

Аверьянова А.М.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения А.В. Карпов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: alinka7452299@gmail.com*

**Технологическая подготовка изготовления детали «Валик редуктора» для
среднесерийного и ремонтного типов производства для условий АО «Муромский завод
радиоизмерительных приборов»**

Надёжность и долговечность – самые основные качества, характеризующие работоспособность множества механизмов, автомобилей, технологических машин и другой техники. Надёжность любого механизма характеризуется его безотказностью в выполнении работы. Отказы возникают по множеству причин, например, износ деталей, аварийные дефекты, которые необходимо устранить с помощью их ремонта. Ремонт, позволяет использовать остаточный ресурс поврежденных деталей, что не мало важно в экономическом плане. Около 70-75% деталей автомобилей, поступивших в ремонт, могут быть использованы повторно либо без ремонта, либо после небольшого ремонтного восстановления. В результате сохраняется значительный объём прошлого труда, сберегаются материалы и освобождаются производственные силы для изготовления новых автомобилей. Поэтому одним из основных вопросов авторемонтного производства является восстановление изношенных деталей.

Деталь “Валик редуктора” представляет собой вал с отверстием на одном конце и шпоночным пазом из стали 45 ГОСТ 1050-88. На него устанавливается зубчатое колесо. Затем этот валик в сборе устанавливается в корпус редуктора. Валик редуктора работает в условиях средней тяжести. Деталь относится к системе трансмиссии автомобиля, что связано с работой в условиях абразивного износа, вибраций различного происхождения, ударных нагрузок.

Нами проведён анализ технологичности конструкции детали "Валик редуктора" с целью увязки конструкторских и технологических требований, предъявляемых к детали при среднесерийном объёме выпуска на базовом предприятии АО "МЗ РИП".

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и увеличенным объёмом выпуска по сравнению с мелкосерийным и единичным типами производства. В среднесерийном производстве технологический процесс изготовления детали дифференцирован на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определённых станках. При среднесерийном производстве целесообразно использовать станки и обрабатывающие центры с числовым программным управлением (ЧПУ).

В данной бакалаврской работе будет рассмотрена технологическая подготовка изготовления детали «Валик редуктора» с использованием технологий и рациональных способов ремонта, новых материалов, применением прогрессивного режущего инструмента и средств контроля, высокопроизводительного оборудования и средств механизации.

Барышников Р.А.

*Научный руководитель: доктор технических наук Соловьёв Д. Л.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: Neiter112@yandex.ru*

Повышение долговечности торсионных валов.

Торсионный вал функционирует на кручение для передачи вращения механизму в двигателе транспортного средства. На высоких оборотах валы работают в напряженных условиях повышенных нагрузок и частоты вращения. Могут быть монолитными круглого или квадратного сечения, а также пластинчатыми — набранными из некоторого числа пластин, связанных друг с другом в пучок и совместно работающих на закручивание.

Заготовкой служит калиброванный пруток из стали марки 45ХН2МФА.

Так как касательные напряжения достигают наибольшего значения на поверхности вала предлагается использовать обкатывание. При упрочнении твердость материала будет повышаться. В результате получится больший коэффициент запаса прочности и, соответственно, большая долговечность.

Расчеты на твердость проводятся в системе SolidWorks. Данное программное обеспечение так же позволяет моделировать нагрузки до упрочнения и после.

Большаков И.Н.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения В. А. Яиков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: ivan-bolshakov-1999@mail.ru*

**«Технологический процесс изготовления детали "Шестерня коническая ведомая" для
условий ремонтного производства АО «Муромский стрелочный завод» Программа
выпуска - 100 штук»**

Деталь «Шестерня коническая ведомая» относится к деталям типа «вал» и имеет вид тела вращения. Назначение: передавать крутящий момент между валами, при помощи зацепления зубьями соседней шестерни в редукторе. Исходя из выше сказанного делаем вывод, что разработка технологического процесса изготовления детали для условий ремонтного производства АО «МСЗ» является более чем актуальной.

Для надёжности и правильной работы детали, она должна обладать такими качествами как износостойкость, плавность и бесшумность функционирования передач, высокая точность размеров. Для достижения вышеперечисленных качеств деталь изготавливается из конструкционной легированной стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71. Данный материал применяется для ответственных деталей, к которым предъявляются требования высокой вязкости, прочности и износостойкости.

При выполнении анализа на технологичность, делаем вывод, что деталь имеет достаточно низкую шероховатость, что обуславливается ответственностью узлов, в которых она работает. Её форма позволяет существенно сократить время установки на станке, а также даёт возможность удобного базирования в процессе обработки, тем самым обеспечивая свободный подход и выход режущего инструмента к поверхностям обработки. Деталь подвергается цементации и закалке.

