

2. Комарова Л.Ф., Полетаева М.А. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: Учебное пособие/ Барнаул, 2010. – 174 с.

УДК 637.531.45

**Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор,
Торган А.Б., кандидат технических наук, доцент, Романчик А.С., Атрошик М.Д.**
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ НОЖЕВОЙ РЕШЕТКИ ЭМУЛЬСИТАТОРА

Решетка эмульсатора (перфорированная пластина) должна иметь одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности и создавать минимальное гидравлическое (аэродинамическое) сопротивление для мясного сырья [1].

Для решения этой задачи используем свойства чисел, известных в литературе под названием ряда Фибоначчи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21... . Как видно из этого ряда в нем каждое последующее число, начиная с третьего равно сумме двух предыдущих [2].

В общем виде эта закономерность может быть представлена следующим образом

$$a_{n+2} = a_{n+1} + a_n \quad \text{при } n \geq 1 \quad (a_1 = 1, a_2 = 1) \quad (1)$$

Уравнение (1) представляет собой разностное уравнение второго порядка. Его общее решение имеет вид

$$a_n = A_{q_1}^{n-1} + B_{q_2}^{n-1}, \quad (2)$$

где $q_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$; $q_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$ A и B произвольные постоянные.

Так как $a_1 = a_2 = 1$, то

$$A = \frac{1+\sqrt{5}}{2\sqrt{5}} \quad \text{и} \quad B = \frac{\sqrt{5}-1}{2\sqrt{5}}$$

Тогда

$$a_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left[\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right] \quad \text{при } n \geq 1 \quad (3)$$

По определению «золотого» сечения («золотой пропорции») имеем

$$a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1} - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1}}{\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \quad (4)$$

Из (4) следует, что отношение двух соседних чисел ряда Фибоначчи в пределе составляет $\alpha = \Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,6180$ Легко проверить, что, начиная с пятого члена ряда Фибоначчи это отношение достаточно близко к золотому сечению: $8/5=1,60000$; $13/8=1,62500$; $21/13=1,61528$; $34/21=1,61904$.

При этом оценка погрешности имеет вид

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} - a \leq \frac{1}{a^n a_n} \quad (5)$$

Из нее вытекает, что отношение $\frac{a_{n+1}}{a_n}$ монотонно и достаточно быстро сходится к числу α с ростом n , так как

$$\frac{1}{a^{n+1} a_{n+1}} < \frac{1}{a^n a_n} \quad (6)$$

Следовательно, с достаточной точностью можно считать, что

$$\alpha \approx \frac{a_{n+1}}{a_n}, \quad n \geq 5 \quad (7)$$

Разобьем рабочую поверхность ножевой решетки (рисунок где R_0 – радиус центрального посадочного отверстия.

1) на условные концентрические окружности, радиусы которых определяются по формуле:

$$R_n = (\sqrt{a})^n R_0, \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots, \quad (8)$$

где R_0 – радиус центрального посадочного отверстия.

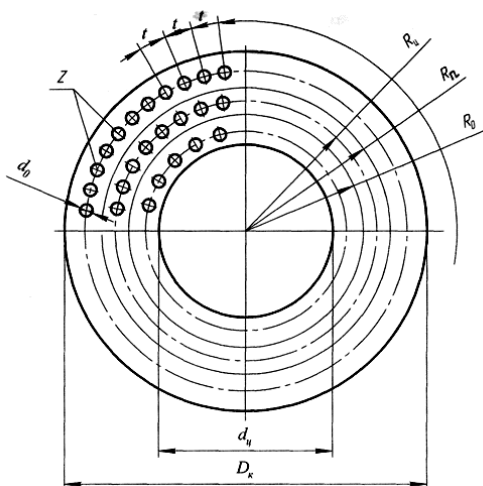


Рисунок 1. Схема ножевой решетки эмульсатора:

D_k – наружный диаметр ножевой решетки; d_c – диаметр центрального посадочного отверстия; R_0 – радиус центрального посадочного отверстия; R_n – радиус n -го условного кольца; R_{cn} – центральный радиус n -го условного кольца; t – шаг между отверстиями; d_0 – диаметр отверстий; Z – количество отверстий

Отметим, что отверстия в кольцах располагаются на центральных радиусах каждого кольца. При этом предположении нетрудно показать, что пропускная способность любого кольца будет примерно одинаковой, если выбирать количество отверстий в каждом кольце равным соответствующим числу Фибоначчи. Действительно, пропускная способность n -го кольца с числом отверстий Z равна

$$K_{i,n} = \frac{z \cdot f_0}{\pi(R_n^2 - R_{n-1}^2)}, \quad (9)$$

где $f = \pi \cdot r_0^2$ – площадь отверстия.

Соответственно для $(n + 1)$ -го кольца с числом отверстий (Z_{n+1}) имеем

$$K_{i+1,n+1} = \frac{z_{n+1}f_0}{\pi(R_{n+1}^2 - R_n^2)}, \quad (10)$$

По условию $K_n \approx K_{n+1}$, следовательно

$$\frac{z_n f_0}{\pi(R_n^2 - R_{n+1}^2)} : \frac{a_{n+1} f_0}{\pi(R_{n+1}^2 - R_n^2)} = 1 \quad (11)$$

Отсюда получаем

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} \approx \frac{R_{n+1}^2 - R_n^2}{R_n^2 - R_{n-1}^2} = \frac{z_{n+1}R_0^2 - z_n R_0^2}{z_{n+1}R_0^2 - \alpha_{n-1}R_0^2} = \alpha \quad (12)$$

Таким образом, чем больше количество отверстий Z_n в кольцах, тем точнее будет соблюдаться условие $K_n \approx K_{n+1}$ и, тем самым, будет меньше аэродинамическое (гидравлическое) сопротивление ножевой решетки.

Закключение. Полученная модель справедлива при любом диаметре отверстий и различных их количествах, но значения диаметров отверстий и их число должно быть принято из ряда предпочтительных чисел, т.е. ряда чисел Фибоначчи.

Список использованной литературы

1. Груданов, В.Я. Основы инженерного творчества: учеб. пособие / В.Я. Груданов. – Мн.: Изд. Центр БГУ, 2005. – 299 с.
2. Груданов, В.Я. Применение чисел Фибоначчи и Золотой пропорции в конструировании рабочих органов технологического оборудования / В.Я. Груданов, В.И. Иванцов // Тез. докл. 13-ой научно-техн. конференции «Научно-технический прогресс в пищевой промышленности». – Могилев: МТИ, 1993. – С. 130.

УДК 678.057:582.951.4

Василенко В.Н., доктор технических наук, профессор,

Фролова Л.Н., доктор технических наук, профессор,

Драган И.В., кандидат технических наук,

Жильцова С.И., Еремин И.Д., Пальчикова Ю.А.

Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Российская Федерация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОНАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РАМКАХ СОЗДАНИЯ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Российским компаниям, прежде всего, нужно понять, что сокращение углеродного следа должно стать частью стратегии и пронизывать всю цепочку добавленной стоимости. Контроль энергоэффективности – начальный шаг в определении и управлении углеродным следом, а конечная точка – создание интеллектуального предприятия. Одна из его составных частей – экологическая нейтральность. На таком предприятии большинство тактических решений принимается с помощью цифровых помощников или с использованием искусственного интеллекта на основе данных. Важно отследить