

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-27 01 01 «Экономика и организация производства
(по направлениям)» дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2019

УДК 621.7
ББК 34.4
М 38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«07» марта 2019 г., протокол № 8

Составители: канд. техн. наук, доц. П. Ф. Котиков;
канд. техн. наук, доц. В. А. Логвин

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. Д. Камчицкая

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для
студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства
(по направлениям)».

Учебно-методическое издание

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевнича

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

1 Изучение процесса сварки металлов.....	4
2 Изучение кинематики, конструкции и технологических возможностей вертикально-сверлильного станка модели 2А125.....	10
3 Изучение кинематики, конструкции и технологических возможностей токарно-винторезного станка модели 16Д25.....	16
4 Изучение кинематики, конструкции и технологических возможностей фрезерного станка модели ВФ-130.....	18
5 Изучение кинематики, конструкции зубофрезерного станка модели 5Е32.....	21
6 Изучение кинематики, конструкции зубодолбежного станка модели 5В12.....	25
7 Изучение процесса ионно-плазменной обработки металлов и сплавов.....	29
Список литературы.....	33



1 Изучение процесса сварки металлов

Цель работы: ознакомление с видами сварки.

1.1 Классификация сварки металлов

ГОСТ 19521–74 устанавливает классификацию сварки металлов по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

Физические признаки, в зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, подразделяются на три класса:

- 1) термический класс: виды сварки, осуществляемые плавлением с использованием тепловой энергии;
- 2) термомеханический класс: виды сварки, осуществляемые с использованием тепловой энергии и давления;
- 3) механический класс: виды сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления.

К техническим признакам относятся: способ защиты металла в зоне сварки, непрерывность сварки, степень механизации сварки.

1.2 Термический класс

1.2.1 Сварочная дуга.

Сварочной дугой называют длительный мощный электрический разряд в ионизированной среде. При этом начальная фаза среды может быть любой: твердой, например, сварочный флюс; жидкой, например, вода; газообразной, например, аргон; плазменной.

Температура в столбе сварочной дуги колеблется от 5000 до 12000 К и зависит от состава газовой среды дуги.

1.2.2 Сварка неплавящимся электродом.

При сварке неплавящимся электродом в защитном газе (рисунок 1.1) в зону дуги, горячей между неплавящимся электродом и изделием, через сопло подается защитный газ, защищающий неплавящийся электрод и расплавленный основной металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

Неплавящийся электрод изготавливают из графита, вольфрама, меди, меди со вставкой из тугоплавкого металла – вольфрама, циркония, гафния.

Защитный газ должен быть инертен к металлу электрода и к свариваемому металлу. В качестве защитного газа при сварке вольфрамовым электродом применяют аргон, гелий, смесь аргона и гелия; для сварки меди медным электродом или медным электродом со вставкой из гафния (циркония) – азот.



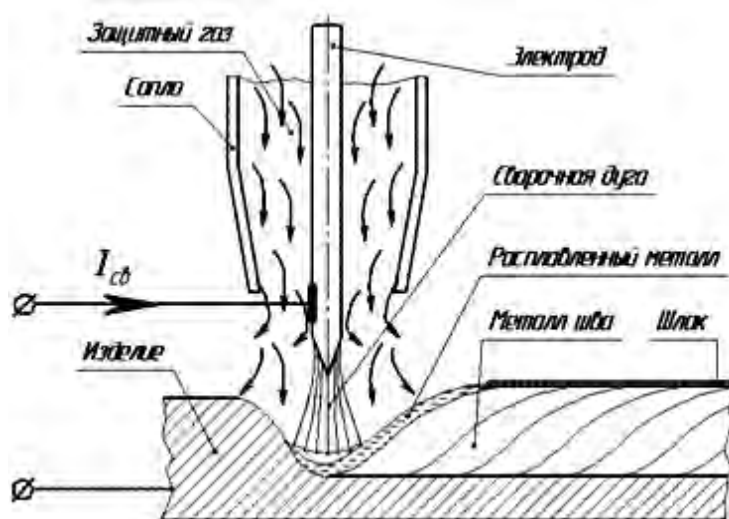


Рисунок 1.1 – Схема сварки неплавящимся электродом

1.2.3 Полуавтоматическая сварка проволокой в защитных газах.

В качестве электрода используется металлическая проволока (Св.0,8Г2С), к которой через специальное приспособление (токопроводящий наконечник) подводится ток. Электрическая дуга расплавляет проволоку, и для обеспечения постоянной длины дуги проволока подаётся автоматически механизмом подачи проволоки. Для защиты от атмосферы применяются защитные газы (аргон, гелий, углекислый газ и их смеси), подающиеся из сварочной горелки вместе с электродной проволокой. При отсутствии возможности проводить полуавтоматическую сварку в среде защитных газов также применяют самозащитную проволоку (порошковую). Следует заметить, что углекислый газ является активным газом – при высоких температурах происходит его диссоциация с выделением кислорода. Выделившийся кислород окисляет металл. В связи с этим приходится в сварочную проволоку вводить раскислители (такие, как марганец и кремний). Другим следствием влияния кислорода, также связанным с окислением, является резкое снижение поверхностного натяжения, что приводит, среди прочего, к более интенсивному разбрызгиванию металла, чем при сварке в аргоне или гелии.

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 1.2) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием, через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

1.2.4 Ручная дуговая сварка.

Для сварки используют электрод с нанесённым на его поверхность покрытием (рисунок 1.3).

При плавлении обмазки образуется защитный слой, отделяющий зону сварки от атмосферных газов (азота, кислорода) и способствующий легирова-

нию шва, повышению стабильности горения дуги, удалению неметаллических включений из металла шва, формированию шва и т. д. Электросварка может производиться постоянным током обеих полярностей или переменным током; выбор зависит от типа электрода и свариваемых материалов.

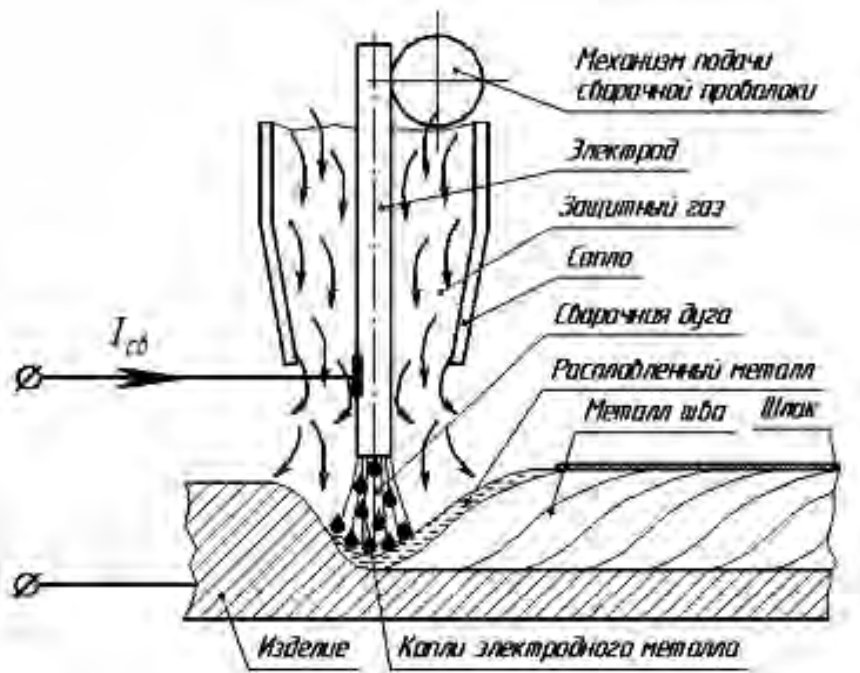


Рисунок 1.2 – Схема сварки в защитных газах

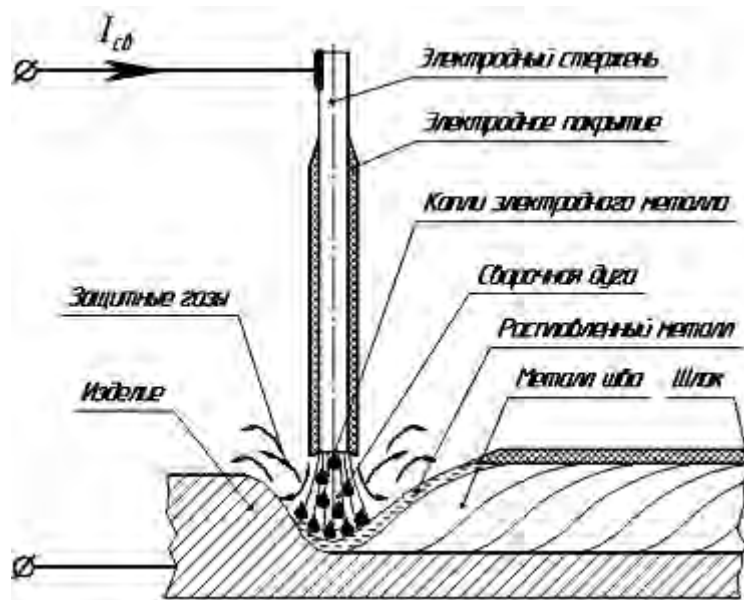


Рисунок 1.3 – Схема сварки покрытым металлическим электродом

Ручная и полуавтоматическая импульсная сварка алюминия является более сложным процессом, чем электродуговая сварка чёрных металлов. Причиной тому – уникальные свойства алюминиевых сплавов, за которые они и ценятся.

1.2.5 Сварка под флюсом.

При этом способе сварки электрическая дуга горит под зернистым сыпучим материалом, называемым сварочным флюсом (рисунок 1.4).