В качестве заготовки целесообразно использовать поковку. Так как деталь имеет цилиндрическую форму, технологично будет воспользоваться горизонтально ковочной машиной. Для условий ремонтного производства АО «МСЗ» данные заготовки будут приобретаться на стороннем предприятии.

Так как деталь изготавливается для условий ремонтного производства АО «МСЗ», технологичным будет использование станков с ЧПУ. Для базирования заготовки на технологическом оборудовании применяется универсально-сборные приспособления, что является экономически обоснованным, позволит снизить штучное время, трудоёмкость изготовления детали и поспособствует получить сложные поверхности стандартным инструментом. Исходя из выше сказанных фактов технологическая себестоимость изделия снижается.

В представленном технологическом процессе изготовления детали «шестерня коническая ведомая» для токарно-винторезных операций применяется токарный обрабатывающий станок ТС1625Ф3 с системой ЧПУ Siemens 828D. Для шлице-фрезерной операции будем использовать полуавтомат ВСН-620 NC 22, который оснащён панелью оператора и программируемым контролером с системой ЧПУ Siemens. Для осуществления зубофрезерной операции воспользуемся обрабатывающим центром с ЧПУ HERA 350S, который оснащён системой автоматического программного управления SIEMENS 828D. Использование данного типа оборудования приведёт к увеличению автоматизации, а также механизации производства, что в свою очередь приводит к повышению качества изделия и снижению трудоёмкости механообработки.

Бочкарёва И.П.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения А.В. Яшин
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: i.bochkarevaa@mail.ru*

Совершенствование технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня коническая» с обоснованием выбора технологического метода зубонарезания конической шестерни

Машиностроение развивается быстрыми темпами: появляется высокопроизводительное технологическое оборудование, новые процессы и операции формообразования. Поэтому при разработке новых и совершенствовании базовых технологических процессов изготовления деталей всегда стоит искать свежие конструкторские и технологические методы, которые могут быть актуальны для заданного типа производства.

Деталь "Вал шестерня коническая" представляет собой многоступенчатое тело вращения из конструкционной углеродистой качественной стали 40Х. Вал предназначен для поддержания вращающихся частей машины и для передачи вращающего момента от одной вращающейся детали машины к другой. Вал состоит из нескольких ступеней. На ступенях выполнены шпоночные пазы. Некоторые поверхности шлифуются, которые потом проверяются на биение. Так же есть ступени с резьбой.

Нами проведён анализ технологичности конструкции детали "Вал-шестерня коническая" с целью увязки конструкторских и технологических требований, предъявляемых к детали при заданном объёме её выпуска на предприятии АО "МЗ РИП". При годовой программе 250 шт. для деталей массой до 1,8 кг приходим к выводу, что тип производства - среднесерийный.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и увеличенным объёмом выпуска по сравнению с мелкосерийным и единичным типами производства. В среднесерийном производстве технологический процесс изготовления детали дифференцирован на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определённых станках. При среднесерийном производстве рентабельно использовать станки и обрабатывающий центры с числовым программным управлением (ЧПУ).

Технико-экономические расчёты, проведённые для условий предприятия АО "МЗ РИП", показывают, что в качестве заготовки для детали "Вал-шестерня коническая" следует использовать штампованную поковку, получаемую методом горячей объёмной штамповки на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). При этом варианте минимизируются потери металла и кузнечные напуски, и стоимость заготовки получается меньшей по сравнению со свободной ковкой и штамповкой на молотах или прессах. Таким образом, метод штамповки на ГКМ выбран нами исходя из экономических соображений. На эту себестоимость повлияло то, что при штамповке на ГКМ используется исходная заготовка (нарезанный на части круглый прокат) значительно меньшей массой, чем для других методов горячего деформирования, реализуемых на базовом предприятии. Применение штамповки на ГКМ при изготовлении детали "Вал-шестерня" позволит предприятию получить существенный экономический эффект.

Енковский А.Н.

*Научный руководитель : к. т. н., доцент, А. В. Волченков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: enkandr_1999@mail.ru*

Проектирование высокопроизводительного станочного приспособления на фрезерную операцию для детали «Вал»

Машиностроение – это отрасль, которая производит всевозможные, приборы, орудия и т.д., что нужно для потребителя. Машиностроение - это та отрасль промышленности, которая все время развивается в разных направлениях, особенно с приходом компьютеров и программ. Характеризуется большой наукоёмкостью и технологичностью.

В машиностроении различают три типа производства: массовое, серийное, единичное.

Стоит добавить, что различие по типам производства оно относительное. Взять, например, одно и то же предприятие, которое осуществляет серийный выпуск продукции, но так же отдельные цеха этого завода могут работать в условиях крупносерийного или того же единичного производства.

