

Принципы построения композиционного единства в конструкциях новых машиностроительных изделий с использованием золотой пропорции

© К.Б. Даниленко

МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Исследованы общие принципы композиционного единства предметов техники и изделий машиностроения. Единый эстетический план построения объекта и его объемно-пространственная структура рассмотрены как важные свойства новых деталей, узлов и конструкций в целом. Введены критерии эстетической оценки изделий с точки зрения повышения их конкурентоспособности, эргономичности и внешней привлекательности. Сформулированы условия эстетической подготовки современного инженера, включающие в себя общий уровень культуры, чувство прекрасного, понимание гармонии, пропорциональности и эстетического совершенства создаваемых деталей. Подчеркнута роль органичного композиционного единства изделия с внешним миром, функциональных связей с окружающими деталями и конструкциями. Проанализированы объективные препятствия к достижению поставленных целей. На примере так называемой золотой пропорции предпринята попытка рассмотреть базовые аспекты эстетической стороны технических изделий, особенно их композиционного единства.

Ключевые слова: золотая пропорция, композиция, техническая эстетика, эстетическое совершенство, функциональные связи, пропорциональность, равновесие, единство, красота.

Постоянная конкуренция среди производителей машиностроительных конструкций, машин, технических устройств, приборов и инструментов обуславливает не только повышение их эффективности, безопасности и эргономичности, но и способствует формированию эстетической составляющей, гармоничности и органичного композиционного единства изделия с окружающим миром с учетом социальных аспектов. Для создания таких изделий инженер должен обладать не только высоким техническим уровнем, знать точные науки, уметь искать, собирать и анализировать информацию, быть компетентным в сфере своей деятельности, но и характеризоваться гуманитарным развитием с точки зрения современного общекультурного уровня, иметь чувство гармонии, художественный вкус и художественную интуицию. К сожалению, в настоящее время уровень подготовки технических специалистов по этим направлениям невысок, и развитию гуманитарных способностей инженеров уделяется мало внимания.

Термин *композиция* чаще всего употребляется при обсуждении предметов гуманитарной направленности. Вместе с тем наряду с вопросами технической эстетики проблемы композиции предметов

техники и изделий машиностроения представляют значительный интерес [1].

Деятельность инженера, направленная на повышение технического уровня изделий машиностроения и приборостроения, — это также творческий процесс [2], который требует не только технических знаний, но и творческих способностей, тесно связанных с задачами технической эстетики, т. е. кроме технического совершенства машиностроительное изделие должно обладать еще и совершенством эстетическим, которое основывается на принципах технической композиции [3].

Специалисты по технической эстетике подчеркивают [4], что при создании машиностроительных изделий нужно учитывать следующие принципы технической композиции:

- повторяемость — наличие определенного признака, характерного для композиции в целом и имеющего место в отдельных ее элементах (могут быть небольшие различия в проявлении этого признака);

- соподчиненность — основывается на легко воспринимаемом различии элементов, при этом выделяется область, наиболее привлекающая внимание и подчеркивающая функциональные связи между отдельными элементами; соподчиненность может выражаться по-разному (через размер, цвет и т. д.);

- соразмерность — отражает соотношение частей и целого; при этом часть изделия принимается в качестве модуля или единицы измерения, т. е. устанавливается определенная система пропорциональности;

- равновесие — все части композиции должны быть уравновешены относительно вертикальной (важное условие) и горизонтальной (желательное условие) осей; может выдерживаться равновесие относительно смыслового композиционного центра изделия; при этом важно согласовать композиционный центр и центр тяжести;

- единство — обязательное соблюдение наличия (в той или иной степени) всех четырех названных выше принципов, которые отражают логику и органичность конструктивного решения [5].

Определяющими категориями технической композиции являются общий эстетический план построения изделия и его объемно-пространственная структура, а основными свойствами — гармоничная целостность, композиционное равновесие, симметрия, динамичность, статичность и единство формы. Средства и приемы организации композиции формы изделия следующие: пропорционирование, масштабирование, пластика, цвет, контраст, нюанс, тождество, метрический повтор.

Техническая эстетика предполагает наличие у машиностроительных изделий многих качеств, главными из которых являются:

- техническое совершенство;

- удобство и безопасность при использовании и изготовлении;
- хорошие экономические характеристики;
- внешняя привлекательность изделия, которая, в свою очередь, определяется многими параметрами [6], и прежде всего абсолютными размерами изделия и их соотношениями, основной пространственной формой изделия, его очертаниями, силуэтом, формой и размерами отдельных частей и их соотношениями.