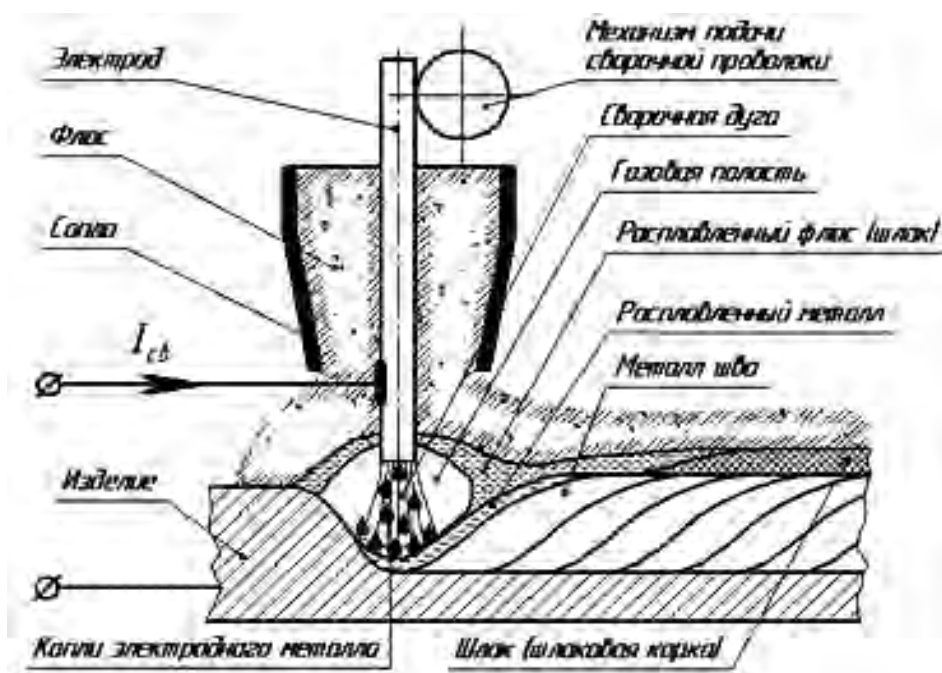


Рисунок 1.4 – Схема сварки под флюсом

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Неизрасходованная часть флюса специальным пневматическим устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

Достоинства способа: повышенная производительность; минимальные потери электродного металла (не более 2 %); отсутствие брызг; максимально надёжная защита зоны сварки; минимальная чувствительность к образованию оксидов; мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги; не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса; низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва; малые затраты на подготовку кадров; отсутствует влияние субъективного фактора.

Недостатки способа: трудозатраты с производством, хранением и подго-

товкой сварочных флюсов; трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия; неблагоприятное воздействие на оператора; нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

1.3 Термомеханический класс

1.3.1 Контактная сварка.

При сварке происходят два последовательных процесса: нагрев свариваемых изделий до пластического состояния и их совместное пластическое деформирование.

1.3.2 Точечная сварка.

При точечной сварке детали зажимаются в электродах сварочной машины или специальных сварочных клещах. После этого между электродами начинает протекать большой ток, который разогревает металл деталей в месте их контакта до температур плавления. Затем ток отключается и осуществляется «проковка» за счёт увеличения силы сжатия электродов. Металл кристаллизуется при сжатых электродах и образуется сварное соединение.

1.3.3 Стыковая сварка.

Заготовки сваривают по всей плоскости их касания. В зависимости от марки металла, площади сечения заготовок и требований к качеству соединения стыковую сварку можно выполнять одним из способов.

1.3.3.1 Стыковая сварка сопротивлением.

Заготовки, установленные и закреплённые в стыковой машине, прижимают одну к другой усилием определённой величины, после чего по ним пропускают электрический ток. При нагревании металла в зоне сварки до пластического состояния происходит осадка. Ток выключают до окончания осадки. Данный способ сварки требует механической обработки и тщательной зачистки поверхностей торцов заготовок.

Неравномерность нагрева и окисление металла на торцах заготовок понижают качество сварки сопротивлением, что ограничивает область её применения. С увеличением сечения заготовок качество сварки снижается особенно заметно, главным образом, из-за образования окислов в стыке.

1.3.3.2 Стыковая сварка непрерывным оплавлением.

Состоит из двух стадий: оплавления и осадки. Заготовки устанавливают в зажимах машины, затем включают ток и медленно сближают их. При этом торцы заготовок касаются в одной или нескольких точках. В местах касания образуются перемычки, которые мгновенно испаряются и взрываются. Взрывы сопровождаются характерным выбросом из стыка мелких капель расплавленного металла. Образующиеся пары металла играют роль защитной атмосферы и уменьшают окисление расплавленного металла. При дальнейшем сближении

заготовок образование и взрыв перемычек происходят на других участках торцов. В результате заготовки прогреваются в глубину, а на торцах возникает тонкий слой расплавленного металла, облегчающий удаление окислов из стыка. В процессе оплавления заготовки укорачиваются на заданный припуск. Оплавление должно быть устойчивым (непрерывное протекание тока при отсутствии короткого замыкания заготовок), особенно перед осадкой.

Стыковую сварку оплавлением применяют для соединения заготовок сечением до 0,1 м². Типичными изделиями являются элементы трубчатых конструкций, колеса, рельсы, железобетонная арматура, листы, трубы.

1.3.4 Сварка трением.

Существует несколько схем сварки трением, первой появилась соосная. Суть процесса состоит в следующем: на специальном оборудовании (машине сварки трением) одна из свариваемых деталей устанавливается во вращающийся патрон, вторая крепится в неподвижный суппорт, который имеет возможность перемещения вдоль оси. Деталь, установленная в патрон, начинает вращаться, а деталь, установленная в суппорте, приближается к первой и достаточно большим давлением воздействует на неё. В результате трения одного торца о другой происходит износ поверхностей и слои металла разных деталей приближаются друг к другу на расстояния, соразмерные размеру атомов. Начинают действовать атомные связи (образуются и разрушаются общие атомные облака), в результате возникает тепловая энергия, которая нагревает в локальной зоне концы заготовок до температурыковки. По достижении необходимых параметров патрон резко останавливается, а суппорт продолжает давить ещё какое-то время, в результате образуется неразъёмное соединение. Сварка происходит в твёрдой фазе, аналогично кузнечной сковке.

Способ достаточно экономичный. Автоматизированные установки для сварки трением потребляют электроэнергию в 9 раз меньше, чем установки для контактной сварки. Соединяются детали за считанные секунды, при этом практически нет газовых выделений. При прочих преимуществах получается высокое качество сварки, т. к. не возникает пористости, включений, раковин. При постоянстве режимов, обеспечиваемых автоматикой оборудования, гарантируется постоянство качества сварного соединения, что, в свою очередь, позволяет исключить дорогостоящий 100-процентный контроль при обеспечении качества. К недостаткам следует отнести:

- сложность необходимого оборудования;
- узкий спектр применения метода (свариваются тела вращения в стык);
- невозможность применения в непроизводственных условиях;
- диаметры свариваемых деталей от 4 до 250 мм.

Способ позволяет сваривать разнородные материалы: медь и алюминий, медь и сталь, алюминий и сталь, в том числе те, что невозможно сварить другими способами.



Контрольные вопросы

- 1 Классы сварки.
- 2 Сварка неплавящимся электродом.
- 3 Полуавтоматическая сварка проволокой в защитных газах.
Ручная дуговая сварка.
- 5 Сварка под флюсом.
- 6 Стыковая сварка непрерывным оплавлением.
- 7 Сварка трением.

2 Изучение кинематики, конструкции и технологических возможностей вертикально-сверлильного станка модели 2A125

Цель работы: изучение кинематики, конструкции, технологических возможностей и настройки вертикально-сверлильного станка на сверление отверстия.

2.1 Назначение и область применения

Универсальный вертикально-сверлильный станок модели 2A125 предназначен для работы в ремонтных, инструментальных и производственных цехах с мелкосерийным выпуском продукции. Снабженный специальными приспособлениями он может применяться в массовом производстве.

Станок рассчитан на условный диаметр сверления 25 мм и имеет двигатель мощностью $N = 4,0$ кВт.

Наличие на станке девятискоростной коробки скоростей с диапазоном регулирования 68...1100 мин и одиннадцатискоростной коробки подач с диапазоном регулирования подач шпинделя 0,12...1,6 мм/об обеспечивает полную избирательность нормативных режимов резания для диаметров до 25 мм при сверлении, рассверливании, зенковании, развертывании, а также при нарезании резьбы (благодаря наличию электрореверса). Жесткость конструкции, прочность рабочих механизмов и достаточная мощность привода позволяют использовать на станке режущий инструмент, оснащенный твердым сплавом.

2.2 Основные данные станка

Основные технические характеристики вертикально-сверлильного станка представлены в таблице 2.1.

