|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № занятия | Дата | Содержание, тема | Задание | Оформление |
| 5 | 27.03.2020г. | Показатели технического уровня и надёжности станков. | Составить краткий конспект по представленному материалу.  Ответить на контрольные вопросы | Рукописно,  в рабочей тетради |

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТАНКОВ.**

Для сравнительной оценки технического уровня станков и комплектов станочного оборудования, а также для выбора станков , в соответствии с решением конкретной производственной задачи используют набор показателей, характеризующих качество как отдельных станков, так и набора станочного оборудования.

**2.1. Эффективность.**

*Вопросы по теме: 2.1.*

*2.1.1. Что такое эффективность?*

*2.1.2. Как подсчитать эффек­тивность станков в шт./руб.?*

*2.1.3. К чему следует стремиться при проектировании или подборе станочного оборудования?*

*4.4. К чему следует стремиться при проектировании или подборе станочного оборудования если задана годовая программа выпуск?.*

*4.5. Как сравнить эффективность двух вариантов станочного оборудова­ния?*

Эффективность - комплексный (интегральный) показа­тель, который наиболее полно отражает главное назначение станоч­ного оборудования — повышать производительность труда и соот­ветственно снижать затраты труда при обработке деталей. Эффек­тивность станков может быть рассчитана по ф-ле.2.1, в шт./руб.,

 (2.1)

где N — годовой выпуск деталей; ∑ с— сумма годовых затрат на их изготовление.

При проектировании или подборе станочного оборудования всегда следует стремиться к максимальной эффективности, а показатель (2.1) при этом следует рассматривать как целевую функцию

 (2.2)

Если задана годовая программа выпуска, то условие (2.2) при­водится к минимуму приведенных затрат

 (2.3)

Сравнение эффективности двух вариантов станочного оборудова­ния при заданной программе выпуска ведут по разности приведен­ных затрат

 (2.4)

где индекс «2» относится к более совершенному варианту станочного оборудования при сравнении с базовым (индекс «1»).

**2.2. Производительность.**

*Вопросы по теме: 2.2.*

*2.2.1. Что такое производительность станка?*

*2.2.2. Что такое штучная производительность?*

*2.2.3. Для чего используется набор представительных деталей?*

*2.2.4. Как определить производительность для станков широкой универсальности?*

*2.2.5. Понятие технологической производительности?*

*2.2.6. Из чего состоят потери годового фонда времени?*

*2.2.7. Как определить производительность резания?*

*2.2.8. Привести данные по затратам мощности при удалении I см3 металла за I мин.*

*2.2.9. Основные пути повышения производительности станков?*

*2.2.10. Чем ограничивается повышение скорости обработки?*

*2.2.11. Что являетсябольшим резервом повышения производительности станка?*

*2.2.12. С чем связаны ограничения по скорости вспомогательных движений?*

*2.2.13. Когда сокращаются все виды внецикловых потерь?*

*2.2.14. Что сокра­щает потери времени на замену инструмента?*

*2.2.15. Что снижает число отказов и затраты на устранение этих отказов?*

Производительность станка определяет его способность обеспе­чивать обработку определенного числа деталей в единицу времени.

Штучная производительность (шт./год) выражается числом де­талей, изготовленных в единицу времени, при непрерывной, безот­казной работе

 (2.5)

где: То — годовой фонд времени; Т *—* полное время всего цикла изготовления детали.

При изготовлении на универсальном станке разных деталей его штучную производительность определяют по условной, так назы­ваемой представительной детали, форму и размеры которой берут усредненными по всему рассматриваемому множеству деталей. Все исходные параметры представительной детали (масса, размеры, допуски и т. д.) определяют для всей группы (семейства) рассматри­ваемых деталей как средневзвешенные величины

 (2.6)

где *х* — величина данного параметра внутри каждого интервала; δсх — частость по интервалам изменения величины *х*, δс — общая частость (весомость) деталей рассматриваемой группы.

Для станков широкой универсальности рассматривают набор представительных деталей, каждая из которых соответствует семей­ству однотипных деталей, сходных по форме и технологии обработки. Производительность определяют по среднему значению времени цикла обработки, которое без учета потерь выражается как

Т = *t p + t в*, (2.7)

где *tр* — время обработки резанием; *tв* — время на все виды вспо­могательных операций, не совмещенных по времени с обработкой. Если процесс обработки осуществляют непрерывно и дополни­тельное время на вспомогательные операции не затрачивается, т. е. если *tB —* О, а *Т = tp,* то штучная производительность совпадает с понятием технологической производительности определяемой только по машин­ному времени.

