

ДИОН

(Доступно и искренне о науке)

С.В. ЖЕСТКОВ

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ КАК ОТРАЖЕНИЕ КРАСОТЫ И ГАРМОНИИ РЕАЛЬНОГО МИРА

Известно, что золотое сечение представляет собой одно из наиболее ярких проявлений гармонии природы. Это своеобразный “закон красоты”, который действует в окружающем нас мире наряду с классическими законами физики. Поиск золотого сечения в различных областях человеческой деятельности является актуальной и важной задачей научного исследования, решение которой приносит понимание красоты окружающего мира и возможность эстетического наслаждения прекрасным.

Интерес к золотому сечению, как пропорциональному делению целого на две части, впервые возник еще в античной науке в работах Евклида, Пифагора, Платона [1, 2]. Во времена средневековья исследованием данной проблемы занимался итальянский математик Фибоначчи [3]. В эпоху Возрождения золотая пропорция была возведена в ранг главного эстетического принципа: Иоганн Кеплер говорил о ней как о “бесценном сокровище”, а Леонардо да Винчи дал ей название “золотое сечение” (*sectio aurea*), сохранившееся вплоть до наших дней [4]. В XIX в. немецкий ученый Цейзинг вновь “открыл” золотое сечение при попытке сформулировать всеобщий закон пропорциональности: “Для того чтобы целое, разделенное на две неравные части, казалось прекрасным с точки зрения формы, между меньшей и большей частями должно быть то же отношение, что и между большей частью и целым” [5]. Цейзингом и его последователями было показано, что золотая пропорция встречается в человеческом теле, античных храмах и скульптурах, конфигурациях растений и минералов, музыкальных аккордах [5, 6].

В XX в. интерес к золотому сечению возродился с новой силой. Оно было найдено в астрономии [4, 7], биологии [8], психологии [9], вычислительной технике [10], музыке [11, 12], архитектуре [4, 11, 13], машиностроении [14], термодинамике [15] и других отраслях науки и искусства [16]. Таким образом, золотое сечение владело мыслью и чувствами многих выдающихся ученых прошлого и продолжает волновать умы наших современников. В настоящее время образована Международная ассоциация (*The Fibonacci Association*), которая ежегодно проводит конференции, посвященные изучению чисел Фибоначчи и их приложениям.

В этой заметке мы расскажем о применении золотого сечения в глушителях шума дизелей [14]. Анализ конструкций глушителей шума показывает, что одним из основных его элементов является перфорированная перегородка, через которую проходит поток отработавших газов. За-

дача состоит в том, чтобы разработать такую методику расчета сверления отверстий в перегородке, при которой перегородка имела бы минимальное аэродинамическое сопротивление. В этом случае уменьшаются затраты двигателя на прокачку отработавших газов и возрастает к.п.д. двигателя. Сама перегородка имеет форму круга.

Для решения этой задачи разобьем перегородку на кольца окружностями, радиусы которых определяются по формуле,

$$R_i = (\sqrt{\alpha})^i R_0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, \quad \alpha = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1.6180,$$

где R_0 – радиус жаровой трубы (см. [14]). При этом в сам глушитель поместим цилиндрические поверхности (непроницаемые для газов), основаниями которых являются указанные выше окружности. Отверстия в кольцах располагаются на центральных радиусах каждого кольца. Тогда пропускная способность i -го кольца с числом отверстий a_n равна

$$K_{i,n} = \frac{a_n S_0}{\pi(R_i^2 - R_{i-1}^2)}, \quad S_0 = \pi r_0^2,$$

где S_0 – площадь отверстия. Соответственно для $(i+1)$ -го кольца с числом отверстий a_{n+1} имеем

$$K_{i+1,n+1} = \frac{a_{n+1} S_0}{\pi(R_{i+1}^2 - R_i^2)}.$$

Здесь неизвестные числа a_n , a_{n+1} должны быть связаны некоторым математическим законом, который определяется из естественного требования, чтобы

$$K_{i,n} = K_{i+1,n+1}. \quad (1)$$

В этом случае пропускная способность каждого кольца будет одинаковой и, тем самым, уменьшится турбулентность потока отработавших газов. Следовательно, уменьшатся затраты двигателя на их прокачку. Из (1) найдем