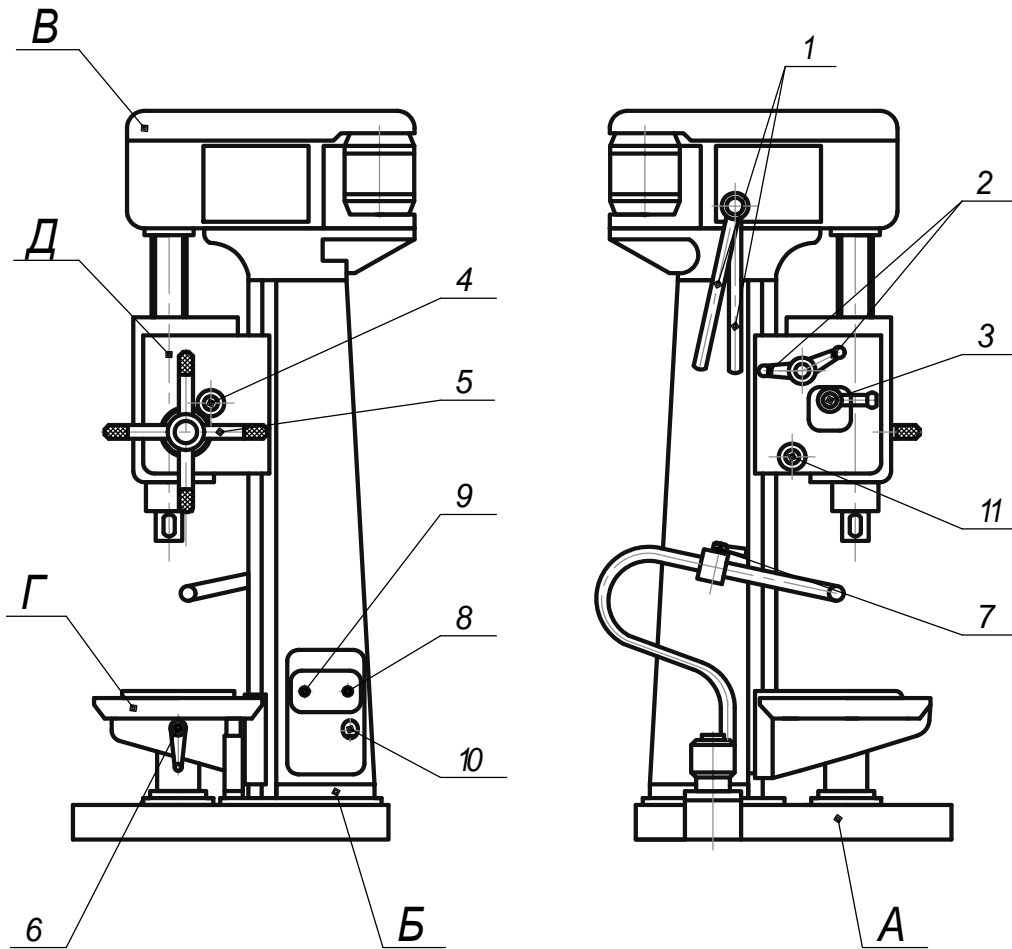
Таблица 2.1 – Основные данные станка

Основная техническая характеристика вертикально-сверлильного станка	Значение технической характеристики
Условный диаметр сверления	25
Конус шпинделя	Морзе № 4
Ход шпинделя, мм	225
Ход шпиндельной бабки, мм	200
Число скоростей шпинделя	9
Величина скоростей шпинделя, мин	68; 100; 140; 195; 275; 400; 530; 750; 1100
Число подач	11
Величины подач, мм/об	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,32; 0,43; 0,57; 0,725; 0,96; 1,22; 1,6
Электрический реверс	Ручной и автоматический
Ход стола, мм	325
Размер рабочей поверхности стола, мм	450×500
Электродвигатель: мощность, кВт частота вращения, мин род тока	4,0 2860 Трехфазный, переменный, 380 В
Габариты станка (длина × ширина × высота), мм	1280 × 838 × 2500
Масса станка, кг	1300

2.3 Узлы и органы управления

Станок модели 2A135 состоит из узлов, показанных на рисунке 2.1.





А – фундаментальная плита; Б – колонна; В – коробка скоростей; Г – стол; Д – шпиндельная бабка с коробкой подач; 1 – рукоятка переключения; 2 – рукоятки переключения подач; 3 – рукоятка включения электродвигателя; 4 – кулачки автоматического реверса и выключения подачи; 5 – штурвал; 6 – рукоятка подъема стола; 7 – кран подачи СОЖ; 8 – выключатель местного освещения; 9 – сетевой выключатель; 10 – квадрат подъема шпиндельной бабки

Рисунок 2.1 – Общий вид станка модели 2А125

2.4 Настройка станка для обработки отверстий

2.4.1 Режим резания.

Глубина резания t . При сверлении в сплошном металле $t = D/2$; при зенковании, рассверливании и развертывании $t = 0,5 (D - d)$.

Подача S равна перемещению сверла или детали по оси за один оборот (сверла или детали) и измеряется в миллиметрах на оборот.

Скорость резания при сверлении V , м/мин, определяется по формуле

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot k_v, \quad (2.1)$$

где k_v – общий поправочный коэффициент;
 C_v – постоянный коэффициент (таблица 2.2);

q, m, y – степенные коэффициенты (см. таблицу 2.2);

D – диаметр инструмента, мм;

T – период стойкости инструмента (таблица 2.3), мин;

S – подача инструмента (таблица 2.4), мм/об.

$$k_v = k_{lv} \cdot k_{mv} \cdot k_{uv}, \quad (2.2)$$

где k_{mv} – поправочный коэффициент в зависимости от обрабатываемого материала (таблица 2.5);

k_{lv} – поправочный коэффициент в зависимости от глубины сверления (таблица 2.6);

k_{uv} – поправочный коэффициент в зависимости от материала (таблица 2.7).

Таблица 2.2 – Значения коэффициента C_v и показателей степени

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Подача, мм/об	Коэффициент и показатель степени				Охлаждение
			S	C_v	y	m	
Сталь конструкционная углеродистая, $\sigma_B = 750$ МПа	P6M5	$\leq 0,2$	7,0	0,40	0,70	0,20	Есть
		$> 0,2$	9,8		0,50		
Сталь жаропрочная	P6M5	–	3,5	0,5	0,45	0,12	
Чугун серый, 190 НВ	P6M5	$\leq 0,3$	14,7	0,25	0,55	0,125	Нет
		$> 0,3$	17,1		0,40		
Чугун ковкий, 150 НВ	VK8	–	34,2	0,45	0,30	0,20	Нет
		P6M5	$\leq 0,3$	21,8	0,25	0,55	0,125
	$> 0,3$	25,3	0,40				
Чугун ковкий, 150 НВ	VK8	–	40,4	0,45	0,3	0,20	Нет

Таблица 2.3 – Средние значения периода стойкости сверл T

Инструмент (операция)	Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Стойкость T , мин, при диаметре инструмента, мм							
			до 5	6...10	11...20	21...30	31...40	41...50	51...60	61...80
Сверло (сверление и рассверливание)	Конструкционная, углеродистая и легированная сталь	Быстро-режущая сталь	15	25	45	50	70	90	110	–
		Твердый сплав	8	15	20	25	35	45	–	–
Сверло (сверление и рассверливание)	Серый и ковкий чугун	Быстро-режущая сталь	20	35	60	75	105	140	170	–
		Твердый сплав	15	25	45	50	70	90	–	–

Таблица 2.4 – Подача при сверлении сверлами из стали Р6М5

Диаметр сверл, мм	Сталь				Серый и ковкий чугун	
	≤ 160 НВ	160...240 НВ	240...300 НВ	> 300 НВ	НВ ≤ 170	НВ ≥ 170
2...4	0,09...0,13	0,008...0,10	0,006...0,007	0,04...0,06	0,12...0,18	0,09...0,12
4...6	0,13...0,19	0,10...0,15	0,007...0,11	0,06...0,09	0,18...0,27	0,12...0,18
6...8	0,19...0,26	0,15...0,20	0,11...0,14	0,09...0,12	0,27...0,36	0,18...0,24
8...10	0,26...0,32	0,20...0,25	0,14...0,17	0,12...0,15	0,36...0,45	0,24...0,31
10...12	0,32...0,36	0,25...0,28	0,17...0,20	0,15...0,17	0,45...0,55	0,31...0,35
12...16	0,36...0,43	0,28...0,33	0,20...0,23	0,17...0,20	0,55...0,66	0,35...0,41
16...20	0,43...0,49	0,33...0,38	0,23...0,27	0,20...0,23	0,66...0,76	0,41...0,47
20...25	0,49...0,58	0,38...0,43	0,27...0,32	0,23...0,26	0,76...0,89	0,47...0,54
25...30	0,58...0,62	0,43...0,48	0,32...0,35	0,26...0,29	0,89...0,96	0,54...0,60
30...40	0,62...0,78	0,48...0,58	0,35...0,42	0,29...0,35	0,96...1,19	0,60...0,71
40...50	0,78...0,89	0,58...0,66	0,42...0,48	0,35...0,40	1,19...1,36	0,71...0,8

Таблица 2.5 – Поправочный коэффициент скорости резания k_{mv}

Твердость, НВ	100...120	120...140	140...150	140...160	150...180	160...180	180...200	200...220	220...240	240...260
Чугун серый	–	1,63	1,45	1,35	1,20	1,15	1,0	0,85	0,77	0,69
Чугун ковкий	1,83	1,46	1,22	1,12	0,94	0,92	0,88	–	–	–

Таблица 2.6 – Поправочный коэффициент скорости резания k_{lv} на глубину сверления

Параметры	Сверление					Рассверливание, зенкерование, развёртывание
	3D	4D	5D	6D	8D	
Глубина обрабатываемого отверстия	3D	4D	5D	6D	8D	–
Коэффициент k_{lv}	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	1,0

Таблица 2.7 – Поправочный коэффициент скорости резания k_{lv}

Обрабатываемый материал	Значение коэффициента k_{lv} в зависимости от марки инструментального материала					
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T30K4	BK8
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,0	1,4	0,4
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	BK8	T5K10	T15K6	P6M5	–	–
Сталь закаленная	35...50 HRC				35...50 HRC	
	T15K6	T30K4	BK6	BK8	BK4	BK6
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	–	–
	0,83	1,0	1,1	1,15		



Значения коэффициентов C_v и показателей степени приведены в таблице 2.2; значение периода стойкости T – в таблице 2.3.

2.4.2 Настройка станка.

Для настройки станка необходимо:

- 1) рассчитать глубину резания согласно заданию (таблица 2.8) и выбрать подачу (см. таблицу 2.4);
- 2) по формуле (2.1) подсчитать скорость сверления;
- 3) рассчитать частоту вращения сверла:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (2.3)$$

- 4) по паспорту станка (см. таблицу 2.1) выбрать частоту вращения сверла;
- 5) рассчитать действительную скорость резания:

$$V_{действ.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{стан.}}{1000}; \quad (2.4)$$

- 6) установить частоту вращения сверла и подачу на станке;
- 7) просверлить отверстие.

Таблица 2.8 – Исходные данные

Диаметр отверстия, мм	Материал режущей части	Обрабатываемый материал	Твердость	Глубина сверления, мм
8	T15K6	Сталь жаропрочная	160 НВ	15
12	P6M5	Сталь конструкционная	180 НВ	24
14	BK8	Чугун серый	140 НВ	35
16	P6M5	Чугун ковкий	200 НВ	48
18	P6M5	Сталь жаропрочная	260 НВ	49
10	BK8	Сталь конструкционная	310 НВ	70
18	P6M5	Чугун серый	150 НВ	75
16	P6M5	Чугун ковкий	180 НВ	75
14	T5K10	Сталь жаропрочная	170 НВ	65
12	P6M5	Сталь конструкционная	220 НВ	54
10	BK8	Чугун серый	165 НВ	45
6	P6M5	Чугун ковкий	185 НВ	25
22	P6M5	Сталь жаропрочная	280 НВ	65
16	P6M5	Сталь конструкционная	190 НВ	60

Для свёрл с режущей частью из твёрдого сплава учитывать поправочный коэффициент на подачу 0,6.



