

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по дисциплине
«Технологическая оснастка»
для студентов специальности
1- 36 01 01 «Технология машиностроения»

БРЕСТ 2018

УДК 621.91.002

Методические указания определяют тематику, состав, методику выполнения конструкторских разработок и правила оформления курсовых работ студентов по дисциплине «Технологическая оснастка». Указания предназначены для оказания помощи студентам машиностроительных специальностей в ходе выполнения курсовой работы, а также могут быть полезны инженерно-техническим работникам машиностроительных предприятий, занимающимся проектированием станочных приспособлений.

Составители: О.А. Медведев, доцент, к.т.н.
Н.С. Ялковский, старший преподаватель

Рецензент: И.В. Андросюк, главный инженер СП ОАО «Брестгазоаппарат»

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	4
ТЕМАТИКА, СОСТАВ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВЫХ РАБОТ	4
ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ, ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ РАБОТЫ.....	5
СОСТАВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	6
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	6
1 ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	6
2 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ И СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ	7
3 ЭСКИЗНАЯ ПРОРАБОТКА СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	9
4 РАСЧЕТ ПРИВОДА ЗАЖИМА ЗАГОТОВКИ	10
4.1 Определение режимов резания, сил и моментов резания.....	10
4.2 Расчет сил зажима заготовки.....	10
4.3 Силовой расчет зажимных механизмов приспособлений	21
4.3.1 Рычажные зажимы	22
4.3.2 Клиновые зажимы	23
4.3.3 Клиноплунжерные зажимы.....	25
4.3.4 Г-образные прихваты.....	28
4.3.5 Рычажно-шарнирные зажимы.....	29
4.4 Расчет источника силы привода зажима заготовки	31
5 РАСЧЕТ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ	33
6 РАСЧЕТ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	34
СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	34
ПРИЛОЖЕНИЯ	35
ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	35
РАЗРАБОТКА СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	36
СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	37
ПРИЛОЖЕНИЯ	38
Приложение А	38
Приложение Б	39

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Технологическая оснастка машиностроительного производства» является важным этапом технологической и конструкторской подготовки студентов специальности 1-36 01 01.

Целями работы являются:

- углубление и закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплин технологического и конструкторского профиля и их комплексного использования;
- формирование навыков проектирования технологической оснастки (в том числе с использованием САПР), использования источников нормативной и справочной информации;
- развитие творческой активности студентов, направленной на усовершенствование технологической оснастки для повышения ее эффективности.

Для достижения этих целей при выполнении курсовой работы решаются следующие задачи:

- выполнение критического анализа типовой конструкции станочного приспособления и выявление путей ее усовершенствования;
- разработка технического задания на проектирование усовершенствованного станочного приспособления с механизированным приводом закрепления заготовки;
- проектирование, логическое и расчетное обоснование элементов станочного приспособления;
- разработка сборочного чертежа станочного приспособления.

ТЕМАТИКА, СОСТАВ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВЫХ РАБОТ

Темой курсовой работы обычно является разработка конструкции станочного приспособления средней сложности с механизированным приводом закрепления заготовки. Темы проектов должны отражать реальные задачи, стоящие перед отечественным машиностроением и, в частности, перед предприятием – базой конструкторско-технологической практики, во время которой студентами производился сбор исходных данных для выполнения курсовых проектов и работ.

Как правило, каждому студенту назначается индивидуальная тема работы. Однако, в случае проектирования сложного, унифицированного, переналаживаемого приспособления, имеющего практическую значимость, возможно выполнение работы по одной комплексной теме несколькими студентами. Набор тем курсовых работ должен ежегодно полностью обновляться.

Пример темы курсовой работы: «Разработка станочного приспособления с механизированным зажимом заготовки для фрезерования шпоночного паза шириной 12 Н9 на шейке вала ИВ 346.254.001».

Конкретный состав разработок, подлежащих выполнению в каждом разделе работы, приводится в задании на курсовую работу. Каждый раздел должен быть представлен в пояснительной записке. Итогом всех разработок является сборочный чертеж станочного приспособления, представленный в графической части работы.

Пояснительная записка должна содержать полную информацию о выполненных технологических и конструкторских разработках, включая их логические и расчетные обоснования (включая формулы, таблицы, рисунки). К пояснительной записке дополни-

тельно подшиваются приложения (спецификация к сборочному чертежу приспособления, технические условия на сборку приспособления и др.).

Графическая часть работы обычно выполняется на одном листе формата А1, на котором представлен сборочный чертеж разработанного станочного приспособления.

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются: технологическая документация на операцию, для которой проектируется приспособление; годовой объем выпуска детали; паспортные данные станка, на котором будет использоваться приспособление; документация на приспособление-аналог; данные о заготовке, поступающей на обработку в приспособлении (форма, масса, размеры, допуски размеров, формы и расположения, состояние и шероховатость поверхностей, физико-механические свойства); параметры получаемых поверхностей (форма и расположение, размеры, допуски размеров, формы, расположения, шероховатость); число заготовок, устанавливаемых в приспособлении; сведения о применяемых режущих инструментах (вид, материал, размеры, точность); время установки заготовки в приспособлении; требования по технике безопасности и обслуживанию приспособления.

Основным источником этих данных являются материалы конструкторско-технологической практики, однако для повышения творческой активности студентов руководитель работы может изменить конструкцию детали, объем ее выпуска и другие данные.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ, ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ РАБОТЫ

Тема работы, исходные данные и состав разработок указываются в **задании на курсовую работу**. Оно выдается студенту руководителем в течение первой недели семестра, в котором выполняется работа, в соответствии с учебным планом. Пример задания приведен в приложении Б к данным методическим указаниям. Исходные данные и формулировки намеченных разработок должны исключать простое копирование заводских технологических и конструкторских решений и не допускать разночтений. Руководитель работы подписывает составленное задание и ставит дату его выдачи. Студент, подписывая задание, ставит дату принятия его к исполнению. После этого задание утверждается заведующим кафедрой. Получив задание, студент должен сразу же приступить к выполнению работы, придерживаться графика проектирования и представлять соответствующий объем выполненных работ на каждую аттестацию в течение семестра. Руководитель на еженедельных консультациях помогает студенту овладеть методиками проектирования, указывает источники необходимой информации, контролирует ход выполнения работы с целью своевременного устранения ошибок и повышения качества проектирования. Студент должен представить руководителю законченную работу, соответствующую заданию, не позже чем за неделю до начала сессии. Срок сдачи готовой курсовой работы указывается в задании. В основных надписях пояснительной записки, спецификаций, листа графической части должны быть подписи автора работы. Принимая решение о допуске работы к защите, руководитель подписывает пояснительную записку, и лист графической части, что свидетельствует лишь о возможности их положительной оценки при защите работы. Курсовая работа защищается студентом перед комиссией из 2-3 преподавателей, назначенных заведующим кафедрой, в число которых входит руководитель работы. Оценка работы выставляется коллегиально. При этом учитывается полнота, качество, оригинальность разработок и умение студента обосновывать принятые решения.

СОСТАВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

После **титульного листа** (приложение А) и **задания на курсовую работу** в пояснительной записке приводится **аннотация** курсовой работы, которая содержит краткую информацию о составе работы, о сущности выполненных разработок, их технической и экономической целесообразности. Далее следует **содержание**, то есть перечень разделов, подразделов, пунктов пояснительной записки и приложений к ней. После этого излагается **введение**, в котором указываются состояние и пути развития технологической оснастки машиностроительного производства и направления усовершенствования методик ее проектирования, актуальность темы курсовой работы, предлагаемые меры по усовершенствованию оснастки и ожидаемый технико-экономический эффект. После введения следуют основные разделы пояснительной записки, состав разработок которых описан далее, а также заключение, список цитируемых источников, приложения.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Проектирование станочного приспособления выполняется в такой последовательности, чтобы предшествующие этапы проектирования давали необходимую информацию для последующих этапов. Состав этапов проектирования, логические и расчетные обоснования, выполняемые на каждом этапе и описываемые в пояснительной записке курсовой работы, рассмотрены ниже.

1 ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Составление технического задания на проектирование необходимо для тщательного уяснения: исходных данных для проектирования; назначения приспособления; условий работы приспособления; требуемых эксплуатационных показателей приспособления; состава разрабатываемой конструкторской документации.

Задание на проектирование станочного приспособления должно содержать:

1. Наименование и назначение приспособления: 1) функции на оснащаемой операции, 2) технологические переходы, выполняемые с использованием приспособления, 3) тип и модель оборудования, на котором будет использоваться приспособление;

2. Данные о заготовке (полуфабрикате), поступающей на обработку в приспособлении (форма, масса, размеры, допуски размеров, формы и расположения, состояние и шероховатость поверхностей, физико-механические свойства);

3. Сведения об оснащаемой технологической операции: 1) состав и порядок выполнения технологических переходов, их распределение по становам и позициям, 2) виды, материалы, размеры, обозначения применяемых режущих инструментов; 3) число заготовок, устанавливаемых в приспособлении, 4) параметры получаемых поверхностей (форма и расположение, размеры, допуски размеров, формы, расположения, шероховатость), 5) годовой объем выпуска детали, 6) применяемая смазочно-охлаждающая жидкость;

4. Паспортные данные оснащаемого станка: 1) габариты рабочей зоны станка, 2) вид и форма рабочего органа станка, несущего приспособление, 3) вид, форма, размеры, допуски конструктивных элементов, служащих для базирования и закрепления приспособления на станке; 4) наличие и вид источника энергии для питания силового привода приспособления;

5. Наличие приспособления-аналога и его конструкторской документации;
6. Требования по охране труда при установке заготовки в приспособление;
7. Требования к обслуживанию приспособления.

2 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ И СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ

От выбора баз зависит получаемая точность взаимного расположения поверхностей детали, последовательность обработки поверхностей, возможная степень концентрации технологических операций, сложность конструкции требуемого приспособления, удобство и трудоемкость установки заготовок и т.п.

Если приспособление проектируется для чистовой или получистовой обработки детали, когда для базирования используются элементы полуфабриката, полученные обработкой резанием, то их выбирают с учетом следующих правил **выбора чистовых и промежуточных технологических баз** для обработки деталей на настроенных станках в серийном и массовом производстве.

1. Необходимо соблюдать принцип совмещения (единства) баз, то есть в качестве технологической базы для выполнения чистового перехода следует принимать одну из двух границ (измерительную базу) получаемого чертежного размера, определяющего положение обрабатываемой поверхности, или границы допуска ее расположения. Эта граница должна быть сформирована на одной из предшествующих операций. При таком базировании технологический допуск чертежного размера равен только погрешности технологической системы, используемой для этого чистового перехода. При отступлении от принципа совмещения баз технологический допуск чертежного размера будет складываться из технологического допуска размера между технологической базой и обрабатываемой поверхностью (погрешность технологической системы) и технологического допуска размера между технологической и измерительной базой (погрешность схемы базирования), если обе границы чертежного размера не получают одним инструментом, или набором инструментов. Аналогично выбирают базы по другим координатным направлениям, в которых на данном технологическом переходе выдерживаются подобные чертежные размеры, и получают комплект технологических баз, обеспечивающий (в общем случае) ориентацию заготовки по шести координатным направлениям. Без совмещения баз для достижения точности чертежных размеров могут потребоваться более точные и дорогие методы обработки.

Еще более важным является совмещение баз для обеспечения точности угловых положений поверхностей (перпендикулярности, параллельности, перекосов осей). Это объясняется тем, что нормируемый уровень точности угловых размеров, обычно, выше уровня точности линейных размеров, и тем, что на многих станках нет точной настройки угловых положений рабочих органов и невозможно настроить станок на получение точности угловых размеров методом пробных проходов.

2. Необходимо соблюдать принцип постоянства технологических баз, то есть стремиться к тому, чтобы использовать один и тот же комплект технологических баз при обработке большинства поверхностей детали. Всякая смена технологических баз увеличивает погрешность взаимного расположения поверхностей, обработанных от разных баз на величину погрешности положения этих баз друг от друга.

В ряде случаев возникает потребность отступить от принципа совмещения баз или постоянства баз, ради того, чтобы упростить конструкцию станочного приспособления,

снизить трудоемкость установки заготовки в приспособлении, повысить уровень концентрации технологических переходов в операции, обеспечить доступ инструментов к обемным границам выдерживаемого размера и т. п. Однако при этом точность чертёжных размеров должна быть обеспечена.

3. Желательно базировать заготовку по наиболее точным поверхностям для уменьшения погрешности базирования, вызванной отклонениями размера и формы технологической базы и ее шероховатостью.

4. Желательно базировать заготовку по поверхностям, расположенным ближе к местам приложения сил резания, чтобы уменьшить ее деформации.

5. Следует выбирать базы с учетом обеспечения доступа инструмента ко всем поверхностям, намеченным для обработки при данном базировании, создавая условия для максимальной концентрации переходов в операции. При этом погрешность взаимного расположения данных поверхностей не зависит от погрешности установки, а определяется только погрешностью технологической системы, применяемой для их обработки. Кроме повышения точности взаимного расположения поверхностей, применение этого правила позволит сократить затраты на переустановки и межоперационное транспортирование заготовки, сократить необходимое количество оборудования и оснастки.