 (2.8)

Штучная произво­дительность связана с годовым выпуском деталей коэффициентом использования η, учитывающим потери годового фонда времени (рис.2.1) по организационным и техническим причинам:

N=Qη, (2.9)

Рис. 2.1. Потери годового фонда времени:

1 — выходные, отпуск; 2 — отсутствие третьей смены; 3 — односменная работа; 4 — отказы; 5 — переналадка; 6 — использова­ние станочного оборудования не по назначению.

Кроме штучной производитель­ности иногда используют для сравнительной оценки различного по характеру оборудования и разных методов обработки другие условные показатели. Производительность формообразования измеряют площадью поверхности, обработанной на станке в единицу времени

 (2.10)

где , *L* — скорость и полный путь перемещения инструмента по образующей линии на обрабатываемой поверхности.

Производительность резания определяют объемом материала, снятого с заготовки в единицу времени. Этот показатель применяют иногда для оценки возможностей станков для предварительной обработки или для сравнения различных технологических способов размерной обработки (табл. 2.1). В таблице приведены также данные по затратам мощности при удалении I см3 металла за I мин.

**Таблица** 2.1.1.**Производительность размерной обработки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид обработки | Производительность, см3/мин | Мощность, кВт |
| Точение | 1500 | 0,06 |
| Шлифование | 800 | 0,6 |
| Электроискровая | 15 | 1,0 |
| Электрохимическая | 15 | 10 |
| Ультразвуковая | 1 | 25 |
| Лазерная | 0,01 | 4000 |

Основные пути повышения производительности станков и ста­ночных систем связаны со следующими тенденциями: увеличением технологической производительности; совмещением разных опера­ций во времени; сокращением времени на вспомогательные движения; сокращением всех видов внецикловых потерь.

Технологическая произво­дительность увеличивается с по­вышением скорости обработки (рис. 2.2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2000** | | V, м/мин | | | |  | |  | | кера­микиа | |
| **1000** | |
|  | |  | |  | |  | |  | |
| **500** | |
|  | |  | |  | |  | | порошковый материал | |
| **300** | |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | |
| **200** | |
|  | |  | |  | |  | |  | |
| **100** | |
|  | |  | |  | |  | | твердый сплав | |
| **50** | |
|  | |  | |  | |  | | Быстрорежущая сталь | |
|  | |  | |  | |  | |  | |
| **30** | |  | |  | |  | |  | |  | |
| **20** | |  | |  | |  | |  | | инструментальная сталь | |
| **10** | |
|  | |  | |  | |  | |  | |
|  | |
| Годы | **1875** | | **1900** | | **1925** | | **1950** | | **1975** | |  |

Рис. 2.2. Изменение скорости реза­ния (ориентировочные значения) при использовании режущих инструмен­тов из разных материалов.

и с увеличением сум­марной длины режущих кромок инструмента, участвующих в процессе формообразования.

Повышение скорости обработки ограничивается свойствами ма­териала режущего инструмента. Резкое повышение скорости воз­можно при переходе на новые инструментальные материалы.

При замене режущего инструмента из быстрорежущей стали и твердого сплава инструментом из порошкового твердого сплава и алмазным инструментом можно ожидать существенное повышение скорости резания и соответственно подачи. Значительное повышение произво­дительности достигается применением эффективных смазочно-охлаждающих жидкостей. Увеличение суммарной длины режущих кромок приводит к усложнению и удорожанию режущего инструмента, что оправдывает себя, как правило, при соответствующем увеличении масштаба производства.

Большим резервом повышения производительности является сов­мещение во времени различных операций, как основных, так и вспо­могательных. Одновременное выполнение нескольких рабочих опе­раций осуществляется на многопозиционных станках и автоматиче­ских линиях, используемых в крупносерийном и массовом производ­стве. Совмещение рабочих операций с вспомогательными всегда це­лесообразно, если это не связано с излишним усложнением и удоро­жанием станка. Применение непрерывных методов обработки (бес­центрового шлифования, накатки резьбы непрерывным способом, непрерывного протягивания и др.) дает возможность полностью сов­местить все вспомогательные операции с рабочими и обеспечить наибольшую производительность станка.