Контрольные вопросы

- 1 Конструкция станка по общему виду.
- 2 Назначение станка.
- 3 Расшифровка марки станка 2A125.
- 4 Движения в станке по кинематической схеме.
- 5 Уравнения кинематического баланса цепи главного движения.
- 6 Уравнения кинематического баланса цепи подачи.

3 Изучение кинематики, конструкции и технологических возможностей токарно-винторезного станка модели 16Д25

Цель работы: изучение кинематики, конструкции, технологических возможностей и настройка токарно-винторезного станка.

3.1 Назначение станка

Станок предназначен для выполнения разнообразных токарных работ: продольная и поперечная обточки; обработка конусов и других поверхностей тел вращения; нарезание резьб различных типов; сверление; зенкерование и расточка отверстий; с помощью копировального устройства на станке можно выполнять копировальные работы.

Станок применяется в условиях мелкосерийного и индивидуального производства, в ремонтных и инструментальных цехах.

3.2 Основные узлы и органы управления

В конструкцию станка входят (рисунок 3.1):

- станина *A*, на которой монтируют все механизмы станка;
- шпиндельная (передняя) бабка, жестко базирующаяся на станине при сборке станка. В случае необходимости регулировки в горизонтальной плоскости следует снять облицовку коробки подач, ослабить винты, крепящие переднюю бабку, и специальным регулировочным винтом отрегулировать положение оси шпинделя по пробным проточка до нужной точности. В передней бабке размещены коробка скоростей *B*, шпиндельный узел и другие элементы;
- коробка подач *B* расположена на шпиндельной бабке и служит для передачи движения суппорту *D* в продольном и поперечном направлениях с заданной подачей с помощью ходового винта при нарезании резьбы или ходового вала при обработке других поверхностей, а также для включения ходового винта;
- суппорт *D*, который крепится к фартуку *Г* станины винтами, несёт резцедержатель с резцом и сообщает ему относительно оси заготовки продольное и поперечное движение в горизонтальной плоскости. Суппорт состоит из нижних салазок (каретки), перемещающихся по направляющим станка. По направляющим нижних салазок в направлении, перпендикулярном линии центров, пере-



мещаются поперечные салазки, на которых установлена резцовая каретка с резцедержателем.

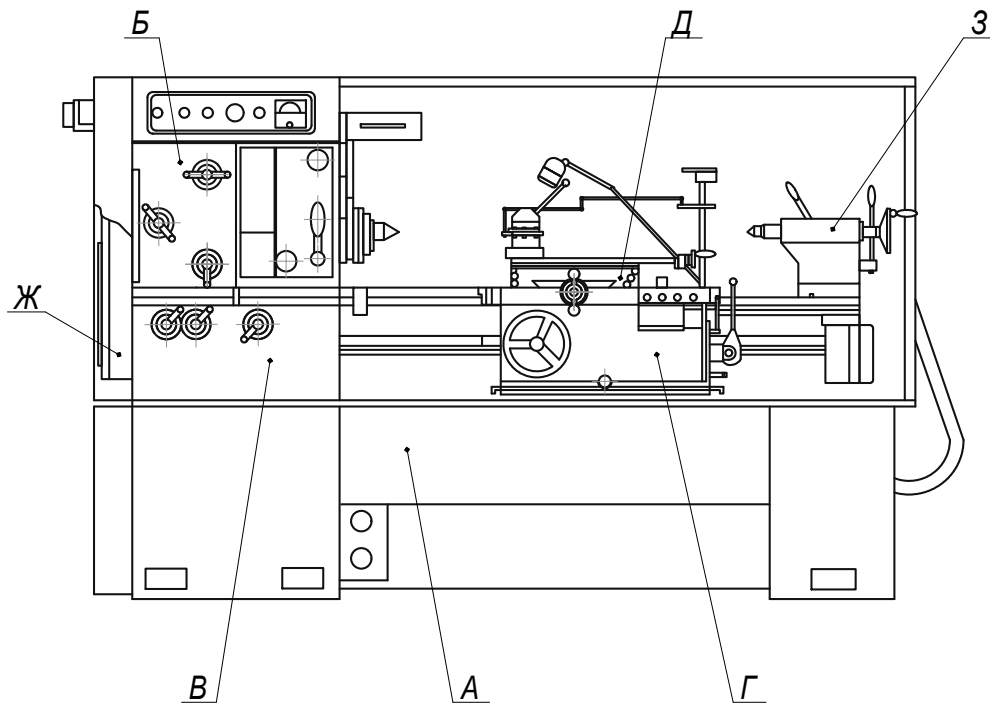


Рисунок 3.1 – Расположение составных частей станка модели 16Д25

Фартук служит для передачи движения суппорту в продольном и поперечном направлениях от ходового винта или ходового вала.

Задняя бабка 3 расположена на направляющих станины. В пиноли задней бабки может быть установлен центр для поддержки обрабатываемой заготовки или осевой инструмент (сверло, развёртка и т. п.) для обработки центрального отверстия в заготовке, закреплённой в патроне.

Коробка скоростей служит для обеспечения требуемой скорости резания. Наличие на станке двадцатисемискоростной коробки скоростей позволяет произвести обработку в широком диапазоне при соблюдении режимов резания, близких к оптимальным.

3.3 Движение в станке и кинематическая схема станка

Главное движение, определяющее скорость резания, – вращение шпинделя, несущего заготовку.

Движением, определяющим величины продольных и поперечных подач, является движение суппорта, на котором установлены резцы, а при обработке детали концевым инструментом движение подачи получает задняя бабка или пиноль задней бабки.

Вспомогательные движения в станке:

- ускоренная продольная и поперечная подача;
- ручное перемещение каретки (при обработке конических поверхностей);
- ручное перемещение пиноли задней бабки (только перемещение).

Продольная подача выражается значением перемещения суппорта за один оборот шпинделя. Конечными звеньями этой цепи являются шпиндель и реечная передача.

Конечные звенья поперечной подачи – шпиндель и ходовой винт.

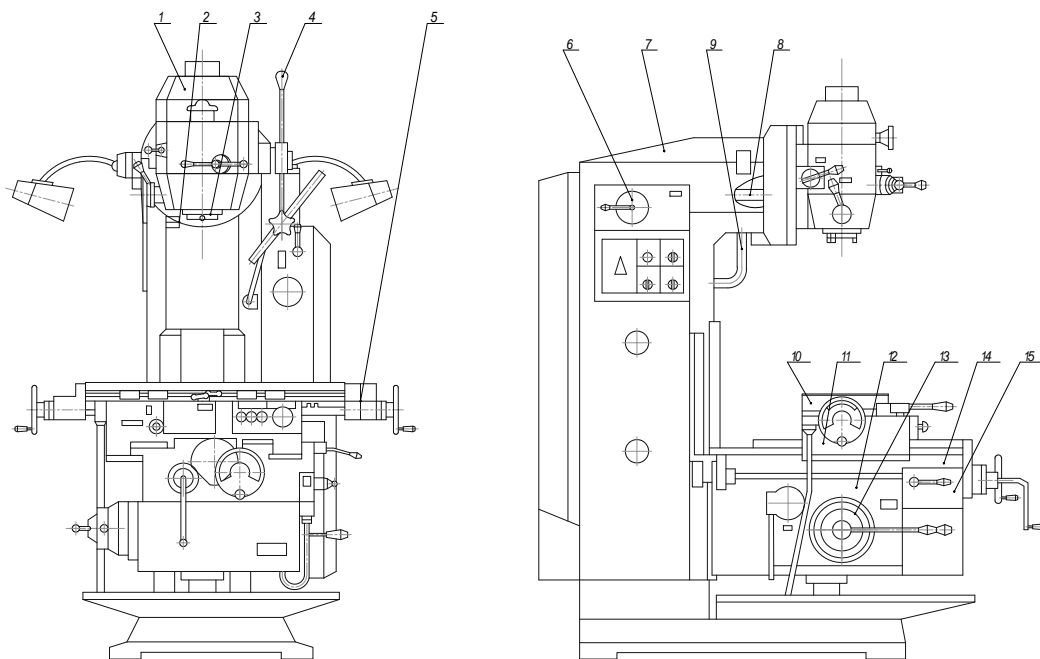
На станке можно нарезать метрические, дюймовые, модульные и питчевые резьбы, для чего предусмотрено наличие специальных подач.

4 Изучение кинематики, конструкции и технологических возможностей фрезерного станка модели ВФ-130

Цель работы: ознакомление с кинематикой, конструкцией и назначением фрезерных станков.

4.1 Назначение станка

Станок (рисунок 4.1) предназначен для выполнения всех видов фрезерных работ.



1 – фрезерная головка; 2 – цилиндр подъема; 3 – шпиндель; 4 – механизм быстрого перемещения шпинделя; 5 – кронштейн; 6 – механизм переключения скорости; 7 – стойка; 8 – главный привод; 9 – система охлаждения; 10 – стол; 11 – салазки; 12 – коробка подач; 13 – механизм переключения коробки подач; 14 – консоль; 15 – механизм выключения подач

Рисунок 4.1 – Общий вид вертикально-фрезерного станка модели ВФ-130

В зависимости от типа применяемых фрез можно осуществлять фрезерование плоскостей, уступов, пазов, косозубых колес и другие виды работ.

Краткая характеристика станка.

Размер рабочей площади стола, мм:

длина.....	800
ширина.....	260
Ход стола, мм:	
поперечный.....	220
продольный.....	500
Число ступеней частот вращения шпинделя	12
Число ступеней подач стола.....	18

4.2 Движение в станке и кинематическая схема станка

Главное движение – вращательное движение фрезы.

Движение подачи – продольное или поперечное перемещение стола или вертикальное перемещение консоли.

4.3 Привод главного движения

Вращение шпинделя (вал VII) осуществляется от асинхронного электродвигателя 1 мощностью 3 кВт и $n = 145 \text{ мин}^{-1}$ через клиномерную передачу 2–3 и коробку скоростей.

