

Аннотация

В дипломном проекте осуществлен выбор наиболее надежного автоматизированного электропривода металлообрабатывающего станка для более эффективной работы по металлу.

Для питания асинхронного с короткозамкнутым ротором выбран автоматизированный электропривод, который предназначен для высокодинамичных механизмов с высокими требованиями к работе по металлу. При этом определен преобразователь частоты, который может использоваться во многих отраслях.

В проекте рассмотрены вопросы по обеспечению безопасности и жизнедеятельности, а также проведено технико – экономическое обоснование проекта которое доказывает его рентабельность.

Аңдатпа

Диссертациялық жұмыста металды тиімдірек жұмыс істеу үшін ең сенімді автоматтандырылған электрлік металл өңдеу машинасын таңдады.

Асинхронды сақиналы торлы роторды қуаттандыру үшін автоматтандырылған электржетегі таңдалды, ол металл жұмысына деген жоғары талаптарға ие жоғары динамикалық механизмдерге арналған. Көптеген салаларда қолдануға болатын жиілік түрлендіргіші анықталған.

Жоба қауіпсіздікті және өмір сүруді қамтамасыз ету мәселелерін, сондай-ақ жобаның техникалық-экономикалық негіздемесін, оның табыстылығын дәлелдейді.

Annotation

In the thesis project made the choice of the most reliable automated electric metalworking machine for more efficient work on the metal.

An automated electric drive has been selected to power the asynchronous squirrel-cage rotor, which is designed for highly dynamic mechanisms with high demands on metal work. A frequency converter is defined that can be used in many industries.

The project addresses issues of safety and livelihoods, as well as a feasibility study of the project, which proves its profitability.

Содержание

Введение	9
1 Техническая часть	10
1.1 Технические требования при выборе станков	12
1.2 Классификация металлообрабатывающих станков	14
2 Расчет электропривода металлообрабатывающего станка	15
2.1 Выбор мощности главного электродвигателя металлообрабатывающего станка	15
2.2 Построение технологических диаграмм	20
2.3 Построение нагрузочных диаграмм	21
2.4 Проверка по нагреву главного электродвигателя	25
2.5 Расчет ведущего и ведомого вала редуктора	26
2.6 Расчет моментов инерции элементов, приведенных к ведущему и ведомому валам	27
2.7 Расчет основных параметров	29
3 Регулирование автоматизированных электроприводов металлообрабатывающих станков	31
3.1 Условия нагрузки, диапазон и плавность регулирования	31
3.2 Механическая характеристика автоматизированного электропривода	35
3.3 Системы управления и регулирования скорости	37
4 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда	44
4.1 Классификация металлообрабатывающих станков	44
4.2 Описание рабочего места металлообрабатывающих станков	47
4.3 Описание электрооборудования (металлообрабатывающих станков)	49
4.4 Расчет освещения металлообрабатывающего цеха	51
4.5 Заключение по разделу БЖД	54
5 Экономическая часть	54
5.1 Эффективность использования инвестиционного проекта автоматизированного электропривода	54
5.2 Экономическое обоснование данного проекта	55
5.3 Расчет затрат на разработку изготовления продукции	56
5.4 Расчёт эффективности инвестиционного проекта	60
5.5 Расчёт окупаемости	62
5.6 Определить машинное время при обработке торца чугунной детали	63
5.7 Техничко-экономическое сравнение	65
5.8 Экономическое сравнение систем автоматизированного электропривода металлообрабатывающего станка	67
Заключение	70
Список литературы	71

Введение

Современные металлообрабатывающие станки оснащены сложными системами автоматического электропривода, которые включают в себя множество двигателей, генераторов и двигателей, различные устройства усиления и преобразования и множество устройств. В современных сверхмощных и уникальных машинах число двигателей достигает десятков.

Существуют электрические блокировки и функциональные соединения между двигателями машины с использованием сложных электрических цепей управления.

В сочетании с механическими, гидравлическими и другими системами автоматизированные электроприводы обеспечивают высокопроизводительную и качественную работу на современных металлорежущих станках и являются основой для комплексной автоматизации процессов машиностроения. Быстрое развитие технических специалистов привело к появлению очень сложных и разнообразных интегрированных систем автоматизации в станкостроительной промышленности, таких как системы электропривода слежения, программное обеспечение, самонастраивающиеся системы и т.д.

Увеличение производительности машины и снижение стоимости электрооборудования являются основными требованиями, предъявляемыми к системам автоматического электропривода, но они противоречивы. Повышенная сложность системы приводит к увеличению стоимости электрических компонентов машины за счет увеличения стоимости электрооборудования. Кроме того, мы усложняем и увеличиваем стоимость обслуживания и эксплуатации. Удобное решение этих проблем можно получить, используя сложную автоматизацию машины и используя передовые элементы электрооборудования, обеспечивающие качество, надежность и снижение затрат. Найти правильное решение - непростая техническая и экономическая задача. Эта задача становится наиболее сложной при выборе системы электропривода и способа управления скоростью машины. Эта работа посвящена технико-экономическим расчетам автоматизированных систем электропривода.

Бум технологических достижений последних лет позволил современным электрическим системам удовлетворить практически любые технические требования. Новые бесконтактные компоненты, а также магнитные и полупроводниковые усилители, прочные энергонезависимые и управляемые клапаны и другие компоненты автоматизации создают интегрированную систему автоматизации, которая достаточно надежна. В то же время расчет системы автоматического электропривода усложняется. Математические устройства и цифровые вычислительные устройства. Компьютеры по-прежнему являются собственностью научно-исследовательских и учебных заведений, и книга посвященная «немашинному» методу расчета не имеет решающего значения на

сегодняшний день. Большое количество существующих методов расчета не одинаково для всех.

В этом учебнике представляется целесообразным классифицировать наиболее известные методы, указав их рациональное использование и качественную оценку точности результатов.

Роль экспериментальной проверки для конкретного расчета следует помнить. Из-за нелинейности большинства процессов, происходящих в системе, необходимы эксперименты с современной технологией электропривода металлорежущих станков, и эти процессы не всегда подходят для точных теоретических расчетов. В связи с этим профессиональные электрики в области электроприводных машин должны всегда понимать ценность экспериментальной работы при проектировании и расчете систем электропривода.

Различные методы металлообработки и конструирование станков требуют непрерывного творческого общения между электриками, технологами и станками. Эти отношения становятся все более необходимыми в связи с разработкой и внедрением новых компонентов и систем для автоматических электроприводов.

1 Техническая часть

1.1 Технические требования при выборе станков

В реальной деятельности инженеров-технологов очень важно правильно выбирать техническое оборудование, особенно основное технологическое оборудование. Хорошо известно, что во многих отношениях выбор оборудования предопределяет структуру процесса и, таким образом, предопределяет качество продукта, производительность и эффективность производства. Необходимость публикации во многом зависит от того, что практически нет справочника, отражающего технические возможности современных металлообрабатывающих станков. Технические характеристики металлообрабатывающих станков, выпускаемых отечественными станкостроительными компаниями, описаны в учебном справочном руководстве. Основное внимание уделяется современным высокопроизводительным станкам с цифровым управлением. Наиболее полная характеристика фрезерных и сверлильно-фрезерных станков, наиболее широко используемых в металлообработке. Кроме того, в машиностроении все чаще используется компоновка станков типа обрабатывающего центра, на которой могут выполняться различные операции, ранее требовавшиеся для использования отдельного станка (например, механическая обработка зубчатых колес). Это позволяет широко использовать принципы оперативной концентрации, и во многих случаях вы можете реализовать построение процесса за одну операцию на рабочем месте. Данное руководство не включает в себя специальные станки с ЧПУ

(для обработки труб, компонентов поездов и т. Д.) И оборудование, предназначенное для обработки крупных деталей. В руководстве используются интернет-ресурсы, особенно сайт отечественного станкостроительного завода, официальный каталог производителя, и автор данного руководства имеет возможность принять участие. Если возможно, функции машины дополняются фотографиями, на которых визуальным образом показана компоновка машины, особенно ее рабочая зона. Данное пособие будет полезно студентам инженерных, инженерно-технических работников на предприятиях, занимающихся подбором металлообрабатывающего оборудования.

Технические возможности фрезерно-сверлильных, фрезерно-расточных центров с ЧПУ отличаются от возможностей токарных станков, большинство фрезерных станков с ЧПУ основаны на универсальных моделях с ручным управлением. По сравнению с базовой моделью конструкция станка с ЧПУ претерпела фундаментальные изменения, и возможность программного управления может быть эффективно использована. В кинематической цепи подачи применяются точные беззубые шестерни и пары спиральных шариков. Жесткость различных компонентов станка с ЧПУ значительно выше жесткости аналогичных узлов базовой модели. Все это обеспечивает более высокую точность и производительность машины. Современные металлообрабатывающие станки оснащены контурной системой ЧПУ с линейным круговым интерполятором, который обеспечивает управление тремя и более координатами. Фрезерные станки с ЧПУ используют вертикальные и горизонтальные шпиндели, консольные и бесконсольные, ручные и автоматические смены инструмента, прямоугольный и круглый стол. Технические возможности фрезерного станка в значительной степени зависят от количества контролируемых (в том числе одновременных) координат. Большинство отечественных фрезерных станков с ЧПУ управляются тремя координатами одновременно. Многоосные станки (четырёхкоординатные, пятикоординатные и более) имеют более широкий спектр технических возможностей с точки зрения диапазона заготовки и условий резания. Используйте поворотный диск или магазин, чтобы выполнить автоматическую смену инструмента. Наличие диска имеет точную индикацию угла поворота, что позволяет выполнять сложные гашения для чартера. Металлорежущие станки были созданы для определенных видов обработки (токарная обработка, сверление, фрезерование, строгание и т. Д.) До появления обрабатывающего центра. Этот принцип сохраняется в конструкции любого станка: универсального, программируемого, многоинструментального и автоматического, либо автоматической линии. Поэтому в техническом проекте предусмотрено большое количество операций, и техник выбирает из него наиболее подходящую машину. Напротив, обрабатывающие центры предназначены почти для всех необходимых типов обработки заготовок и не отличаются друг от друга процессом резки, а только сложностью, точностью, размерами и техническими возможностями. Самые сложные обрабатывающие центры

подходят для изготовления заготовок любой конструкции и сложности, но высокая стоимость делает их невыгодными для изготовления простых и недорогих заготовок

1.2 Классификация металлообрабатывающих станков

1) Металлообрабатывающие станки с ЧПУ и обрабатывающие центры, фрезерно-сверлильные, сверлильно-фрезерные и расточные станки с ЧПУ Станки с ЧПУ 400В используются для комплексной обработки индивидуального и непрерывного производства различных конструкционных материалов. Выполнять операции сверления, развертывания, развертывания, растачивания, нарезания резьбы и фрезерования, а также фрезерования. Таблица размеров рабочей поверхности, мм 400x900 максимальное расстояние от поверхности основного вала до рабочей поверхности, мм 56 0 Конусное отверстие шпинделя (DIN 69871) Ограничение скорости шпинделя SK 40, максимальное смещение вдоль оси, мм - стол (X) Продольное перемещение бокового столба смещения (Y), точность позиционирования головки шпинделя (Z) 450, вертикальное перемещение координат рабочей подачи 0,005 мм, быстрое перемещение в миллиметрах в минуту по всем осям, хранение метра / минуты инструмента Емкость, блок. 20, время смены инструмента, с инструмента 12 максимальный диаметр, установленный в магазине (не пропускать прорезь) мм 125 [80] максимальная длина установленного инструмента 250 мм двигатель главного привода кВт 7 TNC SIEMENS SINUMERIK 802D SL размер, мм вес 2400x2200x2640 , кг 4700.

2) Сверлильные станки, фрезерные и расточные станки 500 В Этот станок предназначен для обработки сложных деталей из широкого спектра конструкционных материалов при единичном и серийном производстве. Неподвижные рабочие столы обеспечивают высокую точность обработки. Выполняем сверление, развертывание, развертывание, полуобработку и чистовую расточку, нарезание резьбы и фрезерование, фрезерование. Размер рабочей поверхности, мм ширина направляющей канавки, мм 18H7 максимальное расстояние от головки шпинделя до плоскости стола, мм 590 диапазон скоростей шпинделя, минимальное максимальное программируемое осевое перемещение, мм - продольное перемещение X-slide (X) Y тип скользящего бокового перемещения ползуна (Y) Вертикальное перемещение головки шпинделя (Z) 450 точность позиционирования, мм 0,01 координата, рабочий диапазон подачи, мм / мин. Скорость хода по всем осям, м / мин Емкость магазина инструмента, шт. 20 время смены инструмента, с 7,5 максимальный диаметр инструмента, установленного в инструментальном магазине (не пропускать раструб), мм 125 (80) мощность главного привода, кВт максимальная скорость 7/11, минимальная система ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D внешние размеры, мм вес 7000 кг Вертикальные обрабатывающие центры МЦ3-700 и МЦ Вертикальные обрабатывающие центры предназначены для комплексной обработки деталей из различных материалов, в том числе имеющих сложную

геометрическую форму и тонкостенных деталей, имеющих сложный профиль. Они могут выполнять операции сверления, прямолинейного, контурного и объемного фрезерования, растачивания, нарезания и фрезерования резьбы. Обрабатывающий центр мод. МЦЗ-700 имеет стационарный стол, обрабатывающий центр мод. МЦ поворотный двухкоординатный стол и пять координат, что позволяет производить обработку заготовки с 5-ти сторон. Станки оснащаются цифровыми системами ЧПУ NCT 2000 (NCT), 840D (Siemens). Параметры МЦ Класс точности по ГОСТ 8-82 А Размеры базовой поверхности стола, мм 700x x500 Максимальный диаметр сверления по стали, мм 25 Максимальный диаметр растачивания, мм 120 Наибольший диаметр торцевой фрезы, мм 125 Наибольший вылет инструмента, мм 280 Мощность привода главного движения, кВт 30 Пределы частот вращения шпинделя, мин Число управляемых осей координат, в том числе одновременно 3/3 5(6)/ 5(6) Наибольшие перемещения по координатам X/Y/Z.

3) Многофункциональный станок MS с автоматическим устройством смены инструмента. Этот станок предназначен для сверления, фрезерования и растачивания при массовом производстве. Станок оснащен ЧПУ с ЧПУ NCT-100T. Диаметр вращающегося стола панели, количество фиксированных позиций поворотного стола 250 мм, максимальный диаметр 24 отверстия, количество инструментов в памяти 100 мм, шт. 20 программируемых числовых координат, включая 4/3 синхронного движения координат, мм: - скейтборд, суппорт X', головка шпинделя Y', ось шпинделя Z 200 и расстояние от плоскости стола, мм скорость шпинделя 12 скорость шпинделя, минимальная скорость, быстрое перемещение, м / мин 4.8 рабочая скорость подачи, мм / мин Мощность привода главного привода, кВт 2,2, координаты X', Y', Z, мм. Точность позиционирования 0,01. Точность установки поворотного стола, град / с 8 Размер машины, мм. Масса машины, кг 1680.

4) Вертикальный фрезерный станок VM. Этот станок подходит для различного фрезерования деталей и заготовок из черных и цветных металлов и их сплавов, а также для сверления и растачивания в условиях крупного и мелкого производства. Наличие круглого стола (4-я координата) позволяет работать со сложными поверхностями. Станок оснащен электроприводами и станками с ЧПУ от SIEMENS. SINUMERIC 810D. Мощность главного привода, кВт 3.8. Держатель инструмента тип ISO (ГОСТ 2, максимальная длина инструмента, мм 300, размер рамы, мм, масса 2200 кг.

5) Многоцелевой горизонтально-сверлильно-фрезерно-расточной станок VSM-206VM-13CNC2. Этот станок подходит для комплексной обработки средних частей тела с разных сторон. Станок может производить полуфабрикатное и чистовое фрезерование плоскостей, пазов и поверхностей различных типов фрез, а также расточных, сверлильных, прилавок и шарниров деталей из чугуна, стали, цветных металлов и пластмасс. Отверстие, резьбовой метчик. Станок оснащен системой ЧПУ SINUMERIC-840D. Размер рабочего стола, мм гнездо инструментального магазина номер

30 Мощность привода главного движения, кВт 15 Ограничение скорости шпинделя, минимальная максимальная скорость шпинделя, минимальная максимальная скорость перемещения стола, мм: - продольное поперечное направление 800 Максимальная вертикальная высота головки шпинделя, мм 630 предел работы Подача, мм / мин Максимальная скорость для быстрого движения.

1.3 Принцип действия

Используя программное управление на этих станках, заготовка автоматически перемещается по трем осям и вращается вокруг вертикальной оси карусели. В некоторых случаях обрабатывающий центр оснащен сферическим столом, который имеет не только вертикальную ось вращения, но и горизонтальную ось вращения, что позволяет обрабатывать сложные заготовки корпуса с одного устройства на разные стороны и под разными углами. , Конструкция обрабатывающего центра позволяет устанавливать ось шпинделя в соответствии с заданной программой: горизонтальной, вертикальной и наклона. В настоящее время осуществляется сверление, фрезерование и верстка расточной группы станков и обрабатывающих центров. Согласно своему техническому назначению, оси вращения шпинделя станка расположены горизонтально или вертикально, форма стола прямоугольная, квадратная или круглая, а количество контролируемых координат различно. Для обеспечения автоматической загрузки машины с помощью сменных столов (спутниковых принадлежностей) они могут быть оснащены двухпозиционным поворотным столом, многопозиционной каруселью или хранилищем барабанов. В случае крупносерийного производства используется машина с многоосевым головным (коробочным) накопителем. Технические возможности обрабатывающих центров очень широки, они могут выполнять всю работу, необходимую для обработки деталей кузова. В частности, различные виды фрезерования выполняются на обрабатывающих центрах: фрезерные плоскости с торцевыми фрезами, концевые фрезы, фрезы, фрезерование вдоль плоских и фасонных поверхностей, фрезерование внутренних пластин, приливов и поверхностей. Все виды обработки отверстий выполняются в обрабатывающем центре, в частности: сверление, сверление литых и предварительно обработанных отверстий, затяжка и круговое фрезерование, непрерывная расточка несколько раз, расточка устанавливается на мачте, Отверстия большого диаметра, заостренные; Используя запланированную опорную головку, технические возможности сверления значительно улучшаются благодаря программированию радиального перемещения инструмента. В этом случае возможное сверление, резание концов и концов на противоположных сторонах стенки заготовки может выполняться без изменения ступенчатых отверстий инструмента, пазов, конических отверстий и других форм. На станке можно обрабатывать различные крепежные отверстия: сверление, высев, нарезание резьбы, обрезка наконечника, зенковка и т. Д. В этом случае

близкое расположение отверстий не является препятствием для их обработки. Это позволяет устройству со всех сторон всех поверхностей заготовки обрабатывать самую сложную оболочку заготовки, кроме основания, на котором установлена и закреплена заготовка.

