

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА МАШИНОВЕДЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы на тему

**«Настройка вертикально-фрезерного станка и универсальной
делительной головки на нарезание винтовой канавки»**

по дисциплине **«Металлорежущие станки»**

для студентов специальности

1-36 01 01 «Технология машиностроения»;

по дисциплине **«Технологическое оборудование»**

для студентов специальности

1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства»

В методических указаниях рассмотрены назначение, конструкция и кинематика универсальной делительной головки. Приведена техническая характеристика УДГ, описаны правила установки и регулировки делительной головки на фрезерном станке, способы установки заготовок на УДГ, правила безопасной работы на фрезерных станках. Рассмотрены вопросы настройки вертикально-фрезерного станка и делительной головки на нарезание винтовой канавки, приведены необходимые схемы и расчеты.

Лабораторная работа предусмотрена учебной программой дисциплины «Металлорежущие станки» для специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры машиноведения и рекомендованы к изданию.

Составители: В.П. Горбунов, к.т.н., доцент,
И.А. Мирошниченко, старший преподаватель

Рецензент: начальник производства ОАО «Брестмаш» И. В. Чижик

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Тема: «Настройка вертикально-фрезерного станка и универсальной делительной головки на нарезание винтовой канавки»

Цель работы:

1. Изучение конструкции, назначения и кинематики универсальной делительной головки;
2. Приобретение практических навыков по настройке вертикально-фрезерного станка и универсальной делительной головки на нарезание винтовой канавки.

Оборудование:

1. Вертикально-фрезерный станок модели 6P11;
2. Универсальная делительная головка УДГ Д-200;
3. Набор гаечных ключей.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Назначение универсальной делительной головки

Делительная головка – приспособление универсально-фрезерного станка, значительно расширяющее его технологические возможности.

Делительные головки предназначены для:

- установки оси обрабатываемой заготовки под требуемым углом к столу станка;
- периодического поворота заготовки вокруг её оси на определённый угол (деление на равные и неравные части);
- непрерывного вращения заготовки при нарезании винтовых канавок.

С помощью делительной головки выполняют:

- фрезерование канавок различной формы (впадины зубьев зубчатых колес, канавки на фрезях, сверлах, развёртках, зенкерах, метчиках);
- нарезание шлицев и пазов на торцовых поверхностях деталей (зубчатые муфты, корончатые гайки);
- фрезерование граней на деталях;
- разметочные работы.

За основной размер делительных головок принимают наибольший диаметр обрабатываемой заготовки в миллиметрах. По стандарту ряд головок состоит из шести типоразмеров: 160, 200, 250, 320, 400, 500.

Каждому размеру станка (по ширине стола) должен соответствовать определённый типоразмер делительной головки. Так, к консольным фрезерным станкам с шириной стола 320 мм рекомендуется делительная головка УДГ Д-250, а к фрезерным станкам с шириной стола 400 мм – головка УДГ Д-320 и т.д.

1.2 Устройство универсальной делительной головки

В состав делительной головки входит собственно делительная головка, задняя бабка, самоцентрирующий патрон с переходным фланцем, поводок, упорный центр и болты для закрепления головки и задней бабки в среднем пазу стола станка.

Общий вид универсальной делительной головки показан на рисунке 1.

Корпус 3 делительной головки установлен на цапфах основания 11, и закреплен с помощью гаек двумя полукольцами 2. При отжатых гайках корпус вместе со шпинделем можно разворачивать вверх на угол 95° и вниз на угол 5° в вертикальной плоскости относительно горизонта. Отсчет угла поворота производится по шкале 5.

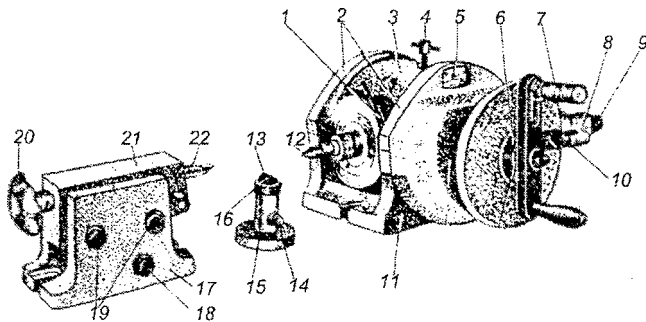


Рисунок 1 – Универсальная делительная головка

На опорной поверхности основания делительной головки закреплены две установленные параллельно шпинделю шпонки с базовой боковой поверхностью, предназначенные для установки головки в среднем пазу стола станка.

