8 Сулейманова И.А. Видовой состав, распределение и динамика развития макрозообентоса Северного Абшеронского залива Каспийского моря // Тр. Ин-та Зоологии наН Азербайджана. – Баку.- 2006.- Т.XXVIII.- С. 855 – 864.

9 Сулейманова И.А. Микро- и макрозообентос Северного Абшеронского залива Каспийского моря. - Автореф. канд. диссерт. Баку, 2007. - 20 с.

10 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищ. пром-сть, 1966. - 376 с.

11 Методическое пособие по изучению питания и пищевых взаимоотношений рыб в естественных условиях. - М.: наука. – 1974. - 254 с.

12 Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М.; Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 208 с.

13 Решетников Ю.С. (ред.). Атлас пресноводных рыб России. - В 2 т. М.; наука, 2002. - 379+253 с.

14 Багуцкая Н.Г., насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими значениями. - М.; Т-во науч. изд. КМК, 2004. - 389 с.

ТҮЙІН

С.Ш. Сулейманов, *биология ғылымдарының кандидаты,*
А.П. Азизов, *биология ғылымдарының кандидаты*
Азербайджан ҰҒА Зоология институты (Азербайджан, Баку қ.)

Каспий теңізінің Солтүстік Абшерон шығанағы балықтарының түр-тұқымдық құрамы мен басым түрлерінің қоректенуі

Каспий теңізінің Солтүстік Абшерон шығанағында 2010-2012 жж аралығында балықты аумен аулау нәтижелерінің талдауы келтірілген, олардың негізінде 8 тұқымдасқа жататын балықтардың 26 түрін (16 теңіз балығының, 10 өтпелі және жартылай өтпелі түрін) қамтитын Каспий теңізі Солтүстік Абшерон шығанағының ихтиофаунасы ұсынылды. Әр тұқымдастың жеке түрлерінің таралу сипаты мен саны туралы қысқаша мәліметтер берілген. Солтүстік бағыттағы теңіз балықтары түрлерінің (Alosa braschnikowi kisselewitschi гасанкулинск майшабағы, A.b.sarensis саринск майшабағы) ареалдарын кеңейту тенденциясы белгіленген.

Кілтті сөздер: *Солтүстік Абшерон шығанағы, ихтиофауна, биологиялық әр түрлілік, тарату, саны, доминантты түрлер, қоректену.*

RESUME

S.Sh.Suleimanov*, candidate of Biological Scinces,*
A.P.Azizov*, candidate of Biological Scinces*
Institute of Zoology, Azerbaijan *National Academy of science (*Azerbaijan*, Baku)*

The species composition and nutrition of dominant fish species of North Absheron Gulf of Caspian Sea

The results of analysis of catches with stationary nets made from 2010 to 2012 in the North Absheron Gulf of the Caspian Sea have been presented. 26 species of fish belonging to 8 families (16 marine species, 10 migratory and semi-migratory species) is registered in the catches. There are data distribution and abundance of each species for all of the families are summarized. The tendency of expansion of areals of marine species (Alosa braschnikowi kisselewitschi, A.b.sarensis) to the north is registered.

Key words: *North Absheron Gulf, ichthyofauna, biodiversity, distribution, quantity, dominant species, feeding.*

УДК 669.184.125

Е.Ю. Налётенко,
С.Н. Шарая, кандидат физико-математических наук
Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар).
E-mail: kaf_ivt@mail.ru

Математическое исследование температурного поля футеровки

Аннотация. *Математическими методами исследовано температурное поле огнеупорной кладки печи. Получено распределение температуры в стенке при установке водоохлаждаемых кессонов.*

Ключевые слова: *футеровка, температура, математическое моделирование, решение Фурье.*

Производительность высокотемпературных агрегатов по производству меди тесно связана с её техническим состоянием. В процессе эксплуатации элементы огнеупорной кладки подвергаются разрушающему воздействию. Знание степени разрушения различных участков агрегата даёт возможность своевременно проводить текущие и капитальные ремонты, правильно рассчитывать режимы работы, повысить безопасность обслуживания.

Наибольшему износу подвергается кладка торцовых стен, так как в них расположены шпуровые отверстия для выпуска штейна и шлака и при выпуске продуктов плавки футеровка стен в области шпуров постепенно размывается.

Одним из основных методов контроля толщины футеровки является установление зависимости температуры от толщины кладки. Температура-это единственный внешний фактор, по которому можно судить о прогаре футеровки. В начале исследуем температурное поле стены без кессонов.

