

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических занятий по дисциплине
ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Землянушнов Н.А. Введение в специальность Методические указания (к практическим работам). Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2026.

Методические указания предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки: "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	4
	Практическое занятие 1. Инновации в машиностроении	5
	Практическое занятие 2. Изучение назначения металлорежущего инструмента. Особенности металлорежущего инструмента для станков с числовым программным управлением.	12
	Практическое занятие № 3. Изучение назначения металлорежущего оборудования. Универсальное оборудование.	29
	Практическое занятие № 4. Изучение фрезерного и токарного станка с ЧПУ. Характеристики, назначение, принцип работы.	34
	Практическое занятие № 5. Изучение основ работы в системе T-Flex. Работа с документом	44
	Практическое занятие № 6. Изучение основ работы в системе T-Flex. Работа с документом	47
	Практическое занятие № 7. Изучение основ работы в системе T-Flex. Основы параметрического черчения	52
	Практическое занятие № 8 Изучение основ работы в системе T-Flex. Параметрический чертеж	73
	Практическое занятие № 9. Выбор заготовки.	94
	Практическое занятие № 10. Общие принципы назначения операций обработки вала.	104
	Практическое занятие № 11. Установление режимов обработки аналитическим методом.	113
	Практическое занятие № 12. Установление сил, действующих в процессе резания.	120
	Практическое занятие № 13. Определение технической нормы времени	123
	Практическое занятие № 14. Измерения и средства для измерения в машиностроении	126
	Практическое занятие № 15. Изучение геометрических характеристик рабочих поверхностей деталей машин. Кривая опорной поверхности.	136
	Практическое занятие № 16. Изучение геометрических характеристик рабочих поверхностей деталей машин. Шероховатость поверхности.	148
	Практическое занятие №17 Изучение принципа работы контрольно-измерительной машины (КИМ)	151
	Практическое занятие №18 Изучение устройства и принципа работы микроскопа	157
	ПРИЛОЖЕНИЕ	172

ВВЕДЕНИЕ

История возникновения и развития человечества – это, прежде всего, история изобретения различных изделий и технологий.

Инженерное дело – это творческая техническая деятельность. В производстве имеется огромное количество нерешенных проблем. Например, одной из таких задач выступает задача изучения и повышения качества поверхности деталей при изготовлении. Оборудование, технологические процессы производства необходимо непрерывно совершенствовать, заменять более эффективными, безопасными, безвредными, энергосберегающими, экономичными разработками на основе новых открытий и изобретений.

Чтобы стать нужным производству специалистом, надо научиться инженерному творчеству. По мере включения специалиста в творческий процесс накапливается опыт решения творческих задач, изучения новых технологий. Инженер постепенно может стать новатором, крупным производственным деятелем, рационализатором, изобретателем.

Следовательно, инженерное творчество обеспечивает ускорение научно-технического прогресса и экономическое укрепление государства.

.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

ИННОВАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Цель работы: Ознакомиться с инновационными технологиями в машиностроении.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы. Новые технологии в машиностроении.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Проводить анализ новых производственных технологий.

Актуальность темы. Основой современного машиностроения справедливо считаются наукоёмкие технологии и инновации, возникающие на пересечении нескольких наук. В данный момент технический прогресс совместил в себе развитие энергетики, физические и химические достижения, высокоэффективные компьютерные технологии, программные продукты и пр. Это сочетание позволяет разрабатывать и выпускать многокоординатные, гибкие, многофункциональные машины и находить новые методы их производства. Научиться анализировать и изучать новые производственные технологии является актуальной задачей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Современное машиностроение состоит из более чем 70 отраслей, число отраслей постоянно растет, но по характеру выпускаемой продукции и факторам размещения их можно разделить на три большие группы.

Хочется назвать крупнейшие центры машиностроения в нашей стране сегодня: Санкт-Петербург, Москва и Московская область, Ростов-на-Дону, Краснодар, Красноярск, Тольятти, Петрозаводск и другие города. Конечно потребности в оборудовании в России напрямую зависят от поставок с западных стран и импорта. Самыми главными факторами машиностроения являются кооперирование, комбинирование и специализация.

Среди отраслей машиностроения выделяют тяжёлое машиностроение, среднее машиностроение, ремонт автомобилей и других машин, изготовление металлургиче-

ских изделий. Сельскохозяйственное машиностроение развито абсолютно во всех экономических развитых районах России. В российском машиностроении 80 процентов предприятий являются частными, остальные, 20 процентов, находятся в руках государства и являются научными предприятиями.

В Российской Федерации главную роль в машиностроении занимает автомобилестроение.

В последнее время новые технологии в машиностроении появляются всё более массово. Это обусловлено очередной ступенью прогресса, который, прежде всего, направлен на производственную деятельность. Машиностроение представляет собой огромную отрасль с множеством разветвлений, куда входят такие направления как: дизайн и производство транспорта, робототехника, изготовление промышленных станков, бытовые приборы, радиотехника, электротехническая промышленность и пр.

Сверхпрочный материал. Специалисты автомобильной, авиационной и космической промышленности много десятков лет задаются единым вопросом о создании нового материала, имеющего минимальный вес, но при этом обладающим исключительной прочностью. Чем выше эти характеристики, тем экономичнее, экологически безопаснее и надёжнее выпускаемые в этих отраслях транспортные средства. Группа исследователей из Северной Каролины и Канады смогли синтезировать сплав нового типа, которому предрекают произвести революцию в технологиях машиностроения. Сплав пока не получил официального названия, поэтому в научных работах обозначается по химической формуле — $\text{Al}_{20}\text{Li}_{20}\text{Mg}_{10}\text{Sc}_{20}\text{Ti}_{30}$. Состав представляет собой смесь 5 известных металлов: магния, алюминия, лития, титана и скандия. Плотность материала не превышает плотность алюминия, а по прочности он превзошёл входящий в его состав титан.

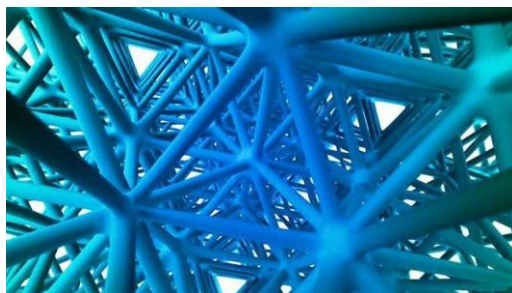


Рисунок1 - Сверхпрочный материал (кристаллическая решетка)

Главный секрет заключается в методе производства сплава. Перед изготовлением в равных пропорциях тщательно перемешивают и усредняют порошкообразные ингредиенты с размером частиц не выше 12 нанометров. После этого идёт процесс сплавления при помощи диффузии под избыточным давлением в 5,9 ГПа. Значения, которые демонстрирует этот новый материал, превосходят все существующие конструкторские аналоги на данный момент. Ближе всего по плотности к нему находятся отдельные сорта керамики, но они очень уступают в хрупкости. Прочность нового металлического сплава держится на уровне углеродного волокна, но такое волокно слишком пластично, что вызывает его деформации при больших нагрузках или механическом воздействии, поэтому его применение в машиностроении сильно ограничено.

Сейчас ведутся разработки по выпуску сплава в промышленных масштабах и по удешевлению его производства до минимальных значений. А пока специалисты и учёные называют его «материалом будущего», и поскольку у этой точки зрения в научных кругах нет противников, можно надеяться, что именно такая роль ему и уготована.

Двигатель с пластмассовыми узлами. Желание максимально повысить энергоэффективность и экономичность транспортных средств стала причиной того, что новые машины, небольшие и крупногабаритные плавсредства и самолёты становятся всё легче. Основным пунктом снижения веса в сфере транспорта всегда считалось облегчение конструкций за счёт снижения веса кузова и шасси. Достигнув в этом значительных результатов, машиностроение нашло новую технологию, которая даст возможность продолжить облегчение. Учёные из Фраунгофера (Германия) решили, что следующим этапом должно стать облегчение двигателя внутреннего сгорания. Стандартно он выполняется из тяжёлых сортов металлов, которые облагают повышенной термоустойчивостью, но исследователи предприняли смелую попытку заменить металлические детали более лёгкими пластиковыми композитами.



Рисунок 2 - Двигатель с пластмассовыми узлами

Был создан одноцилиндровый двигатель, в большинстве узлов которого отказались от металлических составляющих. Их заменили пластиком из армированного волокна, который соответствует инжекционной формовке. Тесты показали, что такое изменение позитивно отразилось не только на весе двигателя и транспортного средства в целом, но и стало причиной более тихой работы двигателя. В качестве ещё одного бонуса было выявлено, что такая новая технология позволяет снизить количество затрачиваемого топлива, поскольку детали из пластикового армированного волокна отдают меньшее количество тепла в окружающую среду. Главной проблемой было создание надёжного метода крепления пластика к металлу, поскольку эти два материала совершенно по-разному расширяются под действием высокой температуры. Сложность представляла и устойчивость пластика к органическим веществам, таким как машинное масло, бензин, компоненты антифриза и т.д. Для этого в состав были добавлены термореактивные смолы. Детали выливали в заготовленные формы, после которых отпала необходимость доводки элементов, как это бывает с металлическими деталями, что значительно сокращает время на производство двигателей нового типа.

Преодоление трения. Национальная лаборатория Аргонна (США) представила новую технологию, разработанную для машиностроения, которая позволяет снизить трение двух разных материалов практически до нуля на макроскопическом уровне. Трение – параметр, который требует энергии для движения любого механизма. Чем выше трение, тем больше необходимо топлива для его преодоления. Чтобы уменьшить этот параметр используют современные смазочные материалы, но снизить его таким образом получается незначительно. Поэтому американские учёные решили обратить

своё внимание на трение на уровне наночастиц, потому что именно здесь атомное притяжение важнее неровностей, вызывающих трение в макромасштабе.

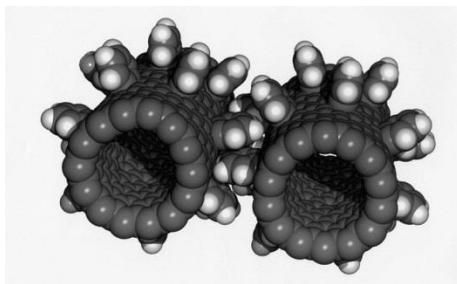


Рисунок 3 - Наноподшипники из алмаза

Исследователи в ходе тестов одну плоскость покрыли графеном, а на другую поверхность напылили алмазно-углеродный состав. После этого обе поверхности перемещали друг по другу. Когда крошечные алмазы отрывались от своей плоскости и катались между поверхностями, коэффициент трения становился практически нулевым. Для подтверждения своей догадки учёные провели ещё один опыт: они искусственно поместили наноподшипники из алмаза, и трение при движении становилось настолько мало, что измерить его при помощи даже самой чувствительной аппаратуры не удавалось.

Механизм действия этой технологии основан на том, что наноподшипники одного слоя выбивают из графена хлопья, которые выполняют роль модифицированной смазки. Эксперименты проводились в разных условиях, при разных скоростях трения и различных нагрузках, но коэффициент оставался нулевым. Единственным условием, который мог помешать феномену, стало попадание воды между взаимодействующими поверхностями.

Инновацию с энтузиазмом взяли в оборот машиностроители, занимающиеся космическими разработками, где новый подход намерены реализовать в ближайшие 15 лет.

Новый тип изготовления деталей. Машиностроение всё больше внедряет в производство разработки, в которых при выполнении работ человеческий фактор сводится к минимуму. Всё чаще изготовление сложных и сверхточных деталей становится делом лазерных установок. При помощи лазерного луча направленной точности

выполняется тонкая резка металла с любым интервалом и графическим узором. По сравнению с механическими инструментами у такого метода есть ряд неоспоримых преимуществ:

возможность резки сплавов любой плотности и любых физических свойств;

полная автоматизация процесса за счёт предварительного программирования установки для масштабного использования;

скорость выполнения работы;

отсутствие ошибок и несовершенств выполненных действий.

Лазер используется и для сварочных работ. Особенно важна эта технология в случае крупногабаритных деталей из металлов, имеющих большой вес и широкую сварную площадь. Всё чаще этот метод применяют на воздухе в аргонной среде, отмечая его надёжность, экономичность и скорость.

Но самая инновационная технология машиностроения, связанная с применением лазера, касается метода лазерного послойного синтеза. Благодаря ему выполняют выращивание деталей сложной формы. При помощи лазерного синтеза создают различные детали из жаропрочной стали, алюминия или титана. Происходит этот процесс по 3D-технологии: лазер оплавляет порошок, из которого за несколько часов выполняется деталь. Такие изделия характеризуются идеальной плотностью, что позволяет широко применять их в авиационной и космической отрасли. Этот подход позволяет свести к нулю возможные деформации и поломки, которые возникали при применении старых методов.



Рисунок 4 – Обработка детали лазером

Материал — перо. Настоящей сенсацией в мире машиностроения стала инновационная технология, представленная компанией Boeing. Ею является сверхлёгкий материал Microlattice, который имеет в структуре 99,99% воздуха. Из-за чрезмерной лёгкости небольшой кусок нового материала способен парить в воздухе наподобие пера или одуванчика. Кроме того, он чрезвычайно эластичен, обладает удивительной способностью к поглощению ударов, может выдерживать повышенное давление и даже восстанавливает первичную структуру после 50% деформации. Структура Microlattice состоит из ультратонких полимерных полых трубок, имеющих толщину 100 нанометров, что в тысячу раз тоньше по сравнению с волосом человека. Трубки располагаются упорядоченно в форме молекулярной решётки отдельных металлов. Между трубками всё свободное пространство занято воздухом.

Удивительно свойство поглощать энергию, присущее Microlattice. Были проведены эксперименты, в ходе которых установлено: чтобы сохранить целостность скорлупы сырого куриного яйца, сброшенного с крыши 25-этажного дома, необходим слой упаковочной плёнки толщиной в 1-2 метра.



Рисунок 5 - Структура Microlattice

Чтобы сохранить яйцо невредимым при помощи Microlattice, достаточно всего пару десятков сантиметров этого материала. Компания Boeing анонсировала, что на данный момент рассматривается возможность массового выпуска Microlattice для использования не только в авиастроении, но и в других сферах машиностроения. Специалисты не исключают, что уже через 10 лет практически во всех транспортных средствах в том или ином процентном соотношении будет присутствовать Microlattice. Не

исключают возможность его применения и в изготовлении роботов, а также бытовой техники.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Используя открытые источники проанализировать новую производственную технологию.
3. Оформить отчет. Представить на защиту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) Университетская библиотека онлайн.
<http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека.
www.iprbookshop.ru - ЭБС IPRbooks.
<http://www.chipmaker.ru> Chipmaker.ru Все о работе с металлом
<http://cccp3d.ru/> Форум CAD/CAM/CAE/PLM
<https://cad.ru/ru/> Русская промышленная компания
<http://sapr.ru/> Журнал САПР и графика
<http://tverdysplav.ru/> Твердый сплав

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

ИЗУЧЕНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.
ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СТАНКОВ С
ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.

Цель: ознакомление с назначением металлорежущих инструментов.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: основные виды металлорежущего инструмента. Технологическая оснастка.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: выбирать инструмент для различных видов обработки.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой выбора и применения режущего инструмента

Актуальность темы: Без высококачественного инструмента не возможно производство машин. Инструмент имеет революционное значение. Ранее инструмент изготавливали из углеродистой стали. Первые станки имели скорость вращения 325 об/мин. Создание легированных быстрорежущих привело к увеличению скорости вращения до 600 об/мин (1Д62), и к 1200 об/мин (1А62). Создание твердых сплавов, применение минералокерамики привело к увеличению скорости резания до 2000 – 3000 об/мин. строгальные. Изучение основных видов металлорежущего инструмента является актуальной задачей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инструмент – орудие, с помощью которого обрабатываются предметы или производятся какие-либо работы.

К инструменту относятся:

- режущий (резцы, фрезы, сверла и т.д.)
- мерительный (скобы, пробки, штангенциркули и т.д.)
- слесаросборочный (ключи, отвертки).

К технологической оснастке относятся: приспособления, пресс-формы. В машиностроении для обработки деталей машин необходимо много инструментов. Режущий инструмент, срезая тонкие слои металла, придает заготовке нужную форму, размеры и шероховатость поверхности. По сравнению с другими методами получения деталей машин, обрабатывание резанием обеспечивает наибольшую их точность и гибкость производительного процесса. Работоспособность режущего инструмента, его надежность оказывают существенное влияние на экономическую эффективность производства.

Эффективность – это получение наибольших результатов при наименьших затратах. Режущий инструмент обеспечивает внутренние связи процесса обработки.

Качество и стойкость инструмента определяют производительность и эффективность процесса обработки, получение детали требуемой формы, качества и точности.



Рисунок 1 – Обработка заготовки токарным резцом

Стойкость инструмента – это время его работы до затупления.

РОССИЯ внесла существенный вклад в развитие науки по резанию. Научные исследования начались в середине XIX века. Первые эксперименты поставил профессор И. А. Тимэ. В своем основном труде «Сопротивление металлов резанию», который вышел в 1870 г., Тимэ впервые рассмотрел процесс резания и процесс образования стружки. Он впервые дал классификацию видов стружки. В 1893 г. профессор Зворыкин в своей работе «Работа и усилие, необходимые для отделения механической стружки» впервые учел все силы, действующие в процессе работы инструмента, и дал определение для определения усилий. Зворыкин провел эксперимент по влиянию усилия среза. Большую роль в науке сыграли работы Прикса «Резание металлов» 1896 г., в которой впервые систематизированы материалы по изучению лезвийных инструментов и образованию ими стружки при обработке металлов. Качественно новый этап в изучении режущего инструмента начинается с опубликования работы Усачева «Явления, происходящие при резании металлов». Он первый разработал методы измерения температуры на лезвии инструмента. Некоторыми из них пользуются до сих пор.

У нас в стране производство инструментов развивается в двух направлениях:

- создание специализированных заводов, которые занимаются изготовлением инструмента и технологической оснасткой;
- создание инструментальных цехов на всех металлообрабатывающих предприятиях.

Специализированные инструментальные заводы занимаются изготовлением специализированного стандартного инструмента, а цеха изготавливают специальные инструменты

В процессе обработки резанием заготовок на металлорежущих станках режущий инструмент является одним из основных факторов, определяющих производительность процесса, точность размеров и качество поверхности.

Наиболее распространенными являются следующие группы инструментов:

1. **Резцы** - наиболее простые режущие инструменты, применяемые в основном на токарных, строгальных, долбежных станках.

Наибольшее распространение получили токарные резцы:

- проходные прямые, отогнутые, упорные - для обтачивания наружных поверхностей тел вращения;
- отрезные - для проточки канавок и отрезки;
- подрезные для подрезки торцовых плоскостей;
- расточные - для растачивания сквозных и глухих отверстий;
- резьбовые - для нарезания наружных и внутренних резьб;
- фасонные или призматические - для обтачивания наружных фасонных (сложных) поверхностей.

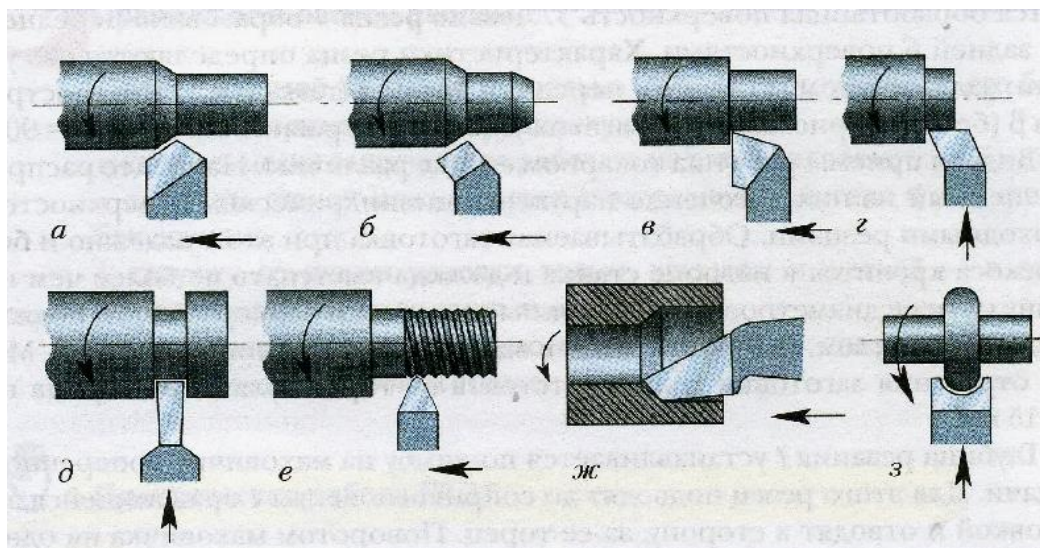


Рисунок 2 – Токарные резцы: а) проходной прямой, б) проходной отогнутый, в) проходной упорный, г) подрезной, д) отрезной, е) резьбовой, ж) проходной расточной, з) фасонный

2. Инструменты для обработки отверстий, применяемые на сверлильных, расточных, токарных станках:

- сверла для получения отверстий в сплошном материале, наиболее распространенные из которых спиральные сверла, имеющие две режущих кромки;

- зенкеры - для увеличения диаметра отверстия, имеющие 3 - 4 режущих кромки для обработки торцов, прилегающих к отверстиям - торцовые зенкера (цековки);
зенковки - для обработки цилиндрических и конических углублений в отверстиях;

- развертки для окончательной (чистовой) обработки отверстий на станках (машинные развертки) или вручную (слесарные развертки, имеющие как правило, 6 или более режущих кромок;



Рисунок 3 – Обработка заготовки сверлом

3. Фрезы – инструмент для обработки плоскостей, пазов, уступов и фасонных (сложных) поверхностей, применяющихся на фрезерных станках, по назначению бывают:

- цилиндрические - для обработки горизонтальных поверхностей на горизонтально - фрезерных станках;

- торцовые применяются на горизонтально-фрезерных станках для обработки вертикальных плоскостей, на вертикально-фрезерных станках или обработки горизонтальных и наклонных плоскостей, на продольно-фрезерных станках - для обработки

горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей, на расточных станках - для обработки торцовых плоскостей, прилегающих к отверстиям;

-дисковые пазовые - для обработки пазов и уступов на горизонтально-фрезерных станках;

- угловые - для обработки наклонных поверхностей, скосов и пазов;

- дисковые отрезные (толщиной до 3...5 мм) - для отрезки заготовок и прорезки узких канавок;

- концевые (пальцевые) - для обработки канавок, пазов, уступов на вертикально-фрезерных, копировально-фрезерных и других станках;

- фасонные для обработки сложных (фасонных) поверхностей.

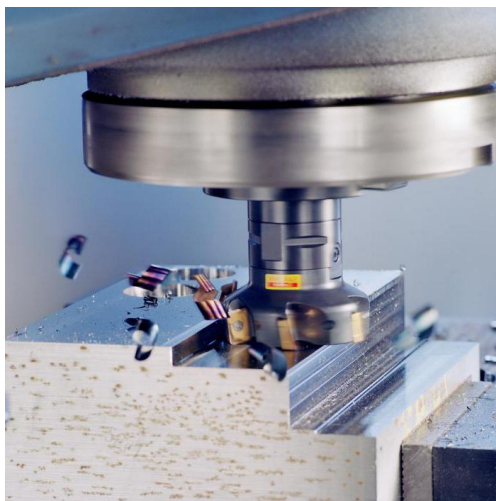


Рисунок 4 – Обработка заготовки фрезой

4. Инструменты для нарезания резьб, основными из которых являются:

- метчики - для нарезания резьб в отверстиях;

-плашки - для нарезания резьб на наружных поверхностях.



Рисунок 5 – Нарезание резьбы плашкой



Рисунок 6 – Нарезание резьбы метчиком

5. Инструменты для нарезания зубчатых колес:

- модульные, дисковые и пальцевые фрезы - для нарезания зубьев на горизонтальных и вертикальных станках;
- модульные червячные фрезы - для нарезания зубьев на зубофрезерных станках;
- модульные долбяки - для нарезания зубьев на зубодолбежных станках;
- зубострогальные рейки и резцы - для нарезания зубьев на зубострогальных станках.



Рисунок 7 – Фрезерование зубчатых колес пальцевой фрезой

6. Протяжки - высокопроизводительные многолезвийные инструменты

для обработки отверстий круглой и некруглой форм, шпоночных и шлицевых пазов, уступов, плоскостей и фасонных поверхностей на протяжных станках. Окончательная обработка поверхности протяжкой, как правило, осуществляется за один рабочий ход.



Рисунок 8 – Протягивание паза в детали

7. **Абразивные, алмазные** инструменты из сверхтвёрдых материалов применяются, в основном, для чистовых и отделочных работ на шлифовальных, хонинговальных и других станках:

- шлифовальные круги и диски;
- шлифовальные сегменты и бруски;
- шлифовальные ленты на бумаге или полотне.



Рисунок 9 – Круг шлифовальный

Классификация режущих инструментов.

При обработке наружных и внутренних цилиндрических и плоских поверхностей используют различные режущие инструменты: резцы, сверла, зенкеры, развертку фрезы, абразивный инструмент.

Токарные резцы. Резцы классифицируются:

- по направлению подачи — правые и левые (рис. 10, 11);



Рисунок 10 – Резцы левые и правые

- по конструкции головки — прямые, отогнутые и оттянутые (рис. 11);

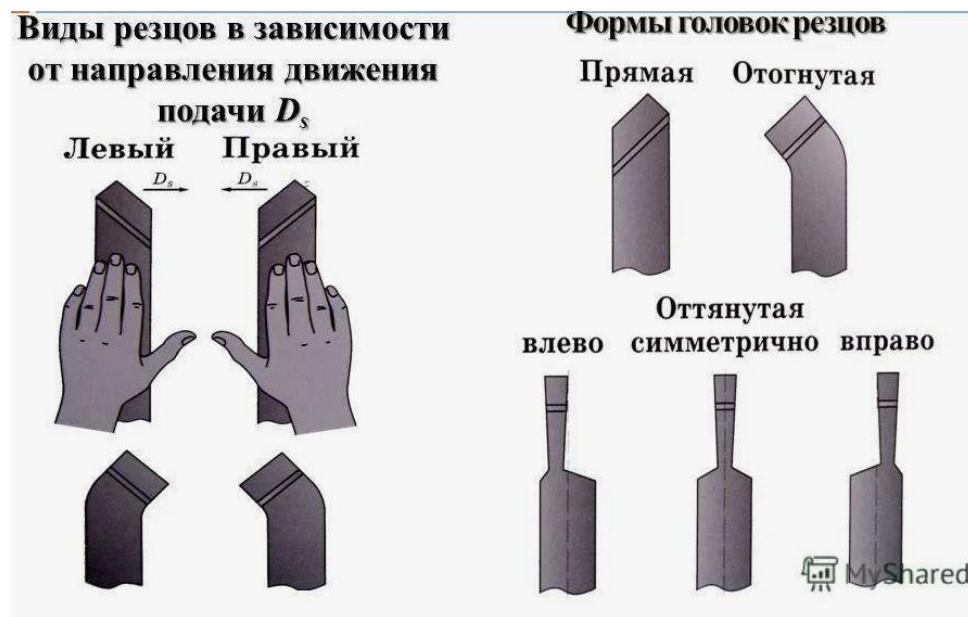


Рисунок 11 – Виды резцов

- по роду материала — из быстрорежущей стали, из твердого сплава, из сверх-твердого материала (СТМ), алмазные резцы, и т. п.;

■ по способу изготовления — цельные и составные. Например, к составным относят резцы с пластинками из твердого сплава, которые в свою очередь имеют паяную пластинку или с механическим креплением;

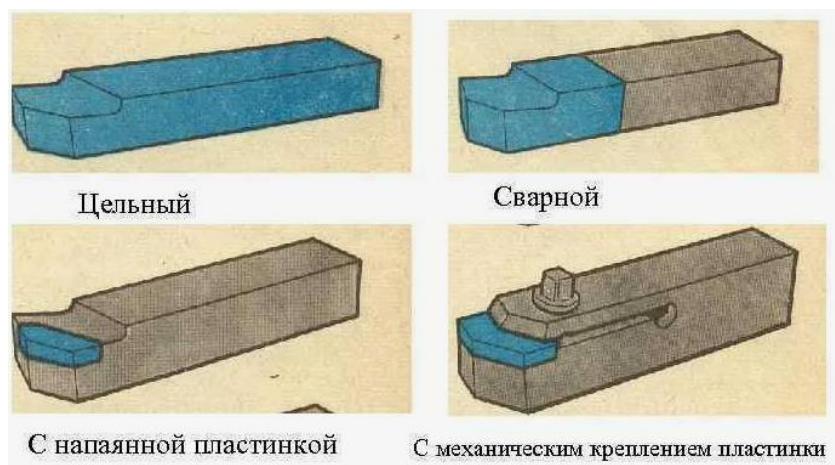


Рисунок 12 – Классификация резцов по способу крепления режущей части

■ по сечению стержня — прямоугольные, квадратные и круглые;
 ■ по виду обработки — проходные, подрезные, отрезные, прорезные, расточные, фасонные, резбонарезные и другие (рис. 13).

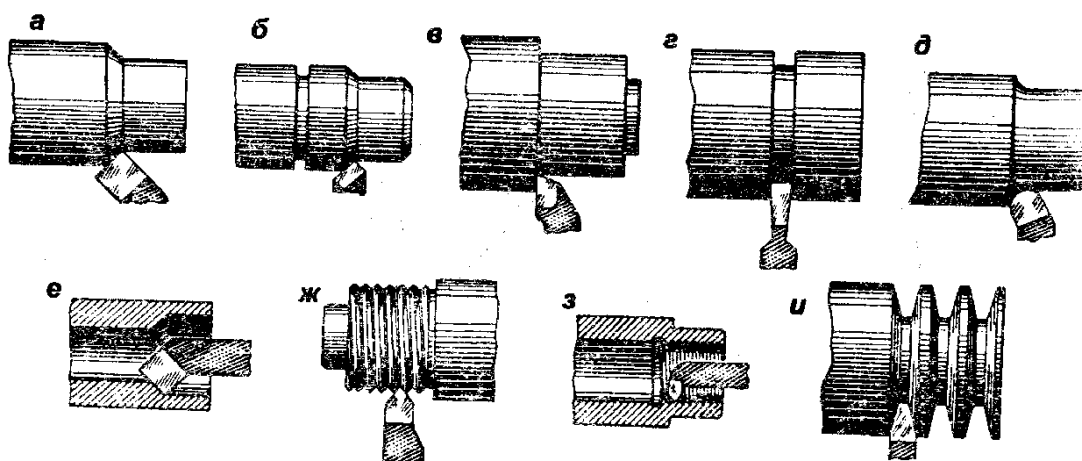


Рис. 13 - Токарные резцы для различных видов обработки

а — проходной отогнутый для наружного точения; б — проходкой прямой для наружного точения; в — приходной упорный для наружного точения с подрезанием уступа; г — прорезной для точения канавок; д — фасонный для точения радиусной галтели; е — расточной для растачивания отверстия; ж, з, и — резбобовые для нарезания резьбы наружной, внутренней и специальной.

Сверла в зависимости от конструкции и назначения бывают спиральные, перовые, для глубокого сверления (пушечные), кольцевые и др. (рис. 4, 6). Наиболее распространены спиральные сверла. Они имеют две главные режущие кромки, образованные пересечением передних винтовых поверхностей канавок сверла, по которым сходит стружка, с задними поверхностями, обращенными к поверхности резания; перемычку, образованную пересечением обеих задних поверхностей, и две вспомогательные режущие кромки, образованные пересечением передних поверхностей с поверхностью ленточек.

Ленточка сверла представляет собой узкую полоску на его цилиндрической поверхности, расположенную вдоль винтовой канавки, предназначенную для направления сверла при резании.



Рисунок 14 – Спиральное сверло



Рисунок 15 – Перовое сверло сборное



Рисунок 16 – Пушечное сверло для глубокого сверления

Зенкеры бывают цельные (рис. 17) и насадные (рис. 18). Они предназначены для обработки цилиндрических и конических отверстий и торцов. Цельные зенкеры изготавливают диаметром до 32 мм. По внешнему виду они несколько похожи на спиральные сверла, но имеют три винтовые канавки и, следовательно, три режущие кромки.

Насадные зенкеры применяют для обработки отверстий диаметром до 100 мм. Эти зенкеры имеют четыре винтовые канавки и, следовательно, четыре режущие кромки. Они крепятся на оправке. Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали, а также оснащают пластинками из твердых сплавов.



Рисунок 17 – Цельный зенкер

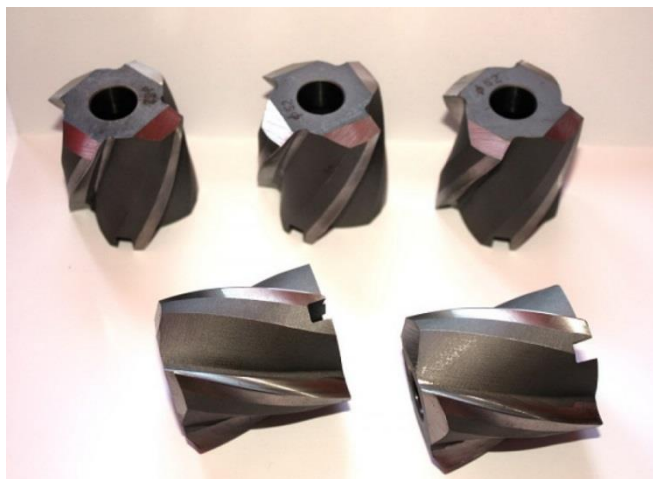


Рисунок 18 – Зенкеры насадные

Развертки. Они предназначены для обработки отверстий, к которым предъявляют высокие требования по точности и шероховатости поверхности (рис. 19).



Рисунок 19 - Развертка

Различают машинные и ручные развертки, а по форме обрабатываемого отверстия — цилиндрические и конические. Число зубьев развертки 6... 16. Распределение зубьев у разверток по окружности, как правило, неравномерное, что обеспечивает более высокое качество обработанной поверхности отверстия.

Метчики предназначены для нарезания или калибрования резьбы в отверстиях. Различают метчики ручные, машинные, гаечные (для нарезания резьбы в гайках) и плашечные (для нарезания и калибрования резьбы в плашках). Ручные метчики поставляются комплектом. Комплект может состоять из 2 и 3 метчиков. Черновые метчики имеют заниженные размеры, а чистовой — полный профиль резьбы. Гаечные метчики выполняют с коротким, длинным и изогнутым хвостовиками.



Рисунок 20 - Метчик

Плашки применяют для нарезания или калибрования наружных резьб за один ход. Наиболее широко используют плашки для нарезания резьб диаметром до 52 мм (рис. 21).



Рисунок 21 - Плашки

Плешка представляет собой закаленную гайку с осевыми отверстиями, образующими режущие кромки. Обычно на плешках имеется 3...6 отверстий для отвода стружки. Толщина плешки выбирается в пределах 8...10 витков. Режущая часть плешки выполнена в виде внутреннего конуса. Длина заборной части составляет 2...3 витка.

Фрезы — многозубый режущий инструмент, который применяют для обработки на фрезерных станках наружных цилиндрических и фасонных поверхностей, пазов, лысок, канавок и др.

По материалу режущей части фрезы делят на углеродистые, быстрорежущие, твердосплавные и оснащенные композитом. По конструкции фрезы бывают цельными, зубья которых выполнены заодно с корпусом, и сборными со вставными зубьями (ножами) или пластинками. По способу закрепления различают фрезы насадные, закрепляемые на оправке со шпонкой, и концевые, закрепляемые за хвостовик. По назначению (характеру выполняемых работ) и расположению зубьев фрезы (см. рис. 22) бывают цилиндрическими, торцевыми, дисковыми отрезными, фасонными, концевыми, шпоночными и другими.



Рисунок 22 – Виды фрез

Абразивные материалы и инструменты. Для изготовления абразивных инструментов в основном применяют искусственные абразивные материалы. Форма и размеры абразивных инструментов установлены государственными стандартами.

Абразивные материалы и их характеристики

№	Абразивный материал	Марка	Область применения
1	Электрокорунд нормальный	16А, 15А, 14А, 13А	Для обдирочного шлифования
2	Электрокорунд белый	25А, 24А, 23А, 22А	Для чистового и скоростного шлифования стальных заготовок
3	Электрокорунд хромистый	34А, 33А	Для чистового и скоростного шлифования стальных заготовок
4	Электрокорунд хромотитанистый	92А, 91А, 94А, 93А	Для чистового и скоростного шлифования стальных заготовок
5	Карбид кремния зеленый	64С, 63С	Для обработки инструмента из твердых сплавов и заготовок из чугуна, цветных металлов
6	Карбид кремния черный	55С, 54С, 53С	Для обработки инструмента из твердых сплавов и заготовок из чугуна, цветных металлов
7	Алмазные шлифовальные порошки		
	Из природных алмазов	А1, А2, А3, А5, А8	Для обработки камня, бетона, керамики. Для обработки инструмента из твердых сплавов и заготовок из цветных металлов, керамики
	Из синтетических алмазов	АС2, АС4, АС6, АС15, АС20, АС32, АС50	
	Алмазные микропорошки		
	Нормальной абразивной способности	АМ, АСМ	Для притирки, доводки, полирования заготовок из сталей и сплавов
Повышенной абразивной способности	АН, АСН		
8			
9	Алмазные субмикропорошки	АМ5, АМІ, АСМ5, АСМІ	Для притирки, доводки, полирования заготовок из сталей и сплавов
10		Кубический	нитрид бора
	Эльбор шлифзерно микропорошок	ЛО, ЛП, ЛКВ, ЛБМ, ЛПМ	Для шлифования заготовок из сталей (высоколегированных и высокой твердости), чугуна, заточки стального режущего инструмента
	Кубонит шлифзерно микропорошок	КО, КР, КМ, КН	Для изготовления шлифовальных шкур. Для шлифования заготовок из сталей (высоколегированных и высокой твердости), чугуна, заточки стального режущего инструмента

Режущие инструменты, применяемые в автоматизированном производстве

Номенклатура режущих инструментов, применяемых в автоматизированном производстве, практически совпадает с применяемой на универсальных станках. Однако к этим инструментам предъявляются более жесткие требования по точности размеров, формы и качеству заточки, оформленные в виде специальных стандартов.

Во вновь разработанных конструкциях режущих инструментов широко исполь-

зуются сменные многогранные пластины (СМП) не только в резцах, но и сверлах, комбинированных инструментах, фрезах и др.

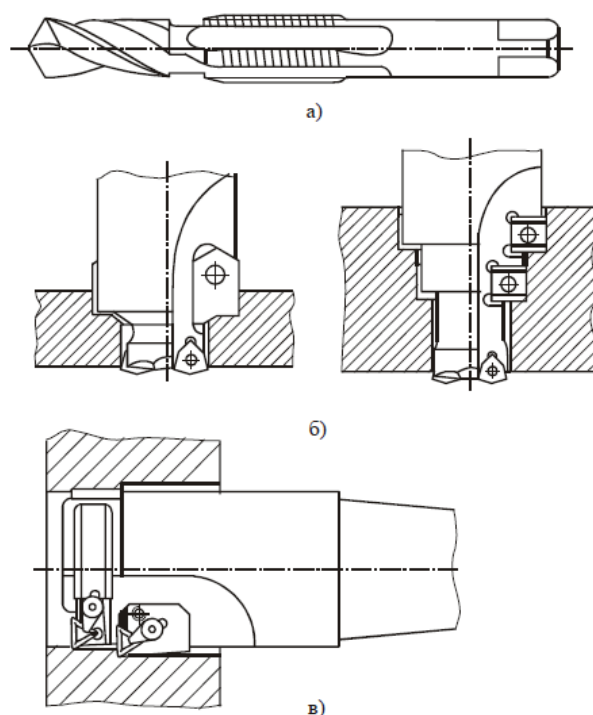


Рис. 23. Комбинированные инструменты: *а* – сверло-метчик; *б* – сверло-зенкер; *в* – расточная оправка, оснащенная твердосплавными СМП

Для обработки отверстий широкое применение нашли перовые сверла, позволяющие быстро изменять диаметр за счет замены пластин, закрепляемых винтами в жестких оправках, а также твердосплавные сверла с внутренним подводом СОЖ, оснащенные СМП.

Для сокращения числа переходов используются комбинированные инструменты: ступенчатые сверла, зенкеры-развертки, сверла-метчики (рис. 23, *а*) и др. и даже целые агрегаты в виде корпусов сложной формы, оснащенных большим числом СМП, каждая из которых обрабатывает определенную поверхность заготовки (рис. 23, *б*). Для расточки ступенчатых отверстий применяются разнообразные многорезцовые расточные оправки с резцовыми вставками, оснащенными СМП (рис. 23, *в*).

При конструировании торцевых фрез агрегатно-модульный принцип используется за счет применения кассет, оснащенных СМП разной формы режущих кромок.

На горизонтально-фрезерных станках, встраиваемых в автоматические линии, применяют наборы фрез, закрепленных на одной оправке (рис. 24, *а*) и предназначен-

ных для одновременной обработки нескольких поверхностей заготовки. За счет этого существенно повышается производительность, а также точность взаимного расположения обработанных поверхностей.

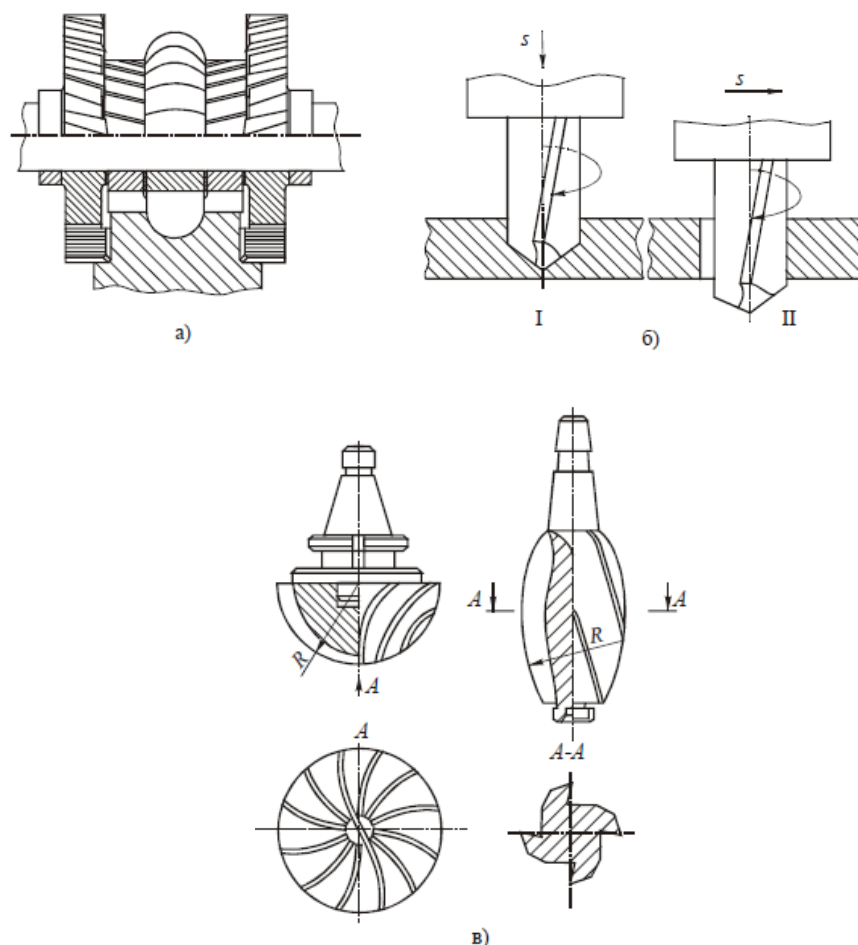


Рис. 24. Фрезерные инструменты: *а* – набор фрез; *б* – фреза-сверло; *в* – фасонные фрезы для обработки сложных поверхностей

Для фрезерования по трем координатам на станках с ЧПУ используют комбинированную фрезу-сверло (рис. 24, *б*), у которой режущие кромки на торце подобны применяемым на спиральных сверлах и работают при осевой подаче, а режущие кромки на цилиндрической части работают, как у торцевых фрез при подаче по контуру.

Для обработки сложных фасонных поверхностей применяют концевые фрезы со сферической или радиусной формой режущих кромок (рис. 24, *в*).

С целью обеспечения быстросменности инструмента и сокращения времени простоев оборудования настройка инструментов на размер осуществляется с помощью

специальных приспособлений вне станка.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.
2. Какие режущие инструменты вы знаете?
3. Особенности режущих инструментов, применяемых в автоматизированном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Режущий инструмент : учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков ; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9510-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254675>
2. Кожевников, Д. В. Режущий инструмент : учебник для вузов / Д. В. Кожевников, В. А. Гречишников, С. В. Кирсанов и др. ; под общ. ред. С. В. Кирсанова. 5-е изд. , стереотип. - Москва : Машиностроение, 2022. - 520 с. - ISBN 978-5-907523-01-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907523012.html>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

ИЗУЧЕНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ. УНИВЕРСАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Цель: ознакомление с назначением металлорежущего оборудования.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: основные виды металлорежущего оборудования.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: выбирать оборудование для различных видов обработки.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой выбора и применения металлорежущего оборудования.

Актуальность темы: Металлорежущие станки являются основным видом промышленного оборудования для размерной обработки заготовок. Вследствие быстрого развития вычислительной техники за последнее время конструкции станков существенно изменились. Изучение назначения металлорежущих станков является актуальной задачей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Металлорежущее оборудование — это специальные станки, которые предназначены для придания определенной формы заготовкам из металла. Конфигурация и размеры готового изделия зависят от формообразующих движений, которые совершает станок. В зависимости от назначения и используемого способа обработки деталей выделяют несколько классификаций металлорежущего оборудования.

Металлорежущий станок – технологическая машина, которая предназначена для обработки металлических заготовок посредством снятия материала механическим способом (резания), в результате чего обеспечивается заданная форма и размеры заготовки.

Процесс обработки на станках осуществляется с помощью движений формообразования, в которых участвуют инструмент и заготовка. Движения формообразования могут быть движениями резания и движениями подачи. Эти движения в процессе резания образуют на заготовке заданные поверхности.

В основном, этот процесс обработки производится посредством снятия стружки с помощью режущего инструмента (лезвийного или абразивного). Однако существуют особые методы обработки: электрохимические, электрофизические, поверхностным пластическим деформированием, оптическим лазерным лучом, а также операции по измерению или контролю обрабатываемых деталей, а также с их сборкой.

Для лучшего понимания вопроса дадим определения терминам «заготовка» и «деталь»:

Заготовка – это предмет труда, из которого путем изменения размеров, формы и свойств поверхности изготавливают деталь.

Деталь – это продукт труда (изделие), который предназначен для использования на предприятии в основном или вспомогательном производстве.

Основная классификация металлорежущих станков

Основная классификация, которая предложена Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС), является цифровой и предполагает разделение металлорежущих станков на 9 групп по технологическому признаку (по виду обработки и применяемому режущему инструменту). Каждую группу подразделяют на типы (подгруппы), а каждый тип – на типоразмеры.

Группы станков определяют по технологическому назначению станка (токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные и т.д.), типы станков – по расположению рабочих органов (внутришлифовальные, бесцентрово-шлифовальные), по числу основных рабочих органов (многошпиндельные, одношпиндельные), по степени автоматизации (автоматы, полуавтоматы).

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.
2. В лаборатории кафедры найдите станки, указанные на рисунках 1...9. Поясните их назначение.
3. Оформите отчет.



Рисунок 1 - Токарно-винторезный станок мод 1К62.



Рисунок 2 - Токарный станок 250 ИТВМ Φ1 с цифровой индикацией.



Рисунок 3 - Сверлильный станок модель - ГС 2116К.



Рисунок 4 - Радиально-сверлильный станок модель – 2K522.



Рисунок 5 - Инструментальный фрезерный станок JTM-1230W3 DRO.



Рисунок 6 - зубострогальный полуавтомат модели 5П23БП.



Рисунок 7 - Станок токарно-винторезный мод. 1М61.



Рисунок 8 - Станок фрезерный широкоуниверсальный мод. 6P82 Ш.



Рисунок 9 - Круглошлифовальный универсальный станок модель-3У12РА

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дечко, Э. М. Резание металлов и режущий инструмент : учебное пособие / Э. М. Дечко, М. М. Дечко. — Минск : Вышэйшая школа, 2020. — 288 с. — ISBN 978-985-06-3268-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120068.html>
2. Зубарев, Ю. М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю. М. Зубарев, Р. Н. Битюков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-4012-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207107>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ИЗУЧЕНИЕ ФРЕЗЕРНОГО И ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ. ХАРАКТЕРИСТИКИ, НАЗНАЧЕНИЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ

Цель: ознакомление с назначением металлорежущего оборудования ЧПУ.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Характеристики, назначение, принцип работы оборудования с ЧПУ.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: выбирать оборудование для различных видов обработки.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой выбора и применения металлорежущего оборудования.