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{R_{i+1}^2 - R_i^2}{R_i^2 - R_{i-1}^2} = \frac{\alpha^{i+1} R_0^2 - \alpha^i R_0^2}{\alpha^i R_0^2 - \alpha^{i-1} R_0^2} = \alpha. \quad (2)$$

Таким образом, числа a_n , a_{n+1} , a_{n+2} , ... должны быть целыми числами и удовлетворять условию (2). Оказывается, что этому условию с высокой точностью удовлетворяют числа Фибоначчи: 5; 8; 13; 21... . В общем виде числа Фибоначчи вычисляются по формуле

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

Число α является золотой пропорцией.

Строго говоря, имеет место следующее равенство:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \alpha.$$

Однако для инженерных расчетов эта ошибка вполне приемлема, т.к. абсолютная погрешность

$$\Delta = \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} - \alpha \right|$$

монотонно стремится к нулю, при $n \rightarrow \infty$.

Таким образом, согласно предложенной методике, число отверстий в каждом кольце должно быть равно соответствующему числу Фибоначчи. Методику можно использовать для расчета аналогичных конструкций в различных областях техники.

В заключение отметим, что в книге [17] на основе обширного материала авторы раскрывают фундаментальную роль золотого сечения в структурах материи, как универсальный код Природы.

Вы тоже можете принять участие в постижении этого кода.

Держайте, друзья!

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Евклид. Начала Евклида / пер. с греч. и коммент. Д.Д. Мордухай-Болтовского ; под ред. М.Я. Выгодского, И.Н. Веселовского. – М.-Л. : Гостехтеориздат, 1949 – 1950.
2. Ахутин, А.В. История принципов физического эксперимента. От античности до XVII в. / А.В. Ахутин. – М. : Наука, 1976.
3. Воробьев, Н.Н. Числа Фибоначчи. – 6-е изд. / Н.Н. Воробьев. – М. : Наука, 1992.
4. Архитектурная бионика / Ю.С. Лебедев [и др.] ; под ред. Ю.С. Лебедева. – М. : Стройиздат, 1990.
5. Гика, М. Эстетика пропорций в природе и искусстве / М. Гика. – М. : Изд-во Академии архитектуры, 1936.
6. Тимердинг, Г.Е. Золотое сечение / Г.Е. Тимердинг. – Петроград : Научное книгоиздательство, 1924.
7. Бутусов, К.П. Золотое сечение в Солнечной системе / К.П. Бутусов // в сб. Астрономия и небесная механика: сб. статей, посв. 90-летию со дня рождения А.А. Михайлова. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1978.
8. Петухов, С.В. Биомеханика, бионика и симметрия / С.В. Петухов. – М. : Наука, 1981.
9. Лефевр, В.А. Формула человека. Контуры фундаментальной психологии / В.А. Лефевр. – М. : Прогресс, 1991.
10. Стахов, А.П. Коды золотой пропорции / А.П. Стахов. – М. : Радио и связь, 1984.
11. Шевелев, И.Ш. Золотое сечение / И.Ш. Шевелев, М.А. Марутаев, И.П. Шмелев. – М. : Стройиздат, 1990.
12. Сабанеев, Л. Этюды Шопена в освещении закона золотого сечения / Л. Сабанеев. – М. : Искусство, 1925.
13. Ле Корбюзье. Архитектура XX века / Ле Корбюзье. – М. : Прогресс, 1970.
14. Груданов, В.Я. Применение соотношения золотого сечения в глушителях шума дизелей / В.Я. Груданов, С.В. Жестков // Двигателестроение. – 1990. – № 4. – С. 24–26.
15. Попков, В.В. Золотое сечение в цикле Карно / В.В. Попков, Е.В. Шипицын // Успехи физических наук. – 2000. – Т. 170. – № 11. – С. 1253–1255.
16. Зайцев, В.Ф. Математические модели в точных и гуманитарных науках / В.Ф. Зайцев. – СПб. : Научное издание, 2006.
17. Стахов, А. Код да Винчи и ряды Фибоначчи / А. Стахов, А. Слученкова, И. Шербаков. – СПб. : Питер, 2006.