

Из всех искусств более всего способствует инженерно-техническому творчеству изобразительное искусство и связанное с ним понятие красоты. Красота не может быть стандартной и ей всегда присуща индивидуальность. Это относится и к конструкциям [1–7].

Красота есть строгая соразмерная гармония всех частей, объединенных тем, что ни убавить, ни изменить ничего нельзя, не сделав хуже. В технике наиболее целесообразны и функциональные совершенные изделия являются и наиболее красивыми (это внутренняя красота). Внутренняя (функциональная) красота обусловлена в первую очередь законами физики и достигается на основе глубокого знания физической сущности работы объекта. Внешняя (декоративная) красота основана на законах психофизического воздействия некоторых образов на людей (внешнее оформление). Однако разделение между функциональной и декоративной красотой нечеткое и часто они тесно связаны.

Внешний вид изделий (декоративная красота)

Человек давно пытается понять, что такое красота. Почему силуэт изогнутого бурама дерева на фоне вечернего неба воспринимается как нечто прекрасное, а любой силуэт высокофункционального здания таким не кажется?

Наше ощущение прекрасного возникает под влиянием гармонии порядка и беспорядка в объектах природы — тучах, деревьях, горах и др. Застывшие в физических формах (горы, береговая линия и т. п.) или динамически изменяющиеся формы (тучи, волны и т. п.) дают определенные чередования порядка и беспорядка, гармония которых является одним из высших принципов природы. В последние несколько десятилетий делаются попытки объяснить восприятие красоты математически через фрактальную геометрию, т. е. геометрию хаоса, порождающего порядок и геометрию порядка, порождающего хаос.

Фрактал (в переводе с латинского означает "изломанный") обладает двумя признаками: изломанностью и самоподобием (т. е. копией или похожей частью целого). Фрактальные структуры обеспечивают выполнение в них основного закона эстети-

ки — закона единства и многообразия. Существуют устойчивые формы предметов, которые остаются привлекательными долгие годы. Например, амфора (подобие женской фигуры) как фрактал вазы и золотое сечение как фрактал искусства.

Если отрезок разбить на две части таким образом, чтобы отношение меньшей к большей части было бы равно отношению большей к целому, то это отношение $\varphi = 0,61803$. При двух или трехкратном применении закона золотого сечения возникают следующие структуры: $1 = \varphi + \varphi^2$; $\varphi = \varphi^2 + \varphi^3$; $\varphi^2 = \varphi^3 + \varphi^4$; $1 = \varphi^2 + \varphi^3 + \varphi^4$, а целое можно представить в виде бесконечной суммы членов рядов золотого сечения

$$1 = \varphi^2 + \varphi^3 + \varphi^4 = \varphi^2 + \varphi^3 + \varphi^4 + \varphi^5 + \varphi^6,$$

т. е. это бесконечное самоподобие или фрактал.

Золотое сечение — геометрическая пропорция, в которой части собираются в целое без остатка. Природа золотого сечения связана с органическим ростом растений как закона единообразного роста.

Пропорции золотого сечения часто используют в архитектурных ансамблях. Пропорции золотого сечения отражает также так называемый ряд Фибоначчи, в котором сумма двух соседних чисел равна следующему числу. Примеры таких рядов приведены ниже: 1) 1; 1; 2; 3; 5; 2) 13; 21; 34; 55; 89. Отношение последующего числа к предыдущему строится по законам золотого сечения ($1/1 = 1$; $1/2 = 0,5$; $2/3 = 0,686$; $3/5 = 0,6...$; $34/55 = 0,618$), все более приближаясь к пропорции золотого сечения.

Создание внешне красивых (эстетически оформленных) и в то же время функционально целесообразных конструкций является обязанностью каждого конструктора.

Ниже приведены некоторые (наиболее важные) художественные законы и принципы

1. **Принцип единства (целостности) формы и содержания.** Он предполагает, например, методы конструирования от общего к частному (а не наоборот) и это относится не только к форме, но и к концепции машины.