Актуальность темы: Металлорежущие станки являются основным видом промышленного оборудования для размерной обработки заготовок. Вследствие быстрого развития вычислительной техники за последнее время конструкции станков существенно изменились. Производство на станках с ЧПУ — одна из самых совершенных технологий, позволяющая добиться высокого качества получаемых деталей, большой точности и повторяемости результата.

Изучение назначения металлорежущих станков является актуальной задачей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Аббревиатура “ЧПУ” расшифровывается как числовое программное управление. Эта компьютеризованная система позволяет контролировать функции станка с помощью уникального языка программирования.

Система получила широкое распространение в промышленности, благодаря своей гибкости. Она подходит к большому спектру станков: шлифовальным, фрезерным, токарным, сверлильным, в том числе к их модификациям и вариациям. При этом программирование системы для разных видов оборудования практически не отличается. Преимущество станков с ЧПУ в том, что достаточно однажды освоить алгоритм работы. Затем пользователь сможет повторять его для всей техники.



Рисунок 1 - Токарный станок JET с ЧПУ модели KDCK-25S CNC

Язык программирования ЧПУ. Язык программирования ЧПУ был представлен альянсом компаний электронной промышленности Electronic Industries Alliance в 1960

бит, в списках международной квалификации – ISO 6983-1:1982. Однако среди пользователей прижилось название “джи-код”.

Подготовительные G-коды определяют вид работы станков (рис. 3). Они ответственны за такие команды, как:

1. Настройка системы координат, плоскостей, оборотов и других параметров.
2. Направление вращения, коррекция радиуса и диаметра. Другими словами, настройка движения элементов станка. Они задают скорость.
3. Исполнение резьбы, отверстий и других стандартных последовательностей.

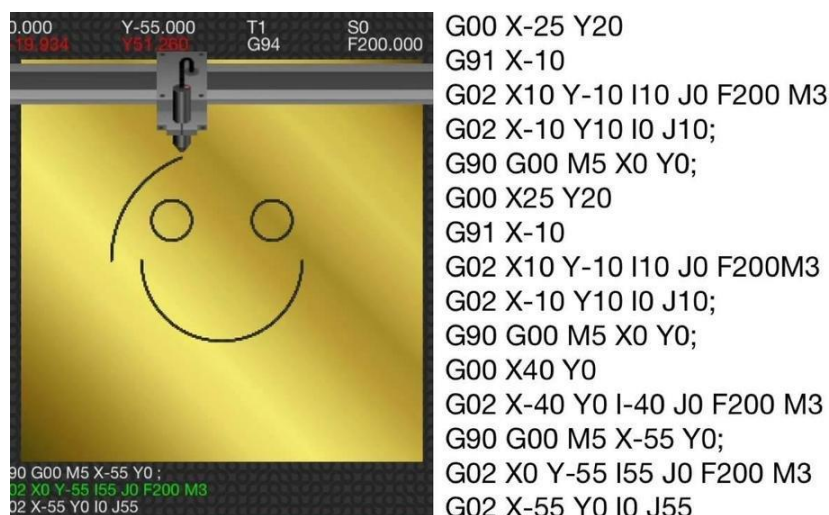


Рисунок 3 – Программирование станка с ЧПУ

Вспомогательные M-коды регулируют режим работы устройств. Например, меняют инструменты. Современные станки с ЧПУ понимают множество кодов, однако даже стандартного набора достаточно для создания управляющей программы.

Коды взаимодействуют друг с другом, отменяют или дополняют предыдущие действия. Например:

1. G00 обозначает ускоренное перемещение режущего инструмента на нужную позицию. Его отменяют коды G01, G02 и G03.
2. G01 – это перемещение инструмента по прямой линии. Скорость задает оператор. Он отменяется кодами G00, G02 и G03.

3. G02 запускает перемещение по дуге по часовой стрелке. Его отменяют коды G00, G01 и G03.

4. G03 требуется для перемещения по дуге против часовой стрелки. Отменяется кодами G00, G01 и G02.

Такая же ситуация происходит с M-кодами:

1. Коды M00, M01 и M02 служат для остановки оборудования. Они отменяют все запрограммированные действия.

2. Коды M03, M04 и M05 регулируют движение шпинделя и отменяют друг друга.

Операторы станка с ЧПУ должны иметь представление о ручном программировании оборудования. Освоив стандартные коды, можно переходить к пульту УЧПУ, разбираться в CAD/CAM-системах.

Основные плюсы станков с ЧПУ



Рисунок 4 - Обработывающий центр с ЧПУ модели TMC-450

Современные технологии позволяют оптимизировать производство, повысить качество изготовления товара. С течением времени возросли и мощности станков с ЧПУ. Компьютеризированные системы становятся технологичнее, предлагают все больше преимуществ:

1. Увеличенная скорость изготовления продукции. Современные станки с ЧПУ умеют менять режущие инструменты, оператору не требуется вручную перенастраивать оборудование. В результате, несколько действий объединяются в один цикл, что значительно сокращает время на производство.

2. Стабильность временных затрат. При ручном изготовлении на скорость влияют навыки оператора и другие факторы. Станки с ЧПУ затрачивают одинаковое количество времени на создание одного вида деталей. Это особенно удобно при массовом производстве.

3. Высокая точность обработки деталей. Оператору достаточно однажды написать программу, чтобы каждый раз получать одинаковый результат. Технологичные станки с ЧПУ изготавливают детали с точностью до микрон. Из производственного процесса почти исключается человеческий фактор.

4. Работа со сложными деталями. Станок шаг за шагом выполняет заданную программу. Современная техника справляется с деталями любой сложности, поэтому ЧПУ так любимы производителями запчастей для машин и самолетов. Например, для изготовления симметричных отзеркаленных частей – настоящий вызов при ручном труде – при работе со станком с ЧПУ достаточно нажатия кнопки.

5. Сокращение числа работников. Для наблюдения за автоматизированным производством достаточно 2-4 операторов. Знающий специалист за 10 минут сможет обслужить несколько станков с ЧПУ.

6. Создание производственного конвейера. Современное оборудование с ЧПУ можно объединить в сложную сеть, покрывающую каждый шаг изготовления деталей. В результате получается полностью автоматизированное производство.

Современные станки требуют не самой сложной подготовки от оператора, но именно от него напрямую зависит, насколько раскроются плюсы и минусы ЧПУ.

Основные недостатки станков с ЧПУ

Недостатки станков с ЧПУ во многом связаны с затратами на приобретение и содержание комплексной системы:

- покупка и установка такого оборудования обходится дороже, чем стоимость традиционных машин;
- работа с компьютеризированной системой подразумевает закупку программного обеспечения, обучения и повышения квалификации персонала;
- для стабильной работы станку требуется непрерывное питание от сети, перебои с электричеством испортят проект;

- оператор не может допустить ошибку при написании программы, ошибки в программе станут причиной брака;
- все еще меньшая скорость производства, когда речь идет о массовом выпуске продукции в сотни тысяч экземпляров;
- в сравнении с литьем и 3D-печатью — наличие отходов основного материала, которых в этих технологиях нет.

Недостатки ЧПУ обычно проявляются в массовом производстве крупными партиями, когда жизненно необходимо снижение затрат на каждую деталь, ради уменьшения ее себестоимости и отпускной цены готового продукта; они с лихвой перекрываются достоинствами при производстве более дорогостоящих изделий, с повышенными требованиями к точности и механической прочности.

Станки с ЧПУ требуются в первую очередь тем производствам, где бывает необходимо срочное изготовление деталей, которые невозможно или экономически нецелесообразно покупать или заказывать на стороне.

Рекомендуется рассмотреть возможность установки такой системы, если:

1. Необходимо снизить долю человеческой халатности, риск ошибки, задержек производства;
2. Требуется изготавливать сложные трехмерные формы;
3. Запускается массовое производство одинаковых деталей в короткие сроки;
4. Необходимо уменьшить себестоимость изделия в средних партиях.

При изготовлении запасных частей для техники, уникальных предметов оформления помещений, любых прототипов, рекламных конструкций и многого другого станки с ЧПУ незаменимы.

Основные технические характеристики станков с ЧПУ

Основными техническими характеристиками являются.

1. Класс точности (отечественное оборудование). Обозначается следующими буквами: П—повышенной точности; В—высокой точности; А—особо высокой точности, С—особо точные (прецизионные). По каждому классу точности и группе станков нормируется допустимая величина погрешности.

2. Вид устройства ЧПУ (УЧПУ) обозначается индексами (отечественное оборудование), входящими в наименование модели станка: Ф1 – станки с цифровой индикацией (в том числе с предварительным набором координат); Ф2 – станки с позиционными и прямоугольными системами управления; Ф3 – станки с контурными прямолинейными и криволинейными системами управления; Ф4 – станки с универсальной системой управления для позиционноконтурной обработки; Ц – станки с цикловым программным управлением.

3. Основные параметры станка: наибольший диаметр обрабатываемого изделия (для токарных станков); наибольший диаметр сверления, (для сверлильных станков); диаметр расточного шпинделя (для расточных станков); размеры стола (для фрезерных станков) и т. д.

4. Наличие инструментального магазина.

5. Наличие устройства автоматической загрузки заготовок.

6. Габаритные размеры станка и его масса.

7. Число управляемых координат и число одновременно управляемых координат (число одновременно управляемых координат определяет траекторию движения инструмента относительно заготовки). При сложной обработке на фрезерных, токарных и многоцелевых станках используют УЧПУ с непрерывным (контурным) управлением одновременно по нескольким координатам. Существуют УЧПУ с управлением одновременно по трем, четырем и пяти координатам. Последние используются в станках со сложной траекторией инструмента. В токарных станках обычно применяются УЧПУ с одновременным управлением по двум координатам, а в токарно-револьверных и токарно-карусельных – по трем координатам.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.

2. В лаборатории кафедры найдите станки, указанные на рисунках. Поясните их назначение.

3. Оформите отчет.



Рисунок 1 - Обрабатывающий центр с ЧПУ модели ТМС-450



Рисунок 2 - Токарный станок JET с ЧПУ модели KDCK-25S CNC



Рисунок 3 - Фрезерный станок с ЧПУ Роутер 6040S.



Рисунок 4 - Фрезерный станок с ЧПУ Роутер 1216.



Рисунок 5 - Фрезерный станок с ЧПУ ROLAND -MDX-540.



Рисунок 6 - Фрезерный станок с ЧПУ ROLAND -MDX-40A.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дечко, Э. М. Резание металлов и режущий инструмент : учебное пособие / Э. М. Дечко, М. М. Дечко. — Минск : Вышэйшая школа, 2020. — 288 с. — ISBN 978-

985-06-3268-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120068.html>

2. Зубарев, Ю. М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю. М. Зубарев, Р. Н. Битюков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-4012-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207107>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ T-FLEX.

РАБОТА С ДОКУМЕНТОМ

Цель работы: Ознакомление с современным отечественным программным обеспечением на базе ПАО Ставропольский радиозавод «Сигнал».

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: назначение системы T-Flex, интерфейс системы T-Flex.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Использовать систему T-Flex в учебном процессе.

Актуальность темы. Специалисту в области машиностроения необходимо знать современное отечественное программное обеспечение.

T-FLEX CAD - профессиональная конструкторская система, объединяющая в себе мощные параметрические возможности 2D и 3D-моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации.

Технические новшества и хорошая производительность в сочетании с удобным и понятным интерфейсом делают T-FLEX CAD универсальным и эффективным средством 2D и 3D-проектирования изделий. Широкие средства автоматизации проектирования, специальные инструменты для работы с большими сборками, единая документная структура, возможность вести коллективную разработку - вот лишь некоторые из особенностей, позволяющих выделить T-FLEX CAD среди других программ.

Краткий перечень основных возможностей T-FLEX CAD:

Быстрое и параметрическое 2D-эскизирование;

- Параметрическое 2D/3D-проектирование с использованием гибридной параметризации, объединяющей преимущества классической параметризации, основанной на элементах построения, и размерной параметризации, основанной на ограничениях и управляющих размерах;

- Прямое чтение и импорт форматов различных CAD-систем: Siemens NX, CATIA, Creo, Pro/ENGINEER, I-DEAS, SolidWorks, Solid Edge, Autodesk Inventor, AutoCAD, Revit, ACIS, STEP, IGES, JT и др.;

- Экспорт в форматы других CAD-систем: ACIS, STEP, IGES, JT, PRC, STL, PDF/3D PDF, DWG и др.;

- Единый формат файлов для 3D-моделей и сборок с различными видами многостраничных чертежей, спецификаций, графиков, баз данных, данных приложений, макросов;

- Полная ассоциативная связь между 3D-моделью и её чертежом;

- Полный набор средств подготовки конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД, ISO, DIN и ANSI, включая модуль автоматического создания отчётов и спецификаций;

- Средства автоматизации, позволяющие избежать рутинных действий при модификации проекта и оформлении детализованных чертежей и спецификаций;

- 3D-моделирование деталей любой сложности (твердотельное, проволоочное и поверхностное моделирование);

- Создание сборочных чертежей и 3D-сборок любой сложности без ограничений на количество деталей и глубину иерархии;

- Возможность комбинировать методы работы «снизу-вверх» (от детали к сборке) и «сверху-вниз» (от сборки к детали);

- Работа со ссылочной геометрией с возможностью управлением процессом обновления;

- Инструменты коллективной работы над проектами;

- Инструменты по созданию конфигураций 3D-моделей и 3D-сборок;

- Управление структурой сборки и структурой изделия;

- Встроенный модуль по созданию замечаний, включая создания замечаний в режиме коллективной работы;
- Встроенный модуль проверки качества модели по установленным правилам;
- Инструменты, позволяющие использовать технологии виртуальной реальности (VR) при проектировании изделий;
- Проектирование деталей из листового металла;
- Поддержка PMI, включая форматы других CAD-систем;
- Проектирование коммуникаций (трубопроводов, вентиляционных каналов и др.);
- Проектирование электрических схем и прокладки кабельных изделий - от построения двумерных схем до размещения 3D-моделей электрических компонентов, создания проводов, кабелей и соединений, укладки в жгуты и генерации полностью интегрированных спецификаций, которые включают в себя как механические, так и электрические детали;
- Геометрический анализ и измерения 3D-деталей и 3D-сборок;
- Бесплатный модуль инженерного экспресс-анализа деталей методом конечных элементов;
- Оптимизация деталей и конструкций, включая КЭ-оптимизацию;
- Безопасность. Возможность криптозащиты документов, библиотек пользователя, с привязкой к ключу аппаратной защиты;
- Создание фотореалистичных изображений по технологиям GPU и CPU;
- Запись анимации сборки/разборки, пользовательских сценариев с фотореалистичным качеством;
- Мощный API-интерфейс для разработки собственных приложений;
- Редактор переменных с поддержкой многострочных выражений и подсветкой синтаксиса;
- Поддержка работы с внутренними и внешними базами данных;
- Бесплатная библиотека пружин с расчётом;
- Бесплатная библиотека болтовых соединений с расчётом;
- Большой набор бесплатных параметрических библиотек стандартных изделий по ГОСТ;

- Простое и удобное создание параметрических пользовательских библиотек с диалогами управления;
- Создание и подготовка 3D-моделей для 3D-печати.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Изучите интерфейс рабочего окна системы.
2. Изучить основные принципы работы с документом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. T-FLEX cad. Начальный курс. Учебник /С.В. Протасова, С.В. Максимов. – г. Северодвинск, 2011. – 215 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ T-FLEX.

РАБОТА С ДОКУМЕНТОМ

Цель работы: Ознакомление с современным отечественным программным обеспечением на базе ПАО Ставропольский радиозавод «Сигнал».

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: назначение системы T-Flex, основные принципы работы с документом, работа с изображением, объектная привязка.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Использовать систему T-Flex в учебном процессе.

Актуальность темы. Специалисту в области машиностроения необходимо знать современное отечественное программное обеспечение.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основные принципы работы с документом

При работе с чертежом и 3D моделью необходимы определенные навыки работы с мышью, клавиатурой и интерфейсом. Предполагается, что для работы в T-FLEX CAD, вы будете использовать мышь с колесиком. Желательно, чтобы в операционной

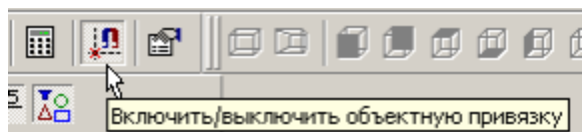
, , ,  и , при работе в 3D окне системы набор кнопок селектора будет иным. Элементам, выбор которых разрешен, соответствуют нажатые кнопки селектора. Кроме того, с помощью этих кнопок также можно быстро запретить/разрешить выбор элементов соответствующего типа. При нажатии на любую из кнопок, ее состояние меняется на противоположное. Таким образом, в настройках селектора решается или отменяется выбор элементов соответствующего типа.

Если щелкнуть ^{**} на любой из данных кнопок – включится выбор элементов только данного типа. Выбор элементов других типов при этом отключается.

Селектор хорошо использовать в паре с объектной привязкой. Потренируйтесь с различными установками селектора на рассмотренном ниже примере).

Объектная привязка

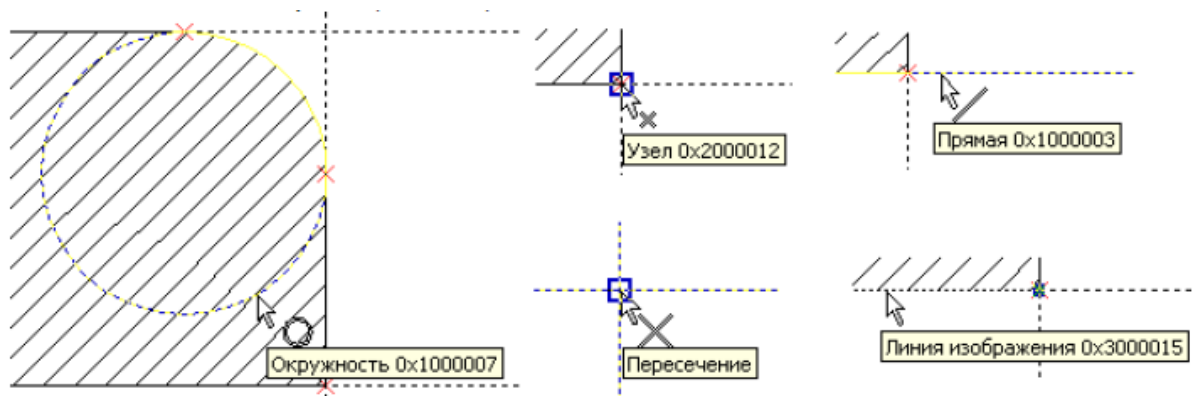
Убедитесь, что кнопка  (Включить/выключить объектную привязку) находится в нажатом состоянии (нажата по умолчанию).



Объектная привязка – очень хороший помощник при создании чертежей и 3D моделей. Но к этому помощнику нужно привыкнуть и уметь с ним работать.

Итак, если вы открыли файл **Пример 1.grb**, в окне чертежа увидите различные построения. Наведите указатель мыши по очереди на каждое из этих построений и убедитесь, что рядом с курсором появляются различные значки и всплывающие подсказки, а сам объект выделяется цветом.

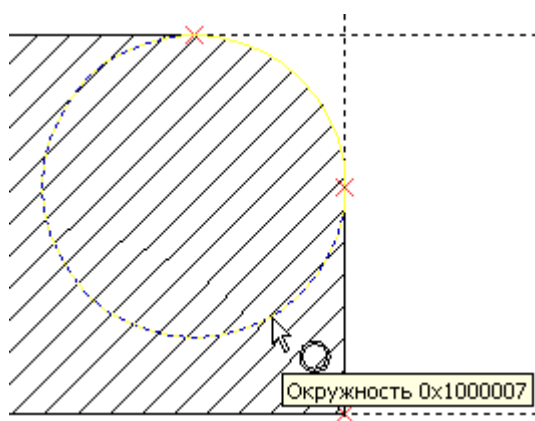
 Если этого не происходит – проверьте, нажата ли кнопка  и включен ли селектор – нажмите кнопку .



Вы можете выбрать объект, если , в тот момент, когда объект выделен цветом.

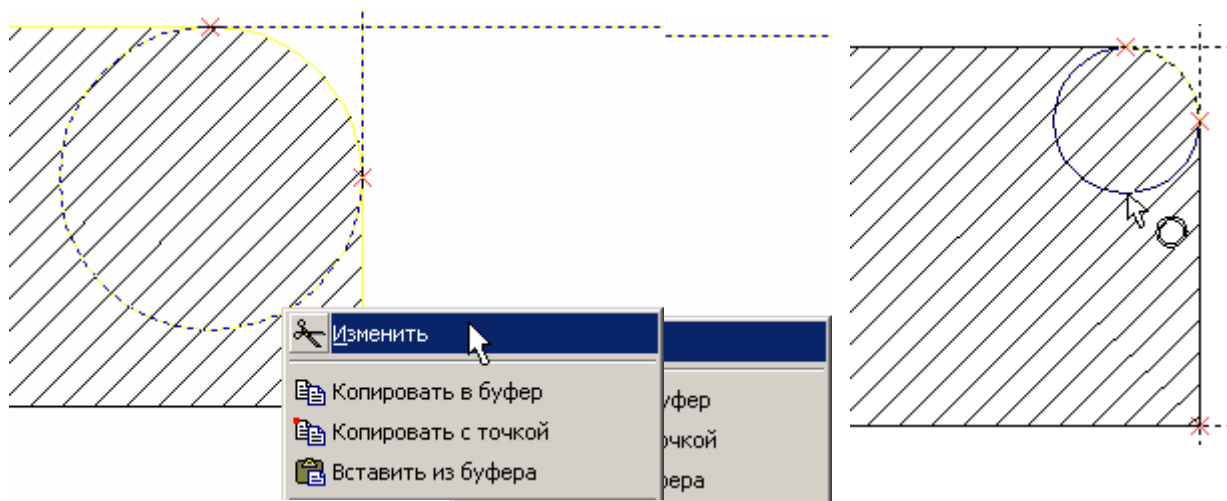
Таким образом, вы зайдете в режим редактирования выбранного объекта.

Щелкните  в селекторе по кнопке , и все кнопки селектора, кроме выбранной, будут отключены. Попробуйте изменить диаметр окружности в приведенном примере. Подведите курсор к окружности, как это показано на рисунке и после того,



как окружность выделится цветом – щелкните . Затем переместите курсор мыши вверх по экрану (см. рис.) и вновь щелкните . Диаметр окружности будет изменен. Прodelайте это упражнение с другими элементами построения (тонкие штриховые линии).

Такого же результата вы можете добиться другим способом - щелкните на выделенном объекте и будет вызвано контекстное меню. Выберите в меню пункт «Изменить», отредактируйте окружность и зафиксируйте новое положение.



Теперь щелкните в селекторе по кнопке , и все кнопки селектора, кроме выбранной, будут отключены. Отредактируйте штриховку: щелкните по штриховке.

Измените шаг штриховки с 3 мм на 5



мм (см. рис.) и нажмите в Автоменю кнопку .

Не забудьте после упражнения нажать в селекторе кнопку .



Обратите внимание на то, что режим редактирования в 2D окне включается именно после щелчка на выделенном объекте и, при перемещении мыши левая кнопка последней должна быть отпущена. В противном случае будет включен режим перемещения элементов чертежа относительно рабочего листа.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Изучить основные принципы работы с документом.
2. Работа с изображением.
3. Объектная привязка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. T-FLEX cad. Начальный курс. Учебник /С.В. Протасова, С.В. Максимов. – г. Северодвинск, 2011. – 215 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ T-FLEX. ОСНОВЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЧЕРЧЕНИЯ

Цель работы: Ознакомление с современным отечественным программным обеспечением на базе ПАО Ставропольский радиозавод «Сигнал».

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: первый чертеж, элементы построения, элементы изображения, линии, штриховка, редактирование геометрии чертежа.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: строить каркас модели, на основе элементов построения, строить прямые параллельные выбранной, строить прямую, как ось симметрии двух прямых, строить прямую, проходящую через узел и под углом к выбранной прямой, строить окружность, касательную к двум прямым и заданной радиусом, строить прямые относительно оси симметрии, строить окружность относительно оси симметрии, создавать в документе новые страницы, «привязывать» к каркасу модели линии изображения, наносить на каркас модели штриховку, редактировать геометрию чертежа, - изменять параметры линий построения, «скрывать» линии построения.

Актуальность темы. Специалисту в области машиностроения необходимо знать современное отечественное программное обеспечение.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Параметрическое черчение. Основные принципы

Первый чертеж. Элементы построения

В предыдущих разделе и упражнении, вы могли обратить внимание на различные типы линий в чертеже. Параметрический чертеж и 3D модель в T-FLEX CAD базируется на **каркасе** из линий построения и узлов (далее элементы построения). При выполнении чертежа на бумаге вы тоже строите своего рода **каркас** из тонких линий. Затем обводите их «мягким» карандашом или тушью основными линиями, затем нано-

сите штриховку. Точно также выполняется чертеж и в T-FLEX CAD. Строится **каркас**, а линии изображения и штриховки (далее элементы изображения) привязываются к его узлам. При изменении **каркаса**, элементы изображения тоже меняют свое положение (так как они привязаны к **каркасу**) – см. пример из предыдущей главы. Элементы построения по умолчанию на печать не выводятся, выступая только как вспомогательные.

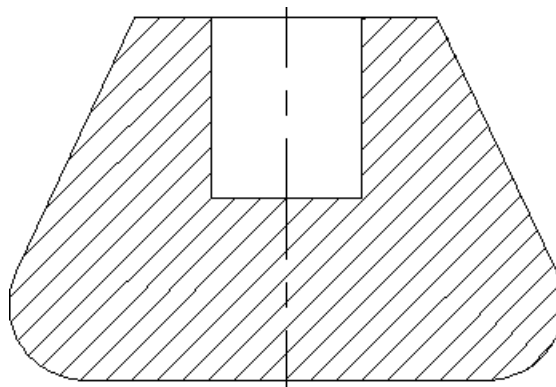
Порядок создания чертежа в T-FLEX CAD выглядит так:

1. **Каркас** (элементы построения)
2. **Линии изображения** (включая фаски)
3. **Штриховка** (в т.ч. заливка)
4. **Оформление** (размеры, тексты, надписи, форматка).

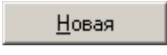
В T-FLEX CAD все элементы построения создаются как относительные, за исключением базовых элементов. Под **базовыми элементами построения** стоит понимать две взаимно перпендикулярные линии построения и узел между ними, созданные в абсолютных координатах рабочего листа. Для удобства их можно выделить цветом и назначить для них бесконечную длину. Таким образом, пользователь, вначале строит базовые линии, а затем относительно базовых линий создает каркас из вспомогательных элементов построения.

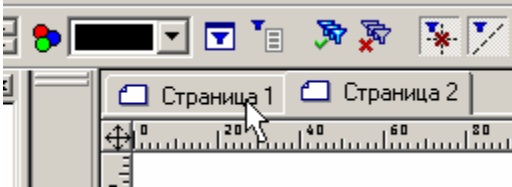
Прежде чем приступить к созданию чертежа – небольшое отступление от темы: в T-FLEX CAD вы можете создавать многостраничные документы, т.е. в одном файле можно разместить несколько листов с чертежами, спецификациями и, например, пояснительной запиской.

Откройте файл **Пример 2.grb** из папки **«Примеры\Часть I»:**
Файл\Открыть... (кнопка ). В открывшемся примере, вы увидите чертеж, который вам предлагается построить.



Страницы.

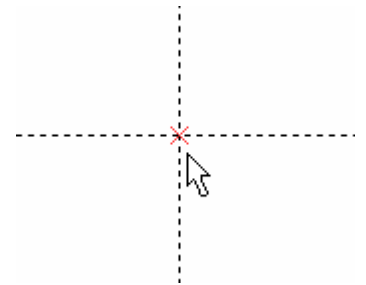
Создайте в документе новую страницу: **Настройка\Страницы...** (кнопка ). В открывшемся окне «Страницы» нажмите кнопку . Будет создана новая страница и в списке появится запись «Страница 2». Нажмите кнопку . Откроется чистая страница.



Вы можете переключаться между страницами. Для выбора соответствующей странице закладки, нажмите . Перейдите на «Страницу 2». В 11-й версии, в отличие от предыдущих версий, закладки страниц по умолчанию расположены в нижней части документа.

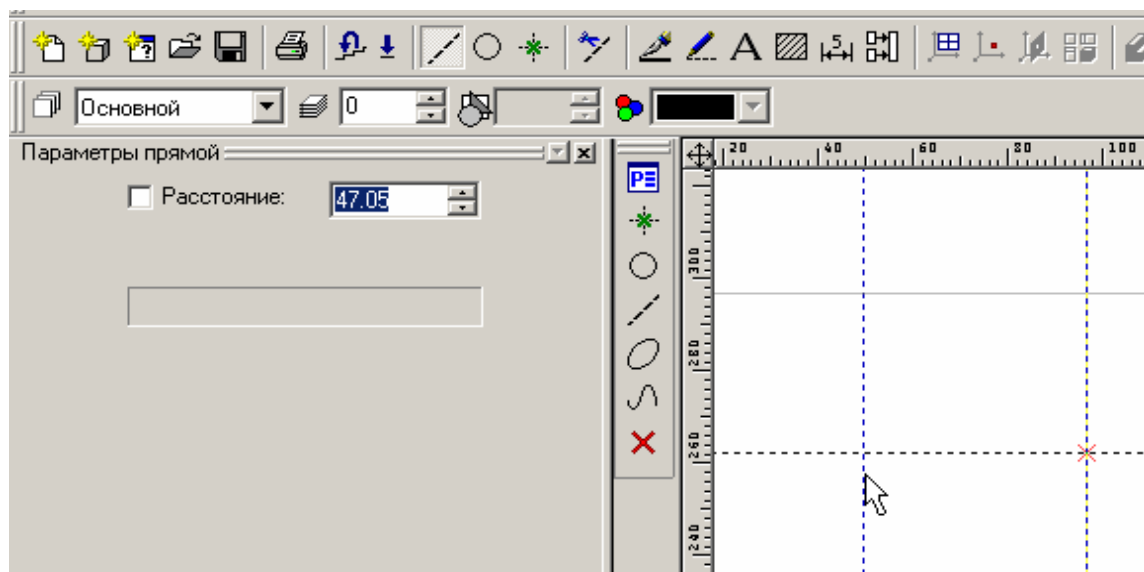
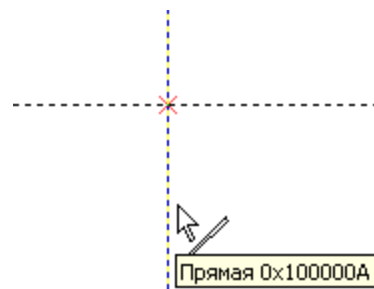
Положение закладок страниц настраивается.

В начале создания параметрического чертежа необходимо построить базовые линии. Затем относительно базовых линий создается каркас чертежа. Выполните следующие действия: **Построения\Прямая** или нажмите  на панели инструментов. Далее уже в Автоменю нажмите . При движении курсора, вы увидите перемещение перекрестья по полю чертежа. Переместите курсор в верхнюю половину поля чертежа примерно посередине листа и щелкните , затем один раз  для выхода из подкоманды. Будут созданы две пересекающиеся линии построения и узел в месте их пересечения.



Обратите внимание на то, что в Автоменю доступны команды, т.е. система находится в режиме ожидания команды для создания линий построения.

Подведите курсор к вертикальной линии построения. Объектная привязка выделит цветом линию и выдаст информацию об элементе (у курсора появится значок линии и всплывающая подсказка). Щелкните по линии и отведите курсор влево (рядом с курсором будет двигаться изображение вертикальной прямой). В левой части экрана появятся параметры прямой с изменяющимся, при движении курсора, значением. Наберите на клавиатуре «50» и нажмите <Enter>.



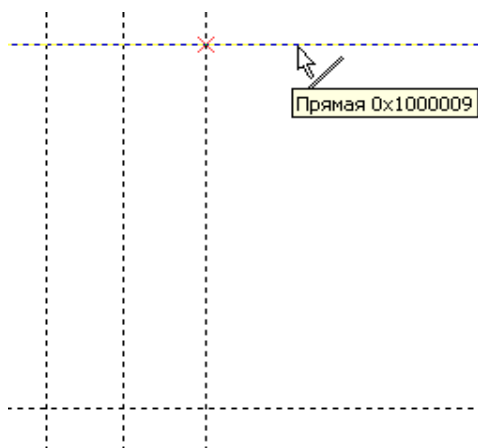
Будет создана вертикальная прямая, **параллельная выбранной**, на расстоянии от последней 50 мм. Система все еще находится в режиме создания прямых, параллельных выбранной базовой линии. Наберите на клавиатуре «25» и нажмите <Enter>. Будет создана прямая на расстоянии 25 мм от базовой линии. Больше прямых, параллельных вертикальной базовой линии строить не надо, поэтому щелкните



Используйте цифровую часть клавиатуры для более удобного ввода числовых значений. Там же нажимайте и клавишу <Enter>. Цифровая часть клавиатуры, при этом, должна быть включена (должна гореть лампочка «Num Lock»). Если лампочка не горит, нажмите кнопку «Num Lock» в цифровой части клавиатуры.

Итак, вы построили вертикальные прямые. Если в Автоменю доступны команды, как это показано на рисунке справа, то можно приступать к созданию параллельных прямых относительно горизонтальной базовой линии. Если поле Автоменю пустое, то запустите командусоздания линий построения: **Построения\Прямая** или нажмите





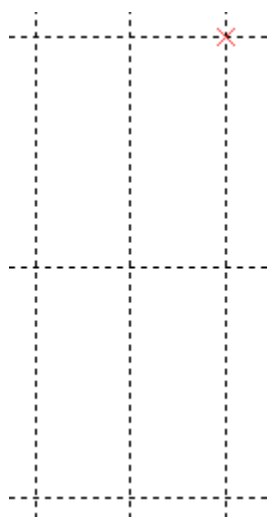
Подведите курсор к горизонтальной линии (линия выделится), выберите линию, щелкнув . Далее отведите курсор вниз и создайте параллельную прямую относительно выбранной, на расстоянии 120 мм (просто введите на клавиатуре «120» и нажмите <Enter>). Больше строить прямых не надо, поэтому щелкните .



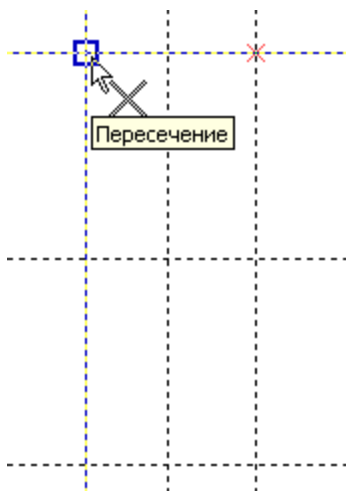
Теперь необходимо разделить пространство между двумя горизонтальными линиями на две равные части.

Подведите курсор к верхней прямой (верхний рисунок) и выберите ее, щелкнув .

Подведите курсор к нижней прямой, и как только объектная привязка выдаст подсказку о выборе прямой, щелкните .

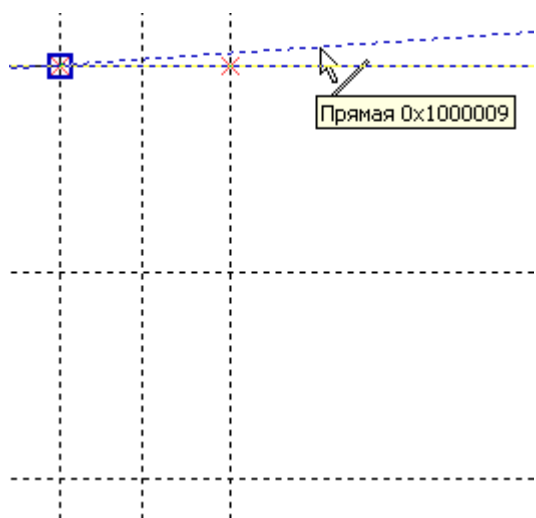


Будет построена прямая, как *ось симметрии двух прямых*.

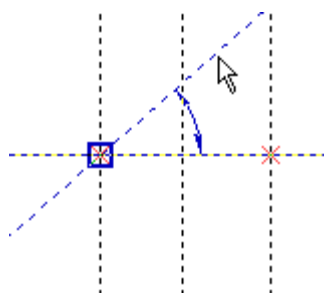


Далее необходимо построить прямую, **проходящую через узел и под углом к горизонтальной прямой**.

Подведите курсор к пересечению двух прямых, как это показано на рисунке, и щелкните . На пересечении автоматически построится узел, и при последующем перемещении курсора мыши вы увидите динамически изменяющееся изображение линии проходящей через узел.

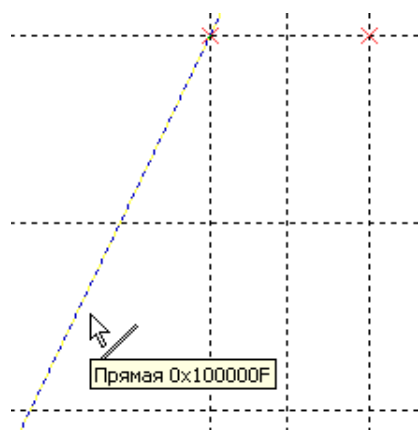
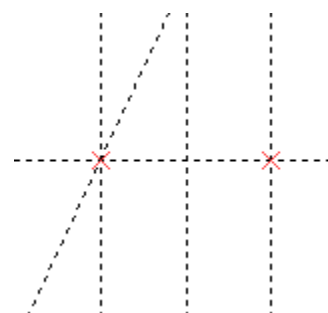


Подведите курсор к горизонтальной линии, и когда объектная привязка подсветит линию, щелкните .

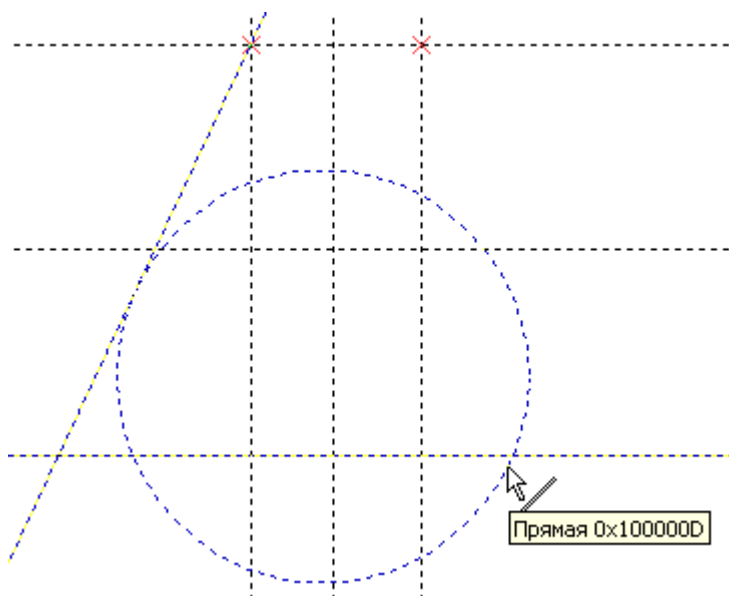


Теперь введите на клавиатуре «65» и нажмите <Enter>. Будет создана линия построения, проходящая под углом 65° к выбранной горизонтальной линии.

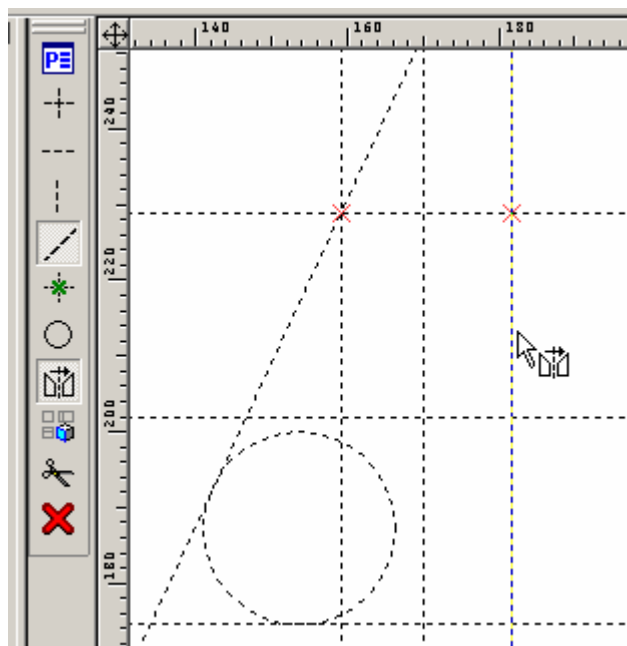
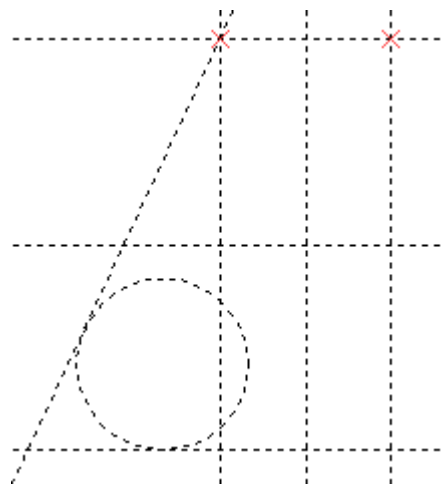
Откажитесь от дальнейших построений, щелкнув  .



Далее построим **окружность, касательную к двум прямым и заданной радиусом**. Запустите команду **Построения\Окружность** или нажмите  на панели инструментов. Подведите курсор к прямой, построенной под углом и щелкните . При перемещении курсора мыши вы увидите динамически изменяемую окружность, которая «привязана» к выбранной прямой.



Выберите нижнюю горизонтальную прямую . Введите на клавиатуре «25» и нажмите <Enter>.

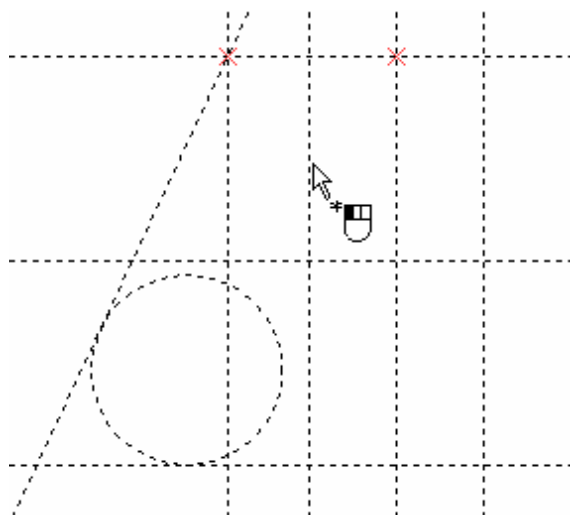


Теперь необходимо построить прямые **относительно оси симметрии**. Запустите команду **Построения\Прямая** или нажмите

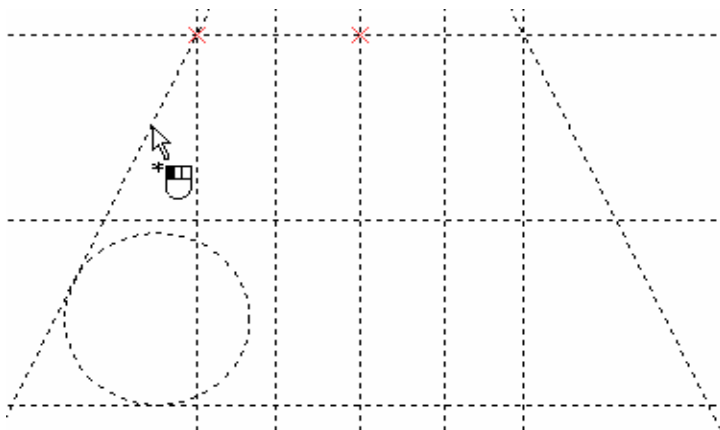


. В Автоменю выберите опцию

Подведите курсор к базовой вертикальной прямой (крайняя правая) и щелкните , выбрав ось симметрии.



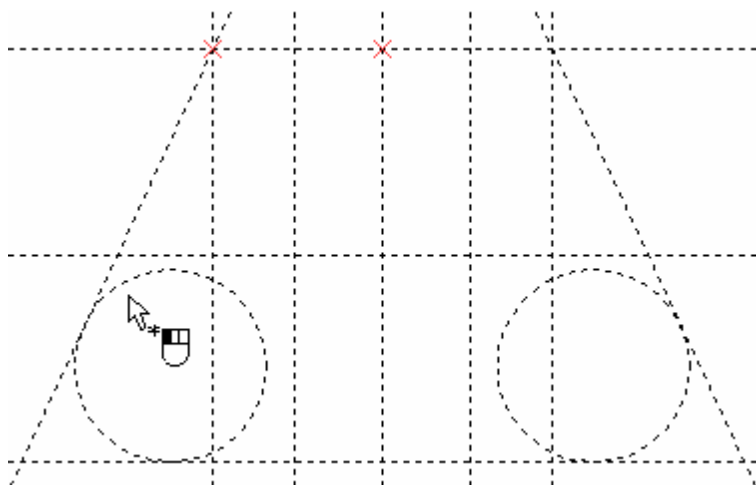
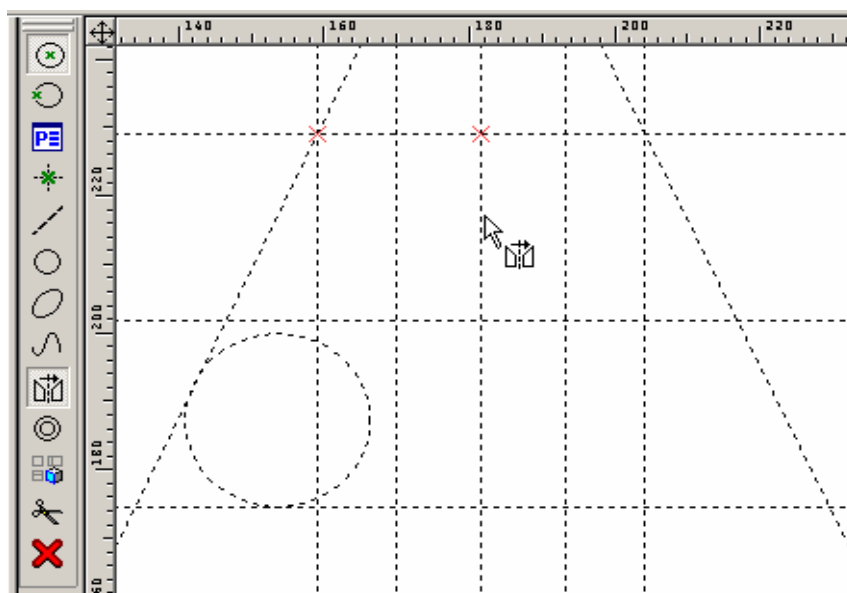
Далее последовательно выберите вертикальную и наклонную линии, щелкая , см. рис. ниже.



После создания симметричных прямых **обязательно** щелкните , чтобы выйти из команды.

Теперь необходимо построить **окружность относительно оси симметрии**. Запустите команду **Построения\Окружность** или нажмите . В Автоменю выберите опцию .

Подведите курсор к базовой вертикальной прямой и щелкните , выбрав ось симметрии.



Далее выберите окружность, щелкнув .

После создания симметричной окружности **обязательно** щелкните , чтобы выйти из команды.

Каркас модели построен.

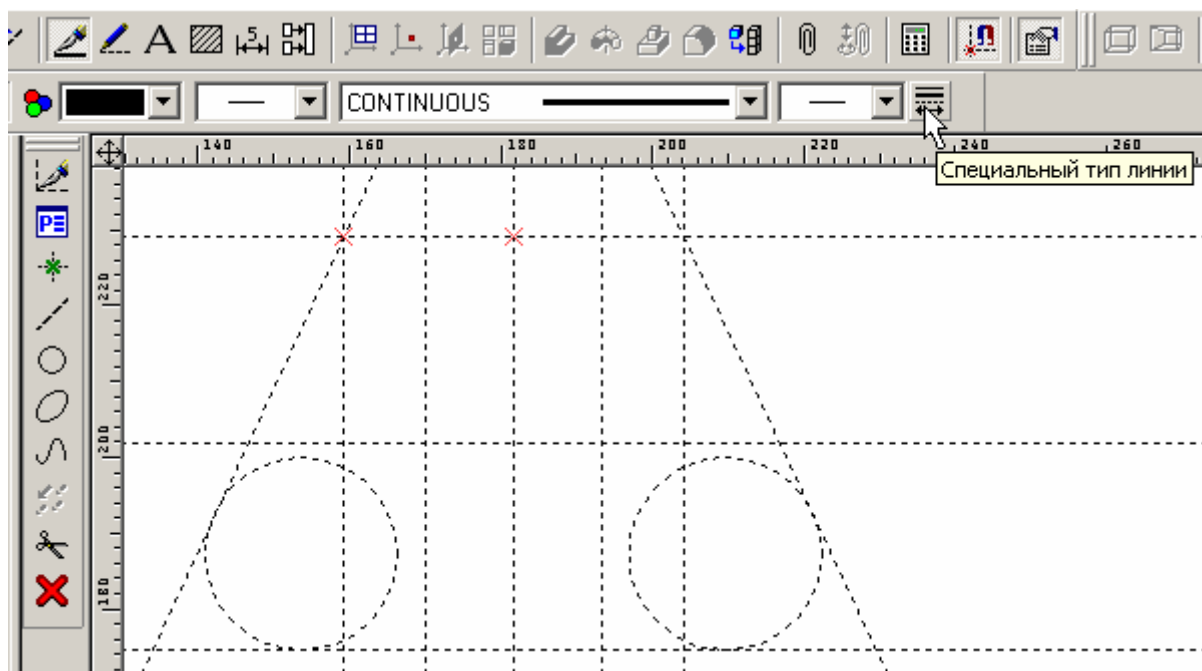
Элементы изображения

После создания **каркаса** модели, в файле **Пример 2.grb**, «привяжем» к **каркасу**

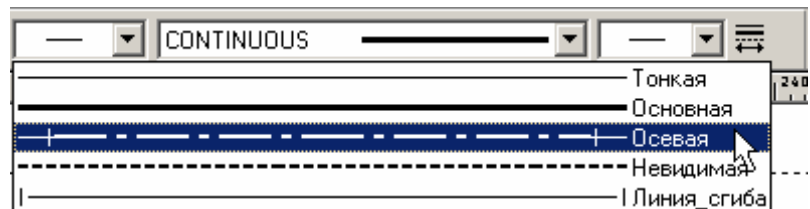
элементы изображения: обведем **каркас** линиями изображения и нанесем штриховку.