Шпиндель смонтирован в корпусе на подшипниках скольжения и качения. Концы шпинделя выполнены в виде конуса Морзе. В одном конце шпинделя устанавливается центр 12, а в другом – оправка для дифференциального деления. На переднем конце шпинделя имеется наружная резьба и центрирующий пояс, необходимые для установки и крепления фланца с самоцентрирующим патроном или поводка.

На шпинделе установлен лимб 1 непосредственного деления, имеющий двадцать четыре отверстия. Шпиндель полый, что дает возможность обрабатывать длинные детали малых диаметров.

В средней части шпинделя закреплено червячное колесо с круговой выточкой на торце, в которую входит конец стопора 4, смонтированного в корпусе 3. Червячное колесо получает вращение от червяка, расположенного в эксцентриковой втулке в корпусе. Червяк может быть введен в зацепление или выведен из него поворотом эксцентриковой втулки с помощью рукоятки.

Делительный диск 6 установлен на вал, смонтированный в подшипниках скольжения. На валу с делительным диском установлена приводная планка с рукояткой-фиксатором 7, которую можно перемещать при отжатой гайке вдоль паза планки на выбранный ряд отверстий делительного диска. К делительному диску пружиной прижат ограничитель, состоящий из двух подвижных линеек и зажимного винта, с помощью которых устанавливается угол сектора для ограничения на диске необходимого количества отверстий при простом делении.

Вал 9 механического привода от станка смонтирован в подшипниках скольжения и расположен во втулке 8 с фланцем. Втулка крепится к крышке привода. На конце вала установлена коническая шестерня, которая находится в постоянном зацеплении с конической шестерней, установленной на валу делительного диска. Делительный диск фиксируется в требуемом положении стопором 10.

В комплект делительной головки входит задняя бабка, предназначенная для поддержания второго конца обрабатываемой детали при установке её в центрах или в патроне делительной головки.

Полуцентр 22 задней бабки можно перемещать в горизонтальном и вертикальном направлениях. На основании 17 установлен корпус 21, соединенный с зубчатой рейкой при помощи штифта. Вращая головку валика-шестерни 18,

можно поднимать и опускать корпус с полуцентром. При отжатых болтах 19 корпус можно поворачивать относительно оси штифта на угол $\pm 3^\circ$.

Перемещение полуцентра 22 в горизонтальном направлении осуществляется вращением маховика 20, скрепленного с винтом механизма перемещения.

На опорной поверхности основания имеются две направляющие шпонки, выверенные относительно оси полуцентра. Шпонки обеспечивают совпадение центров делительной головки и задней бабки, установленных в среднем пазу стола фрезерного станка и прижатых базовыми шлифованными поверхностями шпонок к пазу стола.

В требуемом положении задняя бабка крепится на столе станка болтами и гайками.

Люнет входит в комплект принадлежностей к головке и служит дополнительной опорой при обработке длинных деталей малого диаметра. В корпусе 15 расположен винт с призматической опорой 13, перемещающийся с помощью гайки 16. При помощи стопорного винта 14 опору можно закреплять на требуемой высоте.

1.3 Техническая характеристика универсальной делительной головки УДГ Д-200

Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	200
Угол поворота шпинделя в вертикальной плоскости, не менее:	
вниз от линии центров	5°
вверх от линии центров	95°
Конус шпинделя	Морзе 3
Высота центров, мм, не более	105
Резьба рабочего конца шпинделя	M39x3
Диаметр отверстия шпинделя, мм	20,2
Передаточное отношение червячной пары	1:40
Число отверстий делительного диска:	
на одной стороне	16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31
на другой стороне	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54
Диаметр самоцентрирующего патрона, мм	125
Ширина направляющих шпонок, мм	14
Расстояние от делительной головки до торца шпинделя при его вертикальном положении, мм, не более	235
Модуль сменных шестерен	1,5
Число зубьев сменных шестерен	25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100
Габаритные размеры основания делительной головки, мм	260x180
Масса делительной головки (без принадлежностей), кг	50

1.4 Установка и регулировка делительной головки на станке

Очистить от загрязнений и протереть ветошью опорные поверхности стола станка, делительной головки и задней бабки.

Установить делительную головку в средний паз стола с правой стороны от оператора, поджать ее к боковой поверхности паза стола базовыми шлифованными поверхностями направляющих шпонок и закрепить головку двумя болтами и гайками.