Путем перемещения блоков 4–5, 6–7, 8–9 по шлицевому валу II на валах III и IV получаем шесть скоростей; благодаря перебору (пары 18–20 или 19–22) на шпинделе VII – 12.

В общем виде цепь главного движения имеет вид:

$$n_{\text{шп}} = 1425 \cdot \frac{100}{189} \cdot 0,985 \cdot \left| \frac{51}{51} \right| \cdot \left| \frac{60}{42} \right| \cdot \left| \frac{42}{60} \right| \cdot \frac{23}{23} \cdot \left| \frac{67}{24} \right| \cdot \left| \frac{24}{67} \right| \cdot \frac{36}{54} \cdot \frac{54}{38} \cdot \left| \frac{21}{81} \right| \cdot \left| \frac{27}{75} \right|$$

Задание

Составить уравнение кинематического баланса для n_{min} ; n_{max} .

4.4 Привод подач

Перемещение стола имеет 18 рабочих и одну ускоренную подачи. Привод подач осуществляется от асинхронного электродвигателя 35 через валы XIII, XIV, коробку подач (валы XV, XVI, XVII, XVIII) и кинематическую цепь консоли (XIX, XX, XXI, XXII).



Цепь вертикальной подачи

$$S_{\text{верт}} = 1370 \cdot \frac{43}{81} \cdot \frac{35}{93} \cdot \left| \frac{26/64}{30/60} \right| \cdot \left| \frac{26/64}{40/82} \right| \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{37}{44} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{24}{36} \cdot t_{x.в.}$$

Цепь поперечной подачи

$$S_{\text{попер}} = 1370 \cdot \frac{43}{81} \cdot \frac{35}{93} \cdot \left| \frac{26/64}{30/60} \right| \cdot \left| \frac{26/64}{40/82} \right| \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{37}{44} \cdot \frac{48}{52} \cdot \frac{38}{54} \cdot t_{x.в.}$$

Цепь продольной подачи

$$S_{\text{прод}} = 1370 \cdot \frac{43}{81} \cdot \frac{35}{93} \cdot \left| \frac{26/64}{30/60} \right| \cdot \left| \frac{26/64}{40/82} \right| \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{37}{44} \cdot \frac{48}{52} \cdot \frac{17}{24} \cdot \frac{28}{28} \cdot t_{x.в.}$$

Конические шестерни 64 и 65 на валу XXII сидят свободно для вращения и передают вращение винту 66 только при включении муфты влево или вправо, при этом продольное перемещение стола реверсируется.

Вертикальное перемещение стола вверх или вниз осуществляется при сцеплении муфты с шестернями – кулачками 59 или 72. Аналогично происходит поперечное перемещение стола при помощи муфты и шестерни – кулачков 75 и 77. Ускоренное перемещение стол получает при использовании обгонной муфты 55 вала XVIII коробки подач.

Контрольные вопросы

- 1 Конструкция станка по общему виду.
- 2 Назначение станка.
- 3 Движения в станке по кинематической схеме.
- 4 Уравнения кинематического баланса цепи главного движения.
- 5 Уравнения кинематического баланса цепи продольной подачи.
- 6 Уравнения кинематического баланса цепи поперечной подачи.
- 7 Уравнения кинематического баланса цепи вертикальной подачи.



5 Изучение кинематики, конструкции зубофрезерного станка модели 5Е32

Цель работы: ознакомление с назначением, кинематикой и конструкцией зубофрезерного станка модели 5Е32; овладение практическими навыками по настройке и наладке станка для нарезания цилиндрических косозубых и червячных колес.

5.1 Назначение станка

Станок модели 5Е32 является универсальным и предназначен для фрезерования цилиндрических прямозубых и косозубых, а также червячных колес.

Червячные колеса могут нарезаться с радиальной и осевой подачей фрезы. В последнем случае необходим протяжной суппорт, который поставляется со станком по специальному заказу.

Станок рассчитан на работу червячными фрезами из быстрорежущей стали.

Нарезание зубчатых колес производится по способу обкатки червячной фрезы и обрабатываемой заготовки.

Техническая характеристика станка

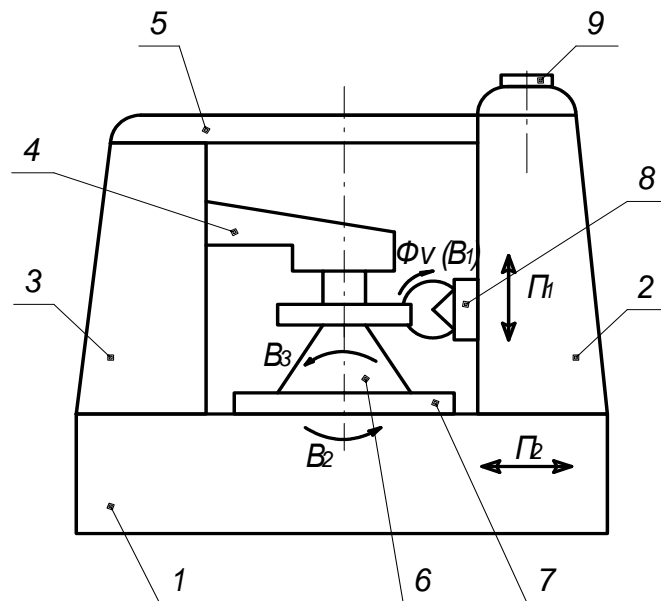
Наибольший диаметр обрабатываемой шестерни, мм:	
без контрподдержки.....	800
с контрподдержкой	450
Наибольший нарезаемый модуль, мм:	
по стали	6
по чугуну	8
Наибольшая ширина обработки, мм	280
Расстояние между осями стола и фрезы, мм:	
наибольшее	480
наименьшее	30
Расстояние от плоскости стола до оси фрезы, мм:	
наибольшее	525
наименьшее	190
Наибольшие размеры фрезы, мм:	
длина.....	130
диаметр.....	150
Пределы частот вращения фрезы, мин ⁻¹ :	
минимальная частота вращения	53,5
максимальная частота вращения	250
Пределы радиальных подач фрезы, мм/об	
минимальная подача	0,12
максимальная подача	1,2
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	4,5



5.2 Основные узлы и органы управления станка

Общий вид зубофрезерного станка представлен на рисунке 5.1.

На основании (станине) 1 установлены подвижная стойка 2, перемещающаяся по горизонтальным направляющим в радиальном направлении, поворотный стол 7, неподвижная стойка 3 с контрподдержкой 4. Подвижная и неподвижная стойки соединены поперечиной 5. Заготовка устанавливается и закрепляется на оправке 6, установленной на поворотном столе 7. В процессе обработки оправка закрепляется контрподдержкой 4. Инструмент устанавливается на оправке, закреплённой во фрезерной головке 8, перемещающейся по вертикальным направляющим подвижной стойки 2.



1 – основание (станина); 2 – подвижная стойка; 3 – неподвижная стойка; 4 – контрподдержка; 5 – поперечина; 6 – оправка; 7 – поворотный стол; 8 – фрезерный суппорт; 9 – маховик

Рисунок 5.1 – Общий вид зубофрезерного станка

5.3 Кинематическая схема станка

Кинематическая схема зубофрезерного станка 5Е32 представлена на рисунке 5.2.

Кинематическая схема включает в себя шесть кинематических цепей:

- 1) цепь главного движения;
- 2) цепь деления нарезаемой заготовки (цепь обката);
- 3) цепь вертикальных подач фрезы;
- 4) цепь радиальных подач подвижной стойки;
- 5) дифференциальная цепь;
- 6) цепь ускоренных передвижений суппорта и подвижной стойки.

Цепь главного движения. Вращение фрезы осуществляется от электродвигателя 1 через шкивы 2/3, шестерни 4/5 или 6/7, сменные шестерни А/В, конические шестерни 8/9, 10/11 и 12/13, шестерни 14/15. Необходимая частота вращения фрезы настраивается за счет сменных шестерен А и В.

Цепь деления нарезаемой заготовки. Делительная цепь связывает вращение фрезы с вращением заготовки. Эти два элементарных движения образуют одно сложное движение формообразования. За один оборот червячной фрезы стол с заготовкой должен повернуться на k/z оборотов, где k – число заходов фрезы; z – число зубьев нарезаемой заготовки.