Примером использования такого средства композиции, как пропорционирование, является так называемая *золотая пропорция* [7] — критерий гармонии композиции. На нем остановимся подробнее.

В истории материальной и духовной культуры человечества известен ряд иррациональных чисел, которые занимают особое место, так как выражают некоторые соотношения, носящие универсальный характер и проявляющиеся в самых неожиданных явлениях и процессах, зачастую не имеющих ничего общего. К таким числам относится число π , выражающее отношение длины окружности к ее диаметру; число Эйлера e — основание натурального логарифма, а также число d — золотая пропорция, или, по определению Леонардо да Винчи, «золотое сечение».

Золотая пропорция и ее производные проявляются и используются:

- в морфологии животных и растений;
- в архитектуре и изобразительном искусстве;
- в музыке и поэзии;
- в астрономии и науках о строении Земли;
- в характеристиках оптимальных геометрических параметров окружающей среды;
- в физиологических функциях и ритмах;
- в антропометрических характеристиках человека;
- в вычислительной математике;
- в механике деформируемого твердого тела;
- в методологических принципах оценки оптимальных систем;
- в циклических процессах природных систем;
- в техническом дизайне.

Получить значение золотой пропорции можно следующим образом. Нужно отрезок AB разделить точкой C так, чтобы отношения отрезков

$\frac{AB}{AC}$ и $\frac{AC}{BC}$ были равны. Записывая условие в математическом

виде, получаем квадратное уравнение

$$d^2 - d - 1 = 0,$$

положительный корень которого

$$d = 1,61803\dots$$

и называется золотой пропорцией.

Используются также производные золотой пропорции. Ее возрастающий ряд имеет вид:

$$d^0, d^1, d^2, \dots, d^n = 1; 1,618; 2,618; 4,236, \dots, 1,618^n;$$

а убывающий ряд —

$$d^0, d^{-1}, d^{-2}, \dots, d^{-n} = 1; 0,618; 0,382; 0,236, \dots, 1,618^{-n}.$$

Следует отметить, что изделия, обладающие внешней привлекательностью, по соотношению размеров необязательно должны соответствовать числам, указанным выше: в отличие от констант π и e золотая пропорция может изменяться в определенных границах и не соответствовать точно величине d .

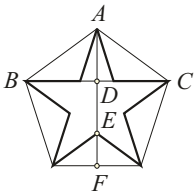
История развития техники свидетельствует о том, что наиболее рационально спроектированные и функционально совершенные изделия оказываются, как правило, самыми красивыми. Таким образом, использование золотой пропорции в формировании соотношения между размерами самых разных предметов способствует их внешней привлекательности. Это означает, что у наиболее красивых и совершенных изделий техники и машиностроения соотношения большинства размеров чаще всего характеризуются параметрами, близкими к золотой пропорции.



Рис. 1

Во время проведения психологических опытов людям предлагали выбрать вариант изображения из группы однотипных геометрических

фигур или предметов с разными соотношениями габаритных размеров. При этом большинство опрошенных (обычно 75...80 %) выбирали вариант с соотношением параметров, близким к золотой пропорции. Например, при просьбе выбрать наиболее «красивый» многоугольник (Рис. 1) многие останавливали свой выбор на пятиугольнике, хотя, наверное, и не догадывались, что в нем многие отношения размеров соответствуют золотому сечению (Рис. 2).



$$\frac{BC}{AB} = \frac{DE}{EF} = \frac{AF}{DF} = \frac{DF}{AD}$$

Рис. 2

В результате анализа соотношения размеров в изделиях, выпускаемых зарубежными фирмами, которые придают большое значение внешнему виду и внешней привлекательности своей продукции, выявлены тенденции к соблюдению принципов золотой пропорции. Так, анализ соотношений габаритных размеров токарных резцов известной фирмы SANDVIK Coromant (Швеция), выпускающей инструменты, показал, что для большинства видов резцов отношение размера диагонали прямоугольного сечения державки к общей длине резца

изменяется в пределах 0,22...0,24, что соответствует одному из чисел убывающего ряда золотой пропорции. Однако в некоторых случаях при проектировании новых машиностроительных изделий не удастся обеспечить соответствие отношений габаритных размеров параметрам золотой пропорции. Это объясняется тем, что выполнение задач обеспечения технического совершенства для получения максимального эксплуатационного ресурса изделия вынуждает:

- обеспечивать максимальную прочность и жесткость корпуса изделия, воспринимающего силовые нагрузки;
- обеспечивать минимальный расход материала, из которого изготавливается изделие;
- использовать стандартные размеры присоединительных элементов.