Линии изображения

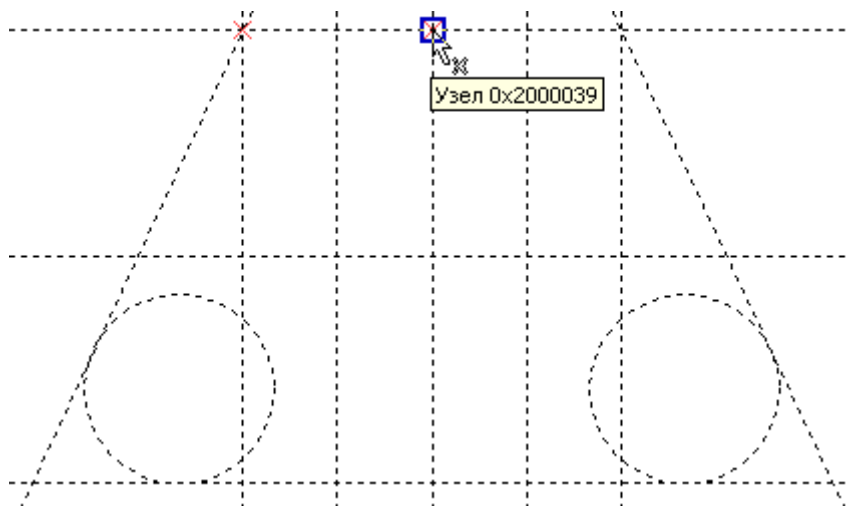
Запустите команду **Чертеж\Изображение** или нажмите . В системной панели вы можете выбрать соответствующий тип линии изображения.



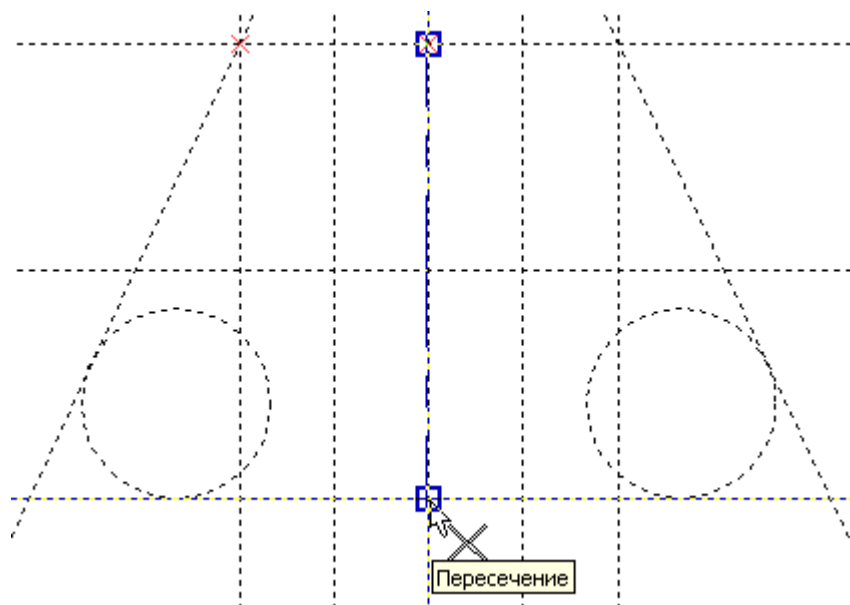
Нажмите в системной панели кнопку  («Специальный тип линий» см. рис выше) и выберите «Осевая».



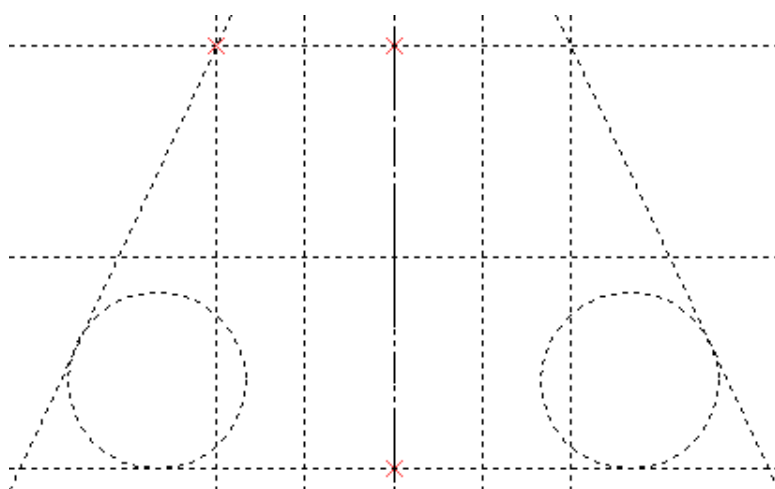
Подведите курсор к верхнему узлу, как это показано на рисунке и щелкните .



Подведите курсор к пересечению вертикальной базовой линии и нижней горизонтальной линии и снова щелкните .

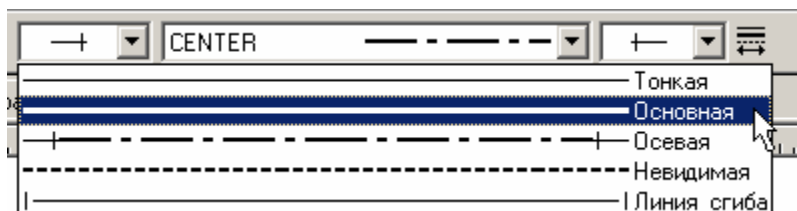


На пересечении базовой и горизонтальной линий построения система автоматически создаст узел и привяжет к этому узлу конец линии изображения



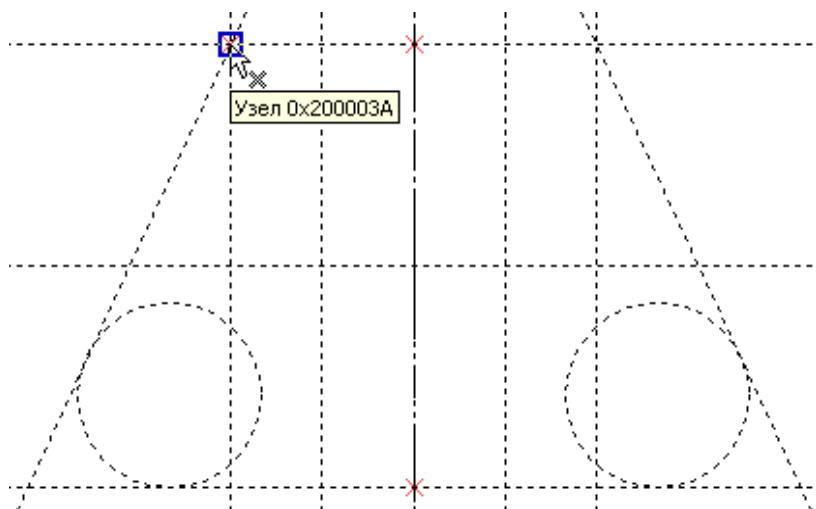
Таким образом, вы привязали к **каркасу** осевую линию изображения, которая совпадает с вертикальной базовой линией построения.

Т.к. строить осевых линий изображения больше не требуется, нажмите .

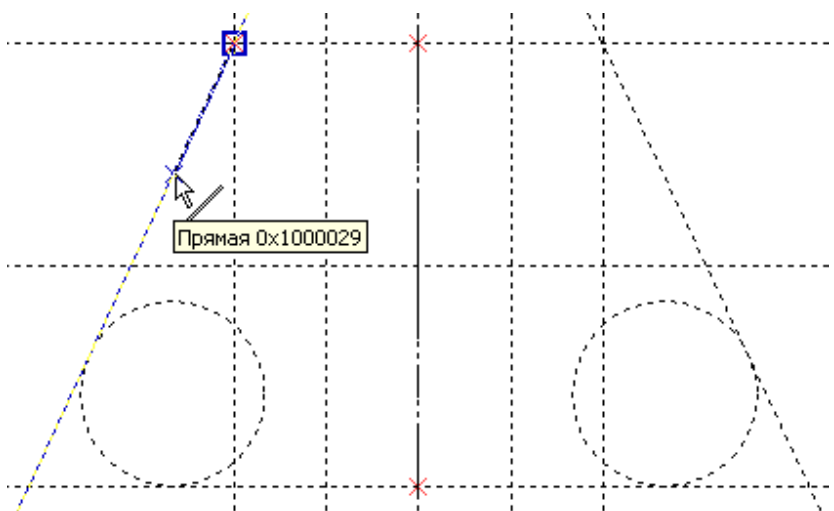


Нажмите в системной панели кнопку  и смените тип линии изображения на «Основную».

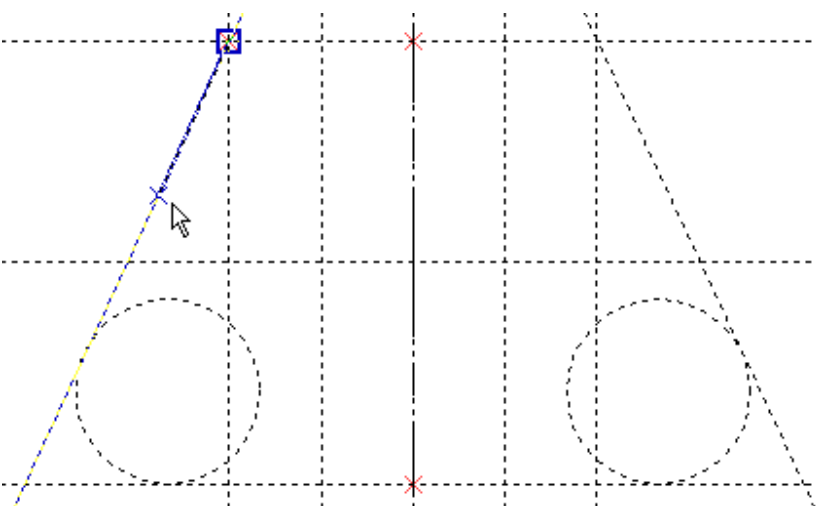
Подведите курсор к верхнему левому узлу (см. рис.) и щелкните . Первая точка линии изображения привяжется к выбранному узлу.



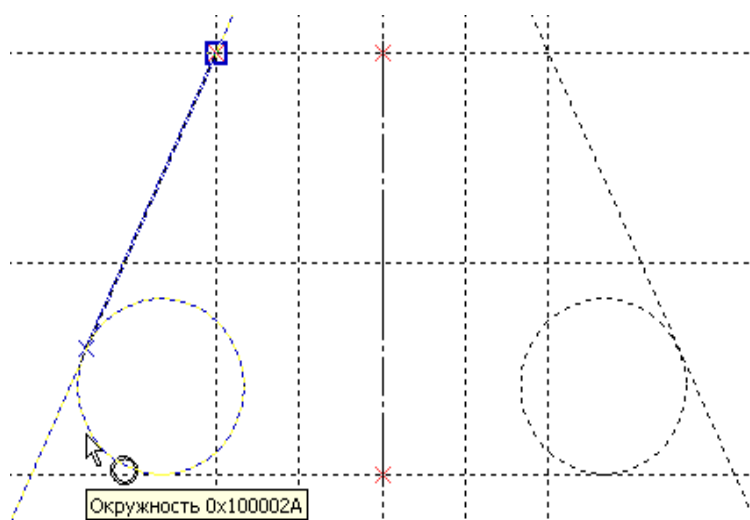
Подведите курсор к прямой, построенной под углом, как это показано на рисунке и, щелкните .



Линия изображения «привяжется» к линии построения. Попробуйте переместить курсор сначала вверх, потом вниз — и вы заметите, что конечная точка линии изображения перемещается, именно по линии построения.



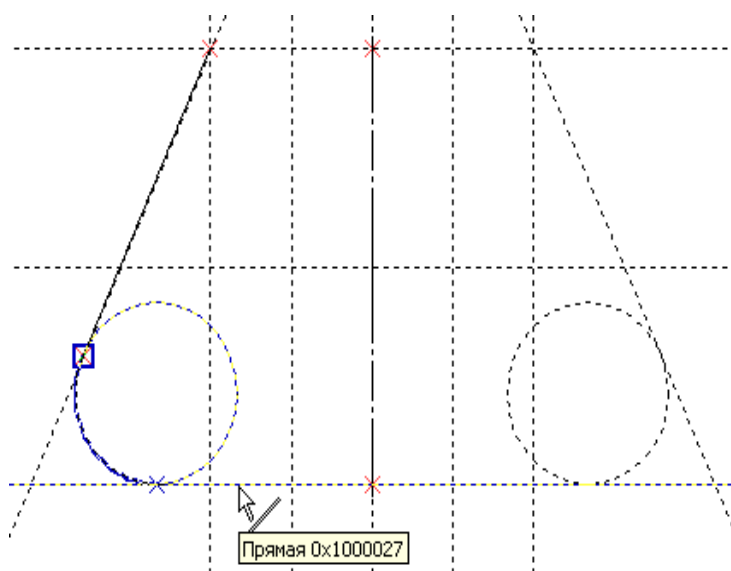
Следующий шаг – подведите курсор к окружности, щелкните



Линия изображения

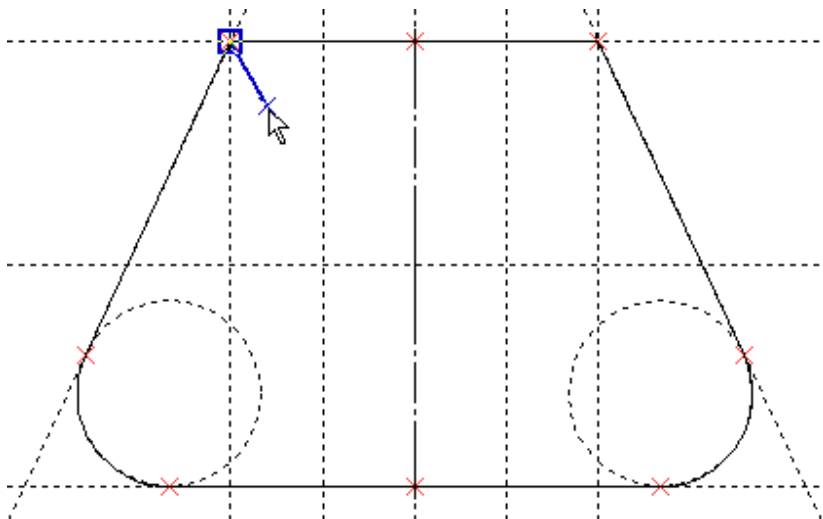
«привяжется» к окружности (конечная точка линии изображения будет перемещаться по окружности).

Далее, подведите курсор к нижней горизонтальной линии, щелкните . Линия изображения «привяжется» к горизонтальной линии построения. Подведите курсор ко второй окружности и щелкните .

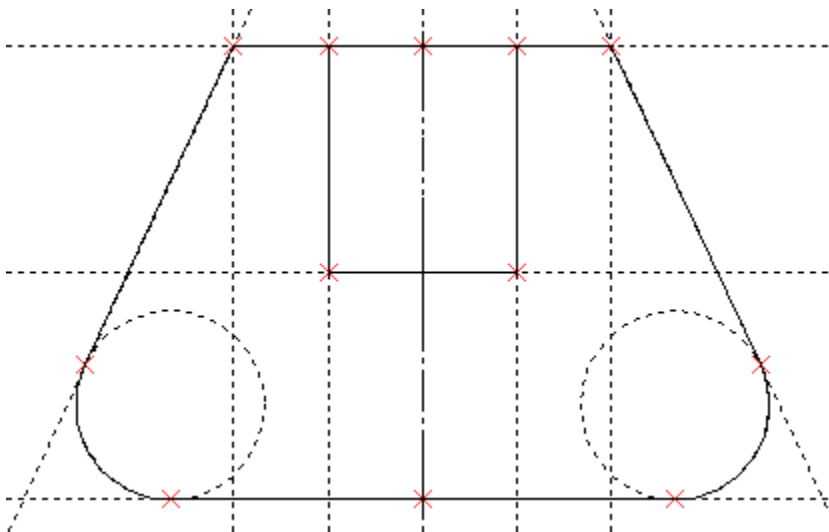


Выберите линию построения, проходящую под углом . Выберите горизонтальную базовую линию (верхняя линия). Подведите курсор к верхнему левому узлу (с которого начинали наносить линии изображения), щелкните .

Когда контур замкнется – откажитесь от дальнейшего непрерывного нанесения линии изображения, щелкнув .



Обведите линиями изображения контур отверстия, как это показано на рисунке.



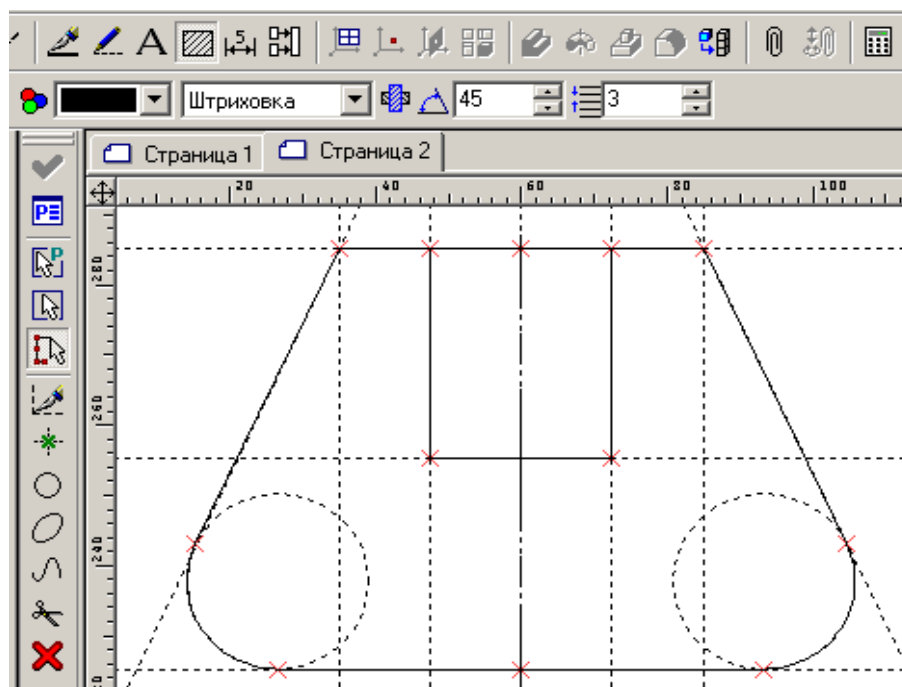
Штриховка

Запустите команду **Чертеж\Штриховка** или нажмите .

В T-FLEX CAD существует два способа создания штриховки (см. в Автоменю):

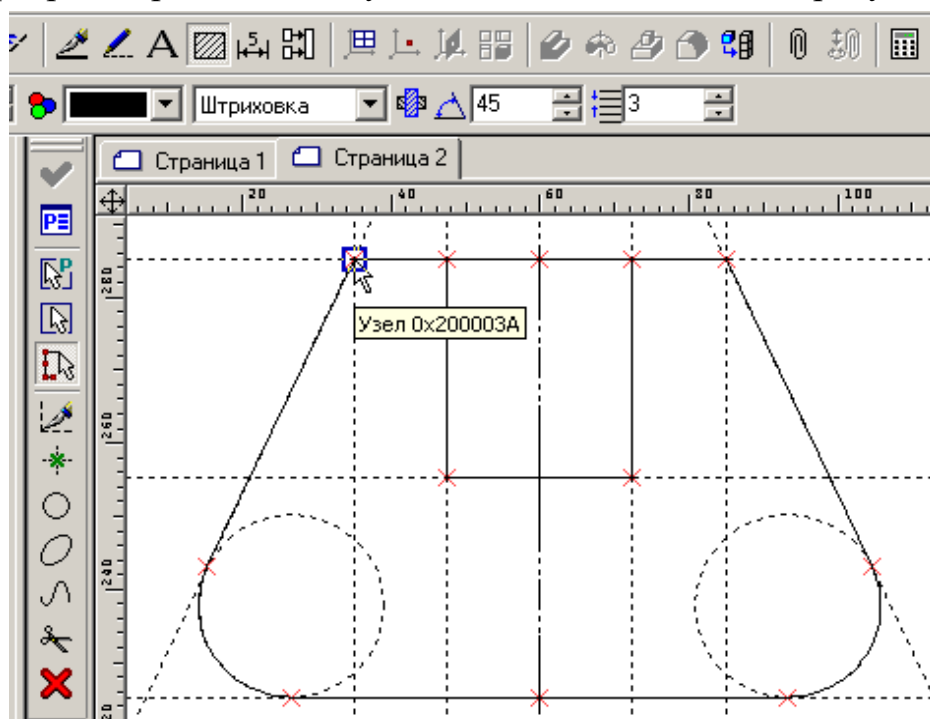
 – «Режим ручного ввода контура» и  – «Режим автоматического поиска контура». Режим автоматического поиска контура более прост в обращении, но не так универсален как режим ручного ввода контура. Если вы работали в других CAD-системах, то вам, должны быть известны случаи, когда невозможно создать штриховку (обычно выдается сообщение, типа «Не найден замкнутый контур»). При ручном вводе таких ситуаций не возникает.

В данном пособии акцент сделан именно на режиме ручного ввода. В Автоменю, по умолчанию, нажата кнопка  («Режим ручного ввода контура»). В этом режиме штриховка наносится на каркас модели примерно также как и линии изображения.

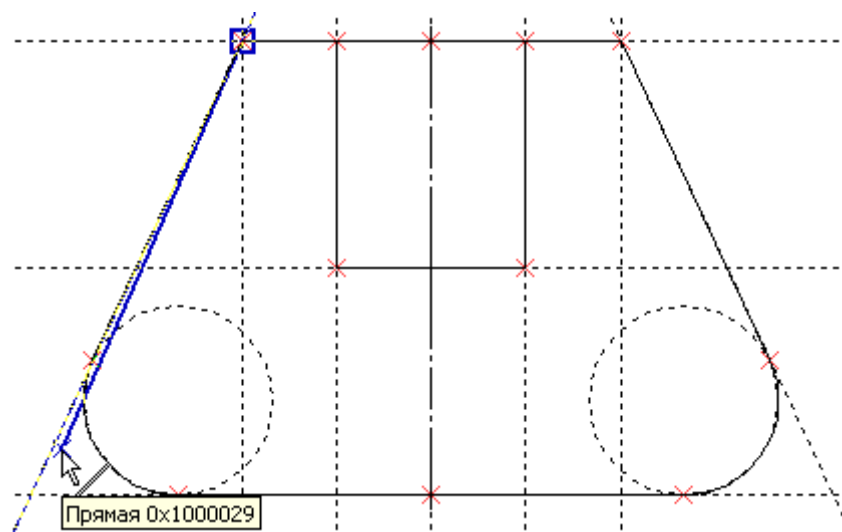


Итак, вы находитесь в команде создания штриховок в режиме ручного ввода контура.

Выберите курсором верхний левый узел , как это показано на рисунке.

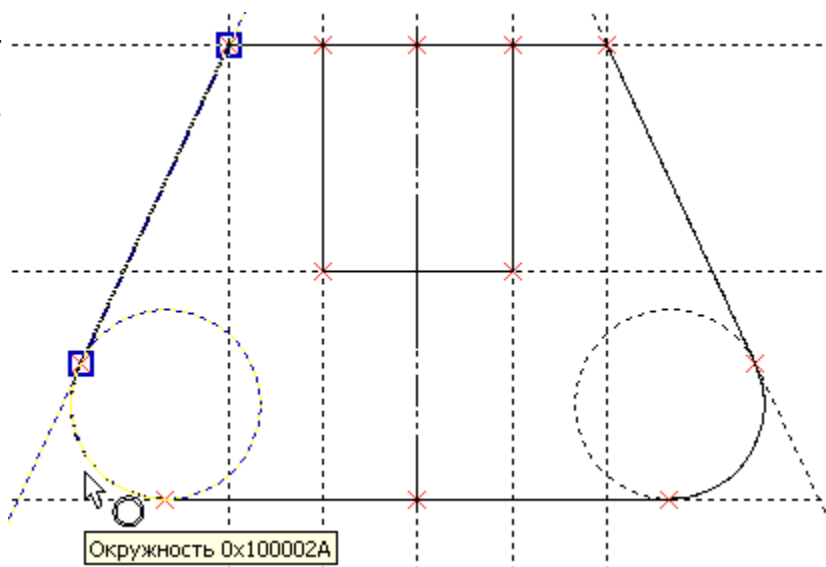


Подведите курсор к **свободному от линии изображения и узлов участку прямой** (см. рисунок). Когда объектная привязка выдаст соответствующую подсказку выбора линии построения (см. рисунок), щелкните .



Контур штриховки «привяжется» к линии построения. Попробуйте переместить курсор сначала вверх, потом вниз – и вы заметите, что конечная точка контура штриховки перемещается, именно по линии построения.

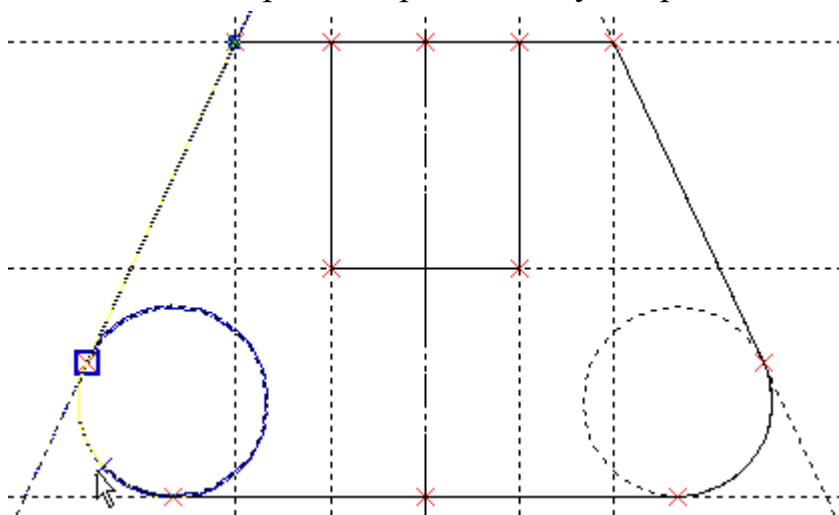
Следующий шаг – подведите курсор к окружности, щелкните .



Контур штриховки «привяжется» к окружности (конечная точка контура штриховки будет перемещаться по окружности).

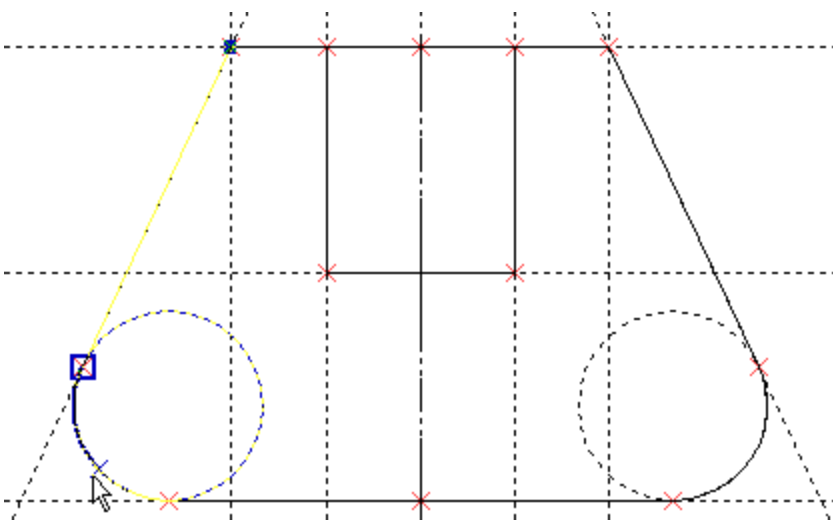
При обводке окружностей, необходимо выбирать направление дуги при помощи кнопки  в Автоменю или клавишу <Tab> на клавиатуре.

Неправильно!



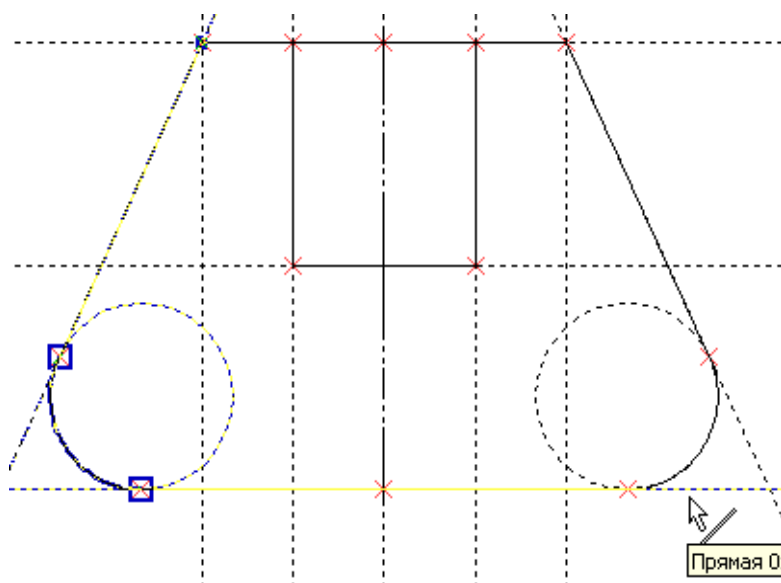
 Обратите внимание, что на рисунке дуга контура расположена внутри фигуры. Нажмите  или <Tab> и измените направление дуги.

Правильно!



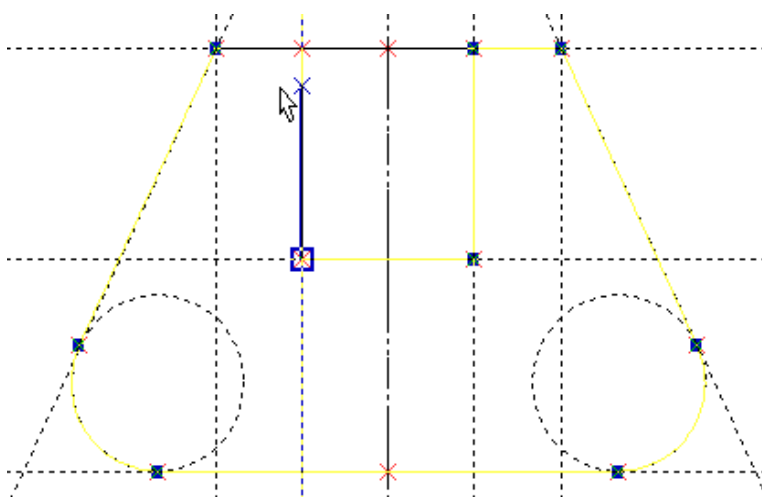
Подведите курсор, к свободному от линии изображения и узлов участку прямой (см. рисунок) и щелкните .

Контур штриховки «привяжется» к горизонтальной линии построения.



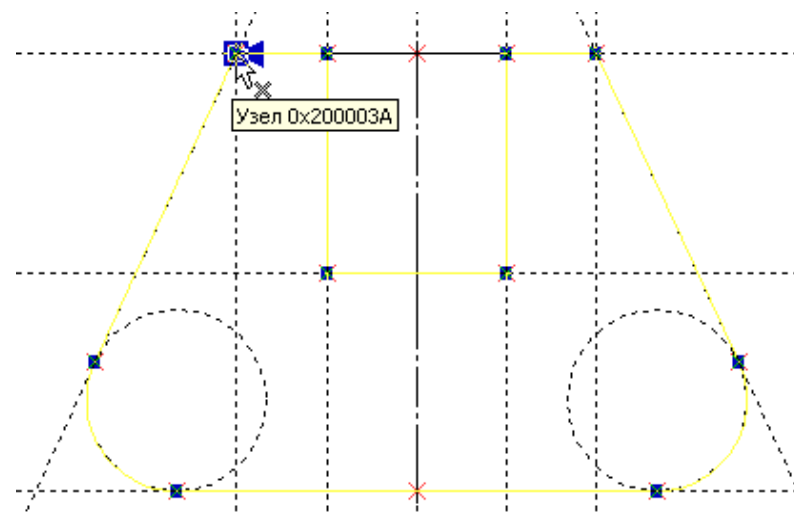
Подведите курсор к правой окружности и щелкните . Не забудьте выбрать правильное направление дуги при помощи  или клавиши <Tab>.

Далее выберите наклонную прямую, горизонтальную прямую (она же базовая), обведите контур отверстия, выберите вновь горизонтальную прямую...



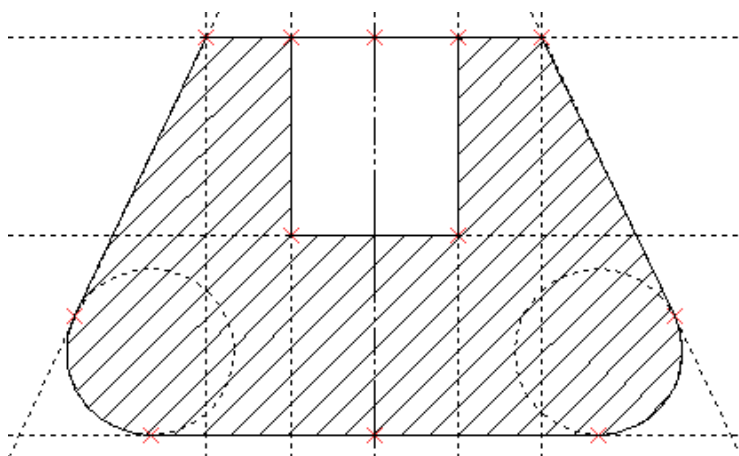
Замкните контур штриховки. Для этого выберите узел, с которого вы начинали обводить контур. Если контур замкнулся, вы увидите стрелку, показывающую направление обводки.

Если контур вы обвели, а стрелка не появилась, то в Автоменю нажмите кнопку  (замкнуть контур)



Последний шаг в создании штриховки – нажмите в Автоменю кнопку .

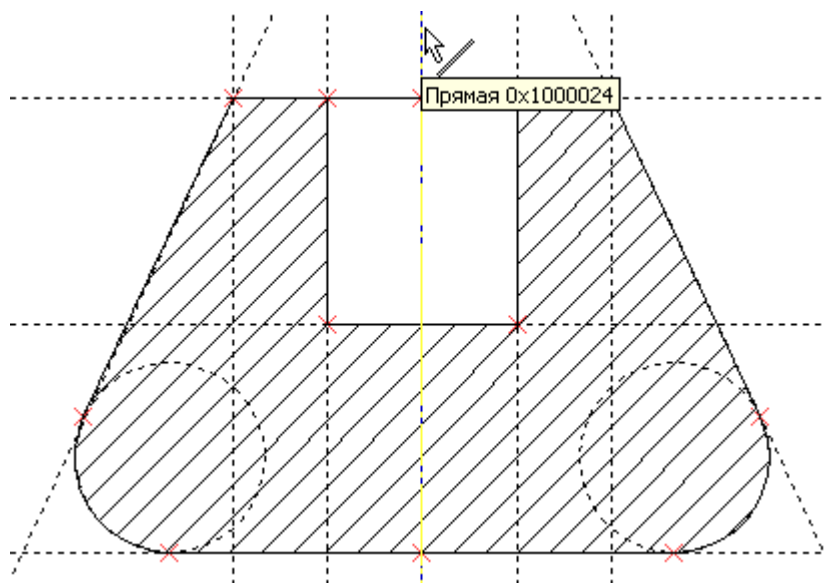
Дополнительно, по различным параметрам штриховок см. справку. Находясь в режиме редактирования или создания штриховки, нажмите <F1>. Откроется справка по активной команде.



Редактирование геометрии чертежа

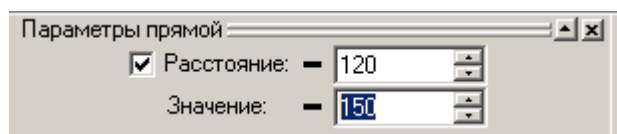
Редактирование

Итак, вы построили первый чертеж. Теперь научитесь его изменять. Выберите вертикальную базовую линию  (именно короткий щелчок левой кнопкой!). Переместите чертеж, например, вправо и щелкните . Выберите верхнюю базовую линию и переместите чертеж вниз.



Теперь выберите левую наклонную прямую и измените у нее угол наклона (угол также изменится и у правой наклонной линии, т.к. она построена симметрично левой).

Вы можете модифицировать чертеж не только произвольно, но и задать конкретные численные значения. Измените положение нижней горизонтальной линии. Наведите на нее курсор, щелкните  и введите на клавиатуре «150» и нажмите <Enter> (в окне «Свойства», в



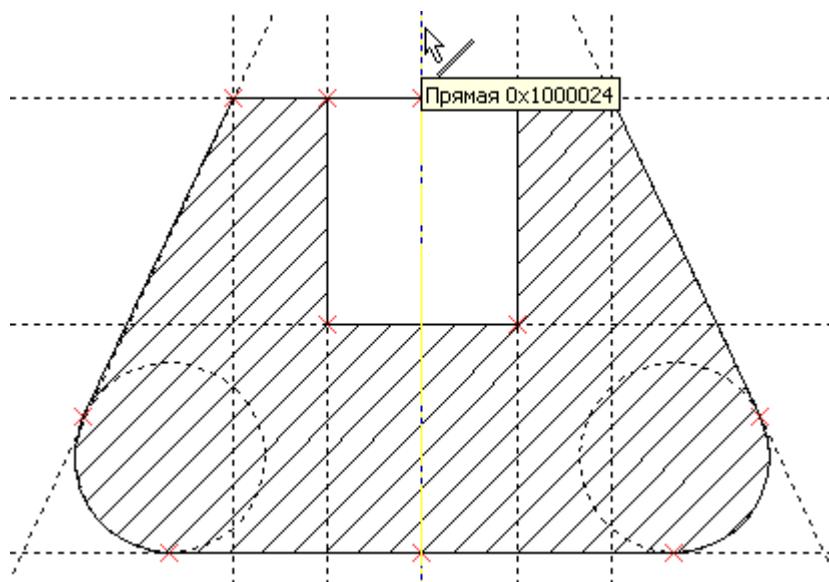
левой части экрана, вы увидите текущее значение и окно с новым значением). Выполните аналогичные действия с другими линиями построения.



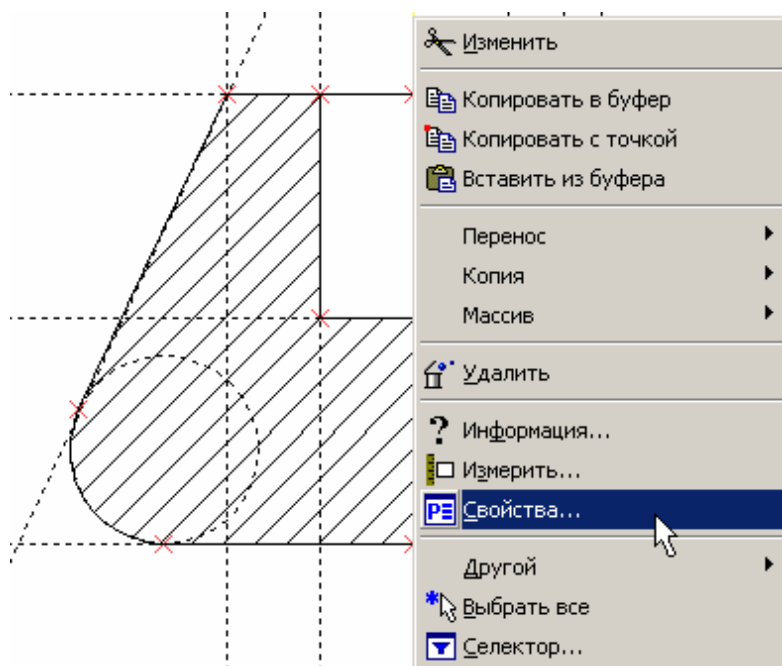
Используйте для удобства редактирования настройки селектора.

Настройка базовых линий

Для придания наглядности и более удобной работы с чертежом базовые линии лучше выделить цветом, например красным и сделать их бесконечной длины.

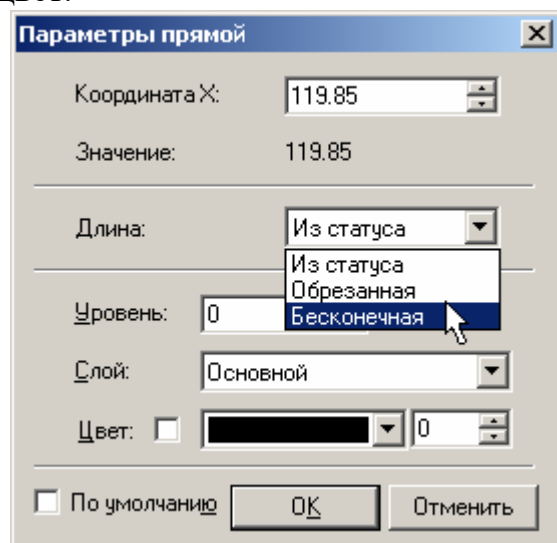


Подведите курсор к вертикальной базовой линии построения и щелкните *.
В открывшемся контекстном меню выберите пункт Свойства....

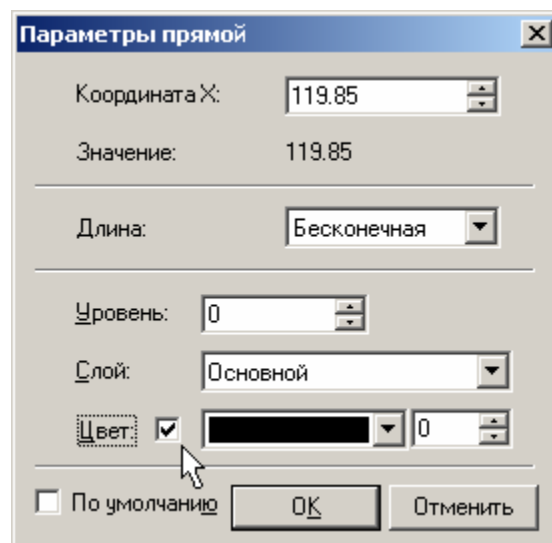


В появившемся окне «Параметры прямой» задайте следующие значения (см. рисунки):

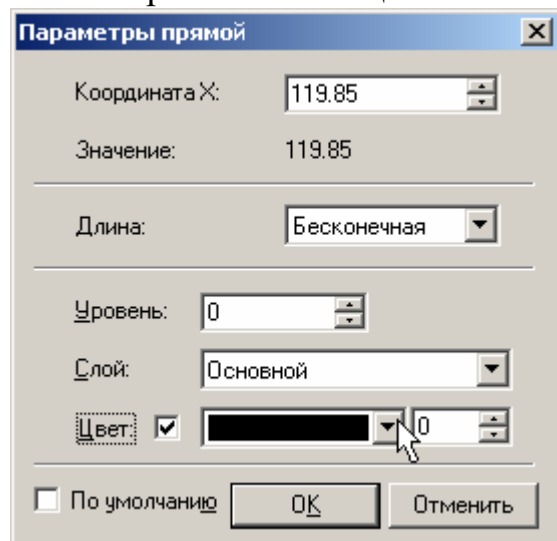
В списке выберите бесконечную длину. цвет.



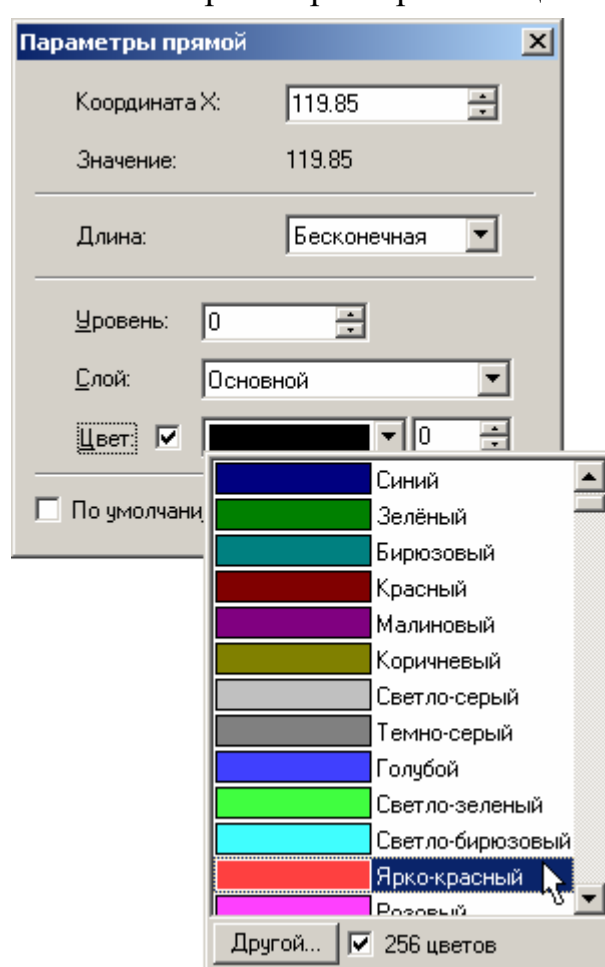
Поставьте галочку в окошке



Откройте список цветов.



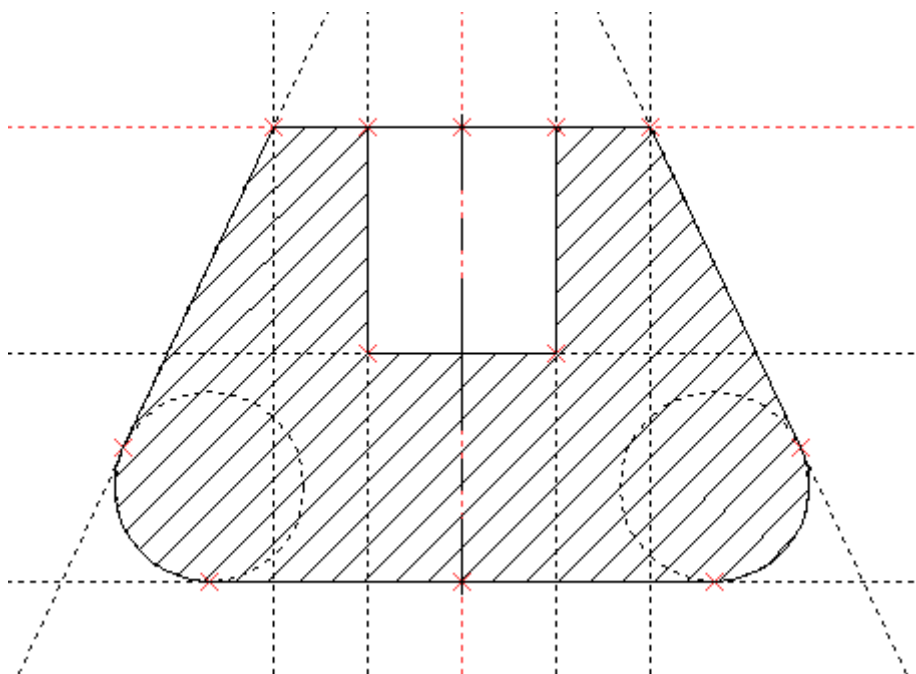
Выберите Ярко-красный цвет.



Нажмите кнопку .

Аналогичные действия выполните и для горизонтальной базовой линии.

В итоге вы должны получить следующее (см. рисунок):



Как было отмечено выше, линии построения по умолчанию на печать не выводятся. Для того, чтобы посмотреть как будет выглядеть чертеж на бумаге, запустите команду **Вид\Погасить построения** или нажмите на пиктограмму  в правой части рабочего окна программы. Чтобы вновь увидеть элементы построения выполните эту команду повторно.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Первый чертеж. Элементы построения.
2. Элементы изображения. Линии. Штриховка.
3. Редактирование геометрии чертежа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Т-FLEX cad. Начальный курс. Учебник /С.В. Протасова, С.В. Максимов. – г. Северодвинск, 2011. – 215 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ T-FLEX.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ

Цель работы: Ознакомление с современным отечественным программным обеспечением на базе ПАО Ставропольский радиозавод «Сигнал».

