbnya K. Mutual Influence of Collinear Surface Cracks and a Circular Hole in the Isotropic Plate / K. Dovbnya, N. Krupko // Journal of Mathematical Sciences. – 2014. – Vol. 201. – № 2. – Pp. 190–199.

9. Dovbnya K. M. Studies on the Stress State of an Orthotropic Shell of Arbitrary Curvature with the Through Crack Under Bending Loading / K. M. Dovbnya, N. A. Shevtsova // Strength of Materials. – 2014. – 46, No. 3. – P. 345–349.

О ПРЕДСТАВЛЕНИИ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОВ РОТОРА В ПРОИЗВОДНЫХ ОТ ЕГО ПРОГИБА

Ройзман В. П.
Хмельницький національний університет, e-mail: royzman@ukr.net

У гибкого ротора возрастание прогибов сопровождается ростом неуравновешенных сил, а, следовательно, – реакций опор, вибраций, внутренних изгибающих моментов, углов перекоса сечений и сидящих на валу дисков, относительных деформаций и напряжений. Каждый из перечисленных параметров связан с другими – с начальным дисбалансом и прогибом и потому, если имеется возможность измерения или аналитического перехода к желаемым параметрам от другого измеряемого, они принципиально могут быть использованы для идентификации эксцентриситетов.

Например, с помощью тензорезисторов можно измерять относительные деформации, и через них получать кривизну, напряжения, изгибающие моменты, с помощью оптических средств – измерять углы поворота сечений, с помощью пьезодатчиков и специальных тензометрических устройств – реакции опор, с помощью бесконтактной емкостной, индуктивной, лазерной аппаратуры – прогибы. В связи с этим рассмотрим, как проявляется неуравновешенность в производных от прогиба по абсциссе сечения, первая из которых есть угол поворота сечений, вторая – пропорциональна кривизне ротора, его относительной деформации, изгибающему моменту, третья – неуравновешенным силам, четвертая – интенсивности распределенной нагрузки от локальных дисбалансов. Для этого в общем случае необходимо дифференцировать выражение (1), при этом результат будет зависеть от вида самих функций $y(z)$, описывающих собственные формы изгиба ротора.

$$y(z) = \hat{a}_1 \acute{o}_1(z) \frac{1}{\frac{\omega_1^2}{\omega^2} - 1} + \ldots + \hat{a}_n \acute{o}_n(z) \frac{1}{\frac{\omega_n^2}{\omega^2} - 1} + \ldots . \tag{1}$$