Сокращение времени на вспомогательные движения (холостые ходы) для повышения производительности станка обеспечивается совершенствованием привода и системы управления. Ограничения по скорости вспомогательных движений связаны с возникающими при этом инерционными нагрузками и их отрицательным влиянием по различным критериям работоспособности деталей и механизме станка. Все виды внецикловых потерь сокращаются при комплексной автоматизации и совершенствовании системы управления, как отдельным станком, так и всем автоматизированным производством на базе вычислительной техники.

Автоматизация смены инструмента и совмещение операций смены затупленного инструмента на станке с рабочими операциями сокра­щают потери времени на замену инструмента. Повышение надежности станков и автоматических систем значительно снижает число отказов и общие затраты на устранение этих отказов.

### Лекция 5

**2.3. Надежность.**

*Вопросы по теме: 2.3.*

*2.3.1. Что такое надежность станка?*

*2.3.2. Что такое отказ?*

*2.3.3. Что такое безотказность станка?*

*2.3.4. Чему равна вероятность безотказной работы?*

*2.3.5.* *Как оценить отказы, связанные с изнашиванием элементов станка?*

*2.3.6. Что является комплексным показателем надежности станков?*

*2.3.7. Как оценить фактическую производительность по сравнению с номи­нальным значением производительности?*

*2.3.8. Что такое долговечность станка?*

*2.3.9. Что такое ремонтопригодность?*

*2.3.10. Что такое технический ресурс?*

*2.3.11. Как оценить*  *надежности сложной системы?*

*2.3.12. Как понимать технологическую надежность станков?*

*2.3.13. Как связаны диагностирование и надежности станков и станочных систем?*

*2.3.14. Модели диагностирования?*

*2.3.15. Что целесообразно предпринять для повышения надежности станков и автоматических станочных систем?*

Надежность станка — свойство станка обеспечивать бес­перебойный выпуск годной продукции в заданном количестве в те­чении определенного срока службы и в условиях применения, тех­нического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Нарушение работоспособности станка называют отказом.При отказе продукция либо не выдается, либо является бракованной. В автоматизированных станках и автоматических линиях отказы могут быть связаны с нестабильностью условий работы под влиянием отдельных случайных факторов и сочетания этих случайных факто­ров — разброса параметров заготовок, переменности сил резания и трения, отказов элементов систем управления и т. д.

Кроме того, причинами отказов может быть потеря первоначальной точности станка из-за изнашивания его частей и ограниченной долговечности важнейших его деталей и механизмов (направляющих, опор, шпин­делей, передач винт—гайка, фиксирующих устройств и т. п.).

Безотказностьстанка — свойство станка непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени. Безотказность может быть оценена следующими показателями.

Вероятность отказана по результатам испытаний *No* элементов, из которых отказали УУ0Т *= No* — *Na,* a *Na* оказались исправными, определяют по формуле

Вероятность отказана по результатам испытаний *No* элементов, из которых отказали *Noт* *= No* — *Nи,* a *Nи* оказались исправными, определяют по формуле

 (2.11)

Вероятность безотказной работы

 (2.12)

Интенсивность отказов - условная плотность вероятности воз­никновения отказа в единицу времени

 (2.12)

Вероятность безотказной работы может быть представлена в за­висимости от интенсивности отказов. Производную по времени вы­ражения (2.11) приводят к виду

 Откуда следует:  (2.13)

Вероятность безотказной работы станка как сложной системы, состоящей из *п* элементов, соединенных последовательно, при усло­вии их независимости по критерию надежности представляют в виде

 (2.14).

где *Pi* (0 — вероятность безотказной работы £-го элемента. Отказы, имеющие постоянную интенсивность,

 (2.15)

где tср — средняя наработка между отказами дает вероятность безотказной работы в виде

 (2.16)

Отказы, связанные с изнашиванием элементов станка, обычно подчиняются законам нормального распределения или логарифми­чески-нормального распределения. В первом случае известны две характеристики распределения — средняя наработка на отказ и среднеквадратичное отклонение

 (2.17)

Комплексным показателем надежности станков является коэффи­циент технического использования

 (2.18)

Где: *п* - число независимых элементов, подверженных отказам;

**- интенсивность отказов i-ro элемента;

tср i - среднее время на устранение отказа (на восстановление).