С помощью индикатора или штангенрейсмуса проверить по вертикальной образующей контрольной оправки, установленной в шпиндель головки, параллельность шпинделя плоскости стола станка и, если необходимо, выставить корпус со шпинделем при отжатых гайках на полукольцах, прижимающих кор-

пус к основанию головки. Отрегулировав положение головки на столе станка, гайки вновь завернуть.

Установить заднюю бабку в средний паз стола станка с левой стороны от оператора в положение, соответствующее длине обрабатываемой детали. Выставить с помощью оправки, штангенциркуля и индикатора заднюю бабку параллельно плоскости стола станка и соосно со шпинделем делительной головки, прижав ее базовыми шлифованными поверхностями направляющих шпонок к пазу стола станка, закрепить бабку болтами и гайками.

Установить необходимую фрезу по оси детали, установленной в центрах делительной головки и задней бабки или в патроне, закрепленном на головке.

Установить фиксатор рукоятки на требуемую окружность делительного диска головки и закрепить его гайкой.

Установить ограничитель на требуемое количество отверстий (промежутков) для удобства выполнения простого деления.

Освободить стопор шпинделя, отвернув его на один оборот. Освободить от фиксатора лимб непосредственного деления.

При установке и снятии головок, а также при транспортировании необходимо страховать и соблюдение правил безопасности при работе с грузами.

1.5 Установка заготовок на УДГ

Заготовки, обрабатываемые на фрезерных станках с помощью делительных головок, могут быть установлены и закреплены одним из следующих способов:

- в трехручьевом самоцентрирующем патроне;
- в патроне и в центре задней бабки;
- в центрах делительной головки и задней бабки;
- на оправках.

В патроне устанавливают заготовки преимущественно круглой формы и небольшой длины. В случае, если заготовка займет неправильное положение и перекосится, следует проверить радиальное биение наружного цилиндра с помощью индикатора, установленного на столе станка.

Для повышения жесткости заготовки ее устанавливают **в патроне и в центре задней бабки**. Для этого зацентрированную с одной стороны заготовку предварительно закрепляют в патроне, в центровое отверстие вводят центр пиноли задней бабки, и в таком положении заднюю бабку закрепляют на столе станка. Затем заготовку окончательно закрепляют в патроне и поджимают центр.

Установка заготовок **в центрах** применяется для соблюдения единства технологических баз при обработке деталей на различных станках. Перед установкой заготовки в центрах необходимо проверить совпадение осей центров делительной головки и задней бабки путем их сближения. При этом их вершины должны совместиться. Заготовку большой длины для повышения жесткости установкой поддерживают снизу люнетом.

На оправках устанавливают заготовки с окончательно обработанными отверстиями, которые в процессе дальнейшей обработки используются в качестве технологических баз. Применяют следующие виды оправок: гладкие конические и цилиндрические; шлицевые; консольные.

1.6 Фрезерование винтовых канавок

Винтовые канавки (правые и левые) можно фрезеровать концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке и дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке. На рис. 2,а показана схема фрезерования прямоугольной винтовой канавки концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке, на рис. 2,б – угловой

канавки двухугловой фрезой на горизонтально-фрезерном станке. Стрелками обозначено направление движения фрезы, заготовки и перемещение стола.

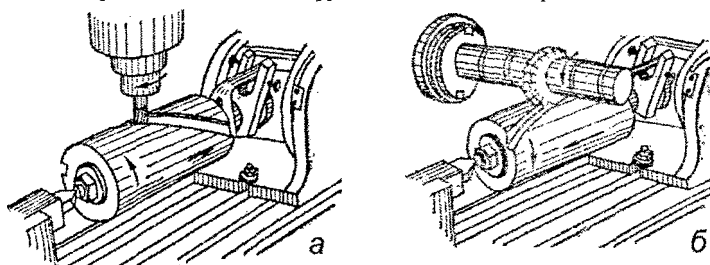


Рисунок 2 – Образование винтовой канавки на вертикально-фрезерном (а) и горизонтально-фрезерном (б) станках

Винтовая канавка получит правильный профиль при условии, что плоскость вращения дисковой фрезы будет совпадать с направлениями винтовой канавки.

По этой причине нарезание винтовой канавки дисковой фрезой производится на универсально-фрезерных станках, стол которых должен быть повернут на угол наклона винтовой линии.

