

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Верещагина Элла Леонидовна  
Должность: ВРИО директора Подмосковного института (филиал) МАДИ  
Дата подписания: 30.01.2026 11:05:01  
Уникальный программный ключ:  
7a33bd6a100c82a79b62e166d0723a0c318d8421

**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)  
БРОННИЦКИЙ ФИЛИАЛ**

**Л. Ю. Семенникова**

**КОНСТРУКЦИЯ ТОКАРНОГО СТАНКА. ИССЛЕДОВАНИЕ  
ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА СИЛУ РЕЗАНИЯ ПРИ  
ТОЧЕНИИ**

**Методические указания к выполнению  
виртуальных лабораторных работ  
по дисциплине «Технология конструкционных материалов»**

Бронницы 2022

**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)  
БРОННИЦКИЙ ФИЛИАЛ**

Кафедра Общетехнических дисциплин

**Л.Ю. Семенникова**

**КОНСТРУКЦИЯ ТОКАРНОГО СТАНКА. ИССЛЕДОВАНИЕ  
ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА СИЛУ РЕЗАНИЯ ПРИ  
ТОЧЕНИИ**

**Методические указания к выполнению  
виртуальных лабораторных работ  
по дисциплине «Технология конструкционных материалов»**

Допущено Советом Бронницкого филиала МАДИ в качестве методических указаний к выполнению виртуальных лабораторных работ по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях»

(протокол № 2/22-23 от 22.09.2022 г.)

Бронницы 2022

УДК 621.941

ББК 34.632

С 301

Семенникова Л. Ю. Конструкция токарного станка. Исследование влияния режимов резания на силу резания при точении; Методические указания к выполнению виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Технология конструкционных материалов: методические указания/ Л. Ю. Семенникова /Бронницкий филиал МАДИ. – Бронницы, 2022. – 53 с.

Рецензент:

Доцент кафедры Технической эксплуатации автотранспорта и организации транспортных процессов Бронницкого филиала МАДИ  
Васильев В.А. к.т.н., доцент

Ведущий научный сотрудник ФГБУ «21 НИИИ ВАТ» Минобороны  
России Кудряев А.В. к.т.н.

Методические указания предназначены для студентов специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» специализации «Автомобильная техника в транспортных технологиях».

## **ВВЕДЕНИЕ**

Лабораторные работы являются неотъемлемой частью курса «Технология конструкционных материалов».

В учебном процессе Бронницкого филиала МАДИ широко используются информационные технологии, одним из элементов которых являются виртуальные лабораторные работы по «Технологии конструкционных материалов». Виртуальные лабораторные работы наряду со стендовыми лабораторными работами расширяют возможность понимания теоретического материала, полученного на лекциях и в рекомендованной литературе.

Настоящий цикл виртуальных лабораторных работ подготовлен на кафедре «Общетехнических дисциплин». Лабораторные работы по курсу «Технология конструкционных материалов», раздел «Механическая обработка заготовок деталей машин», входят в учебный план по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Лабораторная работа «Исследование влияния режимов резания на силу резания при точении» разработана с использованием методического обеспечения и инструментальных средств программного комплекса виртуальных лабораторных работ, разработанных на кафедре «Технология машиностроения» СЗТУ, под руководством доктора технических наук, профессора Максарова Вячеслава Викторовича

Перед выполнением лабораторной работы необходимо изучить теоретический материал, соответствующий теме лабораторной работы, и ответить на вопросы для самоконтроля.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

# Лабораторная работа № 1

## Конструкция токарного станка

Цель работы: изучить строение токарного -винторезного станка и подготовить его к работе.

### 1. Устройство токарных станков

Рассматривая схемы и устройство токарных станков различных видов, можно увидеть, что все они схожи между собой и имеют похожее устройство. Отличаются они только габаритами и расположением некоторых деталей. На рисунке 1 и 2 приведены названия основных узлов и деталей токарно-винторезного станка.

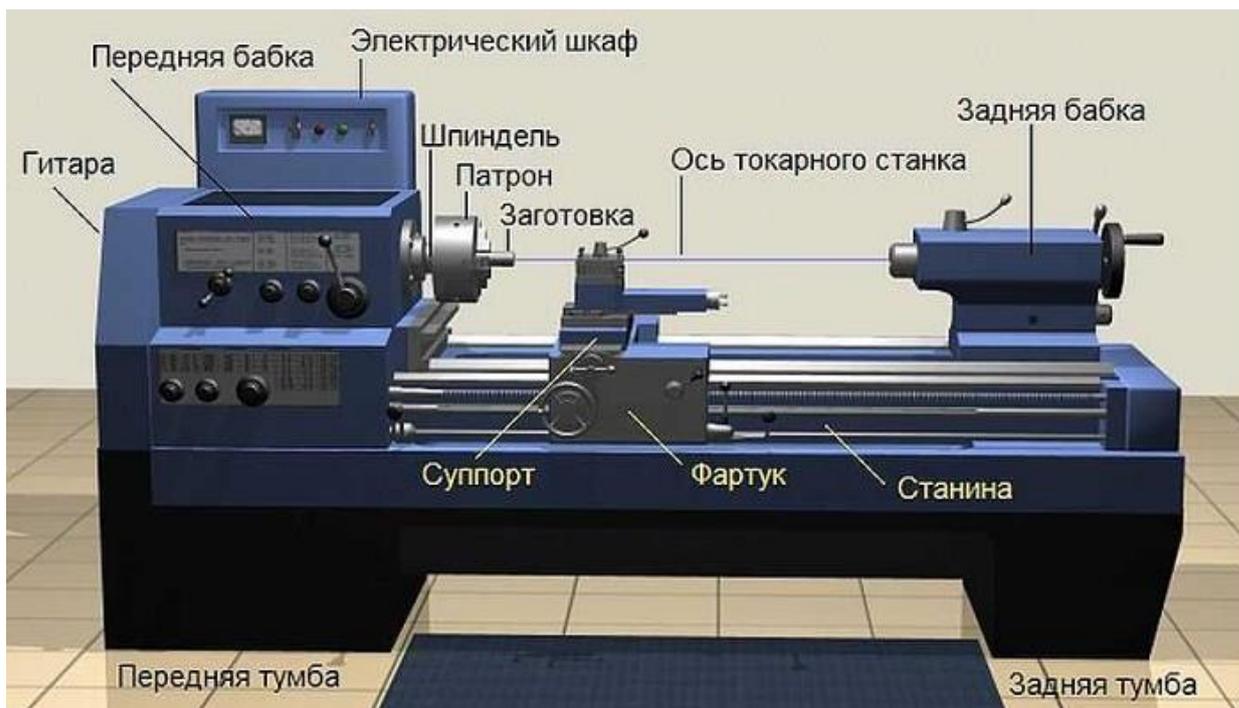


Рисунок 1 – Основные узлы и детали токарно-винторезного станка

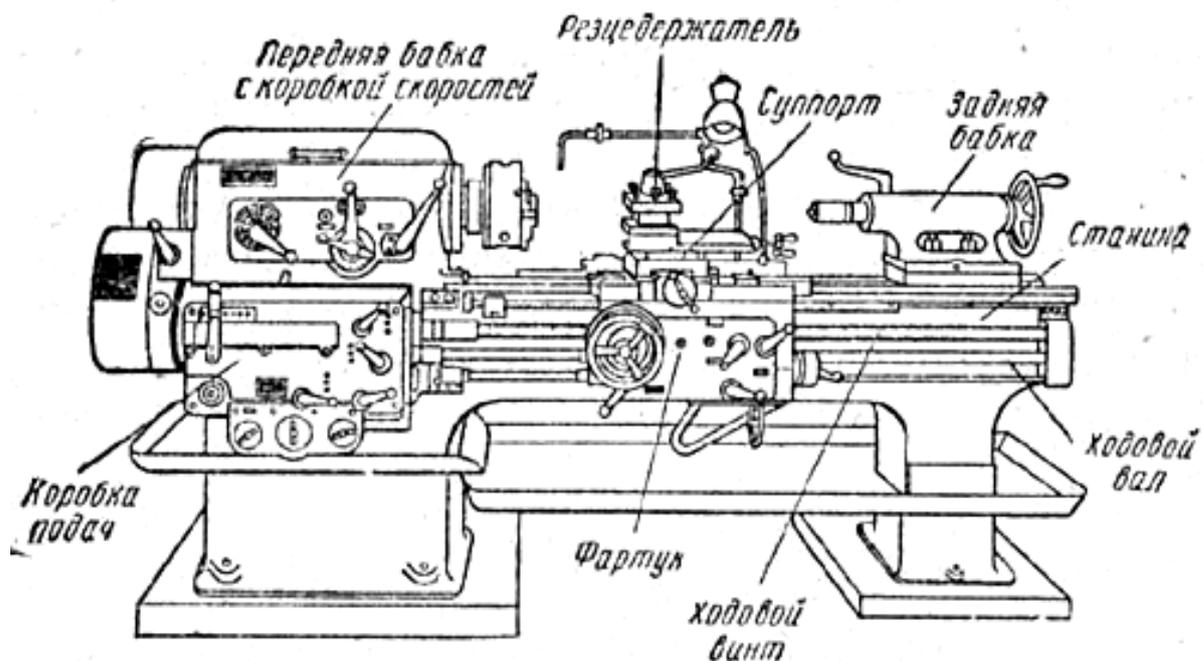


Рисунок 2 – Токарно-винторезный станок с коробкой скоростей

*Станина* является опорой для передней и задней бабок, а также служит для перемещения по ней суппорта и задней бабки.

*Передняя бабка* служит для поддержания обрабатываемой детали и передачи ей вращения.

*Задняя бабка* служит для поддержания другого конца обрабатываемой детали; используется также для установки сверла, развертки, метчика и других инструментов.

*Суппорт* предназначен для перемещения резца, закрепленного в резцедержателе, в продольном, поперечном и наклонном к оси станка направлениях.

*Коробка подачи* предназначена для передачи вращения ходовому винту или ходовому валу, а также для изменения числа их оборотов.

*Ходовой винт* используется для передачи движения от коробки подач к каретке суппорта только при нарезании резьбы, а ходовой вал — при выполнении всех основных токарных работ.

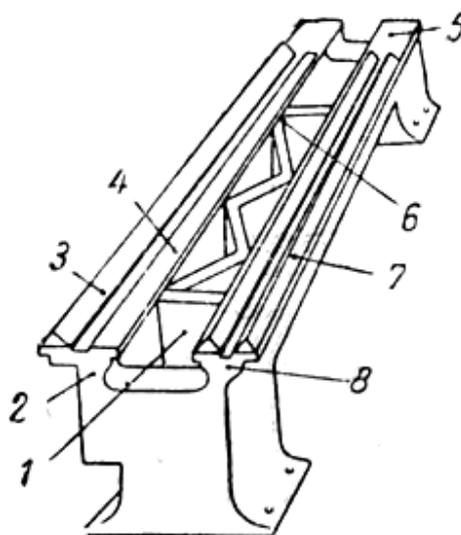
*Фартук* служит для преобразования вращательного движения ходового вала в продольное или поперечное движение суппорта.

## 2. Назначение основных узлов станка

### Станина

Станина является основным и самым крупным элементом, на котором монтируются все узлы токарного станка. Это неподвижная деталь, представляющая собой две параллельные стенки, неподвижно соединенные между собой поперечинами.

Станина имеет ножки-тумбы, в которых может храниться инструмент. Станина (рисунок 3) состоит из двух продольных стенок 2 и 8, соединенных для большей жесткости поперечными ребрами 1, и имеет четыре направляющие, три из которых призматические 3 и одна плоская 4.