Коэффициент технического использования ** дает возможность оценить фактическую производительность *Qф* по сравнению с номи­нальным значением производительности Q (при абсолютной надеж­ности): *Qф* = *Q*.

Долговечность станка — свойство станка сохранять работоспо­собность в течение некоторого времени с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта до наступления предель­ного состояния. Долговечность отдельных механизмов и деталей станка связана главным образом с изнашиванием подвижных соеди­нений, усталостью при действии переменных напряжений и старе­нием.

Изнашивание подвижных соединений в станке (направляющих, опор шпинделя, передач винт—гайка и др.) является важнейшей причиной ограничений долговечности по критерию сохранения пер­воначальной точности.

Ремонтопригодность— свойство, заключающееся в приспособ­ленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения

отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работо­способного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Этот критерий является особенно важным для станков с высокой степенью автоматизации и автоматических станочных систем, так как определяет стоимость затрат на устранение отказов и связанные с этим простои дорогостоящего оборудования.

Технический ресурс - наработка от начала эксплуатации или ее возобновления после среднего и капитального ремонта до пере­хода в предельное состояние. Для определения долговечности отдель­ных элементов (деталей и механизмов станка) используют средний ресурс (математическое ожидание).

Современные станки и станочные системы (автоматические линии, участки и производства) являются сложной системой из большого числа разнородных элементов (механических, электрических и радио­электронных). Оценка надежности сложной системы должна осуще­ствляться на основе учета и анализа всех действующих факторов. В соответствии с общей формулой (2.14) вероятность безотказной работы станка

 (2.19)

где: *Р*1*(t)* — надежность по внезапным отказам механических узлов; *Р*2*(t)* — надежность радиоэлектронной аппаратуры; *P*3*(t)* — надеж­ность, обусловленная отказами по изнашиванию.

Технологическая надежность станков и станочных систем, как свойство сохранять во времени первоначальную точность оборудова­ния и соответствующее качество обработки, имеет важное значение в условиях длительной и интенсивной эксплуатации. В основе ана­литических методов оценки технологической надежности станков лежит разработка математической модели, отражающей характер Изменения точности обработки или точности систем станка во вре­мени.

Диагностирование является эффективным средством повышения надежности станков и станочных систем. При этом осуществляют направленный сбор текущей информации о состоянии станка и его важнейших узлов и элементов. Для сбора информации используют преобразователи, дающие сигнал по естественным для станка воз­мущениям или на основе специально возбуждаемых периодических воздействий. Поиск и диагностику ошибок, неисправностей, опасных отклонений от нормальной работы осуществляют различными мето­дами. При использовании функциональной модели станок и его отдельные узлы (привод подачи, несущая система) разбивают на конечное число функциональных блоков с одним выходным контроли­руемым параметром. Совокупность выходных параметров, связанных в единую систему, служит основой модели всего узла или всего станка.

Диагностирование ведут на основе алгебры логики; дефектное состояние функционального блока соответствует нулевому значению параметра, а нормальное состояние соответствует булевому значе­нию «1». Конкретный набор булевых значений оценочных параметров характеризует определенный вид отказа и соответствующим образом кодируется. Для быстрого анализа ситуации и нахождения дефект­ного блока составляется диагностическая матрица и соответству­ющая программа для ЭВМ. При этом методе диагностика носит ди­скретный характер.

При непрерывном действии станка или его узла используют па­раметрический метод диагностики. В этом случае математическую модель станка составляют в виде системы дифференциальных урав­нений, а параметры в уравнениях уточняют по экспериментальным данным. В соответствии с принятой целевой функцией для станка или его узла выбирают критерии оптимизации, по которым на основе текущей информации осуществляется непрерывное регулирование (адаптивное управление) и диагностика.

Иногда используют энергетическую модель, основу которой со­ставляет диаграмма распределения энергетического потока при опти­мальных условиях работы станка. Значения параметров уточняют экспериментально. Изменение распределения потоков энергии, фик­сируемое встроенными в станок датчиками, анализируется; оно является основой диагностического контроля.

