

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова (АлтГТУ)»

Факультет инновационных технологий машиностроения

Кафедра «Общая технология машиностроения»

Ятло И. И., Буканова И. С.

РАСЧЕТ НАСТРОЙКИ И НАЛАДКА ЗУБОДОЛБЕЖНОГО ПОЛУАВТОМАТА МОДЕЛИ 514

Методические указания по выполнению лабораторной работы по
курсам «Оборудование машиностроительных производств» для студентов
направления 151900 всех форм обучения; «Металлорежущие станки» для
студентов специальности 151001 всех форм обучения

Барнаул 2013

УДК 621.9

Ятло И.И., Буканова И.С. Расчет настройки и наладка зубодолбежного полуавтомата модели 514: Методические указания к лабораторным работам по курсам «Оборудование машиностроительных производств» для студентов направления 151900 всех форм обучения; «Металлорежущие станки» для студентов специальности 151001 всех форм обучения. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова - Барнаул: 2013.-22 с. режим доступа: <http://otm.iff.altstu.ru>

В указаниях изложены назначение, устройство, кинематика и взаимодействие механизмов станка, рассмотрена технологическая настройка станка, приведен порядок настройки и наладки полуавтомата и вопросы для самоконтроля.

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Общая технология машиностроения», протокол № 6 от «13» марта 2013г.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучить кинематику, ознакомиться с устройством станка. Произвести расчет и настроить зубодолбежный полуавтомат модели 514 согласно своему заданию.

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАРЕЗАНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА СТАНКЕ

Зубодолбежный полуавтомат модели 514 предназначен для нарезания зубьев цилиндрических колес с наружным и внутренним зацеплением (рисунок 1), с прямыми и косыми зубьями. На этом станке удобно обрабатывать блоки зубчатых колес.

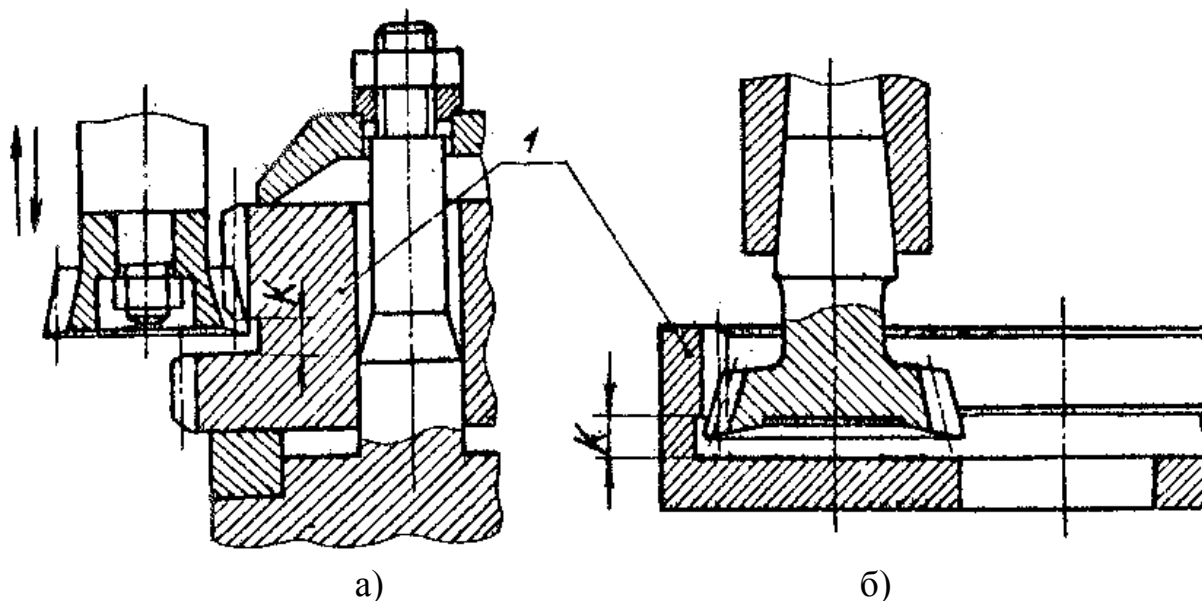


Рисунок 1 - Схема нарезания зубьев цилиндрических зубчатых колес:
а - наружного зацепления, б - внутреннего зацепления

Нарезание зубчатых колес производится по методу обката при помощи режущего инструмента - зуборезного долбяка. Модуль долбяка равен модулю нарезаемого колеса.

Для снятия стружки режущему инструменту необходимо сообщать прямолинейное возвратно-поступательное движение вдоль оси заготовки. Кроме того, между зуборезным долбяком и заготовкой нарезаемого колеса осуществляется то относительное движение, какое они имели бы, находясь в действительном зацеплении. Это означает, что начальные окружности долбяка и нарезаемого колеса катятся в процессе нарезания одна по другой без скольжения. В движении обкатывания режущие кромки долбяка занимают последовательно ряд положений, образуя профили нарезаемых зубьев.

В начале обработки долбяк получает прямолинейное движение врезания на глубину, равную высоте зуба. Так как движение обкатки при

этом не прекращается, на врезание затрачивается часть поворота заготовки, вследствие чего зубья, нарезанные на данном участке, не имеют полного профиля и требуют дополнительного прохода.

Таким образом, для обработки зубьев необходимо главное движение - прямолинейное возвратно-поступательное перемещение долбяка и движение обката - кинематически связанное вращение заготовки и долбяка. Направление вращения зависит от характера зацепления: в противоположном направлении при наружном и в одном направлении при внутреннем зацеплении (рисунок 2).

