

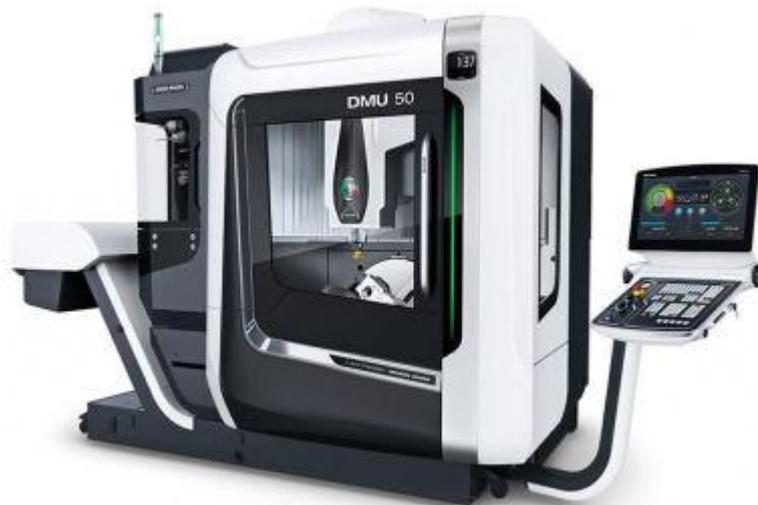
ТЕХНОЛОГИЧЕС КОЕ ОБОРУДОВАНИЕ Е



Преподаватель:
Осипова Екатерина Сергеевна

Общие сведения о металлообрабатывающих станках

Металлорежущий станок — это технологическая машина, предназначенная для обработки материалов резанием в целях получения деталей заданной формы и размеров (с требуемыми точностью и качеством обработанной поверхности). На станках обрабатывают заготовки не только из металла, но и из других материалов, поэтому термин «металлорежущий станок» является условным.



Первая цифра — это номер группы, к которой относится станок, вторая — номер типа станка, третья и четвертая характеризуют один из главных параметров станка или обрабатываемой на нем заготовки (например, высоту центров, диаметр прутка, размеры стола). Буква после первой или второй цифры указывает, что станок модернизирован, буква, стоящая после цифр, обозначает модификацию (видоизменение) базовой модели станка. Например, модель 7А36 означает: 7 — строгально-протяжная группа, 3 — поперечно-строгальный, 6 — максимальная длина обрабатываемой заготовки 600 мм, буква А указывает на модернизацию станка базовой модели 736.



По степени универсальности станки подразделяют на универсальные, специализированные и специальные.

Универсальные станки предназначены для обработки деталей широкой номенклатуры в единичном и мелкосерийном производстве. Для этих станков характерен широкий диапазон регулирования скоростей и подач. К универсальным станкам относятся токарные, токарно-винторезные, токарно-револьверные, сверлильные, фрезерные, строгальные и др. (как с ручным управлением, так и с ЧПУ).

Специализированные станки используют для изготовления деталей одного наименования, но разных размеров. К ним относятся станки для обработки труб, муфт, коленчатых валов, а также зубо- и резьбообрабатывающие, токарно-затыловочные и др. Для специализированных станков характерна быстрая переналадка сменных устройств и приспособлений; они применяются в серийном и крупносерийном производстве.

Специальные станки служат для изготовления детали одного наименования и размера; их применяют в крупносерийном и массовом производстве.