Для повышения надежности станков и автоматических станочных систем целесообразно:

- оптимизировать сроки службы наиболее дорогостоящих механизмов и деталей станков на основе статистиче­ских данных и тщательного анализа с использованием средств вычис­лительной техники;

- обеспечивать гарантированную точностную на­дежность станка и соответствующую долговечность ответственных подвижных соединений (опор и направляющих); применять материалы и различные виды термической обработки, обеспечивающие высокую стабильность базовых деталей несущей системы на весь срок службы станка; устранять в ответственных соединениях трение скольжения, применяя опоры и направляющие с жидкостной и газовой смазкой;

- применять в наиболее ответственных случаях при использовании сложных систем автоматического станочного оборудования принцип резервирования, резко повышающий безотказность системы; распро­странять в станках профилактические устройства обнаружения и предупреждения возможных отказов по наиболее вероятным при­чинам.

#### Лекция 6

**2.4. Гибкость.**

*Вопросы по теме: 2.4.*

*2.4.1. Что такое гибкость станочного оборудования?*

*2.4.2. Показатели гибкости?*

*2.4.3. Что такое переналаживае­мость?*

*2.4.4. С чем связаны общие затраты на переналадку?*

Гибкость станочного оборудования — способность к бы­строму переналаживанию при изготовлении других, новых деталей. Чем чаще происходит смена обрабатываемых деталей и чем большее число разных деталей требует обработки, тем большей гибкостью должен обладать станок или соответствующий набор станочного обо­рудования. Гибкость характеризуют двумя показателями — универ­сальностью и переналаживаемостью.

Универсальностьопределяется числом разных деталей, подлежа­щих обработке на данном станке, т. е. номенклатурой *И* обрабаты­ваемых деталей. При этом следует иметь в виду, что отношение годового выпуска N к номенклатуре *И* определяет серийность изготов­ления

 (2.17)

Целесообразная гибкость оборудования связана с номенклатурой обрабатываемых деталей (рис. 2.3).



Автоматические линии А.Л.

Переналаживаемые А.Л.

Гибкие станочные системы ГПС

Станочные модули и станки с ЧПУ

системы ГПС

Станки с ручным управлением

системы ГПС

Рис. 2.3. Примерные области использования станочного оборудования различной универсальности.

Переналаживаемость определяется потерями времени и средств на переналадку станочного оборудования, при переходе от одной партии заготовок к другой партии. Таким образом, переналаживае­мость является показателем гибкости оборудования

и зависит от числа *Р* партий деталей, обрабатываемых на данном оборудовании в течение года.

 (2.18)

При этом средний размер партии связан с характером производства и с переналаживаемостью обору­дования.

Для каждого вида станочного оборудования существуют вполне определенные затраты на каждую переналадку (рис. 2.4).

затраты

Размер партии

n1опт

n2опт

суммарные затраты

суммарные затраты

затраты на незавершенную продукцию

затраты на переналадку

Рис. 2.4. Оптимизация размера партии в зависимости от гибкости оборудования:

С увеличе­нием числа деталей в партии общие затраты на переналадку сни­жаются, но при этом увеличиваются затраты на хранение деталей, которые не сразу идут в дальнейшую работу, например, на сборку, а создают незавершенное производство.

Таким образом, для каждого вида станочного оборудования с его переналаживаемостью суще­ствует оптимальный размер партии обрабатываемых деталей. Чем меньше оптимальный размер партии, тем большей гибкостью обла­дает станочное оборудование. Применение средств вычислительной техники для управления станками, оснащение их манипуляторами и устройствами ЧПУ позволили существенно повысить гибкость оборудования при высокой степени автоматизации.

**2.5. Точность.**

*Вопросы по теме: 2.4.*

*2.4.1. Что такое геометрическая точность?*

*2.4.2. Что такое кинематическая точность?*

*2.4.3. Чем характеризует жесткость (податливость) узлов станка?*

*2.4.4. С чем связана виброустойчивость станка?*

*2.5.5. Источники и характеристики колебаний в станках?*

*2.5.6. Что такое теплостойкость?*

*2.5.7. С чем связана точность позиционирования?*

Точность станка в основном предопределяет точность обработанных на нем изделий. По характеру и источникам возник­новения все ошибки станка, влияющие на погрешности обработан­ной детали, условно разделяют на несколько групп.

Геометрическая точностьзависит от ошибок соединений и влияет на точность взаимного расположения узлов станка при отсутствии внешних воздействий. Геометрическая точность зависит главным образом от точности изготовления соединений базовых деталей и от качества сборки станка. На погрешности в расположении основ­ных узлов станка существуют нормы; соответствие этим нормам проверяют для нового станка и периодически при его эксплуатации. Нормы на допустимые для данного станка геометрические погреш­ности зависят от требуемой точности изготовления на нем деталей.