Выполнение этих рекомендаций, безусловно, может отрицательно повлиять на внешнюю привлекательность изделия. Вместе с тем в некоторых случаях соответствие соотношений основных размеров параметрам золотой пропорции можно объяснить желанием конструктора выдержать эти соотношения.

Конечно, нельзя с уверенностью утверждать, что конструкторы новых типов изделий машиностроения во всех случаях осознанно используют принцип золотой пропорции. Возможно, это происходит интуитивно, просто потому, что «так красивее». Однако в процессе обучения будущих конструкторов-машиностроителей следует подчеркивать, что при проектировании новых изделий во всех случаях прежде всего важно проанализировать, нельзя ли сделать так, чтобы соотношения размеров без ущерба для работоспособности изделия соответствовали принципам золотой пропорции [8].

Следует, однако, признать, что вопросам использования золотой пропорции в техническом дизайне уделяется недостаточно внимания.

Подводя итоги, необходимо отметить, что изделия машиностроения, соответствующие высоким уровням технической эстетики и композиции, не только пользуются большим спросом, но и обеспечивают более высокие эксплуатационные показатели. Последнее объясняется еще и тем, что при работе, например, с машиностроительной оснасткой, которая отличается высоким эстетическим качеством, более внимательное и бережное отношение к ней, обеспечивается чисто психологически, работник чувствует себя комфортно и получает удовольствие от работы с такой оснасткой.

Подчеркнем, что композиция любого нового изделия машиностроения должна подвергаться эстетической оценке, которая позволяет сделать заключение и о конкурентоспособности изделия на рынке. При этом крайне важно, чтобы собственная композиция каждого изделия создавала впечатление гармоничности и целостности с окружающими элементами обстановки.

Общие принципы композиции, ее свойства, а также приемы и средства для выражения композиции должны соответствовать условиям технической эстетики, приведенным в таблице.

Условия технической эстетики для промышленных изделий

Общие условия	Частные условия	Конкретные условия
Социальные условия общественной целесообразности качества изделия	Целесообразность назначения	Целесообразность целевого свойства
	Точная социальная адресация	Целесообразность технико-функциональных свойств в культурных, национальных, профессиональных аспектах
Эргономические условия удобства эксплуатации и обращения с изделием	Гигиенические	Целесообразность соблюдения экологических норм, в том числе физических характеристик атмосферного воздуха
	Антропометрические	Целесообразность планировки кабин, рабочих мест, постов управления
	Физиологические	Планирование обустройства рабочего места; силовые характеристики органов управления
	Психофизиологические	Видимость управляющих элементов и необходимой скорости движений и т. п.
	Инженерно-психологические	Средства отображения информации (скорость поступления и объем информации, характер информации); взаимосвязь средств отображения информации и органов управления; компоновка и характер действия органов управления
Эстетические условия красоты изделия	Выразительность	Характерные специфические особенности материала, конструкции, технологии, функций, назначения, социальной адресации, компоновки, цвета и т. п.
	Оригинальность	Непохожесть, неповторимость, конкретно-историческая новизна
	Гармоничность и целостность	Наличие содержательной и формальной гармоничности, гармоничности и целостности в ансамбле, интерьере, среде и т. п.
	Соответствие современному стилю	Гуманность, демократичность, изящество, простота, традиционность, прогрессивность актуальность
	Единство стиля	
	Лаконизм	