6. Следует выбирать базы с учетом обеспечения быстрой и удобной установки заготовки в приспособление, по возможности используя **неполное базирование**, если в некоторых направлениях размеры при обработке не выдерживаются.

Когда эти правила невозможно выполнить одновременно, их приоритет выбирают исходя из конкретных обстоятельств, при условии достижения требуемой точности.

При **выборе черновых баз** (поверхностей заготовки, используемых для базирования для выполнения первых переходов мехобработки) следует учитывать правила выбора чистовых баз и еще ряд дополнительных правил:

1) черновую базу можно использовать только один раз для базирования заготовки в определённом координатном направлении. В противном случае большая погрешность базирования по грубой базе, приведет к большой погрешности взаимного расположения поверхностей, обработанных при разных установках от этой базы. Поэтому **при первом базировании по черной базе следует обработать чистовую или промежуточную базу** для последующего базирования полуфабриката в том же координатном направлении;

2) в качестве черновых баз следует выбирать поверхности, относительно которых удобно обработать чистовые, или промежуточные базы принятым методом;

3) в качестве черновых баз необходимо применять наиболее точные поверхности заготовки без следов прибылей, питателей, облоя и т. п.;

4) в качестве черновой базы следует выбирать ту поверхность заготовки, после обработки которой формируется наиболее точная и ответственная поверхность детали. Это обеспечит равномерность припуска при обработке данной поверхности от чистовых баз и будет способствовать получению высокой точности этой поверхности;

5) в качестве черновой базы желательно принимать поверхность заготовки с минимальным припуском, чтобы при последующей обработке обеспечить равномерность этого припуска и избежать необработанных участков на данной поверхности заготовки;

6) в качестве черновых баз желательно принимать поверхности заготовки, которые не обрабатываются резанием. Это позволит обеспечить правильное положение системы обрабатываемых поверхностей относительно необрабатываемых.

Приоритет этих правил устанавливается с учетом конкретных условий обработки.

Творчески применяя данные правила, следует выбрать и обосновать комплект технологических баз при выполнении всех переходов операции, оснащаемой проектируемым приспособлением.

Результаты выбора технологических баз оформляются в виде схем базирования и закрепления с учетом рекомендаций [1, 4, 8]. Число опорных точек, приложенных к каждой базе, должно соответствовать числу координат, по которым эта база ориентирует заготовку (числу лишаемых степеней свободы) в соответствии с ГОСТом 21495-76. При этом следует учитывать то, что базы, имеющие малые размеры, не могут использоваться как направляющие или установочные базы, то есть ориентировать заготовку по угловым координатным направлениям. Такие базы следует использовать как опорные или двойные опорные.

Места приложения и направления сил зажима выбирают с учетом обеспечения плотного контакта баз с установочными элементами приспособления (силового замыкания), исключения произвольной смены технологических баз, исключения больших деформаций заготовки, обеспечения доступа инструмента к обрабатываемым поверхностям. Условные обозначения зажимов на схемах должны соответствовать ГОСТу 3.1107-81 [1, 8, 9].

3 ЭСКИЗНАЯ ПРОРАБОТКА СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Сначала следует обосновать состав требуемых установочных (опорные пластины, призмы, пальцы, упоры, центры и т. п.) и зажимных (прижимы, прихваты, кулачки, цанги и т. п.) элементов приспособления, состав элементов, направляющих режущие инструменты (кондукторные плиты и втулки, адаптеры и т. п.) или определяющих их положение перед рабочим ходом.

Затем следует выбрать и обосновать источник силы привода зажима заготовки (пневмоцилиндр, гидроцилиндр, электродвигатель, электромагниты, вращающиеся грузы и др.) и минимально необходимый состав механизмов, преобразующих и передающих усилие от источника к зажимам, контактирующим с заготовкой. Так же следует выбрать и обосновать состав необходимых вспомогательных устройств (поворотных, делительных, фиксирующих, выталкивающих и т. п.).

При выборе вида и параметров элементов конструкции станочного приспособления можно использовать альбомы стандартизованных деталей и узлов приспособлений [3, 15].

При эскизном прочерчивании конструкции приспособления изображения выбранных установочных, зажимных, вспомогательных элементов следует расположить относительно изображения контура заготовки согласно разработанной ранее схеме базирования и закрепления. Установочные элементы следует располагать так, чтобы их реакции компенсировали силы резания. Положение прижимов должно быть таким, чтобы силы зажима не могли сдвигать, опрокидывать, изгибать заготовку, для чего их следует располагать против жестких установочных элементов, имеющих наибольшую площадь контакта с заготовкой. Направления сил зажима по возможности должны совпадать с силой тяжести заготовки и силами резания. При этом положение установочных, зажимных и вспомогательных элементов не должно затруднять доступ режущих инструментов к местоположению обрабатываемых поверхностей заготовки.

При эскизном прочерчивании надо определить наиболее компактное размещение всех элементов и механизмов приспособления относительно заготовки, друг друга и

рабочих органов станка, чтобы обеспечить высокую жесткость и малую металлоемкость корпуса и наметить его контуры. Для удобства и безопасности установки и снятия заготовки следует предусмотреть зоны, свободные от элементов приспособления. По составленному эскизу предварительно определяют размеры элементов приспособления и длины перемещений подвижных частей приспособления.

Форма, размеры, расположение, допуски элементов корпуса приспособления, служащих для его базирования и закрепления на рабочем органе станка, должны соответствовать сопрягаемым с ними элементам (пазам, отверстиям, наружным цилиндрам или конусам) этого рабочего органа.

Описывая эскизную проработку приспособления, следует обосновать принимаемые конструктивные решения. В дальнейшем по результатам силового и прочностного расчетов приспособления размеры элементов приспособления могут быть скорректированы.

4 РАСЧЕТ ПРИВОДА ЗАЖИМА ЗАГОТОВКИ

4.1 Определение режимов резания, сил и моментов резания

Зажим заготовки в приспособлении необходим для сохранения ее положения, достигнутого при базировании в течение всей операции или установка, несмотря на действующие силы резания. Поэтому, для технологических переходов, выполняемых на оснащаемой технологической операции, следует определить режимы резания и возникающие при этом силы и моменты резания. При этом глубина резания принимается равной максимальному припуску на переход, скорость подачи (на зуб, на оборот) и нормативная стойкость определяются по таблицам нормативов [10, 11, 14]. Расчет поправочных коэффициентов, расчет скорости резания, выполняется по эмпирическим формулам [14]. По скорости резания при вращательном движении резания следует определить частоту вращения инструмента или заготовки. Частоты вращения инструмента или заготовки, скорости подачи корректируются по паспорту станка. Затем по эмпирическим формулам [14] следует рассчитать силы и моменты резания.

Для дальнейших расчетов силового привода используются силы и моменты резания, рассчитанные для тех переходов, при выполнении которых наиболее вероятна потеря равновесия заготовки.

4.2 Расчет сил зажима заготовки

На основе компоновки приспособления, полученной при эскизной его проработке, составляется **схема для расчета сил зажима**. Схема должна иметь столько видов (проекций), чтобы давать представление о составе и направлении всех сил, действующих на заготовку при обработке в приспособлении. На каждом виде схемы должны быть показаны: контур заготовки с изображением обрабатываемых поверхностей, технологических баз, поверхностей к которым приложены силы зажима; упрощенное изображение жестких и подводимых опор, зажимных элементов; изображение векторов сил резания, моментов сил резания, приложенных в наиболее удаленных от опор заготовки точках обрабатываемых поверхностей, когда потеря равновесия заготовки наиболее вероятна; изображение векторов сил зажима, реакций опор и сил трения, сил тяжести (для крупных заготовок); расстояния от точек приложения сил до центров возможных поворотов заготовки при потере равновесия.

В общем случае требуемые силы зажима определяют путем решения **шести уравнений статического равновесия заготовки** под действием всех сил и моментов (три уравнения равновесия сил, действующих вдоль трех координатных осей, и три уравнения равновесия моментов сил, действующих в плоскостях, перпендикулярных этим осям). Все силы и моменты целесообразно разделить на две группы: активные, стремящиеся сдвинуть или повернуть заготовку из положения, достигнутого при базировании (силы и моменты резания, сила тяжести); силы сопротивления, противодействующие смещениям заготовки (силы зажима, нормальные реакции опор, силы трения).

С целью снижения трудоемкости расчетов сил зажима, при обеспечении их достоверности, можно ограничиться рассмотрением условий равновесия только в тех направлениях, в которых потеря равновесия заготовки наиболее вероятна при данном составе сил. Эти направления следует выявить путем анализа расчетной схемы, учитывая величины активных сил. Уравнения равновесия составляют на основе данных расчетной схемы, эскиза приспособления и технического задания на проектирование.

Для более надежного равновесия заготовки выражение для силы зажима, полученное из уравнений равновесия, следует умножить на коэффициент запаса [1, 4].

Коэффициент запаса зажимной силы (k) определяется как произведение ряда первичных коэффициентов, характеризующих условия установки, закрепления и обработки заготовки, а также особенности конструкции приспособления. Коэффициент рассчитывается по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (1)$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев равен 1,5;

k_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прогрессирующем затуплении режущего инструмента, его значения приведены в таблице 1;

k_2 – коэффициент, учитывающий неравномерность сил резания из-за непостоянства снимаемого при обработке припуска: для черновой обработки $k_2=1,2$; для чистовой – $k_2=1$;

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании. При прерывистом точении и торцевом фрезеровании $k_3=1,2$;

k_4 – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления: 1) для пневматических и гидравлических цилиндров, электромеханических и магнитных зажимных устройств $k_4 = 1,0$; 2) для ручных зажимов $k_4 = 1,3$; 3) для случаев, когда на силу, развиваемую приводом, оказывает влияние отклонение размеров заготовки, что имеет место при использовании пневмокамер, рычажно-шарнирных зажимов, приспособлений с упругими элементами (мембранных патронов, оправок с гидропластмассой и гофрированными втулками), $k_4 = 1,2$;

k_5 – коэффициент, характеризующий удобство расположения рукояток ручных зажимов:

– при удобном положении рукояток и малом диапазоне их поворота (до 90°) $k_5 = 1,0$;

– при неудобном расположении и большом диапазоне поворота $k_5 = 1,2$;

k_6 – коэффициент, учитывающий наличие крутящих моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую заготовку на базовой плоскости:

– при установке заготовки на точечные опоры $k_6 = 1,0$;

– при установке на опорные элементы с большой поверхностью контакта, когда макронеровности базовой поверхности вызывают неопределенность мест контакта заготовки с опорами приспособления относительно центра поворота, $k_6 = 1,5$.

Таблица 1 – Значения коэффициента k_2

Метод обработки	Силовые факторы резания	Материал заготовки	Коэффициент K_1
Сверление	M_p	Сталь и чугун	1,2
	P_o		1,1
Предварительное зенкерование	M_p	Сталь и чугун	1,3
	P_o		1,2
Чистовое зенкерование	M_p	Сталь и чугун	1,2
	P_o		1,2
Предварительное точение и растачивание	P_z	Сталь и чугун	1,0
	P_y	Сталь (чугун)	1,4 (1,2)
	P_x	Сталь (чугун)	1,6 (1,25)
Чистовое точение и растачивание	P_z	Сталь (чугун)	1,0 (1,05)
	P_y	Сталь (чугун)	1,05 (1,4)
	P_x	Сталь (чугун)	1,0 (1,3)
Фрезерование цилиндрической фрезой черновое и чистовое	P_z	Сталь	1,6...1,8
		Чугун	1,2 1,4
Фрезерование торцовой фрезой предварительное и чистовое	P_z	Сталь	1,6...1,8
		Чугун	1,2 1,4
Шлифование	P_z	Сталь и чугун	1,1...1,2
Протягивание	P_z	Сталь и чугун	1,5

Для часто встречающихся типовых схем установки заготовки и действия сил резания и зажима в справочниках [1, 4, 15, 16] приведены формулы для расчета сил зажима. Использовать соответствующие формулы можно, если расчетная схема, составленная для проектируемого приспособления, соответствует схеме в справочнике.

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся схемы действия сил на заготовки, установленные в станочных приспособлениях и формулы для расчета сил зажима, соответствующие этим схемам.

Рассмотрим схему сил, действующих на заготовку, приведенную на рисунке 1.

На схеме приняты следующие обозначения:

P_1 и P_2 – силы резания, возникающие при обработке;

W – сила закрепления заготовки, величину которой необходимо определить;

f_1 и f_2 – коэффициенты трения заготовки соответственно с зажимными и установочными элементами приспособления, их значения приведены в таблице 2;

j_1 и j_2 – жесткость соответственно зажимных и установочных элементов.