Кинематическая точностьнеобходима для станков, в которых сложные движения требуют согласования скоростей нескольких простых. Нарушение согласованных движений нарушает правиль­ность заданной траектории движения инструмента относительно за­готовки и искажает тем самым форму обрабатываемой поверхности. Особое значение кинематическая точность имеет для зубообрабатывающих, резьбонарезных и других станков для сложной контурной обработки.

Жесткость станков характеризует их свойство противостоять появлению упругих перемещений под действием постоянных или медленно изменяющихся во времени силовых воздействий. Жест­кость — отношение силы к соответствующей упругой деформации б в том же направлении

 (2.19)

Величину, обратную жесткости, называют податливостью

 (2.20)

Податливость сложной системы из набора упругих элементов, работающих последовательно, равна сумме податливостей этих элементов:

 (2-21)

Жесткость станка, его несущей системы должна обеспечить упругое перемещение между инструментом и заготовкой в заданных пределах, зависящих от требуемой точности обработки. Жесткость и соответственно податливость базовых деталей станка из чугуна или стали подчиняются закону Гука и для каждой детали есть вели­чина постоянная. Жесткость большинства соединений, таких, как неподвижные стыки, направляющие, подшипники качения и сколь­жения, не является постоянной величиной вследствие отсутствия прямой пропорциональности между силой и упругим перемещением. В этом случае жесткость следует понимать как отношение прираще­ния силы к соответствующему приращению перемещения

 (2.22)

Жесткость несущих систем станков при большом числе упругих деталей и соединений между ними обычно близка к постоянному значению (рис. 2.5).

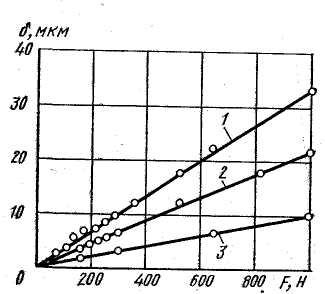


Рис. 2.5. Жесткость несущей системы станка: 1 — упругие перемещения резца относи­тельно заготовки; *2* — перемещения конца шпинделя; *3* — упругие перемещения сто­ла и станины

Жесткость же отдельных соединений, предва­рительно не затянутых и имеющих зазоры, существенно нелинейна и зависит от характера приложения силы. Кроме того, жесткость соединений зависит от случайных изменений рельефа контактиру­ющих поверхностей в первую очередь от шероховатости и волни­стости.В связи с этим жесткость соединений и жесткость сложных деталей, изменяющаяся из-за изменения, например, толщины сте­нок, могут влиять на разброс значений жесткости даже одинаковых станков (рис. 2.6).

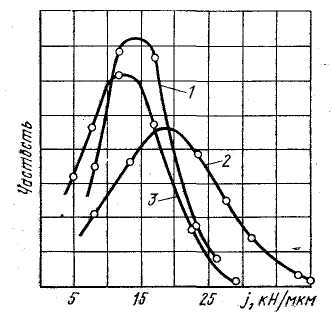


Рис. 2.6, Жесткость токарного станка по результатам испытания 25 токар­ных станков:

1 — упереднего центра; 2 — в середине рабочего пространства; 3 — у заднего центра

На общую жесткость станков большое влияние оказывают соединения инструмента и заготовки с соответствующими узлами станка, поскольку эти соединения типа конусов, кулачков патрона, центровых отверстий имеют небольшую жесткость. Для повышения общей жесткости станка целесообразно выявлять эле­менты с пониженной жесткостью и затем принимать меры к ее повы­шению до уровня жесткости других последовательно нагруженных упругих звеньев.

##### Лекция 7

Виброустойчивостьстанка или динамическое его качество опре­деляет его способность противодействовать возникновению колеба­ний (рис. 2.7), снижающих точность и производительность станка. Наиболее опасны колебания инструмента относительно заготовки. Вынужденные колебания возникают в упругой системе станка из-за неуравновешенности вращающихся звеньев привода и роторов электродвигателей, из-за периодических погрешностей в передачах от внешних периодических возмущений. Особую опасность при вынужденных колебаниях представляют резонансные колебания, возникающие при совпадении частоты внешних воздействий с часто­той собственных колебаний одного из упругих звеньев станка. Авто­колебания или самовозбуждающиеся колебания связаны с харак­тером протекания процессов резания и трения в подвижных соеди­нениях. В условиях потери устойчивости возникают колебания, кото­рые поддерживаются внешним источником энергии от привода станка.