Все это способствует высочайшей точности относительного положения обрабатываемой поверхности. С точки зрения точности, некоторые обрабатывающие центры расположены близко к сверлу, поэтому они сверлят, чтобы обеспечить точность IT6 и IT7 с шероховатостью поверхности $Rz = 3-10$ микрон. Обработка сложных конструкций на обрабатывающем центре обеспечивает высокую точность относительного положения обрабатываемой поверхности. Режущий инструмент помещается в магазин инструментов большой емкости, что позволяет автоматически устанавливать инструменты, необходимые практически для любой соответствующей поверхности обрабатываемой детали в шпинделе станка, в соответствии с установленной программой. Это изменение в машине может быть сделано от 2 до 6 секунд. Возможность быстрой замены тупых инструментов делает экономически целесообразным снижение фактического сопротивления режущего инструмента, что позволяет увеличить скорость резания на%. Стабильность размеров заготовок, изготовленных в обрабатывающем центре, позволяет на 50-70% сократить объем операций управления. Примеры деталей, обработанных на фрезерно-сверлильных и расточных и расточных сборках.

2 Расчет электропривода металлообрабатывающего станка

2.1 Выбор мощности главного электродвигателя металлообрабатывающего станка. Исходные данные для расчета

Технология обработки детали включает в себя следующий порядок действий:

1) Установка детали на опорную поверхность F. Установка торцевой фрезы D_1 - торцевое фрезерование поверхности G, направляющих. Перестановка детали на опорную поверхность G - торцевое фрезерование поверхности F.

2) Установка концевой фрезы D_2 - фрезерование пазов и полостей до поверхности N в 10 проходов.

3) Установка концевой фрезы D_3 - фрезерование низа пазов до размера $1,5c = D_3$ - в 6 проходов.

4) Установка сверла D_4 - сверление 4-х отверстий D_4 глубиной H.

5) Установка расточки D_5 - расточка 4-х отверстий диаметром D_5 глубиной $H/2$.

6) Установка сверла D_6 - сверление 10 отверстий диаметром D_6 глубиной H.

Таблица 2.1. – Исходные данные

Параметр	Значение	Параметр	Значение
B x L, м	1,4 x 2	D ₆ , мм	6
D ₁ , мм	200	S ₀₆ , мм/об	0,25
h ₁ , мм	4	T ₀₁ , мин	200
S _{z1} , мм/зуб	0,35	T ₀₂ , мин	64
D ₂ , мм	32	T ₀₃ , мин	90
Z ₁	14	T ₀₄ , мин	50
Z ₂	4	T ₀₅ , мин	70
S _{z2} , мм/зуб	0,045	T ₀₆ , мин	12
D ₃ , мм	45	h ₂ , мм	64
Z ₃	4	h ₃ , мм	32
S _{z3} , мм/зуб	0,06	h ₅ , мм	50
D ₄ , мм	25	b ₁ , мм	160
S ₀₄ , мм/об	0,25	b ₂ , мм	64
D ₅ , мм	35	b ₃ , мм	6,5
S ₀₅ , мм/об	0,42	H, мм	100

2.1.1 Технология обработки детали

Чертеж обрабатываемой детали представлен на рисунке 2.1.

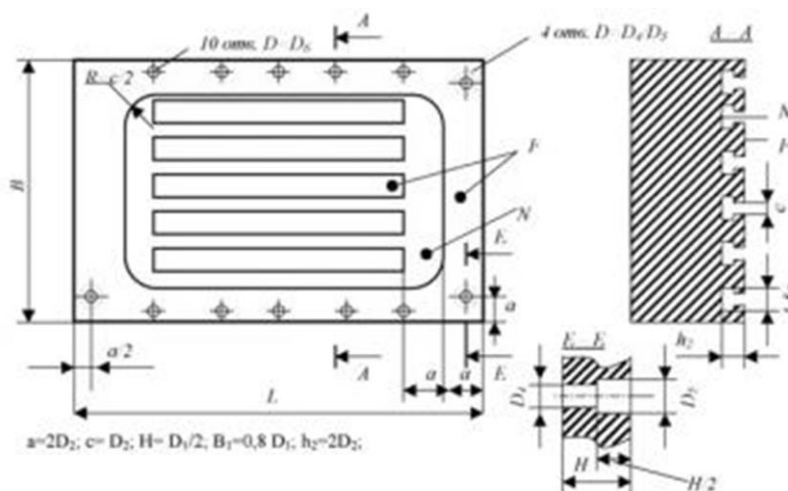


Рисунок 2.1 –Чертеж обрабатываемой детали

2.1.2 Расчет параметров различных режимов. Торцевое фрезерование поверхности (операция 1)

Оптимальная скорость резания при фрезеровании:

$$V_{01} = \left(\frac{C_T \cdot D_1^{yd}}{Z_1^{yz} \cdot h_1^{yh} \cdot S_{z1}^{ys} \cdot T_{01}} \right)^{\frac{1}{yv}},$$

где $C_T = 2 \cdot 10^{13}$ - торцевое фрезерование стали твердым сплавом;
 $yd = yz = yh = 0,25$; $ys = 1$; $yv = 5$.

$$V_{01} = \left(\frac{2 \cdot 10^{13} \cdot 200^{0,25}}{14^{0,25} \cdot 4^{0,25} \cdot 0,35^1 \cdot 200} \right)^{\frac{1}{5}} = 208,37 \text{ м/мин.}$$

Обороты шпинделя:

$$n_1 = V_{01} \cdot \frac{1000}{\pi \cdot D_1} = 208,37 \cdot \frac{1000}{3,14 \cdot 200} = 331,8 \text{ об/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_1 = S_{z1} \cdot z_1 \cdot n_1 = 0,35 \cdot 14 \cdot 331,8 = 1625,8 \text{ мм/мин.}$$

Мощность резания при фрезеровании:

$$P_1 = C_p \cdot z_1 \cdot n_1 \cdot h_1^{x_h} \cdot \frac{b_1}{D_1} \cdot S_{z1}^{x_s},$$

где $C_p = 5 \cdot 10^{-3}$ - торцевое фрезерование стали твердым сплавом, $C_p = 0,9$; $x_s = 0,75$.

$$P_1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 14 \cdot 331,8 \cdot 4^{0,9} \cdot \frac{160}{200} \cdot 0,35^{0,75} = 29,44 \text{ кВт.}$$

Момент резания при фрезеровании:

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{P_1 \cdot 30}{\pi \cdot n_1} = \frac{29,44 \cdot 10^3 \cdot 30}{3,14 \cdot 331,8} = 847,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

2.1.3 Концевое фрезерование поверхности (операции 2,3)

Оптимальная скорость резания при фрезеровании пазов и полостей до поверхности N:

$$V_{02,3} = \left(\frac{C_T \cdot D_{2,3}^{y_d}}{z_{2,3}^{y_z} \cdot h_{2,3}^{y_h} \cdot S_{z2,3}^{y_s} \cdot T_{02,3}} \right)^{\frac{1}{y_v}},$$

где $C_T = 2 \cdot 10^7$ - концевое фрезерование стали быстрорезом;
 $y_d = y_z = y_h = 0,25$; $y_s = 1$; $y_v = 5$.

$$V_{02} = \left(\frac{2 \cdot 10^7 \cdot 32^{0,25}}{4^{0,25} \cdot 64^{0,25} \cdot 0,045^1 \cdot 64} \right)^{\frac{1}{5}} = 21,05 \text{ м/мин.}$$

Обороты шпинделя:

$$n_2 = V_{02} \cdot \frac{1000}{\pi \cdot D_2} = 21,05 \cdot \frac{1000}{3,14 \cdot 32} = 209,46 \text{ об/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_2 = S_{z2} \cdot z_2 \cdot n_2 = 0,045 \cdot 4 \cdot 209,46 = 37,7 \text{ мм/мин.}$$

Мощность резания при фрезеровании:

$$P_2 = C_p \cdot z_2 \cdot n_2 \cdot h_2^{xh} \cdot \frac{b_2}{D_2} \cdot S_{z2}^{xs},$$

где $C_p = 4 \cdot 10^{-3}$ - концевое фрезерование стали быстрорезом, $C_p = 0,9$; $x_s = 0,75$.

$$P_2 = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 209,46 \cdot 64^{0,9} \cdot \frac{64}{32} \cdot 0,045^{0,75} = 27,7 \text{ кВт.}$$

Момент резания при фрезеровании:

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{P_2 \cdot 30}{\pi \cdot n_2} = \frac{27,7 \cdot 10^3 \cdot 30}{3,14 \cdot 209,46} = 1,26 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Аналогично ведется расчет при фрезеровании низа пазов. Результаты расчетов сведены в таблицу 2.

2.1.4 Сверление (операция 4,6)

Оптимальная скорость резания при сверлении:

$$V_{04,6} = \frac{C_v \cdot D_{4,6}^{yd}}{T_{04,6}^{yv} \cdot S_{04,6}^{ys}},$$

где $C_v = 7$; $yd = 0,5$; $yv = 0,125$; $ys = 0,5$.

$$V_{04} = \frac{7 \cdot 25^{0,5}}{50^{0,125} \cdot 0,25^{0,5}} = 42,92 \text{ м/мин.}$$

Обороты шпинделя:

$$n_4 = V_{04} \cdot \frac{1000}{\pi \cdot D_4} = 42,92 \cdot \frac{1000}{3,14 \cdot 25} = 546,8 \text{ об/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_4 = S_{04} \cdot n_4 = 0,25 \cdot 546,8 = 136,7 \text{ мм/мин.}$$

Момент резания при сверлении:

$$M_4 = D_4^{1,9} \cdot S_{04}^{0,8} = 25^{1,9} \cdot 0,25^{0,8} = 149,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Усилие подачи при сверлении:

$$F_{z4,6} = C_F \cdot D_{4,6}^{xd} \cdot S_{04,6}^{xs},$$

где $C_F = 400$; $xd = 0,4$; $xs = 0,75$.

$$F_{z4} = 400 \cdot 25^{0,4} \cdot 0,25^{0,75} = 512,5 \text{ Н}.$$

Мощность резания при сверлении:

$$P_4 = \frac{M_4 \cdot \pi \cdot n_4}{30} = \frac{149,4 \cdot 3,14 \cdot 546,8}{30} = 8,55 \text{ кВт}.$$

Для операции сверления 10-ти отверстий диаметром $D_6=6$ мм расчеты ведутся аналогично. Результаты расчетов сведены в таблицу 2.

2.1.5 Точение (операция 5)

Оптимальная скорость резания при точении:

$$V_{05} = \frac{C_v}{T_{05}^{yv} \cdot h_5^{yh} \cdot S_{05}^{ys}} = \frac{100}{70^{0,15} \cdot 50^{0,2} \cdot 0,42^{0,5}} = 37,3 \text{ м/мин},$$

где $C_v = 100$; $yv = 0,15$; $yh = 0,2$; $ys = 0,5$.

Обороты шпинделя:

$$n_5 = V_{05} \cdot \frac{1000}{\pi \cdot D_5} = 37,3 \cdot \frac{1000}{3,14 \cdot 35} = 339,5 \text{ об/мин}.$$

Окружное усилие при точении (расточке):

$$F_{05} = 2500 \cdot h_5^{xh} \cdot S_{05}^{xs} \cdot V_{05}^{xv} = 2500 \cdot 50^{0,2} \cdot 0,42^{0,75} \cdot 37,3^{0,1} = 4095,9 \text{ Н},$$

где $xh = 0,2$; $xs = 0,75$; $xv = 0,1$ - твердый сплав.

Момент резания при точении:

$$M_5 = F_{z5} \cdot \frac{D_5}{2} = 4095,9 \cdot \frac{35 \cdot 10^{-3}}{2} = 71,68 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания при точении:

$$P_5 = M_5 \cdot \omega_5 = \frac{M_5 \cdot \pi \cdot n_5}{30} = \frac{71,68 \cdot 3,14 \cdot 339,5}{30} = 2546 \text{ Вт} = 2,54 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:

$$S_5 = n_5 \cdot S_{05} = 339,5 \cdot 0,42 = 142,6 \text{ мм/мин.}$$

Результаты расчета параметров обработки для различных режимов показаны в таблице 2.

Таблица 2. 2 – Параметры резания при различных режимах

Параметр	Порядковый номер операции					
	1	2	3	4	5	6
Оптимальная скорость резания V_{0i} , м/мин	208,37	21,05	19,54	42,92	37,3	25,13
Обороты шпинделя n_i , об/мин	331,8	209,5	138,3	546,8	339,5	1334,2
Минутная подача S_i , мм/мин	1626	37,7	33,2	136,7	142,6	333,5
Момент резания M_i , Н·м	847,78	1261	60,57	149,4	71,68	9,93
Усилие подачи F_i , Н	-	-	-	512,5	-	289,6
Окружное усилие F_i , Н	-	-	-	-	4096	-
Мощность резания P_i , кВт	29,44	27,7	0,88	8,55	2,54	1,38

2.2 Построение технологических диаграмм

Диапазон регулирования при $P = \text{const}$:

$$D_p = n_{\max} / n_0 = 1334,2 / 195,3 = 6,83$$

где $n_{\max} = n_6 = 1334,2$ об/мин;

$$n_0 = n_1 = 331,8 \text{ об/мин.}$$

Минимальная скорость $n_{\min} = 0,1 \cdot n_0 = 33,18$ об/мин. При этом $P_{\min} = 0,1 \cdot P_1 = 2,94$ кВт. Технологические диаграммы нагрузки $P_i = f(n_i)$ и $M_i = f(n_i)$ представлены соответственно на рисунке 2.2 и рисунок 2.3.

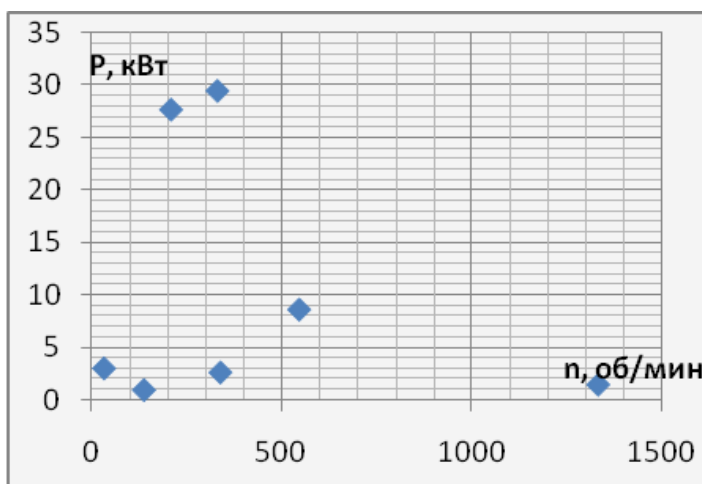


Рисунок 2.2 – Технологическая диаграмма нагрузки $P_i = f(n_i)$

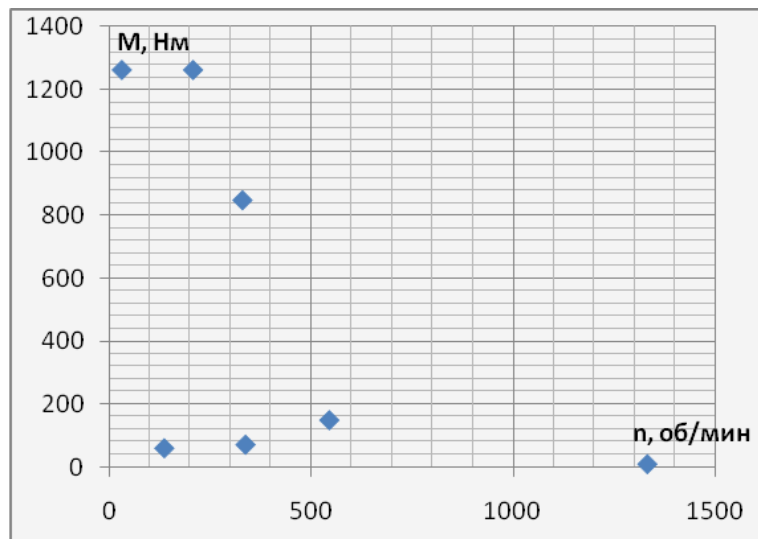


Рисунок 2.3 – Технологическая диаграмма нагрузки $M_i = f(n_i)$

2.3 Построение нагрузочных диаграмм

Для построения нагрузочных диаграмм рассчитаем время всех технологических операций.

2.3.1 Торцевое фрезерование (операция 1)

Время прохода при фрезеровании:

$$t_{п1} = \frac{L_{п1}}{S_1} = \frac{L}{S_1} = \frac{2}{0,1626} = 1,23 \text{ мин.}$$

Число проходов:

$$m_1 = \frac{B}{b_1} = \frac{1,4}{0,16} = 8,75 = 10.$$

Суммарное время первой операции:

$$\Sigma t_{п1} = m_1 \cdot t_{п1} = 10 \cdot 1,23 = 12,3 \text{ мин.}$$

Время перехода:

$$t_{пер1} = \frac{L_{пер1}}{S_{бх}} = \frac{L}{S_{бх}} = \frac{2}{12} = 0,167 \text{ мин,}$$

где $S_{бх} = 12$ м/мин - скорость быстрого хода.

2.3.2 Концевое фрезерование (операция 2)

Время прохода при фрезеровании:

$$t_{п21,22} = \frac{L_{п21,22}}{S_2},$$

где $L_{п21} = L - 4 \cdot a = 2 - 4 \cdot 0,064 = 1,744$ м;

$L_{п22} = B - 2 \cdot a = 1,4 - 2 \cdot 0,064 = 1,272$ м.

$$t_{п21} = \frac{1,744}{37,7 \cdot 10^{-3}} = 46,3 \text{ мин;}$$

$$t_{п22} = \frac{1,272}{37,7 \cdot 10^{-3}} = 33,7 \text{ мин.}$$

Число проходов $m_{21} = 6$; $m_{22} = 4$; $m_2 = m_{21} + m_{22} = 10$.