Для понижения температуры стенки в футеровке современных руднотермических печей монтируются водоохлаждаемые кессоны. Математически задача описывается одномерным стационарным уравнением теплопроводности

$$\frac{d^2T}{dx^2} = 0 \tag{1}$$

С граничными условиями

$$-\lambda \frac{dT}{dx}\Big|_{x=H} = \alpha(T - T_b)\Big|_{x=H} \tag{2}$$

$$T\Big|_{x=0} = T_M \tag{3}$$

где x — координата вдоль толщины стенки, H — толщина стенки, λ — коэффициент теплопроводности, α — коэффициент теплопередачи стенки в воздух, T_M — температура расплавленной меди, T_b — температура окружающего воздуха.

Интегрируя уравнение (1), получим

$$T(x) = ax + b \tag{4}$$

Решение (4) должно удовлетворять граничным условиям (3) и (2):

$$T\Big|_{x=0} = T_M = b \text{ , то есть } b=T_M \text{ ,}$$

$$-\lambda \frac{dT}{dx}\Big|_{x=\text{H}} = \alpha(ax + \text{T}_\text{M} - \text{T}_\text{b})\Big|_{x=\text{H}}$$

$$-\lambda a = \alpha(aH + T_M - T_b)$$

$$a = -\frac{\alpha(T_M - T_b)}{\lambda + \alpha H} \tag{5}$$

Подставляя (5) в формулу (4), получим

$$T(x) = -\frac{\alpha(T_M - T_b)}{\lambda + \alpha H}x + T_M. \tag{6}$$

Обозначим $k = \frac{\alpha}{\lambda}$, тогда

$$T(x) = -\frac{k(T_M - T_b)}{kH + 1}x + T_M. \tag{7}$$

Таким образом, если в футеровку не вмонтированы кессоны, то её температура линейно зависит от толщины стенки.

Определим, как изменится распределение температуры в стенке при установке водоохлаждаемых кессонов. Температуру кессона обозначим T_k, координаты расположения (x_0, y_0), расстояние между кессонами l. Процесс описывается двумерным уравнением Лапласа с соответствующими граничными условиями

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}=0 \tag{8}$$

$$-\lambda\frac{\partial T}{\partial x}\Big|_{x=H}=\alpha(T-T_b)\Big|_{x=H} \tag{9}$$

$$T\Big|_{x=0}=T_M, \quad T(x_0,y_0)=T_k \tag{10}$$

$$\frac{\partial T}{\partial y}\Big|_{y=l}=0 \tag{11}$$

Будем искать решение этой задачи в виде двух функций

$$T(x,y)=\varphi(x)+f(x,y),$$

где $\varphi(x)$ —решение в случае без кессонов.

Решение $f(x,y)$ ищем методом Фурье в виде равномерно сходящегося ряда:

$$f(x,y)=\sum_{n=0}^{\infty}\left(A_n e^{\lambda_n x}+B_n e^{-\lambda_n x}\right)\cdot\sin\lambda_n y$$

Общее решение

$$T(x,y)=\varphi(x)+\sum_{n=0}^{\infty}\left(A_n e^{\lambda_n x}+B_n e^{-\lambda_n x}\right)\cdot\sin\lambda_n y \tag{12}$$

должно удовлетворять условию (11).

Находим частную производную $\frac{\partial T}{\partial y}$:

$$\frac{\partial T}{\partial y}=\sum_{n=0}^{\infty}\lambda_n\left(A_n e^{\lambda_n x}+B_n e^{-\lambda_n x}\right)\cos\lambda_n y,$$

причем $\left(A_n e^{\lambda_n x}+B_n e^{-\lambda_n x}\right)\lambda_n\neq 0,$ следовательно $\cos\lambda_n y\Big|_{y=0}=0$

$$\lambda_n=\frac{\pi(2n+1)}{2l} \ .$$

Значения λ_n, при которых задача (8) – (11) имеет нетривиальное решение, называются собственными значениями, а сами решения собственными функциями. Эту задачу называют задачей Штурма-Лиувилля.