Таблица 1.1. Классификация металлообрабатывающих станков

Наименование	Группа	Тип станка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы		Токарно-револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Токарно-винторезные, токарные и лоботокарные	Многорезцовые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
		одношпиндельные	многошпиндельные							
Сверильные и расточные	2	Настольно-и вертикально-сверильные	Полуавтоматы		Координатно-расточные	Радиально-и координатно-сверильные	Расточные	Отделочно-расточные	Горизонтально-сверильные	Разные сверильные
			одношпиндельные	многошпиндельные						
Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	3	Круглошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные	Внутришлифовальные, координатно-шлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	Продольно-шлифовальные	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные станки, работающие абразивом
Электрофизические и электрохимические	4	—	Светолучевые	—	Электрохимические	Электроискровые	—	Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные	Анодно-механические отрезные	—
Зубо-и резьбо-обрабатывающие	5	Зубодолбежные для изготовления цилиндрических колес	Зуборезные для изготовления конических колес	Зубофрезерные для нарезания		Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо-и резьбошлифовальные	Разные зубо-и резьбо-обрабатывающие
				цилиндрических колес и шлицевых валов	червячных колес					
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные, консольные	Фрезерные непрерывного действия	Продольные одностоечные	Копировальные и гравировальные	Вертикально-фрезерные бесконсольные	Продольные двухстоечные	Широкоуниверсальные фрезерные инструментальные	Горизонтально-фрезерные консольные	Разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания		—	Разные строгальные
		одностоечные	двухстоечные				внутреннего	наружного		
Разрезные	8	Отрезные, оснащенные			Правильно-отрезные	Ленточно-пильные	Отрезные с дисковой пилой	Отрезные ножовочные	—	—
		токарным резцом	шлифовальным кругом	гладким или насеченным диском						
Разные	9	Муфто-и трубообрабатывающие	Пилонасекательные	Правильно-и бесцентрово-обдирочные	—	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	—	—

По степени точности обработки станки делят на пять классов:

Н — **нормальной** точности; к этому классу относится большинство универсальных станков;

П — **повышенной** точности; станки данного класса изготавливают на базе станков нормальной точности, но требования к точности обработки ответственных деталей станка, качеству сборки и регулированию значительно выше;

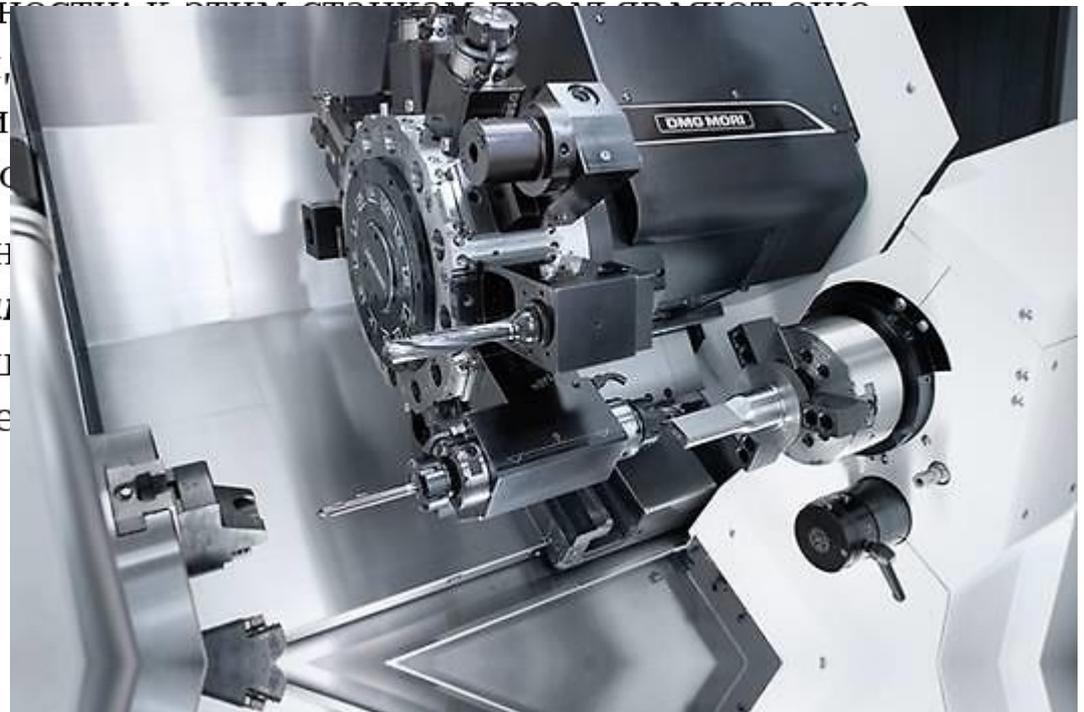
В — **высокой** точности, достигаемой благодаря использованию специальной конструкции отдельных узлов, высоких требований к точности изготовления деталей, качеству сборки и регулированию станка в целом;

А — **особо высокой** точности; к этому классу относятся станки с более жесткими требованиями;

С — **особо точные**, или сверхточные; к этому классу относятся станки, предназначенные для станков классов точности А и В.