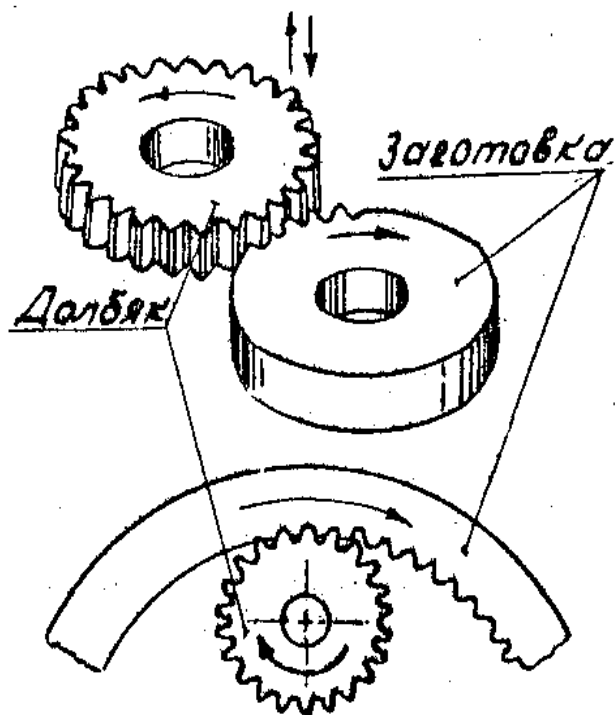


Рисунок 2 - Схема движения долбяка и заготовки

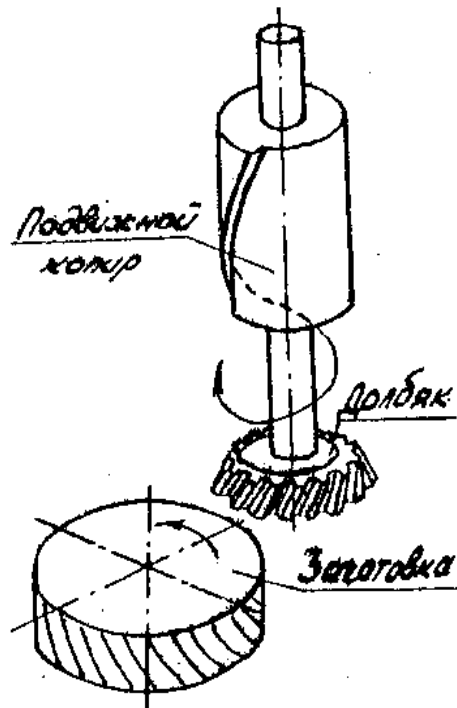


Рисунок 3 - Схема обработки косозубых колес

Для нарезания косозубых зубчатых колес применяют долбяки с винтовым зубом, которым сообщают винтовое движение. Для обеспечения винтового движения долбяка на шпинделе устанавливают специальный копир с винтовыми направляющими, состоящий из неподвижной и подвижной частей (рисунок 3). Неподвижный копир вращается со скоростью основного обкаточного движения. А подвижной копир, закрепленный на шпинделе, перемещается внутри неподвижного, создавая необходимое дополнительное вращение долбяку. Угол подъема винтовой линии копира зависит от угла подъема винтовой линии нарезаемого колеса.

3 УСТРОЙСТВО ЗУБОДОЛБЕЖНОГО ПОЛУАВТОМАТА МОДЕЛИ 514

3.1 Техническая характеристика станка

Таблица 1- техническая характеристика станка

Наибольший модуль нарезаемого зубчатого колеса	6 мм
Наибольший наружный диаметр зубчатого колеса	462 мм
Наибольший наружный диаметр изделия при нарезании зубьев внутреннего зацепления	550 мм
Наибольшая ширина обработки блоков зубчатых колес	105 мм
Наибольший угол наклона винтового зуба	23°
Наибольший ход ползуна с долбяком	125 мм
Наибольшее расстояние от стола до опорной плоскости инструмента	160 мм
Наибольшее продольное перемещение суппорта	510 мм
Расчетный диаметр долбяка	100 мм
Мощность электродвигателя главного привода	2,2 кВт
Мощность электродвигателя быстрого поворота стола	0,5 кВт

3.2 Основные узлы и органы управления

Общий вид зубодолбежного станка показан на рисунке 4, где: 1 - ползун с долбяком; 2 - квадрат для рукоятки перемещения суппорта вручную; 3 - рычаг включения муфты радиальной подачи; 4 - суппорт; 5 - рычаг переключения реверсивной муфты для изменения направления круговой подачи; 6 - механизм круговых подач; 7 - квадрат рукоятки для одновременного вращения стола и долбяка вручную; 8 - кожух сменных зубчатых колес круговой подачи; 9 - рычаги переключения коробки скоростей; 10 - коробка скоростей; 11 - лимб для установки на глубину врезания; 12 - кнопки для управления электродвигателем ускоренного вращения стола с заготовкой; 13 - верхняя станина; 14 - кожух гитары деления; 15 - упор для установки суппорта; 16 - автомат врезания; 17 - кожух сменных зубчатых колес радиальной подачи; 18 - кнопки для управления электродвигателем главного движения; 19 - квадрат рукоятки для вращения вручную кулачка врезания; 20 - тяга качения собачки; 21 - стол; 22 - привод ускоренного вращения стола с заготовкой; 23 - нижняя станина.