2. **Принцип варьирования при формировании основного замысла.** Он широко реализуется как при разработке концепции, так и при конструировании подсистем машины, когда разрабатывают несколько вариантов.

3. **Принципы кульминации, контраста (большого отличия), соответствия формы машины особенностям восприятия человека.** Контраст массы (тяжелый элемент вблизи легкого), контраст формы (острое ребро вблизи закругленного) и т. п. Контрастность относится к числу самых впечатляющих эстетических элементов, она придает предмету динамичность, усиливает впечатление, производимое отдельными свойствами и величинами (что особенно важно для изделий, форма которых предельно лаконична).

4. **Нюанс (малое отличие)** как средство композиции может проявляться в пропорциях, ритме и в цветовых гаммах. Нюансы пластические, проявляясь, прежде всего, в характере изделий, придают последнему особую мягкость. Часто формы, не дополненные тонкими нюансными отношениями, кажутся грубыми.

5. **Метрический повтор** в технике — одна из активно используемых закономерностей (окна, простенки и двери вагона; шкалы приборов; иллюминаторы судна и т. п.). Изменения элемента или интервала — крайне нежелательны. Если изменения в метрическом ряду необходимы, то они должны быть явными и композиционно обоснованными. Метрический повтор (как некий порядок) мы начинаем воспринимать с момента, когда перестаем мгновенно улавливать число элементов (как правило, это 7 элементов).

6. **Ритм** выражается в постепенных количественных изменениях в ряду чередующихся элементов и в нарастании или убывании чередований объема или площади, а также в чередовании выпуклостей и вогнутостей и т. п. Таким образом, ритм проявляется в закономерном изменении порядка, который может быть установлен как нюансными, так и контрастными соотношениями. Из всех средств композиции ритм особенно связан с психофизиологией восприятия человека. Даже едва заметное отступление от принятой ритмической закономерности крайне нежелательно (рис. 1).

7. **Масштабность** — это необходимость для проектируемого объекта вписаться в предметно-пространственную среду, окружающую человека. Масштабность — гуманизирующий фактор, яв-

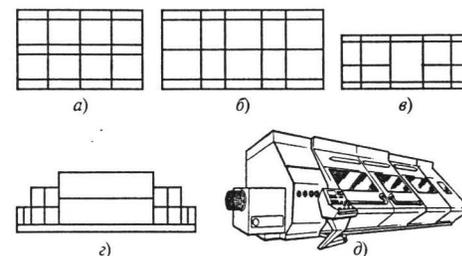


Рис. 1. Примеры метрических и ритмических рядов: а — метрический ряд без интервалов; б — метрический ряд с интервалами; в — ритмический ряд равных по высоте элементов, повторяющихся на возрастающих и убывающих интервалах; г — ритмический ряд, образованный сочетанием метрических рядов элементов, возрастающих по высоте; д — пример использования метрического ряда в композиции станка

ляющийся одним из основных средств создания рациональных форм машин.

8. **Соразмерность** отдельных частей — это соблюдение пропорциональности между элементами машины (станка), т. е. разбиение отдельных частей машины, в первую очередь по вертикали, в пропорции золотого сечения или в пропорции предпочтительных чисел со знаменателями $\varphi = \sqrt{2}/10$; $1/9\sqrt{10}$... (рис. 2).

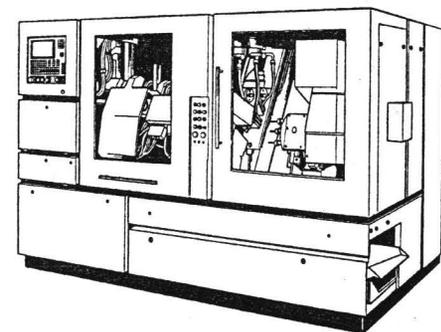


Рис. 2. Пример пропорционирования при конструктивно-технологическом разделении наружной поверхности станка

Важным является **определенность связей и отношений элементов.** Неопределенность в решении формы неприятна для восприятия. Вынужденное отступление от выбранной закономерности нужно, как говорят профессионалы, "обиграть".