Суммарное время второй операции:

$$\Sigma t_{п2} = m_{21} \cdot t_{п21} + m_{22} \cdot t_{п22} = 6 \cdot 46,3 + 4 \cdot 33,7 = 412,5 \text{ мин.}$$

Время перехода:

$$t_{\text{пер}21} = \frac{L_{\text{пер}21}}{S_{\text{бх}}} = \frac{L_{\text{п}21}}{S_{\text{бх}}} = \frac{1,744}{12} = 0,145 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{пер}22} = \frac{L_{\text{пер}22}}{S_{\text{бх}}} = \frac{L_{\text{п}22}}{S_{\text{бх}}} = \frac{1,272}{12} = 0,106 \text{ мин.}$$

2.3.3 Концевое фрезерование (операция 3)

Время прохода при фрезеровании:

$$t_{\text{п}3} = \frac{L_{\text{п}3}}{S_3} = \frac{L_{\text{п}21}}{S_3} = \frac{1,744}{33,19 \cdot 10^{-3}} = 52,54 \text{ мин.}$$

Число проходов $m_3 = 6$.

Суммарное время третьей операции:

$$\Sigma t_{\text{п}3} = m_3 \cdot t_{\text{п}3} = 6 \cdot 52,54 = 315,21 \text{ мин.}$$

Время перехода:

$$t_{\text{пер}3} = \frac{L_{\text{пер}3}}{S_{\text{бх}}} = \frac{L_{\text{п}21}}{S_{\text{бх}}} = \frac{1,744}{12} = 0,145 \text{ мин.}$$

2.3.4 Сверление (операция 4)

Время прохода при сверлении:

$$t_{\text{п}4} = \frac{L_{\text{п}4}}{S_4} = \frac{H}{S_4} = \frac{100}{136,7} = 0,73 \text{ мин.}$$

Число отверстий $m_4 = 4$.

Суммарное время четвертой операции:

$$\Sigma t_{\text{п}4} = m_4 \cdot t_{\text{п}4} = 4 \cdot 0,73 = 2,92 \text{ мин.}$$

Суммарное время перехода:

$$\Sigma t_{\text{пер}4} = \frac{\Sigma L_{\text{пер}4}}{S_{\text{бх}}},$$

Где $\Sigma L_{\text{пер}4} = 2 \cdot (L-a) + 2 \cdot (B-2 \cdot a) = 2 \cdot (2-0,064) + 2 \cdot (1,4-2 \cdot 0,064) = 6,41 \text{ м.}$

$$\Sigma t_{\text{пер}4} = \frac{6,41}{12} = 0,534 \text{ мин.}$$

2.3.5 Точение (операция 5)

Время прохода при точении:

$$t_{п5} = \frac{L_{п5}}{S_5} = \frac{h_5}{S_5} = \frac{50}{142,58} = 0,35 \text{ мин.}$$

Число отверстий $m_5 = 4$.

Суммарное время пятой операции:

$$\Sigma t_{п5} = m_5 \cdot t_{п5} = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ мин.}$$

Суммарное время перехода:

$$\Sigma t_{пер5} = \frac{\Sigma L_{пер5}}{S_{бх}} = \frac{\Sigma L_{пер4}}{S_{бх}} = \frac{6,41}{12} = 0,535 \text{ мин.}$$

2.3.6 Сверление (операция 6)

Время прохода при сверлении:

$$t_{п6} = \frac{L_{п6}}{S_6} = \frac{H}{S_6} = \frac{100}{333,5} = 0,3 \text{ мин.}$$

Число отверстий $m_6 = 10$.

Суммарное время шестой операции:

$$\Sigma t_{п6} = m_6 \cdot t_{п6} = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ мин.}$$

Суммарное время перехода:

$$\Sigma t_{пер6} = \frac{\Sigma L_{пер6}}{S_{бх}},$$

где $\Sigma L_{пер6} = 2 \cdot (L - 4 \cdot a) + 2 \cdot (B - a) = 2 \cdot (2 - 4 \cdot 0,064) + 2 \cdot (1,4 - 0,064) = 6,16 \text{ м.}$

$$\Sigma t_{пер6} = \frac{6,16}{12} = 0,513 \text{ мин.}$$

Примем, что время смены инструмента одинаково для всех операций:

$$t_{сн1} = \frac{D_1}{200} = \frac{200}{200} = 1 \text{ мин.}$$

Время смены детали:

$$t_{\text{сд1}} = 3 \cdot B = 3 \cdot 1,4 = 4,2 \text{ мин.}$$

Время производственного цикла изготовления одной детали:

$$T_{\text{ц}} = (\Sigma t_{\text{п1}} + m_1 \cdot t_{\text{пер1}}) + (\Sigma t_{\text{п2}} + m_{21} \cdot t_{\text{пер21}} + m_{22} \cdot t_{\text{пер22}}) + (\Sigma t_{\text{п3}} + m_3 \cdot t_{\text{пер3}}) + (\Sigma t_{\text{п4}} + \Sigma t_{\text{пер4}}) + (\Sigma t_{\text{п5}} + \Sigma t_{\text{пер5}}) + (\Sigma t_{\text{п6}} + \Sigma t_{\text{пер6}}) + 6 \cdot t_{\text{см1}} + t_{\text{сд1}} ;$$

$$T_{\text{ц}} = (12,3 + 10 \cdot 0,167) + (583,35 + 6 \cdot 0,145 + 4 \cdot 0,106) + (315,21 + 6 \cdot 0,145) + (2,92 + 4 \cdot 0,534) + (1,4 + 4 \cdot 0,534) + (3 + 10 \cdot 0,513) + 6 \cdot 1 + 4,2 = 770,78 \text{ мин.}$$

Нагрузочные диаграммы представлены на рисунках 4 и 5.

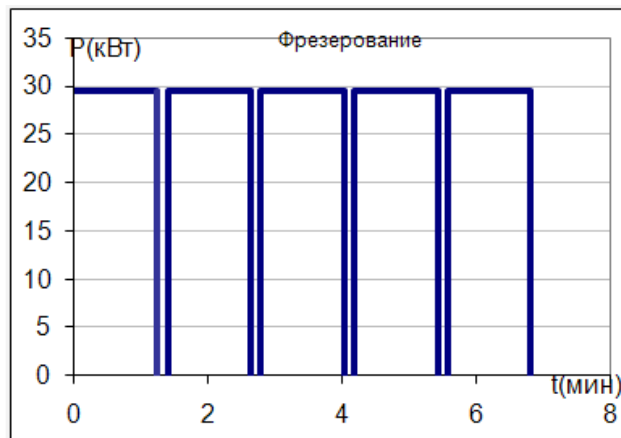


Рисунок 2.4– Нагрузочная диаграмма первой операции

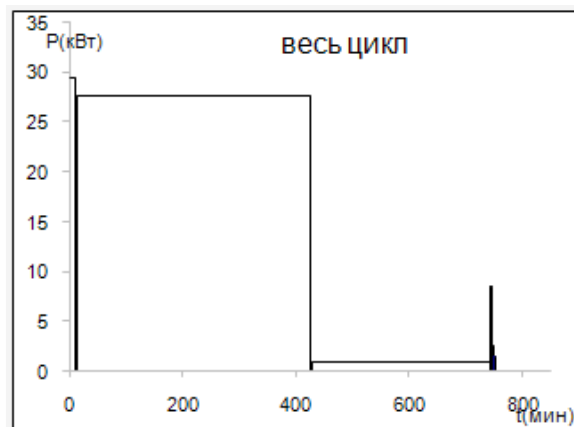


Рисунок 2.5 – Нагрузочная диаграмма цикла изготовления детали

2.4 Проверка по нагреву главного электродвигателя

Так как $\Sigma t_{\text{п1}} > 10 \text{ мин}$, то номинальная мощность электродвигателя выбирается для продолжительного режима:

$$P_n \geq P_{\max} = P_1,$$

$$P_n \geq P_1 = 29,4 \text{ кВт}$$

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 4А200L6У3 с номинальной мощностью $P_n=30$ кВт, синхронной частотой вращения $n_0=1000$ об/мин, номинальной частотой вращения $n_n = 979$ об/мин и моментом инерции ротора $J_d = 0,45$ кг·м². Циклограмма $M(t)$ изображена на рисунке 2.6. Проверим двигатель по нагреву методом эквивалентного момента:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{1}{T_y} \sum_{i=1}^6 M_i^2 \cdot t_i} ;$$

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{1}{770,78} \cdot 6,65 \cdot 10^8} = 939,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Номинальный момент:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = \frac{P_n \cdot 30}{\pi \cdot n_n} = \frac{30000 \cdot 30}{3,14 \cdot 979} = 292,77 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Так как $M_{\text{экв}} > M_n$, то необходимо использовать понижающий редуктор. Передаточное число редуктора:

$$i \approx M_{\text{экв}} / M_n = 939,7 / 292,77 = 3,19.$$

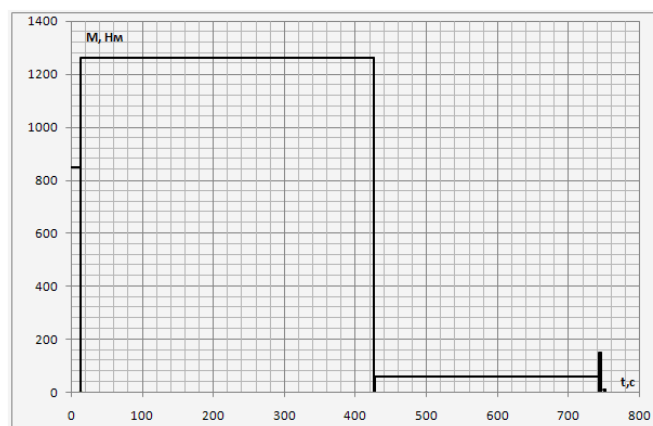


Рисунок 2.6 – Циклограммы $M(t)$ и $n(t)$

Принимаем ближайшее из стандартного ряда значение $i = 3,55$.

Выбираем в качестве источника питания для главного двигателя преобразователь частоты MITSUBISHI FR-F740-00620-EC с номинальной

мощностью $P_{нпр} = 30$ кВт, так как данный преобразователь обеспечивает широкие регулировочные возможности, что необходимо для главного электропривода универсального фрезерно-сверлильно-расточного станка, имеющего различные скорости вращения обрабатывающего инструмента.

2.5 Расчет параметров механики главного привода. Расчет ведущего и ведомого вала редуктора

Чертеж одноступенчатого редуктора шпиндельного узла изображен на рисунке 2.7.

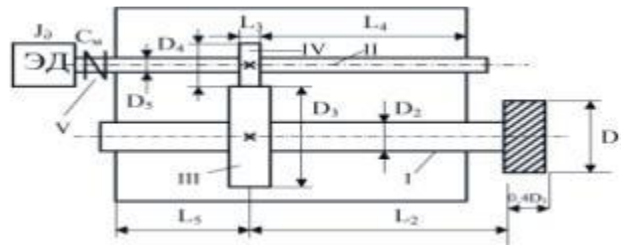


Рисунок 2.7 – Чертеж одноступенчатого редуктора шпиндельного узла

I, II - валы; III, IV - шестерни; V - соединительная муфта

Согласно варианту задания принимаем диаметр шестерни $D_4 = 100$ мм, жесткость соединительной муфты $C_M = 6 \cdot 10^7$ Н·м.

Диаметр ведомой шестерни:

$$D_3 = D_4 \cdot i = 100 \cdot 3,55 = 355 \text{ мм} = 0,355 \text{ м},$$

где $i = 3,55$ - передаточное число редуктора.

Диаметр ведущего вала:

$$D_5 = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot C_1 \cdot D_4}{\pi \cdot G}},$$

где $C_1 \geq 5 \cdot 10^6$ Н·м - требуемая жесткость ведущего вала; $G = 8 \cdot 10^{10}$ Н/м² - модуль упругости.

$$D_5 = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 8 \cdot 10^{10}}} = 0,106 \text{ м}.$$

Диаметр ведомого вала:

$$D_2 = \sqrt[4]{\frac{80 \cdot C_2 \cdot D_3}{\pi \cdot G}},$$

где $C_2 \geq 10^6$ Н·м - требуемая жесткость ведомого вала.

$$D_2 = \sqrt[4]{\frac{80 \cdot 10^6 \cdot 0,355}{3,14 \cdot 8 \cdot 10^{10}}} = 0,103 \text{ м.}$$

Рассчитаем длины валов:

$$L_1 = 0,4 \cdot D_1 = 0,4 \cdot 0,2 = 0,08 \text{ м}; L_2 = 2,5 \cdot D_3 = 2,5 \cdot 0,355 = 0,89 \text{ м}; L_3 = 0,4 \cdot D_4 = 0,4 \cdot 0,01 = 0,04 \text{ м}; L_4 = L_5 = 2 \cdot D_3 = 2 \cdot 0,36 = 0,72 \text{ м.}$$

2.6 Расчет моментов инерции элементов, приведенных к ведущему и ведомому валам

Момент инерции элемента:

$$J_i = \gamma \frac{\pi}{32} l_i \cdot D_i^4,$$

где $\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3$ - удельная плотность стали.

$$l_1 = L_1 = 0,08 \text{ м};$$

$$l_2 = L_2 + L_5 = 0,89 + 0,72 = 1,6 \text{ м};$$

$$l_3 = 0,25 \cdot L_3 = 0,25 \cdot 0,04 = 0,01 \text{ м};$$

$$l_4 = L_3 = 0,04 \text{ м};$$

$$l_5 = L_5 + L_4 + \frac{L_3}{2} = 0,72 + 0,72 + \frac{0,04}{2} = 1,44 \text{ м.}$$

$$J_1 = 7800 \cdot \frac{3,14}{32} \cdot 0,08 \cdot 0,2^4 = 0,098 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$J_2 = 7800 \cdot \frac{3,14}{32} \cdot 1,6 \cdot 0,103^4 = 0,138 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$J_3 = 7800 \cdot \frac{3,14}{32} \cdot 0,01 \cdot 0,355^4 = 0,122 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$J_4 = 7800 \cdot \frac{3,14}{32} \cdot 0,04 \cdot 0,1^4 = 0,0031 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$J_5 = 7800 \cdot \frac{3,14}{32} \cdot 1,44 \cdot 0,106^4 = 0,14 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J'_1 = J_1 + J_2 + J_3 = 0,098 + 0,138 + 0,122 = 0,358 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$J'_2 = J_4 + J_5 = 0,0031 + 0,14 = 0,1431 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Рассчитаем суммарную жесткость передачи:

$$C_{\Sigma}^{-1} = C_1^{-1} + C_2^{-1} + C_M^{-1} = (10^6)^{-1} + (5 \cdot 10^6)^{-1} + (5 \cdot 10^7)^{-1} = 1,22 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{Н} \cdot \text{м}};$$

$$C_{\Sigma} = 0,819 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2.6.1 Определение резонансной частоты редуктора

$$\omega_{\text{рез}} = \sqrt{\frac{C_{\Sigma} (i^2 \cdot J_2' + J_1')}{i \cdot J_1' \cdot J_2'}} = \sqrt{\frac{0,819 \cdot 10^6 (3,55^2 \cdot 0,593 + 0,358)}{4 \cdot 0,358 \cdot 0,593}} = 2923 \text{ с}^{-1}.$$

Во время выполнения операций сверления, точения и фрезерования резонансная частота редуктора не достигается:

$$\omega_{\text{рез}} > \omega_{\text{max}},$$

где

$$\omega_{\text{max}} = \frac{i \cdot \pi \cdot n_{\text{max}}}{30} = \frac{3,55 \cdot 3,14 \cdot 1334,2}{30} = 495,75 \text{ с}^{-1}$$

максимальная скорость, достигаемая при выполнении операции сверления.

Следовательно, при работе главного привода данного станка не возникают колебания, способные привести к порче оборудования.

2.6.2 Выбор электродвигателя подачи металлообрабатывающего станка Исходные данные для расчета представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Исходные данные

Шаг винта t_B , мм/об	20
η_B	0,85
Скорость быстрого хода $S_{\text{бх}}$, м/мин	12
Коэффициент трения, μ	0,07

2.7 Расчет основных параметров

Главная сила резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$F_{Z\text{MAX}} = \frac{10 \cdot C_p \cdot h_1^x \cdot S_{z1}^y \cdot B_1^q \cdot z_1}{D_1^q \cdot n_1^w},$$

где $C_p = 825$, $x = 1$; $y = 0,75$; $q = 1,3$; $w = 0,2$.

$$F_{Z\text{MAX}} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 4^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 160^{1,3} \cdot 14}{200^{1,3} \cdot 331,8^{0,2}} = 49265 \text{ Н}.$$

Наибольшее тяговое усилие ЭДП при резании:

$$F_p = F_{xMAX} + \mu(Q + F_{zMAX} + 0.2F_{yMAX}) + b \cdot S_p,$$

где

$$F_{xMAX} = F_{yMAX} = 0,4F_{zMAX} = 0,4 \cdot 49265 = 19706 \text{ Н}$$

наибольшие усилия по координатам x, y, z станка;

$$Q = g(m_{ст} + m_{дет}) - \text{вес стола с деталью, Н;}$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения;

$b = 10^4 \text{ Н} \cdot \text{с/м}$ - коэффициент вязкого трения;

$$S_p = S_1 / 60000, \text{ м/с.}$$

Масса детали $m_{дет}$ приближенно рассчитывается по данным чертежа детали (рис.1):

$$m_{дет} = \gamma \cdot V \cdot L \cdot H = 7800 \cdot 1,4 \cdot 2 \cdot 0,1 = 2184 \text{ кг.}$$

Массу стола $m_{ст}$ определяем в соответствии с выбранными шириной $B_{ст}$ и длиной $L_{ст}$ стола:

$$B_{ст} = 1,5 \text{ м; } L_{ст} = 2 \text{ м; } 2B_{напр} = 0,3 \text{ м; } m_{ст} = 6,6 \text{ т.}$$

$$Q = 9,81(6600 + 2184) = 86171 \text{ Н.}$$

$$F_p = 19706 + 0,07(86171 + 49265 + 0,2 \cdot 19706) + 10^4 \cdot 1626 / 60000 = \\ = 29733 \text{ Н.}$$

Усиление подачи на быстром ходу:

$$F_{ох} = \mu Q + bS_{ох} = 0,07 \cdot 86171 + 10^4 \cdot 12 / 60 = 8032 \text{ Н.}$$

Мощность ЭДП:

$$P_p = F_p \cdot S_p = 29733 \cdot 1626 / 60000 = 0,806 \text{ кВт;}$$

$$P_{БХ} = F_{БХ} \cdot S_{БХ} = 8,032 \cdot 12 / 60 = 2,073 \text{ кВт.}$$

Мощность ЭДП выбираем из условия:

$$P_H \geq P_p; P_H \geq P_{БХ}.$$

Режим работы двигателя аналогичен режиму работы главного привода. Предварительно выбранный двигатель затем проверяется. В случае регулируемых двигателей требуется проверка крутящего момента при самой

высокой и самой низкой скорости подачи.