Мой случай, так это серийное производство, которое обуславливается конструктивной однотипностью. Выпуск товаров производится в больших или относительно больших объемах. Это дает возможность унифицировать создаваемую продукцию, а также сами технологические.

На предприятиях с серийным производством в основном все станки имеют универсальность в работе, которые оснащаются как специальным, так и сборочным приспособлением и инструментом. Главный вопрос же: каким же образом мы можем усовершенствовать производство и что для этого нужно? Один из важнейших элементов является станочное приспособление.

Моя дипломная работа заключается в проектировании станочного приспособления для фрезерования пазов вала. Приспособление оснащается автоматическим зажимом и приводом поворота для удобства фрезерования.

«Вал» — деталь механизма, выполненная из металла, имеющая сечение определенной формы и передающая крутящий момент на другие элементы, вызывая их вращение. Если оси подразделяются на подвижные и статические, то валы всегда вращающиеся. Геометрическая форма оси, может быть только прямой. Для этой цели используют легированные стали с высоким содержанием углерода, так как обладают улучшенными механическими характеристиками и износостойкостью. Поэтому я предпочел деталь из легированной стали 40X. Сталь 40X следует учитывать, что она обладает высокой твердостью и прочностью, структура может выдерживать существенную нагрузку и во время эксплуатации не подвергаться разрушению.

Ефимов Т.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения А.В. Карпов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: timurefimov0798@yandex.ru*

Снижение энергетических затрат при торцевом фрезеровании заготовок из сталей групп ISO-P и ISO-M

Механическая обработка в настоящее время занимает и будет занимать значительный удельный вес в обрабатывающей стадии. По всей стране обработкой резанием удаляются в год сотни тысяч тонн стружки. На это расходуется немалое количество электрической энергии, а в связи с постоянным повышением цен на топливо и энергоносители доля затрат на электроэнергию в общей себестоимости машиностроительной продукции неуклонно возрастает.

Рассматривая такой аспект современной политики предприятий, как «Бережливое производство» имеет место быть экономия и рациональное использование энергетических ресурсов при производстве продукции.

В трудах В.К. Старкова [1], В.В. Швеца вводится термин, называемый показателем удельной энергоёмкости. Данный показатель позволяет численно определить энергозатраты, необходимые для отделения, в виде стружки, одной единицы объёма металла. Авторы утверждают, что применение удельной энергоёмкости для выбора оптимальных условий резания имеет ряд преимуществ и оптимизация режимов обработки по удельной энергоёмкости создает наиболее благоприятные условия как для работы режущего инструмента, так и для формирования качественного поверхностного слоя.

Удельная энергоёмкость рассчитывается по формуле:

$$e = N/\Pi, \quad (1.1)$$

где: N- мощность резания, Вт, Π - производительность процесса резания (минутный съём).

По величине удельной энергоёмкости e можно оценивать "энергетическую эффективность" применённых режимов обработки на конкретном технологическом переходе. Применительно к задаче оптимизации показатель удельной энергоёмкости резания, основанный на термодинамических закономерностях стружкообразования как совокупности процессов деформации и разрушения, может быть приведён к целевой функции вида $e \rightarrow \min$. Выбор управляемых технологических факторов (в первую очередь, режимов резания) по этому условию обеспечит максимально возможный "энергетический КПД" обработки, при котором создаются наиболее благоприятные условия для работы режущего инструмента вследствие снижения тепловой и динамической напряжённости [2. 3].

В результате теоретических исследований влияния изменения технологических факторов обработки торцевым фрезерованием заготовок из сталей групп ISO-P и ISO-M на показатель удельной энергоёмкости были получены следующие выводы:

- теоретическая зависимость удельной энергоёмкости остаётся постоянной при различных сочетаниях минутной подачи S_m и частоты вращения n , обеспечивающих одно и то же значение S_z , при постоянстве числа зубьев z ;

- с точки зрения энергопотребления выгоднее работать фрезой большего диаметра при меньших оборотах фрезы, данный метод особенно рационален при черновой обработке больших плоскостей [4];

- увеличение глубины резания, при постоянстве других технологических факторов ведет к снижению энергетических затрат. Ограничивающими факторами в данном случае будут являться геометрия инструмента, мощность станка, допустимые нагрузки на привод станка;

- при снижении частоты вращения шпинделя удельная энергоёмкость так же снижается;
- при увеличении минутной подачи удельная энергоёмкость снижается. Ограничивающим фактором является шероховатость поверхности детали, заложенная чертежом на изделие [5].