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: переменные, создание и сохранение файла.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Выполнять чертеж цилиндра.

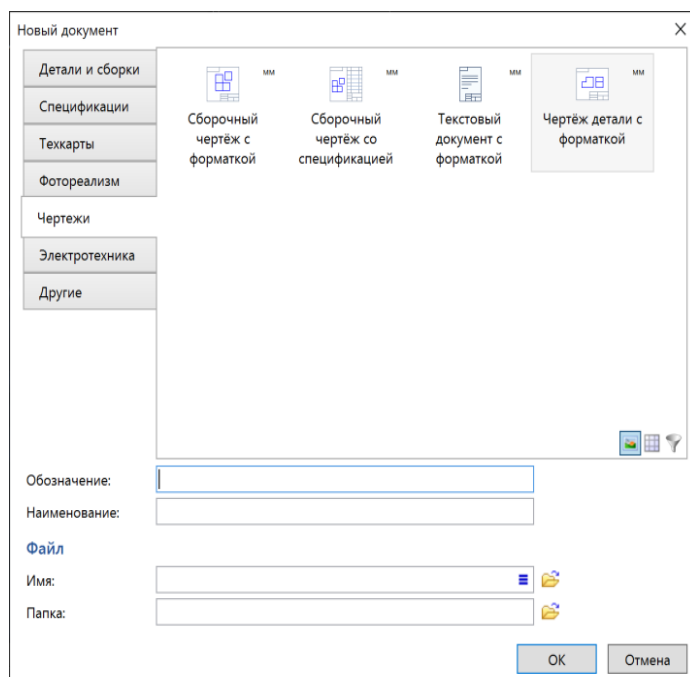
Актуальность темы. Специалисту в области машиностроения необходимо знать современное программное обеспечение.

Параметрический чертеж

Создание файла

Создайте новый документ. Для этого выполните следующие действия: **Файл\Создать\Из прототипа** или нажмите кнопку  на панели инструментов. В открывшемся окне вы увидите созданные прототипы, создайте документ на основе прототипа «Чертеж детали в форматкой»: щелкните  по иконке «Чертеж детали в форматкой» и нажмите кнопку .

Будет создан новый документ с предлагаемым именем «**Чертеж детали в форматкой**». В открывшемся файле, вы увидите лист формата А3 с форматкой.



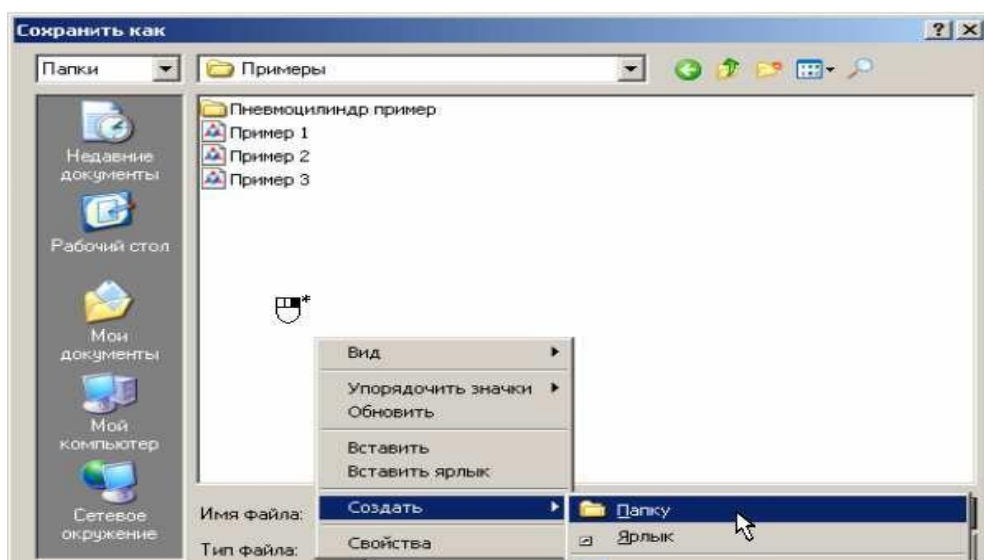
Сохранение файла

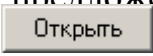


Выработайте у себя привычку сохранять файл сразу же после его создания, а также каждые 10 – 15 минут работы. В системе предусмотрена возможность включения

*Режима «Автоматическое сохранение» и установка таймера: **Настройка\Установки\Сохранение**. Но лучше делать это осознанно. С приобретением опыта работы вы оцените этот совет.*

Для сохранения файла выполните следующие действия:
Файл\Сохранить или нажмите  на панели инструментов. Откроется окно «Сохранить как».



Выберите  нужную директорию и создайте папку «Пневмоцилиндр». Для этого щелкните  на свободном месте и выберите в появившемся контекстном меню «Создать» > «Папку». Вместо предложенного «Новая папка» впишите «Пневмоцилиндр». Нажмите кнопку  . Далее, вместо предложенного имени файла «Чертеж детали в форматке», введите «Цилиндр».

Чертеж цилиндра. Вещественные переменные

Условимся в дальнейшем, под термином «Параметрический», понимать чертеж, геометрия которого описана при помощи переменных. Переменные можно создавать в любой период: перед созданием чертежа, во время создания чертежа и после завершения черчения, подставляя переменные вместо заданных значений параметров элементов построения. Если какие-либо параметры модели известны, то их можно сразу ввести в редактор переменных, а затем во время создания чертежа подставить переменные вместо, запрашиваемых системой значений.

Откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов.

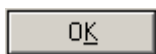
В T-FLEX CAD можно создавать два типа переменных: вещественные и текстовые. Текстовые переменные начинаются со знака доллара (\$), вещественные – с буквы.



Имена вещественных переменных предпочтительно создавать на основе латинских букв. С одной стороны это привычнее, т.к. все учились в школе (l – длина, b – ширина, h – высота и т.д.), с другой соответствует положениям ЕСКД.

Создайте новую переменную в редакторе переменных: **Переменная\Новая** или нажмите  на панели инструментов редактора.

Откроется окно (см. рис.). В поле «Имя» введите « d » и нажмите кнопку



. В редакторе будет создана новая переменная с именем « d ».

После создания переменной курсор находится в поле

«Выражение» и в режиме ожидания ввода значения переменной. Введите значение «64».

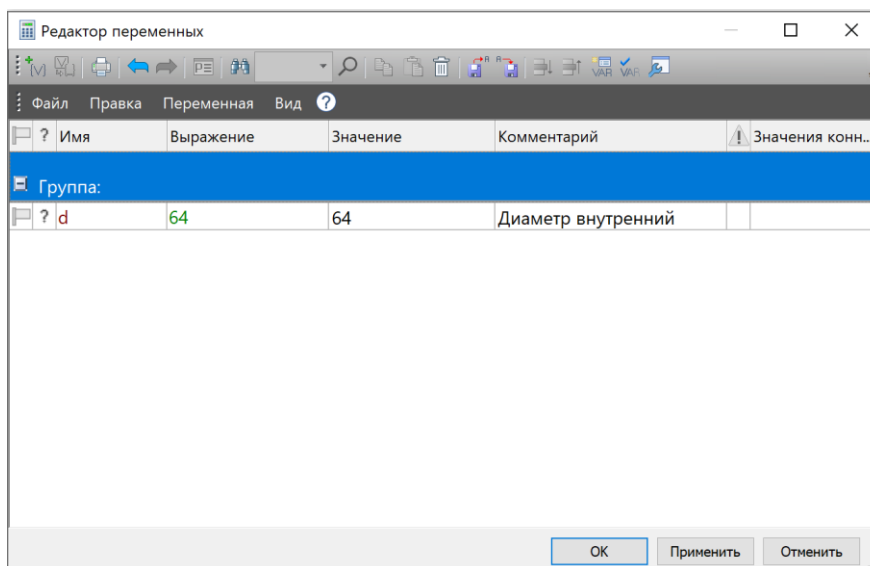


Если вместо ввода значения переменной, вы попытаетесь выполнить какие-нибудь иные действия - система выдаст сообщение об ошибке.

Теперь переведите курсор в поле «Комментарий» и наберите “Диаметр внутренний”.

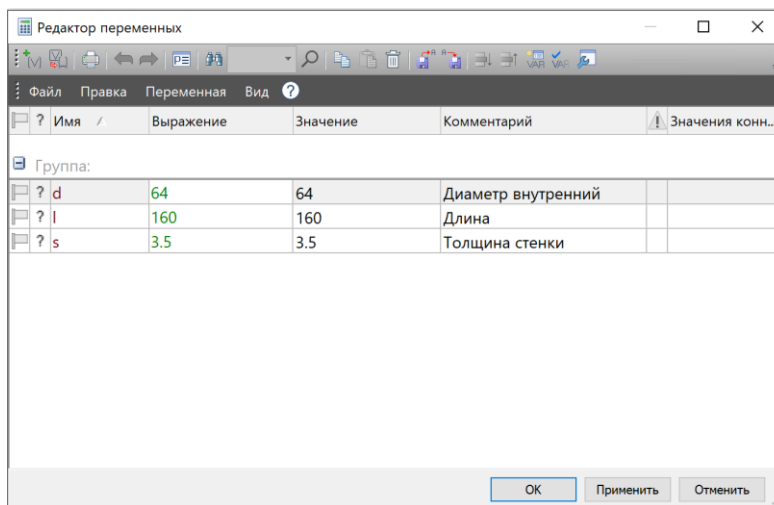


Заполнение поля «Комментарий» не является обязательным действием, однако рекомендуется все же заполнять его. К примеру, вы создали какую-либо модель или параметрический чертеж, используя десяток и более переменных. Через некоторое время вы решили отредактировать свою работу. Если комментарии написаны, вы легко разберетесь, за что отвечает конкретная переменная. Также комментарии помогут разобраться в вашем документе другому пользователю.

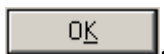


Если слева от поля «Имя» стоит знак «?» — это означает, что данная переменная не используется ни в построениях, ни других выражениях.

Теперь по аналогии создайте переменную с именем «*l*». Присвойте созданной переменной значение «160» и напишите в поле «Комментарий» “Длина”. Создайте еще одну переменную «*s*» со значением «3.5» и подпишите – “Толщина стенки”.



Закройте редактор переменных с сохранением изменений – кнопка



Сохраните файл

Итак, в окне текущего чертежа, расположены выделенные красным цветом базовые линии построения. Как было рассказано выше, для создания параметрического чертежа или модели необходимо построить каркас из элементов построения. В качестве значений параметров прямых будем использовать созданные переменные из редактора. Вначале построим отрезок равный длине цилиндра, затем построим внутренний диаметр цилиндра, а наружный диаметр получим созданием стенки цилиндра.

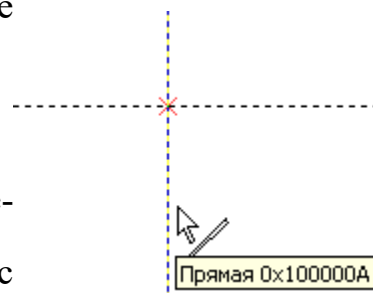


Желательно, чтобы базовые линии совпадали с конструкторской или технологической базой. Например, у тел вращения базой является осевая линия. Поэтому удобнее откладывать радиус от осевой, а затем вторую часть достраивать как симметрию первой.

Выполните следующие действия: **Построения\Прямая** или нажмите  на панели инструментов, затем  и  в любом месте на листе.

Появятся линии пересечения.

Подведите курсор к вертикальной линии построения. Щелкните  и отведите курсор влево (рядом с курсором будет двигаться изображение вертикальной прямой). Теперь нажмите на клавиатуре клавишу с латинской буквой «P» (Параметр).



Причем, не важно какая языковая раскладка клавиатуры в данный момент, русская или английская.

После нажатия клавиши «P» откроется окно «Параметры прямой».

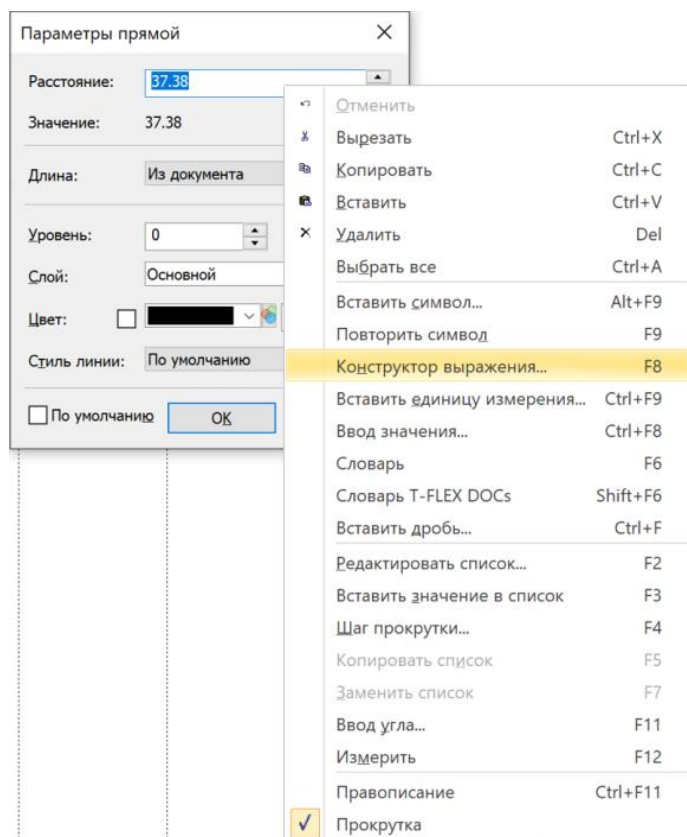
В поле «Расстояние» вы увидите текущее значение параметра прямой, выделенное цветом.

Удалите это значение, нажав на клавиатуре клавишу «Delete».

Теперь щелкните  в поле «Расстояние». В появившемся контекстном меню выберите «Вставить переменную...».

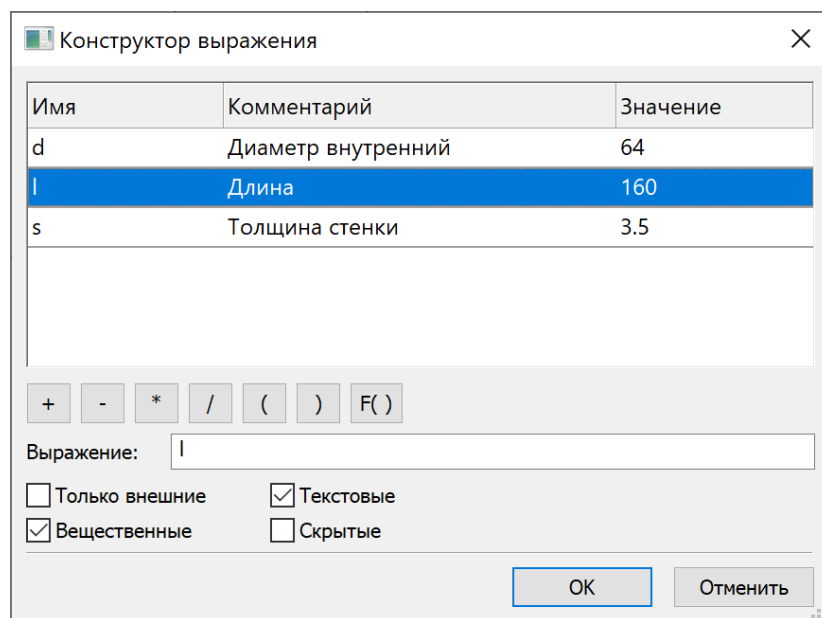


Вместо нажатия в поле «Расстояние»  и выбора из контекстного меню пункта «Конструктор выражения...» можно просто нажать «F8» на клавиатуре.



Откроется окно «Конструктор выражения». Выберите курсором  переменную «l».

После выбора переменная «l» появится в поле «Выражение». Далее нажмите кнопку .



Параметры прямой

Расстояние: $l=160$

Значение: 160

Длина: Из документа

Уровень: 0

Слой: Основной

Цвет: ☐  0

Стиль линии: По умолчанию

☐ По умолчанию

Окно закроется, а переменная будет вставлена в поле «Расстояние». Теперь нажмите кнопку в окне «Параметры прямой». Будет построена прямая параллельная выбранной вертикальной базовой линии на расстоянии равном значению переменной « l », т.е. 160 мм.

Теперь подведите курсор к горизонтальной линии построения. Щелкните  и отведите курсор вверх (рядом с курсором будет двигаться изображение горизонтальной прямой). Нажмите на клавиатуре клавишу с латинской буквой « P », чтобы открыть окно «Параметры прямой». Удалите предлагаемое значение, нажав на клавиатуре клавишу «Delete», затем нажмите «F8». В открывшемся окне «Конструктор выражения» выберите переменную « d » и нажмите кнопку .

Как отмечалось выше, предпочтительно, чтобы у тел вращения базовая линия совпадала с конструкторской или технологической базой. Поэтому в поле «Расстояние» окна «Параметры прямой» задайте радиус, поделив переменную « d » на 2 (« $d/2$ »).

Параметры прямой

Расстояние: $d/2=32$

Значение: 32

Длина: Из документа

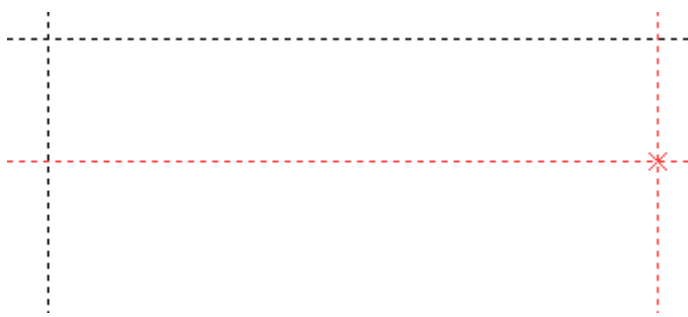
Уровень: 0

Слой: Основной

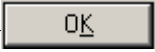
Цвет: ☐  0

Стиль линии: По умолчанию

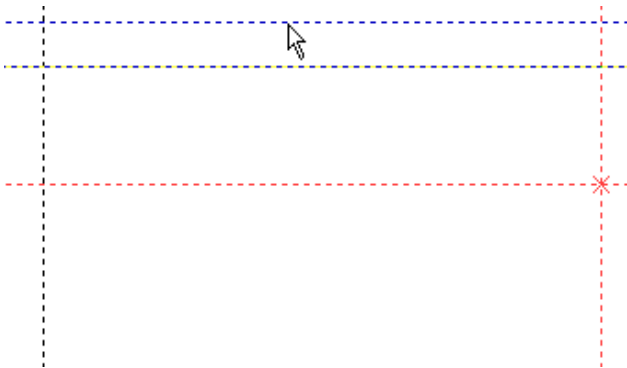
☐ По умолчанию



Чтобы ваши действия вступили в силу,
в окне

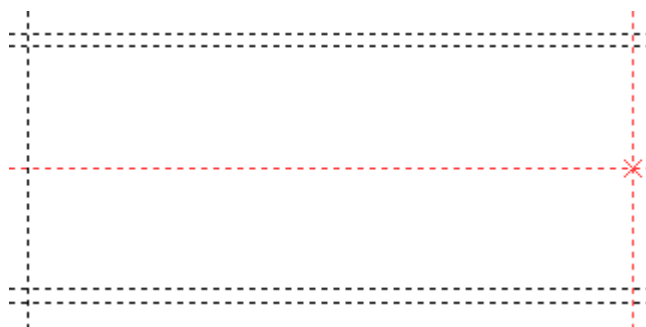
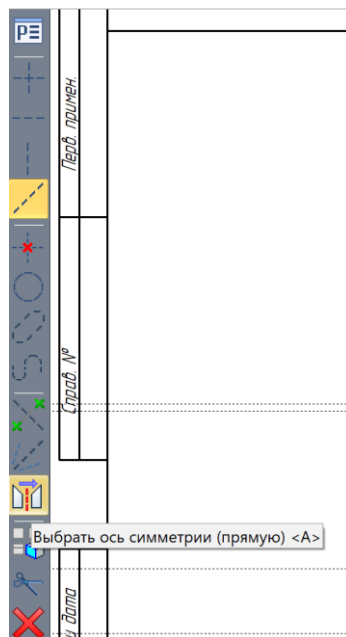
«Параметры прямой» нажмите кнопку .

Будет построена прямая, параллельная выбранной горизонтальной базовой линии, на расстоянии « $d/2$ ».



Теперь, отложите вверх параллельную прямую, относительно только что построенной линии, на расстоянии « s », равному толщине стенки цилиндра. Переменную « s » вставьте в окно «Параметры прямой» вышеописанным способом.

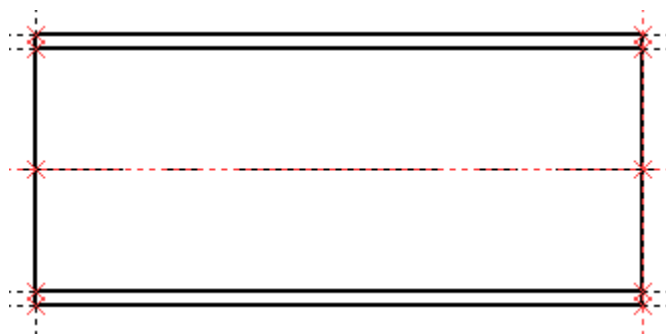
Постройте симметричные прямые относительно горизонтальной базовой линии.



После того, как построен каркас, обведите его основными линиями изображения **по контуру**, проведите **линии внутреннего диаметра и осевую линию**. **Всего, в данном примере, вы должны построить семь линий изображения (4 – по контуру, 2 – линии внутреннего диаметра, 1 – осевая).**



Это важно для последующей работы, например, для создания фасок, т.к. команда автоматического создания фасок работает по определенному алгоритму и в случае некорректной обводки каркаса линиями изображения будет выдаваться сообщение об ошибке.

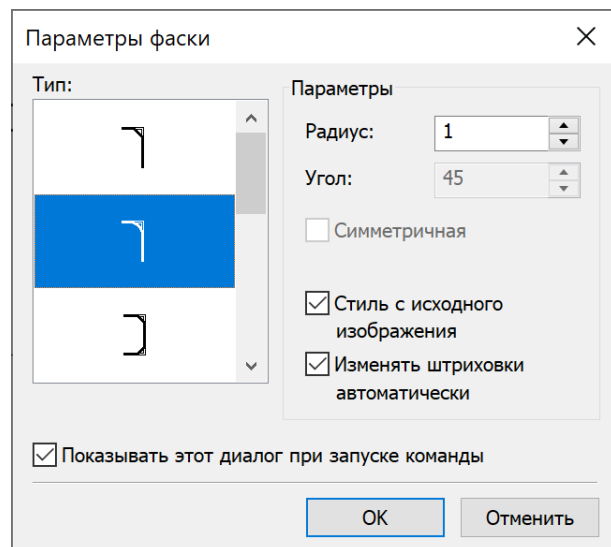


Фаски

До того, как приступить к нанесению штриховки, построим фаски. Выполните следующее: **Чертеж\Фаска**. Откроется окно «Параметры фаски».

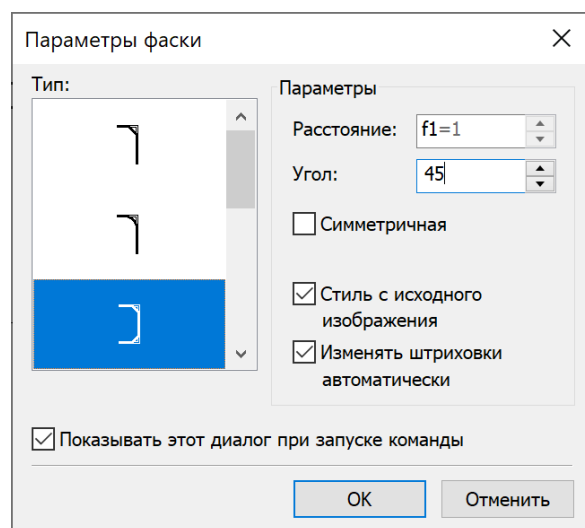
В поле «Тип» вы можете выбрать один из нескольких типов фаски (обратите внимание на наличие полосы прокрутки).

По умолчанию, выбрана фаска «Скругление».



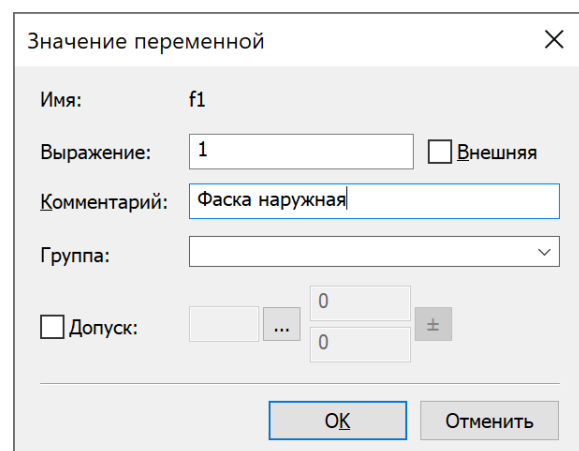
Вам необходимо выбрать другой тип фаски – см. рис. Прокрутите полосу прокрутки вниз и выберите * наружную фаску для тела вращения.

В поле «Расстояние» вместо предложенного значения введите новую переменную «*f1*» и нажмите кнопку .



Система выдаст запрос о значении новой переменной. В поле «Значение» введите «1». В поле «Комментарий» напишите «Фаска наружная». Нажмите кнопку .

После нажатия в окне «Значение переменной» кнопки , переменная «*f1*» будет



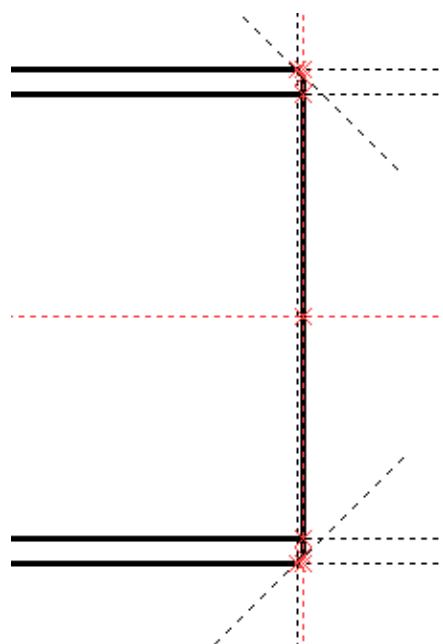
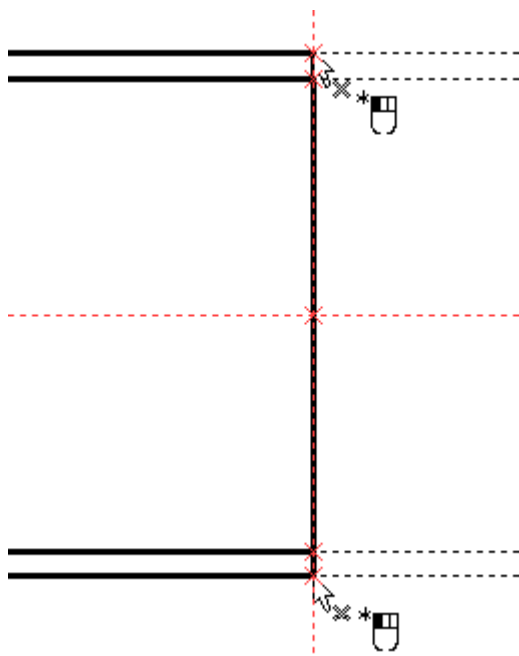
автоматически создана в «Редакторе переменных». Это еще один способ создания переменных.



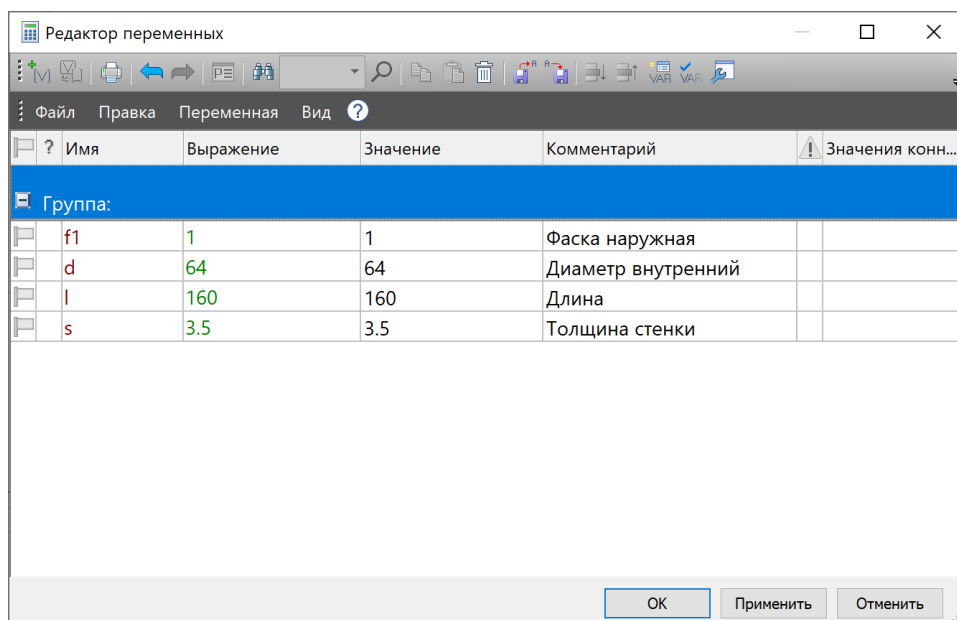
В T-FLEX CAD переменные можно создавать как в «Редакторе переменных», так и в поле ввода значения любого параметра документа. Если система обнаруживает вместо текущего значения какого-либо числового параметра символ и этот символ не определен в документе как переменная, выдается запрос о значении новой переменной. После ввода значения, переменная автоматически создается в «Редакторе переменных».

После создания новой переменной система будет считывать значение поля «Расстояние» окна «Параметры фаски» из «Редактора переменных». Нажмите  в окне «Параметры фаски».

Постройте наружные фаски цилиндра - подведите курсор к верхнему наружному узлу (см. рис.) и щелкните , затем к нижнему наружному узлу . Система создаст наружную фаску цилиндра. Теперь, не выходя из команды, создайте наружную фаску на левом торце цилиндра. После создания фасок выйдите из команды .



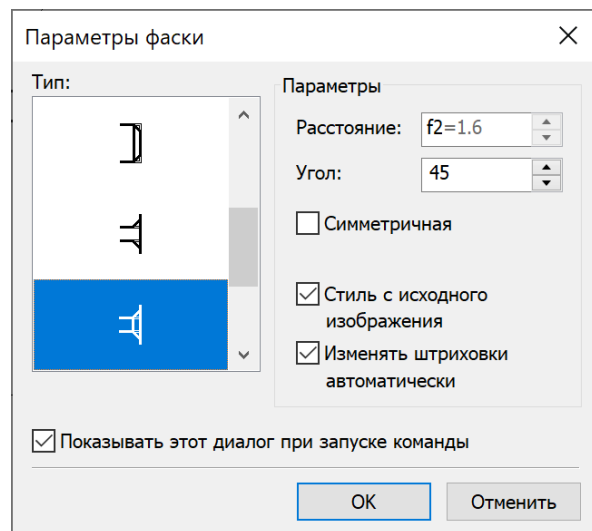
Откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов. В открывшемся «Редакторе» вы увидите созданную переменную «f1». Закройте «Редактор».

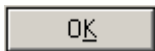


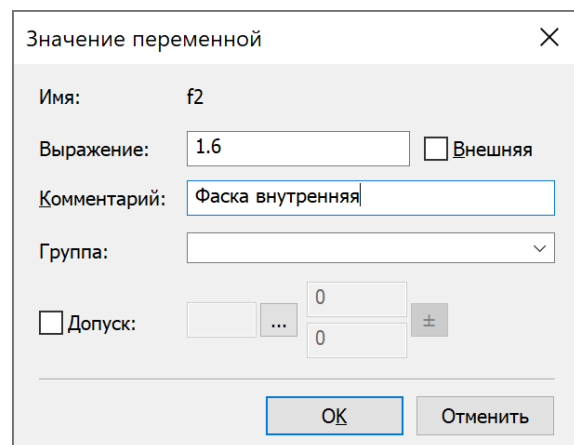
Теперь создайте внутренние фаски цилиндра. Запустите команду: **Чертеж\Фаска**.

В открывшемся окне «Параметры фаски», выберите внутреннюю фаску (см. рис.).

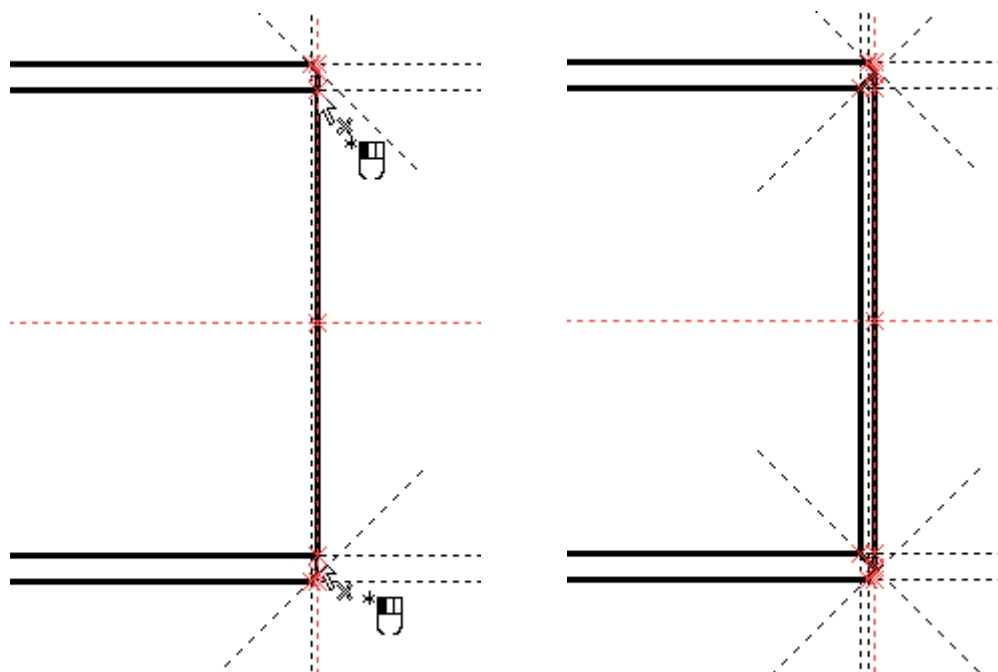
В поле «Расстояние» вместо предложенного значения введите новую переменную «f2» и нажмите кнопку .



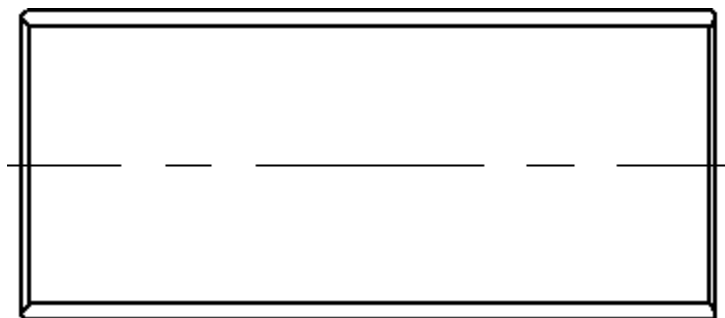
Система выдаст запрос о значении новой переменной. В поле «Значение» введите «1.6». В поле «Комментарий» напишите “Фаска внутренняя”. Нажмите кнопку .



Подведите курсор к верхнему внутреннему узлу (см. рис.) и нажмите , затем к нижнему . Система создаст внутреннюю фаску цилиндра. Теперь, не выходя из команды, создайте внутреннюю фаску на левом торце цилиндра. После создания фасок выйдите из команды .



На рисунке показан результат, который должен у вас получиться. Линии построения временно погашены командой «Погасить построения», кнопка .

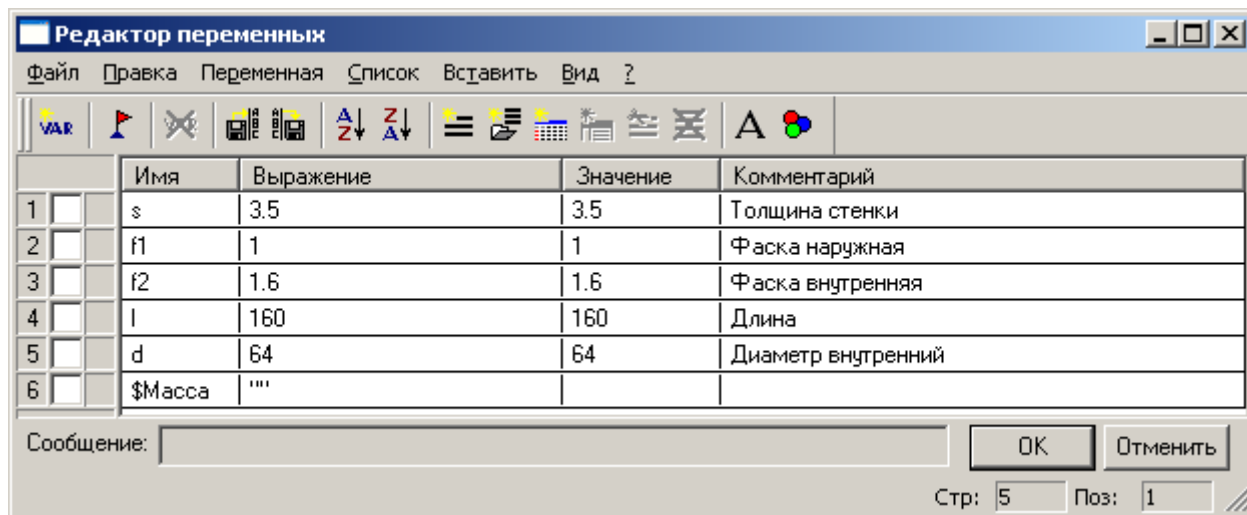


Текстовые переменные

До текущего момента вы работали с вещественными переменными. В T-FLEX CAD можно создавать еще и текстовые переменные. Из названия понятно, что переменной может быть не только число, но и текст. Такой переменной является, например, \$Масса. Перед текстовой переменной всегда должен стоять

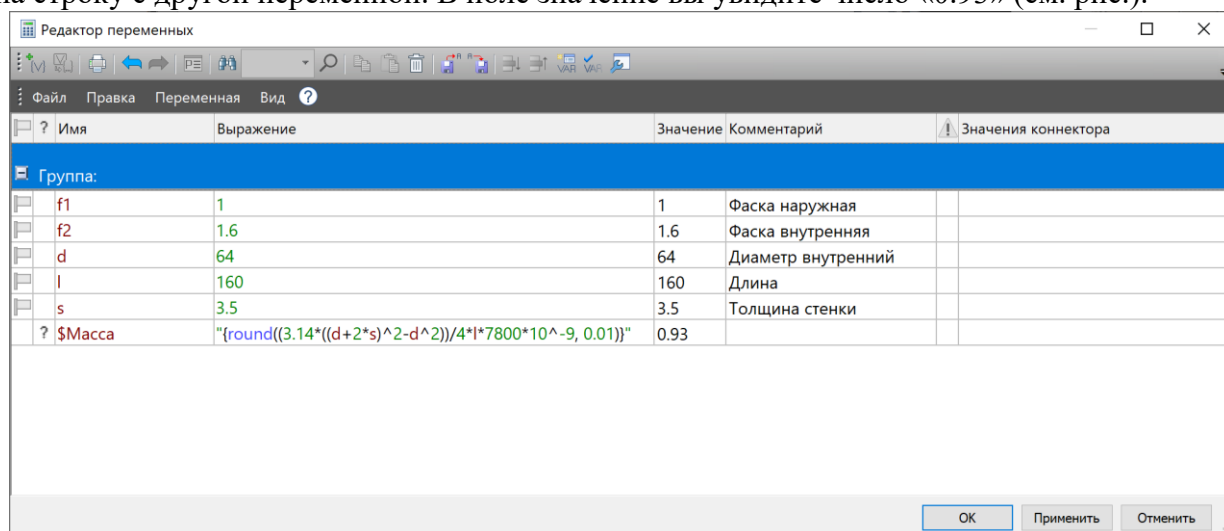
знак «\$», а выражение для переменной записывается в кавычках (“ ”). Если в выражении текстовой переменной необходимо использовать выражение из вещественных переменных, то помимо кавычек вещественную часть следует заключить в фигурные скобки – “{ }”.

Откройте редактор переменных.



Запишите в поле «Выражение» текстовой переменной \$Масса следующее:

"{ Round ((3.14 * ((d + 2*s)^2 – d^2))/4 * l * 7800 * 10^-9, 0.01)}". Переведите курсор на строку с другой переменной. В поле значение вы увидите число «0.93» (см. рис.).



Функция «Round(arg1, arg2)» округляет значение "arg1" с точностью "arg2". Для того чтобы быстро найти информацию об этой и других функциях T-FLEX CAD, откройте редактор переменных, нажмите на клавиатуре клавишу «F1». Откроется «Справка», затем найдите в тексте справки ссылку **функции**, щелкните по этой ссылке и далее по ссылке **Математические функции**.



Есть более удобный способ расчета массы детали. Значение массы можно считывать с трехмерной модели. Об этом будет рассказано в Части II «Трехмерное проектирование».

Многоконтурная штриховка



Штриховка в T-FLEX CAD может быть одноконтурной и многоконтурной.

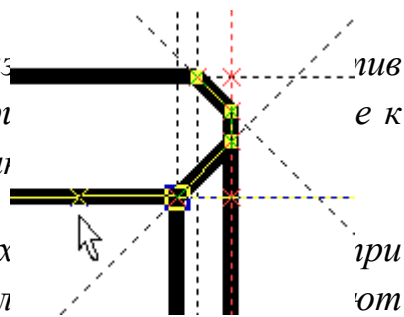
При создании одноконтурной штриховки – после создания замкнутого контура, вы сразу завершаете команду нажатием в Автоменю кнопки . Если необходимо создать многоконтурную штриховку, то вам необходимо до нажатия в Автоменю кнопки обвести все необходимые замкнутые контура и только потом нажимать в Автоменю кнопку .

В данном примере необходимо отобразить чертеж цилиндра с применением полного разреза, т.е. штриховкой должны быть обведены два контура: верхний и нижний части разреза. Поэтому необходимо создать двухконтурную штриховку.

Запустите команду **Чертеж\Штриховка** или нажмите . Вначале обведите контур, например, верхней части разреза, а затем контур нижней части, и только после того, как вы обведете оба контура, нажмите в Автоменю кнопку для завершения создания штриховки.



При создании штриховок увеличивайте изображение колесико мыши “на себя”). Иначе, можно при этом узлам, что приведет к ошибкам при модифи



Еще один совет. Если толщина основных увеличении изображения становится слишком бол восприятию информации с чертежа, выполните следующее: **Настройка\Статус**, далее закладка **Прорисовка**, раздел **Стиль линий**, в списке «**Отображать толщину линий**» выбрать «**Не более трех пикселей**», нажать .

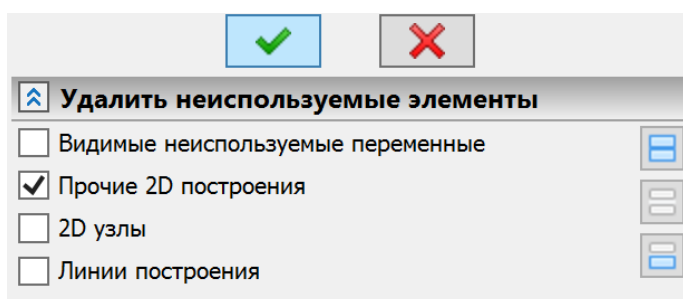
Удаление неиспользуемых элементов и обрезка линий построения.

Теперь, когда чертеж построен, можно удалить неиспользуемые 2D элементы, появившиеся при создании чертежа, и обрезать линии построения.

При создании и редактировании документа T-FLEX CAD иногда остаются различные элементы, которые больше не используются и затеяют собой полезную информацию. В нашем случае это 2D узлы, оставшиеся после создания фасок. Их можно удалить. Для этого существует специальная команда, которая позволяет удалять неиспользуемые в документе элементы.

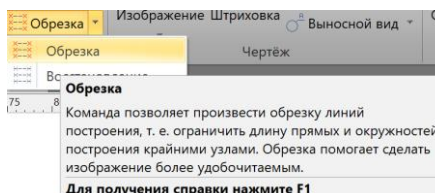
Для удаления неиспользуемых элементов выполните следующие действия:

- запустите команду **Правка\Удалить лишнее...**
- Откроется окно, в котором система запрашивает у пользователя тип удаляемых элементов (см. рис.). Оставьте галочки напротив того типа элементов, который необходимо удалить. В нашем случае оставьте галочку напротив «Удалить неиспользуемые 2D построения», а все другие галочки снимите, щелкнув по ним . Для подтверждения удаления элементов нажмите .



Также затеяют полезную информацию и часть линий построения. Обычно – это свободные концы линий, которые можно обрезать. После обрезки, линии построения будут выступать за пределы узлов на несколько миллиметров. Величина выступления линий построения устанавливается в параметрах текущего документа (см. на панели задач).

Для обрезки линий построения выполните запустите каманду «Обрезка» на панели задач





Вы можете также временно погасить элементы построения, для того чтобы посмотреть, как будет выглядеть чертеж на бумаге. Запустите команду **Вид\Погасить построения** или нажмите на пиктограмму  в правой части рабочего окна программы. Чтобы вновь увидеть элементы построения запустите эту команду повторно.



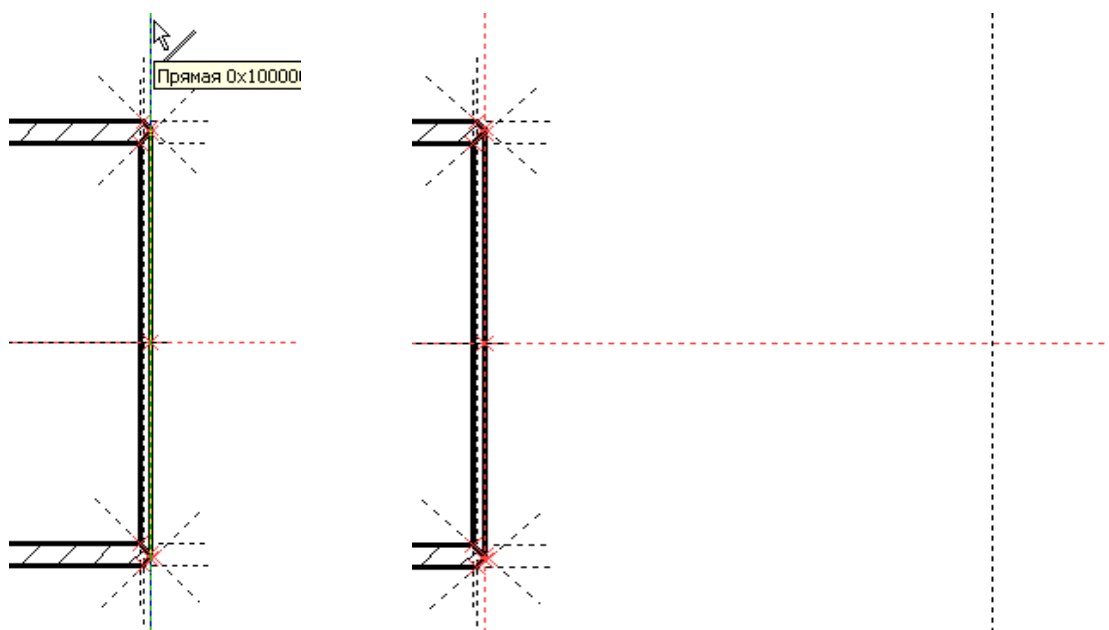
Не перепутайте пиктограмму  с похожей на нее  (Погасить/показать элементы).

Опцией  можно временно погасить любые элементы чертежа, а не только элементы построения (подробнее см. документацию или справку).

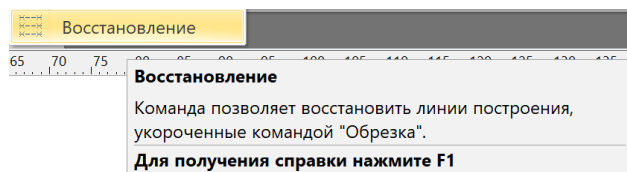
Восстановление обрезанных линий. Построение дополнительного вида по существу.

Возможно через какое-то время после того, как вы уже обрезали линии построения, вам понадобится продлить длину некоторых линий или восстановить их длину до бесконечной. Рассмотрим это на примере.

Создадим дополнительный вид цилиндра – вид слева. Сделаем это в учебных целях, т.к. для понимания чертежа нашего цилиндра достаточно одного главного вида с разрезом. Постройте вертикальную линию – будущую вертикальную осевую цилиндра на виде слева. Для этого отложите от линии правого торца цилиндра параллельную прямую на случайном расстоянии. А сейчас, выберите  курсором вертикальную линию (см. рис.), затем отведите курсор вправо и нажмите на .



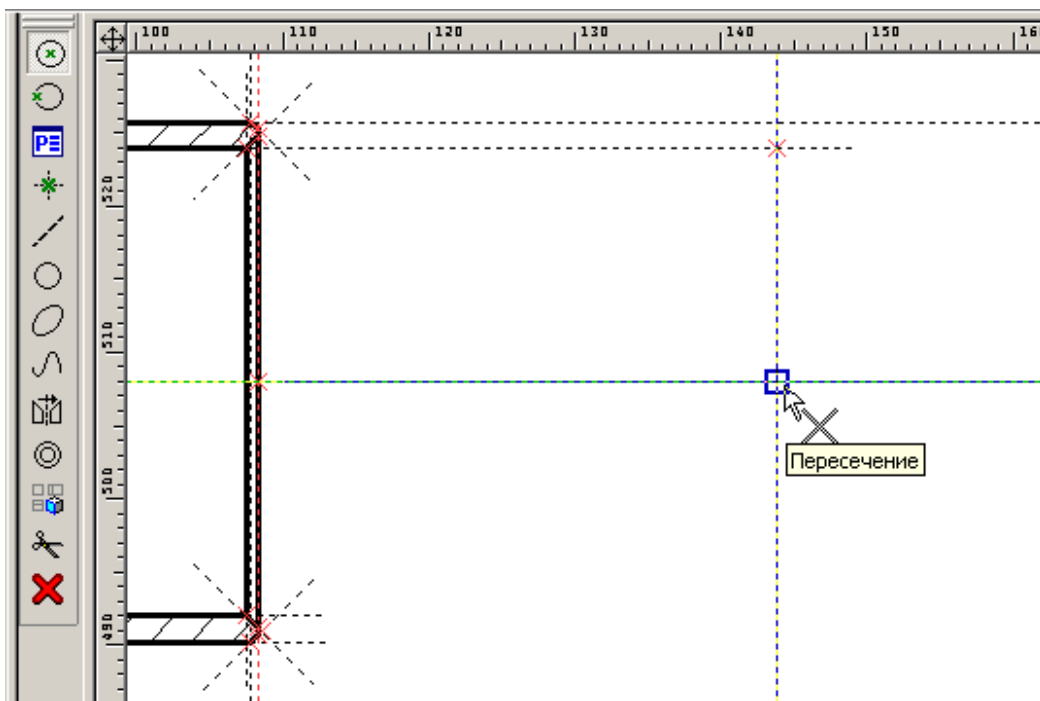
Теперь восстановите длину горизонтальной линии построения используя функцию «Восстановление» на панели задач. Теперь линия пересекает вертикальную ось цилиндра на виде слева.



Выполните следующие действия: **Построения\Окружность** или нажмите

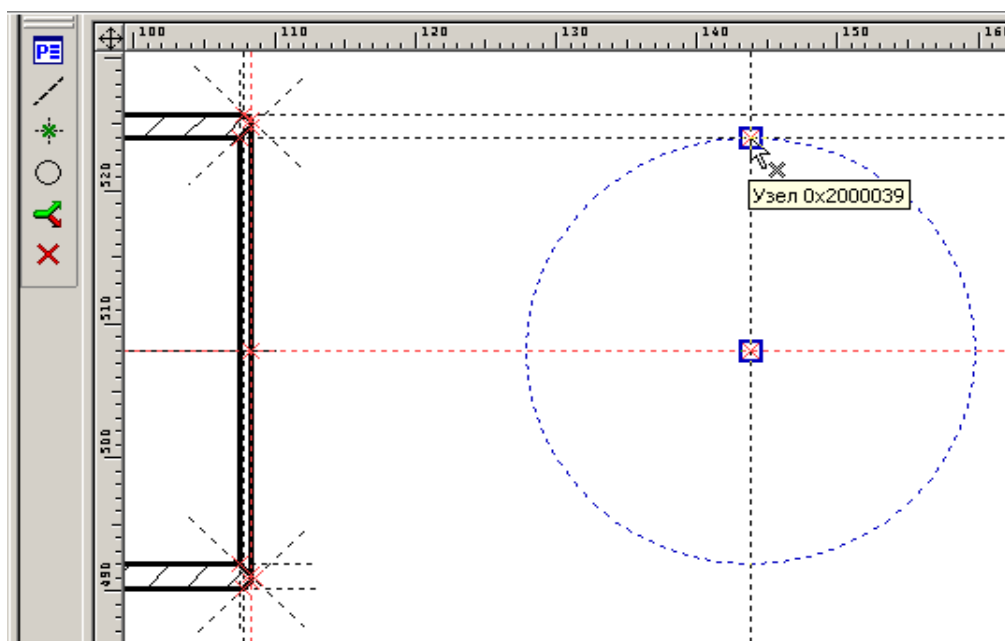


на панели инструментов. Эта команда позволяет строить окружность двумя способами: можно выбрать узел, который является центром окружности – кнопка в Автоменю , можно выбрать узел, через который проходит сама окружность – кнопка в Автоменю . В нашем случае нужен первый способ, поэтому убедитесь, что в Автоменю кнопка  находится в нажатом состоянии, как это показано на рисунке ниже. Если нет, то нажмите на нее. Затем подведите курсор к пересечению осевых линий главного вида и вида слева и щелкните на пересечении (см. рис.).

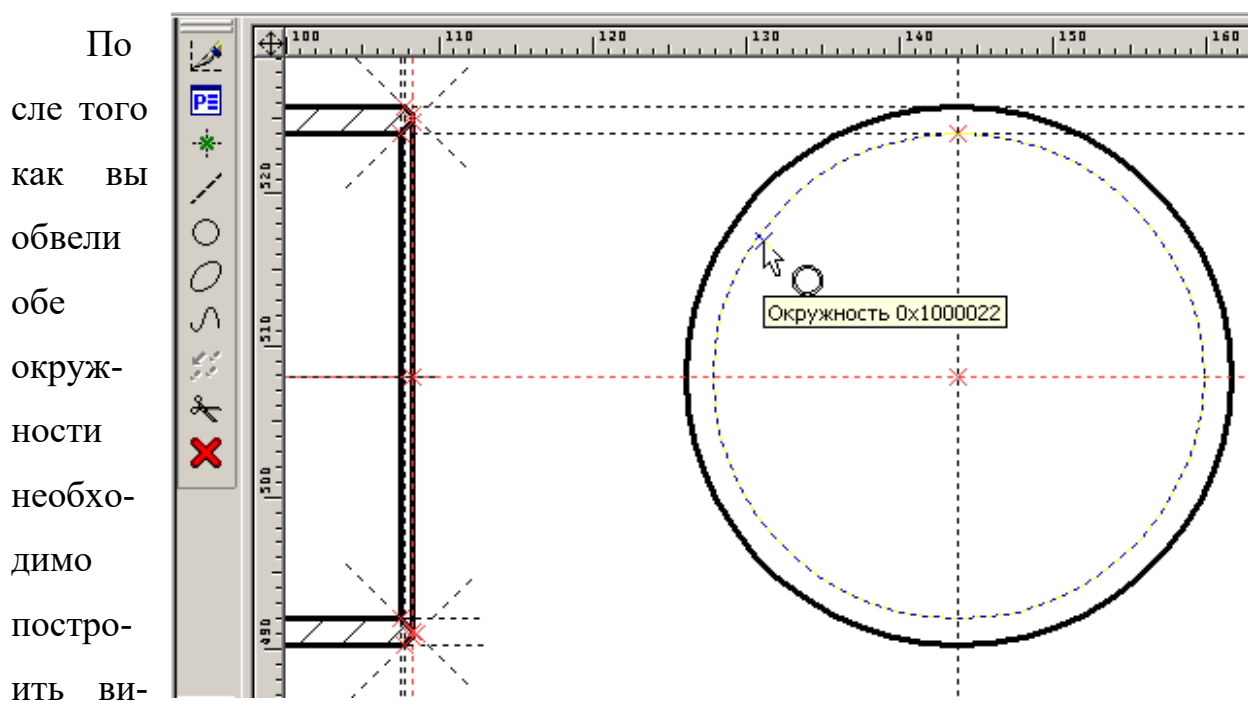


Появится изображение окружности. Подведите курсор к узлу, как это показано на рисунке ниже и щелкните . Будет построена окружность внутренне-

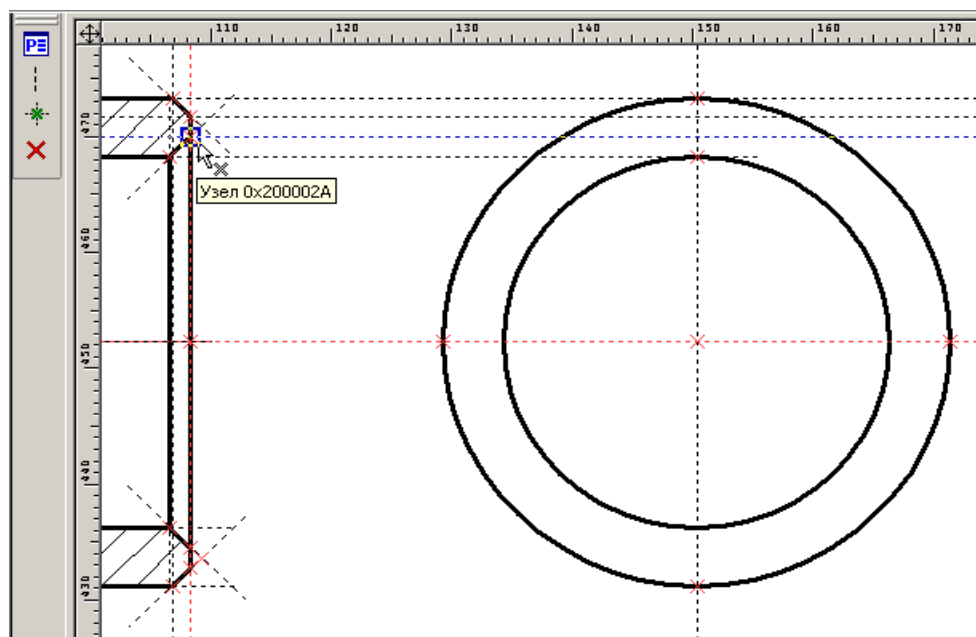
го диаметра цилиндра, находящаяся в проекционной связи с главным видом. Аналогично постройте окружность наружного диаметра цилиндра.



* Теперь обведите окружности основными линиями изображения. Выполните следующее: **Чертеж\Изображение** или нажмите  на панели инструментов. Убедитесь, что выбрана основная линия. Выберите, например, наружную окружность , затем внутреннюю как это показано ниже на рисунке. Система автоматически обрисует замкнутый контур.



димые на виде слева фаски. Толщина стенки цилиндра, в данном примере, небольшая и сравнима с размерами фасок. Для того чтобы построить горизонтальные вспомогательные линии придется либо сильно увеличивать изображение, отложить горизонтальные прямые.



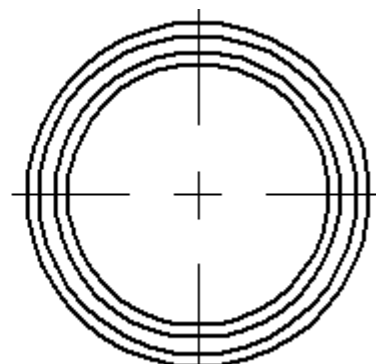
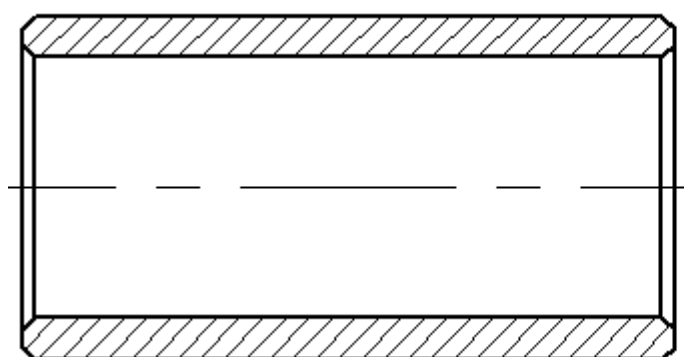
В этом примере фаски с обоих торцов одинаковы, поэтому проекционные связи можно построить с правого торца цилиндра. Выполните следующие действия: **Построения\Прямая** или нажмите  на панели инструментов. В появившемся Автоменю нажмите кнопку  (построить горизонтальную линию). Подведите курсор к узлу фаски (см. рис.) и нажмите . Аналогично постройте вторую прямую.



Именно в этом и подобных случаях стоит прибегать к опции , т.к. горизонтальная линия привязывается к узлу и в конечном итоге построение тоже является относительным (относительно узла). Во всех остальных случаях стройте параллельные линии относительно других линий.

Постройте и обведите окружности фасок на виде слева. Нанесите осевые линии изображения.

Удалите неиспользуемые 2D элементы и обрежьте линии построения.



На рисунке показан результат, который должен у вас получиться. Линии построения временно погашены командой .

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Создание и сохранение файла.
2. Выполнить чертеж цилиндра.
3. Построить дополнительный вид по существующему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. T-FLEX cad. Начальный курс. Учебник /С.В. Протасова, С.В. Максимов. – г. Северодвинск, 2011. – 215 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9 ВЫБОР ЗАГОТОВКИ

Цель работы: Ознакомиться с последовательностью анализа технологичности детали. Научиться выбирать заготовку для детали типа вал.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Шероховатость поверхности при различных методах обработки, анализ технологичности конструкции детали, выбор заготовки детали типа вал.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Проектировать заготовку из горячекатанного проката

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления детали важным вопросом является выбор наиболее рациональной заготовки. От выбора заготовки. т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для технически грамотной и обоснованной разработки технологического процесса необходимо дать описание назначения самой детали, основных ее поверхностей, точности их взаимного расположения, точности размеров и шероховатости поверхности (табл. 1,2). Далее следует определить отклонения на размеры и поверхности, отсутствующие на чертеже (на свободные размеры, не указанные отклонения формы и расположения), для последующей записи их в технологические карты.

Таблица 1 – Рекомендуемые значения параметров шероховатости поверхности деталей машин.

Поверхности	<i>Ra</i> , мкм
Опорных шеек валов под подшипники скольжения	0,32
Опорных шеек валов под вкладыши из бронзы	0,4
Опорных шеек валов под подшипники качения	0,8
Посадочных шеек валов под зубчатые колёса	1,6
Шеек и кулачков распределительных валов	0,32

Таблица 2 – Шероховатость поверхности при различных методах обработки.

Обработка	<i>Ra</i> , мкм	<i>S</i> , мм
Обтачивание:		
черновое	12,5 - 50	0,32 – 0,25
получистовое	3,2 – 12,5	0,160 – 0,40
чистовое	0,8 – 2,5	0,080 – 0,160
тонкое	0,1 – 0,8	0,020 – 0,100
Шлифование:		
предварительное	1 – 2,5	0,063 – 0,20
чистовое	0,2 – 1,25	0,025 – 0,100
тонкое	0,05 – 0,25	0,008 – 0,025

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное, решающее значение для служебного назначения детали и какие - второстепенное.

Кроме того, необходимо высказать свои соображения относительно правильности выбора материала для данных условий работы детали в узле, целесообразности его замены другими марками, и какими именно.

Анализ технологичности конструкции детали

Цель такого анализа - выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности.

1. На основании изучения условий работы узла изделия, а также учитывая заданную годовую программу, проанализировать возможность упрощения конструкции детали, а также возможность и целесообразность замены материала.
2. Проанализировать конструктивные элементы детали в технологическом отношении. Выявить труднодоступные для обработки места.
3. Увязать указанные на чертежах допускаемые отклонения размеров, шероховатости и пространственные отклонения геометрической формы и взаимного расположения поверхностей с геометрическими погрешностями станков.
4. Определить возможность непосредственного измерения заданных на чертеже размеров.
5. Определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании, возможность введения искусственных баз.
6. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки, учитывая экономические факторы.

7. Предусмотреть в конструкциях деталей, подвергающихся термической обработке, конструктивные элементы, уменьшающие коробление деталей в процессе нагрева и охлаждения, и определить, правильно ли выбраны материалы с учётом термической обработки.

Для валов указывают: а) можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами?; б) убывают ли к концам диаметральные размеры шеек вала?; в) можно ли уменьшить диаметры больших фланцев или буртов или исключить их вообще, и как это повлияет на коэффициент использования металла?; г) можно ли заменить закрытые шпоночные канавки открытыми, которые обрабатываются гораздо производительнее дисковыми фрезами?; д) имеют ли поперечные канавки форму и размеры, пригодные для обработки на гидрокопировальных станках?; е) допускает ли жёсткость вала получение высокой точности обработки (жёсткость вала считается недостаточной, если для получения точности 6...9-го квалитетов соотношение его длины к диаметру свыше 10...12, а для валов, изготавливаемых по более низким квалитетам, это отношение может быть равно 15, при многорезцовой обработке это отношение следует уменьшить до 10.

Выбор заготовки

Основная задача при изготовлении заготовок – приближение их по форме и размерам к готовым деталям. В машиностроении применяют в качестве заготовок отливки, поковки, штамповки, сортовой прокат. Механические свойства отливок, с одной стороны, поковок и штамповок с другой значительно отличаются друг от друга, поэтому уже при проектировании машины вид заготовки каждой её детали определяется конструктором по согласованию с технологами заготовительного и механического цехов. Выбор заготовки зависит от материала, размеров и формы детали, условий работы детали в изделии, а также масштаба производства.

В практической работе выдано задание на разработку технологического процесса изготовления вала с перепадом между наибольшим и наименьшим

диаметрами не превышающим 30 мм. В данном случае необходимо применить прутковую заготовку для изготовления детали на револьверных станках и автоматах. Горячекатаный прокат предварительно подвергают обточке по наружному диаметру на специальных станках.

Круглый прокат обычной точности изготавливается промышленностью диаметрами от 5 мм до 150 мм (Таблица 3).

Операционные припуски имеют очень важное значение в процессе механической обработки детали и зависят от погрешностей формы и размеров заготовки и толщины повреждённого поверхностного слоя заготовки (окалины, обезуглероженного слоя, поверхностных неровностей, трещин, раковин и т.п.), от способа установки детали при обработке и точности предыдущей операции. Припуски на обработку должны обеспечивать, с одной стороны, получение детали заданных размеров и качества поверхности, а с другой – должны быть минимальными во избежание перерасхода металла и для уменьшения объёма механической обработки. Правильное назначение операционных припусков обеспечивает экономию материальных и трудовых ресурсов, снижает себестоимость изделий.

Таблица 3 - Сталь горячекатаная круглая обычной точности по ГОСТ 2590-88

Диаметр	Допускаемые отклонения		Допуск
	+	-	
5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19	0,3	0,5	0,80
20; 21; 22; 23; 24; 25	0,4	0,5	0,90
26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 48	0,4	0,75	1,15
50; 52; 54; 55; 56; 58	0,4	1,0	1,40
60; 62; 65; 68; 70; 72; 75; 78	0,5	1,1	1,60
80; 85; 90; 95	0,5	1,3	1,8
100; 110; 115	0,6	1,7	2,80
120; 125; 130; 140; 150	0,8	2,0	2,80

В массовом и крупносерийном производстве припуски рекомендуется рассчитывать математическим методом, поскольку этот метод обеспечивает минимальный расход металла.

В серийном и единичном производстве используют статистический (табличный) метод определения промежуточных припусков, что обеспечивает быструю подготовку производства и освобождает технолога от трудоёмкой работы.

Припуски на подрезание торцовых поверхностей определяются исходя из опытных данных по таблице 4, а припуски на обработку наружных поверхностей (точение и шлифование) – по таблицам 5 и 6.

Припуск на обработку двух торцовых поверхностей заготовки равен удвоенному припуску на подрезание торцов и уступов. Общая длина заготовки определяется путём суммирования номинальной длины детали по рабочему чертежу и припуска на обработку двух торцовых поверхностей.

При высоких требованиях к классу шероховатости поверхности вводится отделочная операция (суперфинишная, притирочная, полировальная).

Таблица 4 - Припуск на чистовое подрезание торцов и уступов

Размеры, мм

Диаметр заготовки	Общая длина заготовки					
	До 18	18-50	50-120	120-260	260-500	Св.500
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
30-50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
50-120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
120-300	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,5

Таблица 5 - Промежуточные припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей

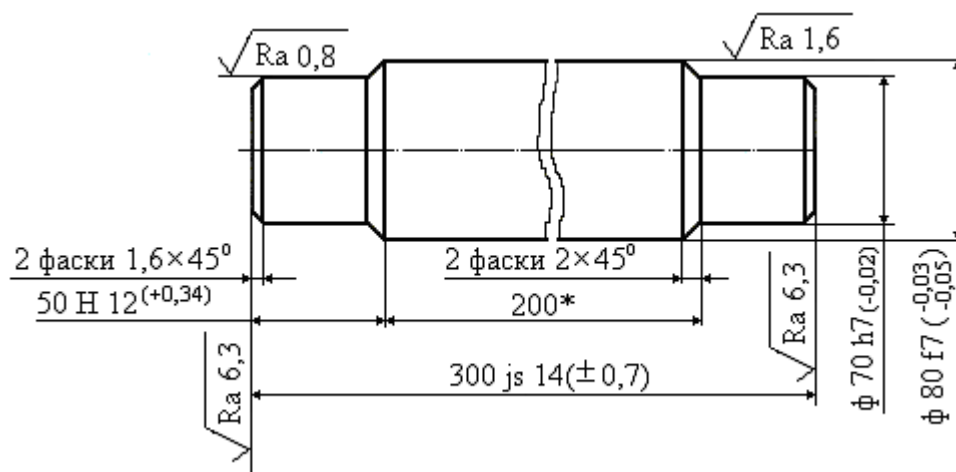
Номи- наль- ный диаметр	Операция	Размеры, мм								
		Припуск на диаметр при расчётной длине								
		До 25	25- 63	63- 100	100- 160	160- 250	250- 400	400- 630	630- 1000	1000- 1600
До 6	Точение черновое	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	-	-	-
	Точение чистовое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	-	-	-
	Шлифование	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	-
		0,30	0,30	0,30	0,30	0,4	0,4	0,5	-	
6 - 10	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-
	Шлифование	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	-	-	-
		0,30	0,30	0,30	0,40	0,4	0,4			
10 - 18	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-
	Шлифование	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	0,4	0,5
		0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5		
18 - 30	Точение черновое	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0	5,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5
	Шлифование	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>
		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
30 - 50	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5
	Шлифование	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,7</u>
		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
50 - 80	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5
	Шлифование	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>
		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9
80 - 120	Точение черновое	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	7,0	7,5	8,5	8,5
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
	Шлифование	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,8</u>
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
120 - 200	Точение черновое	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5
	Шлифование	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>	<u>0,8</u>
		0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0

Примечание: 1. В числителе даны припуски для незакалённых деталей, в знаменателе – для закалённых. 2. При обработке с уступами припуск назначается по отношению к общей длине детали. 3. При закаливании деталей, изготовленных из сталей, подверженных значительным термическим деформациям (например, из стали 45), припуски под шлифование следует увеличивать.

Таблица 6 - Типовые методы обработки валов в зависимости от точности

Квалитеты ИСО	Способы обработки
14...12	Однократное точение
11...9	Черновое и чистовое точение
9...6	Черновое точение, чистовое точение, однократное шлифование
6...5	Черновое точение, чистовое точение, предварительное и окончательное шлифование

Пример выбора припусков для детали



1. $HRC_3 \dots 41 \dots 45$.
2. Неуказанная шероховатость поверхностей $Ra = 12,5$ мкм.
3. * Размер для справки.

Рисунок 1 - Чертёж детали

Подберём заготовку для детали типа вал рис. 1.

Технологический процесс обработки заготовки состоит из следующих операционных переходов:

- 005 – черновое точение
- 010 – чистовое точение
- 015 – шлифовальная однократная обработка

При черновом точении припуск на обработку составляет 4,5 мм, а при чистовом 2 мм и на шлифовальной однократной обработке 0,5 мм (табл. 5).

Определяем промежуточные размеры обрабатываемых поверхностей согласно маршрутному технологическому процессу:

На токарную операцию 010

$$D_{p.010} = D_n + 2z_{ш} = 80 + 0,5 = 80,5 \text{ мм};$$

На токарную операцию 005

$$D_{p.005} = D_{p.010} + 2z_{010} = 80,5 + 2,0 = 82,5 \text{ мм};$$

Расчётный размер заготовки

$$D_{p.з.} = D_{p.005} + 2z_{005} = 82,5 + 4,5 = 87 \text{ мм};$$

По расчётным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 2590-88 (табл. 3)

Например, диаметр проката 90 мм записывается следующим образом:

$$\text{Круг } \frac{90\text{-В-ГОСТ } 2590\text{-}88}{45\text{-Б ГОСТ } 1050\text{-}88}$$

Нормальная длина проката стали обыкновенного качества при диаметре 53

– 110 мм 4 – 7 м. Отклонения для диаметра 90 мм равны: $90^{+0,5}_{-1,3}$

Припуск на обработку двух торцовых поверхностей заготовки равен 2,4 мм.

Общая длина заготовки $L_з$:

$$L_з = L_d + 2z_{под} = 300 + 1,2 \times 2 = 300 + 2,4 = 302,4 \text{ мм}$$

где L_d – номинальная длина детали по рабочему чертежу, мм. Общую длину заготовки округляем до целых единиц. Принимаем длину заготовки 303 мм. Предельные отклонения на длину заготовки устанавливаем по справочным таблицам.

Объём заготовки определяем по плюсовым допускам:

$$D = 9,05; L = 30,5$$

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4}; V = 1,962 \cdot 10^3$$

где L – длина заготовки с плюсовым допуском, см;

D – диаметр заготовки по плюсовым допускам, см.

Массу заготовки определяем по формуле:

$$M_з = 0,00785 \cdot 1960,95 = 15,4 \text{ кг}$$

На промежуточные размеры детали определяют допуски.

Промежуточные размеры и допуски на них определяются для каждой обрабатываемой поверхности.

Рассмотрим схему расположения припусков и допусков на примере вала диаметром $d\ 50\ h6$ (рис. 2)

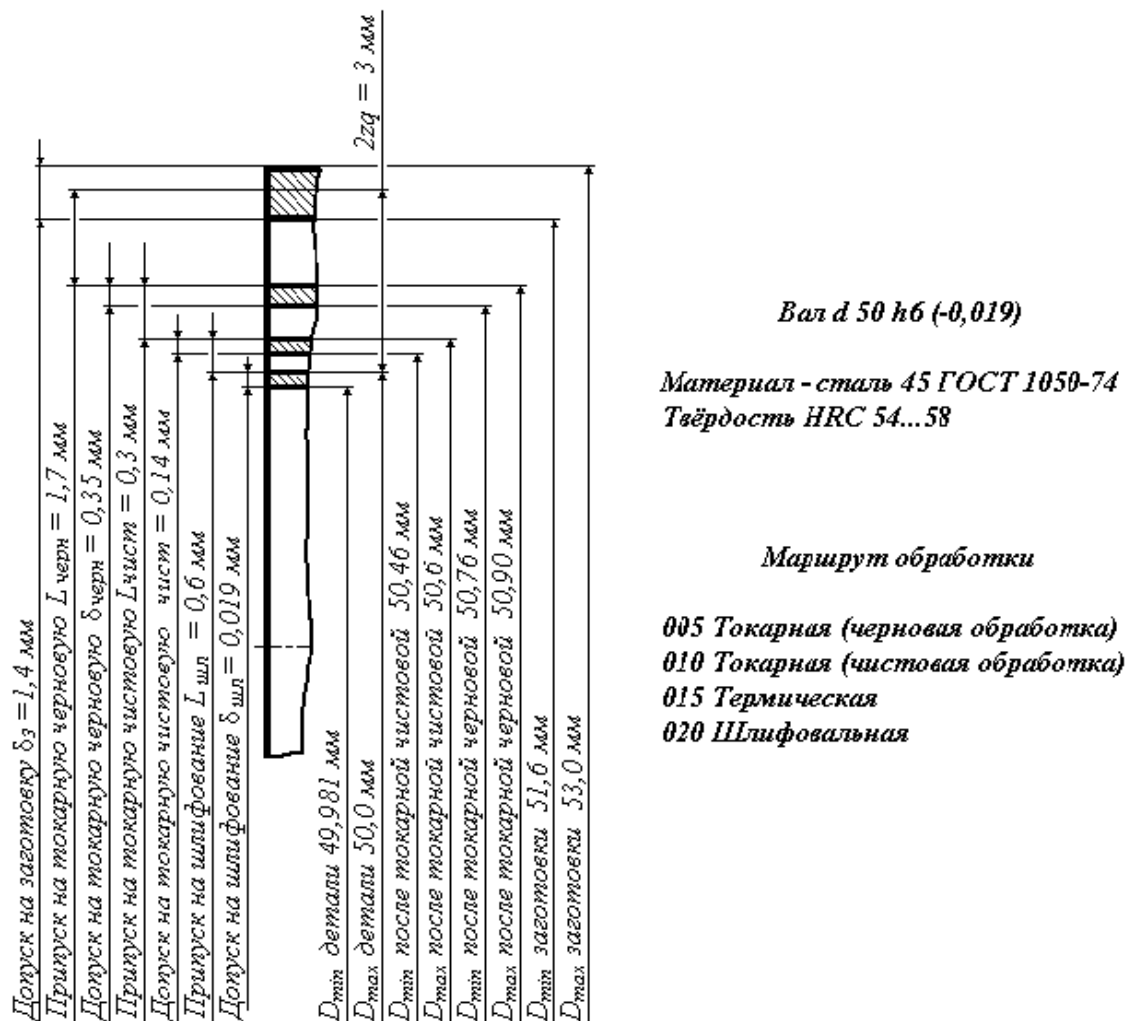


Рисунок 2 - Расположение полей допусков и промежуточных размеров для операций

Припуски назначены согласно нормативной таблицы 5. Допуск для черновой токарной обработки следует выбирать по 12 качеству точности $h\ 12$, для чистовой – по 10 качеству точности $h\ 10$.

Тип производства определяется в зависимости от объёма выпуска, указанного в задании и массы детали по таблице 7.

Таблица 7 - Зависимость типа производства от объёма выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
<1	<10	10 - 2000	1500 -100000	75000 – 200000	200000
1,0-2,5	<10	10 - 1000	1000 – 50000	50000 – 100000	100000
2,5-5,0	<10	10 - 500	500 – 35000	35000 – 75000	75000
5,0-10	<10	10 - 300	300 – 25000	25000 – 50000	50000
>10	<10	10 - 200	200 - 10000	10000 - 25000	25000

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Спроектировать заготовку для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ НАЗНАЧЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ ВАЛА

Цель работы: Ознакомиться с принципами назначения операций обработки вала.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: маршрутный и операционный технологические процессы.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Составлять маршрут обработки вала. Уметь выполнять простые операционные эскизы обработки детали.

Актуальность темы. От правильности и полноты разработки маршрутного технологического процесса во многом зависят организация производства и дальнейшие технико-экономические расчёты.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При разработке маршрутного технологического процесса необходимо правильно определить перечень и последовательность выполнения операций. В работе операции маршрутного технологического процесса следует выбирать согласно требованиям чертежа вала по таблице 1.

Таблица 1 - Шероховатость поверхности и точность при различных методах обработки резанием

Метод обработки	Шероховатость поверхности		Точность	
	класс	обозначение	класс	кавалитет
Точение:				
обдирочное	1...4	R _z 320...40	4	11
чистовое	5...7	R _z 20...R _a 125	3	9...10
тонкое	8	R _a 0,63	2	6...8
Строгание:				
обдирочное	1...4	R _z 320...40	5	12...13
чистовое	5...7	R _z 20...1,25	4...5	11...13
тонкое	7...8	R _a 1,25...0,63	3	9...10
Фрезерование:				
обдирочное	3...4	R _z 80...40	5	12...13
чистовое	5...6	R _z 20...2,5	4	11
тонкое	7...8	R _a 1,25...0,63	3	9...10
Сверление:	3...5	R _z 80...20	5...4	13...11
Зенкерование:	4...6	R _z 40...R _a 2,5	5...4	13...11

Развёртывание:				
черновое	5...6	R _z 20...R _a 2,5	3	9...10
чистовое	6...8	R _a 2,5...0,63	2	6...8
тонкое	8...9	R _a 0,63...0,32	2...(1)	8...6(6...5)
Протягивание:	6...10	R _a 2,5...0,16	3...2(1)	10...6(5...6)
Шлифование круг- лое и плоское:				
обдирочное	2...6	R _z 40...R _a 2,5	4	11
чистое	7...8	R _a 1,25...0,63	3	9...10
тонкое	9...10	R _a 0,32...0,16	3...2(1)	10...(5,6)
Притирка:	7...14	R _a 1,25...0,01	2...1	8...5
Хонингование:	9...13	R _a 0,32...0,02	2...1	8...5
Суперфиниш:	9...14	R _a 0,32...0,01		
Полирование:	7...12	R _a 1,25...0,04		

В скобках указана достижимая точность обработки

Одной из важнейших задач при разработке маршрутного технологического процесса является выбор станочного оборудования. От правильного выбора зависит производительность труда, экономное использование производственных площадей, электроэнергии и в итоге себестоимость продукции. В зависимости от объёма выпуска изделий выбирают станки по степени специализации, а также станки с ЧПУ. При выборе станка необходимо учитывать: масштаб производства; заданную точность обработки; соответствие станка размерам обрабатываемой детали; мощность станка; кинематические данные станка; размеры и стоимость станка.

Разрабатывая технологический процесс обработки деталей, необходимо выполнить следующие условия:

1. наметить базовые поверхности, которые должны быть обработаны в самом начале процесса;
2. выполнить операции черновой обработки, при которых снимают наибольшие слои металла, что позволяет сразу выявить дефекты за-

готовки и освободиться от внутренних напряжений, вызывающих деформации;

3. обработать вначале те поверхности, которые не снижают жёсткость обрабатываемой детали;
4. первыми следует обрабатывать такие поверхности, которые не требуют высокой точности качества;
5. необходимо учитывать целесообразность концентрации (обработка в операции максимально возможного числа поверхностей) или дифференциации (разделение операций на более простые) операций;
6. при выборе технологических баз следует стремиться к соблюдению основных принципов базирования – совмещения и постоянства баз;
7. необходимо учитывать, на каких стадиях технологического процесса целесообразно производить механическую обработку, гальванические покрытия, термическую обработку и другие методы обработки в зависимости от требований чертежа.

При выборе баз необходимо принимать поверхности, не подлежащие обработке, а если детали имеют несколько необрабатываемых поверхностей, то за базу надо принимать ту из них, которая должна иметь наименьшее смещение относительно своей оси или быть с наименьшим припуском на обработку.

При выборе баз необходимо принимать поверхности, от которых дан размер на чертеже, определяющий положение обрабатываемой поверхности. Базы должны обеспечить отсутствие недопустимых деформаций детали, а также простоту конструкции станочного приспособления с удобной установкой, креплением и снятием обрабатываемой детали.

Материалом для валов служат стали марок 35, 40, 45. В сельхозмашиностроении для валов применяют Ст.0 и до Ст.6. Ответственные валы делают из легированных конструкционных сталей (40Х, 50Х, 40Г, 50Г и др.). Наиболее часто посадочные места у валов под зубчатые колеса, муфты выполняют по 9. .

.11 квалитета, а в сильно нагруженных по 6. . 8 квалитета. Шейки под подшипники делают по 6. . 7 и в отдельных случаях по 5. . 6 квалитета.

Заготовками для валов служит: 1) прокат; 2) прокат с последующим волочением; 3) штамповки.

Технологический процесс обработки длинного вала ($l > 4d$) из проката состоит из резки заготовки, подрезки торцов, центровки и точения двух концов вала на центровых гнездах.

Резку заготовок валов выполняют на прессах, ножовках, резцами на токарных станках, дисковыми сегментными фрезами (пилами).

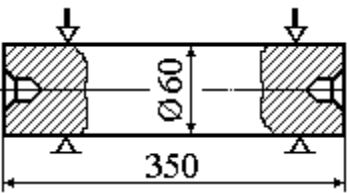
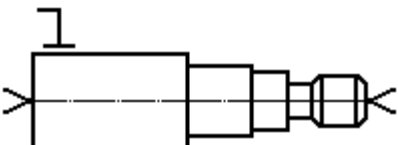
Торцы подрезают на токарных, фрезерных и фрезерно-центровых станках.

Центровку валов осуществляют на токарных, сверлильных, центровальных, фрезерно-центровальных станках.

Схема обработки вала приведена в таблице 2. При отсутствии фрезерно-центровального станка подрезку торцов и центровку вала можно вести на токарном станке.

Маршрутный технологический процесс оформляется в маршрутной карте. Нумерация операций кратна 5. Записывается код операции (таблица 10), название операции и марка применяемого оборудования.

Таблица 2 - Схема обработки вала

№ п/п	Эскизы установки	Содержание операций	Приспособление, инструмент
1.		Фрезерно-центровальная (фрезеровать и центровать торцы вала с двух сторон)	Зажимные призмы, фрезы торцевые, сверла центровочные
2.		Токарная (точить поверхности конца вала)	Поводковая планшайба, центра, хомут, резцы: проходной, подрезной канавочный

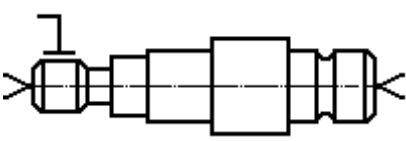
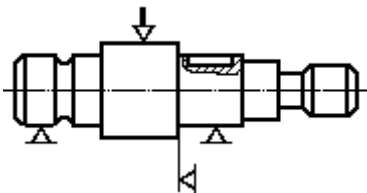
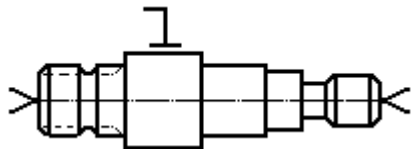
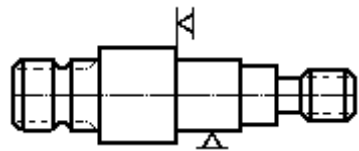
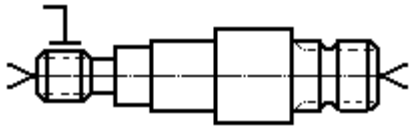
3.		Токарная (точить поверхности другого конца вала)	Поводковая планшайба, центра, хомутик, резцы: проходкой, подрезной радиусный
4.		Фрезерная (фрезеровать шпоночный паз)	Приспособление, фреза пальцевая
5.		Шлицефрезерная (фрезеровать шлицы)	Поводковая планшайба, центра, хомутик, фреза червячная шлицевая
6.		Резьбонакатная (накатать резьбу)	Приспособление, резьбонакатные ролики
7.		Шлифовальная (шлифовать поверхности)	Поводковая планшайба, центра, хомутик, шлифовальный круг

Таблица 3 - Коды технологических операций обработки резанием, применяемых в работе

4108	Резьбонакатная	4180	Протяжная
4110	Токарная	4181	Горизонтально-протяжная
4111	Токарно-револьверная	4220	Расточная
4112	Автоматная токарная	4221	Горизонтально-расточная
4114	Токарно-винторезная	4222	Вертикально-расточная
4120	Сверлильная	4260	Фрезерная
4121	Вертикально-сверлильная	4261	Вертикально-фрезерная
4123	Радиально-сверлильная	4262	Горизонтально-фрезерная
4124	Центровальная	4266	Универсально-фрезерная
4130	Шлифовальная	4269	Фрезерно-центровальная
4131	Круглошлифовальная	4271	Резьбофрезерная
4132	Внутришлифовальная	4280	Отрезная

4133	Плоскошлифовальная	4281	Ножовочно-отрезная
4134	Бесцентровошлифовальная	4282	Ленточно-отрезная
4135	Резьбошлифовальная		
4182	Вертикально-протяжная		
4190	Отделочная		

Согласно заданию работы операционная карта механической обработки заполняется только на токарную операцию. В ней указывается: наименование детали; материал, операция, оборудование, твёрдость, профиль, размеры и масса заготовки, режимы обработки резанием, наличие СОЖ.

Условное обозначение обрабатываемых поверхностей на операционном эскизе выполняют арабскими цифрами, которые ставят в кружках диаметром 6...8 мм и соединяют их линией с обрабатываемой поверхностью. На рисунках 3 и 4 показаны примеры выполнения операционных переходов.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Какие условия необходимо выполнить, разрабатывая технологический процесс обработки деталей?
2. Поясните схему обработки валов..
3. Что изображено на операционных эскизах?
4. Изучить теоретическую часть работы.
5. Разработать маршрут обработки вала, выданного преподавателем.
6. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11

УСТАНОВЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цель работы: Ознакомиться с порядком установления режимов обработки детали.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: режимы обработки вала.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: устанавливать аналитическим методом режимы обработки вала.

Актуальность темы. От правильности установления режимов обработки зависит качество выпускаемой продукции и экономическая эффективность предприятия.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Обработка металлов резанием представляет собой процесс удаления режущим инструментом с поверхности заготовки слоя металла в виде стружки с целью получения заданной геометрической формы, точности размеров, взаиморасположения и шероховатости поверхности детали.

При обработке заготовки детали режущий инструмент и заготовка надёжно закрепляются в рабочих органах станка и им сообщается движение относительно друг друга. Движения, обеспечивающие срезание с заготовки поверхностного слоя металла или изменение состояния обработанной поверхности, называют *движением резания*. К ним относят главное движение и движение подачи.

Главным движением называют движение, определяющее скорость деформирования и отделения стружки.

Движением подачи называют движение, обеспечивающее непрерывность резания режущей кромки инструмента в материал заготовки. Движение подачи в зависимости от вида обработки может быть вращательным, поступательным, возвратно-поступательным, непрерывным или прерывистым.

Движение подачи может быть продольным, поперечным, вертикальным, круговым и др.

Главным движением обычно является вращательное движение заготовки или режущего инструмента.

Схемы процесса резания для точения и фрезерования показаны на рис. 1.

Кроме указанных движений режущий инструмент должен совершать и ряд вспомогательных движений, служащих для подготовки к процессу резания и для завершения операции.

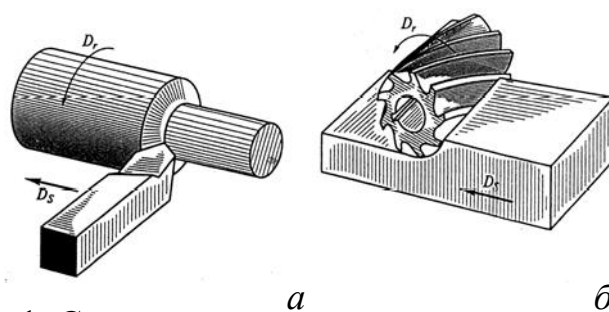


Рис.1. Схемы процесса резания для точения (а) и фрезерования (б):
 D_r — главное движение; D_s — движение подачи

Разработка технологического процесса механической обработки обычно завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Нормы времени зависят от режимов обработки. Чтобы добиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определённого порядка, т.е. при назначении и расчёте режимов обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Расчёт ведётся одновре-

менно с заполнением операционных или маршрутных карт технологического процесса в определённой последовательности. Сначала устанавливают глубину резания в мм, затем подачу, скорость резания, число оборотов и мощность станка. Параметры режима резания взаимосвязаны, поэтому нельзя произвольно изменять значения одного из них, не изменяя соответственно всех прочих.

При выборе и назначении режимов резания необходимо производить соответствующее согласование значений всех параметров с возможностями их реализации на станках. На практике некоторым параметрам задают предварительные значения, а затем их корректируют с учётом других параметров, пока не получают окончательные значения, которые могут быть использованы для реализации данного технологического процесса обработки. Решение поставленной задачи всегда многовариантно, т.е. несколько вариантов сочетаний параметров режимов резания удовлетворяют поставленным условиям.

Глубина резания t назначается по возможности наибольшая, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали.

При черновом точении и отсутствии ограничений по мощности оборудования, жёсткости системы СПИД принимается равной припуску на обработку; при чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. При параметре шероховатости обработанной поверхности $Ra = 3,2$ мкм включительно $t = 0,5 \div 2$ мм; $Ra \geq 0,8$ мкм, $t = 0,1 \div 0,4$ мм.

Подача s при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жёсткости системы СПИД, прочности режущей пластины и прочности державки. Рекомендуемые подачи при черновом наружном точении приведены в таблице 1.

Подачи при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 2).

Таблица 1- Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твёрдого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размер державки резца, мм	Обрабатываемый материал – сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная				
		Подача s , мм/об при глубине резания t , мм				
		До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	Св. 12
До 20	От 16x25 До 25x25	0,3-0,4				
Св. 20 до 40	От 16x25 До 25x25	0,4-0,5	0,3-0,4			
Св. 40 до 60	От 16x25 До 25x40	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7		
Св. 60 до 100	От 16x25 До 25x40	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	
Св. 100 до 400	От 16x25 До 25x40	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1	0,5-0,9	
Св. 400 до 500	От 20x30 До 40x60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1

Примечания: 1. Нижние значения подач соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхние значения подач – большим значениям державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам;

2. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять;

3. При обработке прерывистых поверхностей и при работе с ударами табличные значения подач следует умножать на коэффициент 0,75-0,85;

4. При обработке закалённых сталей табличные значения подач уменьшать, умножая на коэффициент 0,8 для стали HRC 44-56 и на 0,5 для стали с HRC 57-62.

Таблица 2 – Подачи, мм/об при чистовом точении

Параметр шероховатости поверхности, мкм		Радиус при вершине резца r , мм					
Ra	Rz	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	-	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25		0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,5		0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
-	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Примечание: Подачи даны для обработки сталей с $\sigma_s = 700 \div 900$ МПа; для сталей с $\sigma_s = 500 \div 700$ МПа значения подач умножать на коэффициент $K_s = 0,45$; для сталей с $\sigma_s = 900 \div 1100$ МПа значения подач умножать на коэффициент $K_s = 1,25$

Таблица 3 – Подачи, мм/об при прорезании пазов и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Обрабатываемый материал – сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литьё
Токарно-револьверные станки		
До 20	3	0,06-0,08
Св. 20 до 40	3-4	0,1-0,12
Св. 40 до 60	4-5	0,13-0,16
Св. 60 до 100	5-8	0,16-0,23
Св. 100 до 150	6-10	0,18-0,26
Св. 150	10-15	0,28-0,36

Примечания: 1. При отрезании сплошного материала диаметром более 60 мм при приближении резца к оси детали до 0,5 радиуса табличные значения подачи следует уменьшить на 40-50%.

2. Для закалённой конструкционной стали табличные значения подачи уменьшать на 30% при HRC < 50 и на 50% при HRC > 50.

3. При работе резцами, установленными в револьверной головке табличные значения умножать на коэффициент 0,8.

При прорезании пазов и отрезании величина поперечной подачи зависит от свойств обрабатываемого материала, размеров паза и диаметра обработки (табл. 3). Рекомендуемые подачи при фасонном точении приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Подачи, мм/об при фасонном точении

Ширина резца, мм	Диаметр обработки, мм			
	20	25	40	60 и более
8	0,03-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09
10	0,03-0,07	0,04-0,085	0,04-0,085	0,04-0,085
15	0,02-0,05	0,035-0,075	0,04-0,08	0,04-0,08
20	-	0,03-0,06	0,04-0,08	0,04-0,08
30	-	-	0,035-0,07	0,035-0,07
40	-	-	0,03-0,06	0,03-0,06
50 и более	-	-	-	0,025-0,055

Примечание: меньшие подачи брать для более сложных и глубоких профилей и твёрдых металлов, большие – для простых профилей и мягких металлов.

Для резцов с пластинами из твёрдого сплава выбранную подачу необходимо согласовывать с допустимой прочностью пластины из твёрдого сплава (табл. 5).

Таблица 5 – Подачи, мм/об, допустимые прочностью пластины из твёрдого сплава при точении конструкционной стали

Толщина пластины, мм	Глубина резания t , мм до			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	0,9	0,8
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,6	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

Примечания: 1. В зависимости от механических свойств стали на табличные значения подачи вводить поправочный коэффициент 1,2 при $\sigma_s = 480 \div 640$ МПа; 1,0 при $\sigma_s = 650 \div 870$ МПа и 0,85 при $\sigma_s = 870 \div 1170$ МПа. 2. При обработке с ударами подачу уменьшить на 20%.

Рабочую подачу выбирают из числа имеющихся в коробке подач станка, причём это значение должно находиться в пределах интервала предварительно выбранных значений подач.

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$V_{расч} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

где C_v – постоянный коэффициент, зависящий от качества обрабатываемой детали и инструмента;

T – период стойкости резца, мин;

m, x, y – показатели степени;

K_v – коэффициент, зависящий от ряда факторов при обработке.

В нормативах период стойкости резцов устанавливается равным 30-60 мин. В работе период стойкости резца рекомендуется принять равным 60 мин. Значения коэффициента C_v и показателей степени m, x, y приведены в таблице 6.

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{мс}$, состояния поверхности $K_{нс}$, материала инструмента $K_{ис}$. Значения указанных коэффициентов приведены в справочной технической литературе. В учебных расчетах допускается принимать $K_v=1$.

Таблица 6 – Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при обработке резцами

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристики подачи	Коэффициент и показатели степени			
			C_v	x	y	m
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_s = 750$ МПа.						
Наружное продольное точение проходными резцами	T15K6*	s до 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		s св. 0,3 до 0,7	350		0,35	
		s св. 0,7	340		0,45	
Отрезание	T15K10* P18**	-	47	-	0,80	0,20
			23,7		0,66	0,25
Фасонное точение	P18**		22,7	-	0,50	0,30
Нарезание резьбы	T15K6*			244	0,23	0,30

* - без охлаждения, ** - с охлаждением

По найденному значению скорости резания V м/мин, для заданного диаметра D , мм, обрабатываемой поверхности по формуле

$$n_{шп} = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D}$$

рассчитывают значение **частоты вращения шпинделя**, об/мин. Рабочую частоту вращения шпинделя выбирают из ближайшего числа значений, обеспечиваемых коробкой скоростей станка (Приложение). Рабочую скорость резания при известной частоте вращения шпинделя и заданном диаметре заготовки можно рассчитать по формуле:

$$V = \frac{3,14 \cdot D \cdot n_{шп}}{1000}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Что такое движение резания?
2. Что такое движение подачи?
3. Что такое глубина резания?
4. Как определяют подачу при черновом и при чистовом точении?
5. Изучить теоретическую часть работы.

6. Определить режимы обработки выданного преподавателем вала.
7. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12

УСТАНОВЛЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

Цель работы: Ознакомиться с порядком установления сил резания и требуемой мощности .

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: режимы обработки вала, силы, действующие в процессе обработки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: устанавливать аналитическим методом режимы обработки вала.

Актуальность темы. Зная силы, действующие в процессе резания, можно рассчитать и выбрать режущий инструмент и приспособления, определить мощность, затрачиваемую на резание, а также осуществлять рациональную эксплуатацию станка, инструмента и приспособлений.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Силу F резания, H , при обработке точением можно разложить на три составляющие (рис. 1): тангенциальную F_z , направленную вертикально вниз и определяющую мощность, потребляемую приводом главного движения станка;

радиальную F_y , направленную вдоль поперечного движения подачи (эта сила отжимает резец и учитывается при расчете прочности инструмента и механизма поперечного движения подачи станка); осевую F_x , направленную вдоль продольного движения подачи (эта сила стремится отжать резец в сторону суппорта и учитывается при определении допустимой нагрузки на резец и механизмы станка при продольном движении подачи).

Между тремя составляющими силы резания существуют примерно следующие соотношения: $F_y = (0,25...0,5) F_z$; $F_x = (0,1...0,25) F_z$.

В большинстве случаев $F_z \approx 0,9F$, что позволяет производить многие практические расчеты не по силе F резания, а по тангенциальной ее составляющей F_z .

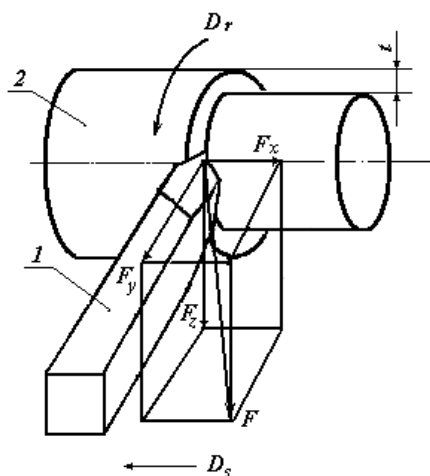


Рисунок 1 - Силы, действующие на резец: 1 — резец; 2 — заготовка; F - сила резания; F_x , F_y и F_z - составляющие силы резания; D_r — направление главного движения резания; D_s — направление движения подачи; t — глубина резания

При наружном продольном и поперечном точении, растачивании, отрезании, прорезании пазов и фасонном точении составляющие силы резания рассчитывают по формуле

$$F_{z,x,y} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Постоянная C_p , учитывающая свойства обрабатываемого материала, и показатели степени x , y , n для конкретных условий обработки для каждой из составляющих силы резания приведены в справочной и учебной литературе. По-

правочный коэффициент K_p учитывает фактические условия резания. При продольном точении стали ($\sigma_s = 750$ МПа) резцами, оснащёнными пластинками из твёрдых сплавов $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$; $K_p = 1$.

Мощность резания, кВт, потребная при черновом точении рассчитывается по формуле

$$N_{расч} = \frac{F_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

При сопоставлении расчётной мощности резания с мощностью станка принимается во внимание мощность на шпинделе $N_{ш}$, допускаемая прочностью слабых звеньев кинематической цепи станка.

$$N_{ш} = N_z \cdot \eta$$

N_z - мощность электродвигателя станка, кВт (паспортные данные);

η – КПД станка учитывает потери мощности на трение в элементах передач и подшипниках при передаче движения от электродвигателя до шпинделя (в среднем $\eta = 0,80 \dots 0,85$).

Следует проверить достаточность мощности привода станка

$N_{расч} \leq N_{ш}$. Кроме того, если расчётная мощность привода составляет менее 45% номинальной мощности, то целесообразна замена станка менее мощным с целью предотвращения расхода электроэнергии.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Зачем нужно определять силы в процессе обработки?
2. Какие Вы знаете составляющие силы резания?
3. Как определяется мощность резания?
4. Изучить теоретическую часть работы.
5. Определить силы, действующие в процессе обработки вала.
6. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

Цель работы: Ознакомиться с нормированием операций механической обработки деталей.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: общая норма времени на механическую обработку и её составляющие.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: устанавливать техническую норму времени.

Актуальность темы. В области проектирования технологических процессов технически обоснованные нормы позволяют выбрать тот или иной вариант технологического процесса, обеспечивающего выполнение данного конкретного задания с наиболее благоприятными показателями.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и правильной организации рабочего места.

Общая норма времени (мин) на механическую обработку одной заготовки

$$T_{ш} = T_o + T_с + T_{об} + T_{от} + T_{н-з}/n$$

T_o – основное технологическое (машинное) время, мин;

$T_с$ – вспомогательное время, мин, время, затрачиваемое на выполнение различных действий, обеспечивающих выполнение основной работы (управление

станком, снятие и установку детали, подвод и отвод инструмента, контроль детали и т.п.);

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места и станка, мин (смазка станка, уборка стружки, смена инструмента и т.п.);

$T_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

$T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в настроечной партии, шт.;

Основное технологическое время, мин

$$T_O = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n_{шп} \cdot s}$$

где $L_{p.x.}$ – расчётная длина рабочего хода инструмента, мм;

i – число проходов при заданном режиме;

$n_{шп}$ – частота вращения шпинделя, принятая по паспорту станка об/мин;

s – подача, принятая по паспортным данным станка, мм/об.

$$L_{p.x} = L_{рез.} + L_1 + L_2 + L_3 + L_{дон}$$

$L_{рез.}$ – длина резания (длина обработанной поверхности), мм;

L_1 – длина подвода режущего инструмента – 1...2 мм;

L_2 – длина врезания инструмента ($L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi$), мм;

L_3 – длина перебега режущего инструмента – 1...3 мм;

$L_{дон}$ – дополнительная длина хода инструмента, мм.

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем. Вспомогательное время определяют по нормативным данным в зависимости от выбранной технологической оснастки и станочного оборудования. Для токарной операции 3...5 мин.

Время на обслуживание рабочего места и время на личные потребности берут в процентах от оперативного времени. Время обслуживания рабочего места составляет 3...8%, а время на личные потребности 4...9% от оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время – время на переналадку станка – смену и наладку приспособлений и инструмента, ознакомление с чертежом детали при переходе от обработки одной партии деталей к другой (10...15 мин).

Число деталей в партии

$$n = \frac{Q}{252}$$

где Q – годовая программа выпуска деталей, шт.;

252 – число рабочих дней, во время которых изготавливают данную деталь.

Все результаты расчётов и проектирования технологии изготовления детали оформляются в маршрутную и операционную карты.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Зачем нужно нормирование труда в машиностроении?
2. Какие Вы знаете составляющие нормы времени?
3. Изучить теоретическую часть работы.
4. Определить общую норму времени на механическую обработку одной заготовки.
5. Определить годовую программу выпуска.
6. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14

ИЗМЕРЕНИЯ И СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Цель работы: изучение посадок и основных понятий об измерении и средствах измерения.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: понятие об измерении; инструменты и методы измерения.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: выбирать инструменты, оборудование и методы измерения.

Актуальность темы. Надежность любой машины, функционирование её узлов в расчетном режиме, а значит и ресурс в определяющей степени зависят от геометрической точности изготовления деталей по сопрягаемым поверхностям. Повышение требований к качеству машин влечет за собой ужесточение допусков. Одновременно повышается и доля трудоемкости операций контроля в технологическом процессе изготовления деталей и изделий, совершенствуются измерительные средства. Как правило, одну метрологическую задачу можно решить с помощью различных измерительных средств, которые имеют не только разную стоимость, но и различные точность и другие метрологические показатели, а следовательно дают неодинаковые результаты.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Измерить какой-либо параметр детали – значит сравнить его с заданным на рабочем чертеже. При измерении находят числовое значение величины и устанавливают годность контролируемого параметра в пределах заданных отклонений. Контроль является информационным процессом, характеризующим качество проверяемых деталей.

Точность средств контроля имеет первостепенное значение. Обычно точность средства контроля назначают на порядок выше точности контролируемого параметра изделия.

Для контроля размеров используют различные инструменты и приборы, которые можно разделить на две группы: для абсолютных измерений и относительных.

Абсолютный метод измерения состоит в непосредственном определении измеряемой величины. Приборы, используемые при этом, снабжены штриховыми шкалами. Простейшим инструментом является обычная металлическая линейка. **Повышение точности отсчета, связанное оценкой доли деления шкалы, производят при помощи специальных устройств, называемых нониусами.** К подобным средствам измерения можно отнести штангенинструменты, имеющие линейный нониус: штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры. Эти инструменты снабжены линейными шкалами, отсчет по которым производится с помощью дополнительной шкалы – нониуса.

Штангенциркуль (рис. 1) состоит из штанги 1 с нанесенной на ней основной миллиметровой шкалой и перемещаемой от руки каретки 2 со шкалой нониуса. На штанге и каретке имеются нижние губки 3 и 4 (для наружных) измерений и верхние 5 и 6 (для внутренних измерений). Винт 7 служит для фиксации каретки на штанге.

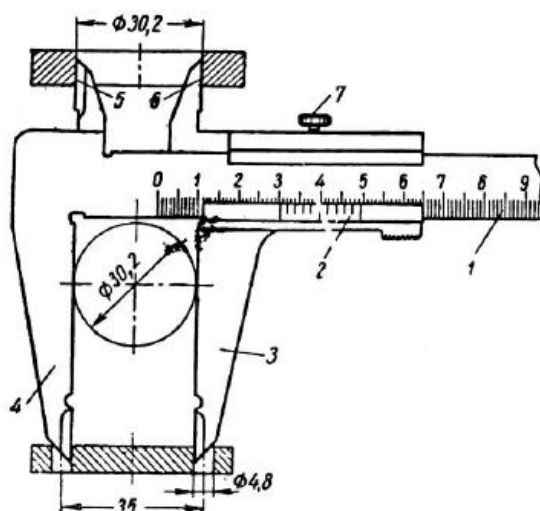


Рис. 1. Штангенциркуль

Более точными штриховыми приборами с нониусом являются микрометрические инструменты-микрометры. Микрометры с помощью винтовой пары преобразуют вращательное движение в поступательное. Основная шкала расположена на стебле прибора. Дробную часть измеряемого размера определяют по дополнительной шкале, нанесенной на барабане. Микрометром измеряют размеры с точностью до 0,01 мм (рис.2).

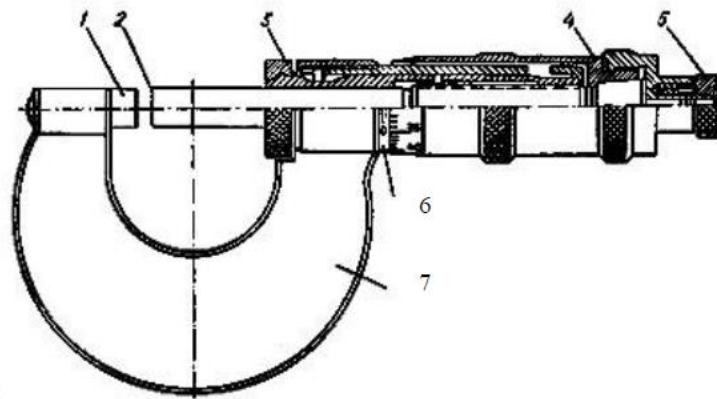


Рис. 2. Микрометр: 1 – пятка; 2 – микрометрический винт; 3 – стопор; 4 – барабан; 5 – головка трещотки; 6 – стебель; 7 – скоба

Относительный метод измерения заключается в определении отклонений измеряемой величины от заданного значения. Данный метод является более точным по сравнению с абсолютным.

При использовании приборов для измерения этим методом определяют отклонения от заданного размера, на который предварительно настроен прибор по соответствующему эталону.

Измерение наружных поверхностей при этом можно осуществлять индикаторными скобами (рис. 3). При охвате измеряемой поверхности пяткой 2 и упором 6 измерительная пятка 3, перемещаясь вдоль своей оси передает отклонения размера на стрелку 8 индикатора 4. Измерительное усилие создается пружиной индикатора и индикаторной скобы 7. Настройку скобы на размер осуществляют по эталону (или концевым мерам) перемещением пятки 2 с по-

следующей фиксацией винтом 5. Рычаг 1 служит для отвода измерительной пятки при установке скобы на измеряемую деталь.

Измерение диаметров внутренних цилиндрических поверхностей относительным методом производят индикаторным нутромером, глубины – индикаторным глубиномером.

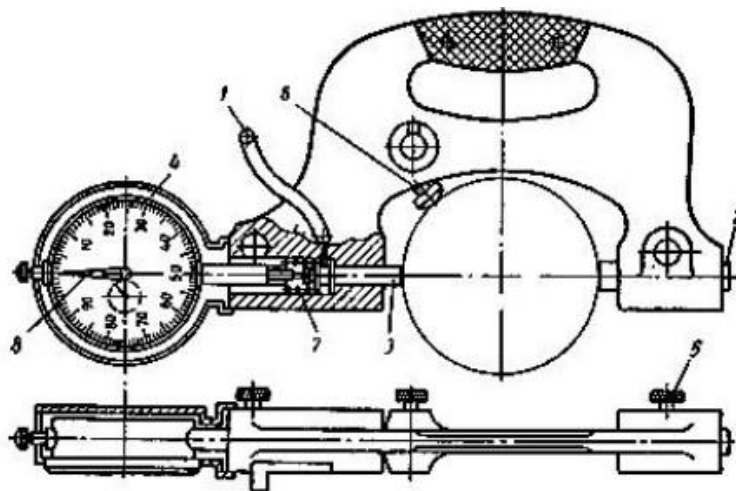


Рис. 3. Индикаторная скоба

Предельные калибры. Калибрами называют безшкальные инструменты, предназначенные для проверки размеров, формы поверхностей детали и их взаимного расположения. Они являются наиболее распространенным средством контроля в условиях серийного и массового производств.

При использовании калибров не измеряют численные значения отклонений от заданных размеров, а лишь устанавливают факт нахождения размера поверхности детали в пределах между допускаемыми наибольшими и наименьшими размерами. Предельный калибр для валов называют калибр-скоба, а для отверстий – калибр-пробка.

Калибры должны иметь две поверхности – проходную и непроходную. Проходная сторона калибра скобы (ПР) должна соответствовать наибольшему допускаемому предельному размеру поверхности, непроходная (НЕ) – наименьшему.

Разница между размерами проходной и непроходной сторон калибра соответствует допуску на контролируемый размер поверхности детали. На рис. 4 представлены конструкции предельных калибров и схемы измерения ими.

Для контроля резьбы используют резьбовые калибры. Проходные резьбовые калибры должны свинчиваться с годной резьбовой поверхностью детали, а непроходные нет.

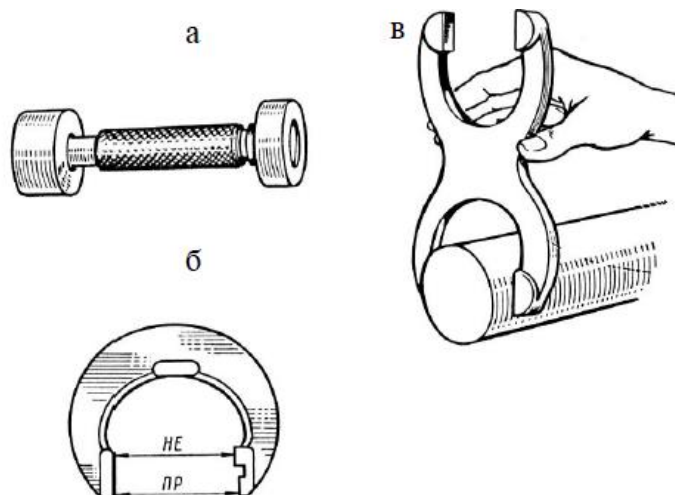


Рис.4. Предельные калибры: а – пробка двусторонняя, б – скоба односторонняя; в – измерение вала скобой двусторонней

Широкое распространение получили измерительные приборы специального назначения, например для контроля взаимного положения поверхностей детали. Контрольное приспособление для измерения биения отверстия А детали относительно шеек вала показано на рис.5.

Контролируемую деталь 1 устанавливают своими шейками на роликовые призмы 2 и 3. Биение отверстия измеряют индикатором 4 с рычажной передачей 5, установленной на стойке 6.

Механизация и автоматизация измерений обеспечивает значительное повышение производительности и позволяет управлять технологическим процессом обработки детали. В частности это возможно с использованием средств активного контроля. При контроле можно непосредственно измерять обрабатываемую деталь.

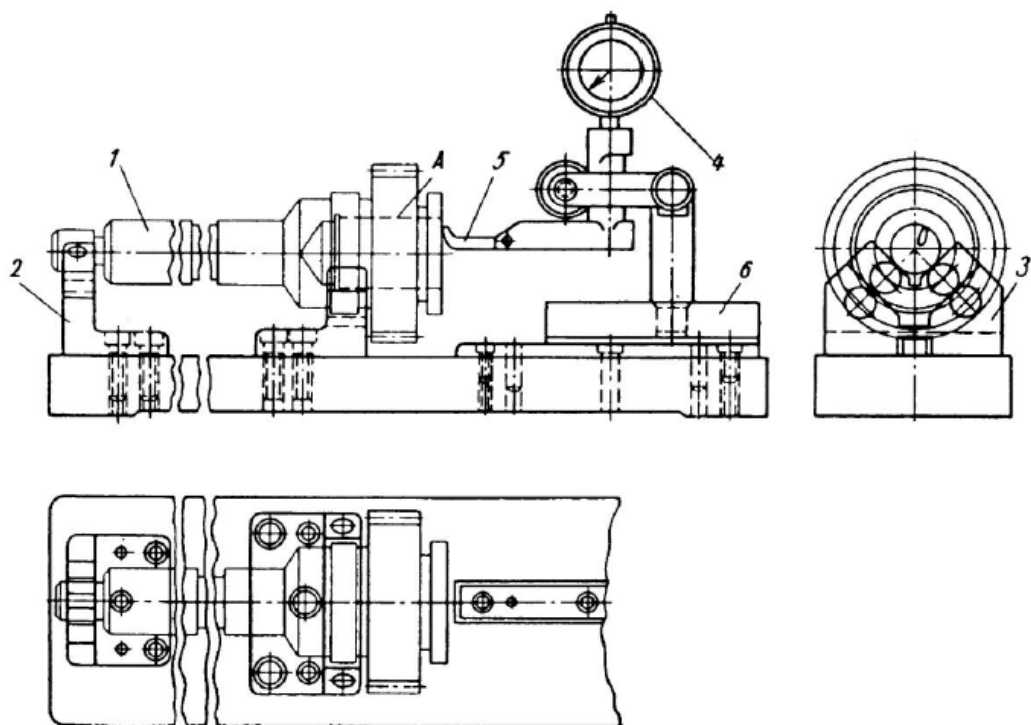


Рис. 5. Контрольное приспособление

На круглошлифовальных станках распространение получили трехконтактные скобы (рис. 6).

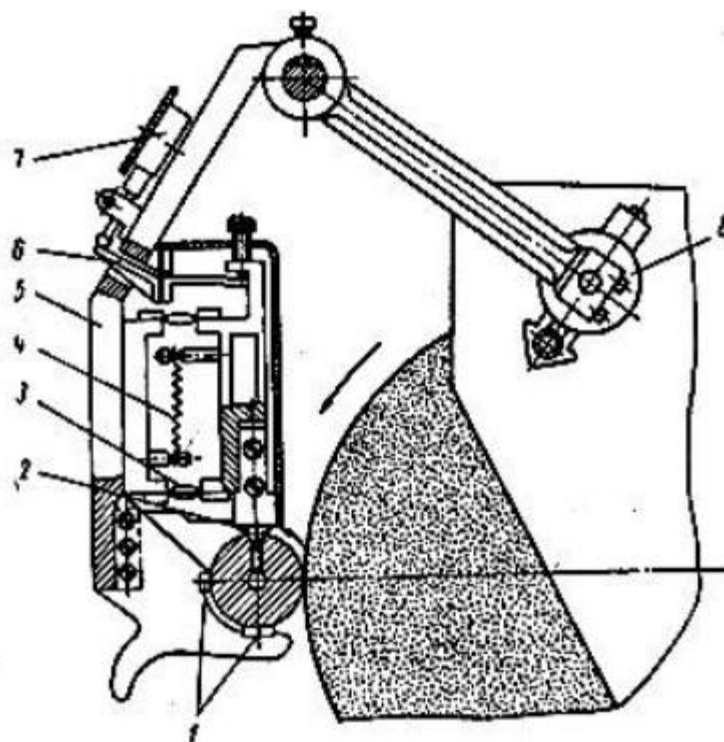


Рисунок 6 - Трехконтактная скоба с индикатором

Скоба 5 имеет два базирующих и один измерительный наконечник 2. Сама скоба шарнирно подвешена на кожухе 8 шлифовального круга и может откидываться. Измерение размера вала при шлифовании воспринимается измерительным наконечником 2 и через рычаг 6 передается отсчетному устройству (индикатору) 7 или измерительному преобразователю. В последнем случае, когда размер детали достигнет заданного значения, преобразователь отключает электропитание и станок останавливается.

Современные многоцелевые металлорежущие станки (МЦС) с числовым программным управлением (ЧПУ) могут иметь средства контроля обрабатываемой детали непосредственно на станке. Для этого используют датчики касания, смонтированные в инструментальной оправке, установленной в гнезде магазина инструментов станка.

Датчик (рис.7,а), имеющий подпружиненный щуп, который может отклоняться в радиальном и осевом направлениях от среднего положения, монтируют в корпусе 2 конической оправки 4. Оправка своей поверхностью базируется в гнезде инструментального магазина (когда нет измерения) или в отверстии шпинделя станка при измерении. Хвостовик 5 служит для автоматического закрепления датчика. Устройство 3 передает сигнал о касании датчиком измеряемой поверхности детали.

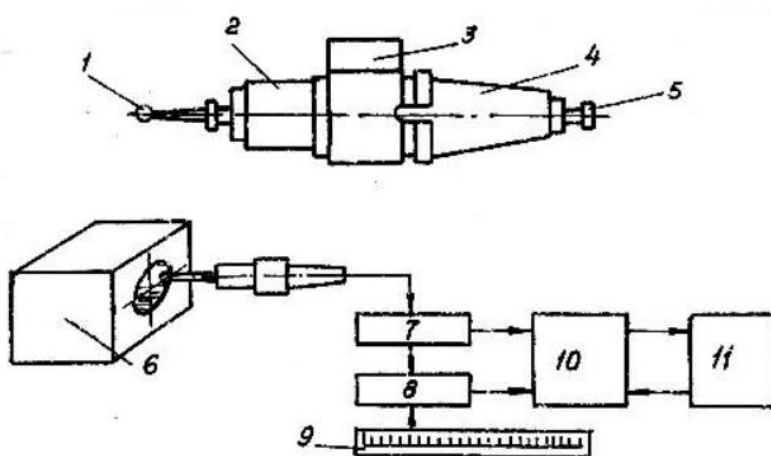


Рис. 7. Устройство автоматического контроля на станке:
а – датчик; б – схема системы контроля

По программе датчик манипулятором изымают из гнезда инструментального магазина станка и устанавливают в шпиндель. Щуп касается двух противоположных сторон обрабатываемой поверхности (например, отверстия). Имеющийся внутри датчика генератор инфракрасного излучения подает сигналы, посылаемые в момент касания датчиком обработанных поверхностей детали. Посланный сигнал поступает в устройство поиска сигнала 7 (рис.7,б) и далее в счетчик 8, где сравнивается с сигналом обратной связи 9. Результирующий сигнал запоминается и поступает в блок контроля размеров 10, откуда направляется в устройство ЧПУ 11 станка. Система автоматического контроля производит сравнение измеренного размера с заданным и выдает команду либо на продолжение обработки, либо её окончание.

В автоматизированном производстве целесообразно использование контрольно-измерительной машины (КИМ), включающей датчик касания, систему управления, вычислительное устройство и математическое обеспечение. Результаты измерения выводят на цифropечатающее устройство (рис.8).

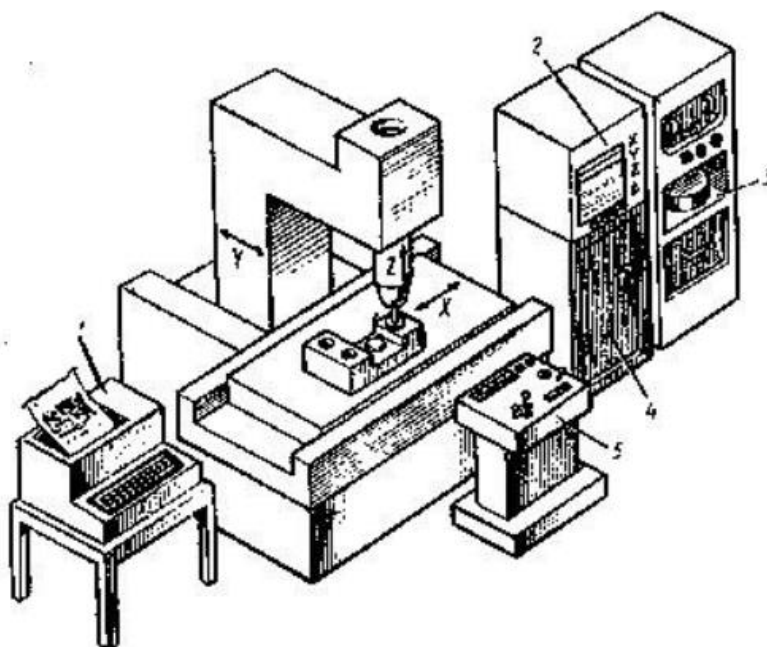


Рис. 8. Контрольно-измерительная машина: 1 – цифropечатающее устройство; 2 – цифровая индексация; 3 – устройство автоматического управления; 4 – ЭВМ; 5 – пульт ручного управления

Развитием КИМ является создание измерительного робота (рис.9). Робот может быть снабжен несколькими одновременно работающими измерительными устройствами. Горизонтальное исполнение (рис. 9) обеспечивает хороший доступ к контролируемой детали и измерение с различных сторон с помощью щупов одной конфигурации.

Измерение шероховатости поверхности производят с помощью приборов, которые подразделяются на 2 группы: контактные (щуповые) и бесконтактные. Первые имеют измерительный наконечник в виде иглы, контактирующей при измерении с микронеровностями проверяемой поверхности (профилографы и профилометры).

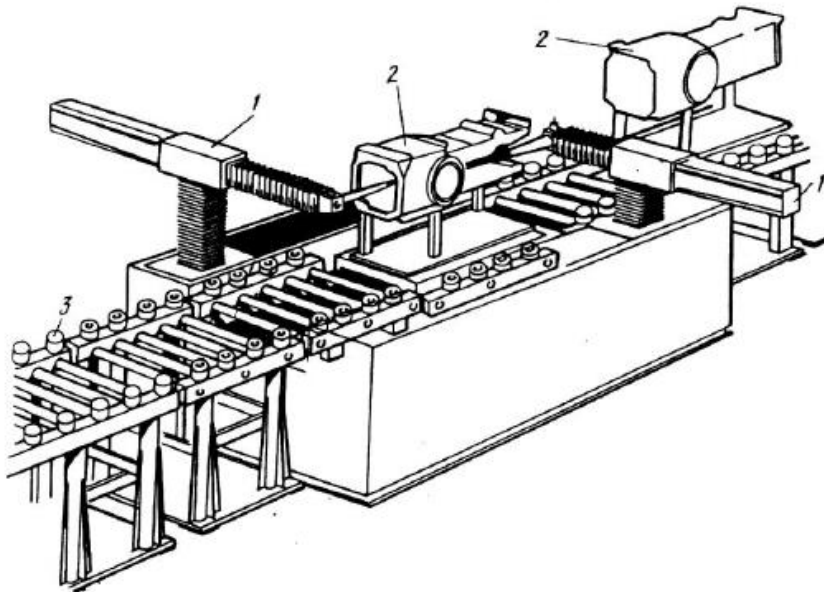


Рис. 9. Измерительный робот в ГПС:
1 – робот; 2 – контролируемая деталь; 3 – конвейер

К бесконтактным приборам относятся оптико-механические.

На рабочем месте не всегда удобно пользоваться существующими приборами для измерения шероховатости поверхности, поэтому широко распространен контроль сравнением шероховатости поверхности детали со стандартным образцом (рис.10). Этот метод не дает числового значения шероховатости, но тем не менее при определенном навыке специалиста позволяет достаточно точно оценить

шероховатость обработанной поверхности. Оценку производят визуально-осязательным способом.

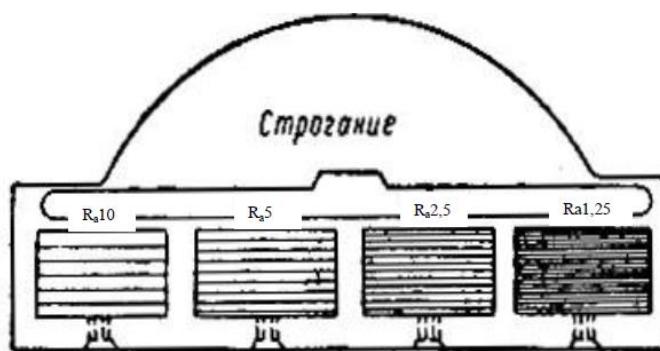


Рис. 10. Образцы шероховатости

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Понятие об измерении и контроле.
2. Абсолютный и относительный методы измерения.
3. Какие Вы знаете инструменты для измерения.
4. Механизация и автоматизация измерений.
5. Соответствие качеств точности методам обработки поверхностей.
6. Точность формы поверхности
7. Изучите теоретическую часть.
8. Оформите отчет о работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Введение в инженерную деятельность. Машиностроение : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-2694-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209684>
2. Зубарев, Ю. М. Введение в специальность. Машиностроение : учебное пособие для СПО / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-7082-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154419>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Кривая опорной поверхности

Цель работы: изучение основных параметров, характеризующих макро– и микрогеометрию поверхностей деталей машин.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: макро- и микроотклонения профиля поверхности от номинала, волнистость, методы определения шероховатости поверхности.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Исследовать профилограмму поверхности, строить кривую опорной поверхности.

Актуальность темы. В процессе изготовления деталей машин на их поверхности формируются неровности — отклонения от геометрической формы, заданной чертежом детали, которые определяют топографию поверхности и оказывают значительное влияние на взаимодействие твердых тел при внешнем трении и изнашивании, а в результате на ресурс машин. Поэтому задача исследования геометрических характеристик рабочих поверхностей деталей машин актуальна.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Форма и размеры неровностей на поверхности деталей зависят от кинематической схемы станка и способа обработки, механических свойств материала и колебаний в системе станок — приспособление — инструмент — деталь.

Принято различать четыре вида отклонений от правильной геометрической формы поверхности: макроотклонения, волнистость, шероховатость и субмикрошероховатость (рис. 1):

Макроотклонения — единичные, неповторяющиеся отклонения формы от номинальной (идеализированно правильной) геометрии (бочкообразность, выпуклость, вогнутость, конусность, и др.). Макроотклонения являются следствием погрешностей, вызванных неточностью изготовления станка и инструмента, а также упругими деформациями, возникающими под влиянием переменной силы резания.

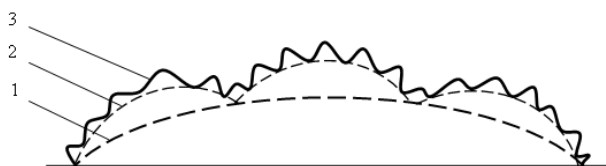


Рисунок 1 — Схема микрогеометрии поверхности трения
твёрдого тела:

1 — макроотклонения; 2 — волнистость; 3 — шероховатость

Волнистость — совокупность периодических, регулярно повторяющихся, близких по размерам выступов и впадин, расстояние между которыми значительно больше, чем у неровностей, образующих шероховатость поверхности. Волнистость характеризуется размерами отклонений — шагом волны от 0,8 до 10 мм и высотой волны от 0,03 до 500 мкм и образуется, главным образом, вследствие колебаний, возникающих в процессе обработки. Форма волн близка к синусоидальной.

Шероховатость — совокупность микронеровностей с относительно малым шагом, образующих рельеф поверхности. Шероховатость поверхности формируется не только в процессе механической обработки, но и в процессе внешнего трения твердых тел. Шаг микронеровностей при этом составляет 2...800 мкм, а их высота 0,03...400 мкм. Шероховатость в значительной мере определяется структурой обрабатываемого материала и его напряженным состоянием.

Субмикрошероховатость — более мелкие неровности, имеющиеся на выступах, образующих шероховатость. Субмикрошероховатость пока не нормирована. В настоящее время разработаны достаточно надёжные средства её оценки, однако не созданы приборы, пригодные для инженерной практики. Субмикрошероховатость играет существенную роль в протекании контактных процессов и в настоящее время интенсивно исследуется. Исследования поверхностей электронным микроскопом показывают, что субмикрошероховатость образуется неровностями, имеющими высоту $2 \dots 20$ нм.

В процессе трения и износа деталей машин микрогеометрия поверхностей претерпевает значительные изменения. Наибольшие изменения испытывает более мягкая из сопрягаемых поверхностей. Её шероховатость приближается к шероховатости твердого контртела до тех пор, пока не достигнет некоторого оптимального значения, характерного для данного режима трения. Изменение шероховатости поверхности происходит при трении и изнашивании вследствие процессов пластического оттеснения, усталостного разрушения и, в некоторых случаях, микрорезания и глубинного вырывания.

Поскольку шероховатость поверхности оказывает существенное влияние на все процессы, протекающие в области контакта взаимодействующих тел, включая их деформирование, трение и изнашивание, большое внимание в трибтехнике уделяется разработке методов измерения шероховатости и способов количественного описания топографии поверхности.

Характеристики шероховатости изучаются преимущественно по профилограммам (рис. 2) в пределах базовой длины l . Базовую длину выбирают таким образом, чтобы на ней не проявлялись другие виды неровностей (волнистость и макроотклонения). В России и ряде других стран принята система отсчёта высот неровностей от средней линии.

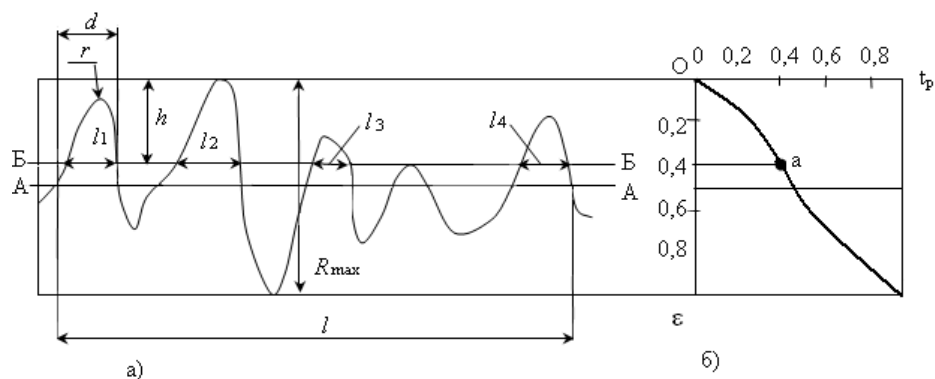


Рисунок 2 — Участок профилограммы (а) и кривая опорной поверхности (б)

А-А — средняя линия; Б-Б — секущая плоскость; d — диаметр пятна контакта, мкм; R_{max} — максимальная высота микронеровностей, мкм; r — радиус кривизны вершин выступа, мкм; h — сближение, мкм; r — радиус кривизны вершин выступа, мкм; l — базовая длина, мкм; l_1, l_2, l_3, l_4 — соответственно длины участков микровыступов, которые пересекает секущая плоскость Б-Б; t_p — относительная площадь фактического контакта; ε — относительное сближение.

Средняя линия (А-А) проводится в пределах базовой длины по направлению профиля таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений точек профиля, расположенных выше и ниже средней линии, была минимальной. Через вершину самой высокой неровности и наиболее низко расположенной впадины, в пределах базовой длины, проводят линии выступов и впадин параллельно средней линии. Характеристики профиля отсчитываются по отношению к этим линиям.

При расчёте фрикционных характеристик твёрдых тел используются следующие параметры шероховатостей (ГОСТ 25142-82): R_a — среднее арифметическое отклонение профиля; R_z — высота неровностей профиля по десяти микронеровностям в пределах базовой длины, мкм; R_{max} — максимальная высота микронеровностей, мкм; h — сближение, мкм; r — радиус кривизны вершин выступа, мкм; d — диаметр пятна контакта, мкм (рис. 2а).

Распределение материала в поверхностных слоях твердого тела задается *кривой опорной поверхности* (рис. 2б). Эта кривая играет важную роль при определении площади фактического контакта твёрдых тел в зависимости от нормальной нагрузки. Для практических целей широко используется начальный участок кривой Оа, расположенный выше средней линии, который может быть задан уравнением:

$$t_p = b \cdot \varepsilon^v, \quad (1)$$

где t_p — относительная площадь фактического контакта;

ε — относительное сближение;

v и b — параметры кривой опорной поверхности.

Параметры v и b зависят от вида механической обработки. Для проведения ориентировочных расчетов можно принимать $b = 2$ и $v = 2$.

Указанная кривая может быть построена также экспериментальным путем на основании анализа профилограмм.

Для изучения геометрических характеристик шероховатых поверхностей используется несколько методов. Среди них наибольшее распространение получил щуповой метод с помощью профилометра (профилографа), сущность которого заключается в том, что по поверхности трения перемещается алмазная игла с малым радиусом закругления. Колебания иглы в вертикальном направлении повторяют неровности профиля поверхности. Эти колебания преобразуются в электрические сигналы, которые усиливаются и записываются в виде профилограммы, а специальное интегрирующее устройство выдает значения R_a и другие характеристики профиля. Недостатком щупового метода измерения профиля являются искажения, возникающие в результате вдавливания иглы в исследуемую поверхность, поскольку в зоне контакта имеют место значительные давления. Кроме того, ощупывающая игла имеет радиус закругления конечных размеров 2...10 мкм, поэтому при скольжении по выступу профиль искажается (записывается радиус выступа, увеличенный на радиус иглы). Пре-

имущества щупового метода состоят в возможности его применения к поверхностям, шероховатость и волнистость которых изменяется в широких пределах, а также быстроте измерений и полноте получаемой информации. Схема работы профилографа показана на рисунке 3.

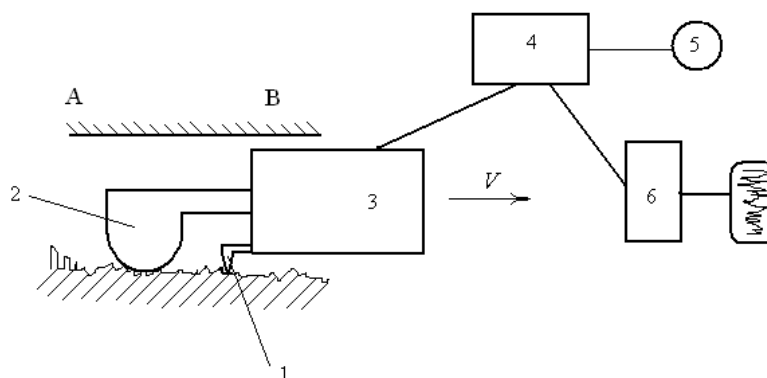


Рисунок 3 — Схема работы профилографа:

1 — алмазная игла; 2 — шаровая опора; 3 — преобразующий датчик; 4 — усиливающий блок; 5 — показывающий прибор; 6 — самописец; А-В — гладкая ровная поверхность.

В профилографе игла 1 перемещается по поверхности и смещается по вертикали относительно шаровой опоры 2, имеющей большой радиус кривизны и поэтому скользящей по вершинам микровыступов, опускаясь и поднимаясь в соответствии с имеющейся волнистостью. Перемещение иглы 1 преобразуется датчиком 3 в электрические сигналы, которые поступают в блок 4, где усиливаются и анализируются, и оттуда — на показывающий прибор 5 и самописец 6. Благодаря тому, что шаровая опора имеет большой радиус и скользит по вершинам выступов, она повторяет форму волн, и прибор реагирует только на шероховатость поверхности.

Для одновременной оценки шероховатости и волнистости поверхности прибор работает в другом режиме: опора 2 прижимается и скользит по гладкой ровной поверхности АВ, а игла реагирует и на шероховатость поверхности, и на её волнистость.

В современных профилометрах получаемые в процессе измерения данные анализируются с помощью ЭВМ, и сразу выдаются значения характеристик шероховатости и волнистости. Примером такого прибора для измерения шероховатости является профилограф MarSurf PS 1, внешний вид которого показан на рисунке 4. Прибор имеет автономное питание — более 500 измерений без необходимой подзарядки. Проводит замеры в широком диапазоне положений в зависимости от конфигурации детали (вертикальном, горизонтальном, перевернутом). Благодаря встроенному эталону шероховатости вероятность ошибки значительно уменьшена. Во внутреннем блоке памяти может храниться до 15 профилей или 20000 результатов. Диапазон измерений прибора составляет максимум 350 мкм (-200...+150 мкм). Прибор прост в обслуживании, компактен, мобилен, имеет небольшой вес (прибл. 400 г). Даже не имея специальной подготовки, им можно проводить корректные измерения: если включен автоматический режим, то прибор распознает периодические и аperiodические профили и автоматически устанавливает соответствующую норму величину отсечки шага и соответствующие участки ощупывания. Быстрые и надежные измерения на месте гарантируют требуемое качество поверхности в процессе производства.



Рисунок 4 — Прибор измерения шероховатости MarSurf PS 1:

1 — корпус, 2 — индикатор, 3 — клавиатура, 4 — устройство подачи, 5 — щуп, 6 — Start-клавиши, 7 — устройство защиты щупа.

Корпус прибора 1 (рис. 4) сверху снабжен трехточковой опорой для измерений в потолочном положении, внизу находится призма для цилиндрических объектов измерений. Благодаря крепкому корпусу MarSurf PS 1 не чувствителен к жестким условиям работы.

Результаты измерений могут отображаться на жидкокристаллическом индикаторе 2 по выбору в метрической или в дюймовой системе единиц измерения. На клавиатуре 3 клавиши «Ra» и «Rz» служат для выбора параметров R_a и R_z , с соответствующей индикацией, «F1» — клавиша для включения свободного программируемого параметра, «Lt/Lc» — клавиша для установки величины отсечки шага и участка ошупывания. Все функции прибора объединены в логически построенном каталоге. Клавиши со стрелками «▲», «►», «▼», «◄» предназначены для выбора и установки желаемых функций. Результаты установки отображаются на индикаторе 2.

Устройство подачи 4 необходимо для выбора правильной позиции измерения передвижением в продольном направлении или поворотом. При этом направляющие штифты на механизме подачи помогают найти оптимальное рабочее положение. Максимальная длина участка ошупывания составляет 17,5 мм.

Щуп 5 настроен на предприятии-изготовителе. Для проведения особо точных измерений методом ошупывания, а также для последующей проверки профилограф обладает функцией автоматического динамического калибрования.

Зеленые Start-клавиши 6 (слева и справа) включают прибор, подтверждают щуп, запускают и прерывают текущее измерение. Комбинации клавиш: «Start» + «Lt/Lc» — открывает каталог установок; «Start» + «Ra» — показывает выбранные параметры один за другим; «Start» + «Rz» — выключает прибор при сохранении установок, с которыми было осуществлено последнее безошибочное измерение.

Устройство защиты щупа 7 в соединении с дугой для установки высоты или измерительной стойкой можно использовать как вторую опорную точку.

На рисунке 5 MarSurf PS 1 стоит на призматической нижней стороне или на дугах устройства установки высоты 2. Измерения проводятся на ровной поверхности или в отверстии детали 3, головка щупа указывает вниз.

При стационарном режиме работы можно укреплять MarSurf PS 1 на измерительной стойке (рис. 6). На рисунке 7 показан пример измерения цилиндра (вес цилиндрического объекта может быть до 1 кг). Прибор лежит на своей верхней стороне (трехточковая опора), призма служит опорой цилиндру, головка щупа указывает вверх. В зависимости от длины объекта измерения можно передвигать механизм подачи в продольном направлении в переднее или заднее положение упора.

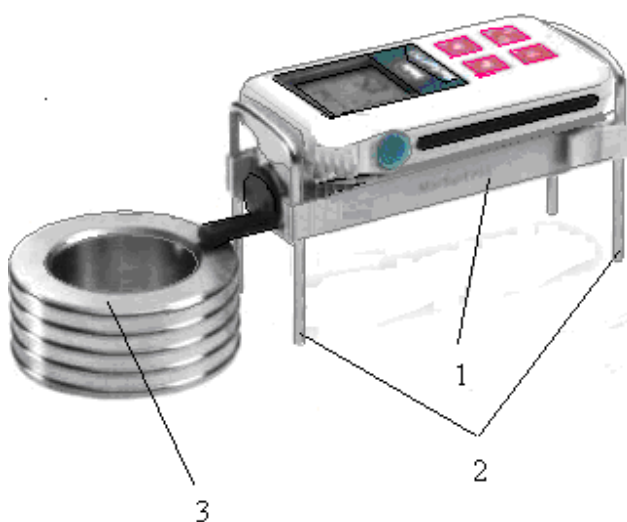


Рисунок 5 — MarSurf PS 1 с устройством установки высоты:

1 — опора для крепления принадлежностей устройства установки высоты; 2 — две дуги для установки высоты; 3 — контролируемая деталь.

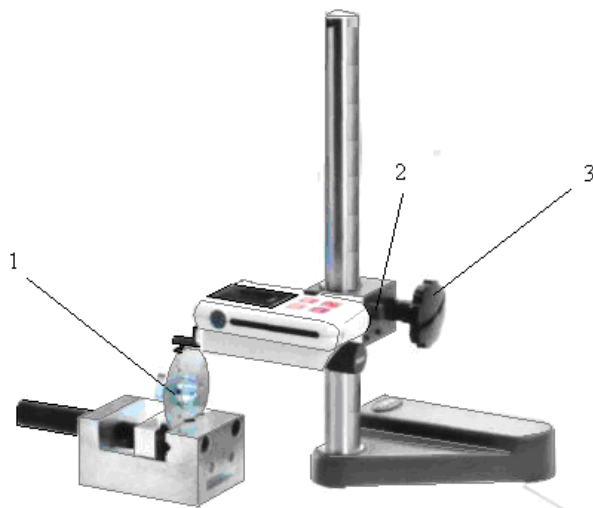


Рисунок 6 — Стационарное место измерения с измерительной стойкой:

1 — контролируемая деталь; 2 — установочный винт для коррекции наклона; 3 — маховичок для установки высоты

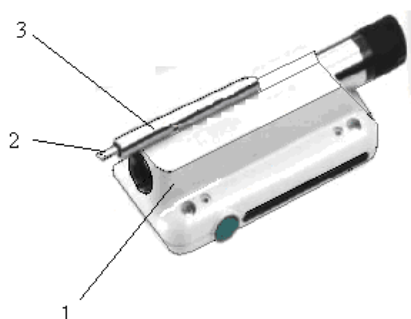


Рисунок 7 — Измерение цилиндрических объектов:

1 — призма прибора; 2 — щуп; 3 — цилиндрический объект.

Схема индикатора MarSurf PS 1 с показаниями приведена на рисунке 8 (в режиме измерения не могут появляться одновременно все элементы индикации).

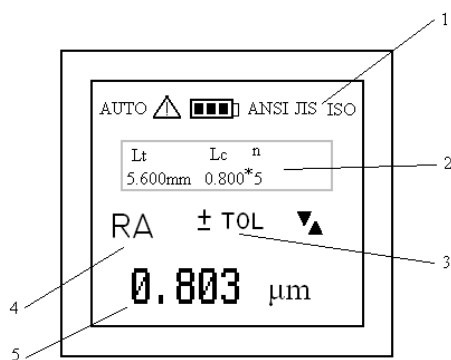


Рисунок 8 — индикатор MarSurf PS 1:

1 — указательные символы; 2 — текстовое поле; 3 — указательные символы; 4 — измеряемый параметр; 5 — результат измерения с указанием размерности.

На индикаторе указательные символы 1 означают: AUTO — автоматическая установка отсечки шага и участка ощупывания; $\triangle$ — нестандартные условия измерения;  — состояние зарядки аккумулятора; ANSI, JIS, ISO — выбранный стандарт. На текстовом поле 2 можно увидеть: Lt — величину отсечки шага; Lc — величину участка ощупывания; n — число отдельных участков измерения. Указательные символы 3: + TOL и – TOL показывают соответственно превышение верхней и нижней границы допуска измеряемого параметра; знаки «▲» и «▼» означают превышение соответственно верхней и нижней границы диапазона измерения.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Изучить основные параметры шероховатости и аналитические выражения для их определения.

2. В масштабе построить профилограмму поверхности трения опытного образца (рис. 2).

3. По заданной профилограмме определить относительную площадь касания и относительное сближение.

Для этого надо обработать профилограмму в следующей последовательности:

а) в промежутке от вершины самого высокого и самого низкого относительно средней линии выступа надо провести 5...6 секущих плоскостей, параллельных этой линии (линия Б — Б на рисунке 2а);

б) измерить расстояние от каждой из этих плоскостей до вершины самого высокого выступа и найти для каждой секущей плоскости сближение $h_1, h_2 \dots h_i$, мм;

в) измерить и просуммировать длину участков микровыступов, которые пересекает каждая из указанных плоскостей (рис. 2а), мм,

$$\Delta l_i = l_1 + l_2 + \dots + l_i . \quad (2)$$

г) для каждой секущей плоскости определить относительную площадь касания

$$t_p = \Delta l_i / l \quad (3)$$

и относительное сближение

$$\varepsilon_i = h_i / R_{max} , \quad (4)$$

где R_{max} — максимальная высота микронеровностей, мм;

l — базовая длина профилограммы, мм.

Результаты измерений следует занести в таблицу 1.

Таблица 1 — Данные для построения кривой опорной поверхности

Параметр	Номер секущей плоскости					
	1	2	3	4	5	6
$h_i, \text{ мм}$						
$\Delta l_i, \text{ мм}$						
t_p						
ε_i						

4. Построить кривую опорной поверхности.

Используя систему координат, показанную на рис.2б, следует построить начальный участок кривой опорной поверхности. Для этого на основании данных, приведенных в таблице 1, по оси абсцисс надо отложить значения параметра t_p , а по оси ординат соответствующее ему значение параметра ε_i , и соединить полученные таким образом точки плавной кривой. В результате должна получиться вогнутая кривая, отражающая характер распределения материала в поверхностных слоях твёрдого тела.

1. Назовите основные причины отклонений от номинального профиля реальных поверхностей твёрдых тел.
2. Какие виды отклонений от правильной геометрической формы поверхности вы знаете?
4. Для чего строится кривая опорной поверхности?
5. Как строится кривая опорной поверхности?
6. Каков принцип действия профилограф-профилометра?
7. В чём заключаются недостатки и преимущества щупового метода измерения профиля?
8. Поясните конструкцию и принцип действия профилографа MarSurf PS 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Определение параметров шероховатости поверхности

Цель работы: изучение основных параметров, характеризующих макро– и микрогеометрию поверхностей деталей машин.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: макро- и микроотклонения профиля поверхности от номинала, волнистость, методы определения шероховатости поверхности.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Исследовать профилограмму поверхности, определять основные параметры шероховатости поверхности.

Актуальность темы. В процессе изготовления или при эксплуатации деталей машин на их поверхности формируются неровности — отклонения от геометрической формы, заданной чертежом детали, которые определяют топографию поверхности и оказывают значительное влияние на качество поверхности деталей, а в результате на ресурс машин. Поэтому задача исследования геометрических характеристик рабочих поверхностей деталей машин актуальна.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Средним арифметическим отклонением профиля R_a , мкм, называют среднее арифметическое абсолютных значений y , мкм, отклонений профиля в пределах базовой длины l

$$R_a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} |y(x)| dx \quad \text{или} \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|. \quad (1)$$

Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z , мкм, представляет собой сумму средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины l

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}| \right), \quad (2)$$

где y_{pi} — высота i -го наибольшего выступа профиля, мкм;

y_{vi} — глубина i -й наибольшей впадины профиля, мкм.

Наибольшая высота неровностей профиля R_{max} , мкм, является полной высотой профиля, т. е. расстоянием между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины.

Средний шаг местных выступов профиля S , мкм, — среднее значение шагов местных выступов профиля в пределах базовой длины

$$S \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i . \quad (3)$$

Средний шаг неровностей профиля S_m , мкм, — среднее значение шага неровностей профиля по средней линии в пределах базовой длины

$$S_m \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_{mi} . \quad (4)$$

Параметры S и S_m дают представление о расстояниях между характерными точками пересечения профиля со средней линией.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

На основании анализа профилограмм определить параметры шероховатости поверхности R_a , R_z , S и S_m , мкм.

Для этого в пределах базовой длины профилограммы следует найти соответствующие отклонения неровностей профиля относительно средней линии и произвести вычисления по известным выражениям: (1)...(4).

1. Назовите основные причины отклонений от номинального профиля реальных поверхностей твёрдых тел.

2. Какие виды отклонений от правильной геометрической формы поверхности вы знаете?

3. Перечислите основные параметры шероховатости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 17

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ (КИМ)

Цель: Изучить принцип работы контрольно-измерительной машины.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: устройство контрольно-измерительной машины; типы контрольно-измерительных машин; функциональные особенности и применение КИМ.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: выбирать оборудование для точных метрологических измерений.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: навыками анализа и выбора инструментальных материалов.

Актуальность темы: Контроль размеров готовой продукции всегда был узким местом в машиностроении. С момента появления массового производства и до настоящего времени на многих предприятиях до сих пор пользуются ручным мерительным инструментом. И основная проблема состоит в скорости проведения измерений, а также в записи и систематизации результатов. Распространение оборудования с ЧПУ только усугубило эту проблему. Увеличились производительность станков, сложность и ассортимент выпускаемых изделий.

В машиностроительной отрасли наблюдается непрерывный рост требований к точности. И погрешность у современных средств измерений должна быть на порядок выше, чем у станка. Одним из наиболее современных решений метрологических задач в машиностроении считается применение координатно-измерительных машин (КИМ). Устройства этого класса позволяют контролировать формы высокой сложности, делать это быстро и с высокой повторяемостью результата.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Контрольно-измерительная машина (КИМ) – прибор, предназначенный для определения геометрических сведений об изделии либо предмете. Установки координатно-измерительного типа обеспечивают реализацию решения различных метрологических задач. Механизмы позволяют провести оперативные измерения геометрических показателей устройств различной сложности.

Измерительные манипуляции производятся в автоматическом режиме благодаря работе преобразователей, которые закреплены на вращательной оси агрегата. Используемые датчики отличаются по функциональным особенностям, типам и характеру осуществляемых расчетов. Приборы используются для быстрой отладки станков ЧПУ, а также позволяют свести к минимуму показатели производственного брака и оптимально использовать материальные ресурсы.

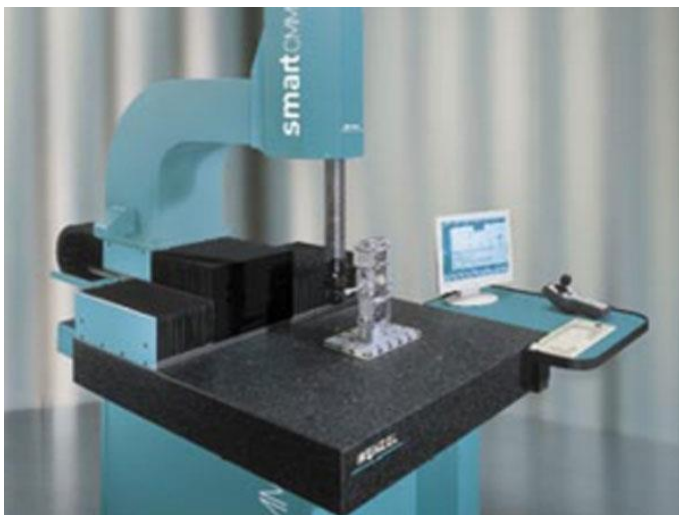
Контрольно-измерительные машины – устройство

Машины контрольно-измерительного типа обеспечивают точное определение координат, которым соответствует поверхность изделия, и предусматривают следующие элементы:

- Механическое основание – область для размещения тестируемого образца, предусматривает возможность перемещения изделия к щуповому механизму;
- Щуповая система – обеспечивает фиксацию координат точек соприкос-

новения щупа и исследуемого материала;

- Опция измерений — определяют значения координат по всей оси движения щупа;
- Рабочий привод — осуществляет управление движением подвижных элементов конструкции;
- Система контроля обработки полученных данных.



Функциональность агрегата базируется на взаимодействии основных рабочих узлов между собой в рамках заданной рабочей схемы. Схема работы преобразователей устройств может быть:

- Индукционной и оптической;
- Электроконтактной и емкостной;
- Тензо- и пьезометрической.

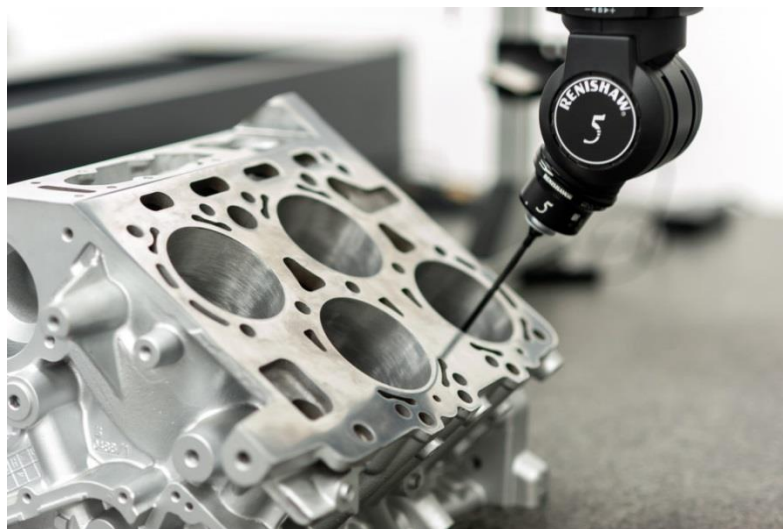
Выходные сигналы могут предусматривать аналоговый либо дискретный тип взаимодействия. Замеры проводятся контактным либо бесконтактным методом по триггерному принципу либо с помощью сканирования. Управление агрегатами производится вручную либо в автоматическом режиме.

Типы контрольно-измерительных машин

Классификация машин контрольно-измерительного типа предусматривает следующие виды агрегатов:

- Консольный;

- Портальный;
- Мостовой.



Консольные установки характеризуются простотой функционирования и предусматривают небольшое количество координатных перемещений щупа. Устройства портального типа оснащены порталом с закрепленной консолью и отличаются высокой точностью полученных данных за счет большого числа координатных движений. Мостовые приборы предусматривают наличие консольного элемента, который размещается между передвижными колоннами и колонной с наивысшим параметром жесткости относительно оси.

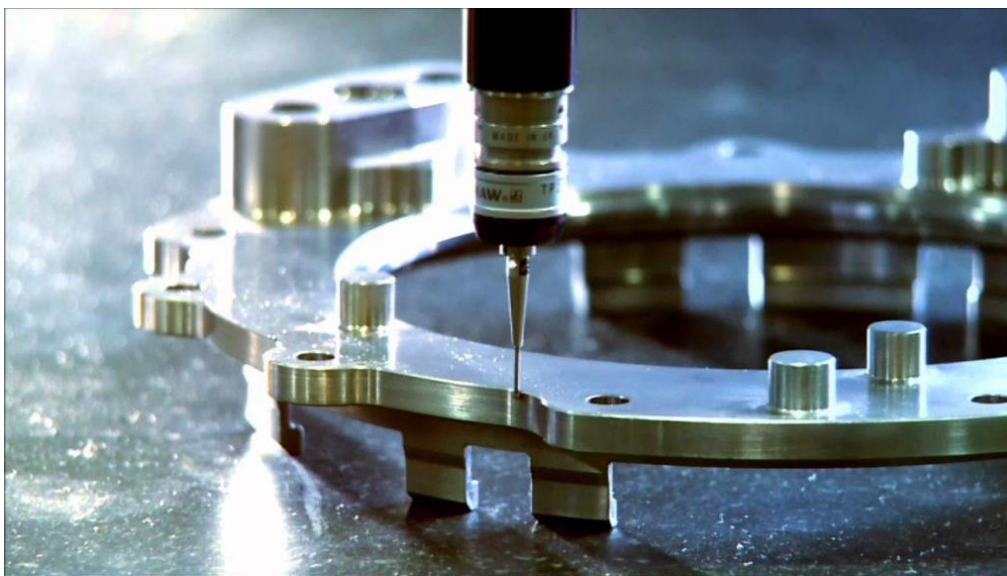
Модификации устройств включают модели со стационарным размещением и мобильные агрегаты. Стационарные установки предполагают высокую точность формируемых показателей исследуемого образца. Механизмы оптимально подходят для предприятий, которым требуется достоверность и верность осуществляемых расчетных операций.

Функциональные особенности КИМ

Координатно-измерительные машины предусматривают расширенный набор функций и характеризуются следующими преимуществами:

- Присутствие противоаварийной защиты;
- Система автоматики обеспечивает контроль работы установок;
- Поддерживается режим обратного проектирования;

- Устройства подходят для эксплуатации в помещениях цехов;
- Предусмотрена опция температурной компенсации;
- Возможность импорта моделей CAD;
- Соответствие стандартам DMIS.



В числе ключевых особенностей контрольно-измерительных агрегатов значатся следующие параметры:

- Повышенная компенсация вибраций – обеспечивает оптимальные условия для проведения высокоскоростного сканирования, что позволяет повысить производительность агрегата без потери точности измерений независимо от сложности чертежа;
- Оптимизация траектории движения датчика – базируется на автоматическом расчете минимальных расстояний между точками измерения и сокращает простои агрегата. Данная опция позволяет осуществлять плавные движения устройства за максимально короткий срок выполнения операции;
- Функция энергосбережения – активизируется в период простоя и предусматривает отключение питания установки в случае отсутствия рабочих операций. Опция позволяет поддерживать агрегат в режиме готовности;
- Экономичный расход воздушного потока – активизируется при отсутствии рабочих задач и предполагает режим сбережения электроэнергии за

счет снижения параметров потребления;

- Контроль состояния окружающей атмосферы – фиксируется за счет системы датчиков, что позволяет выявить отклонения в окружающей среде, которые могут повлиять на точность проводимых измерений.

Контрольно-измерительные машины – применение

Область использования КИМ включает предприятия металлургической и машиностроительной сферы, отрасль авиационных разработок и автомобилестроения, а также электротехническую индустрию и сферу электроники. Установки подходят для эксплуатации, как на крупных промышленных производствах, так и применяются небольшими компаниями, оптимальным решением для которых выступают компактные модели с ручным вариантом управления.

Устройства контрольно-измерительного назначения используются для:

- Измерения габаритных параметров изделий, их профилей, углов;
- Создания рельефных карт;
- Перевода изображения в цифровую форму;
- Определения показателей сдвигов.



Благодаря точности управления и осуществляемых измерений производится выпуск мелких изделий, характеризующихся четкой геометрией. Использо-

вание КИМ в сложных технологических процессах позволяет объединить различные этапы производства и поддерживать точность осуществления выполняемых процедур.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Назначение КИМ.
2. Устройство и принцип работы КИМ.
3. Область применения КИМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации КИМ ПАО Радиозавод «Сигнал».

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 18

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ МИКРОСКОПА

Цель: ознакомление с устройством и принципом работы микроскопа.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: устройство и принцип работы микроскопа; виды микроскопов; применение микроскопов.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: использовать микроскоп при проведении исследований.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой выбора и применения микроскопа для исследований

Актуальность темы: Все современные лаборатории и цехи имеют микроскопы для непрозрачных объектов и металлов – металлографические микроскопы. Работая с ними можно быть уверенным в качестве полученных результатов. Учитывая то, что данные микроскопы нашли свое применение в

отраслях с металлами, отсюда их и второе название – металлургические или промышленные микроскопы. Благодаря глубокому изучению сплавов удастся четко и точно определить все его характеристики. Используя металлографический микроскоп можно не только оценить тип и характер дефекта в металле, но и структуру его (так называемые зерна металла), оценить его поверхность, шероховатость и присутствие в металле неметаллических структур.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Устройство и принцип работы микроскопа

Микроскоп — прибор, предназначенный для получения увеличенных изображений, а также измерения объектов или деталей структуры, невидимых или плохо видимых невооружённым глазом.

Известно много моделей разных микроскопов: от простейших школьных до сложных лабораторных инструментов с тонкими настройками, предназначенными для профессионалов. Перед использованием микроскопа важно определиться с тем, какие наблюдения вы будете на нём проводить.

Независимо от того, как сконструировано строение микроскопа, существует несколько основных характеристик и понятий, общих для каждого инструмента:

- апертура;
- уровень оптического разрешения;
- источники света.

Одна из главных задач микроскопа — построение чёткого и максимально крупного изображения наблюдаемого объекта. Апертура — это диаметр (или размер) увеличивающей линзы или системы линз, которые поставлены в тот или иной микроскоп. Чем больше величина апертуры, тем выше сила преломления объективом световых лучей и больше их количество, попадающее в поле

наблюдения.



Второй, не менее важный параметр — способность оптики к разрешению. То, насколько качественно будет работать оптическая схема микроскопа, напрямую зависит от того, насколько точно изготовлены и «подогнаны» линзы. Также на качество разрешения влияет световая дисперсия, обеспечивающая разложение белого света на спектр радуги.

Третья характеристика — это источник света. Самый простой световой источник — зеркало, которое можно увидеть, рассмотрев простейший школьный микроскоп. Поворачивая зеркальце под разными углами, наблюдатель добивается различной степени освещения объекта. Микроскопы, имеющие более сложную конструкцию, оснащены лампами различной яркости и мощности.

Какими бывают микроскопы?

Различают три основных вида инструментов, имеющих различные задачи:

- биологические;

- стереоскопические;
- цифровые.

Биологический микроскоп.



Биологические микроскопы бывают световыми, с простейшей линзовой парой, увеличивающей изображения маленького объекта. Именно в них чаще всего можно встретить зеркальце, которое нужно поворачивать вручную. Например, все школьные биологические микроскопы построены по этому простейшему оптическому принципу. Более сложные модели оснащены несколькими подсветками и тонкими ирисовыми диафрагмами.

Стереоскопические микроскопы для мастеров



Стереоскопические микроскопы чаще применяют для инструментальных

работ: в ювелирном деле, при пайке и в часовых мастерских. Такие инструменты всегда имеют два объектива и два окуляра, благодаря которым удаётся построить трёхмерное объёмное изображение.

Цифровые микроскопы: удобство, функциональность, качество



Цифровые микроскопы можно использовать в разных сферах деятельности человека. От классических оптических инструментов они отличаются отсутствием окуляров, в которые можно смотреть. При этом, цифровой микроскоп оснащён высокочувствительной камерой с КМОП или ПЗС-сенсорным устройством. Это позволяет выводить изображение на экран компьютера или же на экран, встроенный в систему самого микроскопа. С помощью цифровых микроскопов можно устраивать групповые показы результатов разных исследований — так, чтобы группа людей имела возможность одновременно видеть изображение, без необходимости смотреть в окуляр по очереди.

Устройство микроскопа

Как устроен микроскоп? В качестве примера можно рассмотреть строение светового микроскопа. Он состоит из таких частей:

- окуляра;

- станины;
- осветителя;
- предметного столика;
- держателя («револьвера») для объективов;
- самих объективов;
- конденсора;
- диафрагмы.

В окуляр наблюдатель смотрит на объект. В зависимости от конструкции, любой микроскоп может быть монокулярным или бинокулярным (с двумя окулярами, как у бинокля). В комплектации к «продвинутому» школьным микроскопам предусмотрено несколько съёмных окуляров, которые можно менять, наблюдая за препаратом с различной степенью увеличения.



Станина (или основание) — это своего рода штатив, на котором крепится всё устройство микроскопа. От её устойчивости и массы зависит качество наблюдений.

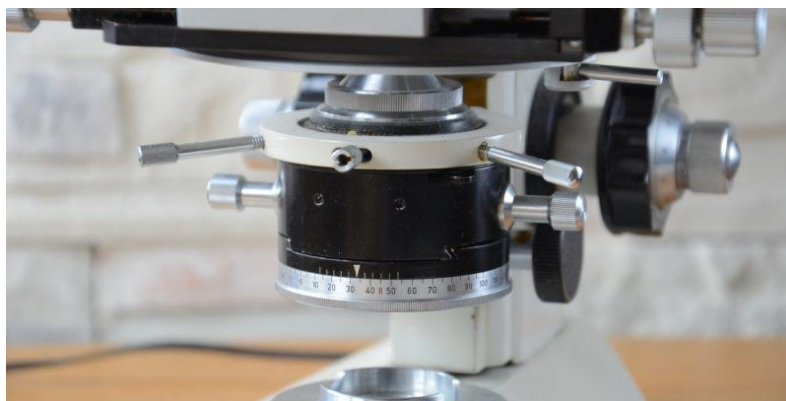
В роли осветителей могут выступать зеркальце или лампы, предназначенные для верхней либо нижней подсветки. Простейший осветитель в виде зеркальца располагается под предметным столиком микроскопа.

Задача округлого «револьвера» — фиксировать объективы инструмента и, при необходимости, поворачивать их в нужном направлении, изменяя степень увеличения и освещения. Лабораторные биологические микроскопы могут иметь в «револьверах» три и более объектива.



Предметный столик находится между объективом (объективами) микроскопа и осветителем. На него помещают стёклышко с готовым лабораторным препаратом. Стекло фиксируют специальными зажимами.

Конденсор и диафрагма — устройства, которые есть в микроскопах более сложных моделей. С помощью диафрагмы (как и в фотоаппарате) наблюдатель изменяет и регулирует интенсивность освещения, которое поступает к объекту. Конденсор представляет собой специальную систему линз, с помощью которой можно управлять размером и фокусировкой пучка света, проходящего через объект.



Устройство металлографического микроскопа

Проводить наблюдение и исследование непрозрачных объектов в отраженном свете, а также их фотографирование сегодня возможно с использованием металлографического микроскопа. Устройство металлографического микроскопа состоит из двух систем — окуляра и объектива, которые представлены

тремя системами: осветительной, механической и оптической. Более детально остановимся на каждой из них.

1. Осветительная система в микроскопе представлена лампой накаливания, линзами (они предназначены и используются для снижения рассеивания лучей света и улучшения качества полученного изображения), фильтрами (устраняют лучи определенной волны, повышая четкость получаемого изображения) и диафрагмой (ее предназначение в микроскопе связано с ограничением сечения луча света и регуляцией интенсивности освещения).

2. Что касается механической системы, то она представлена корпусом, предметным столиком с микрошлифом и тубусом с винтами, которые позволяют смещать предметный столик по горизонтали. Ну и, конечно же, оптическая система. На ее долю приходится основная роль и функция в микроскопе, ведь от того, какая оптика используется, будет зависеть качество получаемого результата.

3. Оптическая система представлена в микроскопе двумя преломляющими призмами, зеркалом, объективами и окулярами с фотокамерой, что позволяет делать снимки и сохранять их.

Металлографический микроскоп - принцип работы

Прежде чем приступать к работе на металлографическом микроскопе, хотелось бы, чтобы каждый знал последовательность действий, что позволит существенно продлить продолжительность его функционирования и поможет получить качественное изображение. Итак, исследуемый предмет помещают на середину предметного стекла так, чтобы полированная поверхность его была обращена непосредственно к самому объективу. После того, как объектив размещен, подсоединяют микроскоп к сети, при этом регулируют тот накал освещения, который требуется в конкретном случае. После установления необходимого освещения, с помощью винта производят фокусировку, поднимая или опуская предметный столик на определенную высоту. Во время всего этого исследователь проводит наблюдение в окуляры. Используя все микровинты, ре-

гулируя уровень диафрагмы и перемещая светофильтры, удастся получить качественное изображение, при этом глаза не напрягаются и можно комфортно проводить исследование.

Схема металлографического микроскопа представлена в виде рисунка чуть ниже.

Используя металлографические микроскопы, вначале проводится анализ и исследование нетравленного шлифта, где определяются разного рода дефекты, патологические включения и удастся идентифицировать присутствие графита в чугунах. После изучения нетравленного шлифта, исследователь приступает к исследованию протравленного шлифта, где дается полностью изучить и проанализировать строение металлов и сплавов.

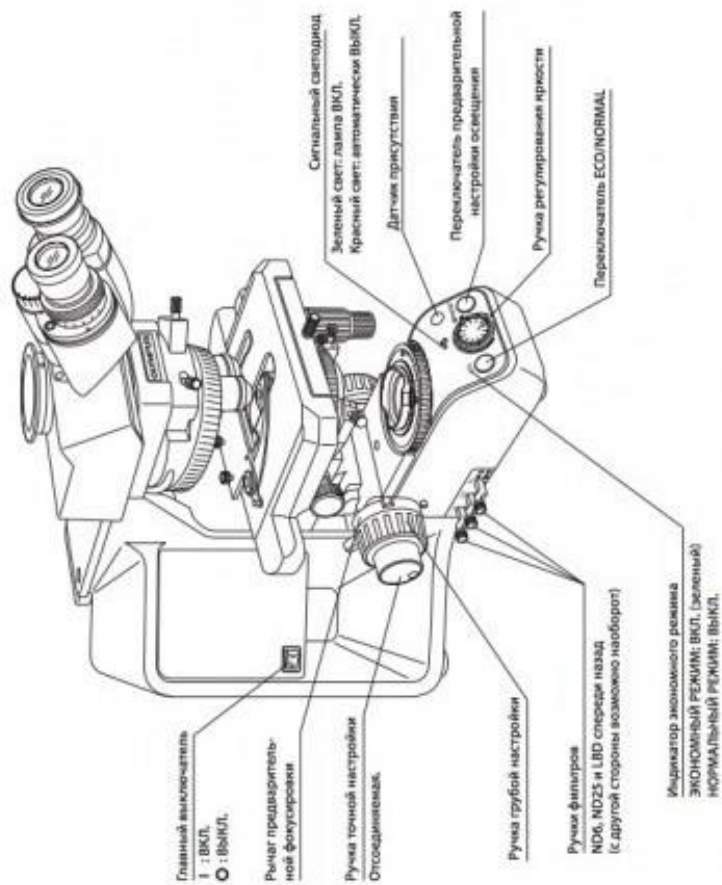
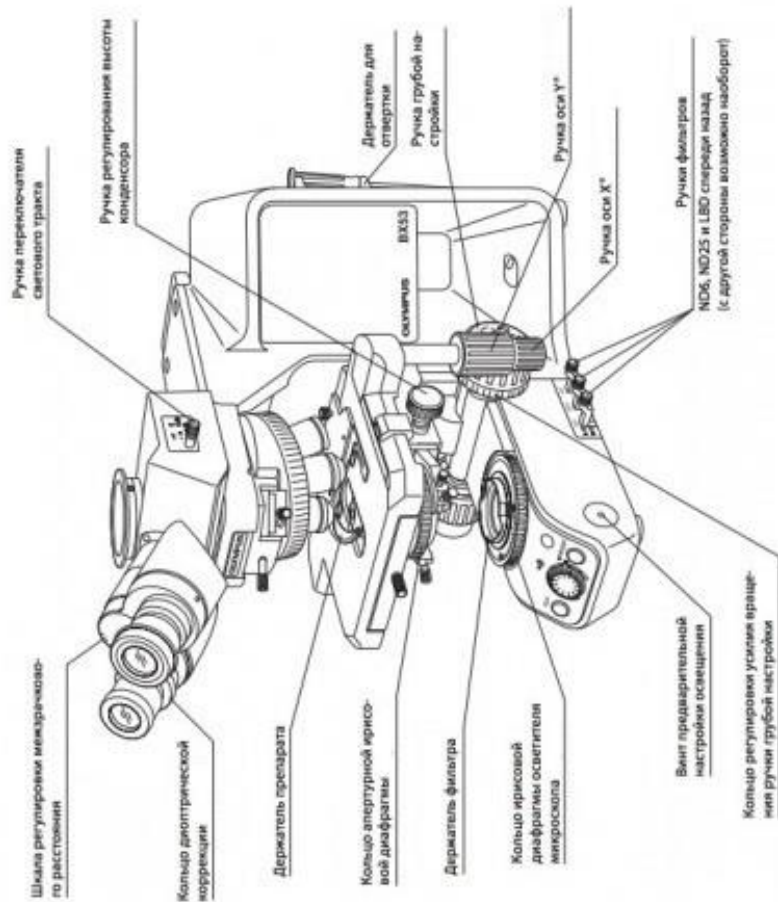
Петрографический и металлографический микроскопы активно применяют в отраслях, где проводится анализ и изучение разного рода металлов. Использование его дает возможность формировать конфигурацию размещения зерен металлов в отраженном свете, выявлять в металлах патологические включения и инородных частиц, а также оценивать свойства и особенности поверхностного слоя.

Основная функция микроскопа направлена на обработку параметров излучения от поверхности исследуемого объекта. При выборе микроскопа очень важно обращать внимание на основные его характеристики – это окуляр и объектив. При изучении объектива микроскопа важно знать:

- какая кратность в нем увеличения (от 11 до 30 в светлом и от 30 до 90 в темном поле)
- численная апертура (0.7 – 1.3)
- фокусное расстояние (от 2.4 мм до 23 мм)
- свободное расстояние (от 0.13 до 5.4).

А вот при характеристике окуляра очень важно обращать внимание на:

- фокусное расстояние
- линейное расстояние.



Петрографический, или как его еще называют, поляризационный микроскоп, помимо предметного столика имеет поляризующий фильтр и анализатор (поляризатор расположен под предметным столиком, а анализатор в тубусе выше объектива). Основное назначение данного микроскопа направлено на изучение различных пород и минералов в тонких срезах.

Использование металлографического микроскопа в металлургии и металлообрабатывающей промышленности для контроля за качеством сплавов и металлов в последнее время стало настолько актуальным и распространенным, ведь благодаря такому микроскопу удастся изучать все непрозрачные структуры в свете, отраженном от них. Благодаря развитию и усовершенствованию моделей микроскопа удастся сразу получить анализ изображения математический. Такие микроскопы являются одним из важных атрибутов в сфере металлографии. Данная отрасль в металловедении подразумевает в себе детальное изучение структуры металлических материалов с помощью целого набора оптических приборов. Именно благодаря таким микроскопам удастся полностью провести анализ и исследование структуры разных металлов, их сплавов, изучить полностью структуру металлов и шлифта. После обработки сплавов, объект подлежит исследованию, которое позволяет оценить тип и наличие и характер дефекта в металле, структуру металла, а также его плоскость и шероховатость.

Металлографический микроскоп: типы и виды

По типу метода исследования различают металлографические микроскопы:

- прямые: конструкции данного вида имеют высокую оптическую мощность, возможность наблюдения объекта под любым углом;
- инвертированные системы: отличаются высоким разрешением, и более приемлемой ценой по сравнению с прямыми устройствами;
- инспекционные: применяют для исследований микроэлектроники.

По типу оптической системы металлографические системы бывают: монокулярные, бинокулярные, тринокулярные, специальные и цифровые микроскопы металлографические.

По виду портативности различают стационарные (устанавливаются в лабораториях) и переносные микроскопические конструкции.

При использовании инвертированной модели микроскопа нет необходимости фокусировать образец, так как вся исследуемая поверхность материала находится в поле зрения. А вот прямые микроскопы имеют увеличение до 150 х, бинокулярную насадку, широкий угол поворота и устройства промежуточного увеличения. Из этого становится очевидным, что прямые микроскопы намного дороже инвертированных. Они между собой отличаются расположением объективов, насадкой и окуляром относительно исследуемому объекту.

Очень часто приходится прибегать к изучению продукции микроэлектроники. С этой целью используют инспекционные микроскопы металлографические, в которых предметный столик расположен снизу и есть фотоаппаратура с высоким увеличением.

Сферы применения металлографического микроскопа

Микроскоп для металлографии используется в таких основных областях:

1. Металлургическая промышленность и машиностроение.
2. Производства по металлообработке.
3. Научно – исследовательская деятельность.
4. Использование в криминалистике.
5. Геология и археология.
6. Применение микроскопа для электроники и микроэлектроники.

На сегодня в нашей стране существует несколько фирм производителей данных микроскопов, при этом каждая из них постоянно совершенствуется. Приобрести такой микроскоп может каждый прямо дома в интернет - магазине. Современные микроскопы имеют большое расстояние между поверхностью столика, объективом и оснащены большим ходом столика. Благодаря этому с

помощью таких микроскопов удастся проводить исследование крупных предметов. Помимо этого, практически все современные металлографические микроскопы оснащены фотокамерами, позволяющими фиксировать снимки и рассматривать и редактировать их на компьютере.

На сегодня нет ни одной лаборатории, которая занимается исследованием образцов металлов и изучением их свойств, металлографического микроскопа. Широкое использование в этой отрасли он получил благодаря своей универсальности, достоверности и прочности, ведь именно благодаря такому микроскопу ученые не только нашей страны, но и других стран, могут проводить анализ состава и структуры металлов, горных пород. С помощью таких микроскопов ученым удастся исследовать:

- непрозрачные объекты и полупрозрачные предметы
- внутреннюю структуру горных пород и композитов
- проводить точные измерения металлов, их состав, изучать поверхность и свойства.

Все микроскопы такого рода оснащены объективом под исследуемым материалом, что позволяет передвигать его, поворачивать и проводить осмотр со всех сторон. В среднем вес исследуемого образца металла не должен превышать 1000 грамм, хотя есть и модели, с помощью которых удастся проводить исследование более тяжелых образцов.

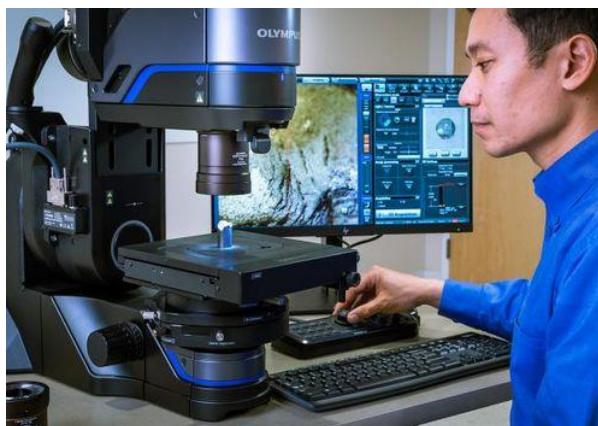
На сегодня, с целью упрощения работы сотрудников лаборатории, все металлографические микроскопы поделили на цифровые и портативные, с помощью которых анализ металлов можно проводить непосредственно на месте (за пределами лаборатории).

Правила работы на микроскопе для исследования металлов

Прежде чем приступить к работе с ним, важно помнить, что такой микроскоп требует внимательного и аккуратного отношения, ведь он не просто очень хороший, он еще и дорогой. Итак, перед Вами оптический металлографический микроскоп. Внимательно проведите осмотр его наружный, посмотреть линзы

(окуляр, объектив) и с помощью специальных таблиц рассчитать его увеличение. Затем, предметный столик расположить по центру с помощью винтов, расположить микрошлифт на столик таким образом, чтобы поверхность, которую предстоит исследовать, была обращена непосредственно к объективу. Сделав все это, очень важно правильно расположить микровинт - он должен быть на нуле и уже после всего этого можно смело вращать микровинтом и перемещать предметный столик, наводя резкость на исследуемом объекте. После таких исследований специалисты могут смело делать анализ о структуре, качестве и свойствах металла.

Устройство металлографического микроскопа любого типа, как теперь нам известно, состоит из источника света, конденсора, диафрагмы, пластинки, объектива, микрошлифта, призмы внутреннего отражения, окуляра, зеркала и фотоокуляра (есть во всех современных моделях). С помощью конденсора и диафрагмы происходит формирование узкого пучка света, а вот плоскопараллельная пластинка и призма обладают свойством изменять направление лучей света. Чтобы увеличить изображение необходимо воспользоваться объективом и окуляром.



Все современные лаборатории и цехи имеют микроскопы для непрозрачных объектов и металлов – металлографические микроскопы. Работая с ними можно быть уверенным в качестве полученных результатов. Учитывая то, что данные микроскопы нашли свое применение в отраслях с металлами, отсюда их и второе название – металлургические или промышленные микроскопы. Благо-

даря глубокому изучению сплавов удастся четко и точно определить все его характеристики. Если материал подготовлен и отшлифован правильно, то тогда можно четко изучить внутреннее строение шлифа. С этой целью используют полировку или травление шлифа. Для этого используют раствор азотной кислоты в спирте, обработав метал которым, на его поверхности образуется пленка, затрудняющая проведение исследование.

Используя металлографический микроскоп можно не только оценить тип и характер дефекта в металле, но и структуру его (так называемые зерна металла), оценить его поверхность, шероховатость и присутствие в металле неметаллических структур. Если необходимо осуществить фотографирование объекта, то очень важно позаботиться о хорошем источнике света, так как металлы не способны хорошо отражать свет. С целью освещения используют темное, светлое поле, поляризацию или интерференционный контраст.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое микроскоп?
2. Устройство микроскопа.
3. Виды микроскопов.
4. Устройство металлографического микроскопа.
5. Назначение металлографического микроскопа.
6. Типы и виды металлографических микроскопов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации КИМ ПАО Радиозавод «Сигнал».

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Таблица А. 1 - Отрезные круглопильные полуавтоматы

Техническая характеристика	Модель станка	
	8А631	8А641
Наибольший диаметр разрезаемого материала, мм	110	160
Диаметр пилы, мм	350	510
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	6,6; 9,7; 13,1; 19,7; 27,2; 39,7;	4,3; 6,3; 9,6; 14,4; 21,1; 31,2;
Горизонтальная подача дисковой пилы (бесступенчатое регулирование), мм/мин	10...600	12...550
Скорость быстрого хода бабки, м/мин: подвода отвода	3,3 2,3	3,3 3,5
Мощность электродвигателя, кВт	3	5,5
Габариты станка, мм	1850×980	2100×1100

Таблица А. 2 - Фрезерно-центровальные полуавтоматы

Техническая характеристика	Модель станка				
	MP -71M	MP-73M	MP-76M	MP-77	MP-78
Диаметр обрабатываемой заготовки, мм	25...125	25...125	25...80	20...60	20...60
Длина обрабатываемой заготовки, мм	200.. .500	500... 1250	500...1000	100...200	200.. .825
Число скоростей шпинделя фрезы	6	6	7	7	7
Частота вращения шпинделя фрезы, мин ⁻¹	125; 179; 249; 358; 497; 712		270; 354; 456; 582; 745; 958; 1254		
Наибольший ход головки фрезы, мм	220	220	230	160	160
Рабочая подача фрезы (172естуу-	20...400	20...400	20...400	20...400	20...400

Техническая характеристика	Модель станка				
	MP -71М	MP-73М	MP-76М	MP-77	MP-78
пенчатое регулирование), мм/мин					
Число скоростей сверлильного шпинделя	6	6	6	6	6
Частота вращения сверлильного шпинделя, мин ⁻¹	238; 330; 465; 580; 815; 1125				
Конец фрезерного шпинделя по ГОСТ 836—72	50	50	50	50	50
Ход сверлильной головки, мм	75	75	75	60	60
Рабочая подача сверлильной головки (бесступенчатое регулирование), мм/мин	20...300				
Мощность всех электродвигателей, кВт	13	13	6,6	5,1	5,1
Габариты станка, мм	3140×1630	3790×1630	3300×1575	2345×1265	2845×1265

Примечание Полуавтоматы MP-71М и MP-73М — последовательного действия; MP-76М, MP-77 и MP-78 — барабанного типа (MP-76М — трехпозиционный, MP-77 и MP-78 — четырехпозиционные).

Полуавтоматы предназначены для двустороннего фрезерования и зацентровки валов. Обеспечивается параллельность торцов и перпендикулярность их к оси детали, что дает возможность в дальнейшем их не обрабатывать.

Кроме того, станки обеспечивают мерную зацентровку, что обуславливает получение стабильных допусков по линейным размерам при последующей обработке на токарных полуавтоматах. Мощность привода и жесткость станков дает возможность вести обработку фрезами, оснащенными пластинками твердого сплава на скоростных режимах.

Класс точности полуавтоматов Н. Параметр шероховатости обработанной поверхности R_z 20.

Полуавтомат MP-71М имеет одни зажимные тиски, а MP-73М — двое; MP-76М имеет два трехпозиционных барабана. Обладая всеми достоинствами од-

нопозиционных фрезеро-центровальных полуавтоматов, трехпозиционные превосходят их по производительности в 2...2,5 раза. Полуавтоматы комплектуются губками подвижными и неподвижными разными для зажимных тисков, оправками для торцевых фрез, втулками для центровых сверл, фрезами торцевыми правыми и левыми.

Таблица А. 3 - Токарно-винторезные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	1601	1A616	16K20	1M63	1A64
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	125	320	400	630	800
Расстояние между центрами; мм	180	750	710; 1000; 1400; 2000	1400; 2800	2800
Наибольший размер обрабатываемой заготовки над суппортом, мм	60	175	220	340	480
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	12	34	50	64	80
Количество ступеней частоты вращения шпинделя	Бесступенчатый	21	24	22	24
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	530...5360	9... 1800	12,5;16; 20; 25...31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	10... 1250	7,1;10;14; 17; 20; 24; 29; 33; 40; 48; 57; 67; 82; 94; 114; 134;160; 190; 230; 267; 321; 375;536; 750
Конец шпинделя по ГОСТ	16868-71	1-6K 12595-72	1-6K 12595-72	1-8K 12595-72	1-11K 12595-72
Конус Морзе шпинделя	№2	№5	№ 6	Метрический № 80	Метрический № 100
Конус Морзе пиноли задней бабки	№ 4	№ 5	№ 5	№5	№5
Наибольшее сечение резца резцедержателя суппорта, мм	8×8	25×25	25×25	35×40	45×45
Число ступеней подачи: продольных	Ручная	16	22	22	32

Техническая характеристика	Модель станка				
	1601	1A616	16K20	1M63	1A64
поперечных	Ручная	16	24	22	32
Подача на один оборот шпинделя мм/об: продольных		0,065.. 0,91	0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,6; 2,2; 2,4; 2,5	0,064... 1,025	0,2; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,33; 0,36; 0,38; 0,4; 0,46; 0,51; 0,56; 0,61; 0,66; 0,71; 0,76; 0,81; 0,92; 1,02; 1,12; 1,22; 1,32; 1,43; 1,53; 1,63; 1,83; 2,04; 2,24; 2,44; 2,65; 2,85; 3,05
поперечных		0,065... 0,91	0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4		0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,16; 0,17; 0,19; 0,21; 0,23; 0,24; 0,26; 0,28; 0,31; 0,35; 0,38; 0,42; 0,45; 0,48; 0,52; 0,55; 0,62; 0,69; 0,76; 0,83; 0,9; 0,97; 1,04
Мощность эл. двиг., кВт	0,6	4	10	13	22
Габариты станков	880×660	2335×852	2505×1190	4660×1690	5780×2000

Станок модели 1601- повышенной точности без винторезного валика.

Таблица А. 4 - Вертикально-сверлильные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	2М112	2Н118	2Н125	2Н135	2Н150
Наибольший диаметр сверления по стали, мм	12	18	25	35	50
Конус Морзе шпинделя <i>A</i>	B18	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Количество ступеней частоты вращения шпинделя	5	9	12	12	12
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	450...5000	180...2800	45...2000	31,5...1400	22,5...1000
Наибольшее перемещение шпинде-	100	150	200	250	300

ля, мм					
Кол-во ступеней подачи	-	6	9	12	9
Подача шпинделя, мм/об	Ручная	0,1...0,56	0,1...0,6		0,05-2,24
Мощность эл. дв., кВт	0,6	1,5	2,2	4	7,5
Габариты станка, мм	730×355	910×550	1130×805	1240×810	1290×875

Таблица А.5 - Радиально-сверлильные станки

Техническая характеристика	Модель станка			
	2К52	2Л53У	2М55	2М57
Наиб. Ø сверл. по стали, мм	25	35	50	75
Наиб. усилие подачи, Н	4000	12500	20000	34000
Расстояние от оси шпинделя до колонны Л, мм	300... 800	290...1000	400...1600	500...2000
Расстояние от торца шпинделя до плиты Б, мм	0...1000	320...1400	450...1600	600...1750
Конус Морзе шпинделя	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Наиб. вертикальное перемещение шпинделя В, мм	130	300	350	450
Число ступеней скоростей	8	21	21	22
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	63...1600	35,5...1400	20...2000	12,5...1600
Число ступеней подачи	3	12	12	18
Подача шпинделя, мм/об	0,1; 0,15; 0,2	0,056...2,5	0,056...2,5	0,063...3,15
Мощность эл. дв., кВт	1,5	2,2	4	7,5
Габариты станка, мм	1800×1015	2140×870	2455×1000	3600×1550

Параметр шероховатости обработанной поверхности от *Rz* 80 до *Ra* 1,25.

Некруглость отверстия диаметром 150 мм, расточенного чистовым резцом, закрепленным в шпинделе 0,02 мм.

Таблица А. 6 - Круглошлифовальные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	3В110	3Е12	3М151	3Б153Т	3Т160
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм: диаметр					
	140	200	200	200	200
длина	180	500	700	500	700

Техническая характеристика	Модель станка				
	3В110	3Е12	3М151	3Б153Т	3Т160
Рекомендуемый диаметр шлифования, мм		60		20...80	
Рекомендуемый диаметр шлифуемого отверстия, мм	10.. 25	25. ..50			
Конус Морзе передней бабки	№ 3	№4	№ 4	№4	№ 5
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм	250×20×76	350×40×12 7	600×100×305	500×63×20 3	750×130×30 5
Диаметры шлифовального круга внутреннего шлифования, мм	8;10; 20	16; 32			
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, мин ⁻¹	2450; 2840	1900; 2720	1590	1320	1250
Частота вращения внутришлифовального шпинделя, мин ⁻¹	14000	16750			
Частота вращения шпинделя изделия, мин ⁻¹	150...760	78...780	50 ... 500	78...780	55; 78;110; 156; 220; 310; 440; 620
Скорость перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,1...4	0,1...5	0,05...5		
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	5,5	10	7,5	17
Габариты станка, мм	1600× 1670	2600× 1900	4605×2450	2260×1920	3754×4675

Примечания: I. Станки мод. 3А110 и 3К12 являются универсальными, предназначены для шлифования цилиндрических и конических наружных и внутренних, а также торцевых поверхностей деталей. Шлифование изделий может осуществляться в неподвижных центрах, в трехкулачковом патроне, в цангах.

2. На станках мод. 3К12, 3М151 можно вести продольное и врезное шлифование вручную по лимбу или до упора, а также с автоматическим выключением подачи по достижении заданного размера.

3. Станки 3Б153Т и 3Т160 являются торцекруглошлифовальными - предназначены для одновременного врезного шлифования цилиндрической поверхности и торца буртика. Станок 3Б153Т может работать при полуавтоматическом цикле с прибором активного контроля или при ручном управлении. Станок 3Т160 является полуавтоматом, имеет высокую степень автоматизации и механизации основных и вспомогательных движений и может встраиваться в автоматическую линию.

Таблица А. 7 - Бесцентровые круглошлифовальные станки

Техническая характеристика	Модель станка		
	3М182	3М184	3Ш85
Диаметр шлифования, мм	0,8...25	3...80	10... 160
Наибольшая длина шлифования, мм: при врезном шлифовании при сквозном шлифовании	95 170	145 165	195 320
Частота вращения шлифовального круга, мин ⁻¹	1910 и 2720	1337 и 1910	1100
Частота вращения ведущего круга (бесступенчатое регулирование), мин ⁻¹	17... 150	10... 130	15...100
Скорость подвода при врезном шлифовании, м/мин	4,8	1,48	1,48
Тип шлифовального круга: наибольший диаметр наименьший диаметр наибольшая ширина диаметр отверстия	ПП 350 280 100 203	ПП 500 400 150 305	ПП 600 450 250 350
Тип ведущего круга: наибольший диаметр наименьший диаметр наибольшая ширина диаметр отверстия	ПП 250 200 100 127	ПВД 300 260 200 127	ПВД 350 300 250 203
Мощность электродвигателя, кВт: шлифовального круга ведущего круга	7 0,25	13 0,76	22 1,2
Габариты станка, мм	2230×1455	3510×2200	3260×2590

Таблица А. 8 - Шлицешлифовальный станок 3451

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	320
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	700
Диаметр обрабатываемых шлицевых валов, мм	25 ... 125
Длина шлифования, мм	650
Диаметр шлифовального круга, мм	90 ... 200
Частота вращения шлифовального круга, мин ⁻¹ .	2880;4550;6300
Подача стола, м/мин	1 ... 15
Автоматическая подача круга, мм/об	0,005 ... 0,070
Мощность электродвигателя, кВт	3
Габариты станка, мм	2600×1513

Таблица А.9 - Шлицефрезерный полуавтомат 5Э50А

Наибольший обрабатываемый диаметр, мм	150
Расстояние между центрами, мм	1000
Наибольший нарезаемый модуль, мм	6
Наибольший диаметр фрезы, мм	150
Наибольшая длина фрезерования, мм	675
Число нарезаемых шлицев	4...36
Частота вращения шпинделя фрезы, мин ⁻¹	80...250
Количество ступеней частоты вращения шпинделя фрезы	6
Подача обрабатываемой детали, мм/об	0,63...5
Число ступеней подач	10
Диаметр оправки фрезы, мм	27;32;40
Скорость обратного хода каретки, мм/мин	1,92
Мощность электродвигателя привода червячной фрезы, кВт	7,5
Габариты станка, мм	2335×1550

Примечание. Станок предназначен для фрезерования червячной фрезой методом обкатывания на валах прямых прямобочных и эвольвентных шлицев, а также зубьев шестерен, выполненных заодно с валом. Станок обеспечивает разность соседних шагов шлицев 0,02 мм и параметр шероховатости поверхностей боковых сторон шлицев не ниже R_z 20. Класс точности станка Н.

Фрезе сообщается вращательное движение и. движение подачи (перемещение вдоль оси обрабатываемого изделия), а последнему — только вращательное движение, согласованное с вращением фрезы. Станок может работать по автоматическому циклу методом попутного и встречного фрезерования. По специальному заказу станок может выпускаться с расстоянием между центрами: мод. 5350А - 1000 мм; 5350Б - 1500 мм; 5350В - 2000 мм.

Таблица А.10 - Горизонтально и вертикально-фрезерные станки

Техническая характеристика	Модель станка					
	5P80Г	6P10	6P81Г	6P11	6P82Г	6P12
Расстояние от оси шпинделя до станины В, мм	—	270	—	285	—	350
Размеры рабочего стола, мм	800x200	800x200	1000X250	1000x250	1250x320	1250x320
Наибольшее перемещение стола, мм: продольное вертикальное поперечное	500 160 300	500 160 300	630 210 360	630 210 360	800 240 420	800 240 420
Количество скоростей шпинделя	12	12	16	16		
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	50...2240	50...2240	50..1600	50..1600	31,5; 40; 50; 63; 80;100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800;1000; 1250; 1600	
Число ступеней подачи стола	12	12	16	16		
Подача стола, мм/мин: продольных и поперечных вертикальных	25...1120 12,5...560	25...1120 12,5...560	25. ..800 8,3..266,7	25...800 8,3..266,7	25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125;160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 8,3;10,5;13,3;16,6;21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105;133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 416,6	
Мощность						

Техническая характеристика	Модель станка					
	5P80Г	6P10	6P81Г	6P11	6P82Г	6P12
электродвигателя, кВт: главного движения подачи стола	3 0,75	3 0,8	5,5 1,5	5,5 1,5	7,5 1,5	7,5 2,2
Габариты станка, мм	1525×187 5	1445×1875	1560×204 5	1560×204 5	2305×1950	2305×1950

Примечание. Станки предназначены для фрезерования различных деталей из стали, чугуна и цветных металлов цилиндрическими, дисковыми, фасонными, торцевыми, концевыми, радиусными и другими фрезами в условиях единичного и серийного производства. На станках можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы быстрорежущим и твердосплавным инструментом, нарезать зубчатые колеса.

Вертикально-фрезерные станки имеют поворотную головку с выдвижной пинолью.

Параметр шероховатости обработанной поверхности на горизонтально-фрезерных станках при скоростном фрезеровании от R_z 40 до R_z 20, на вертикально-фрезерных — от R_z 20 до Ra 2,5.

Таблица А. 11 - Шпоночно-фрезерные станки

Техническая характеристика	Модель станка	
	6Д91	6Д92
Ширина фрезеруемого паза, мм	3...20	6...32
Диаметр обрабатываемого вала, устанавливаемого в приспособлении, мм	8...80	120
Наибольшая длина фрезеруемого паза, мм	300	600
Размер рабочей поверхности стола, мм	200×800	250×1000
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000	250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 3150
Количество рабочих продольных подач фрезерной, головки	Бесступенчатое регулирование	18

Техническая характеристика	Модель станка	
	6Д91	6Д92
Продольная подача фрезерной головки, мм/мин	20...1200	8;10;12,5;16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80;100;125;160; 200; 250; 315; 400
Количество поперечных подач фрезерной головки	Бесступенчатое регулирование 15...300	18
Поперечная подача фрезерной головки, мм/мин	15...300	4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200
Мощность электродвигателя, кВт:		
главного привода	2,2	2,2
привода подач	0,8	1,5
Габариты станка, мм	1320x1380	1995x1115

Примечание. Станки предназначены для обработки шпоночных пазов: 6Д91 — концевыми и шпоночными фрезами; 6Д92 — немерными шпоночными фрезами. Класс точности станков П. Параметр шероховатости обработки боковых сторон шпоночного паза R_z 20, дна паза R_z 40.

Станки работают по полуавтоматическому циклу. За одну установку на станке 6Д91 может быть обработан один шпоночный паз, а на станке 6Д92 до 6 шпоночных пазов одной ширины, расположенных на одной прямой вдоль вала. Обработка ведется с маятниковой подачей и периодической поперечной подачей в начале каждого хода (для шпоночных пазов 3...5 мм), шпоночные пазы шириной более 6 мм обрабатываются за один рабочий ход.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

«ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ»

для студентов направления подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

В методических указаниях по самостоятельной работе студентов особое внимание уделено рекомендациям по изучению теоретического материала, и правилам подготовки к собеседованию.

Составитель:

доцент, к.т.н. департамента ФМ и ИК Землянушнова Н.Ю.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Общая характеристика самостоятельной работы бакалавра по дисциплине "Введение в специальность»	5
План-график выполнения самостоятельной работы	6
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	10
Вопросы для собеседования	17
Вопросы к экзамену	20
Тесты	24

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, прежде всего в связи с подписанием Болонской конвенции и вступлением России в международное образовательное сообщество, возрастает роль компетентностного подхода в подготовке бакалавров, который предусматривает переход от так называемой «знаниевой» парадигмы к системно-деятельностной. Возрастает роль самостоятельной работы студентов, и в связи с этим, особую значимость в практике современного образования приобретают формы и методы работы, которые стимулируют самостоятельность и творчество студентов.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Это неотъемлемая составляющая образовательного процесса в высшем учебном заведении. Самостоятельная работа – это активные формы и методы обучения, это единство учебно-воспитательной и научно-производственной работы, это сотрудничество студента с преподавателем.

Самостоятельная работа может быть как аудиторной, так и внеаудиторной и включает: подготовку к аудиторным занятиям и выполнение соответствующих заданий; выполнение самостоятельных заданий в лабораторных практикумах и практических заданиях; работу над отдельными темами учебных дисциплин; выполнение контрольных и курсовых работ, написание рефератов; прохождение практик и выполнение предусмотренных ими заданий; подготовку ко всем видам контрольных испытаний; подготовку к итоговой аттестации и выполнение выпускной квалификационной работы; участие в научной и научно-методической работе, в научных и научно-практических конференциях, семинарах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ"

Целью освоения дисциплины является формирование общекультурных, профессионально-профильной и профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

В дисциплине рассматриваются вопросы, связанные с созданием машин и технической подготовкой их производства, современным состоянием машиностроительной отрасли и перспективами развития технологии машиностроения.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление студентов с основными проблемами мирового и отечественного машиностроительного комплекса;
- получение теоретических навыков по оценке возможностей применения существующих средств производства, а также перспективности их модернизации для применения на предприятиях машиностроительного комплекса;
- ознакомление студентов с современными технологическими методами обработки конструкционных материалов, применяемых в различных отраслях машиностроения;
- усвоение основных понятий машиностроительной отрасли.

Цель самостоятельного решения задач - обучение творчески думать, самостоятельно разбираться в различных вопросах применения инструментов бережливого производства. Самостоятельное решение задач значительно повышает учебную активность обучающихся, возбуждает их интерес к решению задач, стимулирует творческую инициативу. Таким образом, повышается эффективность занятия. Самостоятельное решение задач развивает мысли-

тельную деятельность. Не имея возможности копировать решение задачи с доски, обучающийся вынужден сам разбираться в решении задачи, а потому и лучше готовиться к занятиям. Самостоятельное решение математических и теоретических задач часто сокращает время, необходимое для опроса обучающихся на занятиях, так как оценивать успехи учащихся в некоторых случаях можно и по итогам самостоятельного решения задач. Преподаватель получает возможность направлять индивидуальную работу студентов по решению задачи, предотвращать ошибки, указывать пути их исправления.

Цель самостоятельного изучения литературы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний; формирование умений использовать нормативную, научную, справочную документацию и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений;

Цель подготовки к собеседованию - освоить материал, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по дисциплине "Введение в специальность". В ходе собеседования преподаватель ориентирует студента на успешную сдачу экзамена.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	История развития техники и машиностроения в России. История развития машиностроения. Машиностроение на сегодняшний день, новые технологии.	1 неделя
2	Основные направления развития техники и технологии машиностроения. Краткий очерк развития машиностроения. Развитие науки в области машиностроения. Пути развития техники и технологии машиностроения на современном этапе. Перспективные направления научно-технических исследований в технологии машиностроения.	3 неделя
3	Изделие и производство в технологии машиностроения. Изделие и его элементы. Производственный и технологический процессы. Производственный состав машиностроительного завода. Типы и организационные формы производства. Автоматизация производственных процессов.	5 неделя
4	Технологичность конструкций изделий. Общие понятия о технологичности конструкций. Стадии отработки изделия на технологичность. Показатели технологичности конструкции изделия.	7 неделя
5	Припуски на обработку и виды заготовок деталей машин. Припуски на обработку и методы их определения. Общие требования к заготовкам деталей машин. Характеристика основных методов изготовления заготовок.	9 неделя
6	Основные вопросы технологии машиностроения. Элементы технологического процесса механической обработки. Структура технической нормы времени. Технологические методы размерной обработки деталей машин.	11 неделя
7	Основные понятия о точности обработки и качестве поверхности деталей машин. Характеристики точности и факторы ее определяющие. Суммирование погрешностей обработки. Качество поверхности (определения и основные понятия) Параметры оценки шероховатости поверхности.	13 неделя
8	Основные понятия о точности обработки и качестве поверхности деталей машин. Методы и средства оценки шероховатости поверхности. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин. Взаимосвязь шероховатости поверхностей и точности при различных видах обработки деталей машин.	15 неделя
9	Обработка резанием и режущие инструменты. Общие сведения о резании. Инструментальные материалы. Металлорежущий инструмент.	17 неделя

Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося
Очная форма обучения

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
__1 семестр						
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	Подготовка к лекционным занятиям	конспект	собеседование	1,6	0,2	1,8
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	Подготовка к практическим занятиям	отчет по работам	собеседование	6,5	0,7	7,2
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	Самостоятельное изучение литературы	конспект	собеседование, тестирование	89,1	9,9	99
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	Подготовка к экзамену	Экзамен	Собеседование	52,5	1,5	54
Итого за 1 семестр				149,7	12,3	162
Итого				149,7	12,3	162

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к лекциям	1, 2	1, 2	2, 3	1-5
2	Подготовка к практическим занятиям	1, 2	1, 2	1, 2	5
3	Самостоятельное изучение литературы	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1-5

Рекомендуемая литература

Перечень основной литературы

1. Зубарев, Ю. М. Введение в инженерную деятельность. Машиностроение : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-9445-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195437>

2. Харченко, А. О. Машиностроение. Введение в специальность: практикум : учебное пособие / А. О. Харченко, Е. А. Владецкий. — Москва : Центркаталог, 2020. — 200 с.

— ISBN 978-5-903268-39-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161555>

Перечень дополнительной литературы

1. Левшин, Г. Е. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г. Е. Левшин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0803-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281513>
2. Должиков, В. П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учебное пособие / В. П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2393-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212423>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Рукопись методических указаний к выполнению практических занятий.
2. Рукопись методических рекомендаций по организации самостоятельной работы.
3. Конспект лекций (рукопись).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <https://www.chipmaker.ru> Chipmaker.ru Все о работе с металлом
2. <http://cccp3d.ru/> Форум CAD/CAM/CAE/PLM
3. <https://cad.ru/ru/> Русская промышленная компания
4. <http://sapr.ru/> Журнал САПР и графика
5. <http://tverdysplav.ru/> Твердый сплав

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные справочные системы:

1. <http://docs.cntd.ru/> Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
2. <http://www.gost.ru/wps/portal/> Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии Росстандарт

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1	КонсультантПлюс
2	Техэксперт
3	http://docs.cntd.ru/ Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
4	http://www.gost.ru/wps/portal/ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии Росстандарт

Программное обеспечение:

1	Операционная система: Microsoft Windows 8: 2013-02(3000). Бессрочная лицензия. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013. Окончание бесплатной поддержки – 2023-01
2	Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).
3	MicrosoftOfficeStandard 2013: договор № 01-за/13 от 25.02.2013г., Лицензирование Microsoft Office https://support.microsoft.com/ru-ru/lifecycle/search/16674 Дата начала жизненного цикла 09.01.2013г.; набор обновлений Office 2013 Service Pack 1 Дата начала жизненного цикла 25.02.2014г., Дата окончания основной фазы поддержки 10.04.2018; Дополнительная дата окончания поддержки 11.04.2023г.
4	Kaspersky Endpoint Security; Дополнительная дата окончания поддержки

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
1 семестр					
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	Тема 1-9	Собеседование	текущий	устный	вопросы для собеседования
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	Тема 1-9	Собеседование	промежуточный, экзамен	устный	Вопросы к экзамену
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	Тема 1-9	Тестирование	текущий	письменный	Тесты

Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Такой перечень должен быть систематизированным.
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше ори-

ентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественным, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая эта работа или нет...

- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае молодой ученый бу-

дет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения:**

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от аспиранта целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Вопросы для собеседования

Тема 1. История развития техники и машиностроения в России.

1. История развития машиностроения.
2. Машиностроение — ведущая отрасль промышленности.
3. Развитие науки, исследующей вопросы машиностроения.
4. Новые технологии в машиностроении.

Тема 2. Основные направления развития техники и технологии машиностроения

5. Что такое режущий инструмент?
6. Развитие инструментальной промышленности.
7. Основатель школы отечественного машиностроения. Развитие школы.
8. Автоматизация в машиностроении.

9. Кадровое обеспечение машиностроения.
10. Комбинированные методы обработки.
11. Задача машиностроения.
12. Что такое суппорт?
13. Схема группового привода.
14. Принцип работы коробки скоростей токарного станка.
15. Развитие науки в области машиностроения.
16. Пути развития техники и технологии машиностроения на современном этапе.
17. Структура конкурентоспособных наукоемких технологий.
18. База наукоемких технологий обработки материалов.

Тема 3. Изделие и производство в технологии машиностроения

19. Что такое деталь?
20. Что такое заготовка?
21. Что такое сборочная единица?
22. Производственный процесс и технологический процесс.
23. Технологическая операция и её элементы.
24. Чем характеризуется тип производства?
25. Два вида производственных процессов.
26. Изделие и его элементы.
27. Производственный и технологический процессы.
28. Производственный состав машиностроительного завода.
29. Типы и организационные формы производства.
30. Автоматизация производственных процессов.
31. Такт выпуска, ритм выпуска.

Тема 4. Технологичность конструкций изделий

32. Понятие о технологичности конструкции изделия.
33. Показатели оценки технологичности конструкции.
34. Методы достижения технологичности конструкции.
35. Виды технологичности.
36. Что такое конструктивные элементы детали?
37. Технологические элементы.
38. Детали стандартные, унифицированные и оригинальные.
39. Что такое технологичность конструкции?
40. Показатели оценки технологичности.
41. Методы достижения технологичности.

Тема 5. Припуски на обработку и виды заготовок деталей машин

42. Схема процесса получения отливки в разовых формах.
43. Центробежный способ литья.
44. Литье под давлением, литье в оболочковые формы.
21. Чугунное литье.
45. Стальное литье.
46. Способы получения заготовок обработкой давлением.
47. Холодная листовая штамповка.
48. Горячая объемная штамповка.
49. Получение литых заготовок;
50. Получение заготовок обработкой давлением;
51. Производство заготовок из порошковых материалов;
52. Получение заготовок из проката.
53. Штамповка взрывом.

Тема 6. Основные вопросы технологии машиностроения.

54. Что такое операция в технологическом процессе?
55. Этапы проектирования технологического процесса.
56. Базирование заготовок.
57. Станочные приспособления.
58. Черновая, чистовая обработка деталей.
59. Термическая обработка.
60. Нормирование в машиностроении.
61. Способы механической обработки заготовок.
62. Механизация и автоматизация в машиностроении.
63. Элементы технологического процесса механической обработки.
64. Структура технической нормы времени.
65. Технологические методы размерной обработки деталей машин.
66. Режущий инструмент.

Тема 7. Основные понятия о точности обработки и качестве поверхности деталей машин

67. Что такое точность?
68. Что такое взаимозаменяемость?
69. Предельные отклонения и допуски размера.
70. Посадки и степени точности
71. Точность формы поверхности.
72. Точность расположения поверхностей.
73. Параметр шероховатости R_a .
74. Высота неровностей профиля по десяти точкам.
75. Что значит измерить параметр детали?
76. Абсолютный метод измерения.
77. Относительный метод измерения.
78. Шероховатость поверхностей;
79. Измерения и средства для измерения.
80. Механизация и автоматизация измерений.

Тема 8. Обработка резанием и режущие инструменты

81. Что такое обработка резанием?
82. Схема резания инструментом.
83. Схема стружкообразования.
84. Что такое подача S_o , мм/об?
85. Составляющие силы резания.
86. Инструментальные материалы.
87. Требования к инструментальным материалам.
88. Классификация режущих инструментов.
89. Применяемость режущих инструментов.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для

типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций.

2. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-8} компетенции и индикаторы. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- правильность и четкость ответов;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе.

Оценочный лист

ОПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
-----	---------------	----------------------------

ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Вопросы к экзамену

1. Машиностроительный комплекс. Виды машиностроительного производства.
2. Основные цели становления современного машиностроения.
3. Исторический путь развития промышленности и машиностроения в России.
4. Пути развития техники и технологии машиностроения на современном этапе.
5. Машина как объект производства.
6. Основные понятия о производственном и технологическом процессах.
7. Структура технологического процесса.
8. Типы производства и методы работы.
9. Классификация деталей и типизация технологических процессов.
10. Общие понятия о технологичности конструкций.
11. Стадии обработки изделия на технологичность.
12. Показатели технологичности конструкции изделия.
13. Припуски на обработку и методы их определения.
14. Общие требования к заготовкам деталей машин.
15. Характеристика основных методов изготовления заготовок.
16. Характеристика точности и факторы ее определяющие.
17. Суммирование погрешностей обработки.
18. Качество поверхности (определения и основные понятия).
19. Параметры оценки шероховатости поверхности.
20. Методы и средства оценки шероховатости поверхности.
21. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин.
22. Взаимосвязь шероховатости поверхностей и точности при различных видах обработки деталей машин.
23. Общие сведения о резании металлов.
24. Элементы процесса резания.
25. Износ и стойкость режущего инструмента.
26. Смазывающе-охлаждающие технологические жидкости и их влияние на процесс резания.
27. Техническое нормирование.
28. Конструкционные материалы, используемые для изготовления деталей машин.
29. Инструментальные материалы для лезвийного инструмента.
30. Материалы для абразивных инструментов.
31. Главные тенденции в развитии машиностроительного комплекса.
32. Эволюция развития отрасли машиностроения.
33. Проекты и труды русских ученых, создавших основу технологии машиностроения как науки.

34. Примеры перспективных ресурсосберегающих технологий в машиностроении.
35. Области профессиональной деятельности дипломированного специалиста.
36. Виды профессиональной деятельности.
37. Задачи профессиональной деятельности.
38. Квалификационные требования к специалисту производственного участка.
39. Критерии оценки квалификации специалиста.
40. Пути и закономерности развития технологических процессов.
41. Традиционные методы обработки резанием.
42. Направления совершенствования технологических процессов механической обработки.
43. Прогрессивные виды технологий.
44. Понятие о посадках и допуске посадки.
45. Методы и средства измерения деталей машин.
46. Что такое обработка резанием?
47. Схема резания инструментом.
48. Схема стружкообразования.
49. Что такое подача S_0 , мм/об?
50. Составляющие силы резания.
51. Инструментальные материалы.
52. Требования к инструментальным материалам.
53. Классификация режущих инструментов.
54. Применяемость режущих инструментов.
55. Этапы проектирования технологического процесса.
56. Базирование заготовок.
57. Станочные приспособления.
58. Черновая, чистовая обработка деталей.
59. Термическая обработка.
60. Нормирование в машиностроении.
61. Способы механической обработки заготовок.
62. Механизация и автоматизация в машиностроении.
63. Элементы технологического процесса механической обработки.
64. Структура технической нормы времени.
65. Технологические методы размерной обработки деталей машин.
66. Режущий инструмент.
67. Что такое точность?
68. Что такое взаимозаменяемость?
69. Предельные отклонения и допуски размера.
70. Посадки и степени точности
71. Точность формы поверхности.
72. Точность расположения поверхностей.
73. Параметр шероховатости R_a .
74. Высота неровностей профиля по десяти точкам.
75. Что значит измерить параметр детали?
76. Абсолютный метод измерения.
77. Относительный метод измерения.
78. Шероховатость поверхностей;
79. Измерения и средства для измерения.
80. Механизация и автоматизация измерений.
81. Схема процесса получения отливки в разовых формах.
82. Центробежный способ литья.
83. Литье под давлением, литье в оболочковые формы.
84. Чугунное литье.

85. Стальное литье.
86. Способы получения заготовок обработкой давлением.
87. Холодная листовая штамповка.
88. Горячая объемная штамповка.
89. Получение литых заготовок;
90. Получение заготовок обработкой давлением;
91. Производство заготовок из порошковых материалов;
92. Получение заготовок из проката.
93. Штамповка взрывом.
94. Что такое деталь?
95. Что такое заготовка?
96. Что такое сборочная единица?
97. Производственный процесс и технологический процесс.
98. Технологическая операция и её элементы.
99. Чем характеризуется тип производства?
100. Изделие и его элементы.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий безошибочно. Безошибочно понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки. Безошибочно анализирует методы решения проблем, связанных с машиностроительными производствами. Продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации. Компетенции и индикаторы ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-8} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий с неточностями, ориентируется в возможностях оборудования. Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки с несущественными неточностями. Анализирует методы решения проблем, связанных с машиностроительными производствами с несущественными неточностями. Компетенции и индикаторы ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-8} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он не корректно выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий. Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, но не понимает причины возникновения погрешностей обработки. Не корректно анализирует методы решения проблем, связанных с машиностроительными производствами. Компетенции и индикаторы ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-8} частично освоены.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий. Не понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки. Не анализирует методы решения проблем, связанных с машиностроительными производствами. Компетенции и индикаторы ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-8} не освоены.

2. Описание шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. В случае если рейтинговый балл студента по дисциплине по итогам семестра равен 60, то программой автоматически добавляется 32 премиальных балла и выставляется оценка «отлично». Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от 20 до 40 ($20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена:

*Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине
в оценку по 5-балльной системе*

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
88 – 100	Отлично
72 – 87	Хорошо
53 – 71	Удовлетворительно
< 53	Неудовлетворительно

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются два вопроса.

Для подготовки по билету отводится 45 минут

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования конспектом лекций (при разрешении экзаменатора), справочными данными и таблицами.

При проверке задания, оцениваются

- последовательность и рациональность изложения;
- знание материала, рекомендованного по теме;
- соответствие содержания теме;
- грамотность изложения;
- правильность оформления;
- аккуратность.

Оценочный лист

ОПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	

	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Тесты

Паспорт фонда тестовых заданий

№ п/п	Проверяемые темы дисциплины	Проверяемые компетенции	Тип теста*			
			зф ¹	оф ²	ус ³	пп ⁴
1	История развития техники и машиностроения в России	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	12	5	-	-
2	Основные направления развития техники и технологии машиностроения	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	15	1	-	-
3	Изделие и производство в технологии машиностроения	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	12	7	-	-
4	Технологичность конструкций изделий	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	11	2	-	-
5	Припуски на обработку и виды заготовок деталей машин	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	9	9	-	-
6	Основные понятия о точности обработки и качестве поверхности деталей машин	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	17	8	-	-
7	Обработка резанием и режущие инструменты	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8}	7	4	3	-
	Всего		83	36	3	-

* отметить тип теста «+»

¹ задания закрытой формы (с выбором одного или нескольких правильных ответов из предложенного набора вариантов);

² задания открытой формы (ответ формулируется самостоятельно);

³ задания на установление соответствия (с установлением правильного соответствия между элементами двух представленных множеств);

⁴ задания на установление правильной последовательности (с указанием правильного порядка перечисленного набора элементов).

Тема 1. История развития техники и машиностроения в России

I:

S: Задача ### – создание новых производительных машин, их выпуск в потребных количествах и требуемого качества при наименьшей себестоимости

+: машиностроения

+: отрасли машиностроения

+: машиностроительной отрасли

I:

S: Еще в эпоху неолита были изобретены стационарные

+: сверлильные установки

-: муфельные печи

-: лазерные установки

-: сталеплавильные агрегаты

I:

S: В России изобретателем суппорта был талантливый механик

+: А.К. Нартов

-: Д.К. Чернов

-: Б. Л. Розинг

-: М.В. Ломоносов

I:

S: Русский металлург, основоположник металловедения и теории термической обработки стали

-: А.К. Нартов

+: Д.К. Чернов

-: Б. Л. Розинг

-: М.В. Ломоносов

I:

S: С появлением ### инструмент стал частью станка, превратился из орудия ручного труда в орудие механизированного

+: суппорта

+: суппорт

I:

S: Изобретение паровой машины привело к возможности применения в станке такого механизма, как коробка ###, представляющая собой многоступенчатый шкив, установленный на шпинделе станка

+: скоростей

I:

S: Групповой привод постепенно был вытеснен индивидуальным централизованным, при котором электродвигатель работает только

- + : на один станок
- : на все станки участка
- : все станки цеха
- : на два станка

I:

S: Заготовку зажимают в кулачковом патроне, который крепят к фланцу

- : суппорта
- + : шпинделя
- : привода
- : задней бабки

I:

S: Отрасль машиностроения, не существовавшая в дореволюционной России

- + : авиастроение
- : станкостроение
- : сельскохозяйственное машиностроение
- : энергетическое машиностроение

I:

S: Продукция предприятий ### играет решающую роль в реализации достижений научно-технического прогресса во всех областях хозяйства

- + : машиностроения
- + : отрасли машиностроения
- + : машиностроительной отрасли

I:

S: Среди отраслей машиностроения выделяют тяжёлое машиностроение, среднее машиностроение, изготовление металлургических изделий и

- + : ремонт автомобилей и других машин
- : техническое обслуживание автомобилей
- : металлургия
- : теплогазоснабжение

I:

S: В Российской Федерации главную роль в машиностроении занимает

- : авиастроение
- + : автомобилестроение
- : станкостроение
- : сельскохозяйственное машиностроение

I:

S: Часть металлорежущего станка, которая последовательно изменяет форму обрабатываемой детали

- : станина
- +: режущий инструмент
- : направляющие
- : двигатель

I:

S: Успех обработки может быть достигнут лишь при условии, когда три фактора – станок, ###, технологический процесс – составляют неразрывное целое

- +: инструмент
- +: режущий инструмент
- +: обрабатывающий инструмент

I:

S: В странах с широко развитым машиностроением одновременно наиболее развита и

- : строительная отрасль
- +: инструментальная промышленность
- : энергетическая отрасль
- : химическая промышленность

I:

S: Резко сократили время, затрачиваемое на осуществление непосредственно процесса обработки применение твердосплавных инструментов и повышение

- +: скоростей резания
- : температуры резания
- : коэффициента трения
- : мощности оборудования

I:

S: Эффективным методом повышения стойкости металлорежущего инструмента является нанесение

- : точной разметки
- +: износостойких покрытий
- : маркировочных рисок
- : рифления поверхности

Тема 2. Основные направления развития техники и технологии машиностроения

I:

S: Наука в области машиностроения развивается по двум направлениям:

- : разработка теории утилизации машин
- +: разработка теории проектирования машин

- : разработка теории эксплуатации машин
- +: разработка проблем изготовления машин
- : сезонное обслуживание агрегатов

I:

S: Основателем школы отечественного машиностроения был механик, создатель многих станков и машин

- +: А.К. Нартов
- : М.В. Ломоносов
- : Петр Первый
- : Иван Кулибин

I:

S: Конкурентная борьба машиностроительных предприятий в условиях открытой рыночной экономики приведет к востребованности

- : большого количества рабочих рук
- +: технологической науки
- : качественного универсального оборудования
- : импортных деталей и запасных частей

I:

S: Научоемкие технологии в машиностроении применяются для повышения функциональных свойств изделий и их

- : мощности
- +: конкурентоспособности
- : габаритных размеров
- : миниатюризации

I:

S: Важнейшим свойством наукоемких технологий, безусловно, является

- +: новый техпроцесс
- : известная технология
- : единичное производство
- : массовое производство

I:

S: Существенным признаком наукоемких технологий является

- : частичная механизация
- +: комплексная автоматизация
- : взаимозаменяемость
- : отсутствие наладчиков

I:

S: Разработка и реализация наукоемких технологий требует

- : низкоквалифицированных кадров
- +: высокообразованных специалистов
- : частого обслуживания оборудования
- : минимальных вложений

I:

S: Лазерная технология (резка, сверление, гравировка, измерение, диагностика, балансировка, контроль качества) отличается

- : малой гибкостью
- +: большой гибкостью
- : сложностью
- : материалоемкостью

I:

S: Методы обработки, которые базируются на двух и более явлениях (физических, химических, электрических, механических) относятся к

- : универсальным методам
- : прецизионным методам
- +: комбинированным методам
- : тепловым методам

I:

S: Основой современного машиностроения справедливо считаются

- : наращивание станочного парка и числа рабочих
- +: наукоёмкие технологии и инновации
- : мощные машины и агрегаты
- : универсальные станки

I:

S: Новый материал, имеющий минимальный вес, но при этом обладающий исключительной прочностью

- : ковкий чугун
- : сверхтвёрдый материал
- +: сверхпрочный материал
- : серый чугун

I:

S: Следующий этап в автомобилестроении относительно двигателя внутреннего сгорания нового типа

- +: облегчение
- : увеличение
- : расширение
- : утяжеление

I:

S: При помощи лазерного ### направленной точности выполняется тонкая резка металла с любым интервалом и графическим узором

+: луча

I:

S: Лазер используется и для

-: проектирования

+: сварочных работ

-: сборочных работ

-: окрасочных работ

I:

S: Лазер оплавляет порошок, из которого за несколько часов выполняется деталь, это

-: 2D-технология

+: 3D-технология

-: термообработка

-: реверс инжиниринг

I:

S: Специалисты не исключают, что через 10 лет практически во всех транспортных средствах будет присутствовать

-: высокопрочный чугун

-: конструкционная сталь

-: алмаз

+: материал-перо Microlattice

Тема 3. Изделие и производство в технологии машиностроения

I:

S: ### машиностроительного производства называется предмет (набор предметов), являющийся продуктом конечной стадии производства (завода, цеха, участка, линии).

+: Изделием

+: изделием

I:

S: В зависимости от назначения различают изделия

+: основного и вспомогательного производства

-: главного и второстепенного производства

-: маленькие и большие

-: качественные и некачественные

I:

S: ### это изделие или часть изделия, изготовленное (или подлежащее изготовлению) из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

+: Деталь

+: деталь

I:

S: ### это предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности или материала изготавливают деталь.

+: Заготовка

+: заготовка

I:

S: Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями: свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой и т. п. это

-: комплекс

-: комплект

+: сборочная единица

-: деталь

I:

S: Два и более специфицированных изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций это

+: комплекс

-: комплект

-: сборочная единица

-: деталь

I:

S: Совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий это

-: технологический процесс

+: производственный процесс

-: ремонтный процесс

-: контрольный процесс

I:

S: Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению или определению состояния предмета труда это

+: технологический процесс

-: производственный процесс второго уровня

- : ремонтный процесс
- : контрольный процесс

I:

S: Участки производственной площади, оборудованные в соответствии с выполняемой на ней работой это

- : производственные склады
- : рабочие зоны оборудования
- +: рабочие места
- : проходы и проезды на производстве

I:

S: Законченная часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте и охватывающая все действия оборудования и рабочих над одним или несколькими совместно обрабатываемыми или собираемыми объектами производства это

- : технологический переход
- : главный переход
- +: технологическая операция
- : вспомогательный переход

I:

S: Законченная часть технологической операции, выполняемая одним и тем же средством технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке это

- +: технологический переход
- : главный переход
- : технологическая подоперация
- : вспомогательный переход

I:

S: Рабочий ### — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки

- +: ход

I:

S: Часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки или собираемой сборочной единицы это

- +: установ
- : главный переход
- : технологическая подоперация
- : вспомогательный переход

I:

S: В машиностроении различают три типа производства: единичное (индивидуальное), серийное и ###

+: массовое

I:

S: Характеризуется выпуском изделий в малых, редко повторяющихся или вовсе не повторяющихся количествах при широкой номенклатуре выпускаемых изделий

+: единичное и мелкосерийное производство

-: крупносерийное производство

-: среднесерийное производство

-: массовое производство

I:

S: Характеризуется выпуском в больших количествах определенных изделий ограниченной номенклатуры

-: единичное производство

+: крупносерийное и массовое производство

-: среднесерийное производство

-: мелкосерийное производство

I:

S: Производственные процессы делят на два вида: непоточный и ###

+: поточный

I:

S: ### выпуска — это интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования

+: такт

I:

S: Станочное оборудование на потоке должно быть загружено не менее чем на

+: 70%

-: 60%

-: 30%

-: 50%

Тема 4. Технологичность конструкций изделий

I:

S: Конструктивные элементы вала на рисунке это

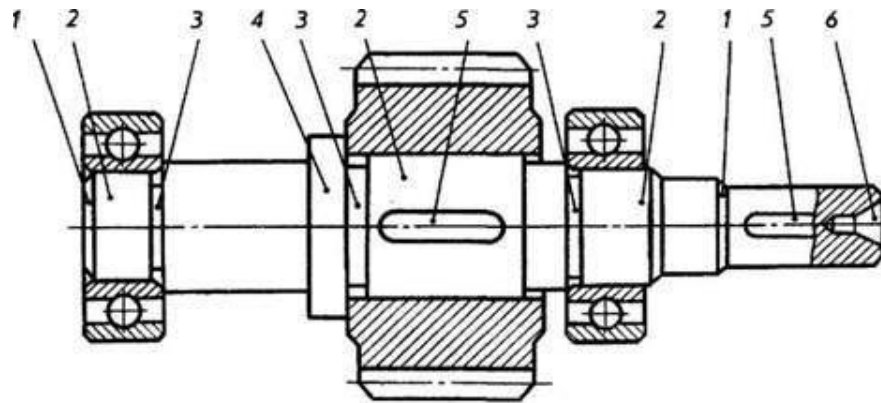
+: шейки для зубчатого колеса и подшипников 2

-: фаски 1

+: бурт 4

+: шпоночные пазы 5

- : проточки 3
- : центровые отверстия на торцах вала 6



I:

S: Для выхода шлифовального круга при шлифовании шеек вала нужны

- : шпоночные пазы
- : шейки вала
- + : проточки
- : фаски

I:

S: Базой при обработке вала служат

- + : центровые отверстия
- : шейки вала
- : проточки
- : фаски

I:

S: Элементы деталей, связанные с операциями их изготовления, называют ###.

- + : технологическими
- + : технологические

I:

S: Заимствованные из другого изделия детали, т. е. ранее спроектированные как оригинальные относят к

- + : унифицированным
- : стандартным
- : оригинальным
- : сверхоригинальным

I:

S: Детали, которые конструируют применительно к определенной машине и они, как правило, не имеют подобного себе образца называют

- : нормальными

- + : оригинальными
- : стандартными
- : определенными

I:

S: ### конструкции — параметр, оценивающий машину (деталь) в отношении возможности оптимального использования материалов, средств и времени при ее изготовлении и ремонте

- + : Технологичность

I:

S: По области проявления различают следующие виды технологичности:

- : промышленную
- + : производственную
- : технологическую
- : сервисную
- + : эксплуатационную
- + : ремонтную

I:

S: К основным показателям технологичности относятся

- : коэффициент точности
- + : технологическая себестоимость
- + : трудоемкость изготовления деталей и сборки машины
- : коэффициент шероховатости
- : применение типовых технологических процессов

I:

S: Уровень технологичности по технологической себестоимости

$$- : K_{y.T.} = \frac{T_{II}}{T_{II.B.}}$$

$$+ : K_{y.C.} = \frac{C_T}{C_{T.B.}}$$

$$- : M_K = \frac{M_{II}}{N_M}$$

$$- : K_M = \frac{m_D}{m_3}$$

I:

S: Для оценки технологической материалоемкости детали может применяться

- + : коэффициент использования материала
- : коэффициент точности
- : коэффициент шероховатости

-: коэффициент технологичности

I:

S: Обобщение конструкторских решений без оформления специальной документации

-: нормализация

-: стандартизация

+: унификация

-: спецификация

I:

S: Число сварных элементов и длина сварных швов должны быть

-: максимальными

+: минимальными

-: с запасом

-: изменяющимися

Тема 5. Припуски на обработку и виды заготовок деталей машин

I:

S: Слой металла, удаляемый с поверхности исходной заготовки в процессе механической обработки с целью получения готовой детали, называется общим ### на обработку

+: припуском

I:

S: Слой металла, удаляемый при выполнении технологического перехода обработки резанием называется

-: общим припуском

-: суммарным припуском

+: промежуточным припуском

-: единичным припуском

I:

S: Слой металла, удаляемый при выполнении технологической операции, называют

+: операционным припуском

-: станочным припуском

-: единичным припуском

-: напуском

I:

S: Припуск на обработку резанием определяется опытно-статистическим и ### методами

+ : расчетно-аналитическим

I:

S: ### — это первоначальное состояние детали до обработки

+ : заготовка

+ : Заготовка

I:

S: Основной количественной характеристикой металлоемкости детали является

- : коэффициент технологичности

+ : коэффициент использования металла

- : коэффициент точности

- : коэффициент шероховатости

I:

S: Коэффициент использования металла определяется из соотношения

$$- : K_{y.T.} = \frac{T_{II}}{T_{II.B.}}$$

$$- : K_{y.C.} = \frac{C_T}{C_{T.B.}}$$

$$- : M_K = \frac{M_{II}}{N_M}$$

$$+ : K_M = \frac{m_D}{m_3}$$

I:

S: Улучшает обрабатываемость резанием, размельчает зерно металла

- : отжиг

+ : нормализация

- : отпуск

- : закалка

I:

S: Снижает внутренние напряжения, сохраняет высокую твердость

- : отжиг

- : нормализация

+ : отпуск

- : закалка

I:

S: Методом ### можно изготовить изделия весьма сложной конфигурации, которые при помощи других способов получить трудно или невозможно.

+ : литья

+ : литьё

I:

S: В процессе литья инструментом, создающим конфигурацию получаемой заготовки, является ###, в которую заливают жидкий металл для затвердевания.

+ : форма

I:

S: Способ литья в ### формы имеет недостатки: форму используют только один раз, отливки получают малой точности

+ : песчаные

+ : разовые

+ : песчано-глинистые

I:

S: Способ литья, который заключается в заливке металла в форму, вращающуюся вокруг горизонтальной или вертикальной оси это

- : литьё в кокиль

+ : центробежный

- : литьё под давлением

- : заливной способ

I:

S: При литье ### металлическую форму заполняют жидким металлом под давлением поршня или сжатого воздуха

+ : под давлением

I:

S: Почти не нуждаются в дальнейшей механической обработке и имеют повышенную прочность заготовки отлитые

+ : под давлением

- : в кокиль

- : в песчаные формы

- : центробежным способом

I:

S: Процесс, при котором формообразование заготовок происходит под действием ударов бойка молота или нажимом бойка прессы называют

- : прессованием

+ : свободной ковкой

- : литьем

- : штамповкой

I:

S: Основными рабочими частями штампа являются пуансон и ###.

+: матрица

I:

S: Технология производства заготовок методами ### металлургии включает в себя этапы: получение металлических порошков, формообразование заготовок, их спекание и механическая обработка

+: порошковой

Тема 6. Основные понятия о точности обработки и качестве поверхности деталей машин

I:

S: ### – это степень приближения значения того или иного параметра к его заданному значению

+: Точность

+: точность

I:

S: Изготовление деталей и последующая сборка из них узлов и машин без дополнительной обработки (пригонки) этих деталей - это

-: точность

-: стандартизация

+: взаимозаменяемость

-: унификация

I:

S: Разность между действительным и средним значениями размера или геометрического параметра называют

+: погрешностью обработки

-: точностью обработки

-: шероховатостью

-: волнистостью

I:

S: Точность от качества 01 к качеству 17

-: не изменяется

+: убывает

-: возрастает

-: уточняется

I:

S: Погрешности обработки резанием подразделяются на: систематические постоянные; ###, изменяющиеся закономерно; случайные; грубые.

+: систематические

I:

S: Погрешность, которая для всех заготовок рассматриваемой партии остается постоянной, или же закономерно изменяется при переходе от каждой обрабатываемой заготовки к следующей это

-: случайная погрешность

+: систематическая погрешность

-: запланированная погрешность

-: полезная погрешность

I:

S: Непостоянные по значению и знаку погрешности, причину возникновения которых установить заранее не представляется возможным это

+: случайные погрешности

-: систематические погрешности

-: запланированные погрешности

-: полезные погрешности

I:

S: Погрешность обработки оценивают коэффициентом точности обработки, который равен

$$-: \sigma = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots \Delta_n^2}{n}}$$

$$+: K_T = \frac{Td(TD)}{6\sigma}$$

$$-: K_{y.T.} = \frac{T_{II}}{T_{II.B.}}$$

$$-: K_{y.C.} = \frac{C_T}{C_{T.B.}}$$

I:

S: Среднее квадратическое отклонение определяется по зависимости

$$+: \sigma = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots \Delta_n^2}{n}}$$

$$-: K_T = \frac{Td(TD)}{6\sigma}$$

$$-: K_{y.T.} = \frac{T_{II}}{T_{II.B.}}$$

$$-: K_{y.C.} = \frac{C_T}{C_{T.B.}}$$

I:

S: Геометрическая точность ### определяется при ненагруженном станке и медленном перемещении его частей

+: станка

+: оборудования

I:

S: ### точность станка влияет на обеспечение правильного шага резьбы, шага зубчатых колес, угла подъема винтовой линии и прочее и определяется точностью кинематической цепи передачи

+: Кинематическая

+: кинематическая

I:

S: При обработке длинных валов решающим является

-: жесткость станка

+: прогиб заготовки

-: жесткость инструмента

-: количество деталей

I:

S: Жесткость, Н/мкм, определяют по формуле

$$-: W_c = \frac{1}{\gamma_c}$$

$$+: \gamma_c = \frac{P_y}{Y_c}$$

$$-: K_{y.T.} = \frac{T_{II}}{T_{II.B.}}$$

$$-: K_{y.C.} = \frac{C_T}{C_{T.B.}}$$

I:

S: Величину погрешности заготовки на технологической операции рассчитывают по формуле

$$+: \Delta_{zag} = y_{\max} - y_{\min} = W \cdot (P_{y\max} - P_{y\min})$$

$$-: K_K = \frac{\Delta_{zag i}}{\Delta_{zag i-1}}$$

$$-: K_{K.O.} = K_{K1} \cdot K_{K2} \dots K_{Kn}$$

$$-: \sigma = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots \Delta_n^2}{n}}$$

I:

S: Напряжения, которые существуют в заготовке или готовой детали при отсутствии внешних нагрузок называют

-: растягивающими

+: остаточными

-: сжимающими

-: вредными

I:

S: Термические напряжения в заготовках после закалки снижают путем

-: закалки

+: отпуска

-: охлаждения

-: нормализации

I:

S: Выпуск годных деталей будет обеспечен при условии, что суммарная погрешность не выходит за пределы поля ### на заданный размер

+: допуска

I:

S: с повышением точности обработки стоимость ее

-: не изменяется

+: быстро возрастает

-: колеблется

-: уменьшается

I:

S: Комплекс свойств, приобретаемых поверхностью детали в результате ее обработки, характеризуется обобщенным понятием "### поверхности".

+: качество

I:

S: Погрешности обработанной поверхности можно подразделить на три категории: макрогеометрические отклонения, волнистость поверхности, ### поверхности

+: шероховатость

I:

S: Совокупность периодических, регулярно повторяющихся, близких по размерам выступов и впадин, расстояние между которыми значительно больше, чем у неровностей, образующих шероховатость поверхности это

-: субмикрошероховатость

+: волнистость

-: бочкообразность

-: выпуклость

I:

S: Совокупность микронеровностей с относительно малым шагом, образующих рельеф поверхности это

+: шероховатость

-: волнистость

-: бочкообразность

-: выпуклость

I:

S: Для изучения геометрических характеристик шероховатых поверхностей наибольшее распространение получил

-: метод радиоизотопов

+: щуповый метод

-: метод сравнения

-: метод стирания

I:

S: Основной размер, заданный конструктором машины исходя из функционального назначения в ней детали и служащий началом отсчета отклонений, называют

-: допуском

+: номинальным

-: действительным

-: правильным

I:

S: ### – характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов

+: посадка

+: Посадка

Тема 7. Обработка резанием и режущие инструменты

I:

S: Обработка ### – основной технологический метод получения деталей машин, обеспечивающий их наибольшую точность

+: резанием

I:

S: Практически любой вид инструмента имеет ### и крепежную части.

+: рабочую

I:

S: Скорость главного движения называют скоростью

- + : резания
- : подачи
- : станка
- : продвижения

I:

S: Перемещение режущей кромки инструмента относительно обработанной поверхности в направлении движения подачи за один оборот заготовки это

- : глубина резания
- + : подача
- : скорость резания
- : вектор резания

I:

S: Режущие инструменты должны обладать

- + : твердостью
- : пластичностью
- : хорошей податливостью
- + : определенной вязкостью
- + : износостойкостью

I:

S: Инструментальными материалами не являются

- : быстрорежущие стали
- + : конструкционные стали
- : твердые сплавы
- : минералокерамика
- : синтетические сверхтвердые материалы

I:

S: Твердые сплавы получают методом ### металлургии

- + : порошковой

I:

S: Существенным недостатком минералокерамических пластинок является их

- + : низкая механическая прочность и хрупкость
- : большая шероховатость
- : гибкость
- : теплостойкость

I:

S: Резцы, предназначенные для внутренних поверхностей, называют

- + : расточными

-: сверлильными

-: канавочными

-: круглыми

I:

S: Резцы – вид режущего инструмента, используемый при обработке на станках токарной, строгальной и

-: сверлильной групп

+: долбежной групп

-: чеканочной групп

-: ударной групп

I:

S: Соответствие между резцами и обрабатываемыми поверхностями

L1: расточные

L2: проходные

L3: подрезные

L4: галтельные

L5: отрезные

R1: внутренние поверхности

R2: цилиндрические поверхности с движением подачи вдоль оси заготовки

R3: обточка торцевых поверхностей

R4: фасонные канавки

R5: прямые канавки и отрезка материала

I:

S: ### – многолезвийный инструмент с рядом выступающих одно над другим лезвий, предназначенный для обработки отверстий разной формы, а также наружных поверхностей

-: Протяжка

+: протяжка

I:

S: Соответствие между фрезами и обрабатываемыми поверхностями

L1: цилиндрические и торцовые

L2: дисковые пазовые

L3: прорезные (шлицевые) и отрезные

L4: фасонные

R1: обработка плоских поверхностей

R2: фрезерование пазов, уступов или нешироких плоскостей

R3: для прорезки шлицев и пазов или для отрезных работ

R4: фасонные поверхности

I:

S: Соответствие между инструментами и обрабатываемыми поверхностями

L1: сверло
 L2: метчик
 L3: плашка
 L4: протяжка
 R1: отверстие
 R2: резьба в отверстии
 R3: резьба на стержне
 R4: отверстие сложной формы (шлицевое, квадратное и т.п.)

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед тестированием студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-8}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность ответов;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ОПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-8} .	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность ответов	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	