Определяем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 4А90L4У3 с номинальной мощностью $P_H = 2,2$ кВт, синхронной частотой вращения $n_0 = 1500$ об/мин. Выбираем в качестве источника питания для электропривода подачи преобразователь частоты MITSUBISHI FR-F740-00052-ЕС с номинальной мощностью $P_{нпр} = 2,2$ кВт.

Номинальная скорость двигателя:

$$\omega_1 = \omega_H = \frac{\pi \cdot n_H}{30} = \frac{3,14 \cdot 1424}{30} = 149,04 \text{ с}^{-1}.$$

Угловая скорость винта:

$$\omega_{2\max} = \frac{2\pi \cdot S_{\text{БХ}}}{t_B} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (12/60)}{(20/1000)} = 62,8 \text{ с}^{-1}.$$

В соответствии с выбранной номинальной скоростью двигателя ω_H , заданным шагом винта t_B и полученной угловой скоростью винта $\omega_{2\max}$ определим передаточное число редуктора:

$$i_n = \omega_H / \omega_{2\max} = 148,9 / 62,8 = 2,37.$$

Принимаем ближайшее из стандартного ряда значение $i_{п} = 2,24$.

1.1. Проверка на трогание с места

Усилие трогания:

$$F_{\text{трог}} = \beta \cdot S_H = 0,5 \cdot 7200 = 3600 \text{ Н},$$

где $\beta \cong 0,5 \text{ Н/см}^2$ - коэффициент сухого трения при подаче $S=0$;

$S_H = 2V_{\text{напр}} \cdot L_{\text{ст}} = 7200 \text{ см}^2$ - площадь направляющих.

Момент трогания на винте:

$$M_{2\text{трог}} = \frac{F_{\text{трог}} \cdot t_B}{2\pi \cdot \eta_B} = \frac{3600 \cdot (20/1000)}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,85} = 13,49 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент трогания на ЭДП:

$$M_{1\text{трог}} = M_{2\text{трог}} / i_{п} \leq \lambda \cdot M_H,$$

где $\lambda \approx 1,5$ - коэффициент перегрузки ЭДП.

$$M_{1\text{трог}} = 13,49 / 2,24 = 6,02 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{макс дв}} = \lambda \cdot M_{\text{H}} = 1,5 \cdot P_{\text{H}} / \omega_{\text{H}} = 1,5 \cdot 2200 / 149,04 = 22,14 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{1\text{трог}} = 6,02 \leq 22,14 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

следовательно, электродвигатель обеспечивает момент трогания.

3 Регулирование автоматизированных электроприводов металлообрабатывающих станков.

3.1 Условия нагрузки, диапазон и плавность регулирования

Основными показателями регулирования скорости являются условия нагрузки, диапазон и плавность регулирования, стабильность и экономичность. При регулировке скорости вам нужно выбрать новую скорость или проверить установленный двигатель. Одним из способов решения этой проблемы является создание диаграммы зависимости мощности, крутящего момента или тока двигателя во всем диапазоне регулирования. Ток образца, построенный для всего цикла регулировки, позволяет провести общую экономическую оценку электропривода. Регулирование скорости осуществляется путем изменения напряжения якоря или тока возбуждения двигателя.

Механические характеристики главного привода машины с малым моментом холостого хода $M_c \sim \text{const}/n$, для приводов подач $M_c \ll \text{const}$. Поэтому, когда скорость регулируется, мощность, потребляемая механизмом главного привода, остается приблизительно постоянной, $P_c \sim \text{const}$, подачей. Расход механизма привода - примерно пропорционален скорости $P_c \sim \text{const}$. Механические характеристики фактического привода машины несколько иные.

С точки зрения возможности использования двигателей с точки зрения нагрева с использованием различных методов управления и различных характеристик нагрузки, на рисунке 3.1 показано графическое изображение возможных комбинаций в приводе с механическим приводом. Диаграмма на рисунке. На рисунке 3.1, а и б соответствуют условию нагрузки $P_c = \text{const}$, график на рисунке 3.1, в и г - $L4C = \text{const}$.

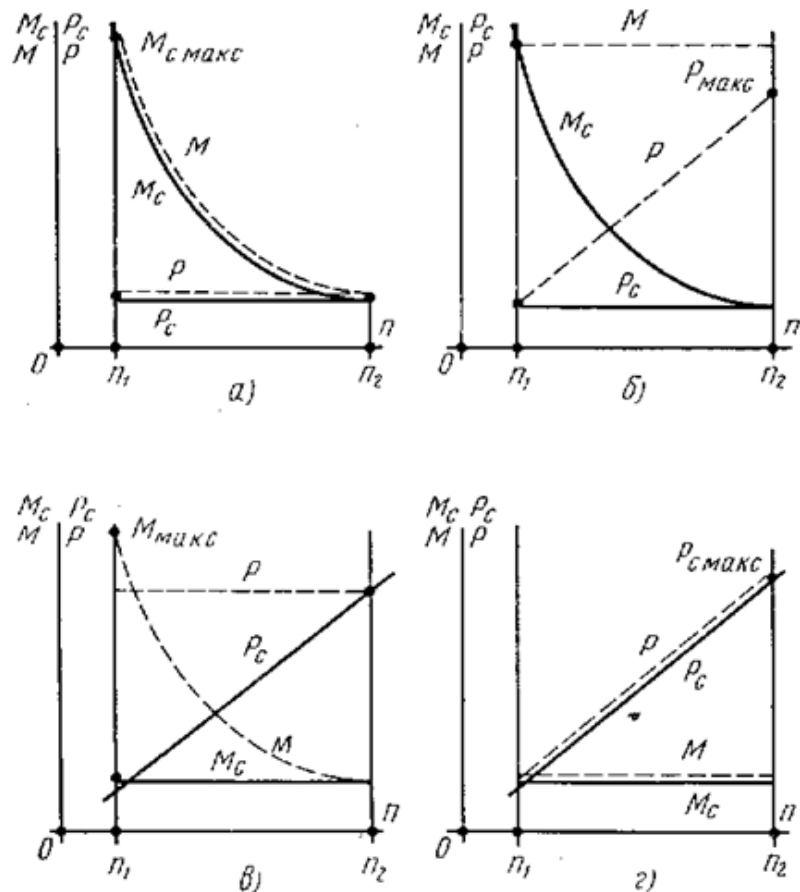
Для обоих вариантов нагрузки используется метод регулировки с постоянной Р-мощностью. 3.1, а, б и с имеют постоянный момент $M = \text{const}$ - график на рисунке. 3.1, б, д. На диаграмме нагрузки используется сплошная линия $L4C$, RS , допустимая диаграмма нагрузки двигателя - обозначена пунктирной линией M , R . Если способ управления картой нагрузки такой же, как на рисунке 3.1, а, д- получить полное использование двигателя во всем диапазоне регулирования от скорости n_1 до n_2 . При этом $L4 = L1C$, $P = P_c$, номинальные величины для двигателя $L_{11Г} = L_{4\text{с.макс}}$; - $L_{\text{макс}}$. При способах регулирования, не соответствующих графикам нагрузки на рис. 4-1, б, в, получаются известные соотношения. Для графика (рисунок. 3.1, б) регулирования с постоянным моментом при постоянной мощности нагрузки

номинальная мощность электродвигателя $P_{\text{чакс}} = P_c$ т. е. номинальная мощность получается завышенной в n (диапазон регулирования) раз по сравнению с P_c .

Двигатель недогружен во всем диапазоне, что ухудшает экономические показатели электроприводов q и \cos . Номинальный крутящий момент двигателя M_{1H} полностью используется только в точке, соответствующей минимальной скорости n_{it} где $M_{1H} = M_{c.\text{макс}}$. Для графика (рисунок 3.1, в) номинальный крутящий момент двигателя на минимальной скорости составляет — $M_{1H} = M_{1c.\text{макс}} = M_{1c} \cdot n_{2/nv}$ т. е. номинальный момент получается завышенным в D раз по сравнению с M_{1C} , что увеличивает габариты двигателя. Номинальная мощность электродвигателя P_R используется полностью только в точке, соответствующей максимальной скорости $n_{2\text{»}}$ где $P_k = P_c \cdot \text{viaКС}$. Изменение мощности и момента нагрузки при регулировании скорости приводов станков отличается от только что рассмотренных. Главный привод станков имеет постоянную мощность только в верхней части диапазона регулирования. Использование величины такой мощности в нижней части диапазона, т. е. при низких скоростях, является нецелесообразным по причинам увеличения вращающего момента и, следовательно, увеличения габаритов передач. Малые скорости главных приводов станков предназначаются для медленных установочных перемещений или для технологических операций, требующих малых скоростей резания (обработка твердых сплавов, нарезка резьбы и т. и.), а, следовательно, малой мощности. Принципиальным является наличие в диаграмме нагрузки главных приводов участка с постоянным моментом в зоне малых скоростей. Для станков с главным поступательным движением (продольно-строгальные станки и т. п.) участок с $M_{1c} = \text{const}$ занимает большую часть диапазона, для станков с главным вращательным движением (токарные, расточные и т. п.) — меньшую часть диапазона регулирования.

В последние годы из-за использования уникальной сверхпрочной вращающейся машины карта постоянного момента занимает увеличенный диапазон скоростей на карте нагрузки основного привода вращательного движения из-за значительных потерь энергии в направляющей панели.

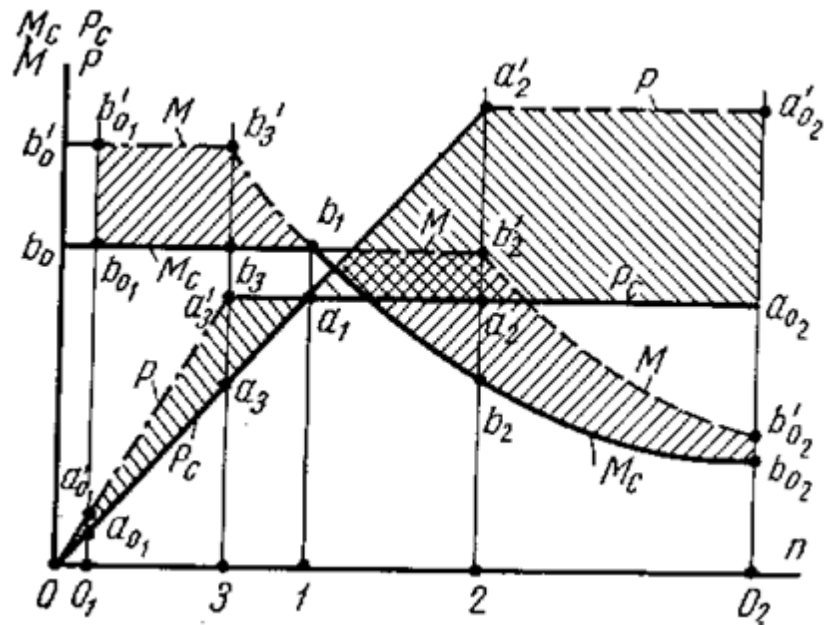
Диаграмма нагрузки, создаваемая главным приводом современного сверхмощного отрезного станка, показана на рисунке 3.2. Он состоит из участков $M_{1C} = \text{const}$, $P_c = \text{const}$ что типично для основного привода машины. Все рассуждения связаны с графиком. 1-1 касающийся оценки метода управления скоростью, может быть расширен до рисунка. 3.2, который представляет собой график двухзонного регулирования, который может быть реализован электроприводом от электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения. Современные регулируемые электроприводные системы используют этот двигатель непосредственно от сети постоянного тока или от переменного тока в постоянный, усилитель ЕМУ двигателя, магнитный усилитель МУ, генератор G, электронный ионный преобразователь ЕIP, управляемый ртутный выпрямитель URV и недавний контроль Полупроводниковый клапан (тиристор) УПВ.



M, P – момент и мощность электродвигателя; M_c, P_c – момент и мощность нагрузки
 n_1, n_2 – минимальная и максимальная скорости привода

Рисунок 3.1 – Характеристики использования электродвигателя при различных нагрузках и способах регулирования

С точки зрения наиболее полного использования электропривода, а, следовательно, получения наилучших экономических показателей промышленной установки ($v, \cos\varphi$) необходимо иметь на участке $Oj-1$ регулирование с постоянным моментом, на участке $1-02$ регулирование с постоянной мощностью. Применение электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения и соответствующей системы электропривода позволяет обеспечить экономичное регулирование скорости на всем диапазоне. Для этого, как известно, на участке $0^{\wedge}-1$ скорость двигателя регулируется изменением величины подаваемого на якорь напряжения, на участке $1-02$ – изменением величины тока возбуждения двигателя.



M, P – момент и мощность электродвигателя; M_c, P_c – момент и мощность нагрузки
 n_1, n_2 – минимальная и максимальная скорости привода

Рисунок 3.2 – Механическая характеристика главного привода при различных способах регулирования

На самом деле, не всегда возможно обеспечить согласованность требуемых элементов управления с возможностями электродвигателя и системы электропривода. Это относится, в частности, к части $P = \text{const}$, которая ограничена 5: 1 в современных бытовых двигателях. В настоящее время ведутся работы по созданию электродвигателя с увеличенным диапазоном регулирования скорости, меняющего магнитный поток до 8: 1, что является перспективным для привода. Возможность отсутствия такой регулировки приводит к необходимости применять регулирование напряжения на участке 0^2 , то есть завышать номинальную мощность двигателя.

Графически это представлено на рисунке 3.2, где пунктиром — а / показано построение для увеличенного участка регулирования напряжением $O_{t-2} > O_{t-1}$

3.2 Механическая характеристика автоматизированного электропривода подачи.

По существу постоянный крутящий момент поддерживается для большей части диапазона управления в разделах 1-2. В начальной части, поскольку невозможно увеличить глубину резания при низкой скорости подачи, постоянство крутящего момента не может поддерживаться. С точки зрения облегчения условий работы двигателя во время самовентиляции, этот тип карты крутящего момента увеличивается с увеличением скорости

подачи, что очень выгодно для низких скоростей. Двигатель автоматически разгружается в нужной части диапазона.

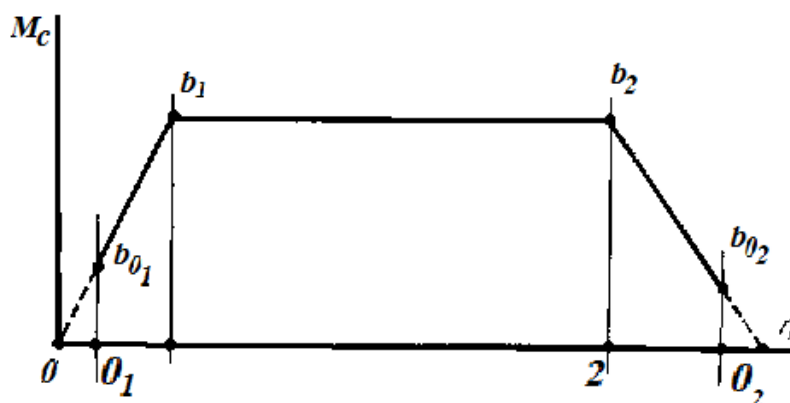


Рисунок 3.3 – Механическая характеристика привода подачи

Таким образом, на участках (Д—1 и 1—2 единственно правильным способом регулирования является способ изменения напряжения при сохранении потока двигателя постоянным. Необходимость повышения номинального тока двигателя или устройство независимой вентиляции должны применяться в зависимости от положения точек и в каждом конкретном случае. Для небольших двигателей приводов подач устройство независимой вентиляции нельзя считать экономически целесообразным. Обычно идут по пути увеличения номинального тока и, следовательно, габаритов машины.

Участок 2 — 0₂ соответствует большой скорости подачи при большой скорости резания. Из-за ограничения допустимой мощности главного привода усилие подачи должно быть снижено, т. е. на участке 2—0₂ возможна только чистовая обработка. Следовательно, в верхней части диапазона возможно применение электродвигателя, скорость которого регулируется изменением потока. Это позволяет избежать увеличения габаритов электродвигателя по сравнению с тем, если бы скорость его регулировалась изменением напряжения на указанном участке.

Как видим из рассмотрения графика (рисунок 3.3), электродвигатель с независимым возбуждением для приводов подачи может быть выбран достаточно экономично.

В соответствии с требованиями плавности регулирования в станкостроении существуют три способа регулирования:

- а) ступенчатое механическое и электрическое регулирование;
- б) электромеханическое комбинированное регулирование;
- в) бесступенчатое плавное механическое и электрическое регулирование.

3.3 Системы управления и регулирования скорости

Токарные станки составляют весьма многочисленную первую группу металлорежущих станков согласно индекса ЭНИМС. В эту группу

входят и карусельные станки, Габариты станков первой группы весьма разнообразны, начиная с малых легких станков, имеющих электроприводы от асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором до тяжелых и уникальных станков моделей 1660—1682 и 1563—1591 с глубоко регулируемые главными приводами и приводами подачи. Диапазоны регулирования главных приводов составляют величины порядка 100:1 и выше, а приводы подачи с механическим регулированием имеют диапазоны до 10 000:1, Для электроприводов тяжелых станков токарной группы используют в качестве электродвигателей двигатели постоянного тока, регулируемые как напряжением (приводы подачи), так и потоком возбуждения (главные приводы).

В современных электроприводах широко используется полупроводниковая техника, представленная в настоящем пособии двумя расчетами: а) электропривод с питанием главного привода от неуправляемых вентилей, включенных по мостовой трехфазной схеме и с питанием обмотки возбуждения двигателя от управляемых вентилей; б) электропривод подачи карусельного станка, питаемый от системы управляемых вентилей или тиристоров.

3.3.1 Управление по системе генератор-двигатель

Электрическая схема приведена на рисунок 3.4 двигатель МП11-13/2; 60 квт\ 220 в; 300—1200 об/мин\ генератор 1192; 70 квт\ 230 в. Вибрационное управление применяется для обеспечения достаточно быстрого и плавного пуска и торможения двигателя.

Для расчета переходных процессов необходимо также предварительное построение зависимостей и при их нарастании и спадании во времени. Расчетное уравнение нарастания и спадания относительного значения э. д. с. генератора.

Расчетное уравнение спадания и нарастания относительного значения магнитного потока двигателя.

а) при нарастании э.д.с генератора;

б) при спадании э. д. с. возбуждения сопротивления из-за включения в цепь обмотки;

в) при спадании э. д. с. из-за отключения обмотки возбуждения и замыкания ее на разрядное сопротивление;

Расчет кривых переходного процесса торможения двигателя . Электрическое торможение двигателя в схеме производится в три этапа

1. Торможение с номинальной скорости юн до скорости , соответствующей. Обмотка возбуждения генератора отключена. Магнитный поток двигателя номинальный $\varphi = 1$.