По расположению шпинделя станки делят на **вертикальные** и **наклонные**.

По степени концентрации функций станки делят на одно- и многопозиционные.



ДВИЖЕНИЯ В СТАНКАХ

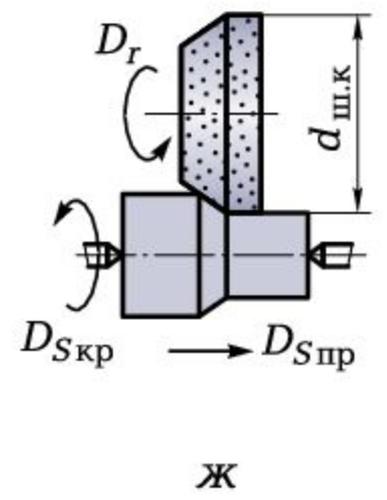
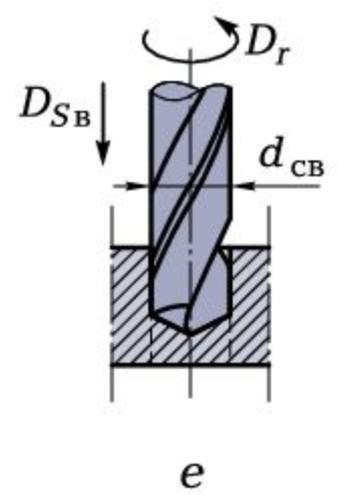
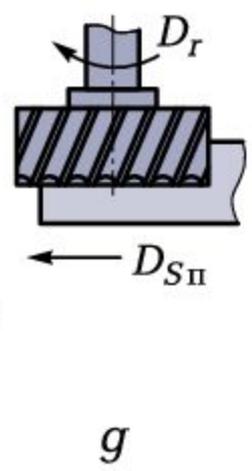
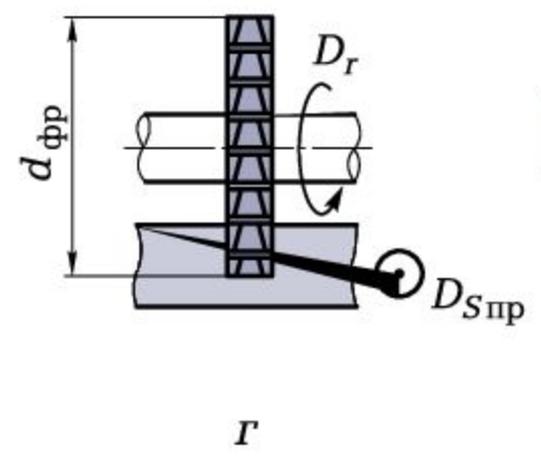
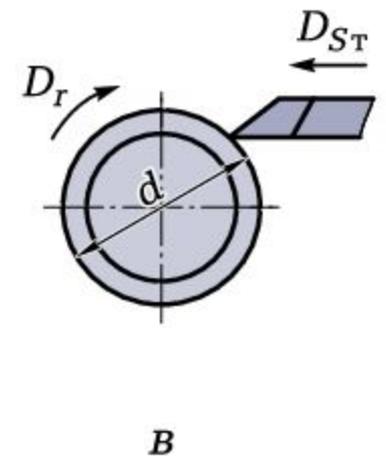
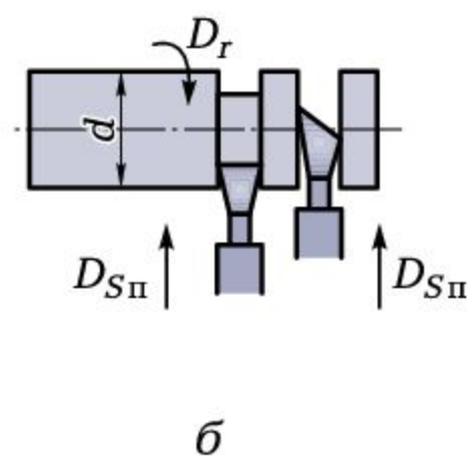
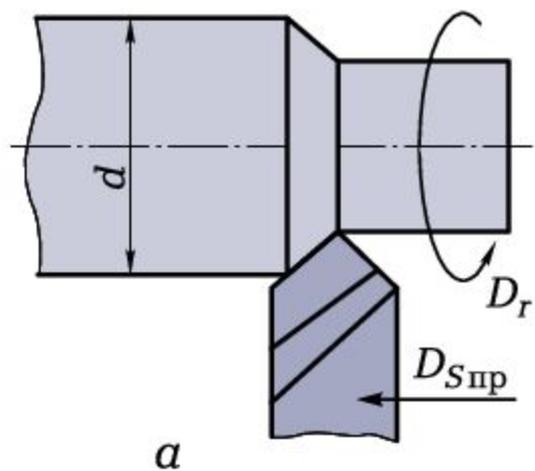
Главное движение резания D_r обеспечивает снятие стружки с заготовки с наибольшей скоростью в процессе резания. Главное движение может быть вращательным и прямолинейным поступательным (рис. 1.1). Это движение может совершать как заготовка, так и режущий инструмент.

