

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технологическое оснащение производства машин и оборудования» рассматривает вопросы изготовления деталей требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьшей себестоимости. Она имеет прикладной характер и тесную связь с экономикой, теорией резания, металлорежущими станками и инструментами, техническими измерениями и стандартизацией, материаловедением и т. д.

Целями лабораторного практикума являются:

- закрепление теоретических знаний курса;
- установление связей теории и практики в форме экспериментального подтверждения;
- освоение инженерных методик и приобретение практических навыков анализа, расчета и проектирования технологических процессов изготовления деталей и узлов машин в соответствии с требованиями качества;
- практическое освоение технологических методов сборки и механической обработки деталей машин;
- приобретение навыков экспериментальной работы.

В рамках изучения дисциплины «Технологическое оснащение производства машин и оборудования» рассматриваются методы разработки и построения рациональных технологических процессов изготовления различных деталей, вопросы выбора способа получения заготовки, технологического оборудования, инструментов и приспособлений, назначения режимов резания и технически обоснованных норм времени. Дисциплина имеет глубокую теоретическую основу: учение о типизации технологических процессов, о точности процессов обработки, о припусках на обработку, о путях повышения производительности технологических процессов, теорию базирования и т. д.

Учебное пособие разработано в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки «Агроинженерия», направленность (профиль) «Технический сервис в агропромышленном комплексе» и содержанием учебной программы дисциплины.

Лабораторные работы учебного пособия охватывают вопросы влияния различных факторов на точность механической обработки поверхностей деталей различной конфигурации и возникновения погрешностей при механической обработке. В нем рассматриваются методики определения основных параметров шероховатости обработанной поверхности, припусков на механическую обработку, а также ме-

тоды расчета режимов резания при механической обработке и технических норм времени при выполнении станочных работ.

Представленный материал лабораторного практикума посвящен разработке технологических схем сборки различных узлов, и его содержание базируется на основах единой системы допусков и посадок, нормирования точности размеров, отклонений формы и расположения поверхностей, а также методах расчета размерных цепей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- систему обозначения типов (моделей) металлорежущих станков, применяемых на машиностроительных предприятиях;
- классификацию металлорежущих станков;
- назначение, устройство и конструкцию основных типов металлорежущих станков;
- виды движений в металлорежущих станках;
- приемы наладки и настройки металлорежущих станков для их подготовки к выполнению заданной работы;
- способы повышения производительности при обработке деталей на металлорежущих станках;
- способы рационального использования металлорежущих станков;

уметь:

- выбирать необходимые типы и размеры металлорежущих станков при проектировании технологических процессов механической обработки деталей;
- производить настройку отдельных кинематических цепей металлорежущих станков различных типов;
- производить расчеты необходимых передаточных отношений настраиваемых цепей;
- анализировать кинематические, гидравлические, пневматические, электрические и другие схемы металлорежущих станков различных типов;
- решать задачи по определению скоростей основных движений станков и норм времени обработки;
- осуществлять поиск необходимой информации по глобальным информационным ресурсам и современным средствам телекоммуникации;

владеть:

- навыками использования современного технологического оборудования машиностроительных производств;

- навыками кинематической подготовки выполнения механической обработки деталей в соответствии с выбранными или заданными режимами резания;

- навыками рациональной установки и закрепления режущего инструмента и обрабатываемой заготовки в соответствующие приспособления.

Разработанное учебное пособие способствует формированию у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

- стремление к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владение навыками самостоятельной работы;

- способность разрабатывать и использовать графическую техническую документацию;

- способность обоснованно выбирать материал и назначать его обработку для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали;

- способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции;

- владение научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов;

- готовность к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»**

| Наименование раздела рабочей программы | Наименование лабораторной работы | Трудоем- кость, ч |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Раздел 1. Основы техноло- гии производства машин и оборудо- вания | Лабораторная работа № 1. Влияние тепловых деформаций режущего инструмента на точность механической обработки | 2 |
| | Лабораторная работа № 2. Определение погрешностей обработки методом математической статистики | 4 |
| | Лабораторная работа № 3. Определение влияния жесткости детали в системе «станок — приспособление — ин- струмент — деталь» на точность обработки при точении | 4 |
| | Лабораторная работа № 4. Исследование технологической зависимо- сти точности обработки от размерного износа режущего инструмента | 2 |
| | Лабораторная работа № 5. Исследование шероховатости обработан- ной поверхности | 2 |
| Раздел 2. Основы техноло- гии сборки в ма- шиностроении | Лабораторная работа № 6. Разработка технологической схемы сбор- ки узла | 4 |
| Раздел 3. Основы проекти- рования техноло- гических процес- сов механической обработки деталей | Лабораторная работа № 7. Определение припусков на механическую обработку | 4 |
| | Лабораторная работа № 8. Расчет режимов резания при механиче- ской обработке | 4 |

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перед началом цикла лабораторных работ необходимо ознакомиться с правилами безопасности при эксплуатации металлорежущих станков, оборудования и электроприборов. Приступая к практической работе на экспериментальных стендах, студент должен ознакомиться с инструкцией по технике безопасности и строго соблюдать следующие правила.