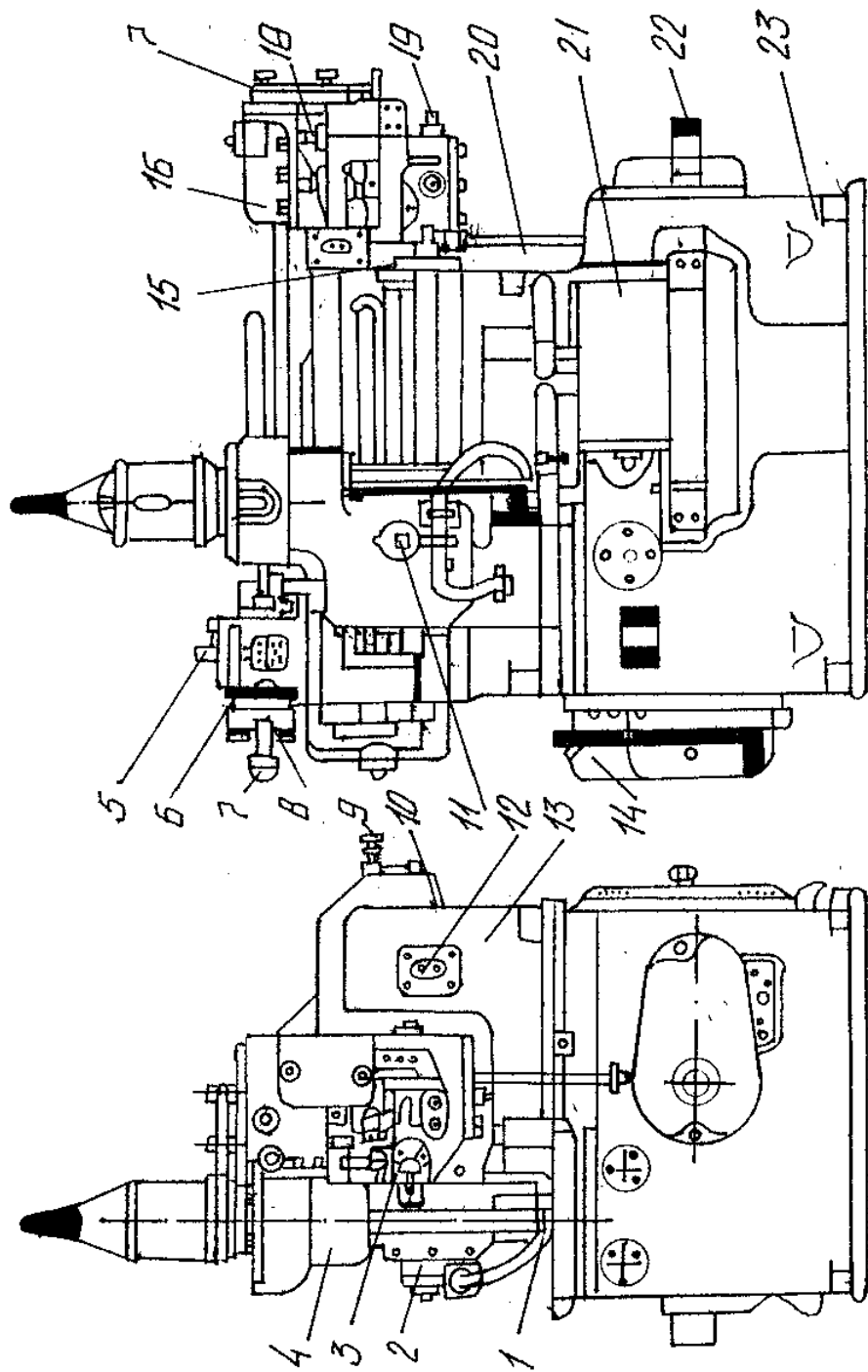


Рисунок 4 - Общий вид зубодолбежного станка мод. 514

3.3 Кинематика станка

Кинематика станка - это совокупность кинематических цепей и элементов, обеспечивающая все требуемые для обработки движения: рабочие (формообразования, врезания), вспомогательные и управления. На рисунке 5 представлена кинематическая схема станка мод.514.

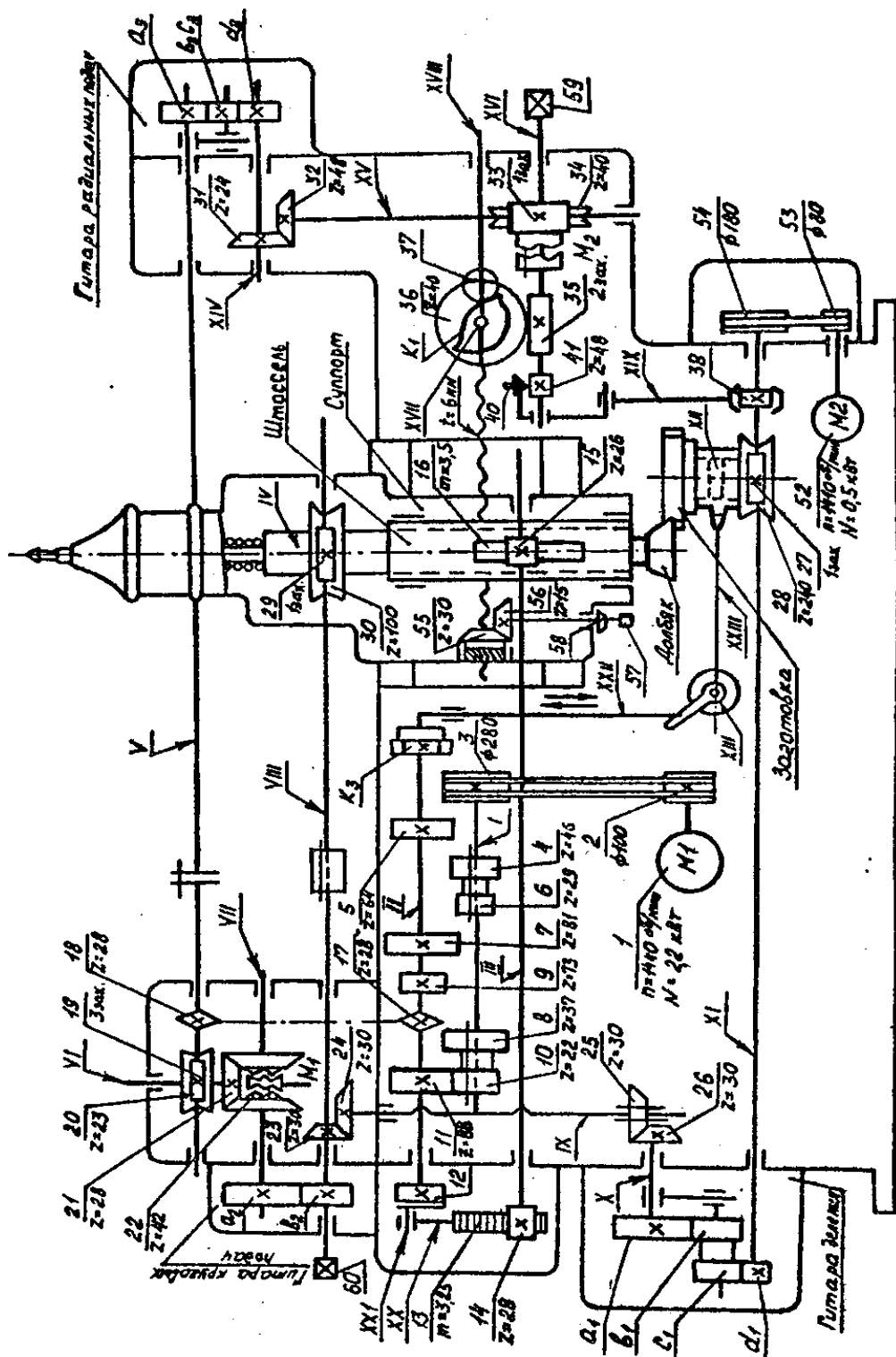


Рисунок 5 - Кинематическая схема зубодолбежного станка мод.514

Соответственно в кинематике станка можно выделить следующие группы:

- главного движения - возвратно-поступательного перемещения долбяка в вертикальной плоскости;
- подачи - вращения долбяка и стола с заготовкой;
- врезания - радиального перемещения долбяка;

- вспомогательных движений и управления циклом.

В группе главного движения предусмотрены две настройки:

- на скорость главного движения (число двойных ходов долбяка в минуту) - коробкой скоростей станка;
- на величину хода долбяка - изменением положения кривошипного пальца.

В группе движения подачи предусмотрено также две настройки:

- на согласованное вращение долбяка и заготовки (движение обкатки) - гитарой деления
- на скорость (величину подачи) - гитарой круговых подач

Группа врезания предусматривает настройку на величину перемещения суппорта с долбяком при врезании в заготовку за один двойной ход - гитарой радиальных подач

Группа вспомогательных движений предусматривает отвод стола с заготовкой от долбяка во время холостого хода - качательное движение, движение счетного механизма, управляющего автоматическим циклом обработки, а также установочное вращение заготовки.

Управление циклом обработки зубчатых колес на станке автоматическое и состоит из выключения привода вращения кулачка подачи на врезание после окончания врезания, включения счетного механизма с началом обкатки, выключения счетного механизма и привода всего станка по окончании обработки зубчатого колеса.

