

1.3. Виды нагрузок

Нагрузки, действующие на детали современных машин, можно разделить на три большие группы.

1. *Ударные (динамические)* нагрузки характеризуются очень кратким во времени действием, но могут быть весьма значительными по величине. Сопротивление конструкционных материалов таким нагрузкам определяется их *ударной вязкостью* и представляет собой самостоятельную задачу. Подобный вид нагружения характерен для деталей транспортных машин.

2. *Статические* нагрузки характеризуются постоянством во времени (рис. 1.1). Чисто статическое нагружение на практике реализуется крайне редко. К данному виду можно условно отнести нагрузки, действующие на детали, работающие в условиях длительного эксплуатационного цикла (резервуары давления, стержни болтов в соединениях с предварительной затяжкой и т.д.). В связи с этим, рассматривая нагружение деталей машин как статическое, правильнее использовать понятие *длительной прочности*.

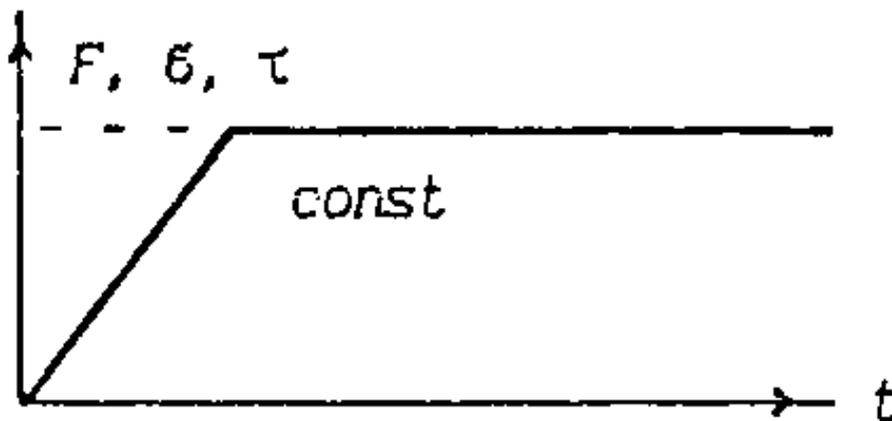


Рис. 1.1

3. Большинство деталей машин в процессе эксплуатации подвергается воздействию **переменных** во времени нагрузок, характер изменения которых бывает как закономерным так и случайным (рис. 1.2). В результате приложения таких нагрузок происходит процесс накопления повреждений,

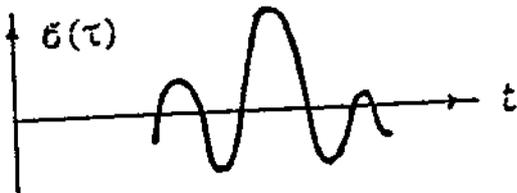


Рис. 1.2

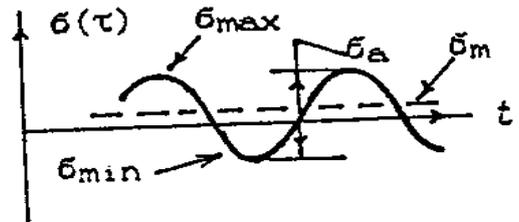


Рис. 1.3

ведущий к появлению трещины и разрушению (явление **механической усталости**).

Если переменная нагрузка повторяется **периодически**, ее называют **циклической** (рис.1.3).

Цикл напряжений характеризуется следующими показателями:

- максимальными напряжениями $\sigma(\tau)_{\max}$;
- минимальными напряжениями $\sigma(\tau)_{\min}$;
- амплитудными напряжениями $\sigma(\tau)_a$;
- средними напряжениями $\sigma(\tau)_m$;
- коэффициентом асимметрии цикла R , равным отношению $\sigma_{\min}/\sigma_{\max}$.

1.4. Методики выбора допускаемых напряжений

Разрушение деталей современных машин приводит, как правило, к возникновению аварийных ситуаций. Поэтому в расчеты закладывают не предельные характеристики материалов, а *допускаемые напряжения*, отличающиеся от них в некоторое число раз, называемое *запасом прочности*.

Определение допускаемых напряжений является ответственной задачей, поскольку искусственное их занижение ведет к перегрузке конструкции, а завышение может повлечь преждевременное исчерпание ее несущей способности.

В прикладных расчетах используют метод частных коэффициентов или табличный метод.