2. Динамическое торможение Расчетные уравнения для первого и второго этапов торможения те же, что и при пуске.

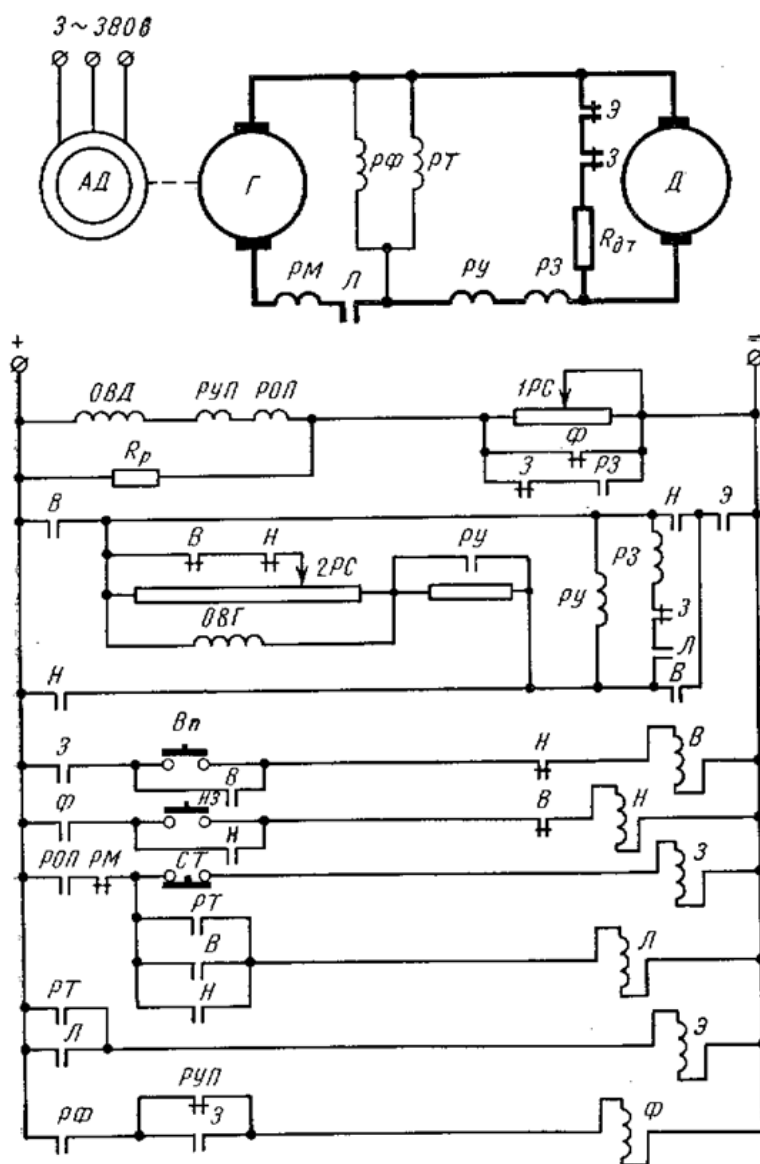


Рисунок 3.4 – Схема главного привода токарного станка по системе Г-Д с вибрационным управлением

3.3.2 Управление по системе «ртутный выпрямитель-двигатель»

Электрическая схема приведена на рисунке 3.5.

Двигатель МП11-12/2; 63 кВт; 440 в; 163 а; 320-1240 об/мин (33,5-рад/сек); $R_d = 1,2 (R_n + R_{д.л} + R_{ш}) = 0,19 \text{ Ом}$;

САУ должна обеспечить перепад скорости двигателя не выше 5% от «о при колебании нагрузки от нуля до номинальной и колебании напряжения сети в пределах $E = +10, - 15\%$.

Выбор ртутного выпрямителя производится по напряжению и току. Принимается металлический запаянный ртутный выпрямитель

Выбирается схема соединения обмоток трансформатора — звезда — звезда с нулем. Сглаживающий катодный дроссель выбирается из условия обеспечения работы ртутного выпрямителя в режиме непрерывных токов.

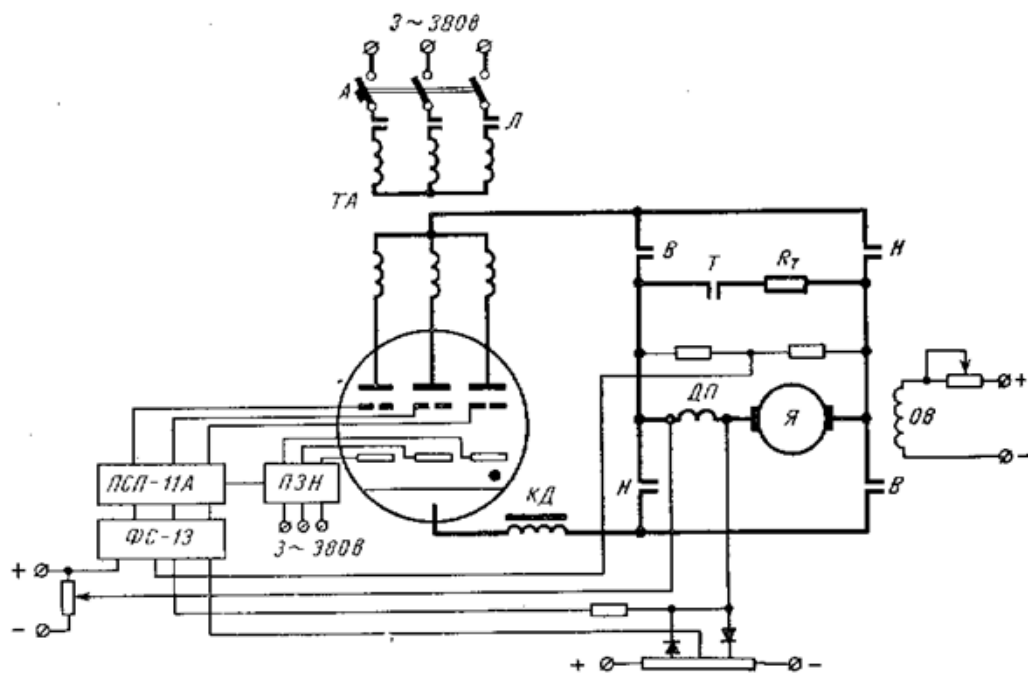


Рисунок 3.5 – Схема управления автоматизированного электропривода металлообрабатывающего станка по системе УРВ-Д

3.3.3 Управление по системе «полупроводниковый выпрямитель-двигатель»

Упрощенная схема системы ПВ—Д приведена на рисунке 3.6. Двигатель П 133-4К; 100 кет-, 440 в; 254 а; 300— 1500 об/мин \ $k_e = 15$ в/вб-об/мин', $= 9,55$ ке -143 н-л/в*-а; $= 3,96$ ом. Трансформатор ТСУ-120/0,5; 120 кеа; U у U 2 — 380/330 в (вторичная обмотка трансформатора перемотана). Тахогенератор ТГ=0,146 в об/мин.

САУ должна обеспечить перепад скорости не выше 10% от скорости идеального холостого хода при колебании нагрузки от нуля до номинальной. Допускается, что колебания напряжения сети незначительны.

1. Выбрать вентили. Выбор вентиля производится исходя из требуемых значений тока вентиля и обратного напряжения.

Среднее значение прямого тока вентиля

Обратное напряжение, приложенное к вентилю, $U_{обр} = 1,045 U_{\partial} = 1,045 \cdot 440 = 460$ в.

Максимальное обратное напряжение, равное амплитудному значению вторичного напряжения трансформатора.

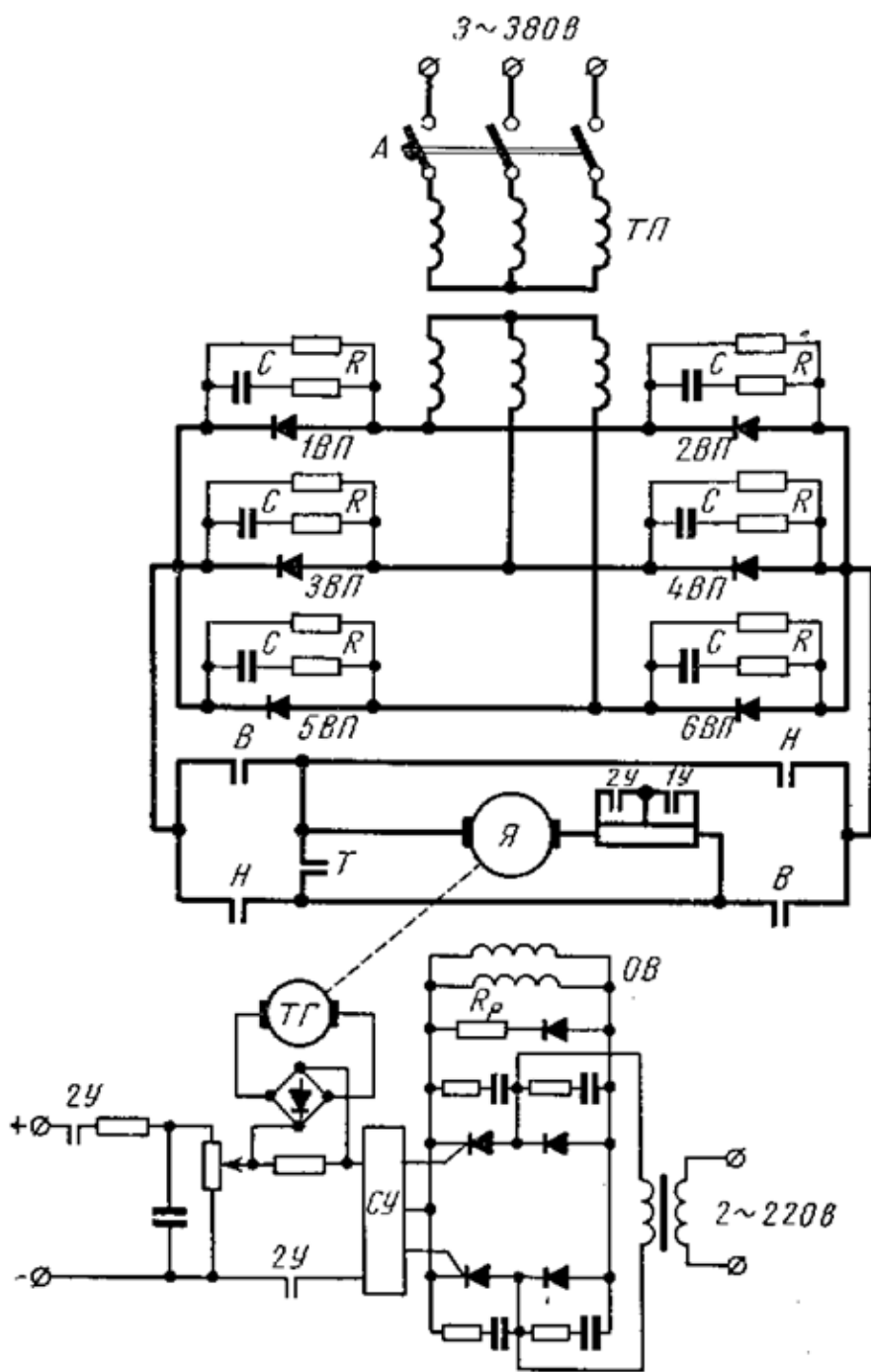


Рисунок 3.6 – Схема автоматизированного электропривода токарного станка по системе «полупроводниковый выпрямитель-двигатель» (ПВ-Д)

Ток и обратное напряжение вентилей с учетом запаса по току и напряжению

$$I_B = k_{3I} I_{расч} = 2 * 84,6 = 169,2 \text{ а};$$

$$U_{обр} = k_{3U} U_{расч} = 1,5 * 466 = 700 \text{ в},$$

Где k_{3I} и k_{3U} — коэффициенты запаса по току и напряжению.

Принимаются вентили типа ПВК-200-7Б; 200 а; 700 в.

Определить статические параметры двигателя. В разомкнутой системе падение скорости электродвигателя при номинальной нагрузке превышает

допустимое значение 10%. Исходя из этого для увеличения параметров механической жёсткости, используется замкнутая система.

Так как преобразователь, питающий двигатель, неуправляемый, то применяется замкнутая САУ с обратной связью по скорости двигателя, включенной в цепь обмотки возбуждения двигателя.

3.3.4 Управление по системе «управляемый полупроводниковый выпрямитель [тиристор] – двигатель».

Электрическая схема электропривода подачи с тиристорным преобразователем приведена на рисунке 3.7. Электропривод разработан в ЭНИМСе. Он включает в себя двигатель типа П41; 6 *кет*; 110 *в*; 66,5 *а*; 3000 *об/мин*; питающий трансформатор; управляемый тиристорный преобразователь с системой управления и промежуточный усилитель на транзисторах.

Тиристорный преобразователь имеет шесть тириستоров типа УПВК-50; класса 2,5; 50 *а*; 250 *в*; включенных по трехфазной мостовой схеме. От коммутационных перенапряжений тиристоры защищаются разрядными цепочками 7—С, включенными параллельно вентилям и вторичной обмотке трансформатора. Для уменьшения перенапряжений, возникающих при отключении привода контактором, разрывается цепь вторичной обмотки трансформатора. Защита от токов к. з. и перегрузок осуществляется автоматом.

Система управления тиристорами работает по вертикальному принципу. Каждый тиристор имеет индивидуальный блок управления БУ. Коэффициент усиления усилителя $K_y \geq 30$.

Электропривод содержит также блок пилообразного напряжения *Б ПН* и блок питания *БП*. Структурная схема системы автоматического управления представлена на рис. 5-18, *а*.

Система автоматического поддержания постоянства скорости двигателя является замкнутой и обратной отрицательной связью по скорости, осуществляемой с помощью тахогенератора типа ТМГ- ЗОП; 250 *в*; 4000 *об/мин*. Ограничение нагрузки двигателя выше значений (2—2,5)/д обеспечивается Обратной отрицательной связью по току с отсечкой, осуществляемой с помощью блока токоограничения *БТ*.

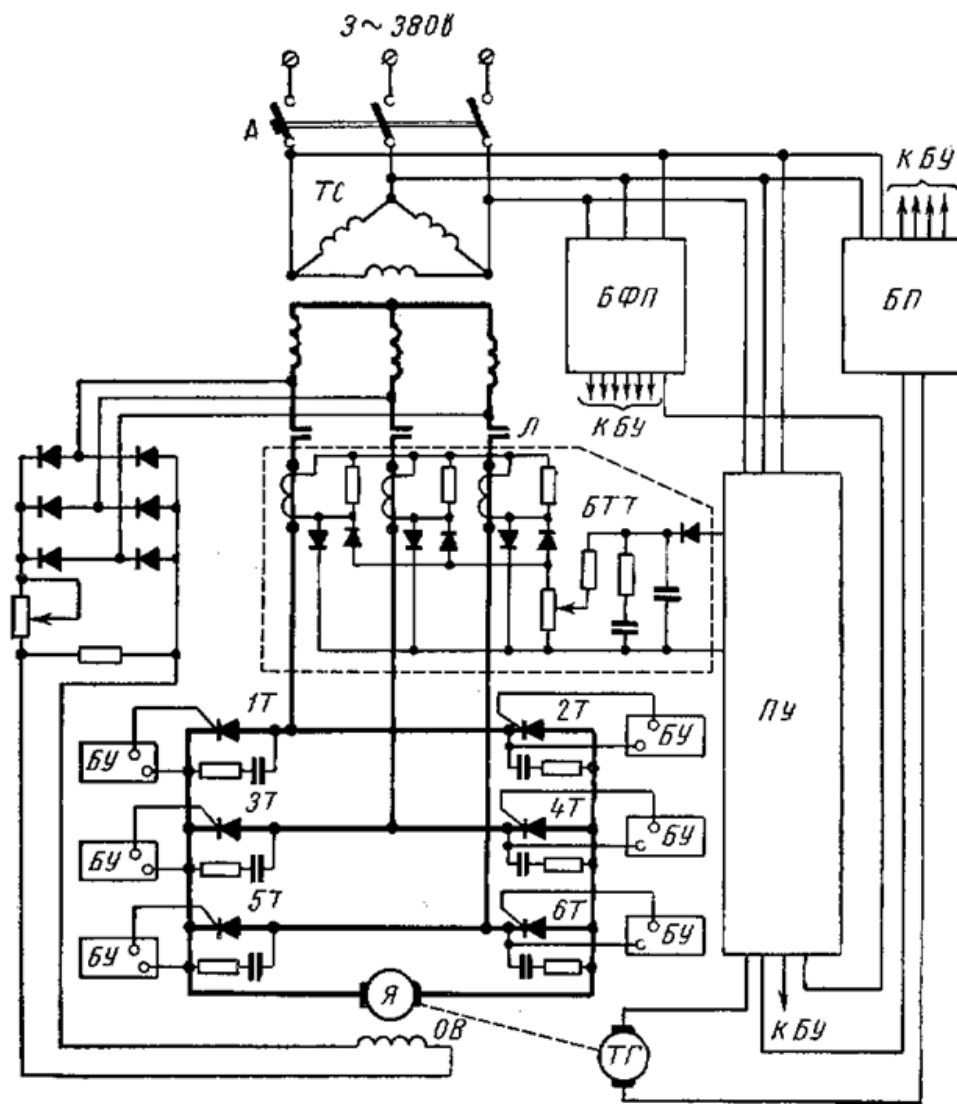


Рисунок 5-17. Схема привода подачи карусельного станка по системе тиристорный преобразователь-двигатель

Рисунок 3.7 – Схема привода подачи карусельного станка по системе тиристорный преобразователь-двигатель

Двигатель МП11-12/2; 63 кВт; 440 в; 163 а; 320-1240 об/мин (33,5-рад/сек); $R_d = 1,2 (R_n + R_{д.п} + R_{ш}) = 0,19 \text{ Ом}$;

САУ должна обеспечить перепад скорости двигателя не выше 5% от «о» при колебании нагрузки от нуля до номинальной и колебании напряжения сети в пределах $E = +10, - 15\%$.

Выбор ртутного выпрямителя производится по напряжению и току. Принимается металлический запаянный ртутный выпрямитель

Выбирается схема соединения обмоток трансформатора — звезда — звезда с нулем. Сглаживающий катодный дроссель выбирается из условия обеспечения работы ртутного выпрямителя в режиме непрерывных токов.

Регулирование скорости двигателя осуществляется изменением задающего напряжения САУ и тем самым изменением напряжения на якоре двигателя.

При изменении задающего напряжения происходит сдвиг управляющего импульса на управляющих электродах тиристоров и тем самым происходит изменение момента открытия тиристоров и, следовательно, изменение выпрямленного напряжения на якоре двигателя.