Главное движение - возвратно-поступательное движение долбяка осуществляется от электродвигателя 1, через клиноременную передачу 2-3, четырехступенчатую коробку скоростей (на валу 1 расположены два двойных подвижных блока зубчатых колес 4, 6 и 8, 10, передающих на вал II через колеса 5, 7 и 9, 11 четыре различных скорости вращения) и кривошипно-шатунную передачу.

Шатун XX кривошипного диска 12 с радиальным пазом, в котором установлен подвижный кривошипный палец XXI, на конце имеет зубчатую рейку 13, находящуюся в зацеплении с колесом 14, сидящем на валу III. За один оборот вала II шатун, передвигаясь вместе с рейкой вперед и назад, поворачивает вал III попеременно в обе стороны. В результате этого с помощью зубчатого колеса 15 и кольцевой рейки 16, нарезанной на шпинделе, последний совершает возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости.

Круговая подача- вращение долбяка происходит от вала II через цепную передачу 17-18, червячную пару 19-20, конический реверс 21-22 (от положения муфты M1 зависит направление вращения долбяка и стола), настройки круговых подач на вал VIII, на котором сидит на скользящей шпонке делительный однозаходный червяк 29, находящийся в зацеплении с червячным колесом 30. Колесо 30 жестко связано с гильзой шпинделя и вращается вместе с ним.

Вращение заготовке, установленной на столе XII, сообщает вал VIII по цепи: конические колеса 23-24, вал IX, конические колеса 25-26, вал X, сменные зубчатые колеса гитары деления a1-v1 и c1-d1, вал XI и червячную передачу 27-28.

Движение врезания- подача суппорта с долбяком в сторону заготовки осуществляется кулачком K1. Вращаясь, он воздействует на ролик 37, прикрепленный к винту XVIII и перемещает его вместе с суппортом. Величина врезания зависит от способа обработки, которая может осуществляться в один, два или три прохода.

Цепь вращения кулачка связана с числом двойных ходов долбяка. В процессе врезания включается муфта M2 (рисунок 5, рисунок 6) и вращение от вала V передается через цепь сменных колес a3 - v3 гитары радиальных подач, коническую пару 31-32 и две червячные передачи 33-34, 35-36.

После окончания врезания муфта M2 включает цепь привода вращения кулачка и в работу вступает счетный механизм, от которого в дальнейшем кулачок получает прерывистое вращение до полной обработки зубчатого колеса.

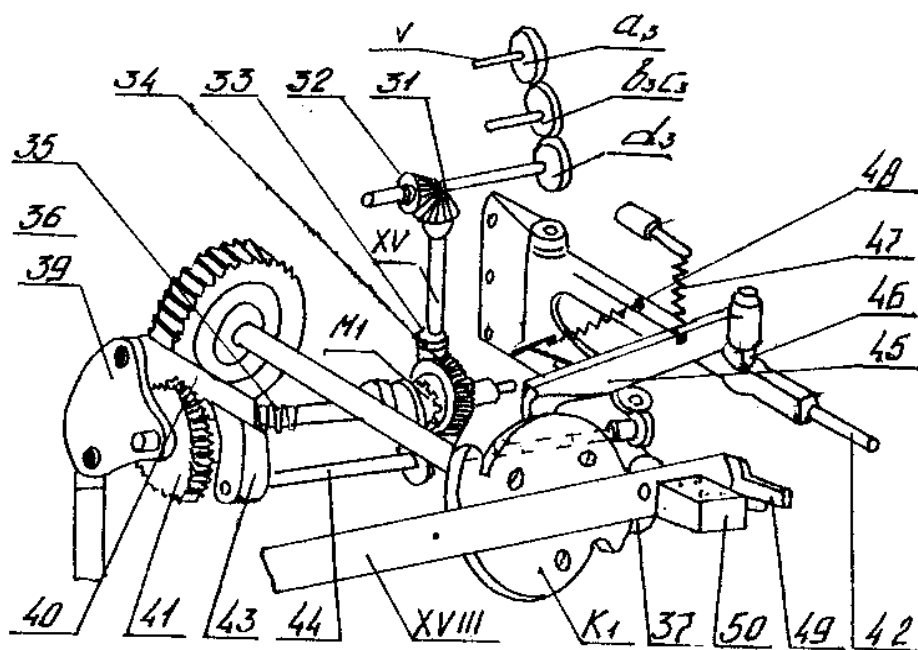


Рисунок 6 - Механизм управления

Качательное движение стола с заготовкой происходит за каждый оборот вала II, который одновременно сообщает двойной ход долбяку. На правом конце вала II закреплен кулачок K3, по которому катятся два жестко соединенных между собой ролика, помещенные в рамке, соединенной с тягой XXII. При вращении кулачка ролики то поднимаются, то опускаются, а тяга XXII качает рычаг сидящий вместе с диском на валу XIII. Палец диска с помощью тяги XXIII отводит стол с заготовкой перед началом обратного хода долбяка и подводит его вновь к началу рабочего хода.

Управление автоматическим циклом обработки зубчатого колеса осуществляется следующим образом:

Кулачок К1 (рисунок 6.) в процессе нарезания зубьев перемещает вправо ролик 37, соединенный с ним винт XVIII и суппорт и устанавливает долбяк последовательно в соответствующее для нарезания положение. Вращение кулачка К1 производится от двух механизмов: механизма радиальной подачи и счетного механизма.

Действие механизма радиальной подачи описано выше. Включение механизма производится поворотом рычага 42 вправо и рычаг закрепляется фиксатором 46. Во время поворота рычага 42 его вилка через тягу 43 включает муфту М2 (сцепив червячное колесо 34 с валом XVI). Одновременно тяга 43 смещает упор 44, который приподнимает собачку 40, расцепляя ее с храповым колесом 41. Левый конец рычага 45 под действием пружины 47 будет опираться на выступ кулачка К1, расположенный на задней его стороне. При своем вращении кулачок отодвигает вправо ролик 37 и соединенный с ним винт VIII, и, таким образом, происходит врезание долбяка в заготовку. До начала врезания долбяк подводится вручную рукояткой 57 (рисунок 5) в соприкосновение с поверхностью заготовки. В момент окончания врезания левый конец фиксаторного рычага 45 соскальзывает с выступа, имеющегося на обратной стороне кулачка К1, а пружина 47 поднимает правый его конец с фиксатором и рычаг 45 освобождается. Последний под действием пружины 48 поворачивается влево и тягой 44 выключает муфту М2, отводит упор 43, освободив при этом собачку 40, которая под влиянием собственного веса опускается и сцепляется с храповиком 41. Кулачок К1 теперь уже приводится в движение валом XI, на котором сидит червяк, вращающий стол XII с заготовкой.