По условию (10) $T(x,y)\Big|_{x=0}=T_M,$ поэтому учитывая (7), где $\varphi(0)=T_M,$ получим из (12)

$$\sum_{n=0}^{\infty}(A_n+B_n)\sin\lambda_n y=0,$$

$но \ \sin\lambda_n y\neq 0,$ следлвательно $A_n=-B_n.$

Общее решение (12) запишется в виде:

$$T(x,y) = \varphi(x) + \sum_{n=0}^{\infty}\left(A_n e^{\lambda_n x} - A_n e^{-\lambda_n x}\right)\sin\lambda_n y \qquad (13)$$

Общее решение (13) должно удовлетворять граничным условиям (9), которые преобразуем следующим образом:

$$-\lambda\left(\frac{d\varphi}{dx} + \frac{\partial f}{dx}\right)\Big|_{x=H} = \alpha(\varphi + f - T_B)\Big|_{x=H}$$

или

$$-\lambda\frac{d\varphi}{dx}\Big|_{x=H} = \alpha(\varphi - c) \qquad (14)$$

$$-\lambda\frac{\partial f}{\partial x}\Big|_{x=H} = \alpha(f - D), \qquad (15)$$

где $C + D = T_B$.

Функцию $\varphi(x)$ можно записать, учитывая формулы (14), (2) и (7), в виде

$$\varphi(x) = T_M + \frac{k(C-T_M)}{1+kH}x\ , \quad \text{где } k = \frac{\alpha}{\lambda} \qquad (16).$$

Функция

$$f(x,y) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n\left(e^{\lambda_n x} - e^{-\lambda_n x}\right)\sin\lambda_n y \qquad (17)$$

удовлетворяет граничному условию (15) при $x = H$

$$\sum_{n=0}^{\infty}\left(A_n(\lambda_n + k)e^{\lambda_n H} + (\lambda_n - k)e^{-\lambda_n H}\right)\sin\lambda_n y = kD \qquad (18)$$

Формула (18) представляет собой разложение функции в ряд Фурье по синусам. Ряд сходится равномерно и в интервале сходимости его модно почленно интегрировать. Умножим обе части (18) на $\sin\lambda_k y$ и проинтегрируем в пределах от 0 до l.

$$A_n = \frac{2kD}{l\lambda_n\left((\lambda_n + k)e^{\lambda_n H} + (\lambda_n - k)e^{-\lambda_n H}\right)} \qquad (19)$$

Таким образом, учитывая условия (16), (17), (19), общее решение записывается в виде:

$$T(x,y) = T_M + \frac{k(C-T_M)}{1+kH} + \frac{2kD}{l}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{e^{\lambda_n x} - e^{-\lambda_n x}}{\lambda_n\left((\lambda_n + k)e^{\lambda_n H} + (\lambda_n - k)e^{-\lambda_n H}\right)}\sin\lambda_n y \qquad (20)$$

Значения C и D определим из условия (10)

$$T_k = T_M + \frac{k(C-T_M)}{1+kH}x_0,$$

выражая C, получим:

$$C = T_M + \frac{(1+kH)(T_k - T_M)}{kx_0}; \quad D = T_B - C = T_B - T_M - \frac{(1+kH)(T_k - T_M)}{kx_0}$$

Найденные значения C и D подставим в формулу (20) и получим общее решение задачи в виде быстро сходящегося ряда:

$$T(x,y) = T_M + \frac{T_k - T_M}{x_0} + \frac{2k}{l}\left[T_B - T_M - \frac{(1+kH)(T_k - T_M)}{kx_0} \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{\lambda_n x} - e^{-\lambda_n x}}{\lambda_n\left((\lambda_n + k)e^{\lambda_n H} + (\lambda_n - k)e^{-\lambda_n H}\right)} \sin \lambda_n y\right]$$

Зная реальные значения $T_M, T_k, x_0, \lambda, \alpha, T_B, l, H$, можно оценить температуру поверхности внешней стенки печи, как при наличии кессона, так и без него.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Лыков А. В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967.

ТҮЙІН

Е.Ю. Налётенко,
С.Н. Шарая,*-математика ғылымдарының кандидаты*
Иновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)

Футеровканың температуралық өрісін математикалық зерттеу

Отқа төзімді пештердің температуралық өрісі математикалық әдістермен зерттерген. Су арқылы салқындататын кессондарды орнату кезіндегі қабырғадады температура келістіруі табылған.
Түйінді сөздер: *футеровка, математикалық модельдеу,Фурье шешімі.*

RESUME

E.Yu. Naletenko,
S.N. Sharaya, *candidate of Phisico-Mathematical Sciences*
Innovative University of Eurasia (Pavlodar)

Mathematical study of the temperature field lining

There has been researched the temperature field in the refractory bricks of the furnace. As a result, there has been received a scheme of temperature distribution in the furnace wall in the presence of installed water – cooled caissons.
Key words: *enwall, temperature, mathematic modeling, solution.*