1. Перед началом работы привести в порядок одежду (застегнуть рукава, убрать концы галстука, косынки или платка, заправить одежду так, чтобы не было развевающихся концов, убрать волосы под плотно облегающий головной убор).

2. Не получив разрешения преподавателя, оборудование не включать.

3. Перед каждым включением оборудования убедиться, что пуск его никому не угрожает, что все его части хорошо закреплены.

4. При выполнении лабораторной работы нужно быть внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры и не отвлекать других.

5. Проверить отсутствие заеданий при проворачивании деталей и привода.

6. Не останавливать шпиндель после выключения станка рукой.

7. Не одеваться и не раздеваться у работающего оборудования.

8. Обязательно отключить оборудование при возникновении следующих ситуаций:

- уход от работающего оборудования даже на короткое время;
- временное прекращение работы;
- перерыв в подаче электроэнергии;
- обслуживание, уборка и очистка оборудования;
- обнаружение неисправности в работе оборудования.

9. При использовании подъемно-транспортных средств необходимо убедиться в их исправности, ознакомиться и строго соблюдать правила подъема и опускания грузов. Нельзя стоять под грузом или в зоне его возможного падения.

10. При работе на металлорежущих станках нельзя наклонять голову или выполнять операции руками близко к вращающимся частям. При работе на станках, где летит пыль или стружка, необходимо устанавливать защитные экраны или надевать очки.

11. Приступать к работе на оборудовании допускается только после его изучения и усвоения назначения и принципа действия всех частей.

12. При работе необходимо учитывать состояние оборудования и показания контрольных приборов.

13. При работе с электрооборудованием, работающим под напряжением 220–380 В, необходимо иметь под ногами резиновые коврики и применять резиновые перчатки.

14. Все приводные и соединительные устройства вращающихся деталей должны быть надежно ограждены металлическими защитными кожухами.

15. Категорически запрещается пользоваться открытым огнем, а также курить в лаборатории.

Лабораторная работа № 1

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Цель работы

1. Сформировать понятия о температурных деформациях технологической системы; погрешности, вызванной этими деформациями, и месте этой погрешности в суммарной погрешности механической обработки.

2. Ознакомиться с источниками образования тепла и его распределения в процессе резания.

3. Экспериментально исследовать зависимости тепловых деформаций токарного резца от пути резания при обработке валов.

1.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Под *точностью* механической обработки понимают степень соответствия обработанной детали ее геометрически правильному образцу. Точность — основная характеристика деталей машин или приборов. Точность детали, фактически полученная в результате обработки, зависит от многих факторов и определяется:

1) отклонениями от геометрической формы детали или ее отдельных элементов;

2) отклонениями действительных размеров детали от номинальных;

3) отклонениями поверхностей и осей детали от точного взаиморасположения (например, отклонениями от параллельности, перпендикулярности, концентричности).

На точность обработки на металлорежущих станках влияют следующие основные факторы:

а) неточность станков, являющаяся следствием неточности изготовления их деталей и узлов и неточности сборки;

б) степень точности изготовления режущего и вспомогательного инструмента и степень его изнашивания во время работы;

в) неточность установки инструмента и настройки станка на размер;

г) погрешности базирования и установки обрабатываемой детали на станке или в приспособлении;

д) деформации деталей станка, обрабатываемой детали и инструмента во время обработки под влиянием силы резания, вследствие недостаточной жесткости их и упругой системы «станок — приспособление — инструмент — деталь»;

е) тепловые деформации обрабатываемой детали, деталей станка, режущего инструмента в процессе обработки и деформации, возникающие под влиянием внутренних напряжений в материале детали.

1.2. ОЦЕНКА СУММАРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

Погрешность — отклонение действительных размеров обработанной детали от номинальных, заданных нормативно-технической документацией.