На этом же валу (рисунок 5) эксцентрично насажен кулачок 38 (рисунок 6), сообщающий качательное движение через тягу XIX сектору 39 с укрепленной на нем собачкой 40. При этом за каждый двойной ход собачка захватывает один зуб храпового колеса 41. Ролик 37 в это время будет катиться по цилиндрической части кулачка К1 и поэтому радиальная подача осуществляться не будет.

С момента окончания врезания долбяка на полную высоту зуба начинается процесс обработки заготовки колеса, который продолжается в течение одного оборота стола с заготовкой. Когда цикл обработки заканчивается, ролик 37 попадает во впадину кулачка К1. Винт XVIII вместе с суппортом под действием пружины отойдет влево, выводя долбяк из зацепления с нарезанным колесом. Одновременно упор 49 нажимает на конечный выключатель 50 и останавливает станок.

Установочное вращение стола передается от отдельного электродвигателя 52 через ременную передачу 53-54 на вал XI и делительную червячную передачу 27-28 стола (рисунок 5) и служит для проверки заготовки на радиальное и торцевое биение.

4 НАСТРОЙКА СТАНКА

Настройка станка заключается в настройке всех кинематических цепей и взаимного расположения рабочих органов станка в соответствии с параметрами нарезаемого колеса.

4.1 Исходные данные для расчета настройки

Исходными данными для настройки станка на обработку прямозубого цилиндрического колеса являются:

- модуль нарезаемого колеса - m ;
- число зубьев нарезаемого колеса - z_k ;
- число зубьев долбяка - z_d ;
- ширина зубчатого венца - B ;
- материал заготовки.

Примечание: Вместо числа зубьев нарезаемого колеса z_k может быть задан наружный диаметр заготовки D_n . В этом случае число зубьев z_k определяется из известного соотношения $D_n = D_o + 2m = m z_k + 2m$, т.е.

$$z_k = D_n / m - 2.$$

4.2 Геометрическая настройка станка

Геометрическая настройка станка сводится к расчету длины хода долбяка и установки ее на станке.

4.2.1 Определение длины хода долбяка. Длина хода долбяка определяется по формуле: $L = B + 2U$ (1)
где U - перебега долбяка в каждую сторону от зубчатого венца (рисунок 7).

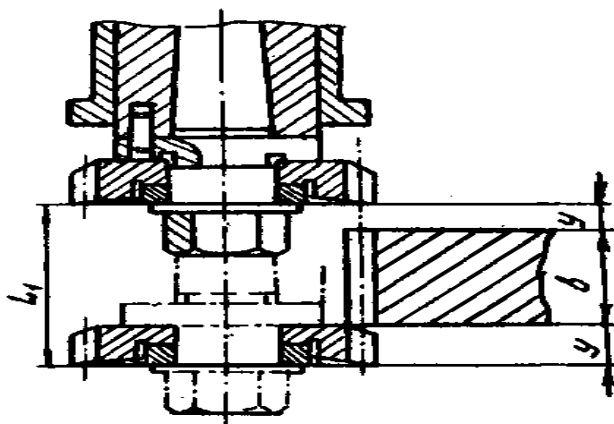


Рисунок 7 - Длина хода долбяка

Величина перебега U при долблении открытых венцов берется 5 мм и выше в зависимости от ширины заготовки (таблица 2). При долблении закрытых венцов величина перебега U берется на 1-2 мм меньше ширины канавки для выхода долбяка.

Таблица 2 – Выбор величины перебега

Ширина зубчатого венца B (мм)	Величина перебега U (мм)
До 25	5
25-50	8
50-60	10
60-75	12
75-100	16
100-125	19

4.2.2 Установка длины хода долбяка относительно заготовки.

Установка длины хода долбяка производится по шкале на диске кривошипного механизма (рисунок 8). Для этого вращаем ключом винт 1 (предварительно отпустив гайку 2) до тех пор, пока стрелка указателя не покажет необходимое деление шкалы. После установки требуемой длины хода долбяка гайку 2 следует туго затянуть.

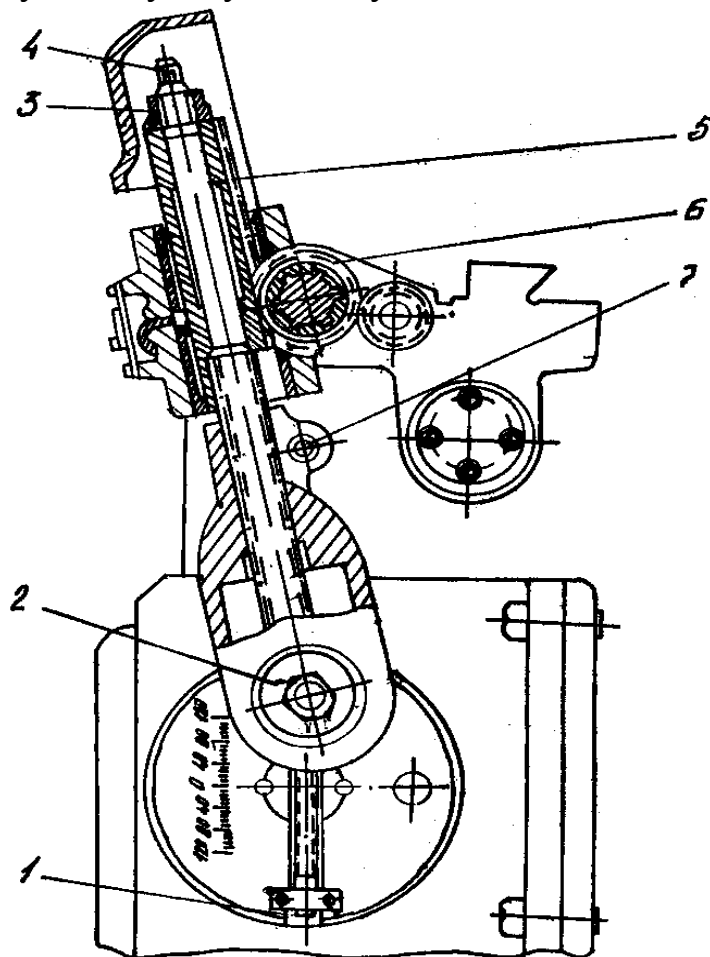


Рисунок 8 - Кривошипно-шатунный механизм

После этого устанавливаем ход долбяка относительно заготовки, чтобы обеспечить расстояние выхода и входа долбяка равным U . Для этого предварительно отпускаем контргайку 3 и винт 7 и, вращая винт 4, перемещаем рейку 5. Рейка 5 приводит во вращение зубчатое колесо 6, находящееся на шлицевом валу III (рисунок 5). Зубчатое колесо 15 (рисунок 5) находясь в зацеплении с рейкой 16, закрепленной на ползуне, перемещает последний, не меняя положения кривошипного диска, до тех пор, пока долбяк не займет положение на расстоянии U от поверхности обрабатываемого колеса. Такое же расстояние должно быть при нижнем положении долбяка, если повернуть кривошипный диск на 180° . По окончании регулирования верхнего и нижнего положения долбяка контргайку 3 и винт 7 разрезной части шатуна нужно закрепить. При обработке блочных колес необходимо, чтобы кромка долбяка отстояла от торцевых плоскостей заготовки не менее чем на 5 мм.