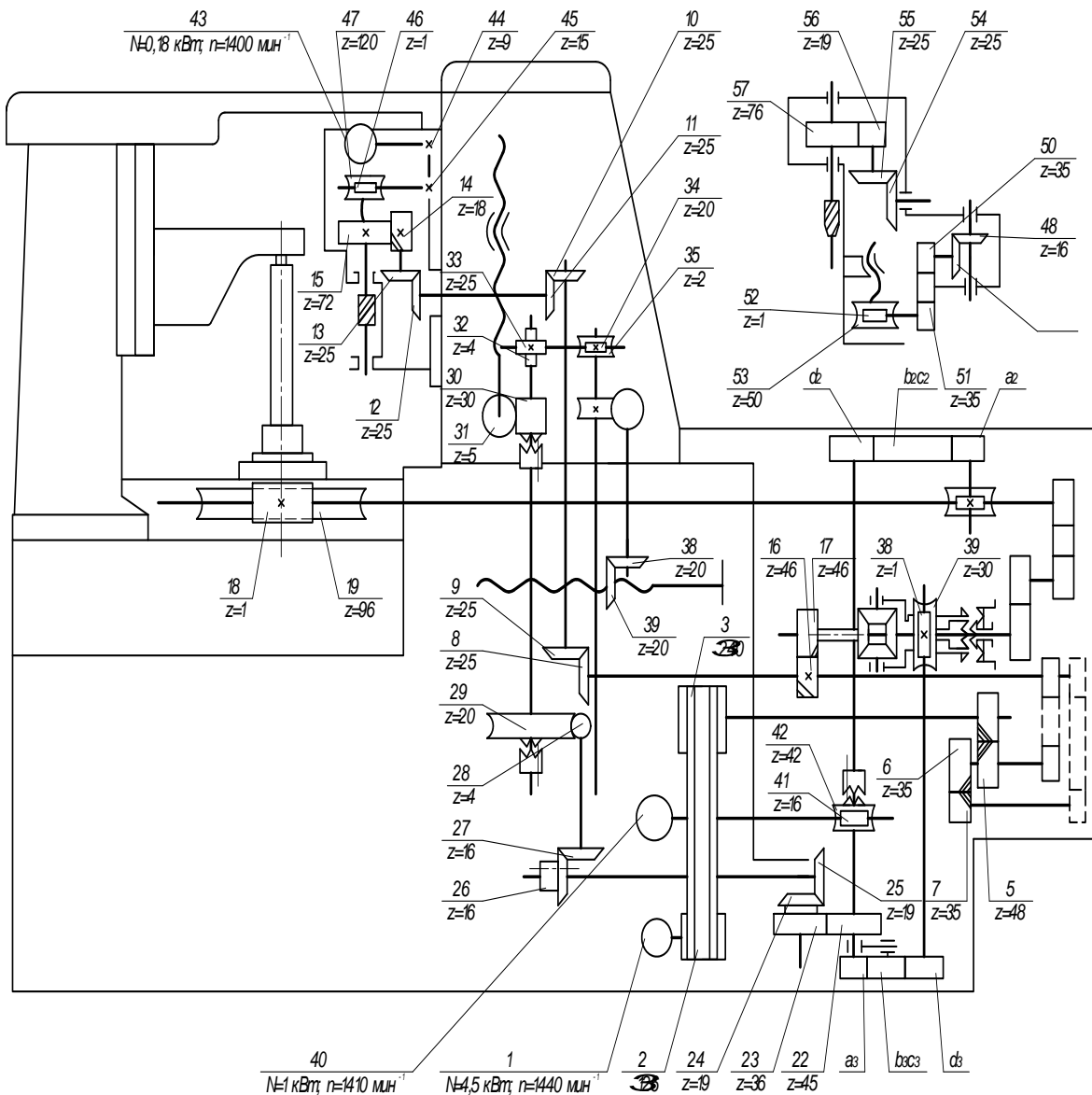


Рисунок 5.2 – Кинематическая схема станка

Вращение фрезы связано с вращением заготовки через шестерни 14/15, 13/12, 11/10, 9/8, 16/17, конический дифференциал с передаточным отношением $i_d = 1$, шестерни перебора e/f, шестерни гитары деления a/b, c/d и червячную передачу 18/19. Настройка цепи обката производится подбором сменных шестерен a/b и c/d.

Цепь вертикальных подач фрезерного суппорта. При нарезании цилиндрических колес с прямыми или косыми зубьями фрезерному суппорту сообщается вертикальная подача. Величина подачи измеряется в миллиметрах на оборот заготовки.

Вращение заготовки и перемещение фрезы связаны между собой кинематической цепью 19/18, 20/21, а/в, с/d, 22/23, 24/25, 26/27, 28/29, 30/31, винт с шагом $t = 10$ мм. Настройка величины подачи осуществляется сменными шестернями а/в и с/d.

Цепь радиальных подач фрезерной стойки. При нарезании червячных колес нормальной точности используется способ радиальной подачи, при котором фрезе сообщается подача в горизонтальной плоскости. Для этого подвижная стойка с фрезерным суппортом получает перемещение в радиальном направлении. Вращение заготовки и радиальное перемещение фрезы связаны между собой кинематической цепью 19/18, 20/21, a_1/v_1 , c_1/d_1 , 22/23, 24/25, 26/27, 28/29, 32/33, 34/35, 36/37, 38/39, винт с шагом $t = 10$ мм.

Дифференциальная цепь. Дифференциальная цепь применяется при:

- нарезании цилиндрических колес с косыми зубьями;
- нарезании цилиндрических колес с прямыми зубьями, когда число зубьев колеса выражено простым числом, например, 127, 157, 101;
- нарезании червячных колес методом осевых подач.

При нарезании цилиндрических колес с косыми зубьями за счет дифференциальной цепи заготовке сообщается дополнительное вращение, которое связано с вертикальным перемещением фрезы. Время перемещения фрезы на шаг T винтовой линии нарезаемой заготовки соответствует ± 1 дополнительному обороту заготовки.

Знак «+» принимается при различных направлениях винтовой линии зубьев нарезаемого колеса и витков фрезы; знак «-» – при одинаковых.

Дополнительное вращение стол получает от ходового винта XVI с шагом $t = 10$ мм, через червячную передачу 31/30, 29/28, 7/26, 25/24, сменные шестерни гитары дифференциала a_2/v_2 , c_2/d_2 , червячную передачу 4/41, дифференциал ($i_d = 2$), шестерни e/f, гитару а/в, с/d и червячную передачу 18/19. Настройка цепи дифференциала производится при помощи гитары a_2/v_2 , c_2/d_2 .

Контрольные вопросы

- 1 Конструкция станка по общему виду.
- 2 Назначение станка.
- 3 Расшифровка марки станка 5E32.
- 4 Движения в станке по структурной схеме.
- 5 Уравнения кинематического баланса цепей настройки.
- 6 Движения заготовки и режущего инструмента, необходимые для нарезания прямозубых, косозубых и червячных колес на зубофрезерном станке.



6 Изучение кинематики, конструкции зубодолбежного станка модели 5В12

Цель работы: ознакомление с назначением, кинематикой и конструкцией зубодолбежного станка модели 5В12; овладение практическими навыками по настройке и наладке станка для нарезания цилиндрических прямозубых колес.

6.1 Назначение станка

На зубодолбежных станках нарезание зубьев производят методом обката круглыми долбяками и зубчатыми гребёнками, а также методом копирования специальными многолезцовыми головками. Нарезание зубьев круглыми долбяками является основным и наиболее распространённым методом, зубчатые гребёнки применяют в основном при нарезании крупномодульных колёс. Зубодолбление колёс с модулем до 3 мм даёт производительность примерно такую же, как и при зубофрезеровании. При увеличении модуля производительность зубодолбления уменьшается. На зубодолбежных станках долбяками класса АА достигается 6-я степень точности колеса, А – 7-я и класса В – 8-я. Шероховатость поверхности профиля зубьев $Ra = 0,8 \dots 1,6$ мкм.

Характерным параметром станков данного типа является максимальный диаметр обрабатываемого колеса.

Зубодолбежный станок модели 5В12 предназначен для нарезания прямозубых цилиндрических зубчатых колёс наружного и внутреннего зацепления по методу обката. В процессе работы станка воспроизводится зацепление двух зубчатых колес. Функцию одного колеса выполняет режущий инструмент – долбяк, а функцию другого – нарезаемая шестерня.

На станке особенно удобно обрабатывать блочные колеса и зубчатые секторы. Кроме того, можно обрабатывать короткие шлицевые валики, звездочки, храповые колеса; с помощью специального приспособления – зубчатые рейки.

Техническая характеристика станка

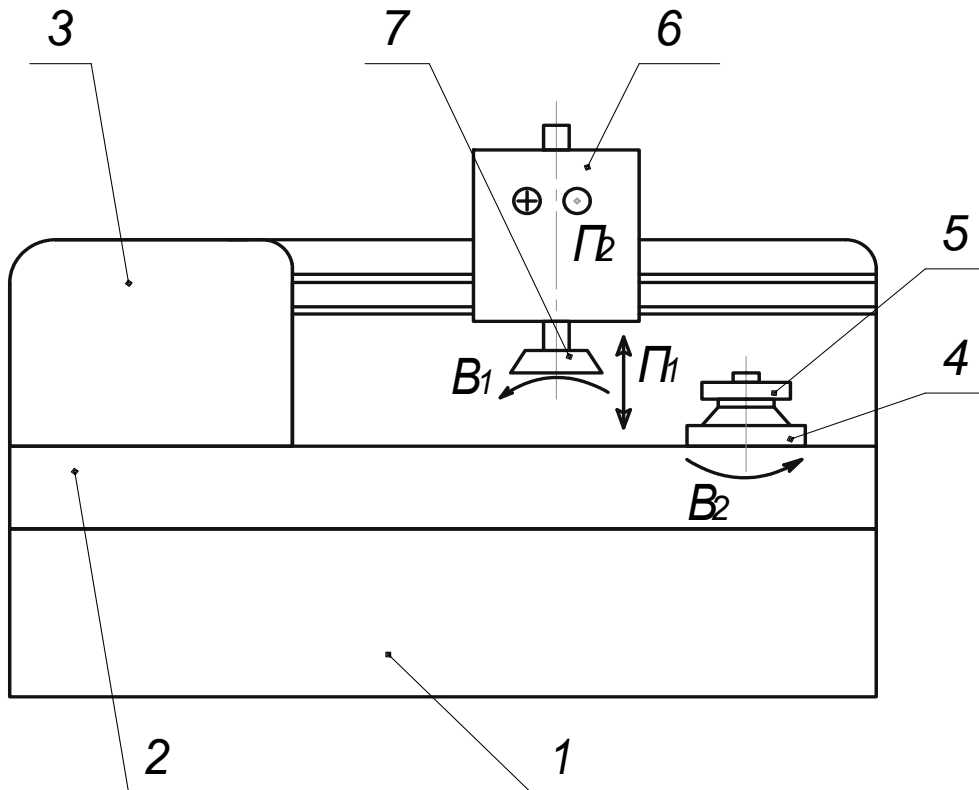
Наибольший диаметр обрабатываемых колес, мм:	
наружного зацепления	200
внутреннего зацепления	220
Наибольшая сторона нарезаемого зуба, мм:	
наружного закрепления	50
внутреннего закрепления	30
Пределы нарезаемых модулей, мм	1...4
Номинальный диаметр долбяка, мм	75
Наибольший ход штосселя, мм	55
Конус отверстия шпинделя	Морзе 13
Размер оправки, мм.....	31,743
Число двойных ходов долбяка, мин	200, 315, 425, 600



Пределы круговых подач на один двойной ход долбяка, мм	0,1...0,46
Мощность электродвигателя главного движения, кВт.....	2,2

6.2 Основные узлы и органы управления станка

Общий вид зубодолбежного станка представлен на рисунке 6.1.



1 – нижняя станина; 2 – средняя станина; 3 – верхняя станина; 4 – стол; 5 – заготовка; 6 – суппорт; 7 – инструмент (долбяк)

Рисунок 6.1 – Общий вид зубодолбежного станка

6.3 Кинематическая схема станка

Кинематическая схема зубофрезерного станка 5Е32 представлена на рисунке 6.2.