При повороте стола необходимо учитывать направление винтовой канавки на обрабатываемой заготовке. Так, при фрезеровании правой винтовой канавки стол поворачивают против часовой стрелки, при обработке левых винтовых канавок – по часовой стрелке.

2 РАСЧЁТ ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ И ЧИСЛА ЗУБЬЕВ СМЕННЫХ КОЛЁС ГИТАРЫ

Фрезерование винтовых канавок является одной из сложных операций, выполняемых с помощью делительных головок. При этом фреза получает быстрое вращательное движение, определяющее скорость резания.

Заготовка имеет сложное движение – медленное вращательное движение вокруг своей оси (за счёт вращения шпинделя делительной головки) и согласованное с ним поступательное движение вдоль оси от винта продольной подачи стола станка. Эти движения должны быть согласованы так, чтобы при повороте заготовок на один полный оборот она переместилась в продольном направлении на величину шага канавки. Это условие обеспечивается подбором гитары смесных колёс $a - b, c - d$ (рисунок 3).

Шпиндель делительной головки 3 получает вращение от винта продольной подачи стола через сменные колёса гитары $a - b, c - d$, соединяющие винт с валом 7 механического привода делительной головки. Через конические шестерни $z_1 - z_2$, цилиндрические $z_3 - z_4$, вал 5 вращение передаётся делительному диску 1, а от него через связанный с ним стержень фиксатора 4, рукоятку 2, вал 6, цилиндрические колёса $z_5 - z_6$, червячную передачу $k-z_7$ – шпинделю делительной головки 3 и обрабатываемой заготовке.

Уравнение кинематической цепи:

$$\frac{P}{P_{\text{хв}}} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{K}{z_7} = 1$$

где $P_{\text{хв}} = 6 \text{ мм}$ – шаг ходового винта станка; отношение $P/P_{\text{хв}}$ представляет собой число оборотов ходового винта за время одного оборота заготовки.

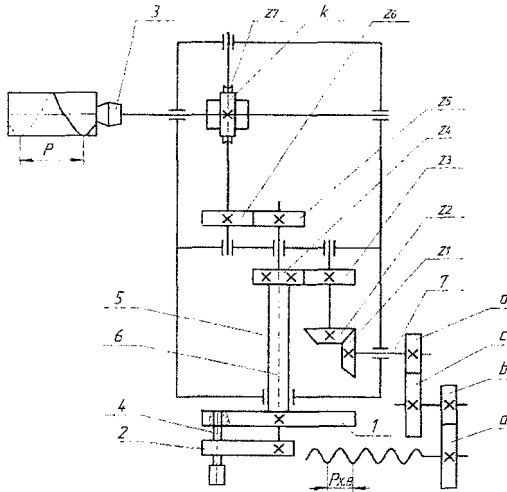


Рисунок 3 – Кинематическая схема делительной головки, настроенной на нарезание винтовой канавки

Передаточное отношение всех постоянных колёс делительной головки, связывающих вал 7 с валом червяка, равно единице.

Передаточное отношение червячной передачи:

$$\frac{K}{z_7} = \frac{1}{40} = \frac{1}{N}$$

Величина $N=40$ называется характеристикой головки.

Допустим, что передаточное отношение сменных зубчатых колёс равно единице. Тогда за один оборот винта продольной передачи стола шпиндель головки поворачивается на $1/40$ оборота.

Следовательно, шпиндель головки совершит полный оборот при 40 оборотах винта подачи стола. При этом стол станка переместится на величину, равную произведению числа оборотов винта на его шаг, то есть на 240 мм.

Таким образом, за один оборот шпинделя делительной головки и, следовательно, обрабатываемой заготовки при принятом допущении ($i=1$) на ней будет образована винтовая линия с шагом 240 мм. Число $A=240$ называется характеристикой станка.

Таким образом, передаточное отношение гитары сменных колёс:

$$i_r = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{N \cdot Px.с.}{P} = \frac{240}{P}$$

На практике винтовая линия может быть задана не шагом P , а углом наклона β (или углом подъёма винтовой линии $\varphi=90^\circ-\beta$) и диаметром d .

В этом случае шаг:

$$P = \frac{\pi \cdot d}{\operatorname{tg} \beta} = \pi \cdot d \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

Тогда передаточное отношение гитары сменных колёс:

$$i = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{N \cdot Px.с.}{\pi \cdot d \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$

После того, как определено передаточное отношение гитары и подобраны сменные зубчатые колёса, необходимо проверить их на сцепляемость.