1. *Метод частных коэффициентов.* Определяется запас прочности в зависимости от различных конструкторско-технологических факторов. Основой для определения допускаемых напряжений по методу частных коэффициентов запаса прочности служат предельные характеристики материалов, получаемые в результате проведения механических испытаний:

- предел прочности σ_b (для хрупких материалов);
- предел текучести σ_T (для пластичных материалов);
- предел выносливости σ_R (при циклическом нагружении).

2. *Табличный метод* применяется достаточно редко, что в первую очередь обусловлено широким спектром режимов нагружения, реализующихся на практике.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы основные критерии работоспособности деталей машин?
2. Какие типы расчетных задач рассматривает дисциплина “Детали машин”?

3. Какие существуют методики выбора допускаемых напряжений и определения коэффициентов запаса прочности?

Основные машиностроительные материалы

Вид материала

Наименование

Черные металлы

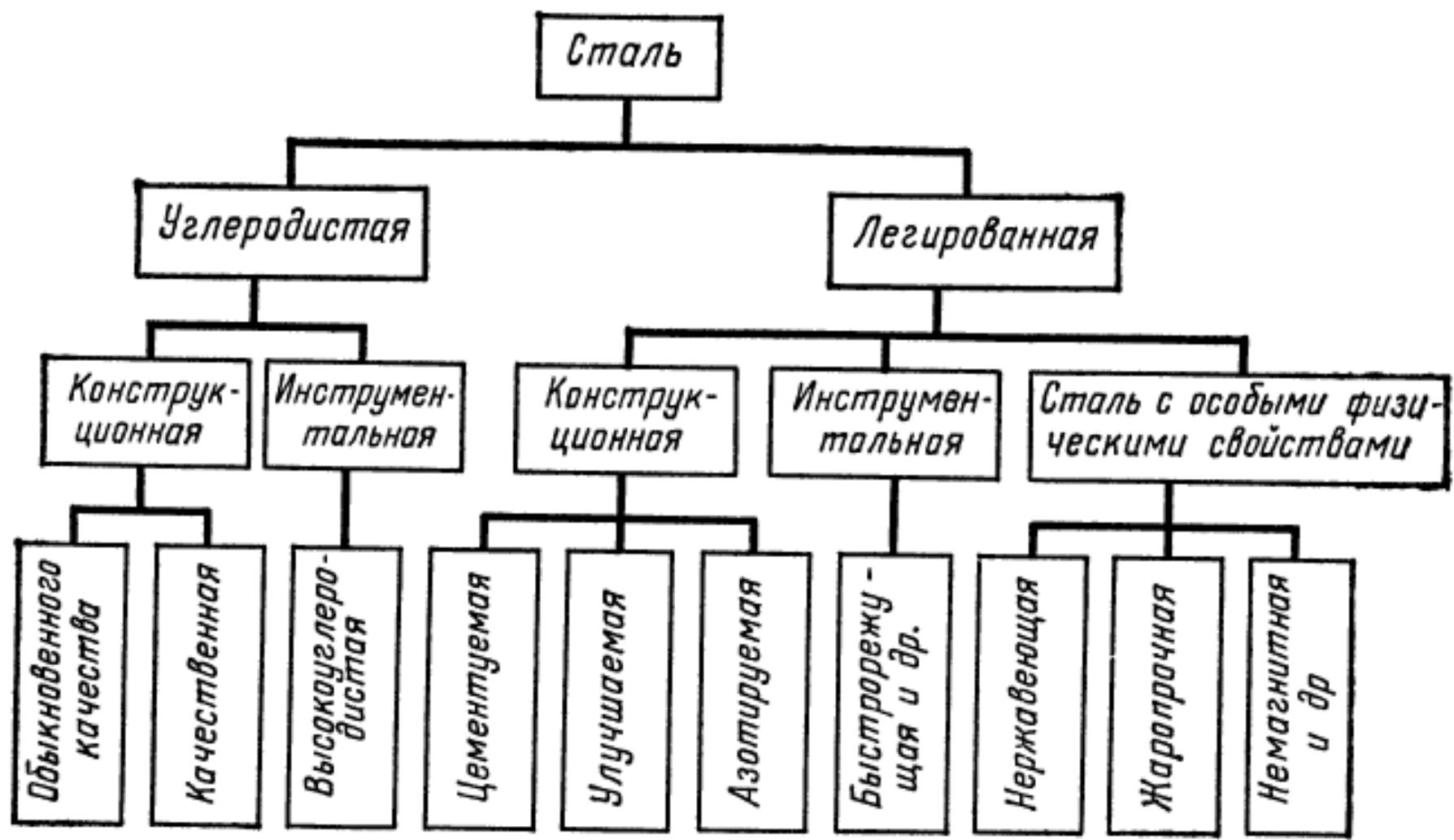
Сталь – углеродистые, легированные, конструкционные, инструментальные, с особыми физическими свойствами
Чугун – серый, белый, ковкий

Цветные металлы и сплавы

Медь, латунь, бронза, алюминий, силумины, титан

Неметаллические материалы

Пластмасса, резина, керамика, лакокрасочные покрытия, древесина, картон, ткань и т.п.