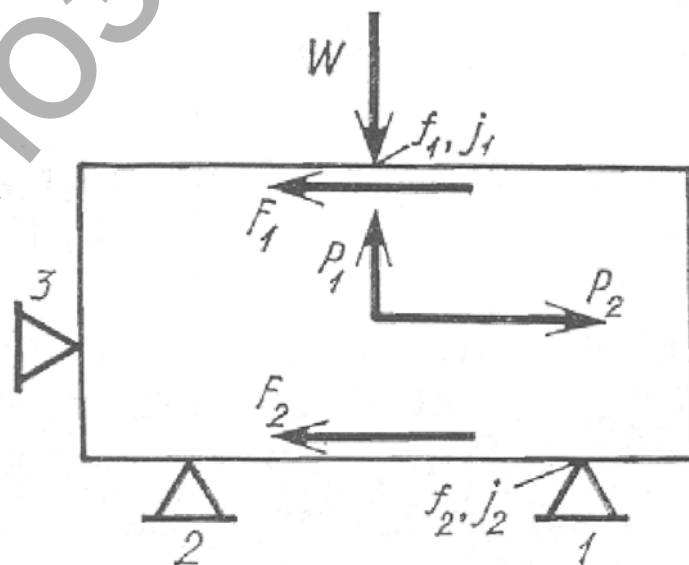


Рисунок 1 – Схема установки заготовки и схема действующих на нее сил

Таблица 2 – Значения коэффициента трения

Условия трения	f
Заготовка контактирует с опорами или зажимными механизмами приспособления:	
– обработанными поверхностями;	0,15
– необработанными поверхностями.	0,2...0,25
Заготовка контактирует с опорами или зажимными механизмами приспособления, имеющими рифления.	0,7

Сила P_1 направлена против зажимного устройства и может привести к отрыву заготовки от опор приспособления, чтобы этого не произошло, должно выполняться условие равновесия сил, действующих на заготовку, выражаемое формулой (2), по которой можно рассчитать требуемую силу зажима:

$$W = P_1 \cdot k, \quad (2)$$

где k – коэффициент запаса зажимной силы.

Сила P_2 стремится сдвинуть заготовку с опор приспособления, чему противодействуют силы трения, возникающие в местах контакта заготовки с опорами и зажимными элементами приспособления. Условие равновесия сил, действующих на заготовку, выразится формулой:

$$(W - P_1) \cdot f_2 + W \cdot f_1 = P_2 \cdot k. \quad (3)$$

В данном выражении учтено то, что составляющая P_1 силы резания противодействует зажимному устройству приспособления, и поэтому в контакте заготовка - установочные элементы приспособления действует сила (реакция опор), равная $W - P_1$.

Расчетная формула для определения силы зажима:

$$W = \frac{P_2 \cdot k + P_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2}. \quad (4)$$

Для дальнейших расчетов привода зажима заготовки в приспособлении из двух значений W , определенных по формулам (2) и (3), выбирается наибольшее.

Вышеприведенные формулы получены с учетом предположения, что сила зажима создается зажимными устройствами второй группы (пневматическими, гидравлическими и пневмогидравлическими механизмами прямого действия), не имеющими в своем составе самотормозящих элементов.

В том случае, если зажимной механизм приспособления имеет в своей конструкции самотормозящие элементы (винтовые, эксцентриковые, безроликовые клиновые механизмы), сила P_1 приводит к перераспределению реакций опор и зажимных элементов приспособления.

При наличии самотормозящих элементов в приводе зажима заготовки для схемы, представленной на рисунке 1, силу зажима, достаточную для отсутствия отрыва заготовки, следует определять из условия:

$$W = P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot k. \quad (5)$$

Для этих же условий силу зажима, достаточную для отсутствия сдвига заготовки под действием силы P_2 , следует определять из условия равновесия:

$$(W + P_1 \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2}) \cdot f_1 + (W - P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2}) \cdot f_2 = P_2 \cdot k. \quad (6)$$

Из уравнения (6) следует:

$$W = (P_2 \cdot k - P_1 \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \cdot f_1 + P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot f_2) / (f_1 + f_2). \quad (7)$$

В данных выражениях учтено, что составляющая P_1 приводит к перераспределению реакций опор и зажимного элемента, которые могут быть выражены следующими формулами:

– реакция установочных элементов (опор) приспособления

$$W - P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2}; \quad (8)$$

– реакция зажимных элементов

$$W + P_1 \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2}. \quad (9)$$

Жесткость j_2 как правило, больше j_1 , поэтому для практических расчетов используют следующие значения отношений жесткостей:

$$\frac{j_1}{j_1 + j_2} = 0,3...0,4; \quad \frac{j_2}{j_1 + j_2} = 0,6...0,7. \quad (10)$$

Меньшие значения в первом соотношении и большие во втором следует принимать в случае использования зажимных механизмов пониженной жесткости.

Для дальнейших расчетов привода зажима заготовки в приспособлении из двух значений W , определенных по формулам (5) и (7), выбирается наибольшее.

Следует отметить, что расчет по приведенным формулам проводится не только при установке заготовки на плоскость, но и при установке на плоскость и два пальца, а также при установке на плоскость и палец или во втулку, когда сдвигающая сила проходит через ось установочного элемента и может привести к смещению заготовки. Во всех перечисленных случаях силам резания (в частности силе P_2) должны противодействовать силы трения в контакте заготовки с элементами приспособления. Боковые поверхности пальцев и втулок не должны воспринимать силы резания, в противном случае:

1) в процессе обработки возможно смещение заготовки в пределах зазора между базовой поверхностью (отверстием, цилиндрическим буртиком) и установочным элементом, что изменяет первоначальное положение заготовки, достигнутое при базировании;

2) имеет место значительный износ установочных элементов (боковой поверхности пальца, втулки), быстро приводящий к потере точности приспособления.

Рассмотрим уравнения равновесия и формулы для расчета зажимных сил, предупреждающих смещение заготовки.

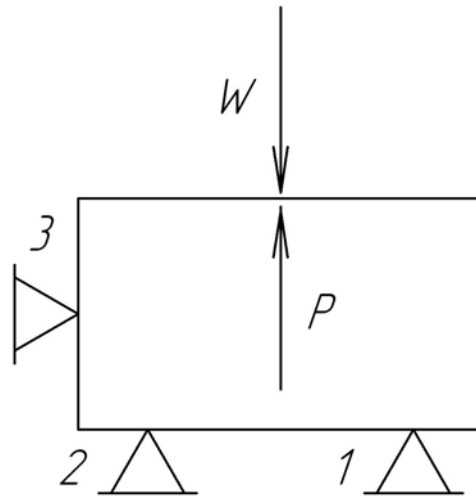


Рисунок 2 – Схема установки, при которой силы резания стремятся оторвать заготовку от опор

На заготовку действует сила, стремящаяся оторвать ее от опор (рисунок 2). Зажимное устройство должно обеспечить надежный контакт заготовки с установочными элементами 1 и 2.

Условие равновесия сил и расчетная формула:

– для зажимов второй группы

$$W = P_1 \cdot k; \quad (11)$$

– для зажимов первой группы

$$W = P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot k. \quad (12)$$

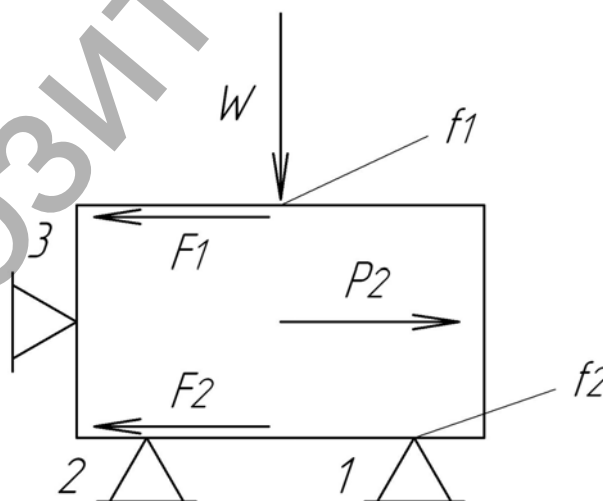


Рисунок 3 – Схема установки, при которой силы резания стремятся сдвинуть заготовку

На заготовку действует сила, стремящаяся сдвинуть ее с опор (рисунок 3). Зажимное устройство должно предупредить смещение заготовки на опорах 1 и 2 в сторону от установочного элемента 3. Возможному смещению заготовки препятствуют силы трения в местах контакта заготовки с опорами и зажимными элементами приспособления.

Условие равновесия сил и расчетная формула:

– для зажимов первой и второй группы:

$$W \cdot f_2 + W \cdot f_1 = P_2 \cdot k; \quad (13)$$

$$W = \frac{P_2 \cdot k}{f_1 + f_2}. \quad (14)$$

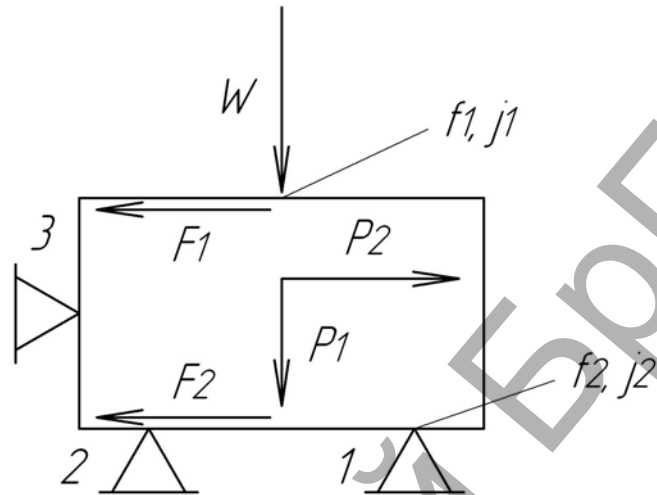


Рисунок 4 – Схема установки, при которой силы резания стремятся сдвинуть заготовку и прижимают ее к опорам

На заготовку действует сила P_2 , стремящаяся сдвинуть ее, и сила P_2 , прижимающая заготовку к опорам приспособления. Зажимное устройство должно предупредить смещение заготовки на опорах 1 и 2 в сторону от установочного элемента 3. Возможному смещению препятствуют силы трения в контакте заготовки с установочными и зажимными элементами приспособления.

Условие равновесия сил и расчетная формула:

– для зажимов второй группы:

$$(W + P_1) \cdot f_2 + W \cdot f_1 = P_2 \cdot k; \quad (15)$$

$$W = \frac{P_2 \cdot k - P_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2}; \quad (16)$$

– для зажимов первой группы:

$$(W - P_1 \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2}) \cdot f_1 + (W + P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2}) \cdot f_2 = P_2 \cdot k; \quad (17)$$

$$W = (P_2 \cdot k + P_1 \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \cdot f_1 - P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot f_2) / (f_1 + f_2). \quad (18)$$

Рассмотрим уравнения равновесия и формулы для расчета зажимных сил, предупреждающих поворот заготовки под действием момента сил.

Цилиндрическая заготовка радиусом r установлена в трехкулачковом патроне и находится под действием момента сил обработки M_p и осевой силы P (рисунок 5). Возмож-

ному повороту заготовки под действием момента M_p противодействуют создаваемые силами W и P моменты трения в контакте кулачков с наружной цилиндрической поверхностью заготовки и в контакте уступов кулачков радиусом r_{cp} с торцевой поверхностью заготовки.

Условие равновесия моментов и расчетная формула для случая, когда сила P направлена в сторону патрона.

Для зажимов первой и второй группы:

$$3W \cdot f_1 \cdot r = M_p \cdot k ; \quad (19)$$

$$W = \frac{M_p \cdot k}{3f_1 \cdot r} . \quad (20)$$

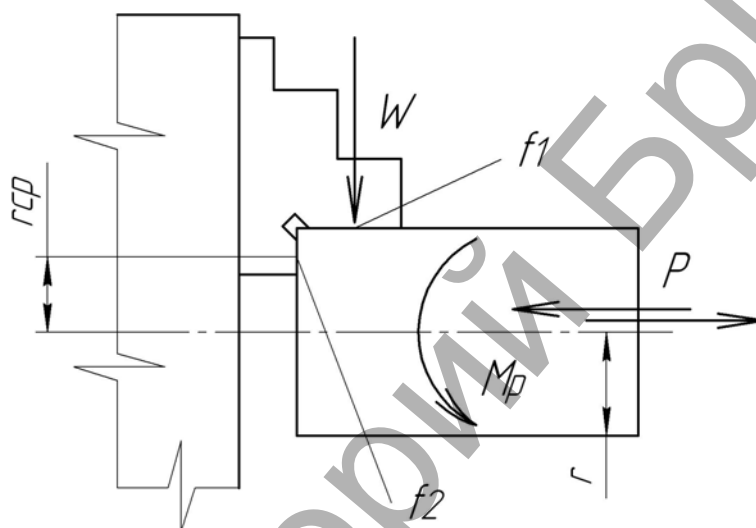


Рисунок 5 – Схема сил, действующих на заготовку при ее установке в патроне

Если сила P , возникающая при обработке, удовлетворяет неравенству

$$P \geq 3W \cdot f_1 , \quad (21)$$

условие равновесия моментов и расчетная формула примут вид:

$$3W \cdot f_1 \cdot r + (P - 3W \cdot f_1) \cdot f_2 \cdot r_{cp} = M_p \cdot k ; \quad (22)$$

$$W = \frac{M_p \cdot k - P \cdot f_2 \cdot r_{cp}}{3f_1 \cdot r - 3f_1 \cdot f_2 \cdot r_{cp}} . \quad (23)$$

В том случае, когда сила P направлена от патрона и стремится вытянуть заготовку из кулачков, условие равновесия моментов и расчетная формула соответствуют выражениям (22) и (23).