4 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда

4.1 Классификация металлообрабатывающих станков

В настоящем дипломном проекте рассматривается автоматизированный электропривод металлообрабатывающего станка. С перва будем рассматривать классификацию станков. Классификация осуществляется по нескольким критериям. Однако один из них является основным. В первую очередь учитывается способ обработки материала. В зависимости от этого выделяют пять типов изделий:

Токарные машины предназначены для изготовления геометрических тел с коническими и цилиндрическими поверхностями. В качестве базовых компонентов подобных агрегатов выступают суппорт и шпиндель. Они позволяют удерживать резец и обрабатываемую заготовку.

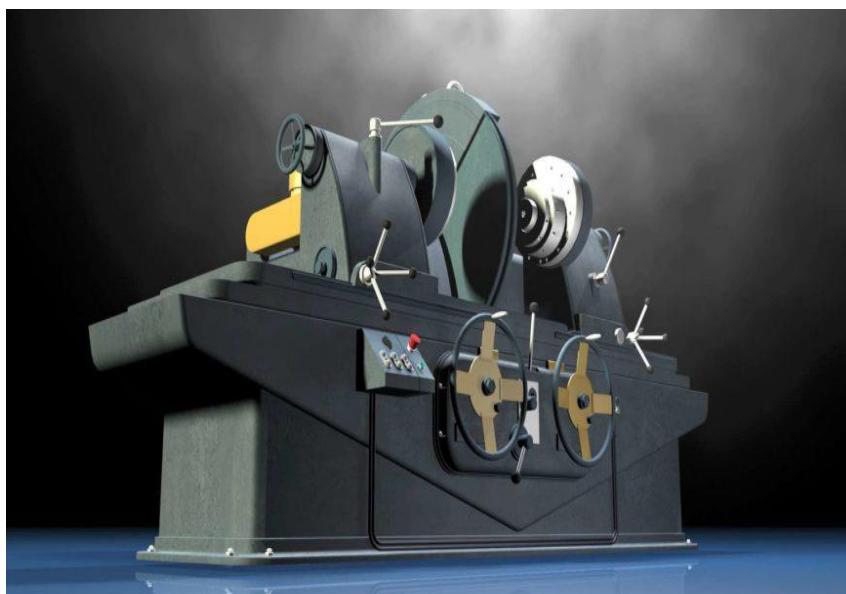


Рисунок 4.1 – Токарный станок

Фрезерные станки необходимы для получения элементов с замысловатыми фасонными поверхностями. В ходе работы применяются фрезы разных типов. Заготовка, как правило, фиксируется на столе, который в некоторых случаях может вращаться.



Рисунок 4.2 – Фрезерный станок

Сверлильные станки позволяют проделывать в металлических изделиях всевозможные отверстия. Существует большое количество модификаций такого оборудования.



Рисунок 4.3 – Сверильный станок

Шлифовальные станки призваны уменьшить шероховатость поверхностей из металла. Они в основном используются в авиационной промышленности и приборостроении.



Рисунок 4.4 – Шлифовальный станок

Любой металлообрабатывающий станок можно отнести к другим категориям. Часто оборудование классифицируется по уровню специализаций. Например, техника, применяемая для изготовления объемной номенклатуры деталей, является универсальной. Она широко используется на различных промышленных объектах. Изделия, предназначенные для проведения узких операций по металлообработке, относятся к категории специализированных. Они являются неотъемлемой частью основного технологического процесса, однако не применяются для изготовления готовой продукции.

Сверлильные приспособления позволяют проделывать в металлических изделиях всевозможные отверстия. Также существует большое количество модификаций таких оборудований. Шлифовальные устройства призваны уменьшить шероховатость поверхностей из металла. Они в основном используются в авиационной промышленности и приборостроении. Строгальные аналоги дают возможность послойно удалять части металла непосредственно с поверхности деталей. С их помощью удается получать идеально ровные плоскости с минимальным отклонением от заданных параметров. Часто оборудование классифицируется по уровню специализации. К примеру, техника, применяемая для изготовления объемной номенклатуры деталей, является универсальной. Она широко используется на различных промышленных объектах и предприятиях. Изделия, предназначенные для проведения узких операций по металлообработке, относятся к категории специализированных. Они являются неотъемлемой частью основного технологического процесса, однако не применяются для изготовления готовой продукции. Особый вид техники отдельного внимания также заслуживают металлообрабатывающие станки с ЧПУ, они отличаются эффективностью. Их основная функция заключается в автоматическом и при этом очень точном управлении движением элементов. Такое оборудование оснащено специальными моторами, которые четко исполняют команды определенной назначенной программы. В условиях обычной эксплуатации один такой экземпляр

способен заменить 2-6 единиц техники универсального типа. При использовании устройств существенно сокращается не только период подготовки производства, но и протяженность цикла изготовления изделий. Основное преимущество, которым обладает металлообрабатывающий станок такого типа, заключается в высочайшем уровне автоматизации. Случай вмешательства оператора здесь сведены к минимуму.

4.2 Описание рабочего места металлообрабатывающих станков

4.2.1 Рабочее место станочника

Это участок производственной площади цеха, на котором расположен станок с комплектом приспособлений, вспомогательного и режущего инструмента, а также техническая документация и другие предметы и материалы, находящиеся непосредственно в распоряжении рабочего. Рабочее место является основным звеном любой производственной структуры, где производят механическую обработку на станках, поэтому очень важно, чтобы оно было рационально организовано.

Под организацией рабочего места понимают упорядоченное расположение станка (станков при многостаночном обслуживании), организационной оснастки (т.е. инструментальных шкафов, подносов и лотков для инструментов, стеллажей для станочных приспособлений, планшетов и рамок для технической документации и др.), а также других устройств, обеспечивающих станочнику необходимые условия для высокопроизводительной и безопасной работы. Рациональная организация рабочего места включает в себя его планировку, оснащение и обслуживание.

Под планировкой понимают также, наиболее целесообразное размещение на производственной площади рабочего и станочного оборудования, материалов и подъемно-транспортных средств. При планировании рабочего места в первую очередь необходимо учитывать рабочее положение станочника, а также значение и характер рабочих усилий (статических, динамических), объем и темп выполняемых движений, степень точности операций и т.п. Для осуществления подавляющего большинства станочных работ характерна рабочая поза стоя (вертикальное положение туловища или наклон его вперед на 10...15°), обеспечивающая наилучшие условия для обзора, возможность развития больших усилий и движений с большим размахом.

Оснащение рабочего места включает в себя технические средства необходимые для производства, определенных видов работ и их контроля (станки, подъемно-транспортные устройства, измерительные приспособления), а также средства, обеспечивающие комфортные условия и безопасность труда на рабочем месте (соответствующее освещение, ограничение уровня шума и вибраций, средства связи, эстетические мероприятия и др.).

Технологическая оснастка это средства, обеспечивающие выполнение технологического процесса с заданными параметрами: станочные приспособления, режущий, вспомогательный и измерительный инструменты.

Организационная оснастка это средства для размещения и хранения технологической оснастки, а также для облегчения труда и обеспечения его безопасности. Обычно в нее входят: средства для хранения станочных приспособлений, режущего, вспомогательного и измерительного инструмента (шкафы, тумбочки, и.т.п.), средства для хранения материалов, заготовок и обработанных деталей, средства для размещения технической и технологической документации (планшеты, полки, ящики и др.); средства, обеспечивающие нормальные условия протекания технологического процесса (производственная мебель, местное освещение, средства связи и.т.п.).

Все рабочие места станочников в обязательном порядке оснащают решетками, под ноги либо ступеньками со сплошным настилом. Их следует изготавливать из электроизоляционных материалов (сухой древесины или пластмассы). Решетки применяют в тех случаях, когда при обработке образуется большое количество стружки; детали, обрабатываемые на шлифовальных станках, имеют малые припуски, поэтому около таких станков удобнее иметь ступеньку со сплошным настилом. Высоту расположения решеток ступенек от пола выбирают в зависимости от роста рабочего, а их габаритные размеры — исходя из того, чтобы не было перенапряжения мышечно-связочного аппарата рабочего (подсознательная боязнь оступиться заставляет рабочего постоянно держать мышцы ног в напряженном состоянии, что вызывает их хроническое утомление, сопровождаемое дрожанием или сведением мышц судорогой).

Обслуживание рабочего места — это комплекс мероприятий по обеспечению его средствами и предметами труда, а также услугами с целью создания необходимых условий для высокопроизводительной, ритмичной и безопасной работы. Особое внимание при обслуживании рабочего места уделяется ежедневной уборке станка и около станочного пространства (очистка от стружки, смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), масла и др.). Эту работу выполняет станочник.

4.3 Описание электрооборудования (металлообрабатывающих станков)

В состав электрооборудования металлорежущих станков входят асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, двигатели постоянного тока, электромагниты, электромагнитные муфты, путевые и конечные выключатели, различные датчики (например, контроля давления масла в гидросистеме), кнопки управления, переключатели, сигнальные лампы, магнитные пускатели, трансформаторы, понижающие напряжение на схему управления, схему сигнализации и местного освещения, аппараты защиты.

Электрооборудование и автоматика современных металлорежущих станков включает в себя различные программируемые контроллеры, частотные преобразователи, а также устройства плавного пуска электродвигателей, бесконтактные пускатели, бесконтактные путевые выключатели и другие электронные и программируемые элементы.

Электрооборудование металлорежущих станков размещается на самом станке, на пульте управления и в шкафу управления, который обычно размещается рядом со станком.



Рисунок 4.5 – Металлорежущий станок

4.3.1 Основные виды металлорежущих станков

Механическая обработка на металлорежущих станках имеет изменение заготовки посредством снятия с неё стружки, после этого заготовка примет форму, близкую к требуемой (черновая и предварительная обработанная) или совпадающую с ней в пределах определённой точности геометрической формы, размеров (чистовая обработка) и чистоты поверхности.

В зависимости от различных факторов необходимое формоизменение заготовки производится различными видами механической обработки и на различных станках.

В настоящее время выпускают большое количество металлорежущих станков, различных по назначению, технологическим возможностям и размерам.

По степени автоматизации различают:

- механизированные;
- автоматизированные станки (автоматы и полуавтоматы).

Механизированный станок имеет одну автоматизированную операцию, например зажим заготовки или подачу инструмента.

Автомат, осуществляя обработку, производит все рабочие и вспомогательные движения цикла технологической операции и повторяет их без участия рабочего, который лишь наблюдает за работой станка, контролирует качество обработки и, при необходимости, поднастраивает станок, т. е. регулирует его для восстановления достигнутых при наладке точности взаимного расположения инструмента и заготовки, качества обрабатываемой детали.

Под циклом понимают промежуток времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции независимо от числа одновременно изготавливаемых деталей.

Полуавтомат — станок, работающий с автоматическим циклом, для повторения которого требуется вмешательство рабочего. Например, рабочий должен снять деталь и установить новую заготовку, а затем включить станок для автоматической работы в следующем цикле.

Основные (рабочие) движения на станке разделяют на главное (режущее) движение и движение подачи. Главное движение и движение подачи могут быть вращательными или прямолинейными (поступательными), совершаются они как заготовкой, так и инструментами.

К вспомогательным движениям относятся движения, которые обеспечивают установку, зажим, освобождение, смазывание, удаление стружки, правку инструмента и т.п.

Обработка изделий на металлорежущих станках — это придание заготовке необходимой формы поверхности и размеров путем перемещения режущей кромки инструмента относительно заготовки или заготовки относительно режущей кромки инструмента. Требуемое относительное перемещение создается сочетанием движений инструмента и заготовки.

4.4 Расчет освещения металлообрабатывающего цеха

Металлообработка включает разные виды деятельности, начиная со сборки с помощьюковки и сварки до работ, требующих максимальной точности - пайки, контроля или измерения. Каждый из них предъявляет особые требования к световому решению.



Рисунок 4.6 – Освещение цеха металлообработки

Металлообработка включает разные виды деятельности, начиная со сборки с помощьюковки и сварки до работ, требующих максимальной точности - пайки, контроля или измерения. Каждый из них предъявляет особые требования к световому решению.

Поскольку работы, осуществляемые при металлообработке, очень разнообразны — невозможно разработать единое универсальное решение, подходящее для всей системы освещения. Поэтому должно быть такое освещение, которое соответствует нормативным требованиям, эргономичным и обеспечивать подходящее освещение зоны зрительной задачи в зависимости от вида выполняемой деятельности.

Европейским стандартом EN 12464-1 определены различные минимальные значения средней освещенности для отдельных рабочих мест, в зависимости от осуществляемой работником деятельности.

Принимаем общую равномерную систему освещения. При разряде зрительной работы и системе общего освещения, освещенность составляет 300 Лк, а система комбинированного освещения 750 Лк. В процессе эксплуатации осветительной установки освещенность снижается из-за

загрязнения ламп, уменьшения светового потока источников света в процессе горения и т.д. Поэтому при расчете мощности источника света, которая должна гарантировать нормированное значение освещенности на рабочих местах в течение всего времени эксплуатации осветительной установки, вводится коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности. Величина коэффициента в зависимости от площади принимается либо по нормативам проектных организаций, либо по фактическим данным цеха. Например, для металлорежущих станков при площади свыше 20 м², рекомендуется принимать коэффициент, равный 1,5, при 10-20 м² (2), при 6-10 м² (2,5), при 4-6 м² (3) и т. д.

4.4.1 Выбор источника света и осветительного прибора

Выбор светильников должен определяться следующими основными условиями: характером окружающей среды;

- 1) требованиями к светораспределению и ограничению слепящего действия;
- 2) соображениями экономики.

Условия среды освещаемого помещения определяют конструктивное исполнение светильников. Светораспределения светильников является основной характеристикой, определяющей светотехническую эффективность применения светильников в заданных условиях.

Для высоких, например, для $H = 6 - 18$ метров, производственных помещений наиболее эффективно использование ламп ДРЛ.

С учетом рекомендаций для шлифовального цеха выбираем полностью пылезащищенный светильник СПЗ-500 с кривой света (КСС) Г - 1, применяем в данном случае ртутную дуговую лампу ДРЛ, с защитой IP 20.

Размещение осветительных приборов. Светильники размещаются рядами, параллельными длинной стороне помещения.

При таком расположении направление света светильников совпадает направлением естественных источников света, уменьшается прямая и отраженная блескость и оказывается меньшей протяженностью групповой сети. Кроме того, при наступлении сумерек есть возможность включать освещение только в глубине помещения.

Расположим светильники в 11 рядов по 6 светильников в каждом. Расстояние между светильниками $L = 4$ метра, от светильников до стены - 2 метра по всему периметру. Общее количество светильников - 66 штук.

Светильники расположены на высоте $h_n = H - h_c = 8 - 0,8 = 7,2$ м (H - высота помещения, h_c - расстояние от светильников до перекрытия).

Расчетная высота у нас будет $h = h_c - h_p = 7,2 - 0,8 = 6,4$ м (h_p - высота рабочей поверхности).

Таблица 4.1 – исходные данные для расчета

Цех шлифовальный	Среда цеха	Шаг колонн, м	Высота, м	Разряд работ

Станочное отделение нормальная	50×30	4	8	III-в
-----------------------------------	-------	---	---	-------

Расчет освещенности методом коэффициента использования.
Световой поток каждой лампы находим по формуле:

$$\frac{E \cdot K \cdot S \cdot K_3}{N \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

где N - число светильников;

E - заданная минимальная освещенность, лк;

K_3 - коэффициент запаса для ламп;

S - освещаемая площадь цеха, м².

Однако необходимо учитывать, что не весь поток падает на освещаемую поверхность, потому что он частично теряется в светильнике, частью падает на стены и другие поверхности, и также на потолок помещения. Отношение потока, падающего на освещаемую поверхность, ко всему потоку ламп называется коэффициентом использования светового потока. Зависимость от площади помещения, высоты и формы учитывается индексом помещения i . Индекс помещения рассчитывается по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{50 \cdot 30}{6,4 \cdot (50 + 30)} = 2,91, \quad ()$$

При коэффициентах отражения $c_{\text{пот}} = 65\%$, $c_{\text{ст}} = 35\%$; $c_{\text{пол}} = 10\%$ и при индексе помещения $i = 5,50$, коэффициент использования светового потока $Z = z_c, z_{\text{п}} = 0,71 \times 0,73$ принимается равным 0,52. Необходимый световой поток определяется:

$$\frac{E \cdot K \cdot S \cdot K_3}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 1500 \cdot 1,15}{66 \cdot 0,52} = 15077, \text{ Лк} \quad ()$$

Ближайшее номинальное значение светового потока имеет стандартная лампа ДРЛ 400, световой поток лампы 22 500 Лм. Наименьшая высота расположения светильника по условиям ослепленности будет, составляет 7,0 метров. Мощность сети потолочного освещения станочного отделения цеха металлорежущих станков будет: $P_{\text{осв.}} = N \cdot P_{\text{л}} = 66 \times 0,7 = 46,2 \text{ кВт}$, $Q_{\text{осв.}} = 0,33 \times 46,2 = 15,24$.

В разделе безопасности жизнедеятельности и охраны труда рассмотрен вопрос условий труда металлообрабатывающих станков, который является одним из важных критериев для безопасной работы промышленной техникой и в целом для обеспечения безопасности рабочей силы. Приведена классификация станков, типы и произведен расчет освещения металлообрабатывающего цеха, для удобства работы в рамках помещения,

где был выбран самый оптимальный источник света с высокой степенью защиты.