1 – поперечные ребра, 2 и 8 – продольная стенка, 3 и 7 – призматическая направляющая, 4 – плоская направляющая, 5 – станина

Рисунок 3 – Станина токарного станка

На левом конце станины 5 крепят *переднюю бабку*, а на другом, на внутренней паре направляющих, устанавливают *заднюю бабку*. Заднюю бабку можно перемещать по направляющим вдоль станины и закреплять в требуемом положении. По двум крайним призматическим направляющим станины перемещается нижняя плита суппорта, называемая кареткой. Направляющие станины должны быть точно обработаны по рабочим плоскостям. Кроме того, направляющие должны быть строго

прямолинейными и взаимно параллельными, так как от этого зависит точность обработки деталей.

### Передняя бабка

Передней бабкой называется часть токарного станка, служащая для поддержания обрабатываемой детали и приведения ее во вращение. В корпусе передней бабки в подшипниках скольжения или качения вращается шпиндель, который передает вращение обрабатываемой детали при помощи кулачкового или поводкового патрона, наворачиваемого на правый конец шпинделя с резьбой. Эта деталь по-другому может называться шпиндельная бабка.

На наружной стенке корпуса передней бабки расположены рукоятки коробки скоростей (рисунок 2, 4), которые служат для переключения числа оборотов шпинделя. Как надо повернуть эти рукоятки, чтобы получить нужное число оборотов шпинделя в минуту, указано на металлической табличке, прикрепленной на наружной стенке передней бабки.

Внутри передней бабки находятся следующие детали: шпиндель, подшипники (два), шкив, коробка скоростей.



Рисунок 4 – Передняя бабка станка

Для предохранения зубчатых колес коробки скоростей от преждевременного износа переключение рукояток нужно производить только после выключения шпинделя, когда его скорость незначительна.

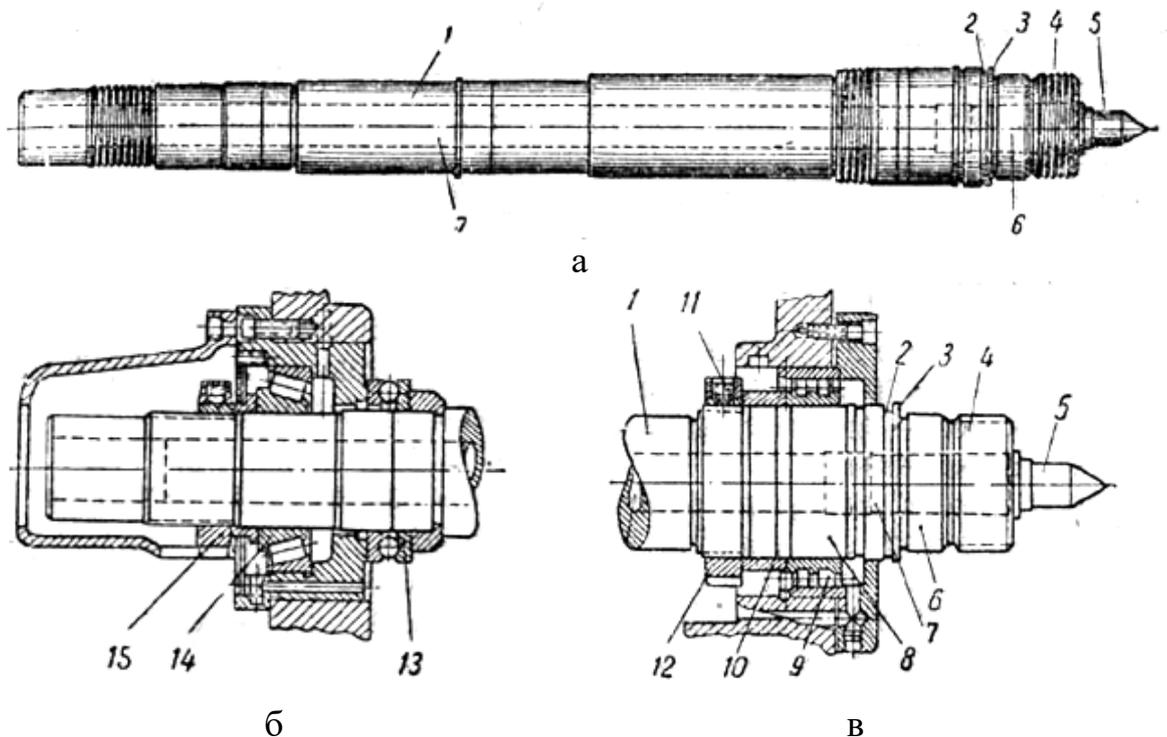
## Шпиндель

Шпиндель (рисунок 5) является наиболее ответственной частью токарного станка и основной деталью передней бабки. В нем фиксируются различные инструменты, оправки и другие приспособления.



Рисунок 5 – Внешний вид шпинделя

Шпиндель представляет собой (рисунок 6) стальной пустотелый вал 1, в коническое отверстие которого вставляют передний центр 5, а также различные оправки, приспособления и др. Сквозное отверстие 7 в шпинделе служит для пропускания прутка при выполнении прутковой работы, а также для выбивания переднего центра.



а – общий вид шпинделя, б – задний подшипник, в – передний подшипник  
Рисунок 6 – Шпиндель токарно-винторезного станка 1А62 и его подшипники

На переднем конце шпинделя нарезана точная резьба 4, на которую можно навернуть патрон или планшайбу, а за резьбой имеется шейка 6 с буртиком 3 для центрирования патрона; у некоторых станков, кроме того, имеется канавка 2 для предохранителей патрона, предотвращающих его самопроизвольное свертывание при быстром торможении шпинделя.

Шпиндель вращается в подшипниках передней бабки и передает вращение обрабатываемой детали. В токарных станках шпиндели обычно вращаются в подшипниках скольжения, но шпиндели скоростных станков вращаются в подшипниках качения (шариковых и роликовых), обладающих более высокой жесткостью по сравнению с подшипниками скольжения.

Одно из главных условий точной обработки деталей на токарных станках – это правильное вращение шпинделя. Шпиндель под действием нагрузки не должен иметь в подшипниках люфт, ни в осевом, ни в радиальном направлении, потому что люфт влияет на качество расточки деталей. Вместе с тем необходимо, чтобы шпиндель вращался легко и равномерно. Наличие минимального зазора между шпинделем и подшипниками вызывает биение шпинделя, а это в свою очередь приводит к неточности обработки, дрожанию резца и обрабатываемой детали. Устойчивость шпинделя обеспечивается применением массивных регулируемых подшипников качения.

*Задний подшипник шпинделя.* Задний подшипник шпинделя (рисунок 6б) нагружен значительно меньше переднего. Его главное назначение – воспринимать усилия, действующие на шпиндель в осевом направлении.

Задняя шейка шпинделя обычно вращается в коническом роликовом подшипнике 14 (рисунок 6б). Осевое усилие, действующее на шпиндель справа налево, воспринимается упорным шариковым подшипником 13, расположенным у задней опоры шпинделя. Если же осевое усилие направлено слева направо, стремясь как бы вытянуть шпиндель из коробки скоростей, то оно воспринимается коническим роликовым подшипником 14.

Этот подшипник служит также опорой в поперечном направлении для заднего конца шпинделя. Регулируется он с помощью гайки 15 таким же образом, как и передний подшипник.

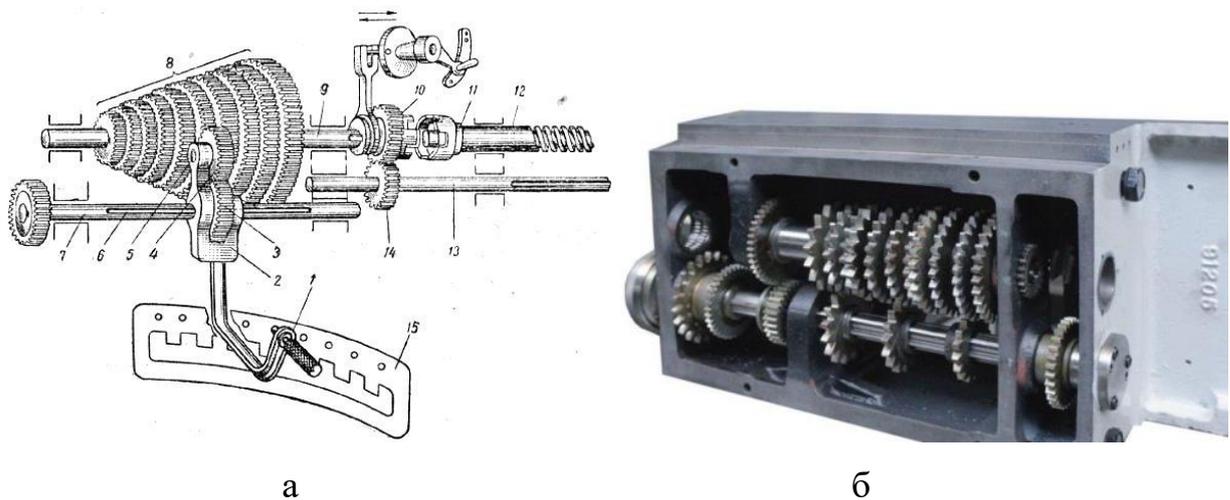
*Передний подшипник шпинделя.* На рисунке 6 в, показано устройство переднего (правого) подшипника шпинделя токарного станка. Коническая шейка 8 шпинделя вращается в двухрядном роликовом подшипнике 9, получающем принудительную смазку от особого насоса, расположенного в коробке скоростей. Внутреннее коническое кольцо 10 роликоподшипника расточено по шейке шпинделя.

При регулировании подшипника ослабляют стопорный винт 11 и повертывают гайку 12, благодаря чему кольцо 10 перемещается вдоль оси. При этом в силу конусности шейки 8 зазор между нею и коническим кольцом изменяется. При поворачивании гайки 12 вправо происходит затягивание подшипника, а при поворачивании влево — его ослабление. Перемещение кольца 10 производят настолько, чтобы шпиндель с патроном можно было повернуть вручную. После регулирования затягивают стопорный винт 11, предохраняющий гайку 12 от отвертывания.

#### Механизм подач

Механизм для передачи движения от шпинделя к суппорту (рисунок 7) состоит: из трензеля I, предназначенного для изменения направления подачи; гитары II со сменными зубчатыми колесами, которая дает возможность совместно с коробкой подач получать различные подачи (крупные и мелкие); коробки подач III; ходового винта 1; ходового вала 2; фартука IV, в котором расположены механизмы, превращающие вращательное движение ходового вала и ходового винта в поступательное движение резца.





а – схема коробки передач с накидным зубчатым колесом; б – устройство коробки передач

Рисунок 8 – Коробка передач

Первый валик 7 коробки передач получает вращение от сменных колес гитары. Этот валик имеет длинную шпоночную канавку 6, в которой скользит шпонка зубчатого колеса 3, расположенного в рычаге 2. Рычаг 2 несет ось 5, на которой свободно вращается накидное колесо 4, постоянно сцепленное с колесом 3. Посредством рычага 2 колесо 3 вместе с колесом 4 можно перемещать вдоль валика 7; поворачивая рычаг 2, можно сцепить накидное колесо 4 с любым из десяти колес зубчатого конуса 8, закрепленных на валике 9.

Рычаг 2 может иметь десять положений по числу колес зубчатого конуса 8. В каждом из этих положений рычаг удерживается штифтом 1, входящим в одно из отверстий передней стенки 15 коробки передач.

При перестановке рычага 2 благодаря сцеплению колеса 4 с различными колесами зубчатого конуса 8 изменяется скорость вращения валика 9. На правом конце этого валика, на скользящей шпонке, расположено колесо 10, имеющее на правом торце ряд выступов. В левом положении колесо 10 сцеплено с колесом 14, закрепленным на ходовом валу 13. Если колесо 10 сместить вправо, вдоль валика 9, то оно выйдет из зацепления с колесом 14 и торцовыми выступами сцепится с кулачковой муфтой 11, жестко сидящей на ходовом винте 12. При этом вал 9 будет непосредственно

соединен с ходовым винтом 12. При включении ходового винта ходовой вал 13 остается неподвижным; наоборот, при включении ходового вала остается неподвижным ходовой винт.