Таким образом, при разработке новых конструкций машиностроительных изделий нужно стремиться обеспечивать соответствие предлагаемых к производству изделий условиям технической эстетики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Торубарова Т.В., Петенин А.П. Техника как феномен действительности человеческого бытия. *Гуманитарный вестник*, 2015, вып. 8(34). URL: <http://hmbul.ru/catalog/hum/phil/279.html>
- [2] Сомов Ю.С. *Композиция в технике*. М., Машиностроение, 1987, 288 с.
- [3] Даниленко Б.Д. Проблемы повышения уровня подготовки инженеров в области технической эстетики. *Известия вузов. Машиностроение*, 2002, № 1, с. 73–75.
- [4] Власов С.А., Назарова И.Р. Промышленный дизайн как элемент проектной культуры. *Гуманитарный вестник*, 2014, № 1(15). URL: <http://hmbul.ru/catalog/hum/phil/159.html>
- [5] Бычков В.В. *Эстетика*. М., Гардарики, 2004, 556 с.
- [6] Коробко В.И. *Золотая пропорция и проблемы гармонии систем*. М., Издательство ассоциации строительных вузов, 1998, 370 с.
- [7] Субочева А.Д., Субочева О.Н. Гуманитаризация инженерно-управленческой деятельности: диалектика традиций и инноваций. *Гуманитарный вестник*, 2014, № 4(18). URL: <http://hmbul.ru/catalog/hum/socio/200.html>
- [8] Чернышева А.В., Трубицына Е.А. Развитие личности и современное образование. *Гуманитарный вестник*, 2015, № 8(34). URL: <http://hmbul.ru/catalog/hum/phil/277.html>

Статья поступила в редакцию 19.11.2015

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Даниленко К.Б. Принципы построения композиционного единства в конструкциях новых машиностроительных изделий с использованием золотой пропорции. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2016, вып. 1. URL: <http://engjournal.ru/catalog/mesc/msds/1455.html>

Даниленко Константин Борисович — старший преподаватель кафедры «Прикладная механика» МГТУ им. Н. Э. Баумана. Область научных интересов: механика деформируемого твердого тела. e-mail: dcb@bmstu.ru

Principles of compositional unity construction in the structures of new mechanical products using the "Golden Proportion"

© K.B. Danilenko

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article considers the general principles of compositional unity of engineering objects and mechanical products. Integrated aesthetic plan for building an object and its spatial structure are regarded as important features of the new parts, components and entire structures. The article brings forward the criteria for aesthetic evaluation of products in terms of improving their competitiveness, ergonomics and visual appeal. The conditions of aesthetic training the modern engineer, including the general level of culture, a sense of beauty, understanding harmony, proportion and aesthetic perfection of created parts are defined. The role of natural composition unity of a product with the environment, functional links with the surrounding parts and structures is emphasized. The author analyzes the objective obstacles to achieving these goals. The attempt to consider the basic aspects of aesthetics of mechanical products, especially their compositional unity was made on the example of so-called golden proportion.

Keywords: golden proportion, composition, technical aesthetics, aesthetic excellence, functional links, proportionality, equilibrium, unity, beauty.

REFERENCES

- [1] Torubarova T.V., Petenin A.P. *Gumanitarnyy vestnik – Humanitarian Bulletin*, 2015, no. 8 (34). Available at: <http://hmbul.ru/catalog/hum/phil/279.html>
- [2] Somov Yu.S. *Kompozitsiya v tekhnike* [Composition in Engineering]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1987, 288 p.
- [3] Danilenko B.D. *Izvestiya vuzov. Mashinostroenie – Proceedings of Universities. Mechanical Engineering*, 2002, no. 1, pp. 73–75.
- [4] Vlasov S.A., Nazarova I.R. *Gumanitarnyy vestnik – Humanitarian Bulletin*, 2014, no. 1 (15). Available at: <http://hmbul.ru/catalog/hum/phil/159.html>
- [5] Bychkov V.V. *Estetika* [Aesthetics]. Moscow, Gardariki Publ., 2004, 556 p.
- [6] Korobko V.I. *Zolotaya proporsiya i problemy garmonii sistem* [Golden Proportion and Problems of System Harmony]. Moscow, Assotsiatsiya Stroitelnykh Vuzov Publ., 1998, 370 p.
- [7] Subocheva A.D., Subocheva O.N. *Gumanitarnyy vestnik – Humanitarian Bulletin*, 2014, no. 4 (18). Available at: <http://hmbul.ru/catalog/hum/socio/200.html>
- [8] Chernysheva A.V., Trubitsyna E.A. *Gumanitarnyy vestnik – Humanitarian Bulletin*, 2015 no. 8 (34). Available at: <http://hmbul.ru/catalog/hum/phil/277.html>

Danilenko K.B., Senior Lecturer, Department of Applied Mechanics, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: dcb@bmstu.ru SPIN-code 5517-2226