- ⊕ **Проектный расчет** является предварительным, упрощенным расчетом, выполняемым в процессе разработки конструкции детали в целях определения ее размеров и выбора материала.
- ⊕ При проектном расчете число неизвестных обычно превышает число расчетных уравнений. Поэтому некоторыми неизвестными параметрами задаются, принимая во внимание опыт и рекомендации, а некоторыми второстепенными параметрами пренебрегают. Такой подход необходим для определения тех размеров, без которых невозможна первая чертежная проработка конструкции. В поисках лучшего варианта конструкции часто приходится выполнять несколько вариантов расчета. В сложных случаях поисковые расчеты удобно выполнять на ЭВМ. То обстоятельство, что конструктор сам выбирает расчетные схемы, запасы прочности и число неизвестных параметров, приводит к неоднозначности инженерных расчетов, а следовательно, и работоспособности конструкции спроектированной машины.
- ⊕ **Проверочный расчет** является уточненным расчетом конструкции известной детали, выполняемым в целях проверки ее прочности или определения норм нагрузки.

**Критерии работоспособности и расчета
деталей машин:**

1. Прочность $\sigma \leq [\sigma]$ $\tau \leq [\tau]$ $S \geq [S]$

2. Жесткость $y \leq [y]$ $\theta \leq [\theta]$ $\varphi \leq [\varphi]$

3. Износостойкость $p \leq [p]$ $pv \leq const$
 $p^m s \geq const$

4. Теплостойкость $T \leq [T]$

5. Виброустойчивость $\omega \neq \omega_{кр}$

6. Надежность $P(t) + Q(t) = 1$

Методы оценки прочности

- Самым распространенным методом оценки прочности деталей машин является **расчет по допускаемым напряжениям по условиям прочности**

$$\sigma_{\text{max}} \leq [\sigma] \text{ или } \tau_{\text{max}} \leq [\tau],$$

т. е. **максимальные расчетные (действительные) нормальные или касательные напряжения не должны превышать допускаемых.**

Определение допускаемых напряжений зависят как от характера самой нагрузки, так и характера ее приложения, от материала изделия, концентрации напряжений, качества поверхности, размеров деталей и других факторов.

Допускаемое напряжение — максимальное напряжение, при котором материал должен нормально работать.

Допускаемые напряжения получают по предельным с учетом запаса прочности:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{[s]}$$

[s] — допускаемый коэффициент запаса прочности.

Допускаемый коэффициент запаса прочности зависит от качества материала, условий работы детали, назначения детали, точности обработки, расчета и т. д. Он может колебаться от 1,25 для простых деталей до 12,5 сложных деталей, работающих при переменных нагрузках в условиях ударов и вибраций

Виды расчетов

Расчетное напряжение зависит от нагрузки и размеров поперечного сечения,

Допускаемое напряжение - только от материала детали и условий работы

Существуют три вида расчета на прочность.

пусть необходимо обеспечить прочность детали при растяжении (сжатии), т.е.

$$\sigma \leq [\sigma], \text{ где } \sigma = \frac{N}{A}; \quad [\sigma] = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{[s]}$$

1. **Проектировочный расчет** — задана расчетная схема и нагрузки; подбираются материал или размеры детали:

- определение размеров поперечного сечения:

$$A \geq \frac{N}{[\sigma]}; \quad \sigma_{\text{пред}} \geq \frac{N[s]}{A}$$

- подбор материала (его марки)

по предельным напряжениям

2. **Проверочный расчет** — известны нагрузки, материал, размеры детали; необходимо проверить, обеспечена ли прочность.

Проверяется неравенство

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma]$$

3. **Определение нагрузочной способности** (максимальной нагрузки): $[N] = [\sigma]A$

- Второй распространенный метод расчета деталей машин на прочность сводится к **сравнению действительного коэффициента запаса прочности s с допусаемым** по условию

$$s \geq [s]$$

- Выбор допусаемого коэффициента запаса прочности является очень ответственной задачей, так как завышение $[s]$ ведет к значительному увеличению массы и габаритов конструкции, увеличивает ее стоимость, а занижение - делает конструкцию недостаточно надежной.