В станках токарной группы главным движением является вращение заготовки (рис. 1.1, $a—b$). Частоту вращения n заготовки определяют по формуле

$$n = 10^3 v / (\pi d),$$

где v — скорость резания, м/мин; d — диаметр заготовки, мм.

В сверлильных, фрезерных, шлифовальных, зубофрезерных станках главное движение сообщается режущему инструменту



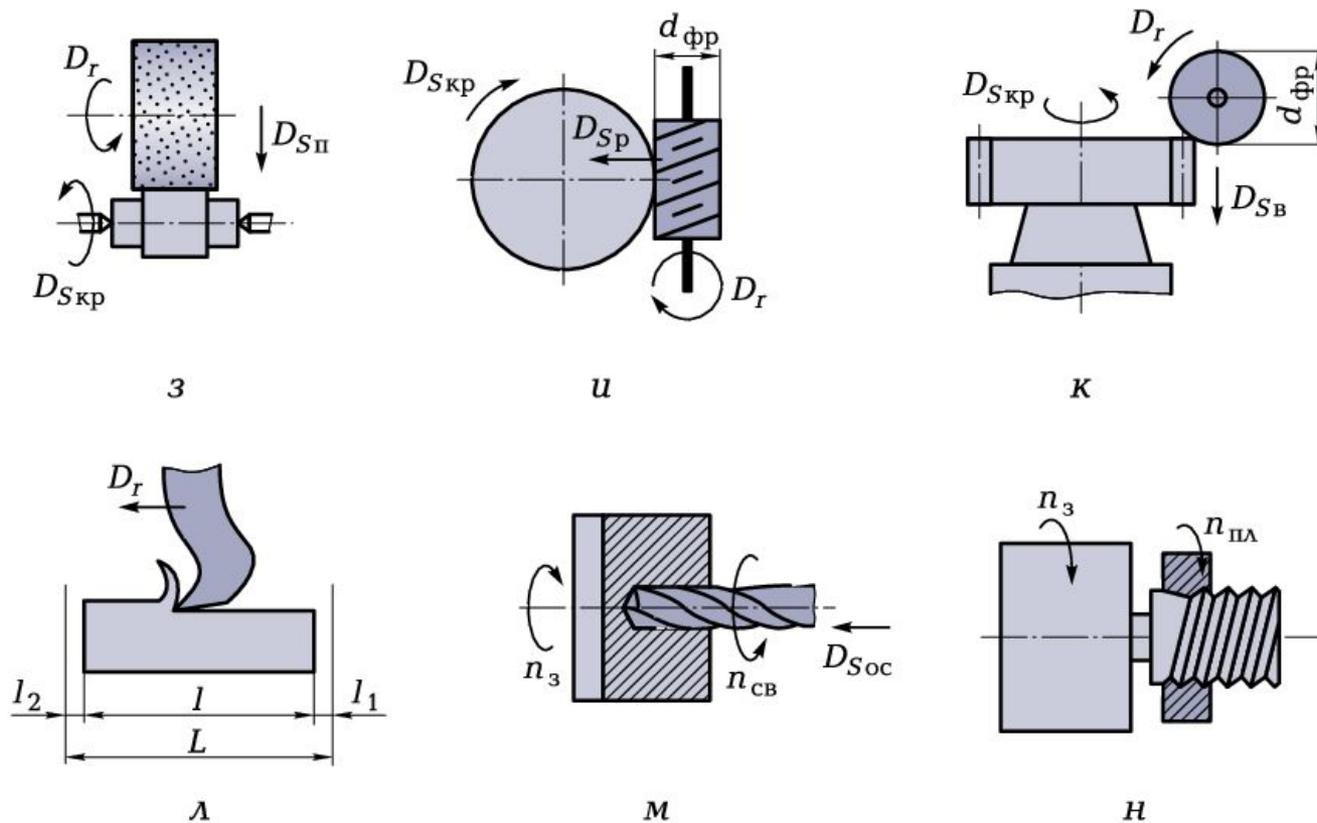


Рис. 1.1. Виды главного движения и движения подачи в токарных (а, б, в), фрезерных (г, д), сверлильных (е), шлифовальных (ж, з), зубофрезерных (и, к), строгальных (л) станках и токарных автоматах (м, н):

D_r — главное движение (движение резания); $D_{S_{\text{пр}}}$, $D_{S_{\text{п}}}$ — продольное и поперечное движение подачи; $D_{S_{\text{в}}}$, $D_{S_{\text{кр}}}$ — вертикальное и круговое движение подачи; $D_{S_{\text{т}}}$, $D_{S_{\text{ос}}}$, $D_{S_{\text{р}}}$ — движение тангенциальной, осевой и радиальной подачи

Движение подачи D_S позволяет подвести под режущую кромку инструмента новые участки заготовки, тем самым обеспечить снятие стружки со всей обрабатываемой поверхности. **Скорость подачи** v_S при лезвийной обработке задается в миллиметрах в минуту (мм/мин).

Подачей S называется отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки (или заготовки) вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов или долей цикла другого движения во время резания.

УПРАВЛЕНИЕ СТАНКАМИ

Под *управлением станком* понимают совокупность воздействий на его механизмы, обеспечивающих выполнение технологического цикла обработки, а под *системой управления* — устройство или совокупность устройств, реализующих эти воздействия.

Цикл работы станка — это совокупность всех движений, необходимых для обработки заготовок и выполняемых в определенной последовательности.

- *Управление станком может быть ручным (многорукояточное устройство) или автоматическим.*

Автоматическое управление подразделяется на кулачковое; с помощью регулируемых упоров; программное и адаптивное.

По виду различают цикловое программное управление (ЦПУ) и числовое.

Цикловым программным управлением называют управление, при котором полностью или частично программируется цикл работы станка, режимы обработки и смена инструмента, а размерная информация (перемещения рабочих органов станка) задается с помощью путевых упоров, устанавливаемых на специальных линейках или барабанах.

Числовым программным управлением называют управление обработкой заготовки на станке по управляющей программе (УП), в которой данные представлены в цифровой форме. Числовое программное управление обеспечивает управление движениями рабочих органов станка, скоростью их перемещения при формообразовании, последовательностью обработки, режимами резания, а также различными вспомогательными функциями.

Система числового программного управления (СЧПУ) — это совокупность функционально взаимосвязанных и взаимодействующих технических и программных средств, которые обеспечивают управление станком. Основой СЧПУ является **устройство числового программного управления (УЧПУ)**, которое выдает управляющее воздействие на рабочие органы станка в реальном масштабе времени в соответствии с УП