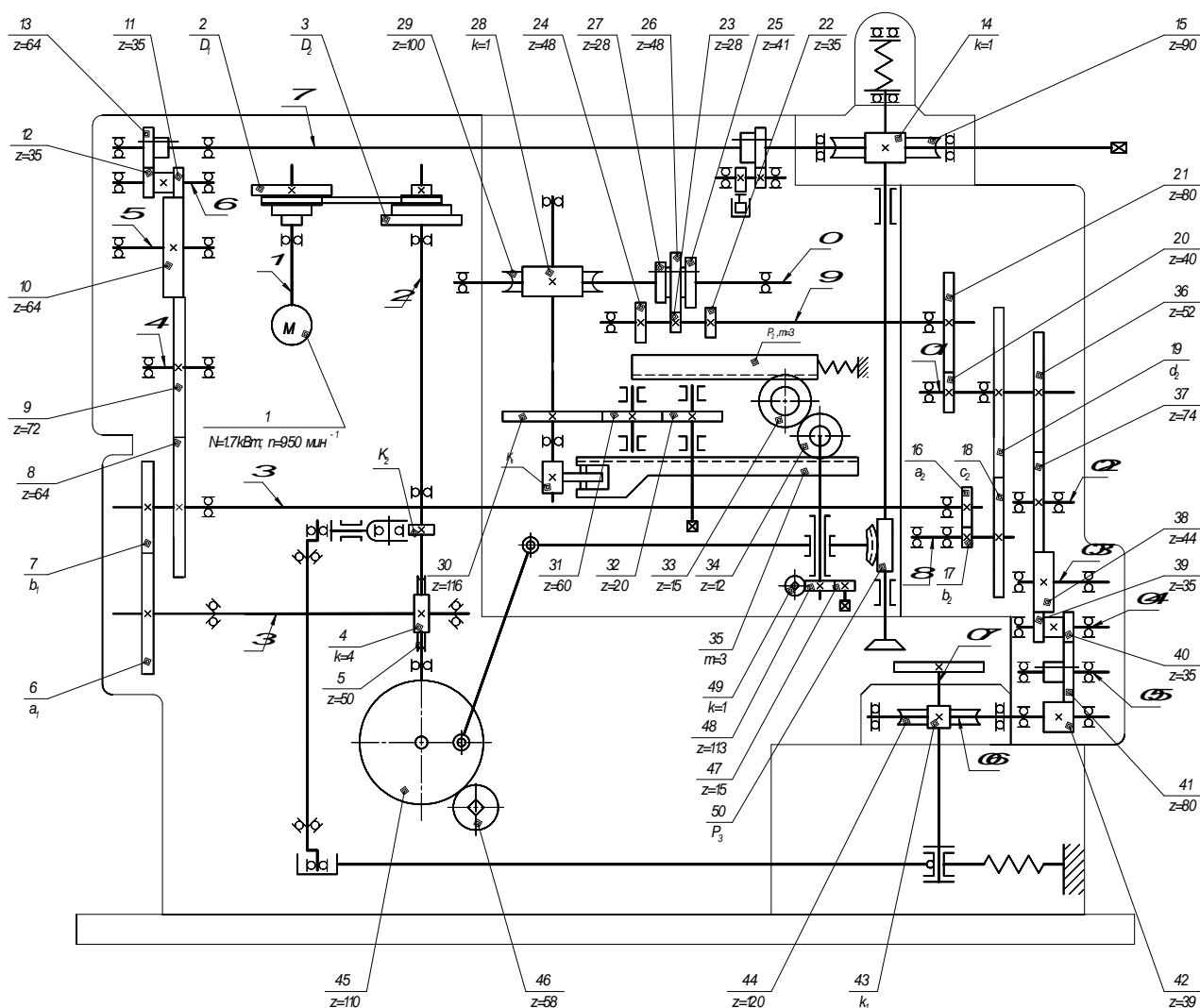


Рисунок 6.2 – Кинематическая схема зубофрезерного станка 5E32

6.4 Настройка и наладка станка на нарезание цилиндрического колеса

6.4.1 Кинематическая структура станка.

Кинематическая структура станка представлена на рисунке 6.3.

Процесс геометрического образования поверхности зубьев зубчатого колеса на зубодолбежном станке заключается в сочетании метода следа (образующая линия) и метода обката (направляющая линия).

Формообразующая часть кинематики станка состоит из трех кинематических групп:

- 1) движение резания (Π_1) с органом настройки M ;
- 2) движение подачи (B_2, B_3) с органом настройки M ;
- 3) движение врезания (B_P, Π_4), которое настраивается сменными кулачками.

Кроме того, в станке имеется кинематическая группа вспомогательного движения $B_{сп}$ (Π_5), предназначенная для отвода заготовки при обратном ходе долбяка.

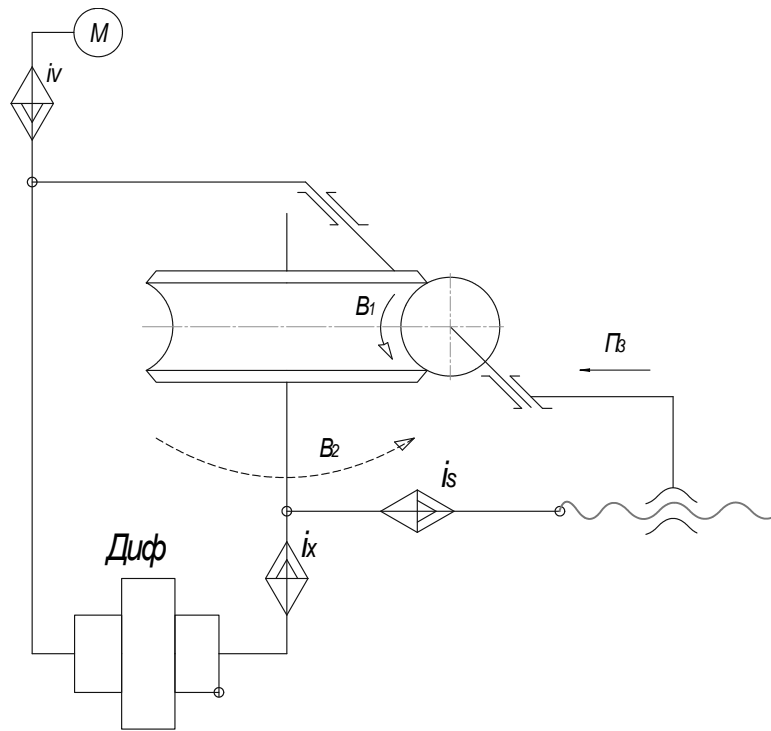


Рисунок 6.3 – Кинематическая структура станка при нарезании цилиндрического прямозубого колеса

6.4.2 Движения в станке и кинематическая схема станка.

В процессе обработки зубьев на станке совершаются следующие движения.

Главное движение – возвратно-поступательное движение долбяка. Кинематическая цепь главного движения связывает источник движения со штосселем.

Движение круговой подачи – вращательное движение долбяка. Цепь круговых подач связывает главное движение с вращательным движением долбяка.

Движение обката (деления) – вращательное движение заготовки, согласованное с вращательным движением долбяка. Цепь деления кинематически связывает вращение заготовки зависимостью, присущей зубчатой передаче: поворот долбяка на один зуб соответствует повороту заготовки также на один зуб. Эта зависимость и будет расчетной для цепи деления.

Движение радиальной подачи (врезания) – поступательное перемещение долбяка в радиальном направлении к центру заготовки. Цепь радиальных подач связывает главное движение с перемещением суппорта в радиальном направлении.

Качательное движение стола – перемещение с заготовкой в радиальном направлении. Это движение необходимо, так как при обратном ходе долбяка обработки не происходит, а заготовка и долбяк вращаются непрерывно. Поэтому, чтобы избежать выкрашивания зубьев долбяка, а также царапанья обработанной поверхности зубьев шестерни, при обратном ходе долбяка заготовка отводится от инструмента.

Особенностью кинематики станка является короткая кинематическая цепь обката. В станке нет конических колес, что значительно повышает точность станка, улучшает его производство, эксплуатацию и ремонт.

6.4.3 *Наладка и настройка станка на обработку прямоугого колеса наружного зацепления.*

Настройка и наладка станка производится в следующей последовательности.

- 1 Установка долбяка.
- 2 Установка оправки и крепления заготовки.
- 3 Установка длины хода долбяка.
- 4 Установка числа двойных ходов долбяка.
- 5 Установка хода долбяка относительно заготовки.
- 6 Установка долбяка на глубину резания.
- 7 Настройка гитары деления.
- 8 Настройка гитары круговых подач.
- 9 Настройка подач на глубину врезания.
- 10 Пуск станка.

Контрольные вопросы

- 1 Конструкция станка по общему виду.
- 2 Назначение станка.
- 3 Расшифровка марки станка 5В12.
- 4 Движения в станке по структурной схеме.
- 5 Уравнения кинематического баланса цепей настройки.
- 6 Движения заготовки и режущего инструмента, необходимые для нарезания зубчатых колес на зубодолбежном станке.

7 Изучение процесса ионно-плазменной обработки металлов и сплавов

7.1 Общие сведения

Повышение эксплуатационных характеристик твердосплавных инструментов является важной задачей, решение которой позволит обеспечивать рост производительности труда, экономию дорогостоящих и дефицитных инструментальных материалов, энергии и трудовых ресурсов. Пути повышения эксплуатационных характеристик инструмента заключаются в создании новых материалов или в улучшении качественных характеристик традиционно используемых материалов.