Условие равновесия сил и расчетная формула, определенные исходя из отсутствия сдвига заготовки под действием силы P имеют вид:

$$3W \cdot f_1 = P \cdot k ; \quad (24)$$

$$W = \frac{P \cdot k}{3f_1} . \quad (25)$$

В качестве необходимой силы зажима для дальнейших расчетов из двух значе-

ний W , определенных по формулам (23) и (25), выбирается наибольшее.

Цилиндрическая заготовка диаметром D устанавливается по выточке (отверстию) и поджимается к трем точечным опорам двумя или несколькими прихватами (рисунок 6). При этом реакции всех трех точек имеют одинаковое значение. На заготовку действуют момент сил обработки M_p и осевая сила P . Возможному повороту заготовки противодействуют момент трения между заготовкой и зажимными элементами приспособления, а также между заготовкой и установочными элементами.

Условие равновесия моментов и расчетная формула:

– для зажимов второй группы

$$W \cdot f_1 \cdot r_1 + (W + P) \cdot f_2 \cdot r_2 = M_p \cdot k; \quad (26)$$

$$W = \frac{M_p \cdot k - P \cdot f_2 \cdot r_2}{f_1 \cdot r_1 + f_2 \cdot r_2}; \quad (27)$$

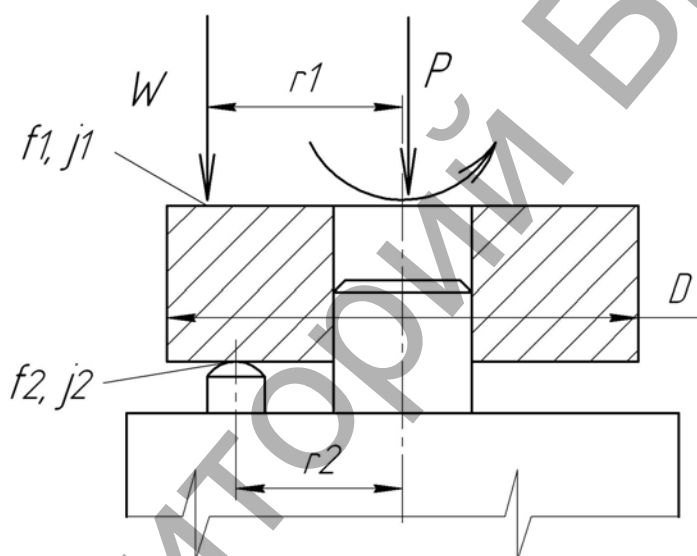


Рисунок 6 – Схема сил действующих на заготовку при ее установке по отверстию

– для зажимов первой группы:

$$\left(W - P \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \right) \cdot f_1 \cdot r_1 + \left(W + P \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \right) \cdot f_2 \cdot r_2 = M_p \cdot k; \quad (28)$$

$$W = \left(M_p \cdot k + P \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \cdot f_1 \cdot r_1 - P \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot f_2 \cdot r_2 \right) / (f_1 \cdot r_1 + f_2 \cdot r_2). \quad (29)$$

Выражения, стоящие в скобках в формуле (28), являются реакциями соответственно зажимного механизма и установочных элементов приспособления.

Приведенные выше расчетные формулы получены из предположения, что зажимное устройство приспособления обладает достаточной жесткостью в тангенциальном направлении и воспринимает момент сил резания M_p .

В том случае если жесткость зажима незначительна, моменту M_p будет противодействовать только момент сил трения в местах контакта заготовки с опорами приспособ-

ления. Момент трения между заготовкой и зажимом в этом случае не учитывается.

Расчетные формулы примут вид:

– для зажимов второй группы

$$W = \frac{M_p \cdot k - P \cdot f_2 \cdot r_2}{f_2 \cdot r_2}; \quad (30)$$

– для зажимов первой группы

$$W = (M_p \cdot k - P \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot f_2 \cdot r_2) / (f_2 \cdot r_2). \quad (31)$$

Цилиндрическая заготовка устанавливается во втулку поверхностью диаметром D_1 и равномерно поджимается силой W к кольцевой поверхности диаметрами D и d (рисунок 7). На заготовку действуют момент M_p и осевая сила P . Повороту заготовки препятствуют создаваемые силами W и P моменты трения в контакте зажимного элемента и заготовки и в контакте заготовки и установочного элемента.

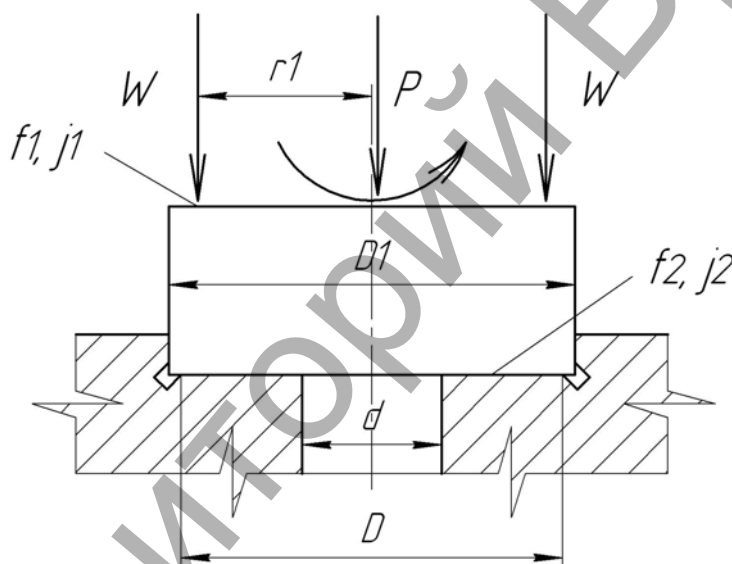


Рисунок 7 – Схема сил, действующих на заготовку при ее установке по наружной поверхности

Поскольку контакт между заготовкой и опорами приспособления происходит по кольцевой поверхности, в расчетах учитывается приведенный ее радиус, определяемый по формуле:

$$r_{np} = \frac{1}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}. \quad (32)$$

Условие равновесия моментов и расчетная формула:

– для зажимов второй группы:

$$W \cdot f_1 \cdot r_1 + (W + P) \cdot f_2 \cdot r_{np} = M_p \cdot k; \quad (33)$$

$$W = \frac{M_p \cdot k - P \cdot f_2 \cdot r_{np}}{f_1 \cdot r_1 + f_2 \cdot r_{np}}; \quad (34)$$

– для зажимов первой группы:

$$(W - P \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2}) \cdot f_1 \cdot r_1 + (W + P \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2}) \cdot f_2 \cdot r_{np} = M_p \cdot k; \quad (35)$$

$$W = \frac{(M_p \cdot k + P \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \cdot f_1 \cdot r_1 - P \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot f_2 \cdot r_{np})}{(f_1 \cdot r_1 + f_2 \cdot r_{np})}. \quad (36)$$

Приведенные расчетные формулы получены для зажимного устройства обладающего достаточной жесткостью в тангенциальном направлении и воспринимающего момент сил резания M_p .

В том случае, если жесткость зажима незначительна, моменту M_p будет противодействовать только момент сил трения в местах контакта заготовки с опорами приспособления. Момент трения между заготовкой и зажимом в этом случае не учитывается.

Расчетные формулы примут вид:

– для зажимов второй группы:

$$W = \frac{M_p \cdot k - P \cdot f_2 \cdot r_{np}}{f_2 \cdot r_{np}}; \quad (37)$$

– для зажимов первой группы:

$$W = (M_p \cdot k - P \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \cdot f_2 \cdot r_{np}) / (f_2 \cdot r_{np}). \quad (38)$$

Цилиндрическая заготовка радиусом r установлена в призме с углом α и находится под действием момента обработки M_p и осевой силы P (рисунок 8). Возможному сдвигу вдоль оси и повороту заготовки противодействуют силы и моменты трения, создаваемые в контакте заготовки с установочными и зажимными элементами приспособления.

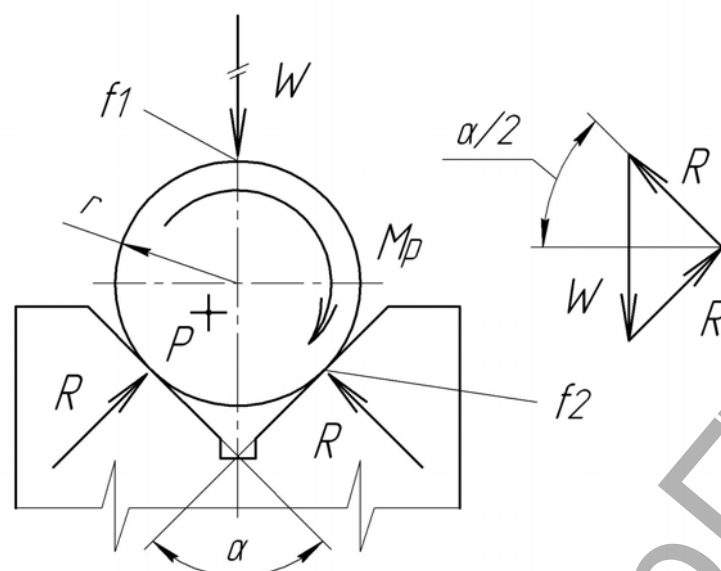


Рисунок 8 – Схема сил, действующих на заготовку при ее установке в призму

Условие равновесия моментов и расчетная формула для определения силы зажима имеют следующий вид:

– для зажимов первой и второй группы:

$$W \cdot f_1 \cdot r + \frac{W}{\sin(\alpha / 2)} \cdot f_2 \cdot r = M_p \cdot k; \quad (39)$$

$$W = M_p \cdot k / \left(f_1 \cdot r + \frac{1}{\sin(\alpha / 2)} \cdot f_2 \cdot r \right). \quad (40)$$

Условие равновесия сил и расчетная формула исходя из действия силы P .

– для зажимов первой и второй группы:

$$W \cdot f_1 + \frac{W}{\sin(\alpha / 2)} \cdot f_2 = P \cdot k; \quad (41)$$

$$W = P \cdot k / \left(f_1 + \frac{1}{\sin(\alpha / 2)} \cdot f_2 \right). \quad (42)$$

В качестве необходимой силы зажима для дальнейших расчетов из двух значений W выбирается наибольшее.

После определения необходимых сил зажима заготовки выполняется расчет зажимного механизма и силового привода приспособления.

4.3 Силовой расчет зажимных механизмов приспособлений

Зажимные устройства приспособлений могут приводиться в действие вручную (это, как правило, винтовые и эксцентриковые зажимы), так и иметь механизированный привод (пневматический, гидравлический, магнитный, привод от электродвигателя и т. д.). Применение механизированных зажимов предпочтительно, так как они обеспечивают постоянство силы зажима и сокращают затраты сил и времени на закрепление и открепление заготовки. В приспособлениях, оснащенных механизированным приводом, часто применяются промежуточные зажимные механизмы (механизмы-усилители), в качестве

которых используются клиновые и рычажные зажимные устройства, захваты различных конструкций и т. д. Их применение позволяет: увеличить значение и изменить направление действия силы зажима; сделать конструкцию приспособления более компактной, облегчить процесс установки и закрепления заготовки в приспособлении.

Исходя из рассчитанной силы зажима, необходимо определить требуемую **силу ведущего элемента привода** зажима (источника силы), учитывая **передаточные отношения всех механизмов**, находящихся между зажимом и источником силы. Формулы для расчета передаточных отношений типовых механизмов приспособлений приведены в [1, 4, 15, 16]. Общее передаточное отношение привода зажима равно произведению передаточных отношений всех его механизмов. Поделив силу зажима на общее передаточное отношение привода можно определить требуемую силу ведущего элемента (пневмоцилиндра, гидроцилиндра и т. п.).

Ниже рассмотрены наиболее распространенные зажимные механизмы, используемые в станочных приспособлениях. Приведенные формулы позволяют определить силу P на входе зажимного механизма, необходимую для создания силы W на выходе этого механизма.