Условия сцепляемости:

при нарезании правых винтовых канавок:

$$a+b \geq c+20 \qquad c+d \geq b+40$$

$$a+b+c+d \geq 200$$

при нарезании левых винтовых канавок:

$$a+b \geq c+50 \qquad c+d \geq b+40$$

$$a+b+c+d \geq 150$$

Промежуточное зубчатое колесо выбрать из условия: $e \geq 35$.

Условия сцепляемости справедливы только для УДГД-200, установленной на вертикально-фрезерном станке модели 6Р11.

3 НАЛАДКА СТАНКА И ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ

Основные схемы установки сменных зубчатых колёс показаны на рисунке 4. Колёса 1 и 2 с числом зубьев 38 устанавливаются на шейке ходового винта и пальце гитары, на котором расположено первое сменное зубчатое колесо *a*.

Зубчатое колесо *e* служит для изменения направления вращения, не изменяя передаточное отношение.

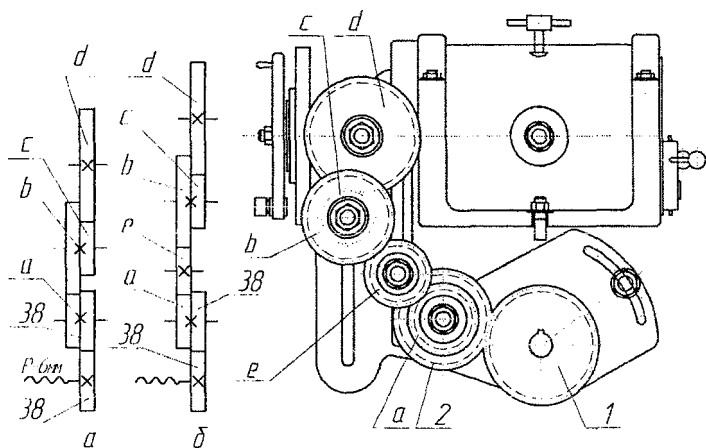


Рисунок 4 — Схема установки сменных зубчатых колёс:
a, б — при фрезеровании правых и левых канавок соответственно

Вращение от ходового винта стола станка передаётся на шпиндель делительной головки через шестерни 1 и 2, находящиеся в постоянном зацеплении, сменную шестерню *a*, закреплённую на оси шестерни 2, и через сменные шестерни *b, c, d* — на привод делительной головки.

Сменные шестерни устанавливаются на гитарах с помощью переходных втулок и закрепляются в нужных положениях гайками. Для выполнения схем зацепления гитара может быть развёрнута вокруг оси привода головки и закреплена в требуемом положении гайкой.

При передаче вращения на шпиндель делительной головки непосредственно от ходового винта стола станка сменная шестерня *a* устанавливается на винт стола и сцепляется со сменными шестернями *b, c, d*, установленными на гитаре.

После установки и закрепления гитар и сменных шестерён необходимо, вращая вручную маховик ходового винта стола станка, проверить плавность вращения сменных колёс.

Последовательность наладки вертикально-фрезерного станка и делительной головки для фрезерования винтовых канавок:

1. Выбрать концевую фрезу с профилем, соответствующим профилю канавки в нормальном сечении.

2. Закрепить на столе станка делительную головку так, чтобы было возможно соединить с помощью сменных зубчатых колёс ходовой винт продольной подачи стола с валиком механического привода шпинделя делительной головки. Делительный диск головки должен быть освобожден от рукоятки-фиксатора, а фиксатор лимба непосредственного деления должен быть выключен.

3. Установить на столе станка заднюю бабку и выверить соосность центров.

4. Закрепить заготовку в центрах делительной головки и задней бабки.

5. Установить и закрепить в шпинделе станка концевую фрезу.

6. Перемещением стола в необходимых направлениях совместить фрезу с диаметральной плоскостью заготовки.

7. Настроить станок на режим резания.

8. Установить и закрепить на гитаре подобранные сменные колёса.

9. Вертикальной подачей поднять стол до легкого касания заготовки с вращающейся фрезой, затем продольной подачей отвести заготовку из-под фрезы, по лимбу вертикальной подачи установить глубину фрезерования, равную глубине канавки.

10. Включить продольную подачу стола и фрезеровать первую винтовую канавку на необходимую длину.