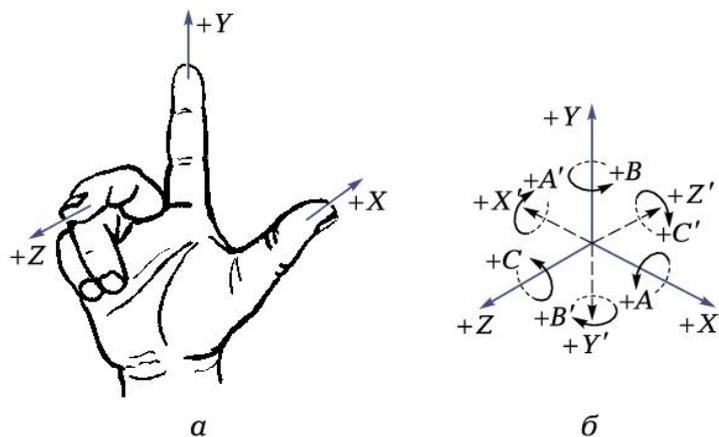


Рис. 1.2. Системы координат в станках с ЧПУ:

a — правило определения правой прямоугольной системы координат XYZ станка;
б — левая прямоугольная система координат X'Y'Z' на узлах, несущих заготовку (A, B, C, A', B', C' — вращательные движения вокруг осей)

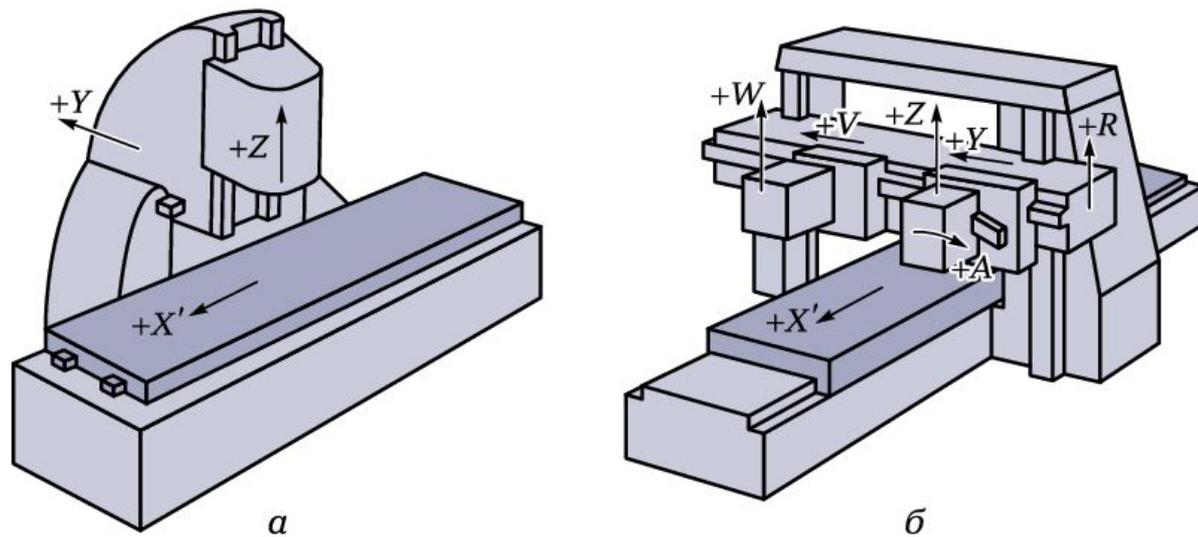


Рис. 1.3. Оси координат в одноэтажном (*a*) и двухэтажном (*б*) продольно-фрезерных станках

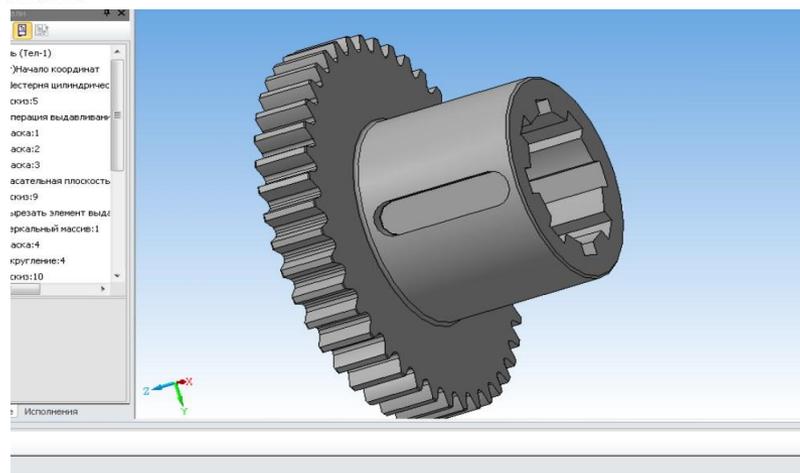
ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И НАДЕЖНОСТИ СТАНКОВ