4.3.1 Рычажные зажимы

Угловой рычажный механизм с равными плечами $l_1 = l_2 = l$:

$$P = W \cdot \frac{l + h_2 \cdot f_2 + 1,41 \cdot \rho}{l - h_1 \cdot f_1} \quad (43)$$

Угловой рычаг с разными плечами $l_1 > l_2$ (рисунок 9), где l_1 - плечо действия силы P :

$$P = W \cdot \frac{l_2 + h_2 \cdot f_2 + 0,96 \cdot \rho}{l_1 - h_1 \cdot f_1 - 0,4 \cdot \rho} \quad (44)$$

Угловой рычаг $l_1 < l_2$, где l_1 – плечо действия силы P :

$$P = W \cdot \frac{l_2 + h_2 \cdot f_2 + 0,4 \cdot \rho}{l_1 - h_1 \cdot f_1 - 0,96 \cdot \rho} \quad (45)$$

где h_1 – расстояние от оси вращения рычага до точки приложения силы зажима, измеренное в направлении действия этой силы;

h_2 – расстояние от оси вращения рычага до точки приложения приводной силы, в направлении действия силы;

f_1 и f_2 – коэффициенты трения соответственно на поверхности контакта рычага и закрепляемой заготовки и на поверхности воспринимающей усилие от привода, для практических расчетов можно принимать оба коэффициента равными 0,1;

ρ – радиус круга трения.

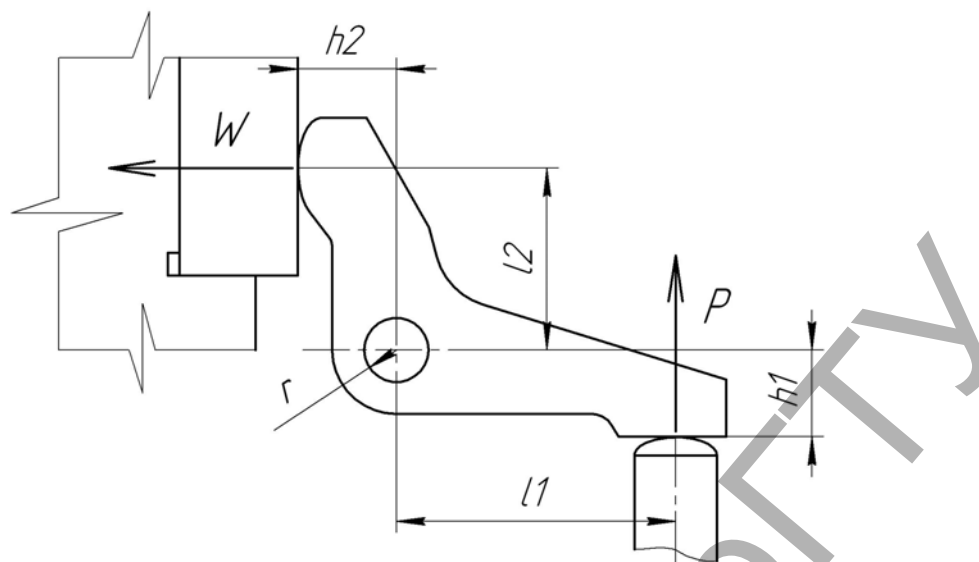


Рисунок 9 – Двухплечевой угловой рычажный зажимной механизм

Величина ρ определяется по формуле:

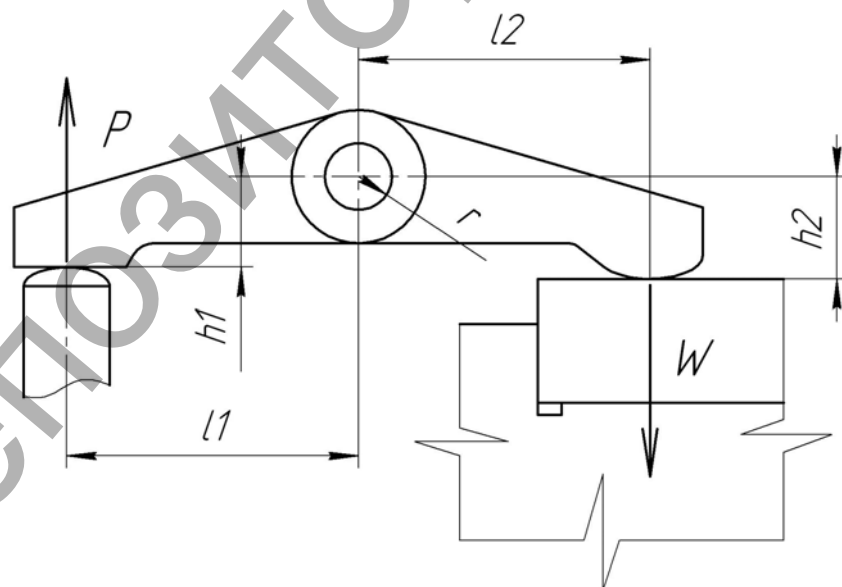
$$\rho = r \cdot f \quad (46)$$

где f – коэффициент трения на оси рычага, равен 0,18...0,20;
 r – радиус оси рычага.

Для прямого рычага (рисунок 10) расчет ведется по формуле:

$$P = W \cdot \frac{l_2 + h_2 \cdot f_2 + \rho / \cos \varphi}{l_1 - h_1 \cdot f_1 - \rho / \cos \varphi} \quad (47)$$

где φ – угол трения в контакте рычага с заготовкой, принимается равным 6° .



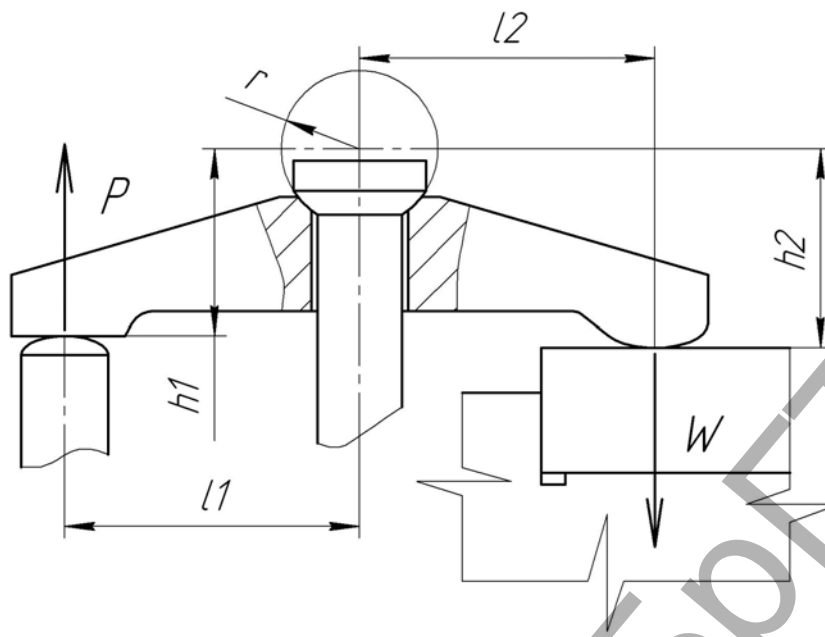


Рисунок 10 – Двухплечевые прямые рычажные зажимные механизмы

4.3.2 Клиновые зажимы

Сила P , необходимая для приведения в действие клинового механизма (рисунок 11), определяется исходя из развиваемого им усилия W по формуле:

$$P = W \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1), \quad (48)$$

где α – угол клина;

φ – угол трения на наклонной поверхности клина;

φ_1 – угол трения в направляющих клина.

В случае, если на всех перечисленных поверхностях имеет место трение скольжения, при практических расчетах можно принимать:

$$\varphi = \varphi_1 \approx 6^\circ \quad \text{и} \quad \operatorname{tg}\varphi = \operatorname{tg}\varphi_1 = 0,1.$$

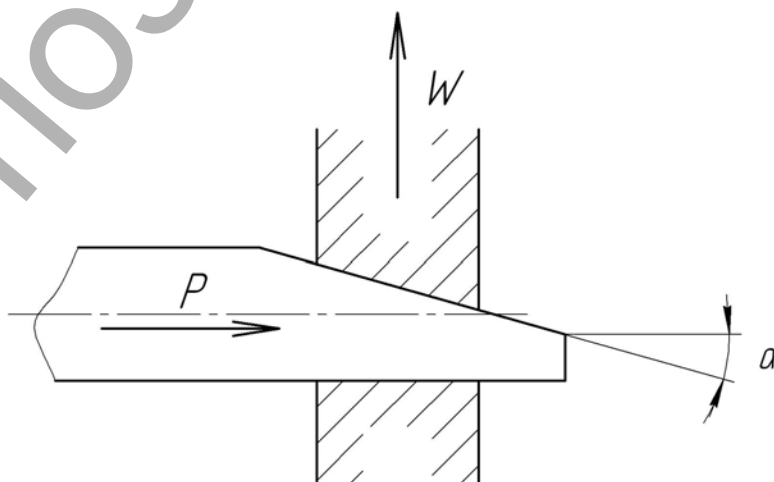


Рисунок 11 – Клиновой зажимной механизм с трением скольжения на обеих поверхностях клина

Из приведенной выше формулы легко могут быть получены расчетные зависимости

для других разновидностей клиновых механизмов.

Клиновой механизм с роликом на наклонной поверхности клина (рисунок 12).

$$P = W \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) + \operatorname{tg}\phi_1), \quad (49)$$

где ϕ_{np} – приведенный коэффициент трения на наклонной поверхности клина.

Тангенс угла ϕ_{np} рассчитывается по формуле:

$$\operatorname{tg}\phi_{np} = \frac{d}{D} \cdot \operatorname{tg}\phi, \quad (50)$$

где d – диаметр оси ролика;

D – наружный диаметр ролика.

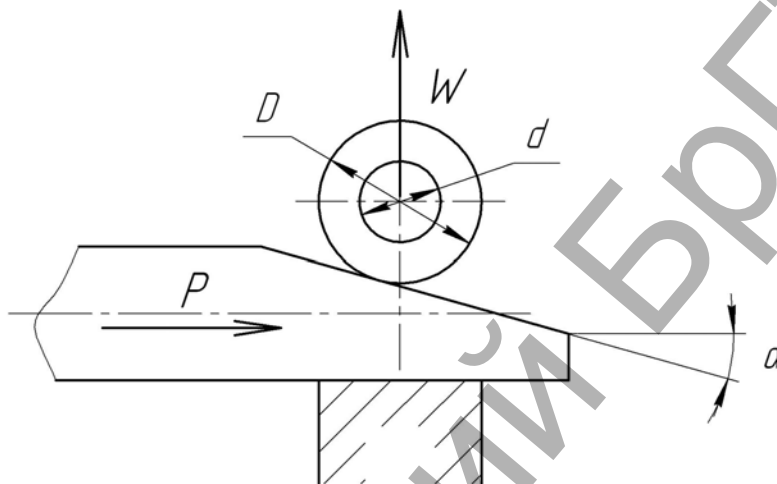


Рисунок 12 – Клиновой зажимной механизм с роликом на наклонной поверхности клина

Клиновой механизм с роликом в направляющих клина:

$$P = W \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \phi) + \operatorname{tg}\phi_{np1}). \quad (51)$$

Клиновой механизм с роликами на наклонной поверхности и в направляющих клина:

$$P = W \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) + \operatorname{tg}\phi_{np1}). \quad (52)$$

В любом случае тангенс приведенного угла трения определяется по формуле (50).

4.3.3 Клиноплунжерные зажимы

Распространенной разновидностью клиновых зажимов являются клиноплунжерные зажимы.

Исходной формулой для расчета силы, необходимой для приведения в действие подобных механизмов, является формула для клиноплунжерного механизма с двухпорным плунжером без роликов (рисунок 13):

$$P = W \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \phi) + \operatorname{tg}\phi_1}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \phi) \cdot \operatorname{tg}\phi_2}, \quad (53)$$

где α – угол клина;

ϕ – угол трения на наклонной поверхности клина;

ϕ_1 – угол трения в направляющих клина;

ϕ_2 – угол трения в направляющих плунжера.

В случае, если на всех перечисленных поверхностях имеет место трение скольже-

ния, при практических расчетах можно принимать:

$$\varphi = \varphi_1 = \varphi_2 \approx 6^\circ \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,1.$$

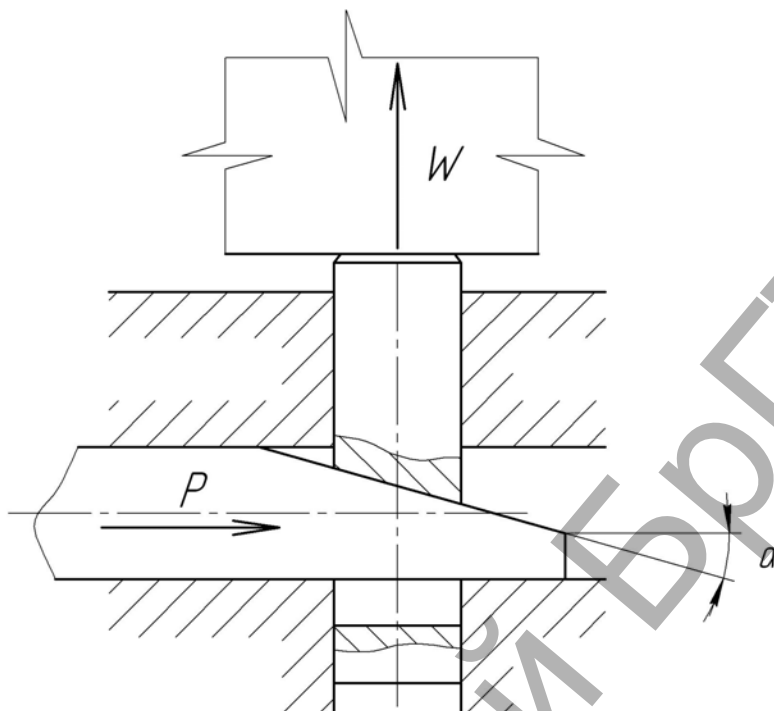


Рисунок 13 – Двухопорный клиноплунжерный зажимной механизм

Из приведенной выше формулы могут быть получены расчетные зависимости для всех разновидностей клиноплунжерных механизмов.