5 Экономическая часть

5.1 Эффективность использования инвестиционного проекта автоматизированного электропривода металлообрабатывающего станка

За последние годы значительно повышается уровень автоматизаций серийного производства в машиностроении за счет широкого применения металлорежущих станков с числовым программным управлением. Опыт эксплуатации таких станков во многих отраслях машиностроения убедительно показал, что при осуществлении определенного комплекса организационно-технических мероприятий, необходимых для внедрения станков с ЧПУ, и при оптимальном использовании их возможностей, эти станки дают значительные преимущества. Сменились поколения электронных устройств ЧПУ, принципиально изменились их возможности, что накладывало отпечаток на конструкцию и функциональность самого объекта управления – металлорежущего станка. В свою очередь новые задачи перед разработчиками устройств ЧПУ. В результате подобного взаимообусловленного развития возникли высокосоввершенные устройства ЧПУ, построенные по структуре ЭВМ, а также создало высокопроизводительное технологическое оборудование с ЧПУ, в том числе технологические модули, автоматизированные технологические ячейки, автоматические линии, автоматизированные участки. Прогресс во всех областях техники в несколько увеличил номенклатуру изделий, ускорил их моральное старение. Число типов и типоразмеров машин и изделий в настоящее время резко возросло. Повысились требования к их качеству и надёжности, возникла необходимость в изготовлении большего числа опытных, экспериментальных и специализированных машин. Следствием этого явилось увеличение доли единичного и мелкосерийного производства в общем объеме производства. Применение систем ЧПУ в станках является наиболее эффективным средством повышения машинного времени и автоматизации мелкосерийного производства, что обеспечивает высокую технико-экономическую эффективность его и позволяет организовать централизованную подготовку программ обработки, которые легко могут размножены и переданы с одного центра на любые заводы. Научно-технический прогресс предъявляет также повышенные требования и к уровню подготовки специалистов, особенно по профессиям, связанным с новой техникой. Опыт использования станков с ЧПУ показал, что эффективность их применения возрастает при повышении точности, усложнения условий обработки при много инструментальной, многооперационной обработке заготовок с одного останова. Большое преимущество обработки на станках с ЧПУ заключается также в том, что

значительно понижается роль ручного труда, сокращается потребности в квалифицированных станочниках-универсалах, изменяется состав работников металлообрабатывающих цехов. Функции оператора значительно упрощаются и сводятся к установке детали на станок, снятию её со станка и смене инструментов, при этом устраняются ошибки оператора при установке координат благодаря автоматическому позиционированию. Современное производство немислимо без оборудования устройством ЧПУ. Число станков с ЧПУ непрерывно растёт, быстрыми темпами развивается и видоизменяется само числовое управление, что позволило расширить технологические возможности оснащенного им оборудования, повысить точность обработки, сократить время обработки.

В дипломной работе разработана система управления энергосберегающего асинхронного электропривода лифта. Разработанная система управления ПЧ-АД имеет более широкий диапазон регулирования частот вращения вала-двигателя. Это позволяет экономить электроэнергию и улучшить качество работы станков.

Исходные данные для расчетов экономического эффекта приведены в задании дипломной работы, а также рассчитаны в технологической части работы.

5.2 Экономическое обоснование данного проекта

Оптимизация систем управления электроприводов металлообрабатывающих установок позволяет снизить расход электроэнергии, увеличить ресурс работы электродвигателей и увеличить срок службы асинхронных двигателей и уменьшить влияние внешних воздействий на установившийся режимы работ.

Расход электроэнергии является существенной величиной, учитываемой при проектировании, определяющей мощность главного двигателя и мощность, передаваемую всеми передаточными устройствами которые находятся в составе.

При эксплуатации намечаемый режим работы проверяют в отношении нагрузки двигателя и отдельных частей привода. Чтобы, определить необходимую, для данных условий, мощность помолла, широко используют различные приемы, основанные на практических данных. Однако во многих случаях оправдываются также теоретические расчеты.

Расчет выполнено в соответствии с методикой определения экономической эффективности, использования в сельском хозяйстве новой техники, изобретений предложений.

В выборе аппаратных средств решающими факторами являлись высокая надежность элементной базы. В качестве аппаратных обеспечений были выбраны датчики скорости и суммирующие устройства и вторичные преобразователи, обеспечивающие формирование входных электрических аналоговых сигналов системы управления, а также показывающие приборы и

органы управления. За счет этого достигается экономический эффект, который складывается из нескольких составляющих:

- энергосбережение до 42%;
- увеличение $\cos\phi$ до 0.89-0.95;
- увеличить КПД до 99%;
- совместное управление регуляторами.

5.3 Расчет затрат на разработку изготовления продукции

Затраты на разработку продукции, это денежные средства на создание новых и реконструкцию действующих основных фондов. Затраты складываются из затрат на приобретение оборудования и приборов, транспортных расходов, также на монтаж.

Капитальные затраты на создание системы управления складываются из следующего:

- затраты на приобретение средств автоматизации;
- заработная плата разработчиков (с отчислениями на социальные нужды);
- затраты на монтаж.

5.3.1 Расчет капиталовложений и экономической эффективности по варианту ТПБ

В работе внедряется система «ПЧ-АД» - асинхронный двигатель, регулятор скорости, тиристорный преобразователь частоты, датчики скорости, и пускорегулирующие аппаратуры.

-асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором - 4А90Д4У3, цена 1 133 000 тенге;

- тиристорный преобразователь - GD100-7R5G-3, цена -100200тенге (в цену входит пускорегулирующая аппаратура).

Суммарные капиталовложения (система ПЧ-АД):

$$\sum K = K_0 + K_M, \quad (5.1)$$

где K_0 -затраты на приобретение оборудования, включающие в себя расходы на транспортировку;

K_M -затраты на монтаж.

$$C = C_{АД} + C_{ПЧ}, \quad (4.2)$$

где $C_{АД}$ -цена асинхронного двигателя.

$C_{ПЧ}$ -цена преобразователя частоты (в комплекте с пускорегулирующей аппаратурой).

$$C = 1\,133\,000 + 100\,200 = 1,2332 \text{ млн. тенге.}$$

Затраты на транспортировку системы «ПЧ-АД» принимаются равными 10% от его стоимости:

$$K_0 = 0.1Ц + Ц = 0,1 \cdot 1,2332 + 1,2332 = 1,2344 \text{млн. тенге}$$

Затраты на монтажные расходы составляют примерно 7% от стоимости оборудования:

$$K_m = 0,07Ц = 0,07 \cdot 1,2344 = 0,08641, \text{млн. тенге.}$$

Тогда суммарные капиталовложения составляют:

$$\sum K = 1,2344 + 0,08641 = 1,2344 \text{ млн. тенге}$$

5.3.2 Расчет текущих годовых эксплуатационных издержек по варианту ТПБ

Текущие годовые издержки на эксплуатацию.

$$И = И_{\text{Фот}} + И_{\text{СН}} + И_{\text{М}} + И_{\text{Э}} + И_{\text{А}} + И_{\text{Н}},$$

где $И_{\text{Фот}}$ - фонд оплаты труда (основная и дополнительная заработные платы);

$И_{\text{СН}}$ -социальный налог(11%);

$И_{\text{М}}$ -материальные затраты и запасные части (0,5% от капитальных вложений);

$И_{\text{Э}}$ -электроэнергия для производственных нужд;

$И_{\text{А}}$ -амортизационные отчисления (нормы амортизационных отчислений для отрасли 5-10%);

$И_{\text{Н}}$ -накладные расходы (косвенные расходы, сюда можно отнести все неучтенные расходы-управленческие, хозяйственные, затраты за обучение кадров, транспортные расходы). Обычно это 15% от суммы всех остальных затрат. Для вычисления заработной платы приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала.

Таблица 5.2 -Среднемесячные оклады

Список персонала	Кол-во	Должностная ставка рабочих, тыс тенге	З/п в год рабочих, тыс тенге
Механик	1	100	1200
Итого:			1200

Фонд оплаты труда за год составит:

$$I_{\text{ФОТ}}=960, \text{ тыс.тенге.}$$

Издержки на социальный налог:

$$I_{\text{СН}} = (I_{\text{ФОТ}} - 10\% \times I_{\text{ФОТ}}) \cdot 11\%,$$

где 10%-пенсионные отчисления.

$$I_{\text{СН}} = (960 - 0,1 \times 960) \times 0,11 = 95,04, \text{ тыс. тенге}$$

Издержки на материальные затраты и запасные части (0,5% от капитальных вложений).

$$I_{\text{М}} = K \cdot 0,005 = 1,2344 \cdot 0,005 = 6,172, \text{ тыс. тенге}$$

Определение издержек годовых затрат на электроэнергию с учетом потерь(для системы ПЧ-АД):

$$I_{\text{Э}} = W \cdot I_{\text{уэ}} \cdot N,$$

где W -годовое потребление электроэнергии ПЧ-АД,
 $I_{\text{уэ}}$ -тариф на электроэнергию, $I_{\text{уэ}} = 16,36 \text{тг/кВт}$,
 N -количество двигателей (в нашем случае $N=2$)
Потери электроэнергии:

$$\Delta W = \Delta P_{\text{С}} \cdot T_{\text{Г}} = 1,36 \cdot 1404 = 1909,43 \text{ кВт.}$$

где $\Delta P_{\text{С}}$ - средние потери активной мощности рассматриваемого элемента электропривода;

$T_{\text{Г}}$ -годовое время работы($T_{\text{М}} - 10\%T_{\text{М}}$).

Средние потери активной мощности:

$$\Delta P_{\text{С}} = \Delta P_{\text{М}} \cdot \tau = 1,76 \cdot 0,77 = 1,35 \text{ кВт.}$$

где $\Delta P_{\text{М}}$ - максимальные потери активной мощности;

τ -относительное время использования максимума потерь;

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{T_{\text{М}}}{T_{\text{Г}}},$$

где $T_{\text{М}}$ -годовое число часов использования максимума нагрузки, 5дней в неделю по 6 часов.

$$T_{\text{М}} = 5 \cdot 6 \cdot 52 = 1560 \frac{\text{ч}}{\text{год}},$$

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{1560}{1560 - 0,1 \cdot 1560} = 0,78$$

Макимальные потери активной мощности определяются:

$$\Delta P_M = \Delta P_{XX} + \Delta P_{HH} \cdot K_3^2 = 0,99 + 1,2 \cdot 0,8^2 = 1,76 \text{ кВт},$$

где ΔP_{XX} -потери холостого хода, $\Delta P_{XX} = 0,55 \cdot \Delta P_H = 0,55 \cdot 1,8 = 0,99 \text{ кВт}$,
 K_3 –коэффициент загрузки, $K_3=0,7$.

$$\Delta P_H = P_H \cdot \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot K_3 = 30 \cdot \frac{1 - 0,93}{0,93} \cdot 0,7 = 1,8 \text{ кВт},$$

$P_H=18,5 \text{ кВт}$ (по паспортным данным).

Годовое потребление электроэнергии:

$$W = T_M \cdot P_H = 1560 \cdot 18,5 \cdot 3 = 86571 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}},$$

Потребление электроэнергии плюс потери:

$$W_{\Pi} = W + \Delta W = 86580 + 1909,44 = 88,487 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}$$

$$I_{\text{Э}} = W \cdot I_{\text{уЭ}} \cdot N = 86580 \cdot 14,36 = 1,241 \text{ тыс. тенге}$$

Издержки на амортизацию

$$I_A = \sum K \cdot 0,05 = 1,4451 \cdot 0,05 = 722 \text{ тыс. тенге}$$

Издержки на накладные расходы

$$I_H = 0,15 \cdot (I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СН}} + I_M + I_A + I_{\text{Э}}) \quad (4.4)$$

$$I = 720 + 648 + 722 + 315 = 2,407 \text{ тыс. тенге.}$$

$K_{\Pi} 1,05$ —; коэффициент, учитывющий потери электроэнергии в сети

$C_{\text{Э}} = 16,276 \text{ тенге./кВт} \cdot \text{ч}$ -стоимость электроэнергии;

$T_{\text{Э}}$ –эффективный фонд времени работы электропривода в планируемом периоде;

$n=3$ -сменность работы электропривода;

$t=7$ ч.средняя продолжительность смены;

$\beta=5,8\%$ -планируемые потери рабочего времени на ремонт и обслуживание электропривода.

5.4 Расчёт эффективности инвестиционного проекта

Расчеты эффективности при обычных обстоятельствах присутствуют на базе нулевого или первого года реализации инвестиционного проекта. Количество инвестиций вложений рассматриваются как годовые величины:

Система оценок базируются на двух вариантах:

1. Дисконтированные оценки или же временные. Они подразумеваются как:

1) ЧПС (NVP) – чистая приведенная стоимость (чистый приведенный доход)

2) ИРИ (PI) – индекс рентабельности инвестиций;

3) ВНП (IRR) – внутренняя норма прибыли;

4) МВНП (MIRR) модифицированная норма прибыли;

5) ДСОИ (DPP) – дисконтированный срок окупаемости инвестиций

2. Простые оценки:

6) СОИ (PP) – срок окупаемости инвестиций;

7) КЭИ (ARR) – коэффициент эффективности инвестиций.

Все методы оценки необходимы, так как каждый из них может иметь разный характер.

ЧПС (NVP) «Чистая приведенная стоимость»

Данный метод отличим сопоставлениями дисконтированных денежных потоков с инвестициями. При этом ЧПС (NVP) может использоваться в двух вариантах:

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n FV_t / (1 + rt)^n - I_c,$$

где FV_t – будущая стоимость денег или возвратная стоимость;

rt - темп прироста – ставка – банковская процентная ставка;

n – количество лет;

I_c - инвестиции.

$$FV_t = PV_t(1 + rt)^n,$$

где PV_t – текущая стоимость ценностей

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n FV_t / (1 + rt)^n - \sum_{t=1}^n I_{c1} / (1 + rt)^n.$$

Лучшим инвестиционным проектом, по данному методу, будет считаться тот у которого:

ЧПС(NPV)>0 и по максимальной его величине, следовательно, фирма получает дополнительную рыночную стоимость.

ЧПС(NPV) = 0 , то аналитик обязан провести дополнительные исследования по рассматриваемым проектам с учетом выплачиваемых налогов.

ЧПС(NPV) < 0, то проект отвергается, т.к. рыночная стоимость имущества уменьшается.

Индекс рентабельности – это отношение суммарного дисконтированного дохода к суммарным дисконтированным затратам. Если инвестиции осуществлены разовым вложением, то данный показатель рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div K_0$$

Если инвестиции представляют собой некоторый поток, распределенный во времени, то индекс рентабельности рассчитывается по следующей формуле:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div \frac{K_i}{(1+rt)^i}$$

Можно наблюдать, что если:

PI > 1, то проект следует принять;

PI < 1, то проект следует отвергнуть;

PI = 1, проект ни прибыльный, ни убыточный.

В отличие от чистого дисконтированного дохода индекс рентабельности является относительным показателем. И поэтому он очень удобен при его выборе среди остальных альтернативных, имеющие примерно одинаковые значения NPV, либо при комплектовании портфеля инвестиций с максимальным суммарным значением NPV.

5.5 Расчёт окупаемости

Прибыль рассчитывается по формуле:

$$П = И \cdot 20\% = 2,407 \cdot 0,2 = 0,482$$

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитываем по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K}{П} = \frac{1,2344}{0,482} = 2,5 \text{ года}$$

В результате проведения расчетов, показано что автоматизированный электропривод металлообрабатывающего станка вычислив путем индекса

рентабельности инвестиционного проекта определили, что проект окупит себя полностью за 4 года.

Стоимость, включая капитальные и эксплуатационные расходы. В некоторых случаях стандартом производительности машины может быть количество машинного времени. По этой причине машинное время должно быть достаточно большим по сравнению с общим временем цикла обработки. И наоборот, машинное время для обработки одного и того же компонента зависит от того, как контролируется скорость привода.

5.6 Определить машинное время при черновой обработке торца чугунной детали

Обработка производится резцом из быстрорежущей стали ЭИ262 с подачей $s = \sim 1 \text{ мм/об} \cdot \text{изделия}$ и скоростью резания $v = 15,8 \text{ м/мин}$.

Принимаются такие виды регулирования скорости, как:

1) нерегулируемый асинхронный двигатель с к. з. ротором.

Количество оборотов шпинделя $n_{ш}$ — const;

2) четырехскоростной асинхронный двигатель с к. з. ротором с синхронным числом оборотов: $n_d = 500/750/1000/1500 \text{ об/мин}$;

3) плавное бесступенчатое регулирование $n_{ш} = \text{var}$.

Подсчитывается машинное время для каждого варианта:

а) нерегулируемый двигатель,

$$n(\text{ш}) = \frac{1000 \cdot 15,8}{3,14 \cdot 2000} = 2,5 \text{ об/мин}$$

Машинное время:

$$t_{\text{МАШ}} = \frac{875}{2,5 \cdot 1} = 350 \text{ мин},$$

Где длина обработки $L = \frac{d_1 - d}{2} = \frac{2000 - 250}{2} = 875 \text{ мм}$

б) четырехскоростной двигатель.

В обязательном порядке нужно определить моменты переключения электродвигателя с одной скорости на другую. С понижением диаметра обработки, скорость вращения должна увеличиваться, чтобы сохранять $v = \text{const}$.

Начало обработки соответствует условиям: диаметр $d_A = 2000 \text{ мм}$, скорость двигателя $n_{d1} \sim 500 \text{ об/мин}$, скорость шпинделя $n_{ш} = 2,5 \text{ об/мин}$. Скорость шпинделя, на которой выполняется обработка, определяется пропорционально скорости двигателя. Определить диаметр продукта, подлежащего переключению, на основе выражения.

$$U_{\text{макс}} = \pi d_1 n_{ш1} = \pi d_2 n_{ш2} = \pi d_3 n_{ш3} = \pi d_4 n_{ш4} = \text{const}.$$

Результаты расчетов $n_{ш}$ и d приведены в таблице 5.2.

Лучевая диаграмма скоростей приведена на рисунке 5.1, где 1, 2, 3, 4 — ступени регулирования скорости. Распределение скорости и диаметров получилось неравномерным, так как скорости четырехскоростного двигателя не составляют геометрический ряд:

$$\varphi_1 = \frac{1500}{1000} = 1,5 ; \varphi_2 = \frac{1000}{750} = 1,33 ; \varphi_3 = \frac{750}{500} = 1,5.$$

Таблица 5.2 - Результаты расчетов

Ступень	dнач., мм	dкон. , мм	L, мм	nД, об/мин	nш, об/мин	tмаш, мин
1	2000	1330	335	500	2,5	134
2	1330	1000	165	750	3,75	44
3	1000	666	167	1000	5,0	33,4
4	666	250	208	1500	7,5	27,8

Итого $t_{маш} = 239,2$ мин

В этом случае резание идет в среднем с большей скоростью, нежели в случае $n_{ш} = \text{const}$; в) плавное регулирование скорости $n_{ш} — \text{var}$.

$$v_{\text{под}} = n_{ш} s = \frac{dr}{dt} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dd}{dt}$$

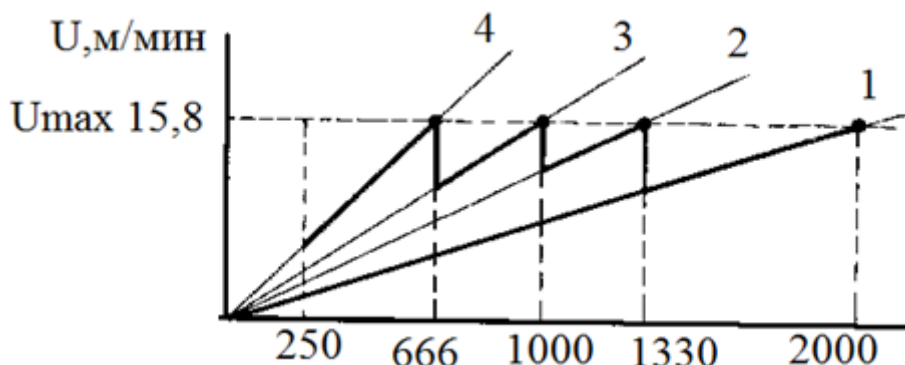


Рисунок 5.1 – Лучевая диаграмма при ступенчатом регулировании скорости

$$t_{маш} = \frac{3,14}{4 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 15,8} (2^2 - 0,25^2) = 196 \text{ мин}$$

В заключение производится сравнение рассматриваемых вариантов привода по машинному времени. Результаты расчета сведены в табл. 4-5.