Производительность. Это основной критерий количественной оценки станочного оборудования. Производительность станка характеризуется числом деталей, изготовленных на нем в единицу времени. Если, например, на изготовление одной детали затрачивается время t , мин, то производительность Q станка будет $Q = 1/t$, шт./мин, а если N деталей, то $Q = N/t$.

Для металлорежущих станков различают:

- идеальную (технологическую) производительность $Q_{ид} = 1/t_p$, где t_p — время резания;
- цикловую производительность $Q_{ц} = 1/(t_p + t_{х.х})$, где $t_{х.х}$ — время холостого хода;
- фактическую (реальную) производительность $Q_{ф} = 1/(t_p + t_{х.х} + t_{пр})$, где $t_{пр}$ — время, затрачиваемое на смену инструмента, его регулирование, ремонт механизмов станка и т.д., этот параметр называют **прочими потерями времени**, приходящимися на одну изготовленную деталь.

Прочность. Расчеты на прочность деталей, выполняемые при проектировании станков, осуществляют по величинам допускаемых напряжений, коэффициентам запаса прочности или вероятности безотказной работы.



Допускаемое напряжение статически нагруженных деталей рассчитывают по пределу текучести (для пластических материалов) $[\sigma] = \sigma_T / n_T$ (здесь σ_T — предел текучести; $n_T = 1,1 \dots 1,4$ — коэффициент запаса) и по пределу прочности (для хрупких материалов) $[\sigma] = \sigma_{пр} / n_{пр}$, где $\sigma_{пр}$ — предел прочности; $n_{пр} = 3 \dots 4$ — коэффициент запаса.

Коэффициент запаса циклической прочности

$$n_R = \sigma_{-1} / (K\sigma_a + \psi\sigma_m),$$

где K — коэффициент снижения предела выносливости, зависящий от состояния поверхностных слоев, концентрации напряжений, масштабного фактора; σ_a и σ_m — амплитуда и среднее напряжение цикла соответственно; ψ — коэффициент, учитывающий вид напряженного состояния

Точность. Для деталей машин понятие точности включает в себя точность формы и размеров отдельных участков детали, а также точность взаимного положения этих участков.

Точность обработки характеризуется значениями допущенных при обработке погрешностей, т. е. отступлением размеров готовой детали от заданных по чертежу. Погрешности обработки должны находиться в пределах допусков. Кроме того, необходимо при обработке заготовки получить заданную шероховатость поверхности, которая непосредственно зависит от метода обработки и режимов резания.

Жесткость. Критерий жесткости в станках является одним из важнейших. Например, прецизионные станки проектируют значительно более массивными, чем другое технологическое оборудование для тех же нагрузок и мощности, так как их узлы будут более жесткими, а следовательно, под действием приложенных сил будут давать меньшие отжатия.

Износостойкость. В результате постепенного изменения поверхностей трения при взаимодействии двух сопряженных деталей происходит их изнашивание, т.е. уменьшение размеров и изменение формы деталей. По статистике большинство деталей машин выходит из строя из-за износа. При изнашивании в миниатюре происходят пластические и упругие деформации, сдвиг, усталостные разрушения материала деталей.

В большинстве случаев можно наблюдать три стадии изнашивания (рис. 1.4): I — период приработки; II — установившийся (или нормальный) износ; III — катастрофический износ.