9. *Использование приемов гармонизации*, каждый из которых отражает признаки предмета в пространстве через два понятия: "симметрия" и "асимметрия". В симметричной форме (рис. 3) трудно создать контраст и динамичность, а в асимметричной (рис. 4) — это возможно.

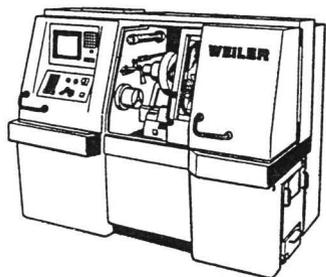


Рис. 3. Пример использования симметрии в композиции станка

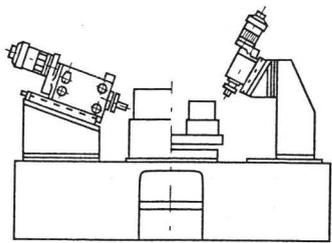


Рис. 4. Пример динамической композиции подвижных частей агрегатных станков

не должна рассеивать внимание, а должна обусловить восприятие реальной схемы нагружения машины. В любой композиции должен быть композиционный центр, связывающий все в единое целое и подчиняющий себе его отдельные части.

Очень важна *простота конструкции*. Если кратко, то как остроумно заметил один талантливый технолог: "Станок должен состоять из одной детали и она должна быть литой".

Визуальная логика — это логика зрительного восприятия предмета через его форму и цвет. Некоторые закономерности такого восприятия приведены ниже:

- 1) чувствительность глаза уменьшается от центра к периферии;
- 2) подвижные объекты воспринимаются периферическим зрением лучше, чем неподвижные;
- 3) очень слабые световые раздражители также лучше воспринимаются периферическим зрением;
- 4) глаз человека может воспринимать одновременно не более 5—7 отдельных объектов;
- 5) пропорции и размеры в горизонтальном направлении оцениваются точнее, чем в вертикальном направлении;
- 6) горизонтальное движение глаз быстрее вертикального (последнее — более утомительно);
- 7) прямые линии воспринимаются легче, чем кривые, плавные переходы — легче, чем ломаные;
- 8) светлые предметы на темном фоне воспринимаются несколько большими по величине, а темные — наоборот;
- 9) из-за зрительного преувеличения острых углов правый прямой угол воспринимается большим по величине, чем левый;
- 10) вертикальные линии кажутся длиннее горизонтальных;

11) отрезки равной длины кажутся разными по величине из-за разной формы концов отрезков;

12) при сравнении двух фигур разных размеров все части меньшей фигуры воспринимаются меньшими;

13) параллельные прямые кажутся не параллельными из-за стриховки в разные стороны;

14) площади, одинаковые по величине и форме, застрихованные в разных направлениях, воспринимаются как площади разной величины;

15) линии одинаковой кривизны, но разной длины кажутся разной кривизны;

16) объем, окруженный малыми объемами, и площадь, окруженная малыми площадями, кажут-

ся больше соответственно объема, окруженного большими объемами, и площади, окруженной большими площадями;

17) ни один предмет не воспринимается изолированно; смотря на смещенный от центра диск в квадрате, мы (благодаря нашему восприятию) связываем его с квадратом; смещение диска от центра создает внутреннюю напряженность во взаимодействии с ним и затрудняет его визуальную оценку;

18) на этом свойстве визуального восприятия основано и композиционное равновесие, т. е. такое расположение элементов композиции, при котором каждый объект находится в устойчивом положении; несбалансированная композиция кажется временной, необоснованной и эстетически менее приятной;

19) в силу привычки читать слева направо возникает асимметрия левой и правой частей: направление диагонали слева—направо воспринимается как восходящее, а справа—налево воспринимается как нисходящее.