4.2.3 Установка долбяка на глубину врезания. При нарезании колес с модулем до 2 мм применяют однопроходный кулачок подачи (рисунок 9 а). Для получения колес повышенной точности, а также при обработке колес из повышенной твердости стали или с модулем выше 2 мм применяют двух- и трехпроходные кулачки (рисунок 9б и рисунок 9в), в зависимости от обрабатываемого материала и требуемой шероховатости.

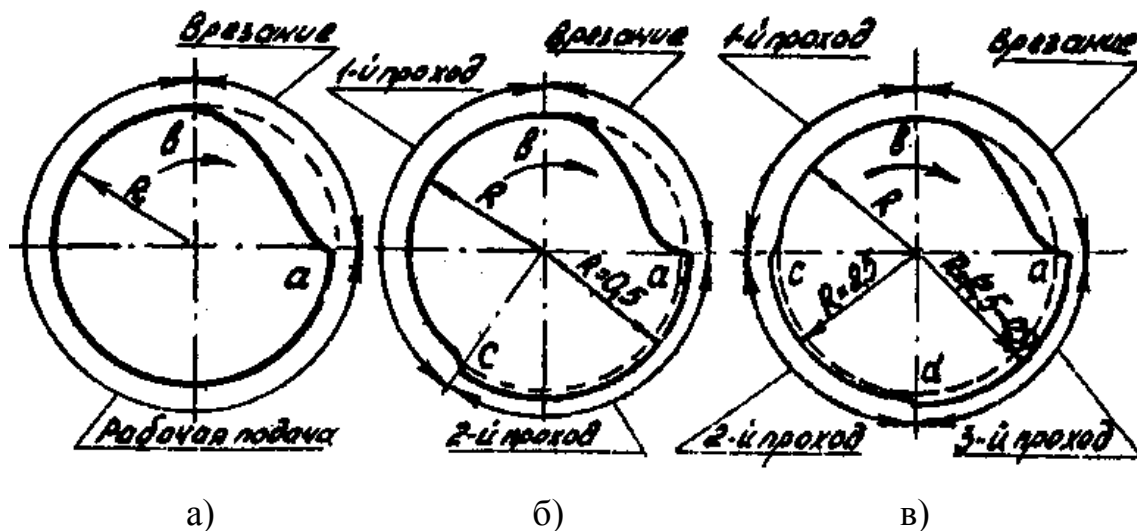


Рисунок 9 - Кулачки подачи на врезание

Установка на глубину врезания производится следующим образом: при выключенной муфте М1 (рисунок 6.) вращаем червячный вал 35 от рукоятки до тех пор, пока ролик 37 вала XVIII окажется в точке а (рисунок 9) кулачка. Поворотом рукоятки, надетой на квадрат 2 (рисунок 1), подводим суппорт к заготовке до легкого прикосновения к ней зуба долбяка. Затем немного поворачиваем вал 35, (рисунок 6), чтобы ролик 37 упал во впадину кулачка К1, и после этого подводим суппорт на полную глубину зуба. производя отсчет по лимбу У квадрата 2.

4.3 Технологическая настройка станка

Целью технологической настройки является реализация параметров технологического процесса нарезания зубьев - числа проходов долбяка, величин подачи и скорости нарезания, которые обеспечиваются настройкой соответствующих кинематических цепей.

4.3.1 Выбор числа проходов и глубины резания. Число проходов q выбираем из таблицы 3. Для колес всех модулей глубину резания при чистовом проходе следует принимать равной 0,5...0,8 мм, а при получистовом 2..3 мм (с увеличением модуля увеличивается глубина).

Таблица 3 - Число проходов q при нарезании долбяком зубьев стальных колес НВ<240

Модуль m (мм)	q			Всего проходов
	Черновых	получистовых	чистовых	
До 2	-	-	1	1
2,5-4	1	-	1	2
4,5-6	1	1	1	3

4.3.2 Настройка цепи круговых подач. Исходными данными для настройки цепи круговых подач являются нормативные величины круговых подач $S_{кр}$ при долблении зубьев и диаметр начальной окружности d долбяка. Величина подачи зависит от твердости материала нарезаемого колеса, модуля, точности, требуемой шероховатости обработки и пр.

Для зубодолбежных станков круговой подачей $S_{кр}$ называют длину дуги по начальной окружности d долбяка, на которую он поворачивается за один двойной ход. При повороте долбяка на один оборот длина дуги составит πd . Ввиду того, что длина дуги за один двойной ход равна, $S_{кр}$ то за время одного оборота долбяк сделает $\pi d/S_{кр}$ двойных ходов. Таким образом, долбяк делает один оборот и за это же время $\pi d/S_{кр}$ двойных ходов. Или иначе (рисунок 5) червячное колесо 30 на шпинделе совершает один оборот, а вал II за это же время проделает $\pi d/S_{кр}$ оборотов. Если вал II принять за начальное звено, а долбяк - за конечное, получим уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ об. долб.} = \pi d/S_{кр} \text{ об. вала II} \cdot i \text{ (от вала II до долбяка),}$$

$$\text{или } 1 = \frac{\pi d}{S_{кр}} \cdot \frac{Z_{17}}{Z_{18}} \cdot \frac{Z_{19}}{Z_{20}} \cdot \frac{Z_{21}}{Z_{22}} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{Z_{29}}{Z_{30}} \quad (2)$$

$$\text{Отсюда: } \frac{a_2}{b_2} = C_s \cdot \frac{S_{кр}}{d} = C_s \cdot \frac{S_{кр}}{m \cdot z_0} \quad (3)$$

где m – модуль нарезаемого колеса (долбяка);

$C_s = 336$ - постоянная цепи круговых подач.

$$\text{Окончательно формула настройки будет иметь вид: } \frac{a_2}{b_2} = 336 \cdot \frac{S_{кр}}{m \cdot z_0} \quad (4)$$

Нормативные средние величины круговых подач при нарезании зубьев колес из стали углеродистой $HB \leq 190$ и серого чугуна $HB = 170...207$ приведены в таблице 4

Таблица 4- Нормативные средние величины круговых подач

Проход	Модуль m (мм)	$S_{кр}$ мм/дв.ход.	Проход	Модуль m (мм)	$S_{кр}$ мм/дв.ход.
Черновой	До 2	0,5	Чистовой	До 6	0,2 – 0,3
	2,5-4	0,45			
	5	0,4			
	6	0,35			

В зависимости от твердости материала изготавливаемого колеса вводят поправочный коэффициент K_s (таблица 5). т.е. принимают $S_{кр} = S_{кр.Т} \cdot K_s$, где $S_{кр.Т}$ - значение круговой подачи, принятое по таблице 4.