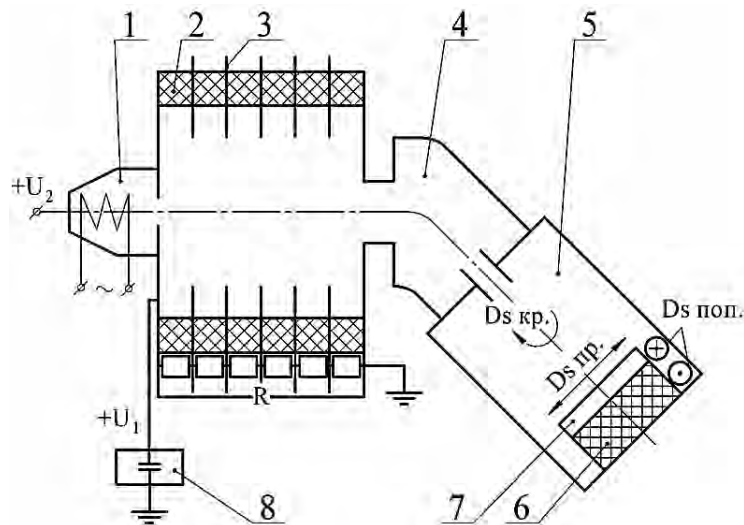
Успехи в развитии вакуумной техники осаждения материалов, физики плазмы, материаловедения, химии конденсированных состояний стимулировали широкое использование методов улучшения эксплуатационных характеристик инструментов.



7.2 Ионная имплантация

Для улучшения эксплуатационных свойств твердосплавных инструментов широко используется **низкоэнергетическая ионная имплантация**. Важным преимуществом такой обработки при высоких плотностях тока является разогрев поверхности до температур от 400 до 600 °С, обеспечивающих эффективное диффузионное перераспределение внедренных атомов с получением глубоких модифицированных слоев при энергии ионов порядка нескольких килоэлектронвольт.

Схема установки, используемой для осуществления процесса ионной имплантации, представлена на рисунке 7.1.



1 – источник ионов; 2 – кольцевой изолятор; 3 – кольцевой электрод; 4 – масс-сепаратор; 5 – рабочая камера; 6 – диэлектрический столик; 7 – изделие; 8 – источник питания

Рисунок 7.1 – Схема установки для осуществления процесса ионной имплантации

Процессы, инициируемые ионами высокой энергии в поверхностном слое, сопровождаются изменением химического состава слоя, структурными изменениями, радиационными дефектами. Описанные изменения приводят к значительному изменению микротвердости, коррозионной стойкости, адгезионной активности, фрикционных характеристик, электропроводности и др. Возможность химического контроля состава пучка имплантируемых ионов средствами магнитной сепарации, а также варьирование энергии внедрения позволяют направленно воздействовать на поверхность изделия, создавая требуемые характеристики поверхностного слоя.

7.3 Метод модифицирующей обработки инструмента в тлеющем разряде, применяемое оборудование и приборы

Данный метод выгодно отличается от всех других способов тем, что не требует наличия специально подготовленной и вводимой в рабочую камеру среды. Нет жестких требований к чистоте поверхностей модифицируемого изделия. Процесс модифицирующей обработки в тлеющем разряде сопровождается сравнительно низкими температурами на поверхности изделия, что исключает термически инициируемые превращения.

Авторы данного метода в своих работах рассмотрели результаты модифицирующей обработки большого спектра инструментальных и конструкционных материалов. Однако результаты модифицирующей обработки твердосплавного инструмента в тлеющем разряде отсутствуют. Это обусловлено тем, что до настоящего времени из-за гетерогенности структуры не выявлена физическая картина процесса модификации твердосплавного инструмента.

Актуальность развития ресурсосберегающих технологий и возрастающий процент твердосплавного инструмента, используемого в промышленности, делают решение этой проблемы перспективным и экономически целесообразным. Более подробное описание метода модифицирующей обработки в тлеющем разряде физических процессов, лежащих в его основе, и других вопросов, связанных с ним, приведём далее.

Механизмы, приводящие к модифицирующей обработке твердосплавного инструмента в тлеющем разряде, сходны с процессами, протекающими при низкотемпературной ионной имплантации, с той лишь разницей, что в качестве источника ионов используется среда остаточных атмосферных газов.

Исследования механизмов, протекающих при ионной имплантации, позволили выявить ряд характерных особенностей.

Во-первых, имплантационная обработка приводит к образованию в приповерхностной области материала атомных смесей, состав которых не лимитируется принципами термодинамики.

Во-вторых, одновременно с ионным легированием генерируется большое количество смещенных атомов, формирующих дефекты структуры, которые сильно влияют на расположение вводимых атомов в решетку кристалла и могут вызывать перемещения атомов как на малые, так и на большие расстояния.

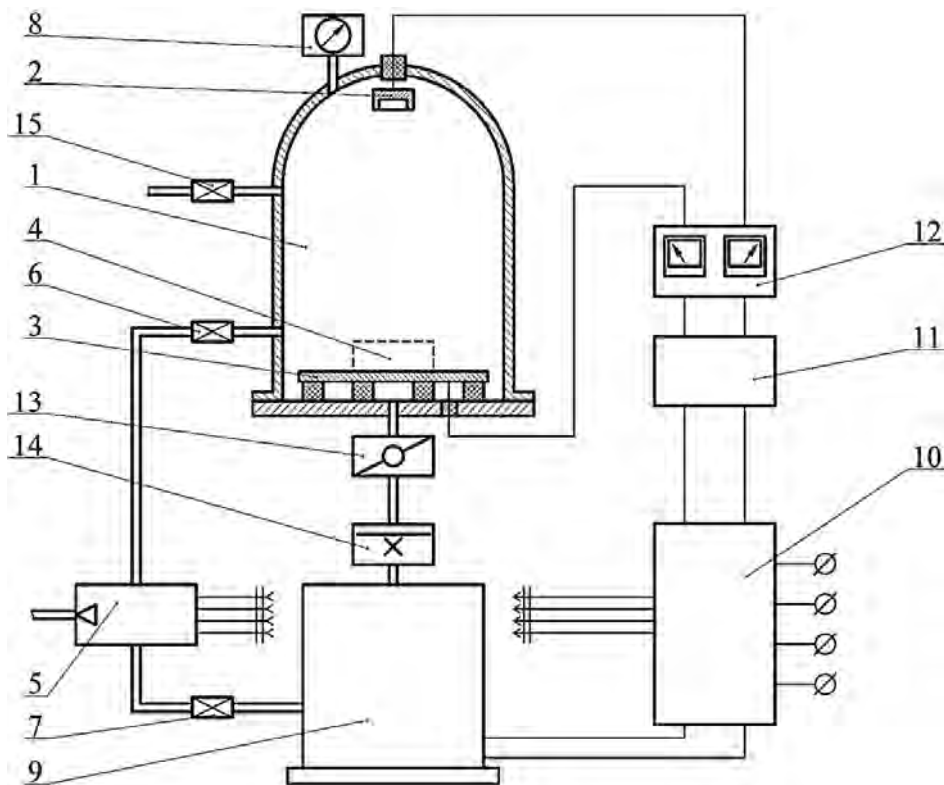
В-третьих, поскольку ионная имплантация является атермическим процессом, сопутствующие термоактивируемые процессы могут регулироваться температурой мишени независимо. Это позволяет с высокой степенью контролируемости и воспроизводимости создавать в поверхностной области имплантируемого материала слои с различными свойствами.

Также было отмечено, что если обработку проводить при температуре, когда междоузельные атомы и вакансии мишени подвижны, то система стремится к термодинамическому равновесию. В этом случае выделение фаз происходит в соответствии с диаграммами состояний, а дефекты структуры отжигаются.

В режиме низких температур существенным фактором фазообразования при ионной имплантации является сходство исходной и образующейся кристаллических решеток. Низкотемпературная ионная имплантация благоприятствует фазовым переходам, но сохраняются жесткие кинетические ограничения.

В отличие от разработанного ранее, предложенный способ модифицирующей обработки твердосплавных инструментов характеризуется тем, что между столом–катодом, на котором помещают изделия, и анодом зажигают тлеющий разряд при давлении остаточных атмосферных газов 1,3...13,3 Па, напряжении 1...5 кВ и расстоянии между анодом и катодом в интервале 0,6...0,8 м, при плотности тока 0,05...0,5 А/м² в течение определенного промежутка времени посредством потока положительно заряженных частиц.

Предложенный способ также характеризуется тем, что он производится в устройстве, схема которого изображена на рисунке 7.2.



1 – камера; 2 – анод; 3 – стол (катод); 4 – изделие; 5 – форвакуумный насос; 6, 7, 15 – клапан; 8 – система измерения давления; 9 – диффузионный насос; 10 – блок питания; 11 – преобразователь высокого напряжения; 12 – блок измерения электрических параметров разряда; 13 – заслонка; 14 – ловушка

Рисунок 7.2 – Схема установки для осуществления модифицирующей обработки

Для осуществления процесса модификации твердосплавного инструмента на стол 3, который является катодом, помещают изделие 4. Из камеры откачивают воздух до давления 1,3 Па при помощи форвакуумного насоса 5 при открытых клапанах 6 и 7, контролируя величину разряжения вакуумметром 8. Заслонку 13 паромасляного диффузионного насоса 9 закрывают и включают

цепь питания преобразователя высокого напряжения *11*, благодаря чему между анодом *2* и катодом *3* создается разность потенциалов, величину которой устанавливают в пределах 1...5 кВ при помощи специального блока измерения *12* и блока питания *10*. В результате этого возникает пробой разрядного промежутка с появлением высоковольтного тлеющего разряда. Далее устанавливают величины давления остаточных газов, напряжения горения разряда и плотности тока. Ловушка *14* препятствует проникновению в рабочую область камеры паров масла из нагреваемого паромасляного диффузионного насоса. После окончания обработки в камеру *1* напускают воздух путем открытия клапана *15*.

В процессе модификации регулирование рабочего давления в установленных пределах осуществляется при помощи заслонки *13* диффузионного насоса.

Система измерения остаточного давления *8* включает термодатчик преобразователь давления и ионизационный вакуумметр.

Блок измерения электрических параметров разряда *12* состоит из киловольтметра и миллиамперметра, посредством которых измеряются напряжение горения и сила тока тлеющего разряда.

Список литературы

1 **Салтыков, В. А.** Машины и оборудование машиностроительных предприятий: учебник / В. А. Салтыков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2012. – 288 с.

2 **Ефремов, В. Д.** Металлорежущие станки: учебник / В. Д. Ефремов; под общ. ред. П. И. Ящерицына. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол: ТНТ, 2018. – 696 с.

3 **Сергель, Н. Н.** Технологическое оборудование машиностроительных предприятий: учебное пособие / Н. Н. Сергель. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 732 с.