При непрерывной работе станка возникает переменная систематическая погрешность обработки заготовок, связанная с нагревом технологической системы «станок — приспособление — инструмент — деталь» (СПИД). Эта погрешность складывается из тепловых деформаций станка, заготовки и инструмента.

Величину суммарной погрешности δ можно оценить, исследовав следующую функциональную зависимость:

$$\delta = f(\delta_{\text{формообр.}}, \delta_{\text{изг.инстр.}}, \varepsilon, \delta_n, \delta_y, \delta_i, \delta_{\text{инд.}}, \delta T, \sum \delta_\phi, \dots), \quad (1.1)$$

где $\delta_{\text{формообр.}}$ — погрешность, вызываемая неточностью основной схемы формообразования;

$\delta_{\text{изг.инстр.}}$ — погрешность изготовления мерного и профильного инструмента;

ε — погрешность установки заготовки;

δ_n — погрешность настройки станков на размер;

δ_y — погрешность, вызываемая изменением величины упругих отжатый технологической системы;

δ_i — погрешность, обусловленная размерным износом режущего инструмента;

$\delta_{\text{инд.}}$ — погрешность индексации столов, кареток;

δT — погрешность от температурных деформаций технологической системы;

$\sum \delta_\phi$ — суммарная погрешность формы данного элемента (результат сложения погрешностей, вызванных геометрической неточностью станка в нагруженном состоянии и деформациями заготовок под действием зажимных усилий).

Каждая из стоящих в скобках величин не зависит от другой и для данного конкретного случая определяется условиями построения технологической операции.

Для устранения данной погрешности обработки необходимо производить предварительный прогрев станка путем его обкатки на холостом ходу в течение 2–3 ч для достижения стабилизации температуры нагрева. При этом последующую обработку следует производить без значительных перерывов в работе, чтобы избежать охлаждения станков и обратной деформации его составных частей.

1.3. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

На точность механической обработки деталей при выполнении окончательных операций существенно влияют температурные деформации обрабатываемой детали и деталей станка, вызываемые их нагревом.

На точность обработки могут влиять также тепловые деформации режущего инструмента, который во время работы сильно нагревается.

Тепловые деформации происходят по причинам:

- 1) нагрева теплом, выделяющимся при резании металла;
- 2) нагрева теплом, образующимся при трении движущихся частей станка;
- 3) непостоянства температуры помещения, вследствие чего происходит неравномерный нагрев или охлаждение системы «станок — приспособление — инструмент — деталь».

Температурные погрешности технологической системы можно отнести к систематическим погрешностям, изменяющимся во времени по определенному закону.

В процессе механической обработки происходит нагрев технологической системы СПИД в результате действия тепла, выделяющегося в зоне резания и в частях станка из-за потерь на трение, а также тепла от внешних источников. Нагрев станины, корпусных и других деталей станка происходит в результате потерь на трение в механизмах, гидро- и пневмоприводах, электроустройствах.

Одним из основных источников образования тепла является шпиндельная бабка. Наиболее высокая температура наблюдается в местах расположения подшипников шпинделя и подшипников быстросходных валов.

На точность обработки могут оказать влияние температурные погрешности, возникающие из-за тепловых деформаций приспособления. Его нагрев может происходить от стружки, от гидравлических или электромагнитных зажимных устройств и других причин; при достаточно массивном корпусе приспособления нагрев, однако, незначителен.

Работа E , затрачиваемая на резание, состоит из трех частей:

$$E = E_d + E_{\text{тп}} + E_{\text{тз}}, \quad (1.2)$$

где E_d — работа деформирования срезаемого слоя, которая представляет собой работу сдвига на условной плоскости сдвига;

$E_{\text{тп}}$ — работа трения на передней поверхности;

$E_{\text{тз}}$ — работа трения на задней поверхности.

Установлено, что при резании конструкционных материалов более 99,5% работы резания переходит в тепло. Количество тепла Q , образующегося при резании, характеризуется следующей формулой:

$$Q = \frac{P_z \cdot v_{\text{рез}}}{E}, \quad (1.3)$$

где P_z — сила резания;

$v_{\text{рез}}$ — скорость резания;

E — механический эквивалент теплоты.

Количество тепла, образующегося в зоне резания при обработке, можно определить с помощью выражения

$$Q = Q_d + Q_{\text{тп}} + Q_{\text{тз}}. \quad (1.4)$$

Тепло деформации Q_d образуется в зоне сдвигов на условной плоскости сдвига, тепло трения $Q_{\text{тп}}$ на передней поверхности — в пределах площадки контакта между стружкой и инструментом шириной C_1 , тепло трения $Q_{\text{тз}}$ на задней поверхности — в пределах площадки контакта между поверхностью резания и инструментом шириной C_2 .