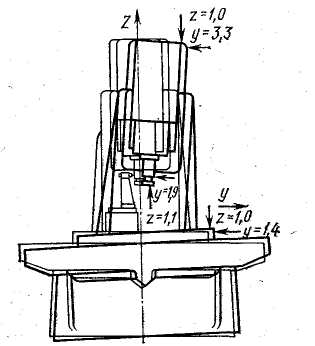
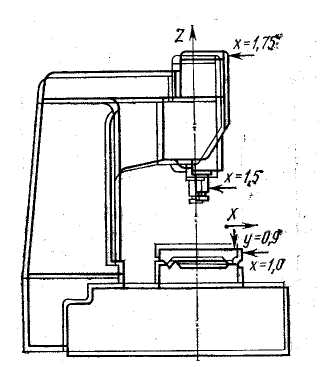
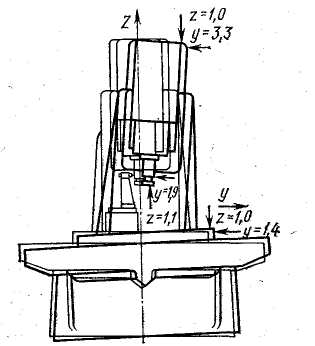


Рис. 2.7. Формы колебаний станка: х, у, z— амплитуды колебаний, мкм

Параметрические колебания имеют место при периодически изме­няющейся жесткости, например, при наличии шпоночной канавки на вращающемся валу. Возникающие при этом колебания сходны с вынужденными колебаниями.

Низкочастотные фрикционные колебания наблюдаются при пере­мещении узлов станка недостаточно жестким приводом в условиях трения скольжения. В этих случаях непрерывное движение узла может при определенных условиях превратиться в прерывистое с периодически чередующимися скачками и остановками.

Колебания в упругой системе станка возникают также во время переходных процессов, обусловленных пуском, остановкой, резким изменением режима работы.

Основные пути повышения виброустойчивости станков: устране­ние источников периодических возмущений; подбор параметров упругой системы для обеспечения устойчивости; повышение демпфи­рующих свойств; применение систем автоматического управления уровнем колебаний.

Теплостойкостьстанка характеризует его сопротивляемость воз­никновению недопустимых температурных деформаций при действии тех или иных источников теплоты. К основным источникам теплоты относятся процесс реза­ния, двигатели, подвижные со­единения, особенно при значитель­ных скоростях относительного дви­жения. При постоянно действу­ющем источнике теплоты нагрев и температурное смещение изменя­ются с течением времени по экс­поненте

 (2.24)

где: τ — время; α— коэффициент, зависящий от материала и кон­струкции;

б0 = б *t* при τ→∞.

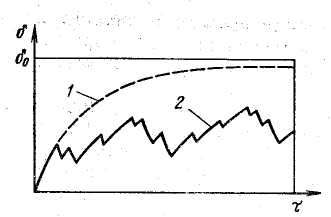
При чередующихся с паузами периодах работы изменения тем­пературных смещений носят случайный характер (рис. 2.8), что услож­няет применение различных методов компенсации температурных погрешностей.

Рис. 2.8. Температурные смещения:

1— при постоянном источнике нагрева; 2— при чередующихся периодах вклю­чения и выключения источника нагрева

Точность позиционированияхарактеризуется ошибкой вывода узла станка в заданную позицию по одной или нескольким коорди­натам. На точность позиционирования влияет большое число си­стематических и случайных погрешностей. Стабильность позициони­рования определяют зоной рассеяния (дисперсией) положений узла станка при его подводе к определенному положению с одного и того же направления. Ошибку перемещения характеризуют системати­ческой составляющей при фиксированном направлении подвода. Зоной нечувствительности называют разность ошибок положения узла при подводе его к заданой точке с разных сторон.

Точность позиционирования является важной характеристикой качества всех станков с числовым программным управлением. Если известна характеристика точности позиционирования для данного конкретного станка, то ее можно уточнить при отработке управля­ющей программы.