11. Выключить продольную подачу стола, опустить стол (до 5 мм) и вернуть его в исходное положение. Рукояткой повернуть заготовку на необходимую часть окружности, по лимбу вертикальной подачи поднять стол в прежнее положение.

12. Включить продольную подачу, фрезеровать вторую канавку и т. д.

Контроль профиля канавок и ее размеров производят шаблонами или универсальными измерительными инструментами.

4 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Во избежание получения травм фрезеровщик, кроме общих правил безопасной работы на станках, должен соблюдать следующие специфические правила, обусловленные особенностями фрезерных станков:

– надежно и жестко закреплять приспособления, фрезу и заготовки;

– обязательно применять ограждения и приспособления для улавливания и отвода стружки, а в случае невозможности их использования применять средства индивидуальной защиты (очки или щитки);

– использовать для снятия заусенцев слесарный инструмент либо абразивный брусок для предотвращения ранения рук о заусенцы или острые кромки при снятии обработанной детали, а также при ее измерении;

– запрещается обдувка стола сжатым воздухом и использование металлических щеток и крючков на работающем станке;

– удалять стружку в процессе работы только кисточкой, длина ручки которой должна быть не менее 250 мм. Не допускать наличие разбросанной по полу стружки;

– удалять стружку с приспособления, со стола и станины щеткой, а очищать от стружки и загрязнений пазы стола и другие труднодоступные места – кисточкой. Собирать стружку с основания станка и убирать ее в специальный ящик;

– не работать на станке в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами, не защищенными резиновыми напалечниками.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

5.1 Тема, цель работы.

5.2 Кинематическая схема делительной головки, настроенной на нарезание винтовой канавки.

5.3 Уравнение баланса кинематической цепи, подбор чисел зубьев сменных колёс гитары, проверка на сцепляемость.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	Шаг винтовой канавки, мм	Вариант	Шаг винтовой канавки, мм	Вариант	Шаг винтовой канавки, мм
1	40	11	105	21	225
2	45	12	110	22	240
3	50	13	120	23	250
4	55	14	125	24	280
5	60	15	140	25	300
6	70	16	150	26	320
7	75	17	160	27	330
8	80	18	180	28	350
9	90	19	200	29	360
10	100	20	220	30	400

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Назначение универсальных делительных головок.

6.2. Что является основным размером делительной головки?

6.3. Устройство УДГ.

6.4. Что входит в комплект УДГ?

6.5. Правила установки и регулировки УДГ на фрезерном станке.

6.6. Способы установки заготовок на УДГ.

6.7. Инструмент, применяемый для фрезерования винтовых канавок.

6.8. Условие получения правильного профиля винтовой канавки.

6.9. Какое движение необходимо сообщить заготовке для образования винтовой канавки?

6.10. Показать по кинематической схеме цепь вращения шпинделя УДГ.

6.11. Физический смысл параметров «характеристика головки» и «характеристика станка». Чему они равны?

6.12. Формулы определения передаточного отношения гитары сменных колёс.

6.13. Отличия при настройке УДГ на нарезание правых и левых винтовых канавок.

6.14. Основные правила безопасной работы на фрезерных станках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барбашов, Ф.А. Фрезерные работы. – Минск: Выш. школа, 1986.

2. Бергер, И.И. Фрезерное дело / И.И. Бергер, А.П. Комлев. – Мн.: Высшая школа, 1981.

3. Головка делительная универсальная УДГ Д-200: Техническое описание и инструкции по эксплуатации.

Учебное издание

Составители:

Горбунов Виктор Петрович

Мирошниченко Игорь Александрович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы на тему

**«Настройка вертикально-фрезерного станка и универсальной
делительной головки на нарезание винтовой канавки»**

по дисциплине **«Металлорежущие станки»**

для студентов специальности

1-36 01 01 «Технология машиностроения»;

по дисциплине **«Технологическое оборудование»**

для студентов специальности

1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства»

Ответственный за выпуск: **Мирошниченко И.А.**

Редактор: **Строкач Т.В.**

Компьютерная верстка: **Кармаш Е.Л.**

Корректор: **Никитчик Е.В.**

Подписано к печати 27.09.2010 г. Формат 60*84^{1/16}. Бумага «Снегурочка». Гарнитура Times New Roman. Усл. п. л. 0,7. Уч. изд. 0,75. Заказ №940. Тираж 50 экз. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет». 224017, Брест, ул. Московская, 267.