Расположение источников тепла представлено на рисунке 1.1.

Так как выделяющееся в процессе резания тепло не сосредоточивается в местах его образования, а распространяется от точек с высшей температурой к точкам с низшей температурой, то общее количество тепла, образующегося при резании, может быть выражено следующим уравнением:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (1.5)$$

где Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 — количество тепла, уходящее соответственно в стружку, инструмент, деталь, окружающую среду.

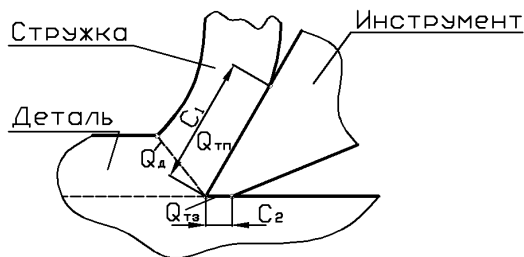


Рис. 1.1

Источники образования тепла в зоне резания

Примерное распределение тепловых потоков между стружкой, инструментом и деталью показано на рисунке 1.2.

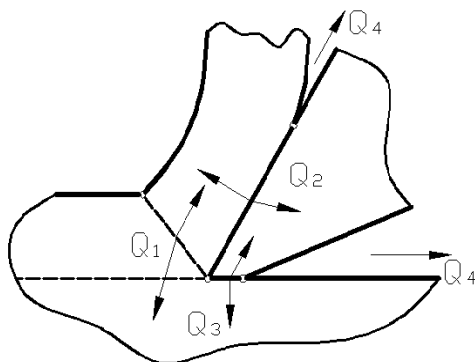


Рис. 1.2

Распределение тепловых потоков

Тепло, поступающее в инструмент, образуется в результате трения стружки по передней поверхности инструмента и трения между поверхностью детали и задней поверхностью инструмента.

Поскольку образовавшееся тепло пропорционально совершаемой работе, количество тепла зависит от рода и механических свойств материала обрабатываемой детали, геометрических параметров инструмента, режимов резания и условий резания (наличие охлаждения, условия отвода стружки и т. п.). На процентное распределение тепла между стружкой, деталью и инструментом главное влияние оказывают механические и теплофизические свойства материала детали и скорость резания.

Основная часть тепла аккумулируется в стружке; в обрабатываемую заготовку переходит незначительная часть тепла (при точении, фрезеровании, строгании). При сверлении большая часть тепла остается в заготовке, в стружку уходит 25–30% тепла, 15% переходит в сверло, 50–55% остается в заготовке, до 5% тепла уходит в окружающую среду. Во время токарной обработки в стружку уходит 50–85% тепла, а при высоких скоростях резания до 90%; 4–10% тепла переходит в резец, 10–40% остается в заготовке, около 1% тепла распределяется в окружающей среде.

Причиной низкой интенсивности теплоотвода в инструмент является более низкая теплопроводность инструментального материала по сравнению с обрабатываемым. Однако, несмотря на незначительное количество тепла, уходящего в инструмент, он во многих случаях подвержен интенсивному нагреву.

Величина температурных деформаций резца изменяется в зависимости от длительности непрерывной работы станка или от продолжительности перерывов в работе. При этом деформации нарастают или убывают неравномерно: в первые моменты вслед за изменением режима работы они изменяются быстро, а в последующие — все медленнее и медленнее. По истечении некоторого времени наступает тепловое равновесие, при котором рост тепловых деформаций невелик, и в дальнейшем температурные деформации остаются неизменными. Время установления теплового равновесия различно для различных звеньев технологической системы.

При токарной обработке наибольшая часть погрешностей, вызванная тепловыми деформациями, обусловлена удлинением размеров. Характерная зависимость удлинения L консольной части резца от времени резания t приведена на рисунке 1.3.