Цвет в проектировании

Значительную роль при восприятии формы в целом имеет цветовое решение задачи.

Цвет характеризуется тремя показателями: 1) цветовой тон; 2) чистота цвета; 3) яркость цвета.

Цветовой тон зависит от избирательного поглощения света с разной длиной волны. Различают шесть основных хроматических цветов: красный; оранжевый; желтый; зеленый; синий; фиолетовый (глаз различает 240 оттенков из 1 млн. оттенков спектра солнечного света).

Чистота цвета (насыщенность) — уровень выражения цветового тона. Цвета солнечного спектра называют чистыми цветами. У них отсутствует ахроматическая составляющая. Серые тона называют ахроматическими (от белого до черного) и считают, что они не имеют насыщенности.

Яркость — это количественная характеристика, связанная с количеством черного или белого пигмента.

Все цвета делят на теплые и холодные: красные, оранжевые, желтые — воспринимаются как теплые (восприятие солнца и огня); синий, голубой цвета, напоминающие море, воду, небо, воспринимаются как холодные. Теплые цвета кажутся выступающими (приближают предмет), активными; холодные цвета кажутся отступающими (отдаляют предмет), пассивными. Теплые тона поднимают настроение,

привлекают внимание, холодные тона успокаивают и даже могут угнетать.

Цветовая гармония — сочетание различных по характеру цветов в пропорциях, производящих наиболее благоприятное эстетическое воздействие. Известны три основные схемы цветовых гармоний: 1) контрастная, основанная на противопоставлении взаимодополнительных цветов (красный — зеленый, оранжевый — синий, желтый — фиолетовый); 2) гармония нюансов — сочетание цветов, близких по своим характеристикам; 3) цветовая триада — сочетание цветов, равностоящих на цветовом круге. С помощью цвета можно снизить зрительно-нервное утомление работающего с этим изделием человека, облегчить ориентацию в органах управления.

На рис. 5 приведены примеры композиционных решений распристроенных в станкостроении.

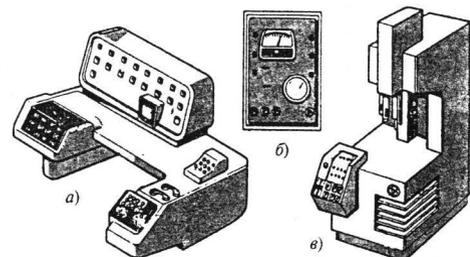


Рис. 5. Примеры композиционного решения: пульта управления (а), приборной панели (б) и станка (в)

(Окончание следует)

Список литературы

1. Бушоев В. В. Практика конструирования машин. — М.: Машиностроение, 2006. — 448 с.
2. Зуев Ю. Ю. Основы создания конкурентоспособной техники и выработка эффективных решений. — М.: ИД МЭИ, 2006. — 402 с.
3. Конструирование машин: Справочно-методическое пособие. В 2 т. / К. Ф. Фролов, А. В. Крайнев, Г. В. Крейнин и др.; под общ. ред. К. Ф. Фролова. — М.: Машиностроение, 1994. — Т. 1. — 528 с.
4. Литвинов Б. В. Основы инженерной деятельности. — М.: Машиностроение, 2005. — 288 с.
5. Схиртладзе А. Г., Ярушин С. Г. Проектирование нестандартного оборудования: Учебник. — М.: Новое знание, 2006. — 424 с.
6. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3 т. Т. 1. Проектирование станков / А. С. Проников, О. И. Аверьянов, Ю. С. Аполлонов и др.; под общ. ред. А. С. Проникова. — М.: Машиностроение, 1994. — 444 с.
7. Сипергеретическая парадигма: нелинейное мышление в науке и искусстве. — М.: Прогресс-традиция, 2002. — 496 с.