На стенке коробки подач обычно имеется табличка, указывающая, какие именно подачи или какие шаги резьб получаются при каждом из десяти положений рычага 2 при определенном подборе сменных колес гитары.

### Суппорт

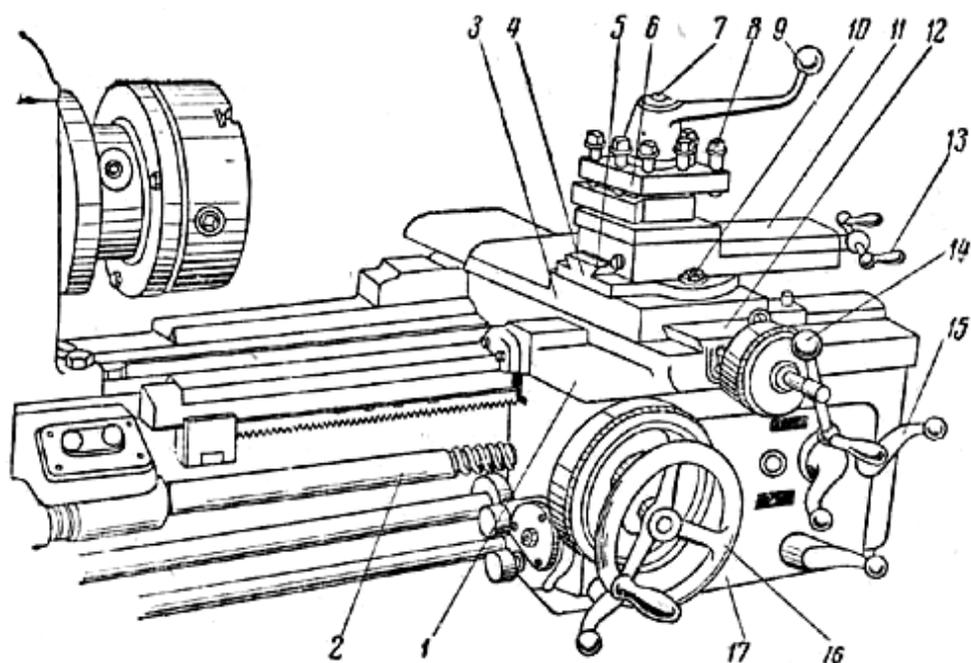
Суппорт – это характерный элемент любого токарного станка, с помощью которого осуществляется перемещение режущего инструмента в продольном, поперечном и наклонном направлении (рисунок 9).



Рисунок 9 – Суппорт станка

Продольное движение по салазкам станины производит каретка, поперечное совершает верхняя часть суппорта, рисунок 10. Резцедержатели (одно или многоместные) устанавливаются в верхнюю часть суппорта.

Резцу можно сообщить движение вдоль и поперек станины как механически, так и вручную. Снаружи станка есть рукоятки, которыми можно изменять направление и амплитуду движения суппорта.



1 – каретка суппорта, 2 – ходовой винт, 3 – поперечные салазки суппорта, 4 – поворотная часть суппорта, 5 – направляющие поворотной части, 6 – резцедержатель, 7 – винт для закрепления резцедержателя, 8 – винты для закрепления резцов, 9 – рукоятка для поворота резцедержателя, 10 – гайки, 11 – верхняя часть суппорта, 12 – поперечные направляющие каретки, 13 – рукоятка для перемещения верхней части суппорта, 14 – рукоятка для перемещения поперечных салазок суппорта, 15 – рукоятка для включения подачи суппорта от ходового винта, 16 – маховичок для продольного перемещения суппорта, 17 – фартук.

Рисунок 10 – Основные элементы суппорта

Нижняя плита 1 суппорта, называемая *кареткой* или *продольными салазками*, перемещается по направляющим станины механически или вручную, и резец движется в продольном направлении. На верхней поверхности каретки 1 имеются поперечные направляющие 12 в форме ласточкина хвоста, расположенные перпендикулярно к направляющим станины. На направляющих 12 перемещается нижняя поперечная часть 3 – *поперечные салазки* суппорта, посредством которых резец получает движение, перпендикулярное к оси шпинделя.

На верхней поверхности поперечных салазок 3 расположена *поворотная часть* 4 суппорта. Отвернув гайки 10, можно повернуть эту часть суппорта под нужным углом относительно направляющих станины, после чего гайки 10 нужно завернуть.

На верхней поверхности поворотной части расположены направляющие 5 в форме ласточкина хвоста, по которым при вращении рукоятки 13 перемещается верхняя часть 11 – *верхние салазки суппорта*.

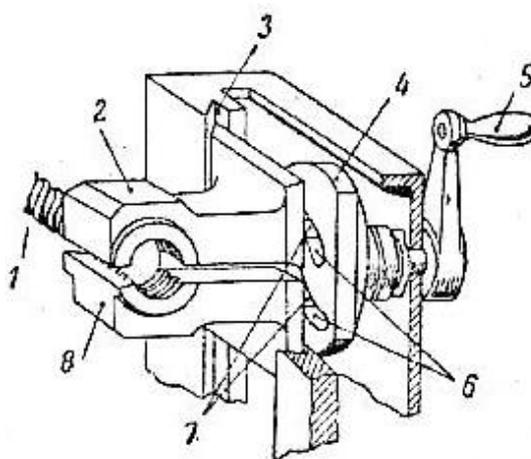
### Фартук

К нижней поверхности каретки 1, рисунок 10, прикреплен фартук 17 — так называется часть станка, в которой заключены механизмы для продольного и поперечного перемещений резца (подачи) и механизмы управления подачи. Эти перемещения могут совершаться вручную или механически.

За корпусом фартука находятся механизмы, связывающие суппорт с зубчатой рейкой и ходовым винтом. Управление фартуком вынесено на корпус станка, что упрощает регулировку хода суппорта.

Поперечная подача резца производится перемещением нижней части 3 суппорта. Для этого рукояткой 14 вращают винт, гайка которого скреплена с нижней частью суппорта.

Маховичок 16, рисунок 10, служит для сообщения суппорту вручную продольной подачи по направляющим станины. Для более точного механического перемещения суппорта пользуются ходовым винтом, рисунок 11.



1 – винт, 2 – верхняя половина разъемной гайки, 3 – направляющие фартука, 4 – диск, 5 – рукоятка, 6 – прорези, 7 – пальцы, 8 – нижняя половина разъемной гайки

Рисунок 11 – Разъемная гайка ходового винта

Винт 1 приводится во вращение от коробки подач. По нему перемещается разъемная гайка 2 и 8, установленная в фартуке суппорта и называемая *маточной*. При нарезании резьбы резцом обе половины гайки 2 и 8 сближают при помощи рукоятки 5; они захватывают нарезку винта 1 так, что при его вращении фартук, а вместе с фартуком и суппорт, получают продольное перемещение.

Механизм для сдвигания и раздвигания половин разъемной гайки устроен следующим образом. На валике рукоятки 5 (рисунок 11) закреплен диск 4 с двумя спиральными прорезями 6, в которые входят пальцы 7 нижней 8 и верхней 2 половин гайки. При повороте диска 4 прорези заставляют пальцы, а следовательно, и половины гайки сближаться или расходиться. Половины гайки скользят по направляющим 3 фартука, имеющим форму ласточкина хвоста.

На токарном станке нельзя включать механизм продольной подачи от ходового вала одновременно с замыканием маточной гайки на ходовом винте: это ведет к неизбежной поломке механизма фартука или коробки подачи.

Для предотвращения таких неправильных включений на станке имеется специальный механизм, называемый механизмом блокировки.

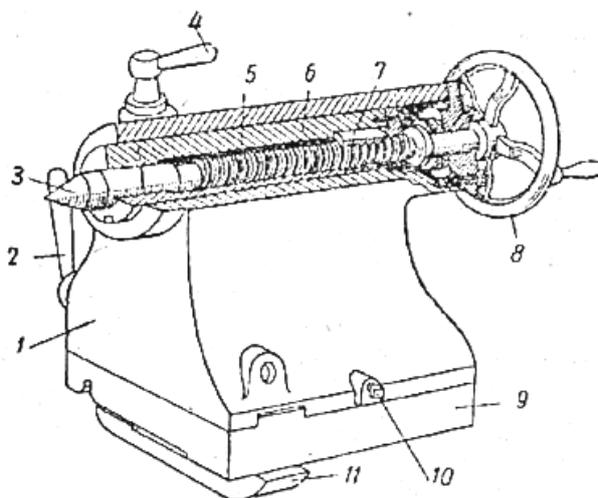
Задняя бабка

Задняя бабка служит для поддержания правого конца длинных деталей при обработке их в центрах. В ряде случаев она используется также для установки в ней сверл, разверток, метчиков и других инструментов.

В заднюю бабку закрепляется деталь на шпинделе, поэтому этот элемент подвижный. Деталь состоит из двух частей: нижней – плиты и верхней – держателя шпинделя. Задняя бабка движется по станине и может быть зафиксирована в любом месте благодаря рычажной рукоятке. Конус задней бабки называется пиноль. В нем крепится инструмент или приспособление. Также задняя бабка служит второй опорой при обработке длинных деталей.

### *Задняя бабка с обычным центром.*

Корпус 1 задней бабки (рисунок 12) расположен на плите 9, лежащей на направляющих станины.



1 – корпус, 2 – рукоятка, 3 – центр, 4 – рукоятка, 5 – винт, 6 – пиноль, 7 – гайка, 8 – маховичок, 9 – плита, 10 – винт, 11 – скоба

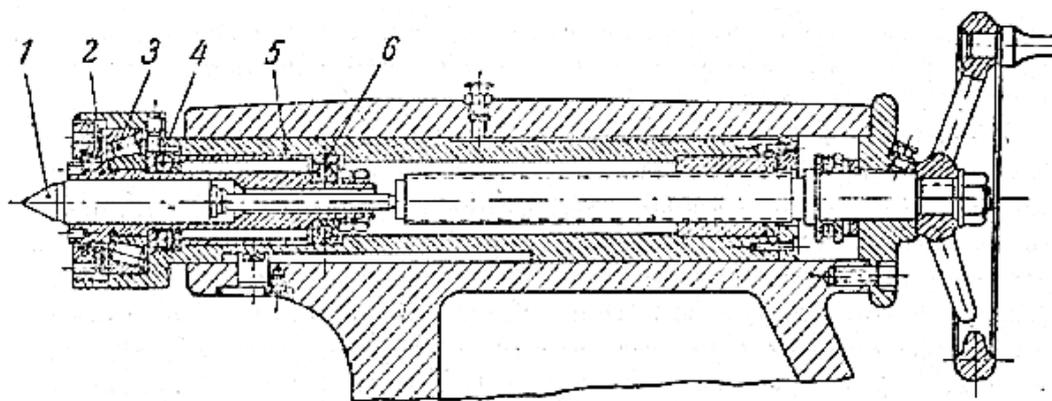
Рисунок 12 – Задняя бабка с обычным центром

В отверстии корпуса может продольно перемещаться пиноль 6 с закрепленной в ней гайкой 7. С переднего конца пиноль снабжена коническим отверстием, в которое вставляется центр 3, а иногда хвостовая часть сверла, зенкера или развертки. Перемещение пиноли 6 производится посредством маховичка 8, вращающего винт 5; винт при вращении перемещает гайку 7, а вместе с ней и пиноль. Рукоятка 4 служит для жесткого, закрепления пиноли в корпусе бабки. Посредством винтов 10 можно смещать корпус 1 относительно плиты 9 в поперечном направлении и тем самым смещать ось пиноли задней бабки относительно оси шпинделя. К этому прибегают иногда при точении пологих конусов.