Клиноплунжерный механизм с одноопорным плунжером без роликов (рисунок 14):

$$P = W \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot \operatorname{tg} \varphi_{2np}}, \quad (54)$$

где φ_{2np} – приведенный коэффициент трения в направляющих плунжера.

Тангенс этого угла рассчитывается по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi_{2np} = \frac{3 \cdot l}{a} \cdot \operatorname{tg} \varphi_2, \quad (55)$$

где l – расстояние от средней точки контакта консольного плунжера с клином до середины направляющей плунжера;

a – длина направляющей плунжера.

На этапе проектирования зажимного механизма приспособления конкретные значения a и l могут быть неизвестны, поэтому может использоваться приближенное соотношение

$$l/a = 0,7.$$

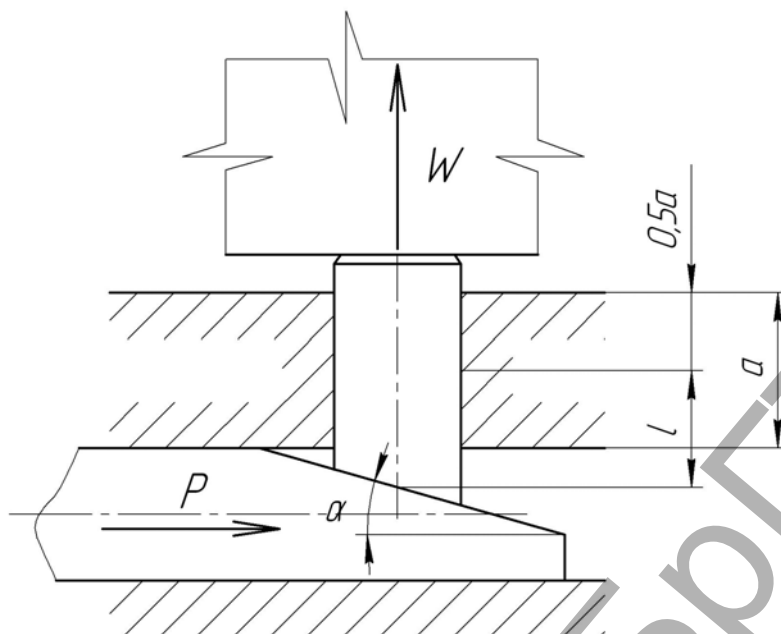


Рисунок 14 – Одноопорный клиноплунжерный зажимной механизм

Клиноплунжерный механизм с двухопорным плунжером и роликом на наклонной поверхности клина:

$$P = W \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) + \operatorname{tg} \phi_1}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) \cdot \operatorname{tg} \phi_2}, \quad (56)$$

где ϕ_{np} – приведенный коэффициент трения на наклонной поверхности клина.

Тангенс угла ϕ_{np} рассчитывается по формуле (50):

$$\operatorname{tg} \phi_{np} = \frac{d}{D} \cdot \operatorname{tg} \phi,$$

где d – диаметр оси ролика;

D – наружный диаметр ролика;

ϕ – угол трения скольжения, равен 6° .

Клиноплунжерный механизм с одноопорным плунжером и роликом на наклонной поверхности клина (рисунок 15):

$$P = W \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) + \operatorname{tg} \phi_1}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) \cdot \operatorname{tg} \phi_{2np}}. \quad (57)$$

Величина ϕ_{np} определяется так же, как и для двухопорного механизма с роликом.

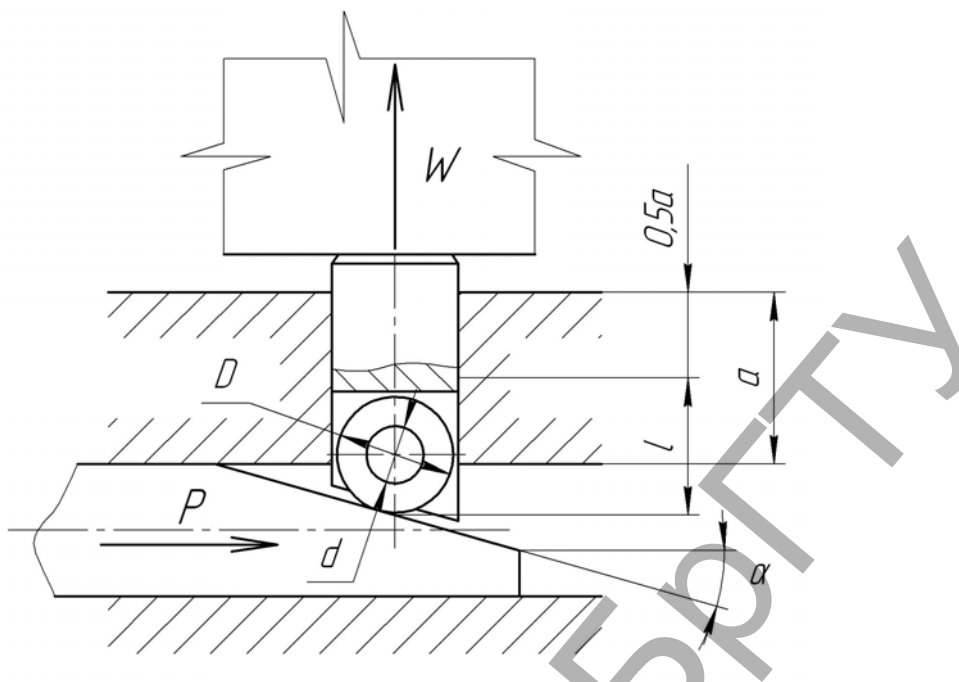


Рисунок 15 – Одноопорный клиноплунжерный механизм с роликом на наклонной поверхности

Аналогичным образом могут быть получены расчетные формулы для определения силы P для клиноплунжерных механизмов с роликом в направляющих клина, для этого достаточно $\operatorname{tg}\varphi_1$ заменить тангенсом приведенного угла трения, определяемого по формуле (50).

Многоплунжерные клиновые механизмы чаще всего применяются в самоцентрирующих зажимах (патроны, оправки), а также в многоместных приспособлениях.

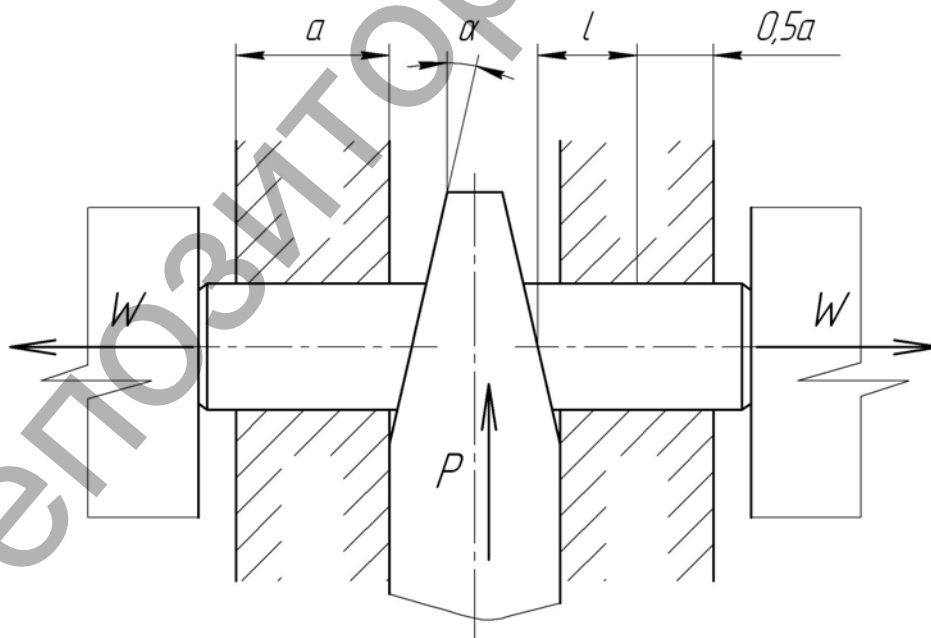


Рисунок 16 – Многоплунжерный зажимной механизм

При использовании многоплунжерного механизма без роликов (рисунок 16) расчетная формула имеет вид:

$$P = W \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \phi)}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \phi) \cdot \operatorname{tg} \phi_{2np}}. \quad (58)$$

Под величиной W в данном случае следует понимать суммарную силу, развиваемую всеми плунжерами клинового механизма.

В случае использования многоплунжерного механизма с роликами на наклонной поверхности клина формула примет вид:

$$P = W \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np})}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) \cdot \operatorname{tg} \phi_{2np}}. \quad (59)$$

Тангенсы приведенных углов трения определяются по формулам 50 и 55.

4.3.4 Г-образные прихваты

Для Г-образных прихватов (рисунок 17) расчет приводной силы выполняется по формуле:

$$P = W \cdot \frac{1}{1 - 3 \cdot f \cdot l/h}, \quad (60)$$

где l – расстояние между осью прихвата и точкой приложения силы W ;
 f – коэффициент трения в направляющих прихвата, равен 0,05...0,1;
 h – длина опорной поверхности направляющей прихвата.

Если для возврата прихвата в исходное положение в его конструкцию введена пружина, то расчет ведется по формуле:

$$P = W \cdot \frac{1}{1 - 3 \cdot f \cdot l/h} - P_{пруж}, \quad (61)$$

где $P_{пруж}$ – усилие возвратной пружины.

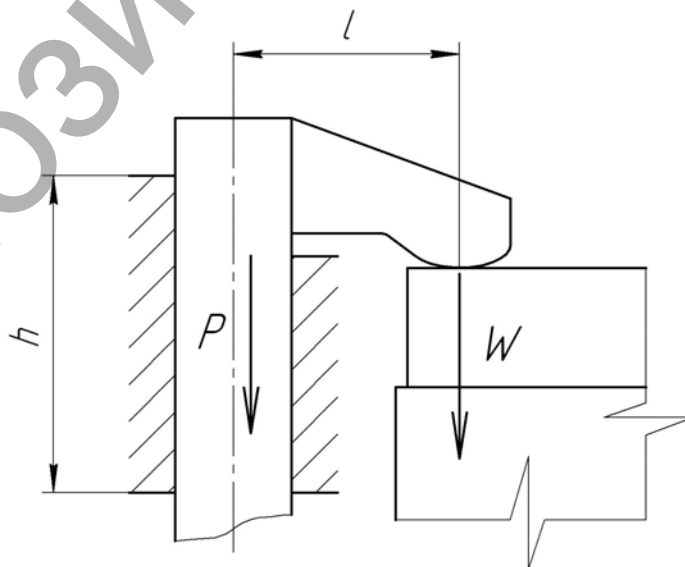


Рисунок 17 – Г-образный прихват

4.3.5 Рычажно-шарнирные зажимы

При расчете усилия привода однорычажных шарнирных механизмов в качестве ис-

ходной величины используется необходимое усилие N на рычаге. В этом случае расчеты рычажно-шарнирного зажима предшествует расчет рычажного зажимного механизма.

Однорычажный шарнирный механизм с ползуном (рисунок 18):

$$P = N \cdot (tg(\alpha + \beta) + tg\varphi), \quad (62)$$

где α – угол, при котором осуществляется закрепление заготовки, принимается равным $8...10^\circ$, хотя может иметь и другие, как правило, большие значения;

β – угол, учитывающий дополнительные потери на трение в шарнирах механизма, равен $1,10^\circ$;

φ – угол трения в направляющей ползуна, равен 6° .