Таблица 5 - Поправочные коэффициенты

HB	До 190	190-220	220-240	240-290
K_s	1	0,9	0,8	0,7

На данном станке имеется комплект сменных колес, состоящий из шести пар. Расстояние между осями колес постоянное, сумма зубьев пары $a_2 + b_2 = 89$.

С помощью таблицы 6 можно произвести подбор сменных колес a_2 и b_2 для получения необходимой подачи при использовании стандартного долбяка с диаметром делительной окружности $d_d = 100$ мм.

При диаметрах долбяка, не равных 100 мм, указанные в таблице 6 подачи нужно разделить на 100 и умножить на величину выбранного диаметра долбяка.

Таблица 6 - Сменные колеса гитары круговых подач

$S_{кр}$ мм/дв.ход.	0,17	0,21	0,24	0,3	0,35	0,44
a_2	34	39	42	47	50	55
b_2	55	50	47	42	39	34

4.3.3 Настройка цепи главного движения. Исходными данными для настройки цепи главного движения являются нормативные скорости резания $V_{ср}$ при долблении зубьев и длина хода долбяка L .

Скорость резания $V_{ср}$ выбирается в зависимости от материала обрабатываемой заготовки, модуля m и круговой подачи $S_{кр}$.

Число двойных ходов долбяка в минуту определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{ср}}{2L} \quad (5)$$

Нормативные средние величины скоростей резания приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Скорость резания

$S_{кр}$ мм/дв.ход.	$V_{ср}$ (м/мин) при модуле m (мм)							
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
0,10	39,0	36,6	35,0	33,2	31,8	30,6	29,8	28,3
0,16	32,0	30,2	28,4	27,2	26,0	24,3	22,9	22,0
0,20	29,0	26,5	25,0	23,9	23,0	21,8	20,7	20,0
0,26	25,0	23,9	22,8	21,9	21,0	19,2	17,6	17,0
0,30	23,0	21,5	20,2	19,1	18,0	16,5	15,9	15,2
0,36	22,0	20,6	19,3	18,0	17,0	15,9	15,0	14,5
0,42	20,0	18,9	17,9	16,8	16,0	15,2	14,5	14,0
0,50	17,4	16,3	15,4	15,8	14,2	13,7	13,2	12,6
Стойкость долбяка для черного прохода	300 мин							
Стойкость долбяка для чистового прохода	240 мин							

Примечание: стойкость долбяка для чернового прохода выше, чем стойкость при чистовом проходе за счет того, что допускаемый износ долбяка на черновых проходах 0,8...1 мм, а на чистовых 0,2...0,4 мм.

В зависимости от твердости материала изготавливаемого колеса вводят поправочные коэффициенты K_{HB} и K_T (таблицы 8 и 9), т.е. принимают $V_{cp} = V_{cp.T} \cdot K_{HB} \cdot K_T$, где $V_{cp.T}$ - значение средней скорости, принятое по таблице 7.

На станке можно получить четыре различных числа двойных ходов долбяка в минуту : 125; 178; 253 и 359.

Таблица 8- Поправочные коэффициенты K_{HB} в зависимости от материала заготовки

Материал заготовки	HB	K_{HB}
Сталь конструкционная	200	1,0
Сталь углеродистая	260	0,6
	300	0,4
Сталь легированная	200	0,8
	260	0,5
	300	0,3
Серый чугун	До 200	1,2

Таблица 9 - Поправочные коэффициенты K_T в зависимости от стойкости инструмента

Стойкость (мин)	Обработка	
	Черновая	Чистовая
60	1,35	1,5
120	1,3	1,4
180	1,2	1,35
240	1,1	1,25
300	1,0	1,13
360	0,94	1,0
480	0,9	0,36

4.3.4 Настройка цепи врезания. Исходными данными для настройки цепи врезания являются нормативные величины радиальных подач S_p при долблении зубьев. Величину радиальной подачи выбирают в зависимости от обрабатываемого материала, модуля и др. Подача выражается в миллиметрах перемещения суппорта с долбяком за один двойной ход. Это означает, что за один двойной ход долбяка или за один оборот вала II (рисунок 5) ролик 37 с винтом XVIII должен переместиться на величину радиальной подачи S_p , т.е.: $S_p = i \cdot T_k$, (6)

где i - передаточное отношение цепи от вала II до кулачка 30;

T_k - величина подъема кривой кулачка при одном его обороте.

Уравнение 6 можно переписать следующим образом:

$$S_p = \frac{Z_{17}}{Z_{18}} \cdot \frac{a_3}{b_3} \cdot \frac{c_3}{d_3} \cdot \frac{Z_{31}}{Z_{32}} \cdot \frac{Z_{33}}{Z_{34}} \cdot \frac{Z_{35}}{Z_{36}} \cdot T_k \quad (7)$$

Отсюда:

$$\frac{a_3}{b_3} \cdot \frac{c_3}{d_3} = C_p \cdot S_p \quad (8)$$

где $C_p = 20,8$ - постоянная цепи радиальных подач.

Окончательно формула настройки будет иметь вид:

$$\frac{a_3}{b_3} \cdot \frac{c_3}{d_3} = 20,8 \cdot S_p \quad (9)$$

Величина радиальной подачи S_p принимается по нормативам режимов резания или в зависимости от принятой величины круговой подачи $S_{кр}$:

$$S_p = (0,1...0,3) S_{кр} \quad (10)$$

С помощью таблицы 10 можно произвести подбор сменных колес a_3 и d_3 для получения необходимой радиальной подачи. При этом вместо колес b_3 и c_3 нужно установить паразитное колесо с любым числом зубьев.

Таблица 10 - Сменные колеса гитары радиальных подач

$S_{кр}$ (мм/дв.ход.)	0,024	0,048	0,095
a_3	25	40	50
d_3	50	40	25

4.4 Кинематическая настройка станка

Целью кинематической настройки является создание условий, обеспечивающих такое относительное движение долбяка и заготовки нарезаемого колеса, какое они имели бы, находясь в действительном зацеплении. Это достигается настройкой цепи обката.