Таблица 5.3 – Результаты расчета

Вариант регулирования скорости	Машинное время	В процентном отношении к варианту «а»	Выигрыш времени, %
а	350	100	-
б	239	68	32
в	196	56	44

Преимущество регулируемого привода заключается в значительном выигрыше по времени, но в то же время система электропривода является более сложной. (варианты б и в).

5.7 Технико-экономическое сравнение

Рассматриваются два способа электрического регулирования скорости двигателя в системе Г—Д:

- а) изменение напряжения на якоре U и магнитного потока двигателя Φ ;
- б) изменение только магнитного потока двигателя Φ при неизменном напряжении на якоре.

Сравнение производится по весу и стоимости электрооборудования, а также по потерям электроэнергии в системе при электрическом регулировании скорости двигателя. Расчетная мощность двигателя $P_{расч} = 53$ кет. Диапазон регулирования скорости (при постоянной мощности) $D = 4$: 1. Выбор электрооборудования производится по расчетной мощности двигателя: для варианта (а) требуемая мощность двигателя $P_d = P_{расч} = 53 \cdot 3,1 = 164,3$ кет.. Принят двигатель с диапазоном регулирования скорости изменением магнитного потока $O_{\Phi} = 1250/970 = 1,29$ и регулированием напряжения $Dv = 4/1,29 = 3,1$; для варианта (б) требуемая мощность двигателя $P_d = P_{расч} = 53$ кет. *расч* Выбранные электрические машины для обоих вариантов (а) и (б), их веса и стоимости приведены в таблицу 5.4

Таблица 5.4 – Сравнение вариантов

Способ регул-я скорости	Наименование оборудования	Тип оборудования	Вес, н	Стоим-ость, тг	Потери Эл.энер. квт
а) $\Phi = \text{var}$ $U = \text{var}$	Двигатель	ПН-1750; 165 кет; 220 в; 820 а; 970— —1250 об/мин; к. и. д. 92%	21600	550290	14,4
	Генератор	П104-1; 200 квт; 230в; 870 а; 1000 об/мин; к. п. д. 91%	20 900	679770	19,8
	Возбудитель	П Н -100; 13,5 кет; 230 в; 970 об/мин; к. п. д. 82%	2900	126243	2,96
	Приводной	АМ-116; 100 кет;	12 500	220116	8,7

	двигатель	380 в; 1000 об/мин; к. п. д. 92%			
	Итого		57 900	1576419	45,86
б) $\Phi = \text{var}$ $U = \text{const}$	Двигатель	МП 11-13/2; 60 кет; 220 в; 304 а; 300 — 1200 об/мин; к. п. д. 90%	30 200	1035840	6,7
	Генератор	ПН-550; 70квт; 230 в; 348 а; 1470 об/мин; к. п. д. 87,5 %	9350	307515	10,0
	Возбудитель	ПН-68; 4,8 лет; 230 в; 1450 об/мин; к. и. д. 83%	1380	50173	0,98
	Приводной двигатель	А9И-4; 75 кет; 380 в; 140 а; 1460 об/мин; к. п. д. 91,5%	5900	89665	6,7
	Итого		46 830	15158871	24,38

При требуемом диапазоне регулирования $D = 4:1$ целесообразно применять регулирование скорости изменением магнитного потока двигателя при $U = \text{const}$; при этом вес оборудования меньше на 11 070 «, система дешевле и потери в ней меньше на 21,48 кет, т. е. на 47%

5.8 Экономическое сравнение систем автоматизированного электропривода металлообрабатывающего станка

На станке применяется электромеханическое регулирование скорости в диапазоне 64:1, из которого 16:1 достигается с помощью трехступенчатой коробки скоростей с передаточным отношением от двигателя к шпинделю, равным 96; 24; 6, и 4:— регулирование скорости двигателя от $\omega_n = 33,5 \text{ рад/сек}$ до $\omega_{\text{макс}} = 134 \text{ рад/сек}$ изменением его магнитного потока.

Главный электропривод токарного станка может быть выполнен в трех системах: а) генератор - двигатель Г-Д с моторным усилителем, б) управляемый ртутный выпрямитель - двигатель УРВ - Д, в) полупроводниковый выпрямитель - двигатель ПВ - Д.

Сравнение систем электропривода производится по капитальным затратам A и эксплуатационным расходам $C_{\text{э}}$.

Капитальные затраты K рассмотренных вариантов систем приведены в табл. 4-8. Выбор электрооборудования производится исходя из заданной мощности двигателя, равной 63 кет. Стоимость двигателя в расчетах не учитывается, так как она примерно одинаковая (двигатели отличаются только напряжением).

Эксплуатационные расходы $C_{\text{э}}$ состоят из амортизационных отчислений $C_{\text{ам}}$, расходов на планово-предупредительные ремонты $C_{\text{р}}$ и стоимости потерь электроэнергии $C_{\text{п}}$.

Трудоемкость всех ремонтов оборудования электропривода за 10 лет

эксплуатации, так, например, для системы Г—Д трудоемкость малого ремонта оборудования (генератор, ЭМУ, возбудитель, приводные двигатели, регулятор возбуждения) равна:

$$T_{\text{Г-Д}} = (10 + 2,5 + 2,5 \cdot 7 + 1,3 + 2,1 + 1,6) \cdot 1,2 \cdot 30 = 973 \text{ ч}$$

Таблица 5.5 – Расчет трудоемкости

Система	Наименование	Обозначение по схеме	Тип оборудования	Кол-во	К, тг	Сложность ремонта, в единицах С
1	2	3	4	5	6	7
Г-Д	Генератор	Г	П92; 70 кет; 230 в	1	284856	10
	Двигатель генератора	ДГ	А91-4; 75 кет; 380 в	1	76069	7
	Усилитель	ЭМУ	ЭМУ25А; 2,5 кет; 230 в	1	63445	2,5
	Двигатель ЭМУ	ДУ	А41-2; 2,8 кет; 380 в	1	6474	1,3
	Возбудитель	В	П41; 2,7 кет;	1	56971	2,5
	Двигатель возбудителя	ДВ	А51-2; 7 кет; 380 в	1	10358	2,1
	Регулятор возбуждения	РВ	РВМ-1; 30 а	1	41433	1,6
	Фундамент	---	Надбавка 15%	--	74451	
Итого					614058	

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7
УРВ-Д	Ртутный выпрямитель	УРВ	РМ-200; 400 в; 200 а;	1	375492	18
	Анодный трансформатор	ТА	ТСН 430/0,38; 180 кВт	1	326937	12
	Катодный дроссель	ДК	ФРОС-200; 200 а	1	129480	2
	Вентили	1В—6В	ВК-Ю; 10а; 300 е	6	18548	-
	Трансформатор цепи возбуждения	ТВ	ТС-25/0,5; 2,5 кВт	1	10358	1,8
	Регулятор возбуждения	РВ	РВМ-1; 30 а	1	41433	1,6
Итого					902249	
ПВ-Д	Анодные дроссели	1ДА-3ДА	ФРОС-200; 200 а	3	388440	2
	Вентили	1В-6В	ВК-200; 200 а; 600 в	6	139838	-
	Вентили	7В, 8В	ВК-10; 10 а; 400а	2	7768	-
	Тиристоры	1Т, 2Т	ВКУ-10; 10 а; 400 в	2	16185	-
	Трансформатор цепи возбуждения	ТВ	ТБ-3; 3 кВт; 380/245 в	1	10034	1,8
	Система управления	СУ		1	35607	2
Итого					597874	

Таблица 5.6- Показатель периодичности ремонтных циклов

Наименование оборудования	Периодичность ремонтов в месяцах			Число ремонтов за 10 лет		
	малого	среднего	капитального	малого	среднего	капитального
Электродвигатели постоянного и переменного тока	4	8	120	30	15	1
Трансформаторы маломощные и дроссели	12	2	36	10	-	3
Трансформатор силовой	6	-	84	20	-	1,43
Ртутный выпрямитель	6	24	60	20	5	2
Шкафы управления	2	8	120	60	15	1

Результаты расчета трудоемкости ремонтов приведены в табл. 4-10. Там же даны окончательные результаты расчета затрат на планово-предупредительные ремонты.

Таблица 5.7 – Показатель периодичности ремонтных циклов

Система электропривода	Трудоемкость ремонта Т, ч				Затраты на ремонты, тг			
	мало го	сред него	капи таль- ного	Итог о	зарплата		начислени е на соцстрах и	Итого
					основна я	дополни тельная		
Г-Д	973	2840	406	4219	555792	122358	42081	720232
УРВ-Д	785	798	1041	2624	345711	76069	26219	448000
ПВ-Д	238	210	381	829	109216	24050	8319	141586

Для определения потерь электроэнергии рассматривается наиболее энергоемкий технологический процесс, состоящий из режима черновой и чистовой обработки детали диаметром 600 мм и длиной 6000 мм.

Таблица 5.8 – Энергоемкие технологические процессы

Режим работы	t, мм	S мм/об	U м/мин	Pz квт	Ω рад/сек	tмаш, мин	t, всп, мин
Черновая обработка	34	3,9	25	49	1,4	15	19,73
Чистовая обработка	2	1,5	100	4,2	5,6	75	

Черновая обработка производится при скорости двигателя и 33,5 рад/сек на второй механической ступени. Скорость шпинделя 1,4 рад/сек. К. п. д. станка на этой скорости $\cos \varphi = 0,89$. Загрузка станка при черновой обработке принята равной номинальной нагрузке станка $P_{г11} \sim 49 \text{ кВт}$.

Требуемая скорость вращения шпинделя при чистовой обработке составляет 5,6 рад/сек/

Заключение

В дипломном проекте осуществлен выбор наиболее надежного автоматизированного электропривода металлообрабатывающего станка для эффективной и надежной работы по металлу.

Для питания асинхронного с короткозамкнутым ротором был выбран главный электропривод с короткозамкнутым ротором 4А200L6У3 с номинальной мощностью $P_n = 30 \text{ кВт}$, синхронной частотой вращения

$n_0=1000$ об/мин, который предназначен для высоко динамичных механизмов с высокими требованиями к работе по металлу и автоматизированный электропривод подачи металлообрабатывающего станка типа 4A90L4Y3 с номинальной мощностью $P_n = 2,2$ кВт, синхронной частотой вращения $n_0 = 1500$ об/мин. При этом определен преобразователь частоты MITSUBISHI FR-F740-00052-EC с номинальной мощностью $P_{нпр} = 2,2$ кВт, который может использоваться во многих отраслях промышленности при автоматизации производственных процессов.

В проекте рассмотрены вопросы по обеспечению безопасности и жизнедеятельности, а также проведено технико – экономическое обоснование проекта которое доказывает его рентабельность.

Список литературы

- 1 Логинов С.Е., Сальков А.С., Тубис Я.Б. Электроприводы для насосов, применяемых в нефтедобывающей промышленности // Электротехника. 2001. №4 с 41-43.
- 2 Ахметжанов А.А., Кочемасов А.В. Следящие системы и регуляторы. – М.: Энергоатомиздат. 2001. – 288 с.
- 3 Kambiz Arab Tehrani, Августин Мпанда, «Теория PID Control», [Электронные ресурсы]. URL: <https://www.intechopen.com/books/introduction-to-pid-controllers-theory-tuning-and-application-to-frontier-areas>.
- 4 Элизабет Рани Т., Самсон Исаак Дж. «Особенности моделирования и проектирования ПИ-регулятора для процесса парного резервуара», Международный журнал по компьютерным приложениям (0975 - 8887)
- 5 М. Саад, А. Альбагул и Ю. Абуеела, «Сравнение производительности между PI и MRAC для системы парных резервуаров», журнал Automation and Control Engineering Vol. 2, № 3, сентябрь 2014
- 6 Эльке Лаубвальд, «Системы парных резервуаров 1», [Электронные ресурсы]. URL: <http://control-systems-principles.co.uk/>
- 7 Сурбхи Шарма, Маниша Арора, Международный журнал новых исследований в области техники и науки, Vol. 2, выпуск 2, стр: (67-74), месяц: сентябрь 2015 - февраль 2016.
- 8 М. Чжуан и Д. П. Атетрон, «Проектирование ПИД-регулятора для системы ТТО», Материалы Американской конференции по контролю, Сан-Франциско, Калифорния, стр. 3176 - 3177, 1983.
- 9 Тунясрирут С., Суксри Т., Нумсомран А., Гулпанич С., Тирасест К. «Автоматическая настройка ПИД-регулятора для взаимодействия процесса уровня воды», Труды Всемирной академии наук, инженерии и технологии, вып. 12 134-138, 2006.
- 10 Б. Кумар и Р. Диман, «Оптимизация ПИД-регулятора для системы резервуара уровня жидкости с использованием интеллектуальных методов», Canadian Journal of Electrical and Electronics Engineering, vol. 2, с. 531-535, ноябрь 2011 г.
- 11 Мустафин М.А. Автоматизированный электропривод центробежных механизмов. АИЭС, Алматы.-2006.-81с.
- 12 Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводом: Академия, 2008.
- 13 З.Щ. Ишматов Микропроцессорное управление электроприводами и технологическими объектами. Полиномиальные метода/ монография, Екатеринбург, 2007. 278с.
- 14 Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Академия, 2004.
- 15 Мустафин М.А. Расчёт энергетических характеристик электроприводов центробежных механизмов в динамических режимах // Труды университета КарГТУ.- 2007.- №1.- С. 83 – 85.

16 Терёхин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (MATLAB): Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 320 с.

17 Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

18 Жакупов А.А., Валиева Л.Ш., Хижняк Р.С. Экономическая часть выпускной работы. Методические указания по выполнению экономической части выпускной работы для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика. – Алматы: АУЭС; 2016. – 38.

19 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 20 с.

20 Ф.Р.Жандаулетова, А.С. Бегимбетова. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Защита от производственного шума» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат. – Алматы: АИЭС, 2009. –34 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра „Электрические машины и электропривод“

«Допущен к защите»

Заведующий кафедрой _____
Кашева Ж. М. к.т.н. доцент
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« _____ » _____ 20__ г.
(подпись)

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: Автоматизированный электропривод
металлообрабатывающего станка

Выполнил (а) Байгаушев А. Э ЭАТК-15-3
(Фамилия и инициалы студента) группа

специальность 5В071800 Электроэнергетика

Научный руководитель Кашева Ж. М. к.т.н. доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

[Подпись] « 15 » 06 2019 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« _____ » _____ 20__ г.
(подпись)

Консультанты:

по экономической части:

Жакыпов А. А. профессор к.т.н.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
[Подпись] « 17 » 06 2019 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Мамандбаева С. Е. доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
[Подпись] « 06 » 06 2019 г.
(подпись)

Алматы 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Институт Электроэнергетики и Электротехники
Специальность 5В071800 Электроэнергетика
Кафедра «Электрических машин и электропривода»

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Студент Байгазиев Ашик Жентекұлы
(фамилия, имя, отчество)

Тема работы Автоматизированный электропривод
металлообрабатывающего станка

утверждена приказом ректора № ___ от «___» _____ 20__ г.

Срок сдачи законченной работы «___» _____ 20__ г.

Исходные данные, требуемые параметры результатов и исходные данные

В проекте анализируются два двигателя
4А200Л6У3 $P_n = 30 \text{ кВт}$, $n_0 = 1000 \text{ об/мин}$ и 4А90Л4У3, $P_n = 2,2 \text{ кВт}$,
и $n_0 = 1500 \text{ об/мин}$ и частотный преобразователь
MITSUBISHI FR-F740-00052-ES с $P_{\text{ном}} = 2,2 \text{ кВт}$.

Перечень вопросов подлежащих разработке в дипломной работе или краткое содержание:

- 1 Расчет параметров механики главного привода
- 2 Расчет ведущего и ведомого валов редуктора
- 3 Расчет моментов инерции элементов, привнесенных к ведущему и ведомому валам
- 4 Проектирование автоматизированного электропривода металлообрабатывающего станков
- 5 Безопасность тиристорной и условия труда
- 6 Экономическая часть. Технико-экономическое сравнение

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Построение теплоемкостных диаграмм

Рис 2 стр 20 Теплоемкостная диаграмма нагрузки $P_i = f(n_i)$

Рис 3 стр 21 Теплоемкостная диаграмма нагрузки $M_i = f(n_i)$

Построение нагрузочных диаграмм

рис 4 стр 24 нагрузочная диаграмма первой операции

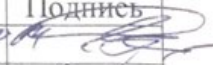

рис 5 стр 25 нагрузочная диаграмма цикла изготовления
и др детали

Рекомендуемая основная литература

Логинов С.Е., Сальнов А.С., Тудиев Я.Б. Электродвижение

Мустафин М.А. Автоматизированный электропривод
цикловых механизмов, Терехов В.М., Осипов О.И.
Системы управления электроприводами.


Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

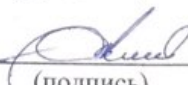
Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Безопасность жизнедеятельности	Мамандбаева С.Е.	17.05 - 20.05	
Экономика	Жамуров А.А.	03.06 - 17.06	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломной работы

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Обзор литературы об электрических машинах. Тематическая записка	10. 04. 1972	
2.	Расчет электропривода металлообрабатывающей станки	12. 04. 1972	
3.	Проверка тепловых режимов и нагрузочных диаграмм	16. 04. 1972	
4.	Расчет воздушной и воздушного вала редуктора	20. 04. 1972	
5.	Расчет моментов инерции элементов, приваренных к воздушной и воздушному валу	30. 04. 1972	
6.	Регулирование абразивной шлифовки электроприводов	04. 05. 1972	
7.	Безопасность шпиндельной части	27. 05. 1972	
8.	Тематическая записка	16. 06. 1972	
9.	Расчет затрат на разработку изготовленной продукции	16. 06. 1972	
10.	Расчет окупаемости	17. 06. 1972	

Дата выдачи задания « 10 » 04 20 19 г.

Заведующий кафедрой  Кольцов К. Н.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель  Кольцов К. Н.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению  Багдариев А.
(подпись студента) (Фамилия и инициалы)