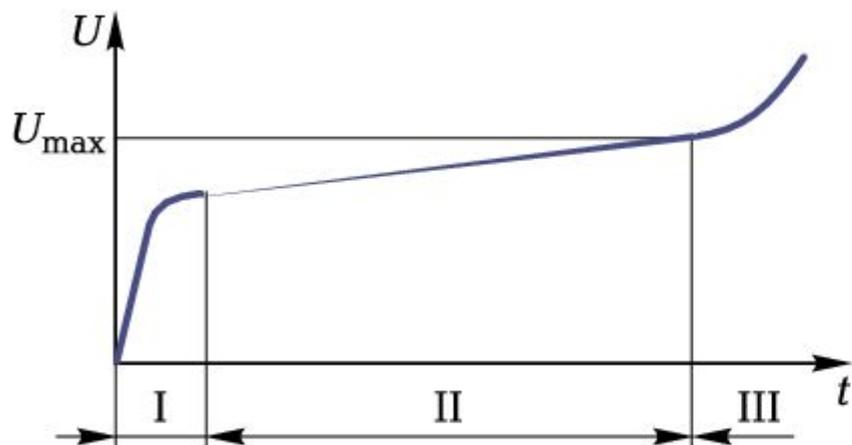


Рис. 1.4. Стадии I, II и III изнашивания трущихся поверхностей

Стойкость к тепловым воздействиям. Работа станка сопровождается тепловыделением, вызываемым процессом резания и трением в механизмах.

Виброустойчивость. Под *виброустойчивостью* понимают способность конструкций работать в заданном диапазоне режимов обработки без недопустимых колебаний отдельных узлов и станка в целом.

Энергетическая характеристика. Одним из параметров, определяющих данную характеристику технологического оборудования, является коэффициент полезного действия (КПД). Для станков определяют КПД главного привода $\eta_{г.п}$ и КПД станка в целом η_c .

Коэффициент $\eta_{г.п}$ рассчитывают по формуле

$$\eta_{г.п} = N_{п}/N_c = N_{п}/(N_{п} + N_{тр}),$$

где $N_{п}$ — полезная мощность; N_c — общая затраченная мощность; $N_{тр}$ — мощность, идущая на преодоление трения во время рабочих ходов.

КПД станка в целом определяют, пользуясь выражением

$$\eta_c = A_{п}/(A_{п} + A_{тр} + A_{х.х}),$$

где $A_{п}$ — полезная работа; $A_{тр}$ — работа, идущая на преодоление трения при рабочих ходах; $A_{х.х}$ — работа, идущая на осуществление холостых ходов.

Показатели качества станочного оборудования. Номенклатура показателей качества определяется стандартами: для металлообрабатывающих станков — ГОСТ 4.93—86, для УЧПУ — ГОСТ 4.405—85. В качестве примера далее приведены некоторые показатели качества металлообрабатывающих станков:

- **показатели назначения** — предельные размеры устанавливаемой заготовки и предельные размеры ее обрабатываемых поверхностей; наибольшая масса устанавливаемой заготовки; наибольшие размеры устанавливаемого на станке инструмента; наличие накопителей инструмента и т.д.
- **показатели надежности** — установленная безотказная наработка в сутки, в неделю; установленный срок службы до первого капитального ремонта; установленный ресурс по точности станка до первого среднего ремонта; коэффициент технического использования; среднее время восстановления;

- **показатели экономного использования материалов и электроэнергии** — удельная масса металла (в килограммах на единицу производительности); удельный расход электроэнергии (в киловатт-часах на единицу производительности);
- **эргономические показатели** — уровень звука на рабочем месте; скорректированный уровень звуковой мощности;
- **показатели технологичности** — удельная трудоемкость изготовления станка;
- **показатели стандартизации и унификации** — коэффициенты применимости по составным частям и по стоимости;
- **патентно-правовые показатели** — патентная чистота; патентная защищенность;
- **показатели безопасности** — показатели, обеспечивающие соблюдение общих требований безопасности при эксплуатации станков.

Надежность. Проблема надежности оборудования является одной из основных проблем в машиностроении. Свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования, называется **надежностью**.

Работоспособное состояние — состояние объекта, в котором он может выполнять требуемые функции. Или можно сказать, что состояние объекта, в котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции, соответствует требованиям, установленным в документации на этот объект.

Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.

Долговечность — свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния.

Полная или частичная утрата работоспособности объекта называется **отказом**.

Основным показателем долговечности изделия является **наработка до отказа**. Среднее время t_{H} наработки до отказа

$$t_{\text{H}} = \sum_{i=1}^K t_{i\text{H}} / K,$$