4.4.1 Расчет настройки цепи обката. Настройка цепи обката производится с помощью гитары деления. При расчете настройки гитары деления необходимо учитывать, что вращение долбяка и заготовки кинематически связано. Поскольку они вращаются, как два зубчатых колеса, находящиеся в зацеплении, при повороте заготовки на $1/Z$ оборота долбяк должен повернуться на $1/Z_0$ оборота. Приняв его за начальное звено, а стол с заготовкой - за конечное, получим уравнение кинематического баланса (рисунок 5):

$$1/Z \text{ об.заготовки} = 1/Z_0 \text{ об.долбяка} \cdot i$$

где i - передаточное отношение цепи от долбяка до заготовки

$$\text{или: } \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{Z_{29}}{Z_{30}} \cdot \frac{Z_{23}}{Z_{24}} \cdot \frac{Z_{25}}{Z_{26}} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{Z_{27}}{Z_{28}} \quad (11)$$

Отсюда передаточное отношение сменных колес:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = C_0 \cdot \frac{Z_0}{Z_\kappa} \quad (12)$$

где $C_0 = 2,4$ - постоянная цепи обката.

Окончательно формула настройки будет иметь вид:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = 2,4 \cdot \frac{Z_d}{Z_k} \quad (13)$$

Станок укомплектован набором сменных зубчатых колес гитары деления со следующим числом зубьев: 20, 23, 24, 25, 26, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 45, 47, 48, 50, 55, 58, 60, 62, 65, 68, 70, 74, 75, 80, 85, 90, 92, 95, 96, 97, 98, 100 и 120.

4.5 Определение основного времени нарезания колеса.

Основное время (в мин.) нарезания колес:

$$T_{осн} = \frac{\pi \cdot m \cdot Z_k}{n \cdot S_{кр}} \cdot q + \frac{h}{n \cdot S_p} \quad (14)$$

где Z_k - число нарезаемых зубьев;

$h = 2,25 m$ - высота зуба;

q - число проходов.

5 НАЛАДКА СТАНКА

После согласования с преподавателем правильности проведенного расчета настройки станка и внимательного изучения методического руководства приступаем к наладке станка на обработку зубчатого колеса с заданными параметрами.

Наладку станка следует произвести в следующей последовательности:

- установить долбяк;
- установить заготовку;
- установить длину хода долбяка относительно обрабатываемой детали;
- установить число двойных ходов долбяка;
- установить долбяк на глубину врезания;
- настроить гитару деления;
- настроить гитару круговых подач;
- настроить гитару радиальных подач;
- запустить станок;
- остановить станок и снять нарезанное колесо;
- произвести контроль зубчатого колеса.

6 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ:

- зубодолбежный полуавтомат модели 514;
- штангенциркуль;
- цилиндрическая заготовка .

7 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

- ознакомиться с правилами техники безопасности и содержанием методических указаний;
- изучить назначение, устройство, кинематику и взаимодействие механизмов станка;

- произвести расчет настройки станка для изготовления прямозубого цилиндрического колеса;
- по расчету настройки станка произвести его наладку;
- обработать зубья цилиндрического зубчатого колеса и произвести контроль;
- составить отчет по работе;
- ответить на контрольные вопросы.

8 ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

- отчет оформляется грамотно, от руки на сброшюрованных листах формата А (210x297 мм);
- отчет составляется каждым студентом индивидуально;
- отчет должен включать следующие структурные элементы:
 - а) титульный лист (оформляется в соответствии с приложением А);
 - б) цель работы;
 - в) основную часть;
 - г) выводы;
 - д) список использованной литературы (оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.12);

9 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ЗУБОДОЛБЕЖНОМ СТАНКЕ

- настройку, наладку и работу на зубодолбежном станке производить только в присутствии лаборанта или преподавателя, проводящих занятия;
- сосредоточить внимание на выполняемой работе, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры, не отвлекать других;
- перед настройкой гитар сменных колес станок должен быть обесточен;
- привести в порядок одежду: застегнуть или подвязать обшлага рукавов; девушки должны убрать волосы под косынку, повязанную без свисающих концов; надеть защитные очки;
- запрещается работать на станке в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами без резиновых напальчников;
- перед включением станка убедиться, что пуск его никому не угрожает опасностью;
- проверить на холостом ходу исправность органов управления (механизма главного движения, подачи, пуска, остановки движения и др.);
- во время работы станка не брать и не подавать через работающий станок какие-либо предметны; не опираться на станок; не открывать защитные крышки гитар настройки;
- при возникновении вибрации остановить станок. Принять меры к устранению вибрации; проверить крепление долбяка и заготовки;
- если на металлических частях станка обнаружено напряжение (ощущение тока), электродвигатель работает на две фазы (гудит),

заземляющий провод оборван,- остановить станок и немедленно доложить учебному мастеру или преподавателю о неисправности электрооборудования;

- остерегаться заусенцев на заготовке и детали;
- после нарезания зубьев цилиндрического колеса станок выключить; привести в порядок рабочее место - убрать со станка стружку, очистить станок от грязи, вытереть и смазать трущиеся части станка.

10 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Назовите основные узлы станка и покажите их на станке.
- Каким инструментам нарезаются колеса?
- От чего зависит число проходов?
- Назовите начальное и конечное звено цепи главного движения. Покажите эту цепь на кинематической схеме. Как устанавливается необходимое число двойных ходов долбяка?
- Назовите начальное и конечное звенья цепей круговых и радиальных подач. Покажите на кинематической схеме эти цепи и их звенья настройки.
- Назовите начальное и конечное звено цепи обката. Покажите на кинематической схеме эту цепь и звено настройки.
- Как определяется основное время нарезания колеса?
- В какой последовательности производится наладка станка на обработку зубчатого колеса?

11 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО АлтГТУ 12570-2013 Система менеджмента качества. Образовательный стандарт высшего профессионального образования АлтГТУ. Общие требования к текстовым, графическим и программным документам;
2. СТО АлтГТУ 12700-2013 Система менеджмента качества. Образовательный стандарт высшего профессионального образования АлтГТУ. Занятия лабораторные. Общие требования к организации, проведению и методическому обеспечению;
3. Лоскутов В.В., Ничков А.Г. Зубообрабатывающие станки. М.; Машиностроение, 1978.- 192 с.;
4. ГОСТ 1643-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Форма титульного листа отчета по лабораторной работе

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И.Ползунова (АлтГТУ)»

Факультет (институт) _____

Кафедра _____

наименование кафедры

Отчет защищен с оценкой _____

Преподаватель _____

(подпись)

(и.о. фамилия)

“ ”

20__ г.

дата

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № _____

название лабораторной работы

по дисциплине _____

наименование дисциплины

обозначение документа

Студент группы _____

и.о., фамилия

Преподаватель _____

должность, ученое звание

и.о., фамилия

БАРНАУЛ 20__

Ятло Иван Иванович, Буканова Ирина Сергеевна

Расчет настройки и наладка зубодолбежного полуавтомата модели 514:
Методические указания к лабораторным работам по курсам «Оборудование
машиностроительных производств» для студентов направления 151900 всех
форм обучения; «Металлорежущие станки» для студентов специальности
151001 всех форм обучения. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова -
Барнаул: 2013.-22 с. режим доступа: <http://otm.iff.altstu.ru>