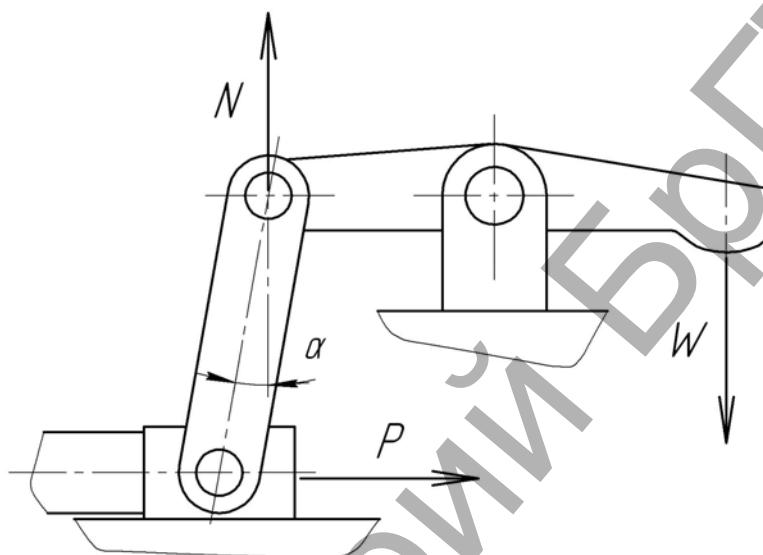


Рисунок 18 – Однорычажный шарнирный зажимной механизм с ползуном

Однорычажный шарнирный механизм с роликом (рисунок 19):

$$P = N \cdot (tg(\alpha + \beta) + tg\phi_{np}). \quad (63)$$

Тангенс угла ϕ_{np} рассчитывается по формуле (50).

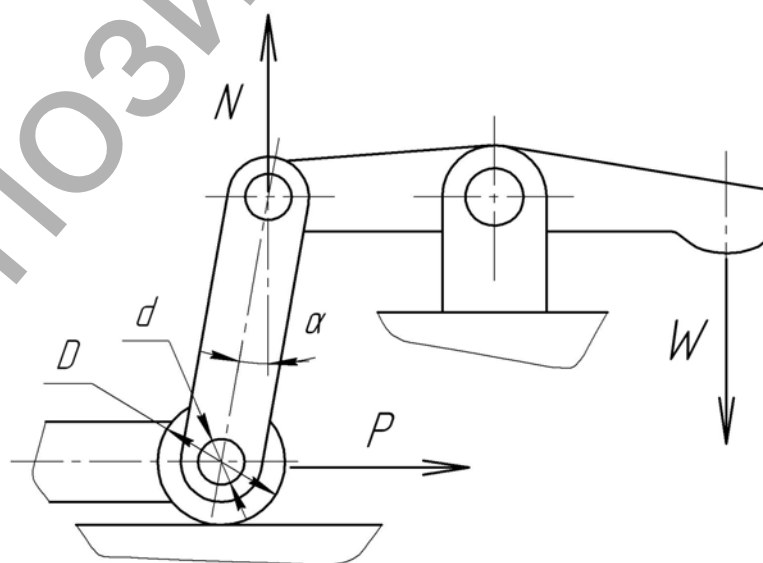


Рисунок 19 – Однорычажный шарнирный зажимной механизм с роликом

Двухрычажный шарнирный механизм одностороннего действия с плунжером (рису-

нок 20):

$$P = W \cdot 2 \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)}{1 - \operatorname{tg}\phi_{2np} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta)}, \quad (64)$$

где ϕ_{2np} – приведенный коэффициент трения в направляющих плунжера.

Тангенс этого угла рассчитывается по формуле 65:

$$\operatorname{tg}\phi_{2np} = \frac{3 \cdot l}{a} \cdot \operatorname{tg}\phi_2, \quad (65)$$

где l – расстояние от шарнира плунжера до середины направляющей плунжера;

a – длина направляющей плунжера;

ϕ_2 – угол трения в направляющих плунжера, равен 6° .

На этапе проектирования принимается приближенное соотношение:

$$l/a = 0,7$$

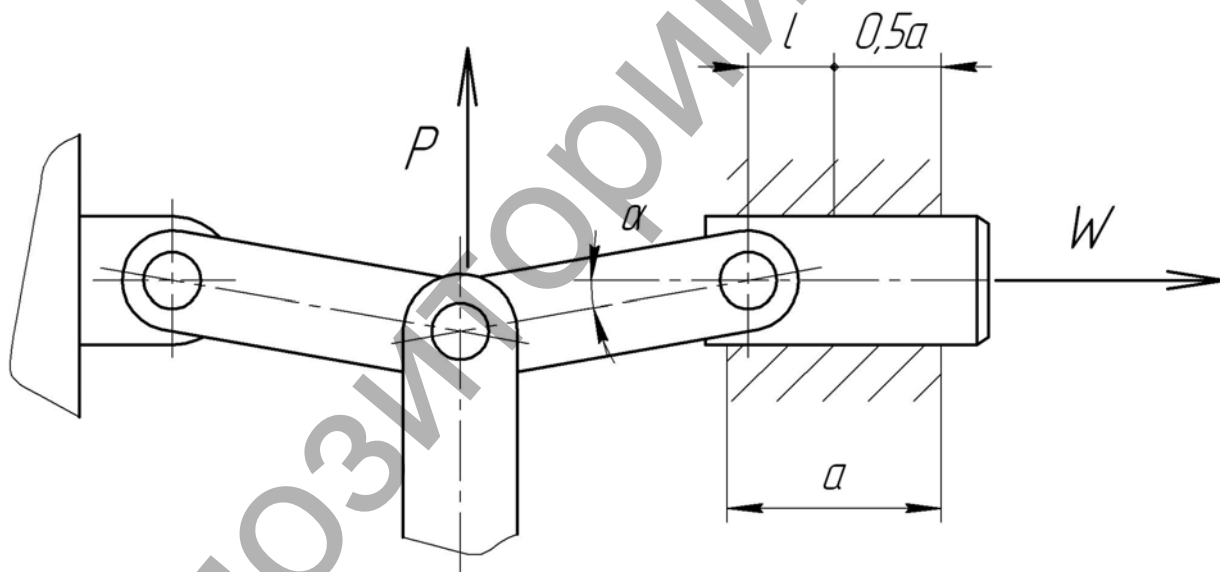


Рисунок 20 – Двухрычажный шарнирный зажимной механизм одностороннего действия с плунжером

Двухрычажный шарнирный механизм двухстороннего действия с плунжерами (рисунок 21):

$$P = W \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)}{1 - \operatorname{tg}\phi_{2np} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta)}. \quad (66)$$

В данном случае под величиной W следует понимать суммарное усилие, развиваемое обоими плунжерами механизма.

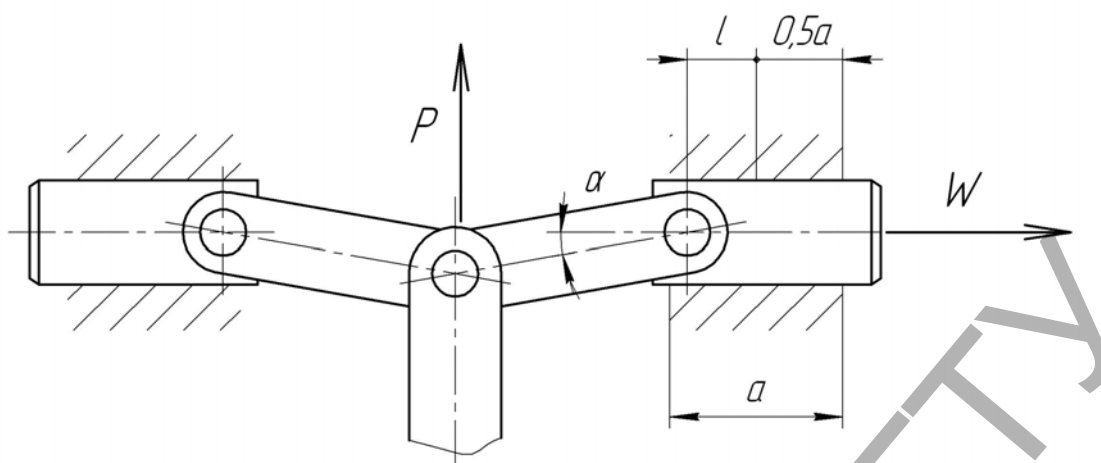


Рисунок 21 – Двухрычажный шарнирный зажимной механизм двухстороннего действия с плунжерами

Двухрычажный шарнирный механизм одностороннего действия.

По конструкции зажим аналогичен механизму, представленному на рисунке 20, с той лишь разницей, что закрепление заготовки осуществляется не плунжером, а рычагом:

$$P = N \cdot 2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta). \quad (67)$$

Двухрычажный шарнирный механизм двухстороннего действия.

По конструкции зажим аналогичен механизму, представленному на рисунке 21, с той лишь разницей, что закрепление заготовки осуществляется не плунжерами, а рычагами:

$$P = N \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta). \quad (68)$$

Под величиной N в данном случае следует понимать суммарное усилие, необходимое для приведения в действие обоих рычагов зажимного механизма.

4.4 Расчет источника силы привода зажима заготовки

По найденной силе на входе механизма привода зажима заготовки следует рассчитать характерный **параметр источника силы** (например, диаметр пневмо- или гидроцилиндра, вес инерционных грузов, крутящий момент электродвигателя, жесткость пружины) и по значению этого параметра выбрать стандартную модель источника силы [1, 2, 4, 7]. При отсутствии подходящего стандартного источника силы следует разработать нестандартную его конструкцию. В данном разделе рассматривается методика расчета пневматических и гидравлических цилиндров, как наиболее часто используемых в качестве источников силы в приводах зажима заготовок станочных приспособлений.

При расчёте пневмо- и гидроцилиндров основным определяемым параметром является их диаметр D .

В качестве исходной формулы при расчете используются:

а) для пневмо- и гидроцилиндров двухстороннего действия при подаче воздуха или масла в бесштоковую полость (толкающее усилие):

$$P = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta, \text{ Н}; \quad (69)$$

при подаче воздуха или масла в штоковую полость (тянущее усилие):

$$P = \frac{\pi \cdot (D^2 - d_{шт}^2)}{4} \cdot p \cdot \eta, \text{ Н}, \quad (70)$$

б) для пневмо- и гидроцилиндров одностороннего действия:

$$P = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta - P_{пруж}, \text{ Н}, \quad (71)$$

где P – усилие, которое должен развивать цилиндр, Н;

D – диаметр цилиндра, мм;

$d_{шт}$ – диаметр штока, мм;

p – рабочее давление воздуха или масла, МПа;

η – коэффициент полезного действия привода;

$P_{пруж}$ – сила сжатия возвратной пружины, Н.

Рабочее давление сжатого воздуха равно 0,4...0,6 МПа. Давление жидкости (масла) принимается равным 6...10 МПа.

Коэффициент полезного действия η для пневмоцилиндров принимается равным 0,85...0,95 (меньшие значения для цилиндров малых диаметров), для гидравлических цилиндров коэффициент равен 0,90...0,95.

Используя вышеприведенные формулы, можно получить расчетные зависимости для определения диаметра цилиндра по известной силе P , необходимой для закрепления заготовки (в случае, если закрепление осуществляется непосредственно) или для приведения в действие промежуточных зажимных механизмов приспособления.

Для цилиндров двухстороннего действия расчет ведется по формулам:

– при подаче воздуха или масла в бесштоковую полость

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм}; \quad (72)$$

– при подаче воздуха или масла в штоковую полость

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d_{шт}^2}, \text{ мм}. \quad (73)$$

Для пневматических цилиндров соотношение диаметров штока и цилиндра ($d_{шт}/D$) изменяется от 0,20 – для цилиндров большого диаметра до 0,35 – для цилиндров малых диаметров. С учетом соотношения $d_{шт}/D$ расчетная формула примет вид:

$$D = (1,96...1,87) \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм}. \quad (74)$$

Значение 1,96 принимают для цилиндров больших диаметров, 1,87 – для малых.

Для гидравлических цилиндров соотношение диаметров штока и цилиндра примерно составляет 0,50. С учетом этого расчетная формула примет вид

$$D = 1,73 \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм}. \quad (75)$$

Для пневмо- и гидроцилиндров одностороннего действия расчет ведется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4(P - P_{пруж})}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм.} \quad (76)$$

Найденную величину D округляют в большую сторону до стандартного значения. По принятому диаметру цилиндра и необходимой величине рабочего хода выбирают стандартный цилиндр.

Основные характеристики пневматических и гидравлических цилиндров приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Основные параметры стационарных пневмоцилиндров, мм

D	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320
$d_{ум}$	12	14	18	18	25	25	32	40	40	63	80

Таблица 4 – Основные параметры гидроцилиндров, мм

D	40	50	63	80	100
$d_{ум}$	22	25	32	36	45

После выбора стандартного пневмо- или гидроцилиндра определяют действительное значение силы, развиваемой приводом, и силы закрепления заготовки. Найденные значения используют при расчете приспособления на прочность.

5 РАСЧЕТ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ

Перед расчетом на прочность следует выбрать материалы деталей приспособления и методы их упрочнения в соответствии с условиями их работы и рекомендациями [1, 2]. Для расчета на прочность следует выбрать наиболее нагруженную **уязвимую деталь или соединение** деталей приспособления, размеры которого конструктивно ограничены. Если в ранее выполненных силовых расчетах силы, действующие на эту деталь, не определены, то следует составить соответствующую расчетную схему и определить их. По методикам, изложенным в [2], выполнить проектный или проверочный расчет уязвимой детали (или соединения) на прочность с учетом возможного вида ее разрушения (разрыв, срез, смятие) определив (проверив) его требуемые размеры.

6 РАСЧЕТ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ

Требуемая точность приспособления определяется исходя из допусков размеров детали, получаемых при обработке в этом приспособлении. Рекомендуется следующий порядок расчета приспособления на точность:

1) выявить размер детали, получаемый при обработке в проектируемом приспособлении, точность которого напрямую, а не через другие погрешности (например, погрешность деформаций, погрешность базирования) зависит от точности изготовления приспособления. При этом следует учесть, что точность изготовления приспособления напрямую влияет лишь на размеры, определяющие расположение обрабатываемых в нем поверхностей детали, относительно поверхностей, обработанных ранее на других операциях. Если таких размеров

несколько, то из них следует выбрать более точный размер или размер, систематическую погрешность которого трудно компенсировать настройкой инструмента. Допуск этого размера детали δ , принятый по чертежу или из операционной карты, будет использоваться в расчете погрешности изготовления приспособления.

2) выявить конкретный размер собранного приспособления, точность которого напрямую влияет на выявленный ранее размер детали. Он должен быть заключен между исполнительной поверхностью установочного элемента (или нескольких элементов), контактирующей с базой заготовки, и основной конструкторской базой корпуса приспособления, контактирующей со станком, и иметь то же направление, что и выбранный размер детали. Допустимую погрешность изготовления приспособления по этому размеру и следует определить при дальнейших расчетах.

3) определить составляющие общей погрешности обработки, возникающие в направлении выявленного размера детали (кроме погрешности изготовления приспособления), по методике изложенной в [1, 4, 13]: ε_b – погрешность базирования заготовки; ε_z – погрешность закрепления заготовки; ε_y – погрешность установки приспособления на станке; ε_u – погрешность износа исполнительных поверхностей установочных элементов приспособления; ε_{nu} – погрешность перекося инструмента из-за неточности направляющих элементов приспособления (если есть кондукторные втулки, копиры и они влияют на выдерживаемый размер детали); ω – технологический допуск получаемого размера детали, соответствующий средней экономической точности.

4) рассчитать допустимую погрешность изготовления приспособления как разность между допуском размера детали и общей погрешностью обработки

$$\varepsilon_{np} = \delta - \kappa_1 \cdot \sqrt{(\kappa_2 \cdot \varepsilon_b)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{nu}^2 + (\kappa_3 \cdot \omega)^2}, \quad (77)$$

где $\kappa_1 = 1 \dots 1,2$ – коэффициент учитывающий отклонение распределения общей погрешности от нормального распределения; $\kappa_2 = 0,8 \dots 0,85$ – коэффициент, учитывающий уменьшение погрешности базирования при работе на настроенных станках; $\kappa_3 = 0,6 \dots 0,8$ – коэффициент, учитывающий долю погрешностей, независимых от приспособления в общей погрешности обработки.

Рассчитанная погрешность приспособления должна быть указана в технических условиях на его изготовление при разработке сборочного чертежа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой части пояснительной записки в краткой форме излагаются особенности и предполагаемый технико-экономический эффект при использовании разработанного станочного приспособления (повышение производительности, снижение доли бракованных изделий, повышение уровня безопасности, повышение культуры производства и т. п.).

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

В этой части пояснительной записки приводится список литературных источников, нормативных документов, интернет ресурсов, из которых при выполнении проекта заимствовалась информация и на которые в тексте пояснительной записки следует указать ссылки.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложения к пояснительной записке выносятся результаты разработок, понимание которых возможно без тесной связи с основным текстом. Обычно это: спецификации к сборочным чертежам; алгоритмы и компьютерные программы; описание приборов и т. п.

ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка оформляется с учетом требований ГОСТа 2.105-95 [5]. Каждая страница пояснительной записки пишется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 x 297мм). Объем пояснительной записки обычно составляет 20...25 страниц машинописного текста. Титульный лист и задание оформляются по установленной форме (приложения А и Б). Далее на отдельной странице приводится аннотация работы. Следующая страница, на которой начинается содержание (оглавление), оформляется с основной надписью расчетно-пояснительной записки (штампом) высотой 40 мм и рамкой, отстоящей от левого края листа на 20 мм, а от остальных краев – на 5 мм [5]. В разделе «Содержание» указываются номера и заголовки всех разделов, подразделов, пунктов, и других поименованных частей записки, и номера страниц, с которых они начинаются. Последующие листы записки оформляются с такой же рамкой, но со штампом высотой 15 мм [5]. Страницы записки нумеруют по порядку арабскими цифрами в соответствующей графе штампа, начиная с титульного листа и заканчивая последней страницей приложений. На титульном листе и задании номера не ставят. Текст пишется с оставлением полей от краев листа: сверху – 20 мм; снизу и слева – 30 мм; справа – 10 мм. На странице со штампом высотой 40 мм нижнее поле 55 мм. При оформлении записки с помощью графических устройств вывода ЭВМ рекомендуются следующие параметры основного текста: шрифт Arial или Times New Roman; размер шрифта 12 или 14 p; выравнивание по ширине; расстояние между строк в 1 интервал; абзацный отступ 10 мм. Номера и заголовки разделов, подразделов, пунктов пишутся полужирным шрифтом размером соответственно 14 или 16 pt, с выравниванием по середине страницы, без переноса слов и точки в конце, с расстоянием от основного текста в 2 интервала. Допускается аккуратное рукописное оформление записки черной или синей пастой (чернилами), обычным почерком, с приблизительным соблюдением указанных параметров.

Каждый раздел следует начинать с новой страницы. Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки, с пробелом между номером и заголовком. Задание, содержание, введение, заключение, список цитируемых источников не нумеруют. Подразделы нумеруют в пределах раздела двумя числами, разделенными точкой и заданными арабскими цифрами с пробелом между номером и заголовком. Первое число соответствует номеру раздела, а второе число – порядковому номеру подраздела в данном разделе, например 1.12 – двенадцатый подраздел первого раздела. Такой же принцип применяется для нумерации пунктов в пределах подраздела или раздела, например 2.3.1 – первый пункт третьего подраздела второго раздела.

Каждый рисунок (схему, эскиз, график и др.) располагают после первой ссылки на него в тексте или на следующей странице. Рисунок сопровождается подрисунковой

подписью, состоящей из слова «Рисунок», его номера, наименования и расшифровки буквенных или цифровых обозначений на нем (если они не даны в тексте). Рисунки нумеруют по тому же принципу, что и подразделы.

Каждую таблицу располагают после первой ссылки на нее или на следующей странице. Слева над таблицей выполняется запись, состоящая из слова «Таблица», номера таблицы и ее наименования. Таблицы нумеруют по тому же принципу, что и подразделы. Таблицы чертят тонкими линиями, без деления граф диагоналями. При необходимости продолжения таблицы на следующей странице предусматривают строку с номерами столбцов на обеих страницах, а головку таблицы не повторяют. Слева над продолжением таблицы выполняется запись, состоящая из слов «Продолжение таблицы» и ее номера.

Каждую формулу располагают в том месте раздела, где она непосредственно впервые используется для расчета, и отделяется от текста сверху и снизу двумя межстрочными интервалами. В конце последней строки, занимаемой формулой, в круглых скобках указывается номер формулы. Формулы нумеруют по тому же принципу, что и подразделы. В следующей за формулой строке после слова «где» приводится расшифровка параметров формулы, с указанием их размерностей после запятой.

Ссылки на цитируемые источники, из которых заимствуются формулы, расчетные данные, рекомендации, обозначаются порядковым номером соответствующего источника в их списке, заключенным в квадратные скобки. Каждый источник в списке нумеруют арабскими цифрами в порядке появления в тексте первой ссылки на него.

РАЗРАБОТКА СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Разработку ведут с учетом результатов предыдущих этапов в следующем порядке.

1. Вычертить необходимое число контуров проекций заготовки тонкими линиями, предусмотрев вокруг них место для изображения элементов приспособления. Контур главной проекции должен соответствовать положению заготовки на станке.

2. Изобразить используемые на операции режущие инструменты тонкими линиями в исходном или конечном положении (при наличии элементов для их направления).

3. Вокруг каждого контура заготовки вычертить установочные, зажимные и вспомогательные элементы, а так же элементы, направляющие режущие инструменты или служащие для настройки их рабочих положений.

4. Изобразить механизмы силового привода и источник силы. Если используется стандартный источник силы, то изображают только его внешние очертания.

5. Вычертить корпус приспособления, объединяя им все элементы приспособления и предусмотрев на нем элементы базирования и закрепления на станке (плоскость основания, направляющие шпонки, пальцы, проушины и т. п.).

6. Изобразить разрезы и сечения, необходимые для уяснения конструкции механизмов привода и других элементов приспособления.

7. Проставить размеры сопряжений деталей с посадками, размеры присоединительных элементов к станку и заготовке с предельными отклонениями, контрольные и координирующие размеры с предельными отклонениями, габаритные размеры.

8. Все детали отметить позициями в соответствии со спецификацией.

9. Выше основной надписи (штампа) чертежа записать основные технические характеристики приспособления (модель станка, на котором оно используется, диапазон

размеров баз заготовок, сила зажима, давление воздуха или масла и т. п.). Под техническими характеристиками записать технические условия на сборку приспособления (точность параметров, и периодичность ее проверки, способ установки и регулирования положения на станке, периодичность очистки и замены изнашиваемых элементов, периодичность и марка смазки).

Графическая часть (сборочный чертеж приспособления) оформляется с помощью графических устройств вывода ЭВМ или ручным черчением карандашом или тушью в соответствии с требованиями ЕСКД.

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонюк, В.Е. Конструктору станочных приспособлений: справочное пособие. – Минск: Выш. шк., 1991. – 400 с.
2. Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – В 3-х т. – М.: Машиностроение,
3. Базаров, Б.М. Альбом по проектированию приспособлений / Б.М. Базаров, А.И. Сорокин. – М.: Машиностроение, 1991. – 121 с.
4. Горохов В.А. Проектирование технологической оснастки. – Мн.: Бервита, 1997.
5. Общие правила оформления текстовых документов: ГОСТ 2.105 95.
6. Допуски и посадки: справочник. – В 2-х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л.: Машиностроение, 1983. – Ч.1. – 543 с.; Ч.2. – 448 с.
7. Кузнецов, Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. – М.: Машиностроение, 1983. – 359 с.
8. Маталин, А.А. Технология машиностроения: учебник для вузов. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
9. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм ; под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
10. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974. – Ч.1. – 416 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. – Ч.2: Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990.
12. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю.В. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.
13. Справочник технолога-машиностроителя. – В 2-х т./ под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2003. – Т.1.
14. Справочник технолога-машиностроителя. – В 2-х т./ под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2003. – Т.2.
15. Станочные приспособления: справочник. – в 2-х т. / под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1. – 592 с.; Т.2. – 656 с.
16. Технологическая оснастка / М.Ф. Пашкевич, Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, В.М. Пашкевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе по дисциплине
«Технологическая оснастка» на тему

«Проектирование станочного приспособления с механизированным
зажимом заготовки для _____»

Разработал: студент гр. Т - 87 Зданович Г.М.

Руководитель: Ялковский Н.С.

Брест 2019

Приложение Б

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Машиностроительный факультет
Кафедра «Машиностроение и эксплуатация автомобилей»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой _____
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу по дисциплине «Технологическая оснастка»

Студенту _____ группы _____

1 Тема работы: Разработка станочного приспособления для обработки

2 Сроки сдачи готовой работы « ____ » _____ 20 ____ г.

3 Исходные данные к работе:

3.1 Чертеж детали _____

3.2 Объем выпуска _____ шт. в год.

3.3 Материалы конструкторско-технологической практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки

Введение

4.1 Составление задания на проектирование приспособления:

4.2 Выбор и обоснование технологических баз и схемы базирования заготовки в приспособлении

4.3 Эскизная проработка станочного приспособления

4.4 Определение режимов резания, сил и моментов резания

4.5 Расчет сил зажима заготовки

4.6 Силовой расчет зажимных механизмов приспособлений

4.7 Расчет источника силы привода зажима заготовки

4.8 Расчет станочного приспособления на прочность

4.9 Расчет станочного приспособления на точность

Заключение

Приложения: спецификация к сборочному чертежу

5 Перечень графического материала: сборочный чертеж приспособления (один лист формата А1)

6 Руководитель работы: старший преподаватель Ялковский Н.С.

7 Задание выдал 12.03.2019 Ялковский Н.С.
(дата и подпись преподавателя)

Задание принял к исполнению 12.03.2019
(дата и подпись студента)

Учебное издание

Составители:

*Медведев Олег Анатольевич
Ялковский Николай Степанович*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по дисциплине
«Технологическая оснастка»
для студентов специальности
1- 36 01 01 «Технология машиностроения»

Ответственный за выпуск: Медведев О.А.
Редактор: Боровикова Е.А.
Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 19.12.2018 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial Narrow». Усл. печ. л. 2,33. Уч. изд. л. 2,50. Заказ № 1539. Тираж экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.