Для обтачивания в центрах деталей разной длины плиту 9 перемещают вместе с корпусом задней бабки вдоль станины и закрепляют в нужном положении. Закрепление бабки на станине производится зажимными болтами или с помощью эксцентрикового зажима и скобы 11. Рукояткой 2 поворачивают эксцентриковый валик и отпускают или затягивают скобу 11. Отпустив скобу, передвигают заднюю бабку и, установив ее в нужном положении, снова затягивают скобу.

Чтобы удалить задний центр из конического гнезда пиноли, поворачивают маховичок 8 таким образом, чтобы втянуть пиноль в корпус задней бабки до отказа. В крайнем положении конец винта 5 выталкивает центр 3.

*Задняя бабка со встроенным вращающимся центром.* В токарных станках для скоростного резания находят применение задние бабки со встроенным вращающимся центром. На рисунке 13 показана одна из конструкций такой задней бабки.



1 – центр, 2 – втулка, 3 – подшипник конический роликовый, 4 – подшипник упорный шариковый, 5 – пиноль, 6 – подшипник упорный шариковый

Рисунок 13 – Задняя бабка со встроенным вращающимся центром

В передней части пиноли 5 расточено отверстие, в котором запрессовывают подшипник 3 с коническими роликами, передний упорный шариковый подшипник 4 и задний шариковый подшипник 6 для втулки 2. Эта втулка имеет коническое отверстие, в которое вставляют центр 1. Осевая сила воспринимается упорным шарикоподшипником 6. Если при помощи стопора соединить втулку 2 с пинолью 5, втулка вращаться не будет. В этом случае в заднюю бабку можно установить сверло или другой центровый инструмент (зенкер, развертку).

### **3. Правила техники безопасности при работе на токарном станке 1К62**

Перед началом работы

1. Надеть спецодежду, положенную по нормам, и привести ее в порядок так, чтобы не было свисающих концов.
2. Осмотреть и подготовить к работе рабочее место, освободить его от лишних предметов, не загромождая проходы.
3. Произвести осмотр станка, на котором предстоит работать, и убедиться в его исправности.
4. Проверить исправность и правильность заточки режущего инструмента, а также исправность приспособлений и оснастки для его установки на станок и закрепление на станке.
5. При наличии недостатков и неисправностей, обнаруженных при подготовке, к работе не приступать и доложить лаборанту (ответственному лицу).

Во время работы

1. Работу выполнять в соответствии с технологическими документами, чертежами, инструкциями по эксплуатации станков и указаниями лаборанта (ответственного лица).
2. Установку обрабатываемой детали на станок и ее снятие со станка после обработки, замену режущего инструмента производить при выключенном станке.
3. Обрабатываемую деталь устанавливать на станке правильно и надежно, чтобы во время обработки ее не вырвало.
4. При установке заготовки и съеме детали надевать рукавицы во избежание травмы пореза рук.
5. Установленную и закрепленную заготовку проверять на биение.
6. При обработке соблюдать режимы резания, указанные в технологическом документе и в инструкции по эксплуатации станка.

7. Не удалять стружку с обрабатываемой детали и станка непосредственно руками, пользоваться для этого специальными крючками, щетками-сметками. Не допускать скопления стружки на заготовке, оправке, обрабатываемой детали и станке.

8. При применении смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) правильно устанавливать выходное сопло относительно инструмента и обрабатываемой детали.

9. При появлении неясности в работе работу прекратить и доложить ответственному лицу.

После окончания работы

1. Отключить станок от электросети.

2. Убрать со станка стружку.

3. Навести порядок на рабочем месте. Использованную ветошь сложить в металлический ящик, предназначенный для ее сбора.

4. О недостатках, имевших место при работе, доложить ответственному лицу.

5. Снять спецодежду и убрать ее в шкаф.

6. Вымыть лицо и руки водой с мылом или принять душ.

3.4. Ответственность

За невыполнение инструкции виновные привлекаются к ответственности в установленном законом порядке.

## **4. Наладка и настройка станка**

### **4.1. Основные понятия**

Наладкой станка называют подготовку его к выполнению определенной работы по изготовлению детали, в соответствии с установленным технологическим процессом для обеспечения требуемой производительности, точности и шероховатости поверхности.

После наладки обрабатывают две-три детали, и если полученные после обработки размеры не соответствуют размерам, указанным на чертеже, то производят подналадку инструмента на требуемый размер. Для обеспечения требуемых режимов резания производят настройку станка.

Настройкой станка называется кинематическая подготовка его к выполнению заданной обработки по установленным режимам резания согласно технологическому процессу. Подготовка станка к работе состоит из проверки исправности станка и в подготовке его к выполнению токарных операций.

### **4.2. Порядок наладки и настройки станка**

Перед началом работы необходимо:

- убедиться, что станок выполняет все команды и перемещение салазок суппорта (вручную и автоматически) осуществляется плавно без скачков, рывков и заеданий;
- проверить надежность крепления патрона на шпинделе станка;
- на холостом ходу проверить выполнение станком команд по пуску и остановке электродвигателя станка, включение и выключение вращения шпинделя, включение и выключение механических подач суппорта.

Убедившись в исправности станка, приступить к его наладке.

Порядок наладки:

- определить, как должна устанавливаться и закрепляться заготовка на станке - в центрах, в патроне и т. д. Способ установки и закрепления заготовок на станке выбирают в зависимости от их размеров, жесткости и требуемой точности обработки. При  $L/D < 4$  (где  $L$  - длина обрабатываемой заготовки,  $D$  - ее диаметр) заготовки закрепляют в патроне, при  $L/D > 4$  — в центрах или в патроне и центре задней бабки и с поддержкой люнетом. Самой распространенной является установка обрабатываемой заготовки в центрах станка.

- установить заготовку. Для установки заготовки в трехкулачковый самоцентрирующийся патрон левой рукой разводят кулачки патрона ключом настолько, чтобы между кулачками прошла заготовка; правой рукой вводят заготовку между кулачками и сначала зажимают левой рукой, а затем, вращая ключ двумя руками, окончательно закрепляют заготовку в патроне (рисунок 14 ).

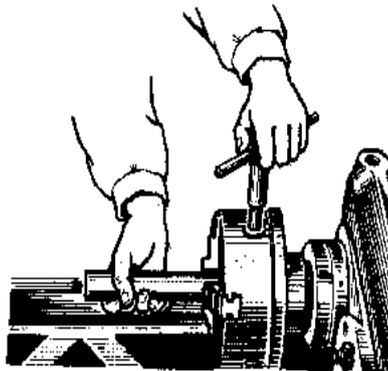


Рисунок 14 – Закрепление заготовки в патроне

Если обработку производят в центрах, то после снятия патрона тщательно протирают коническое отверстие шпинделя и конический хвостовик центра. Затем правой рукой вводят центр (хвостовиком) в отверстие шпинделя и резким движением вставляют его до отказа (рисунок 15).

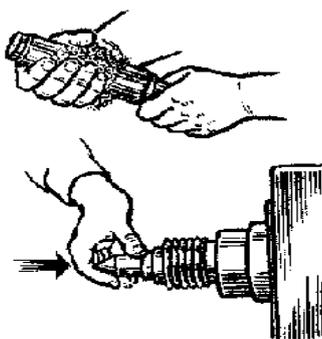


Рисунок 15 – Установка центра (ввод правой рукой центра в отверстие шпинделя до отказа)

- включить вращение шпинделя и проверить центр на радиальное биение. Если центр вращается с биением, то его выбивают латунным прутком и снова вставляют в отверстие шпинделя, повернув на 30-45 градусов вокруг оси. Затем левой рукой вставляют центр в пиноль задней бабки. Для проверки соосности центров заднюю бабку подводят влево так, чтобы расстояние между вершинами центров было не более 0,3-0,5 мм; закрепляют пиноль и проверяют (на глаз) совпадение вершин в горизонтальной плоскости. Если вершины центров не совпадают, то добиваются их соосности смещением задней бабки. После этого производят установку поводкового патрона.

- выбрать и установить резец в резцедержателе по высоте оси центров станка (рисунок 16).

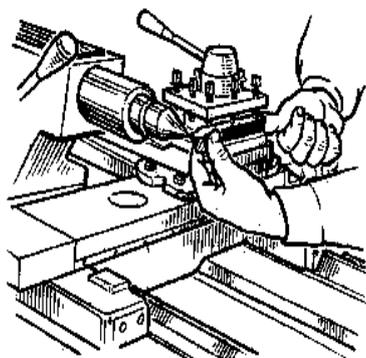


Рисунок 16 – Установка резца в резцедержателе по высоте оси центров станка

Для этого резцедержатель подводят к центру задней бабки, вершину головки резца устанавливают так, чтобы вылет резца не превышал 1-1,5 высоты его державки, определяют взаимное положение вершины головки резца и центра станка и совмещают их по высоте введением подкладок под державки резца.

Подкладки должны иметь параллельные и хорошо обработанные поверхности, не должны по длине и ширине выходить за пределы опорной поверхности резцедержателя. Число подкладок должно быть не более двух.

- необходимо проверить состояние защитных элементов станка, работу насоса и СОЖ в системе охлаждения.

После наладки токарного станка произвести его настройку.

Перед настройкой станка на заданные частоту вращения шпинделя и подачу рукоятку включения шпинделя устанавливают в нейтральное (среднее) положение, рукоятки включения продольных и поперечных подач - в нерабочее положение и перемещают суппорт к задней бабке так, чтобы расстояние между ними было от 100 до 150 мм.

Вначале настраивают отдельные кинематические цепи станка (главного движения и подач), а затем устанавливают в определенное положение органы управления (рукоятки коробки скоростей и коробки подач) для получения требуемых скорости резания и подачи. Конкретное значение частоты вращения шпинделя и ходового валика определяют, исходя из рациональных режимов обработки заготовки.

Рациональный выбор режима резания заключается в назначении таких величин подачи, глубины и скорости резания, которые позволяют максимально использовать возможности режущего инструмента и эксплуатационные возможности станка.

Режим резания обычно выбирают в такой последовательности:

- устанавливают глубину резания исходя из припуска на обработку и выполнения обработки с наименьшим числом проходов;

- устанавливают подачу с учетом прочности механизма подачи и жесткости заготовки (для черновой обработки) и исходя из требуемой шероховатости поверхности, геометрии инструмента, материала заготовки (для чистовой обработки);

- устанавливают допустимую скорость резания исходя из выбранных глубины резания и подачи, мощности станка, материала заготовки, материала, геометрии и стойкости инструмента.

## **5 Содержание отчета**

1. Дать классификацию токарных станков.
2. Нарисовать схему расположения основных узлов токарно-винторезного станка.
3. Описать назначение каждого из основных узлов токарно-винторезного станка.
4. Описать какие виды работ выполняются на станке и необходимый для этого инструмент.

## **6 Контрольные вопросы**

1. По какому принципу классифицируются токарные станки
2. Какие виды работ выполняются на токарно-винторезных станках и применяемый для этого инструмент.
3. Основные узлы токарно-винторезного станка и их назначение.
4. Порядок наладки станка.
5. Последовательность выбора режима резания.

## Лабораторная работа № 2

### Исследование влияния режимов резания на силу резания при точении

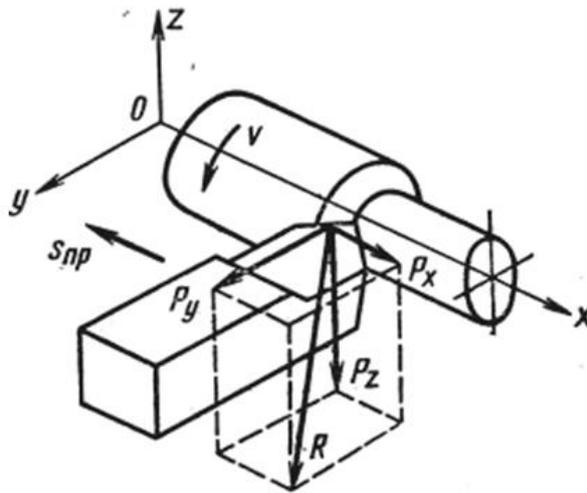
Цель работы - исследование влияния элементов режима резания на силу резания.

Задачи:

- ознакомиться с работой одного из динамометров для токарного станка;
- установить методом виртуальной реализации процесса резания характер и степень влияния глубины  $t$ , подачи  $S$  и скорости  $V$  на вертикальную составляющую силы резания  $P_z$ ;
- определить по данным виртуальной реализации процесса резания показатели степени и коэффициентов в эмпирических формулах для расчета вертикальной составляющей силы резания  $P_z$ ;
- определить мощность при точении стали.

### 1. Основные теоретические сведения

Износ и стойкость резца в процессе резания зависят от величины и направления компонентов силы резания, действующих на передней и задней поверхностях инструмента. Однако в технологических расчетах пользоваться составляющими силы резания по передней и задней поверхности неудобно, поэтому используют разложение общей силы на три составляющие по прямоугольным координатам, связанным с направлениями движений заготовки и резца (рисунок 1).



$P_x$  – осевая сила;  $P_y$  – радиальная сила;  $P_z$  – касательная (тангенциальная) сила

Рисунок 1 – Схема составляющих сил резания

$P_x$  – осевая составляющая сил резания, направленная по направлению продольной подачи. По силе  $P_x$  определяют нагрузку и рассчитывают механизм подачи станка, а также изгибающий момент, действующий на стержень резца в горизонтальной плоскости.

$P_y$  – радиальная составляющая силы резания. Сила  $P_y$  действует перпендикулярно оси обрабатываемой заготовки в плоскости  $XOY$ . По силе  $P_y$  определяют величину упругого отжатия резца от заготовки, ведут расчет технологической системы на жесткость. Сила  $P_y$  стремится оттолкнуть резец от заготовки и деформировать ее. Учитывается при расчете прочности станины и суппорта, способствует появлению вибраций, влияет на точность обработки.

$P_z$  – вертикальная составляющая силы резания или просто сила резания. Действует в плоскости резания в направлении главного движения. По силе  $P_z$  определяют крутящий момент на шпинделе станка, эффективную мощность резания, деформацию изгиба заготовки в плоскости  $XOZ$ , изгибающий момент, действующий на стержень резца, а также ведут динамический расчет механизмов коробки скоростей станка. По  $P_z$  производят расчет резца на прочность.

Равнодействующая силы резания  $R$  определяется как диагональ параллелепипеда, построенного на составляющих сил:

$$R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \quad (1)$$

Каждая из составляющих силы резания определяется по эмпирическим формулам вида:

$$P_x = C_{P_x} t^{X_{P_x}} S^{Y_{P_x}} V^{n_{P_x}} K_{M_{P_x}}, \text{ Н} \quad (2)$$

где  $C_{P_x}$  – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства материала обрабатываемой заготовки;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$X_{P_x}, Y_{P_x}, n_{P_x}$  – показатели степени, соответственно, при глубине резания  $t$ , подаче  $S$ , скорости резания  $V$ ;

$K_{M_{P_x}}$  – поправочный коэффициент, определяющий фактические условия резания, учитывающий факторы, не вошедшие в формулу (величины углов резца, материал резца и др.):

$$K_{M_{P_x}} = K_{M_p} * K_{\varphi_p} * K_{\varphi_{1p}} * K_{\lambda_p} * K_{\gamma_p} * K_{r_p}, \quad (3)$$

где  $K_{M_p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала;

$K_{\varphi_p}, K_{\varphi_{1p}}, K_{\lambda_p}, K_{\gamma_p}, K_{r_p}$  – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента.

Величины коэффициентов и показателей степеней выбираются из справочников для конкретных условий обработки. Аналогичные формулы существуют и для определения сил  $P_y$  и  $P_z$ .

Между указанными силами имеется примерно следующее соотношение:

$$P_x \div P_y \div P_z \approx 1 \div (0,55 - 0,4) \div (0,45 - 0,25) \quad (4)$$

Скоростью резания  $V$  в равномерно стационарном процесс называют путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении главного движения в единицу времени.

Если главное движение является вращательным (точение), то скорость резания

$$V = \frac{\pi n D}{1000}, \text{ м/мин}, \quad (5)$$

где  $D$  – диаметр цилиндрической обрабатываемой поверхности заготовки, мм;

$n$  – частота вращения заготовки, об/мин.

Подачей  $S$  называют путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении движения подачи за один оборот заготовки (при точении размерность – мм/об).

Глубиной резания  $t$  называют расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное по нормали к последней за один рабочий ход инструмента относительно обрабатываемой поверхности. При точении цилиндрической поверхности глубину резания определяют как полу-разность диаметров до и после обработки

$$t = \frac{d - D_{\text{зар}}}{2}, \text{ мм}, \quad (6)$$

где  $D_{\text{заг}}$  – диаметр обрабатываемой заготовки, мм;

$d$  – диаметр обработанной заготовки, мм.

Механические свойства обрабатываемого материала определяются химическим составом и структурным состоянием. Сочетание таких характеристик, как химический состав, механические свойства и структурное состояние металла, определяет его сопротивление обработке резанием. В производстве для определения влияния механических свойств металлов на уровень режимов их обработки резанием принято оценивать для сталей по пределу прочности  $\sigma_B$ , а для чугунов по твердости НВ. В справочной литературе влияние механических свойств оценивается коэффициентом  $C_{pz}$ , который характеризует группу обрабатываемых материалов.

Геометрические параметры резца определяются передним углом  $\gamma$ , задним углом  $\alpha$ , главным углом в плане  $\phi$ , вспомогательным углом в плане  $\phi_1$ , углом наклона главной режущей кромки  $\lambda$  и радиусом скругления режущих кромок  $r$  (эти параметры, как и марка режущего материала инструмента в работе, имеют постоянное фиксированное значение).

Крутящий момент на шпинделе станка:

$$M_{\text{шп}} = \frac{P_z \cdot D_{\text{заг}}}{2 \cdot 1000}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (7)$$

Эффективной мощностью  $N_e$  называют мощность, расходуемую на процесс деформирования и срезания с заготовки слоя металла. При точении цилиндрической поверхности на токарно-винторезном станке эффективная мощность

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 10^3} + \frac{P_x \cdot n \cdot S_{\text{шп}}}{60 \cdot 10^6}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

где  $n$  – частота вращения заготовки, об/мин.

Величина мощности от силы  $F_x$  составляет 1-2% от всей мощности. Поэтому ею пренебрегают и мощность  $N_e$  определяют по формуле:

$$N_e = \frac{F_x \cdot V}{60 \cdot 10^3}, \text{ кВт} \quad (9)$$

Мощность, расходуемая электродвигателем:

$$N_э = \frac{N_e}{\eta}, \quad (10)$$

где  $\eta$  – к.п.д. станка,  $\eta=(0,7 - 0,8)$ .

По результатам вычисления можно сравнить мощность двигателя станка (мощность главного электродвигателя  $N_{дв}=10$  кВт; КПД станка  $\eta=0,75$ ) с мощностью, потребляемой на резание  $N_{рез}$  в диапазоне заданных режимов резания и оценить ее достаточность.

## **2. Управление виртуальным станком**

### **2.1. Активные клавиши управления**

Для управления станком в виртуальной лабораторной работе применяются следующие клавиши, рисунок 2:

W, S, A, D – для перемещения в пространстве;

F2, E – аналоги средней клавиши манипулятора (при первом нажатии берется объект, при последующем – ставится), рисунок 3;

Ctrl – присесть;

F10 – выход из программы.



Рисунок 2 – Активные клавиши клавиатуры

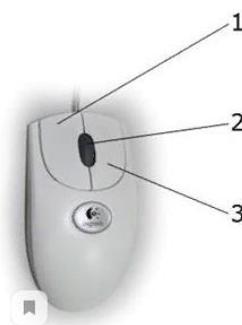


Рисунок 3 – Функции манипулятора

Левая клавиша мыши (1) - при нажатии и удерживании обрабатывается (поворачивается, переключается) тот или иной объект.

Средняя клавиша (2) - при первом нажатии (прокрутка не используется) берется объект, при последующем – ставится (прикрепляется).

Правая клавиша (3) - появляется курсор–указатель (при повторном - исчезает).

Примечание: При появившемся курсоре невозможно перевести взгляд вверх и стороны.

## **2.2. Оборудование, необходимое для проведения лабораторной работы. Описание состава и схемы стенда**

В работе используется токарный универсальный станок 1К62, общий вид которого приведен на рисунке 4. Заготовка 1 устанавливается и закрепляется в трех-кулачковом патроне 2 с одновременным поджатием задним центром 3.

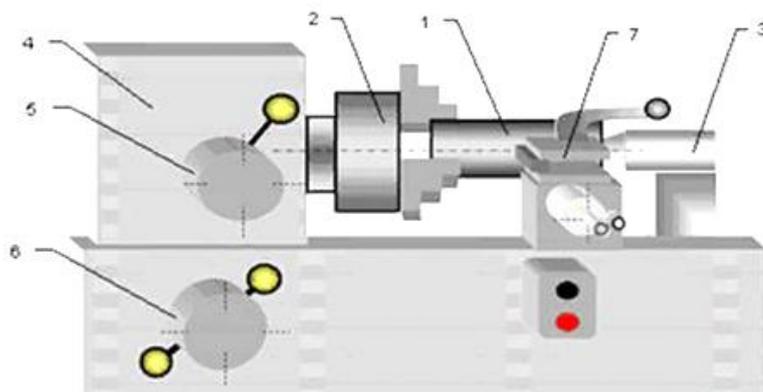


Рисунок 4 – Общий вид токарного универсального станка 1К62

На передней бабке 4 расположены рукоятка переключения 5 частоты вращения шпинделя и барабан 6 установки подачи резания.

Для выполнения работы необходимо произвести смену резцедержателя 7 (рисунок 4) на однокомпонентный механический динамометр 1, который крепится на суппорте 2 токарного универсального станка (рисунок 5).

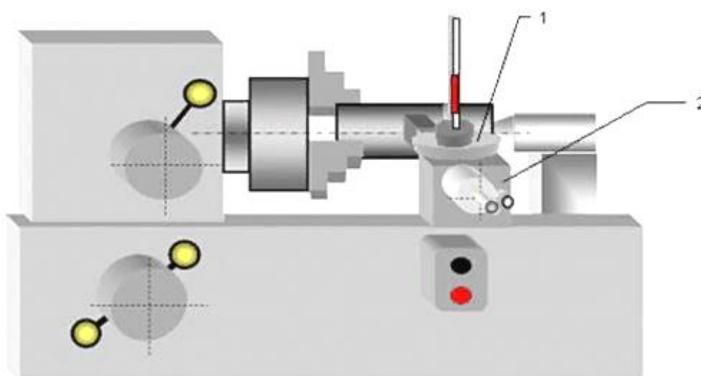


Рисунок 5 – Общий вид токарного универсального станка 1К62 с однокомпонентным механическим динамометром

Описание экспериментальной установки однокомпонентного механического динамометра

Для определения величины составляющих силы резания применяются различные конструкции токарных динамометров, которые классифицируются по различным признакам: по принципу действия, по количеству одновременно измеряемых сил.

При выполнении данной лабораторной работы применяется простейшая конструкция токарного однокомпонентного механического динамометра (рисунок 6).