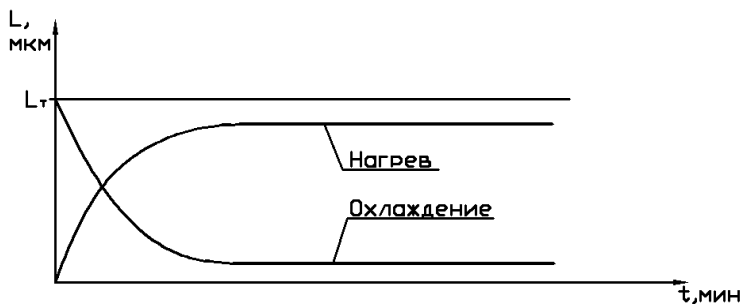


Рис. 1.3

График температурного удлинения (укорочения) инструмента

Величина L_T (см. рис. 1.3) означает удлинение резца при его тепловом равновесии. Удлинение резца может достигнуть 30–50 мкм при обработке без охлаждения; напротив, обильным охлаждением удлинение резцов уменьшается в 3–3,5 раза. Нагрев и удлинение резца растут с увеличением подачи S , глубины и скорости резания $v_{рез}$, а также с повышением предела прочности σ_B материала заготовки.

На температурное удлинение резца определенное влияние оказывает теплопроводность инструментального материала. Резец из материала с худшей теплопроводностью как бы оставляет тепло «в себе», не успевает его отводить, вследствие чего испытывает большие температурные деформации, чем резец из материала с лучшей теплопроводностью.

Среди факторов, наиболее сильно влияющих на интенсивность нагрева резца, можно отметить:

- режим резания ($v_{рез}$, S , t), увеличение скорости резания;
- подачу и глубину резания (влияют на интенсификацию нагрева резца и рост его удлинения);
- вылет резца (при уменьшении вылета резца сокращается его удлинение);
- площадь поперечного сечения стержня резца;
- толщину пластинки из твердого сплава (при увеличении толщины пластинки удлинение резца уменьшается);
- твердость обрабатываемого материала (увеличение твердости ведет к интенсификации нагрева резца и росту его удлинения).

Удлинение резца L_T с пластиной из твердого сплава при установившемся тепловом состоянии определяется по формуле

$$L_T = \frac{C \cdot l_p}{k \cdot F} \cdot \sigma_B \cdot (t \cdot S)^{0,75} \cdot v_{рез}^{0,5}, \quad (1.6)$$

где C — температурная постоянная (при $v_{рез} = 100\text{--}200$ м/мин, $t \leq 1$ мм и $S \leq 0,2$ мм/об значение $C = 4,5$);

l_p — вылет резца, мм;

F — площадь поперечного сечения резца, мм²;

σ_B — предел прочности материала заготовки, МПа (для деталей из стали $\sigma_B = 700$ МПа);

t — глубина резания, мм;

$v_{рез}$ — скорость резания, м/мин;

S — подача, мм/об;

k — коэффициент перевода, принимаемый равным $k = 9,81$.

Влияние температурного фактора на точность механической обработки зависит от метода обеспечения точности. Если обработка производится методом пробных проходов и сопутствующих им пробных измерений, то температурные деформации не влияют на точность выполняемых размеров, так как рабочий может учесть их при выполнении данной операции. Влияние температурного фактора практически устранено при использовании средств прямого активного контроля. Температурные деформации влияют на точность размеров при обработке на предварительно настроенных станках по методу автоматического получения размеров.

Температурные деформации имеет смысл учитывать на чистовых, финишных операциях, когда величина деформации становится сравнимой с величиной допуска на размер. На черновых операциях, где требования к точности невысоки, учитывать в общем небольшую величину температурной деформации нет необходимости.

1.4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями.
2. Получить задание.
3. Измерить вылет и сечение резца.
4. Ознакомиться с условиями эксперимента, зарисовать эскиз приспособления для измерения температурной деформации резца (рис. 1.4).

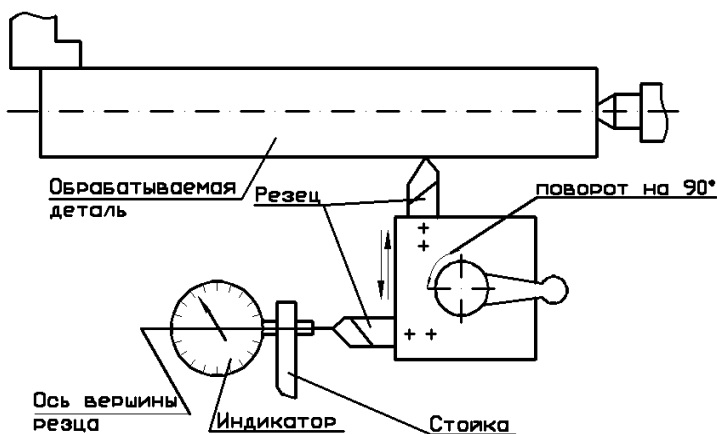


Рис. 1.4

Приспособление для измерения удлинения (укорочения) резца

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru