

Министерство образования Республики Беларусь  
Филиал БНТУ  
«Минский государственный машиностроительный колледж»

---

Цикловая комиссия металлорежущих станков  
и информационных технологий

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ**

Учебная программа, задания  
для домашних контрольных работ,  
теоретические вопросы для экзамена  
для учащихся отделения заочного обучения  
по специальности 2-36 01 01  
«Технология машиностроения (по направлениям)»

Минск  
2018

С о с т а в и л а : Харитонов И.П. – преподаватель филиала БНТУ «Минский государственный машиностроительный колледж».

Обсуждено и одобрено цикловой комиссией металлорежущих станков и информационных технологий филиала БНТУ «МГМК». Протокол заседания 31.08.2018 № 1.

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

Знания и навыки, полученные учащимися при изучении технологической оснастки, найдут применение в процессе изучения специальных дисциплин, при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической работе на производстве.

### **1.1 Общие методические указания**

Основная форма изучения дисциплины «Проектирование технологической оснастки» — самостоятельная работа учащегося с рекомендуемой литературой в соответствии с программой и методическими указаниями.

Учебный материал дисциплины следует изучать в последовательности, предусмотренной программой, систематически в течение установленного срока по учебному графику. Изучая по учебнику материал дисциплины, обязательно ведите конспект, в котором кратко записывайте основное содержание темы, оставляя поля 40 мм для дополнений. После изучения темы необходимо без помощи учебника записать уравнения, ответить на контрольные вопросы, приведенные в конце учебной программы (они сгруппированы по разделам).

Нельзя ничего оставлять непонятым при изучении дисциплины. При затруднении в понимании какого-либо вопроса, нужно обратиться за консультацией к квалифицированным рабочим-станочникам, мастеру, инженеру своего предприятия или к преподавателю колледжа. Серьезное внимание должно быть уделено вопросам для самопроверки, а также анализу решений типовых примеров в учебнике.

Только в этом случае можно получить прочные знания и навыки расчетов по всем разделам дисциплины, успешно выполнить контрольные работы, курсовой проект и сдать экзамен.

Работать с учебником рекомендуется в такой последовательности:

- ознакомиться с содержанием изучаемой темы по программе;
- изучить материал темы по рекомендуемым учебникам. Если тема имеет большой объем, надо разбить ее на отдельные логически завершенные части;
- выделить и изучить ключевые вопросы, записать в конспект основные определения, правила или уравнения, сопровождая выписки схемами и рисунками;
- в целях закрепления учебного материала и приобретения навыков использования расчетных формул, уравнений необходимо проанализировать примеры в учебнике.

### **1.2 Выполнение контрольной работы**

В процессе изучения дисциплины каждый учащийся выполняет одну контрольную работу. К выполнению контрольной работы следует приступать только после изучения соответствующей темы и получения навыков решения задач. Не следует откладывать выполнение контрольной работы, лучше всего выполнять ее по частям — по мере изучения материала. Направлять работу в колледж следует в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса.

Варианты контрольной работы для каждого учащегося должны быть индивидуальными. Вариант определяется по двум последним цифрам номера зачетной книжки учащегося. Например, учащийся, имеющий зачетку № 109485, получает шифр 85, имеющий зачетку № 109600 — шифр 00 и т.д.

Задания, выполненные не по своему варианту не зачитываются и возвращаются учащемуся без рецензии.

Задания, которые должен выполнить учащийся в соответствии со своим вариантом, приведены в приложении А.

### **1.3 Требования к оформлению контрольных работ**

Контрольные работы, сдаваемые на проверку, должны быть выполнены и оформлены в соответствии со следующими требованиями:

1. Каждая контрольная работа выполняется в отдельной тетради (в клетку).

2. На обложке тетради указываются: наименование колледжа и учебной дисциплины, порядковый номер контрольной работы (1 или 2), номер варианта, фамилия, имя и отчество учащегося, его шифр и полный почтовый адрес.

3. Контрольная работа, как и любой технический документ, должна быть оформлена с максимальным соблюдением требований ГОСТ 2.105-96.

4. Работа выполняется аккуратным и разборчивым почерком, обязательно чернилами или шариковой ручкой<sup>1</sup>, с интервалами между строчками (обычно через одну клетку). Для замечаний преподавателя снаружи каждого листа оставляется поле шириной не менее 25... 30 мм, а в конце тетради одна две страницы для рецензии.

5. ***Страницы тетради обязательно должны быть пронумерованы сверху по центру.***

6. ***Условия задач следует записывать полностью, указывая номер варианта.*** При расчете следует указывать его наименование (например, «Определение погрешности базирования»), а также исходные данные для расчета, отделяя от основного текста свободной строкой. Рисунки к задачам должны быть выполнены четко в соответствии с требованиями черчения и только карандашом.

7. Все рисунки, таблицы или приложения в работе должны иметь номера. Их номер состоит из номера задания и порядкового номера рисунка, таблицы или приложения, разделенных точкой (см. ГОСТ 2.105-96).

8. Допускается использовать ксерокопии рисунков — они должны быть аккуратно и по всей своей площади наклеены. Нельзя использовать для этого скотч, скрепки, скобы.

9. Решение задачи делится на пункты. Каждый пункт должен иметь подзаголовок с указанием, что и как определяется, по каким формулам или на основе каких правил, методов. Пункты следует нумеровать (например, 6.1.10,

---

<sup>1</sup> Чертежи и схемы должны быть выполнены в карандаше и размещены в тексте там, где впервые упоминаются. Допускается использовать миллиметровку, которая аккуратно клеивается в тетрадь. Она включается в сквозную нумерацию листов тетради.

6.1.11 и т.д.), чтобы в рецензии можно было на них ссылаться при необходимости.

10. При использовании готовых формул, определений и т.п. следует в квадратных скобках давать ссылки на использованную литературу.

11. Все задачи и расчеты обязательно должны быть доведены до окончательного числового результата. Ответ должен быть *полным* по существу и *кратким* по форме.

12. Преобразования формул, уравнений в ходе решения производится в общем виде и только в конце подставляются исходные данные. Числовые значения подставляют в порядке расположения буквенных обозначений этих величин в формуле. После подстановки числовых значений вычисляется результат. *Окончательные результаты расчетов следует подчеркнуть*. Правильность всех вычислений надо тщательно проверить, обратить особое внимание на соблюдение единиц, подставляемых в формулу значений величин и оценить правдоподобность полученного результата.

Вычисления должны быть выполнены с точностью, не превышающей погрешности метода: размеры — до 3 знаков (6,275 мм), передаточное отношение  $i$  — до 5 знаков, параметры режимов резания — до 2 знаков (подача) или округлять до целого (скорость резания).

13. При решении задач следует применять только Международную систему единиц (СИ) и стандартные символы для обозначения этих величин.

14. Закончив контрольную работу, учащийся должен составить список литературы, *использованной* им в процессе изучения материала и выполнения работы, указать дату и расписаться.

15. Контрольная работа после рецензирования преподавателем возвращается учащемуся с отметкой «зачтено/не зачтено» и указаниями, что нужно сделать для исправления недостатков работы. При этом следует исправить отмеченные ошибки (желательно другим цветом — зеленым, черным), а также выполнить все указания рецензента и повторить недостаточно усвоенный материал.

***После выполнения контрольной работы следует своевременно сдать (выслать) ее в колледж.***

Не зачтенную контрольную работу учащийся исправляет или выполняет вновь и предъявляет на повторную рецензию (во втором случае — с приложением текста не зачтенной работы). Для исправления недочетов на свободном месте в тетради или на отдельном листе записывается заголовок «Работа над ошибками». Затем указывается, какое задание (№ ...) переделано и приводится решение, выполненное по-новому. После исправленного решения должен быть оставлен один чистый лист — для рецензии рецензента.

В случае возникновения затруднений при выполнении контрольной работы учащийся должен обратиться в колледж для получения письменной или устной консультации.

По желанию учащегося остальные варианты контрольных работ, а также домашние задания могут быть проработаны как дополнительные задачи, не обязательные для рецензирования.

***Зачтенные контрольные работы предъявляются на экзамене и сдаются преподавателю. Без контрольных работ экзамен не принимается.***

Учебными планами заочного обучения предусмотрено выполнение практических работ по всем разделам дисциплины. Наименование практических работ и инструкции по их проведению учащиеся получают в колледже. Эти работы могут быть выполнены в периоды экзаменационных сессий или в течение учебных семестров.

Практические работы выполняются по особой программе в период экзаменационной сессии в лабораториях колледжа или заводских лабораториях по индивидуальному заданию. К этим работам учащиеся допускаются после сдачи всех контрольных работ. После выполнения лабораторных работ учащийся получает зачет.

Сдача экзаменов разрешается учащимся, которые получили положительные оценки по всем контрольным работам и имеют зачет по практическим работам.

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ»**

### **Раздел 1. Методика проектирования станочных приспособлений**

#### **Тема 1.1. Рекомендации по проектированию станочных приспособлений. Расчет необходимой точности приспособлений**

Исходные данные для проектирования станочных приспособлений. Последовательность проектирования и конструирования приспособлений. Унификация и стандартизация элементов приспособления – их сущность, роль, направление и этапы реализации. Применение стандартных деталей и узлов. Способы снижения металлоемкости, повышения прочности и жесткости деталей приспособления. Расчет необходимой точности приспособления.

#### **Тема 1.2. Выбор установочных элементов**

Выбор установочных элементов при установке заготовки при обработке на плоскость; на внешнюю цилиндрическую поверхность и перпендикулярную ее оси плоскость; на внешние цилиндрические поверхности с пересекающимися осями; на внутреннюю цилиндрическую поверхность и перпендикулярную ее оси плоскость; на два цилиндрических отверстия с параллельными осями и на перпендикулярную им плоскость; на центровые отверстия.

*Практическая работа № 1. Расчет точности приспособления.*

#### **Тема 1.3. Методика силового расчета**

Методика расчета усилия зажима заготовки для различных схем установки. Расчетные факторы для определения усилия зажима (величины коэффициентов статического трения, значения коэффициентов запаса, жесткость систем установочных и зажимных элементов приспособления по нормали и в тангенциальном направлении).

Схемы закрепления заготовок при помощи элементарных механизмов зажима. Определение основных параметров зажимных элементов. Силовые узлы и устройства приспособлений и их расчет (определение усилия на штоке, расчет диаметра цилиндра).

*Практическая работа № 2. Расчет усилия зажима заготовки.*

*Практическая работа № 3. Расчет механизированного привода приспособления.*

#### **Тема 1.4. Направляющие и настроечные элементы приспособлений**

Назначение направляющих элементов приспособлений. Кондукторные втулки: назначение, особенности их конструкций (постоянные, сменные, быстросменные, специальные) и область применения. Технические требования на стандартные кондукторные втулки (материал, твердость, допуски формы и расположения поверхностей, размеров). Кондукторные планки и плиты. Назначение, особенности конструкций настроечных элементов приспособлений: установов, щупов, пластин. Стандарты на направляющие и настроечные элементы приспособлений.

## ***Практическая работа № 4. Расчеты направляющих элементов приспособлений.***

### **Тема 1.5. Делительные и поворотные устройства**

Поворотные и делительные устройства приспособлений – назначение, состав: делительный диск, фиксатор, поворотная часть, корпус. Конструкции фиксаторов, их характеристика. Пути уменьшения погрешности поворотных устройств. Примеры применения различных поворотных и делительных устройств приспособлений. Стандарты на поворотные и делительные устройства.

### **Тема 1.6. Корпуса приспособлений**

Назначение корпусов приспособлений. Требования, предъявляемые к корпусам приспособлений. Особенности конструкций и способы изготовления корпусов приспособлений. Элементы корпусов приспособлений для установки на станках различных групп.

### **Тема 1.7. Оформление графической документации для станочного приспособления**

Оформление сборочного чертежа станочного приспособления (проставка размеров, составление спецификации сборочного чертежа с указанием материала, термообработки, ГОСТов и нормалей, указание технических требований к сборке приспособления).

Оформления чертежей детализирования (проставка размеров, допусков форм и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей, указание технических требований).

## **Раздел 2. Особенности универсально-сборных и других приспособлений**

### **Тема 2.1. Назначение и конструктивные особенности универсально-сборных приспособлений (УСП)**

Назначение и требования к УСП. Конструктивные особенности УСП. Типовые комплекты деталей УСП. Типовые компоновки приспособлений на базе комплекта УСП.

### **Тема 2.2. Конструктивные особенности сборно-разборных приспособлений (СРП)**

Назначение и требования к СРП. Конструктивные особенности СРП. Нормализованные элементы СРП. Базовые сборочные единицы, переходные детали. Типовые компоновки приспособлений на базе комплекта СРП.

## **Раздел 3. Разработка конструктивного исполнения технологической оснастки**

Исходные данные и задачи конструирования. Последовательность конструирования: разработка общего вида приспособления, разработка рабочего чертежа (детализирование) на специальную деталь. Правила простановки размеров на чертежах и составление технических условий.



**Экзаменационные вопросы по дисциплине  
«Проектирование технологической оснастки»**

1. Изложите основные принципы базирования: принцип постоянства баз, принцип совмещения баз. Сформулируйте определение погрешности базирования. Приведите примеры, когда погрешность базирования равна нулю и когда не равна.
2. Опишите структуру станочного приспособления. Основные конструктивные особенности, область применения.
3. Классифицируйте основные опоры станочных приспособлений. Опишите их конструктивные особенности, область применения.
4. Объясните область применения вспомогательных опор приспособлений. Опишите их конструктивные особенности
5. Классифицируйте зажимные элементы станочных приспособлений. Изложите их назначение, общие требования к ним.
6. Опишите конструктивные особенности винтовых зажимных механизмов, их характеристику и расчет.
7. Опишите конструктивные особенности клиновых зажимных механизмов, их характеристику и расчет.
8. Опишите конструктивные особенности эксцентриковых зажимных механизмов, их характеристику и расчет.
9. Опишите конструктивные особенности рычажных зажимных механизмов, их характеристику и расчет.
10. Опишите конструктивные особенности Г-образных прихватов, их характеристику и расчет, область применения.
11. Опишите конструктивные особенности комбинированных механизмов зажима, основы их расчета.
12. Опишите конструктивные особенности зажимных элементов с применением гидропласта, область применения.
13. Классифицируйте механизированные приводы станочных приспособлений, их назначение и область применения.
14. Опишите конструктивные особенности гидропривода, область применения, преимущества, недостатки. Изложите расчет его основных параметров.
15. Опишите конструктивные особенности пневмопривода, область применения, преимущества и недостатки. Изложите расчет его основных параметров.
16. Опишите конструктивные особенности пневмогидропривода, область применения, преимущества и недостатки.
17. Опишите конструктивные особенности механогидравлического привода, область применения, преимущества и недостатки.
18. Опишите конструктивные особенности направляющих элементов приспособлений, область их применения.
19. Опишите конструктивные особенности настроечных элементов приспособлений, область их применения.

20. Опишите конструктивные особенности корпусов приспособлений, способы их изготовления. Назовите конструктивные элементы корпусов приспособлений для их установки на станке.

21. Опишите конструктивные особенности делительных и поворотных устройств приспособлений.

22. Опишите конструктивные особенности многократных механизмов зажима, особенности их расчета.

23. Опишите конструктивные особенности систем универсально-сборных (УСП) и сборно-разборных приспособлений (СРП). Назовите область их применения.

24. Опишите методику силового расчета станочного приспособления. Приведите примеры расчета при элементарных схемах закрепления.

25. Опишите методику расчета усилия зажима. Приведите пример расчета усилия зажима при закреплении заготовки в токарном самоцентрирующем патроне.

26. Изложите общую методику проектирования станочных приспособлений.

27. Опишите конструктивные особенности контрольно-измерительных приспособлений.

28. Изложите методику расчета приспособления на точность.

29. Опишите конструктивные особенности вспомогательного инструмента для станков фрезерной группы.

30. Опишите конструктивные особенности вспомогательного инструмента для станков сверлильной группы.

31. Изложите методику выбора вспомогательного инструмента.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

*Перед оформлением контрольной работы внимательно ознакомьтесь с требованиями к ее оформлению (с. 4...6).*

### Задание № 1

Для указанной технологической операции\* составить схему установки детали, рассчитать режимы резания и определить усилие зажима детали  $W$  в приспособлении.

#### Краткие сведения из теории расчёта усилия зажима детали

Величина усилия зажима в значительной степени зависит от её направления. При выборе *направления усилия зажима* необходимо учитывать определенные правила:

- усилие зажима должно быть направлено перпендикулярно поверхности установочных элементов, чтобы обеспечить контакт с ними технологической базы детали;
- при базировании по нескольким базовым поверхностям усилие зажима должно быть направлено на тот установочный элемент, с которым деталь имеет наибольшую площадь контакта;
- направление усилия зажима должно совпадать с направлением массы детали; это облегчает работу зажимного устройства;
- направление усилия зажима должно совпадать с направлением силы резания.

Выбору рационального направления усилия зажима способствует введение упоров в силовую схему закрепления детали. Упоры воспринимают действующие на деталь силы резания и позволяют уменьшить необходимую величину усилия зажима.

При выборе *места приложения усилия зажима* надо следовать правилам:

- усилие зажима не должно опрокидывать или сдвигать деталь по установочным элементам приспособления. Для этого необходимо, чтобы точка приложения усилия зажима:
  - а) проецировалась на установочный элемент, по возможности ближе к его центру, или в многоугольник, образованный линиями, соединяющими установочными элементами;
  - б) лежала на участке поверхности детали, параллельно поверхности установочного элемента, воспринимающего силу зажима;
- усилие зажима с реакциями опор не должно создавать изгибающих моментов во избежание деформаций детали и появления погрешности закрепления;
- точки приложения усилия зажима должны быть расположены ближе к месту обработки, особенно для нежестких заготовок.

---

\* Обрабатываемая деталь и технологическая операция для выполнения задания № 1 выбирается из курсового проекта по проектированию технологической оснастки.

## Методические указания для выполнения задания № 1

1. Вычертить схему базирования детали (указать поверхность обработки, её размеры и шероховатость; условными обозначениями указать установочные элементы станочных приспособлений).

2. Вычертить режущий инструмент (осевой — до обработки, лезвийный — после обработки).

3. Указать направление усилия зажима  $W$ .

4. Векторами указать силы резания, действующие на деталь в процессе резания от режущего инструмента.

5. Рассчитать режимы резания для данной операции и силы резания (по формулам теории резания металлов или выбрать по нормативам).

6. Исходя из условия равновесия, составить уравнение сил и уравнение моментов сил, действующих на деталь.

7. Установить значение коэффициента надежности закрепления детали и ввести его в уравнение.

8. Решая это уравнение, определить усилие зажима  $W$ , необходимое для надёжного закрепления детали.

### Пример расчета усилия зажима детали

Операция 010 — Токарная. Точить поверхность диаметром  $d$ .

В данном случае на деталь действуют силы резания:  $P_z$  — тангенциальная сила резания, касательная к поверхности и совпадающая с направлением главного движения. Если на резец действует сила  $P_z$ , то на деталь в месте резания действует сила  $P_{z1}$ , равная по величине силе  $P_z$ , но обратная по направлению. Сила  $P_{z1}$  создаёт на детали момент резания:

$$M_p = \frac{P_{z1}D}{2}, \quad (1)$$

где  $D$  — диаметр обработки, мм;  $P_{y1}$  — радиальная сила, направленная перпендикулярно к оси обрабатываемой детали (сила  $P_{y1}$  — изгибает деталь в горизонтальной плоскости). В примере будем считать, что деталь достаточно жесткая (условие жесткости  $L/D > 12$ ) и эту силу можно не учитывать;  $P_x$  — осевая сила, действует параллельно оси детали в направлении, противоположном направлению подачи ( $P_{x1}$  — прижимает деталь к опоре по левому торцу, ее не учитываем).

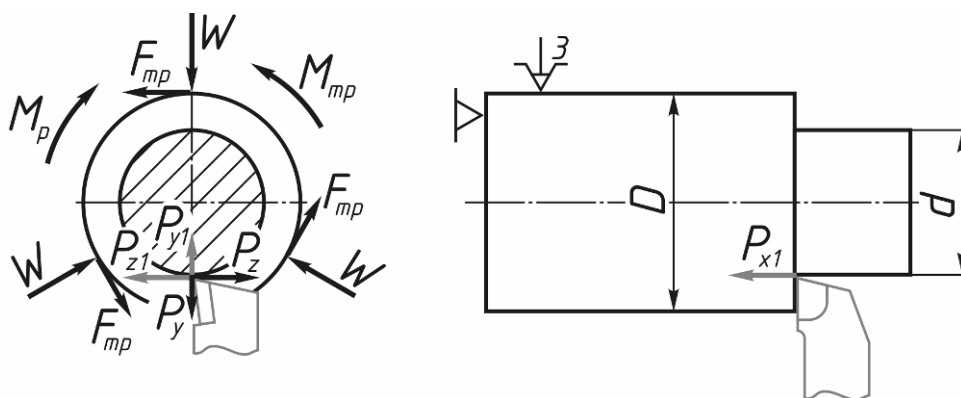


Рисунок 1 — Схема для определения усилия зажима детали

Условие равновесия – деталь в процессе обработки удерживается от проворота моментом трения  $M_{тр}$  между кулачками и заготовкой, т.е.  $M_p = M_{тр}$  или:

$$M_p - WfR = 0, \quad (2)$$

где  $M_p$  – момент резания, возникающий от силы  $P_z$ , Н·мм;  $W$  – усилие зажима детали, Н;  $R$  – радиус поверхности, по которой осуществляется зажим, мм.

С учетом коэффициент запаса:  $KM_p - WfR = 0$   
или

$$W = \frac{KM_p}{fR} \quad (3)$$

где  $K$  – коэффициент запаса;  $M_p$  – момент силы резания, Н·мм;  $f$  – коэффициент трения между заготовкой и кулачками патрона;  $R$  – радиус поверхности, по которой идет зажим детали, мм.

### Р а с ч ё т

1. Расчет силы резания производим по эмпирическим формулам. Определяем силу резания  $P_z$ , Н по формуле [11, с. 271]:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n k_p, \quad (4)$$

где  $C_p$  – постоянная величина;  $x, y, n$  – показатели степени для конкретных условий обработки;  $t$  – глубина резания, мм;  $s$  – подача, мм/об;  $v$  – скорость резания, м/мин;  $k_p$  – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент определяется по формуле [11, с. 271]:

$$K_p = K_{мр} K_{фр} K_{γр} K_{λр} K_{гр} \quad (5)$$

Численные значения этих коэффициентов приведены в [11, с. 264, 265, 275, табл. 9, 10, 23].

#### Исходные данные:

материал обработки – сталь 45 ГОСТ 1050-88;

припуск на обработку (глубина резания)  $t = 1$  мм;

режимы резания для обработки –  $s = 0,4$  мм/об;  $v = 135$  м/мин;

Определяем поправочный коэффициент для скорости резания:

$K_{мр} = (\sigma_b/750) 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [11, с. 264];  $K_{λр} = 1$ ;  $K_{фр} = 1$ ;  $K_{γр} = 1$ ;  $K_{гр} = 0,93$  – коэффициент, учитывающий влияние параметров резца на скорость резания. [11, с. 275]. Подставляя значения в формулу (5), получим:

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,93$$

Определяем коэффициенты:  $C_p = 300$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,75$ .

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 135^{-0,75} \cdot 0,93 = 69,75 \text{ Н} \quad (6)$$

2. Определяем коэффициент запаса для усилия закрепления  $W$  [3, с. 199].

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (7)$$

где  $k_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса,  $k_1 = 1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности детали,  $k_2 = 1$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента,  $k_3 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при точении,  $k_4 = 1$  – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима (использование пневмоцилиндров двойного действия),  $k_5 = 1$  – коэффициент не учитываем,  $k_6 = 1,5$  – коэффициент, учитываемый при наличии крутящих моментов. Подставляя значения в формулу (7), получим:

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7$$

3. Определяем коэффициент трения между заготовкой и гладкими кулачками патрона  $f = 0,15$  [3, с.207].

4. Определяем момент резания от силы  $P_z$

$$M_p = \frac{69,75 \cdot 200}{2} = 6975 \text{ Н/мм}$$

5. Подставляя значения в формулу (3), определяем усилие зажима детали:

$$W = \frac{6975 \cdot 2,7}{0,15 \cdot 125} = 1004,4 \text{ Н}$$

## З а д а н и е № 2

**Определить параметры зажимного механизма для заданной схемы зажима.** Номер схемы и исходные данные для расчета следует выбрать по приложению А.

### Методические указания к выполнению задания № 2

1. Вычертить расчетную схему зажима детали. Указать силы, действующие на зажим от силового привода.

2. На основании исходных данных (усилия зажима детали) определить силы, действующие на зажим от силового привода.

3. Определить основные параметры силового привода (диаметр цилиндра, диаметр штока) по найденному усилию на штоке  $Q$ .

В задании № 2 для всех вариантов следует принять:

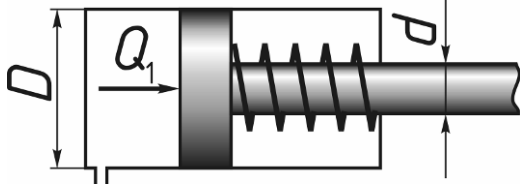
- 1) силовой привод – двухсторонний одноштоковый;
- 2) КПД рычажного механизма  $\eta_{р.м} = 0,85$ ;
- 3) механический КПД пневмо-, гидроцилиндра  $\eta_{ц} = 0,8$
- 4) приведенный угол трения соответственно между клином и корпусом, клином и плунжером (роликом):  $\varphi_1 = \varphi_2 = 5^\circ$
- 5) давление в пневмосистеме  $p = 0,4$  МПа или в гидросистеме  $p = 4$  МПа.

### Краткие сведения по теории расчета поршневых пневмоприводов

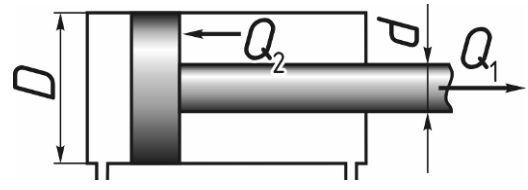
Пневматические силовые приводы применяются в приспособлениях для разнообразных типов металлорежущих станков.

Быстрота действия, постоянство усилия зажима, возможность её регулирования и контроля, возможность дистанционного управления зажимом является основными преимуществами пневмоприводов для закрепления заготовок.

Осевая сила  $Q$  на штоке пневмоцилиндра определяется в зависимости от его конструкции (см. рисунки 2 и 3).



**Рисунок 2 — Схема одностороннего пневмопривода с возвратной пружиной**



**Рисунок 3 — Схема двустороннего пневмопривода**

Для одностороннего пневмоцилиндра (с возвратной пружиной) толкающее усилие (Н):

$$Q_1 = pS\eta - Q_{\text{пр}} \quad (8)$$

Для двустороннего пневмоцилиндра толкающее усилие (Н):

$$Q_1 = pS\eta \quad (9)$$

тянущее усилие:

$$Q_2 = (S_{\text{поршня}} - S_{\text{штока}})p\eta,$$

или

$$Q_2 = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)p\eta \quad (10)$$

где  $p$  – давление сжатого воздуха в сети; обычно принимают  $p = 0,4 \dots 0,6$  МПа;  
 $S_{\text{поршня}}$  – площадь поршня, мм<sup>2</sup>;  $S = \frac{\pi D^2}{4}$ ;  $S_{\text{штока}}$  – площадь штока, мм<sup>2</sup>;  $S = \frac{\pi d^2}{4}$ ;  
 $D, d$  – соответственно диаметры поршня и штока, мм (для расчетов рекомендуется принимать  $d = 0,5D$ );  $\eta$  – коэффициент полезного действия пневмопривода;  
 $Q_{\text{пр}}$  – усилие предельно сжатой пружины обратного хода, Н.

### Расчет диафрагменных пневмоприводов

Диафрагменные пневмоприводы (пневмокамеры) применяются в тех случаях, когда требуется небольшой ход штока. По конструкции их делят на пневмокамеры одностороннего и двустороннего действия.

Сила на штоке пневмокамеры двустороннего действия:

$$Q = 0,26(D_{\text{п}}^2 - D_{\text{п}}D_{\text{д}} + D_{\text{д}})p\eta, \quad (11)$$

где  $D_{\text{п}}$  – диаметр пневмокамеры, мм;  $D_{\text{д}}$  – диаметр диска, мм.

Обычно  $D_{\text{д}} = 0,7D_{\text{п}}$ . Тогда

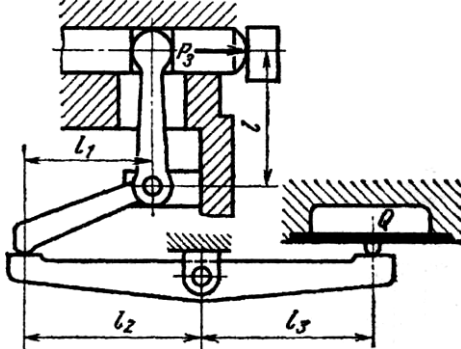
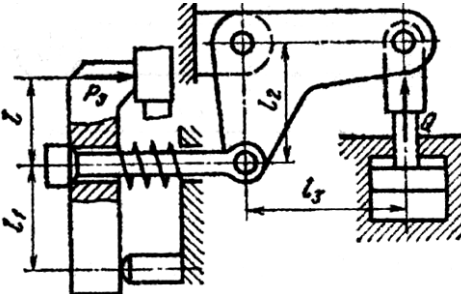
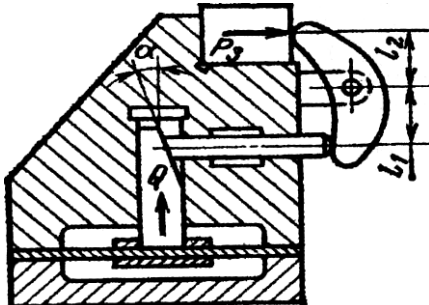
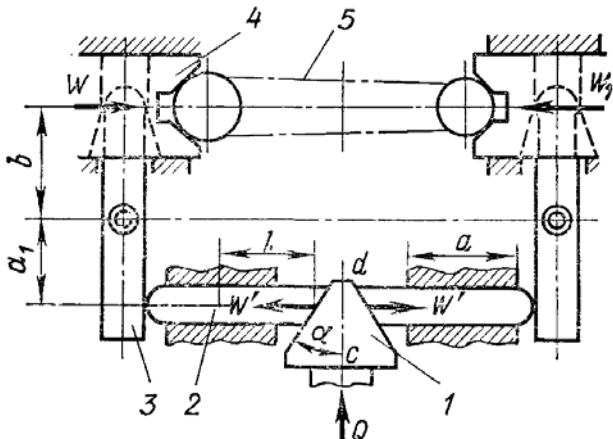
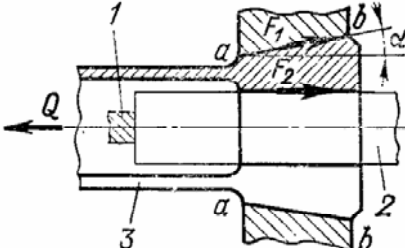
$$Q = 0,58 D_{\text{п}}^2 p\eta, \quad (12)$$

где  $p$  – давление сжатого воздуха в сети, МПа;  $\eta$  – коэффициент полезного действия пневмокамеры ( $\eta = 0,85 \dots 0,90$ ).

## Схемы к заданию № 2

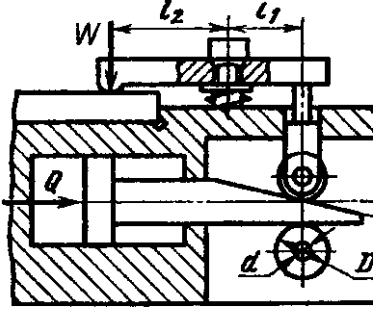
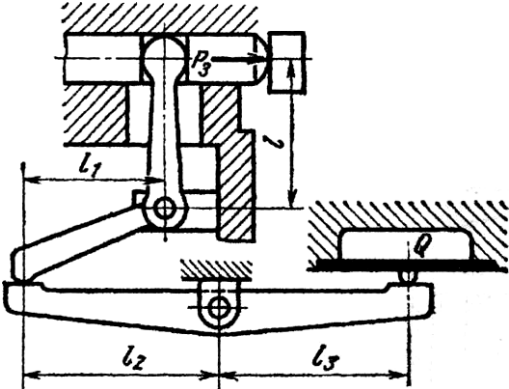
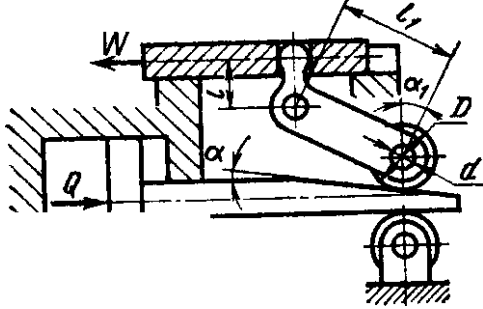
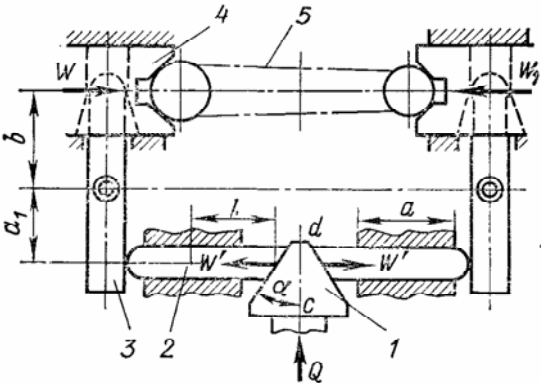
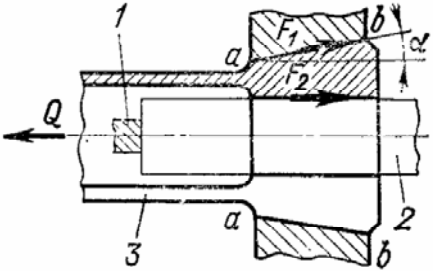
Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
1	$W = 9450 \text{ Н}; l_1 = 100;$ $l_2 = 150; \alpha = 8^\circ$	
2	$W = 9600 \text{ Н}; l_1 = 45 \text{ мм};$ $l_2 = 55 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
3	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; l_2 = 80 \text{ мм};$ $\alpha = 8^\circ$	
4	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
5	$W = 960 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	



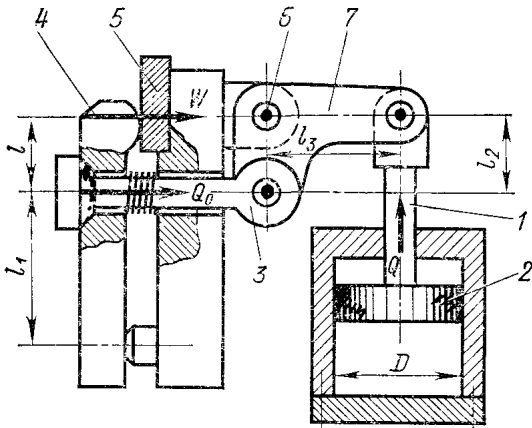
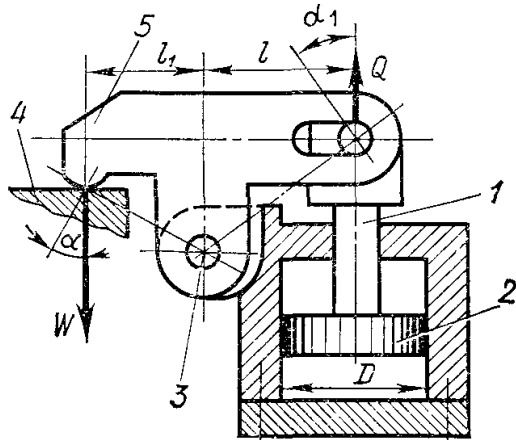
Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
6	$W = 12400\text{Н}; l = 80\text{ мм};$ $l_1 = 100\text{ мм}; l_2 = 100\text{ мм};$ $l_3 = 90\text{ мм}$	
7	$W = 1240\text{Н}; l = 120\text{ мм};$ $l_1 = 100\text{ мм}; l_2 = l_3 = 140\text{ мм}$	
8	$W = 12400\text{ Н}; l_1 = 100\text{ мм};$ $l_2 = 140\text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
9	$W = 10000\text{ Н}, a_1 = 100\text{ мм},$ $b = 90\text{ мм}, \alpha = 8^\circ$	
10	$W = 9750\text{ Н}, \alpha = 30^\circ$ (зажим – одноштоковый двухсторонний пневмоци- линдр)	

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
11	$W = 9600 \text{ Н}; \alpha = 8^\circ$	
12	$W = 9600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
13	$W = 8600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
14	$W = 11600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
15	$W = 12400 \text{ Н}; l = 80 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; l_2 = 105 \text{ мм};$ $l_3 = 90 \text{ мм}.$	
16	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $L = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
17	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
18	$W = 9600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha^\circ = 8; \alpha_1 = 2^\circ$	
19	$W = 9600 \text{ Н}; l = 80 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
20	$W = 12400 \text{ Н}; l = 100 \text{ мм};$ $l_1 = 140 \text{ мм}$	
21	$W = 12400 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; l_2 = l_3 = 140 \text{ мм}$	
22	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
23	$W = 10000 \text{ Н}, a_1 = 100 \text{ мм},$ $b = 90 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ$	
24	$W = 9750 \text{ Н}, \alpha = 30^\circ$ (зажим – одноштоковый двухсторонний пневмоцилиндр)	

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
25	$W = 14000 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 12^\circ$	
26	$W = 12000 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ;$ $\alpha_1 = 12^\circ$	
27	$W = 8450 \text{ Н}, l = 100 \text{ мм},$ $l_1 = 120 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
28	$W = 8450 \text{ Н}, l = 100 \text{ мм},$ $l_1 = 120 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
29	$W = 9600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 140 \text{ мм}; l_2 = 40 \text{ мм};$ $l_3 = 60 \text{ мм}$	
30	$W = 12000 \text{ Н}, l = 100 \text{ мм},$ $l_1 = 120 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	

### Пример выполнения задания № 2

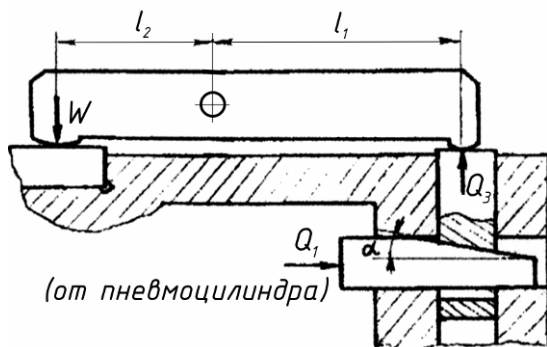


Рисунок 1 – Схема зажима детали

необходимое для создания усилия  $W$  на левом конце рычага (с учетом КПД рычажного механизма), Н

Дано:  $W = 9800 \text{ Н}; l_1 = 120 \text{ мм};$   
 $l_2 = 100 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ.$

Найти: необходимые размеры пневмоцилиндра ( $D$  и  $d$ ).

Решение.

1. Из условия равновесия рычага под действием двух моментов ( $M_W = M_{Q_3}$  или  $Wl_2 = Q_3l_1$ ) относительно точки опоры определяем усилие  $Q_3$  на правом конце рычага,

необходимое для создания усилия  $W$  на левом конце рычага (с учетом КПД рычажного механизма), Н

$$Q_3 = \frac{Wl_2}{l_1\eta} \quad (1)$$

где  $W$  – заданное усилие зажима детали, Н;  $l_2$  – плечо силы  $W$ , мм;  $l_1$  – плечо силы  $Q_3$ , мм;  $\eta$  – КПД рычажного механизма.

Подставляя значения в формулу (1), получим:

$$Q_3 = \frac{9800 \cdot 100}{120 \cdot 0,85} = 9608 \text{ Н}$$

2. Из одноплунжерного клинового механизма определяем необходимую силу  $Q_1$ , действующую на штоке пневмоцилиндра [3, с. 243], Н:

$$Q_1 = Q_3 : \left[ \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot \operatorname{tg}\varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1} \right], \quad (2)$$

где  $\varphi$  – угол трения на наклонной поверхности клина,  $\varphi_1$  – на горизонтальной поверхности клина,  $\varphi = \varphi_1 = 5^\circ 50'$ ;  $\varphi_2$  – угол трения на поверхности плунжера,  $\varphi_2 = 11^\circ$ ;  $\alpha$  – угол скоса клина,  $\alpha = 8^\circ$ .

Подставляя значения в формулу (2), получим:

$$Q_1 = 9608 : \left[ \frac{1 - \operatorname{tg}(8^\circ + 5,83^\circ) \cdot \operatorname{tg}11^\circ}{\operatorname{tg}(8^\circ + 5,83^\circ) + \operatorname{tg}5,83^\circ} \right] = 3519 \text{ Н}$$

3. Определяем необходимый диаметр поршня, который позволит создать расчетную силу  $Q_1$ , Н

$$D = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi p \eta}}, \quad (3)$$

где  $p$  – давление в пневмосистеме, МПа;  $\eta$  – КПД привода.

Подставляя значения в формулу (3), получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3519}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 114,8 \text{ мм}$$

4. Принимаем стандартные размеры пневмоцилиндра [3, с. 319]: диаметр поршня  $D = 125$  мм и диаметр штока  $d = 32$  мм.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Альбом по проектированию приспособлений: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / Б.М. Базров, –М.: Машиностроение, 1991. – 121 с.
2. Ансеров, Г.Н. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Л.: Машиностроение, 1966. – 652 с.
3. Антонюк, В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочное пособие. –Мн.: Беларусь, 1991. – 400 с.\*
4. Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений. –М.: Высшая школа, 1980. – 240 с.
5. Горохов, В.А. Проектирование и расчет приспособлений. –Мн.: Высшэйшая школа, 1986. – 238 с.
6. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
7. Коваленко, А.В., Подшивалов, Р.Н. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1986. – 1983 с.
8. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений. –М.: Машиностроение, 1984. –303 с.
9. Кузнецов, Ю.И. Конструкция приспособлений для станков с ЧПУ. – М.: Высшая школа, 1983. – 303 с.
10. Кузнецов, Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ. –М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.\*
12. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. –М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.\*
13. Терликова, Т.Ф. Основы конструирования приспособлений.- М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.

### Дополнительная

14. Горбацевич, А.Ф. Шкред, В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Высшэйшая школа, 1983. – 256 с.\*
15. Кузнецов, Ю.В. Станочные приспособления с гидравлическим приводом. –М.: Машиностроение, 1974. – 150 с.
16. Переналаживаемая технологическая оснастка / Под общ. ред. Д.И. Полякова. –М.: Машиностроение, 1988. – 256 с.
17. Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент и оснастка станков с ЧПУ. – Мн.: Высшэйшая школа, 1988. – 336 с.

---

\* Книга имеется на CD-диске «Курсовое и дипломное проектирование» в электронном формате.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Исходные данные к расчету для задания № 2

Вариант	Номер схемы	Вид привода
1	1	пневмопривод
2	2	пневмопривод
3	3	пневмопривод
4	4	гидропривод
5	5	пневмопривод
6	11	пневмопривод
7	12	пневмопривод
8	13	пневмопривод
9	14	пневмопривод
10	15	пневмопривод
11	21	пневмопривод
12	25	пневмопривод
13	22	гидропривод
14	23	пневмопривод
15	24	гидропривод

Вариант	Номер схемы	Вид привода
16	10	пневмопривод
17	9	пневмопривод
18	8	пневмопривод
19	7	гидропривод
20	20	пневмопривод
21	19	пневмопривод
22	18	пневмопривод
23	17	гидропривод
24	16	пневмопривод
25	30	пневмопривод
26	26	пневмопривод
27	29	пневмопривод
28	28	гидропривод
29	27	пневмопривод
30	6	гидропривод