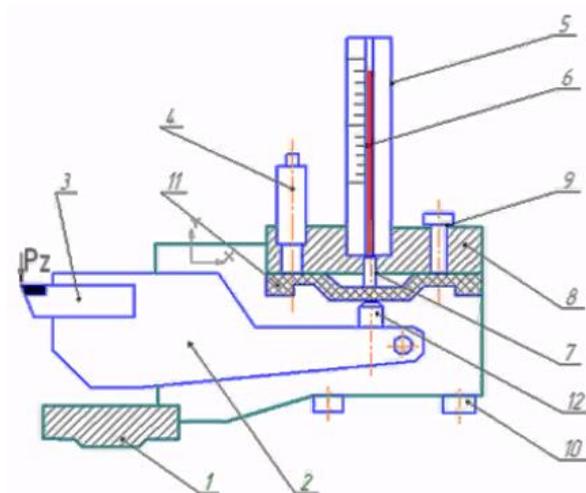


Рисунок 6 – Конструкция токарного однокомпонентного механического динамометра

Принцип работы этого динамометра заключается в использовании упругих деформаций, возникающих под действием вертикальной составляющей силы резания  $P_z$ .

Основанием динамометра является корпус 1, в котором закреплен резцедержатель 2, имеющий форму рычага. Благодаря упругой связи со своими опорами при действии вертикальной силы на резец, хвостовая часть резцедержателя упирается болтом 12 в нижнюю часть диафрагмы 11, последняя будет выгибаться вверх, вследствие упругой деформации кольцевой перемычки, связывающей, диафрагму с ее опорной частью, привинченной к корпусу динамометра болтами 10. К нижней части диафрагмы теми же болтами 10 прикреплена ее верхняя часть 8, несущая небольшую выточку, заполненную ртутью.

Нажим болта 12 на нижнюю часть диафрагмы 11 заставит ртуть подниматься по стеклянной трубке 6, соединенной с верхней частью диафрагмы с помощью сальника 7. Чтобы предохранить стеклянную трубку от поломки, к верхней части диафрагмы прикреплена стойка 5, несущая на себе шкалу для отсчета силы  $P_z$  в килограммах. Уровень ртути в стеклянной трубке будет тем выше, чем больше действующая на резец сила  $P_z$ .

Таким образом, действующая сила  $P_z$  уравнивается упругими деформациями пружинящей части резцедержателя, диафрагмы, весом столба

поднявшейся в трубке ртути и основанием, равным площади диафрагмы. Действие ртути обеспечивает высокую стабильность в показаниях динамометра. Для приведения ртути в исходное положение в конструкции динамометра предусмотрено устройство 4, работающее по принципу сообщающихся сосудов. Для выпуска воздуха из внутренней полости диафрагмы при заполнении ее ртутью используется специальный винт 9. При тарировании такого динамометра должно выдерживаться строго определенное соотношение между вылетом резца 3 и длиной тарировочного рычага резцедержателя 2.

### **3. Методика эксперимента**

Точение производится проходным резцом при несвободном резании. Работа включает три серии опытов.

В первой серии переменным является глубина резания. Все прочие параметры выдерживаются постоянными.

Во второй серии опытов переменной является подача. Все прочие характеристики процесса точения остаются постоянными. Скорость резания должна равняться скорости резания в первой серии опытов.

В третьей серии опытов переменной является скорость резания и постоянные значения глубины резания и подачи.

### **4. Описание оборудования виртуальной работы**

В производственном помещении установлен токарный станок (рисунок 7). В шкафах рядом со станком находятся резцы и заготовки (рисунок 8). Резцы отличаются материалом изготовления и значением главного угла в плане  $\phi$  (рисунок 9).

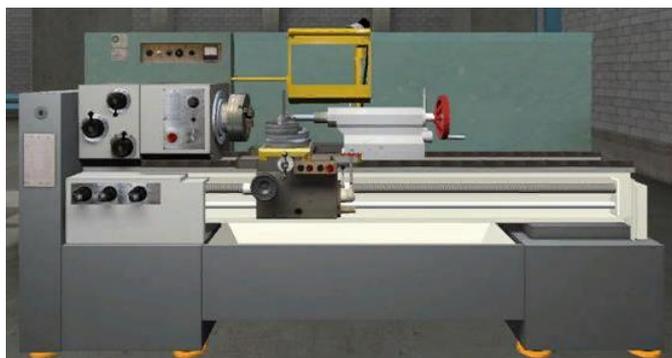


Рисунок 7 – Токарный станок

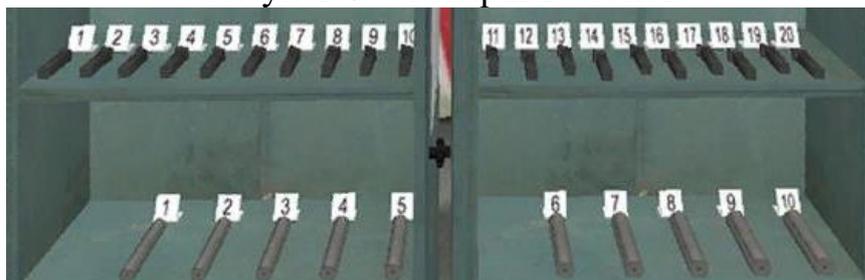
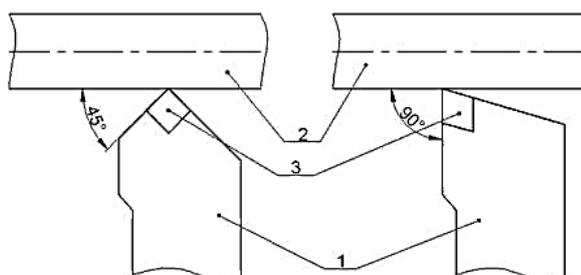


Рисунок 8 – Резцы и заготовки



1 – резец; 2 – заготовка; 3 – твердосплавная пластинка

Рисунок 9 – Главный угол резца

Тип резца – проходной  $\gamma = 5^0$ ;  $\alpha = 8^0$ ;  $\lambda = 0^0$

Кодировка резцов представлена в таблице 1, варианты заготовок в таблице 2, материалы заготовок в таблице 3.

Таблица 1 – Кодировка резцов

Номер резца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Материал	BK6				BK8				T15K6			
Главный угол $\phi$ , град	30	45	60	90	30	45	60	90	30	45	60	90

Продолжение таблицы 1

Номер резца	13	14	15	16	17	18	19	20
Материал	T15K10				TT7K12			
Главный угол $\phi$ , град	30	45	60	90	30	45	60	90

Таблица 2 – Варианты заготовок

№ заготовки	Диаметр заготовки, мм	Материал заготовки
0	30	Сталь 10
1	35	Сталь 10
2	40	Сталь 45
3	45	Сталь 45
4	50	08X18H10T
5	55	08X18H10T
6	60	Чугун серый
7	65	Чугун серый
8	70	Чугун ковкий
9	75	Чугун ковкий

Таблица 3 – Материал заготовок

Материал	Твердость по Бринеллю - НВ [МПа]	Предел временного напряжения (предел прочности), $\sigma_v$ [МПа]
Сталь 10 (ГОСТ 1050-88)	221	420
Сталь 45 (ГОСТ 1050-88)	220	800
Сталь 08X18H10T (ГОСТ 1050-88)	225	490
Чугун серый (ГОСТ 1050-88)	229	150

Длина заготовки фиксирована - 300 мм.

На обоих концах заготовки присутствуют небольшие углубления для установки конуса задней бабки.

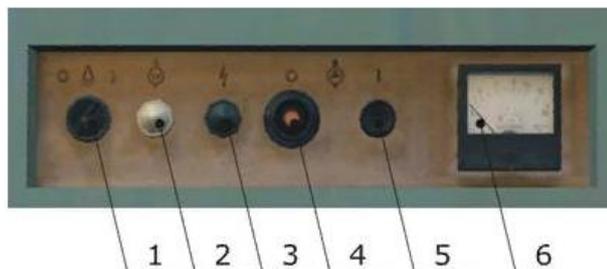
## 5. Порядок работы со станком

1. Включить питание станка тумблером (рисунок 10) на левой боковой панели станка.



Рисунок 10 – Тумблер питания станка

2. Включить освещение рабочей области станка кнопкой 1 (рисунок 11).



1 – кнопка включения освещения; 2 – лампочка индикации работы станка; 3 – индикатор перегрузки; 4 и 5 – включение охлаждения; 6 – амперметр

Рисунок 11 – Пульт управления освещения, охлаждения и индикации

3. Открыть шкафы. Записать данные о геометрии, материале резца и обрабатываемой заготовке, которые вы предполагаете использовать.

4. Взять из шкафа резец, применить его к динамометру, рисунок 12. Закрутить крепящие болты при помощи одного из ключей, лежащих на шкафу. Ключ положить на место.

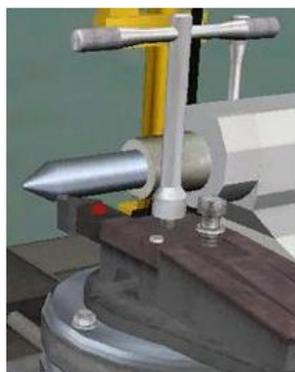


Рисунок 12 – Установка резца

5. Открутить патрон другим ключом. Установить заготовку в патрон, закрутить. Зафиксировать ключом заготовку в патроне (рисунок 13). Ключ положить на место.

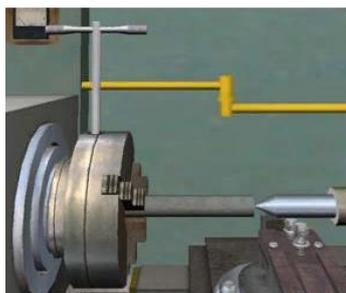


Рисунок 13 – Фиксация заготовки в патроне

6. Подвести с помощью маховика центр, установленный в задней бабке, к заготовке (рисунок 14).



Рисунок 14 – Подвод центра задней бабки к заготовке маховиком

7. Произвести необходимые расчеты.

8. Средней клавишей вызвать таблицу настройки станка (рисунок 15).

Кликом на нее таблица возвращается в исходное положение.

K=80 L=73 M=72 N=72		1 1/2		mm		1"	
/min	8.5 -	8.5	8.5 -	8.5	8.5 -	8.5	8.5 -
	2000	125	2000	125	2000	125	2000
E	1, 2, 3	1	1, 2, 3	1	1, 2, 3	1	1, 2, 3
F	1	2	3	1	2	3	4
	0	0	0	0	0	0	0
G	-	-	6	-	7	8	7
	-	-	1	-	1	1	2
A	I	0.05	0.10	0.77	0.5	1	8
	II	0.06	0.12	0.96	0.625	1.25	10
	III	0.07	0.15	1.16	0.75	1.5	12
	IV	0.08	0.17	1.34	0.875	1.75	14
B	I	0.10	0.20	1.54	1	2	16
	II	0.12	0.24	1.92	1.25	2.5	20
	III	0.15	0.29	2.3	1.5	3	24
	IV	0.17	0.34	2.68	1.75	3.5	28
C	I	0.19	0.38	3	2	4	32
	II	0.24	0.48	3.8	2.5	5	40
	III	0.29	0.58	4.6	3	6	48
	IV	0.34	0.67	5.4	3.5	7	56
D	I	0.38	0.77	6.2	4	8	64
	II	0.48	0.96	7.7	5	10	80
	III	0.58	1.16	9.2	6	12	96
	IV	0.67	1.34	10.7	7	14	112
/min	8.5 -	8.5	8.5 -	8.5	8.5 -	8.5	8.5
	2000	125	2000	125	2000	125	2000
F	-	-	6	-	7	8	7
	-	-	1	-	1	1	1
G	-	-	1	-	1	1	1
	-	-	1	-	1	1	1
E	1, 2, 3	1	1, 2, 3	1	1, 2, 3	1	1
	1, 2, 3	1	1, 2, 3	1	1, 2, 3	1	1
K=80 L=73 M=86 N=54				mm		1"	

Рисунок 15 – Таблица настройки станка

6. Выставить режим. Установка подачи.

Допустим, к примеру, необходимо выставить  $S=0,2$  мм (после расчетов). Вызовите таблицу (рисунок 15) и кликните левой клавишей манипулятора на цифру 0,20 – будут приняты соответствующие значения. Можно кликнуть еще раз на другую цифру, в этом случае будут приняты новые значения.

7. Выставить на станке показатели, соответствующие подаче.

Внимание! Если табличные значения не будут соответствовать выставленным, станок не запустится.

Установить рукоятку A-B-C-D в положение B, рисунок 16. В левом столбце таблица настройки станка (рисунок 15), напротив значения 0,20 - буква B.



Рисунок 16 – Рукоятка A-B-C-D

В крайнем левом столбце, напротив 0,20 - цифра I. Установить рукоятку в положение I, рисунок 17.



Рисунок – 17 Рукоятка I-II-III-IV

В шапке таблицы рукоятка F – цифра 2. Установите рукоятку F (рисунок 18) в положение 2.



Рисунок 18 – Рукоятка F

В шапке таблицы рукоятка G – цифра 0. Установите рукоятку G (рисунок 19) в положение 0.



Рисунок 19 – Рукоятка G

В самой верхней строке шапки таблицы находится значок, указывающий вид подачи, в этом случае автоматической. Точно такой же значок выставьте на рукоятке установки вида подачи, рисунок 20.



Рисунок 20 – Рукоятка установки вида подачи

Примечание: во второй строке шапки таблицы указано число оборотов, которое можно выбрать для данной подачи.

8. Установить число оборотов резания.

Допустим, согласно расчетам, необходимо выставить 500 об/мин.

Кликните на клетку с цифрой 500, будут приняты соответствующие значения.

Переведите тумблер (рисунок 21) в положение 5 и рукоятку E (рисунок 22), в крайнее левое положение.

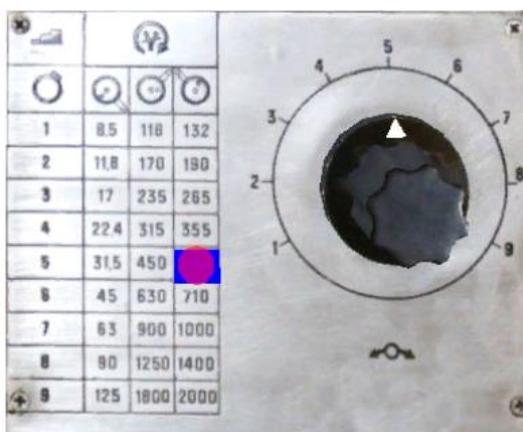


Рисунок 21 – Таблица и рукоятка включения вращением барабана



Рисунок 22 – Рукоятка E

9. Подведите резец к заготовке.

В левом верхнем углу выводятся показатели расстояний.

Маховиком 1 (рисунок 23) подведите резец по оси X на уровень начала заготовки.

Лимбом 2 отрегулируйте положение резца по оси Y. Глубина резания не должна превышать 5 мм.

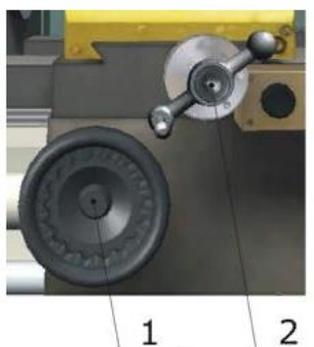
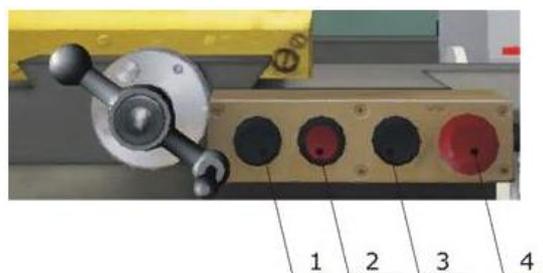


Рисунок 23 – Маховик и лимб для подведения резца к заготовке

10. Включите станок кнопкой 1 (рисунок 24), произойдет обработка заготовки.



- 1 – включение по часовой стрелке; 2 – выключение (по часовой и против часовой);  
3 – включение против часовой; 4 – выключает все движения станка (но не сеть)

Рисунок 23 – Панель включения вращения барабана

Включаем на резание и происходит обработка.

Показания динамометра выводятся в верхнем левом углу экрана.

11. После окончания в обратном порядке извлекаются резец и заготовка, помещаются обратно в шкаф.

11. Опыт можно повторить. Если вы захотите повторно использовать одну и ту же заготовку, сделайте соответствующую поправку на ее уменьшенный диаметр.

## **6 Основные ошибки при выполнении лабораторной работы**

1. Переключение скорости вращения главного привода во время его работы. Попытка переключения скорости во время работы главного привода блокируется.

2. Изменение глубины резания во время работы главного привода. Попытка изменения глубины резания во время работы главного привода блокируется.

3. Изменение подачи во время работы главного привода. Попытка изменения подачи во время работы главного привода блокируется.

4. Запуск главного привода с неверно заданной подачей. Запуск не производится.

5. Если глубина резания более 5 мм, то образец ломается. Если скорость резания более 4,16 мм/об, также происходит поломка образца.

## 7. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с установкой динамометра, зарисовать его схему в журнале.
2. Записать данные о геометрии, материале резца и обрабатываемой заготовке (таблицы 1 - 3).
3. Определить влияние глубины резания  $t$  на вертикальную силу  $P_z$ .
4. Определить влияние подачи  $S$  на силу  $P_z$ .
5. Определить влияние скорости резания  $V$  на силу  $P_z$ .
6. Построить графики зависимости силы от режимов резания  $P_z=f(t)$ ,  $P_z=f(S)$ ,  $P_z=f(V)$  в двойной логарифмической системах координат (Приложение А).
7. Определить показатели степеней и коэффициент для общей зависимости, формула 2.

Примечание. Подробное описание построения графиков и определение коэффициентов представлено в Приложении Б и В.

8. Определить мощность резания  $N_{рез}$  и построить график зависимости  $N_{рез}=f(t)$ .
9. Сделать выводы (какой из режимов резания оказывает наибольшее влияние на изменение сил резания). По результатам вычисления сравнить мощность двигателя станка с мощностью, потребляемой на обработку заготовки при заданных режимах резания и оценить ее достаточность.

## 8 Содержание отчета

1. Схема составляющих сил в процессе обработки.
2. Схема конструкции токарного однокомпонентного механического динамометра.

3. Схема установки исходные параметров режимов резания на токарном универсальном станке мод. 1К62.

4. Исходные параметры эксперимента:

4.1. Материал и механические свойства заготовки: \_\_\_\_\_.

4.2. Диаметр обрабатываемой заготовки, мм ( $D =$  \_\_\_\_\_ мм).

4.3. Вид и параметры инструмента.

4.4. Результаты эксперимента по исходным данным.

№ эксперимента	Номер режима	Диаметр заготовки, мм	Материал	Инструмент	Режимы резания					
					t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	P <sub>рез</sub> , Н	N <sub>рез</sub> , Вт

5. Графики зависимости  $P_z=f(t)$ ,  $P_z=f(S)$ , и  $P_z=f(V)$ , в логарифмических координатах по виртуальной реализации процесса эксперимента.

6. Зависимость силы  $P_{Pz}$  от переменных подачи, глубины и скорости резания в алгебраическом виде ( $P_{Pz} = 10C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot V^{n_{Pz}}$ ).

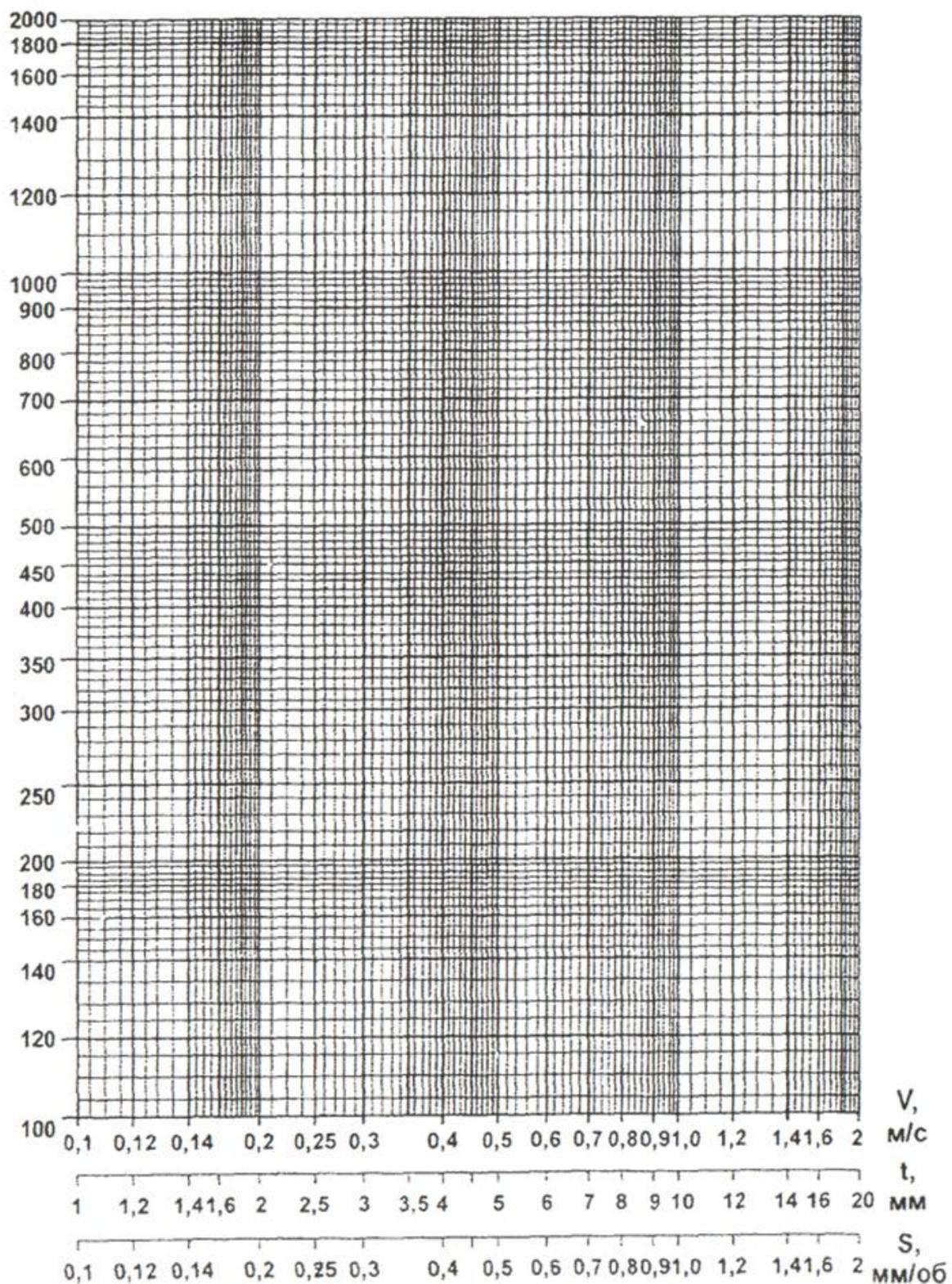
7. По результатам вычисления сделать вывод о достаточности мощности двигателя станка (мощность главного электродвигателя  $N_{дв}=10$  кВт; КПД станка  $\eta=0,75$ ), сравнив ее с мощностью потребляемой на резание  $N_{рез}$  в диапазоне заданных режимов резания.

8. Выводы по работе.

## 9. Контрольные вопросы

1. К какому инструментальному материалу относится марка T15K6?
2. В чем заключается принцип действия токарного однокомпонентного механического динамометра?
3. Укажите и расшифруйте марку, используемую для режущей части инструментов.
4. Укажите и расшифруйте марку быстрорежущей инструментальной стали.
5. Дайте определение подачи резания.
6. Дайте определение глубины резания при токарной обработке.
7. Перечислите, какие силы действуют на инструмент и заготовку в процессе токарной обработки. Нарисуйте схему действующих сил.
8. Что можно определить по составляющим силы резания в процессе токарной обработки?
9. По какой из составляющих сил определяется мощность резания?
10. Что такое эффективная мощность резания. Как определяется эффективная мощность резания.

Логарифмическая сетка для графической обработки результатов эксперимента



### Методика обработки экспериментальных данных

В условиях лабораторной работы методика определения числовых значений всех постоянных величин по формуле

$$P_z = C_z^{cp} t^{X_{Pz}} S^{Y_{Pz}} V^{n_{Pz}} \quad (1)$$

может быть рассмотрена на примере нахождения величин  $C_z$ ,  $X_{Pz}$ ,  $Y_{Pz}$ ,  $n_{Pz}$

Допустим, что первая серия опытов  $P_z=f(t)$  проводилась при  $S=const$ ,  $V=const$ .

Тогда уравнение 1 можно представить в следующем виде:

$$P_z = C_1 t^{X_{Pz}} \quad , \quad (2)$$

где  $C_1 = C_z S^{Y_{Pz}} V^{n_{Pz}}$

В прямоугольной системе координат с логарифмическими шкалами уравнение 2 может быть записано в виде уравнения прямой линии

$$lg P_z = lg C_1 + X_{Pz} lgt,$$

где  $lg C_1$  – отрезок ординаты, отсекаемый прямой от начала координат;

$X_{Pz}$  – тангенс угла наклона прямой линии к оси абсцисс.

Для второй и третьей серии опытов постоянными являются  $t$ ,  $V$  и  $t, S$ , соответственно, справедливы формулы:

$$lg P_z = lg C_2 + Y_{Pz} lg S,$$

$$lg P_z = lg C_3 + n_{Pz} lg V$$

По полученным опытными данным в прямоугольных координатах с логарифмическими шкалами строятся зависимости

$$P_z = f_1(t), \quad P_z = f_2(S), \quad P_z = f_3(V)$$

Для этого по осям абсцисс откладывают значения  $t$ ,  $S$ ,  $V$ , а по оси ординат соответствующие им значения  $P_z$ . Через нанесенные точки проводятся прямые линии. Прямые линии проводятся так, чтобы количество точек по одну и другую сторону от проводимой прямой было одинаковым.

Если при этом какая-либо точка окажется далеко от проводимой прямой, то ее считают «выпавшей» и не учитывают.

Из построенных графиков находим

$$X_{P_z} = t g \alpha, Y_{P_z} = t g \beta, n_{P_z} = t g \gamma \quad (3)$$

Величины углов  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  можно измерить с помощью транспортира, а тангенс угла определить по таблицам или с помощью калькулятора. Однако более просто определяются тангенсы углов путем замера противолежащего и прилежащего катетов в прямоугольных треугольниках, построенных на графиках у углов  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Измерение катетов следует проводить линейкой с миллиметровой шкалой.

Подставляя найденные числовые значения показателей степени в уравнение 1 получим

$$P_z = C_z t^{t g \alpha} S^{t g \beta} V^{t g \gamma} \quad (4)$$

Коэффициент  $C_z$  может быть вычислен по формуле.

$$C_z = \frac{P_z}{t^{t g \alpha} S^{t g \beta} V^{t g \gamma}}$$

Более точно  $C_z$  определяют как среднее значение из трех серий опытов. Для этого на каждом из трех построенных графиков выбирают по одной точке лежащей на середине прямой, и по их координатам определяют:

$$C_{z1}, C_{z2}, C_{z3} \text{ и } C_z^{cp} = \frac{C_{z1} + C_{z2} + C_{z3}}{3}$$

Подставляя значение  $C_z^{cp}$  в уравнение 3, получим искомое уравнение

$$P_z = C_z^{cp} t^{X_{P_z}} S^{Y_{P_z}} V^{-n_{P_z}} \quad (5)$$

Показатель степени  $n_{P_z}$  в формуле 5 имеет знак минус, так как прямая  $P_z(V)$  обычно находится во втором квадранте.

Аналогично могут быть получены уравнения:

$$P_x = C_x^{cp} t^{X_{P_x}} S^{Y_{P_x}} V^{-n_{P_x}}$$

$$P_y = C_y^{cp} t^{X_{P_y}} S^{Y_{P_y}} V^{-n_{P_y}}$$

**Пример обработки экспериментальных данных**

Первая серия опытов проводилась при постоянной подаче  $S_n$  и скорости резания  $V_n$ , вторая серия - при постоянной  $t_n$  и  $V_n$ , третья серия опытов - при постоянных  $t_n$  и  $S_n$ . Результаты представлены в таблице

Серия опытов	Глубина резания, $t_i$ , мм	Подача, $S_i$ , мм/об	Скорость резания, $V_i$ , м/с	Сила резания, $P_z$ , Н
1	4	0,28	1	2850
	2,5			2000
	1,5			1350
	1			800
	0,5			410
2	1,5	0,1	1	590
		0,2		1000
		0,3		1320
		0,4		1580
		0,5		2005
3	1,5	0,2	0,5	1500
			0,7	1000
			1,0	975
			1,5	960
			2,3	900

По каждой серии опытов строим графики. По первой серии строим график зависимости  $P_z = f_1(t)$ , рисунок В1, по второй серии  $P_z = f_2(S)$ , рисунок В2, по третьей серии  $P_z = f_3(V)$ , рисунок В3.

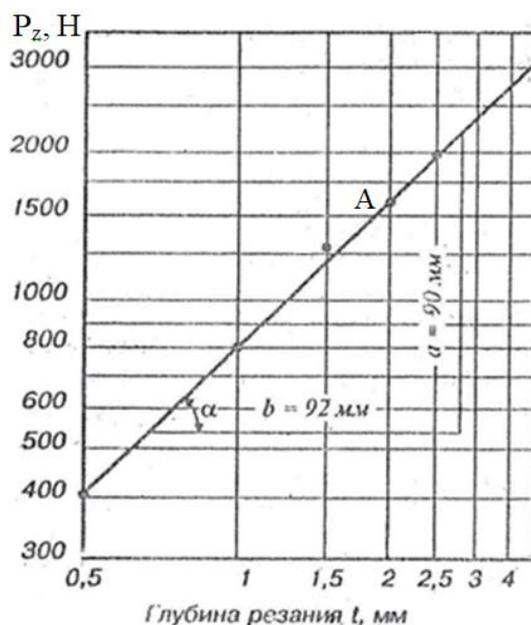


Рисунок В1 – График зависимости  $P_z = f_1(t)$

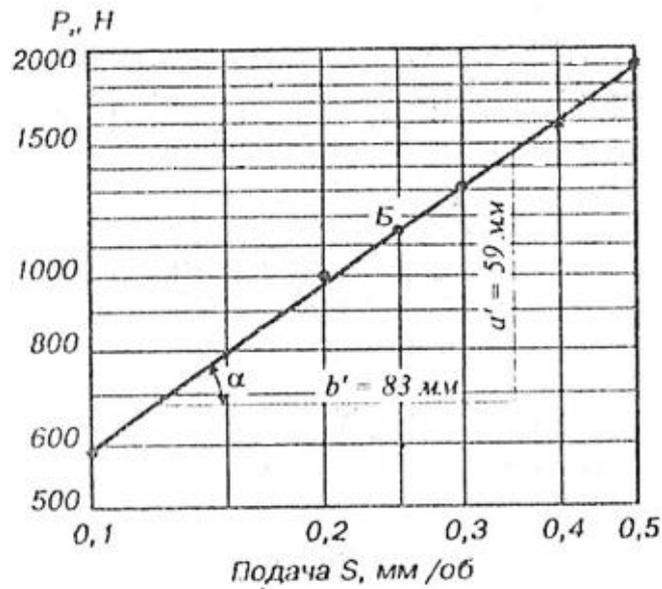


Рисунок В2 – График зависимости  $P_z = f_2(S)$



Рисунок В3 – График зависимости  $P_z = f_3(V)$

Пользуясь графиками, находят значения показателей степени при подаче  $X_{P_z}$ ,  $Y_{P_z}$ ,  $n_{P_z}$ :

$$X_{P_z} = \frac{a}{b} = \frac{90}{92} = 0,98$$

Подобно находят  $Y_{P_z}=0,71$ ,  $n_{P_z}= - 0,09$

Подставляя найденные числовые значения показателей степени при  $t$ ,  $S$ ,  $V$  по формуле 3 в уравнение 4 получаем:

$$P_z = C_z t^{0,98} S^{0,71} V^{-0,09} \quad (6)$$

Числовое значение  $C_z$  находят, решая уравнение 6, из которого

$$C_z = \frac{P_z}{t^{0,98} S^{0,71} V^{-0,09}} \quad (7)$$

Для этого на каждом из трех построенных графиков выбирают по одной точке, лежащей на проведенной прямой. Например на графиках, представленных на рисунках В1, В2, В3, это будут точки А, Б, В.

Примечание. Необходимость выбора точки, лежащей на проведенной прямой, объясняется тем, что не все опытные точки лежат на этой прямой. Проведенная прямая характеризует усредненную степень влияния исследованного параметра режима резания на величину  $P_z$ .

Подставляя в уравнение 7 абсолютные значения координат выбранной точки и значения постоянных параметров режима резания, применявшихся при проведении данных опытов, трижды подсчитывают значения  $C_z$ .

Так из приведенных на рисунках В1, В2, В3 графиков:

$$C_{z1} = \frac{A}{t^{0,98} \cdot S^{0,71} \cdot V^{-0,09}} = \frac{1650}{2^{0,98} \cdot 0,28^{0,71} \cdot 1^{-0,09}} = 2068$$

$$C_{z2} = \frac{Б}{t^{0,98} \cdot S^{0,71} \cdot V^{-0,09}} = \frac{1150}{2^{0,98} \cdot 0,28^{0,71} \cdot 1^{-0,09}} = 2078$$

$$C_{z3} = \frac{В}{t^{0,98} \cdot S^{0,71} \cdot V^{-0,09}} = \frac{960}{2^{0,98} \cdot 0,28^{0,71} \cdot 1^{-0,09}} = 2074$$

Окончательное значение  $C_z$  находят как среднеарифметическое из трех значений

$$C_z = \frac{C_{z1} + C_{z2} + C_{z3}}{3} = 2073$$

Подставляя значение  $C_z$  в уравнение 7 получают:

$$P_z = 2073 \cdot t^{0,98} \cdot S^{0,71} \cdot V^{-0,09}$$

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: учебник для машиностр. спец. вузов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985.- 304 с.
2. Вейц. В.Л., Максаров В.В., Схиртладзе А.Г. Резание материалов: учебное пособие / В.Л. Вейц., В.В. Максаров, А.Г. Схиртладзе. - СПб.:Изд-во СЗТУ, 2002. – 232 с.
3. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х томах. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4, 5-е изд., Т 2. – М.:Машиностроение, 2001. – 944 с.
4. Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки / Под ред. П.Г.Петрухин. – М.; Машиностроение, 1974. – 615 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. (В.Б.Борисов, Е.И.Борисов, В.Н.Васильев и др.) / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.; Машиностроение, 1985. – 496 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. (Ю.А.Абрамов, В.Н.Андреев, Б.И.Горбунов и др.) / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.; Машиностроение, 1985. – 496 с.