Литература

1. Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов. – М.: Машиностроение, 2012. 640 с.
2. Карпов А.В. К вопросу повышения энергетической эффективности технологических процессов обработки резанием // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 3. – С. 43-47; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37439> (дата обращения: 10.01.2021).
3. Карпов А.В. К вопросу управления процессом резания на основе энергетических закономерностей деформации и разрушения твёрдых тел // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1. С. 37–49.
4. Карпов А.В. Расчёт показателя энергетической эффективности стружкообразования при точении и фрезеровании // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. XII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 7 февр. 2020 г.– Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2020.– С. 141-142.– [Электронный ресурс]: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
5. Карпов А.В. Энергетический критерий оптимизации технологических процессов обработки резанием // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 5. – С. 50-55; <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=38031> (дата обращения: 10.01.2021).

Зеничев В.С.

*Научный руководитель: к.т.н. доцент Л.Г. Никитина
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: zenichev.viktor@mail.ru*

Сравнение способов создания заготовки для детали «Шпиндель»

Деталь «Шпиндель» радиально-сверлильного станка, относится к средненагруженным валам, поэтому изготавливается из стали 45 с улучшением. На стадии разработки технологического процесса изготовления, важно правильно выбрать способ получения заготовки.

При выборе заготовки первоначально решается вопрос об основных способах изготовления заготовки: обработкой давлением, поковка или прокат. Определяющим фактором являются: материал детали, ее назначение, уровень требуемых механических свойств, свойства материала, годовой выпуск и стоимость получения.

Для сравнения рассмотрим два способа получения заготовки для детали шпиндель: прокат и поковка.

Прокат - заготовка, получается на прокатных станах путём холодной или горячей прокатки. Сортаментом называют совокупность прокатных профилей (форма поперечного сечения прокатанного изделия), отличающихся по форме и размерам. Преимуществами проката является высокая устойчивость к нагрузкам, несложная технология производства, разнообразие форм и свойств. К недостаткам же стоит отнести энергоёмкость, требование к термической и к механической обработке поверхности.

Поковка - заготовка, получается методом пластической деформации металла, особенностью которой является ее схожесть с будущей деталью по габаритным размерам и форме. Преимуществами поковки перед прокатом является надёжность, долговечность и высокое качество изготовления. К недостаткам же относится высокая стоимость, возможность заклинивания и поломки прессов; необходимость очистки заготовок от окалины; сложность устройства и трудоёмкость регулирования [1].

При сравнении способов изготовления по коэффициенту использования материала k получаем следующие результаты: у метода проката $k = 0.3 - 0.5$, у поковки $k = 0.7 - 0.8$. Данные показатели указывают на то, что поковка, как способ создания заготовки, полученная штамповкой на КГШП (Кривошипный горячештамповочный пресс) для детали «Шпиндель» - выгоднее.

Все вышеперечисленные факторы указывают на то, что в мелкосерийном производстве для изготовления детали «Шпиндель» метод поковки более выгоден, поскольку обеспечивает не только форму будущей детали, но и увеличивает ее прочность.

Литература

1. Атрошенко А.П., Булат Е.П., Спирин В.Д., Федоров В.И. Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах и горизонтально-ковочных машинах. Ленинград: Машиностроение, 1983 г., 95 с.

Измайлов А.Д.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения В. А. Яиков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: izmandimaylov@yandex.ru*

**«Наладка токарного станка с ЧПУ для механической обработки детали "муфты
включения заднего хода"»**

Муфта включения заднего хода представляет собой тело вращения все поверхности доступны для обработки стандартным инструментом. Для начала обработки деталь закрепляется в трёхкулачковом патроне станка. В первом проходе обрабатываем чистовые базы: торец детали и цилиндрическую поверхность диаметром 142 мм. После этого точим диаметр равный 110 мм и углубляемся на 22.1 мм. Перевернём заготовку и проточим диаметр в 100 мм на глубину 11мм. На втором переходе окончательно обрабатываем поверхность под зубчатые венцы диаметром 78 мм и глубиной 35 мм

Для всей токарной операции выбираем режущий инструмент изготовителя Sandvik. Так как их инструмент гарантирует высокоточную обработку, а подача СОЖ сверху улучшает стружкодробление и, соответственно, повышает надежность обработки. Подвод СОЖ снизу позволяет контролировать температуру в зоне резания, обеспечивая высокую и прогнозируемую стойкость инструмента. СОЖ положительно влияет на качество поверхности. Их резцы легко заменяемые. У них высокое качество инструмента. Пластины резцов Sandvik изготовлены из сплавов GC4325 и GC4315 для точения стали изготавливаются по технологии Inveio®, обеспечивающей высокую износостойкость и долговечность инструмента. Их крепление в сочетании с конструкцией гнезда обеспечивает самофиксацию пластины.

Для всех этих работ выбираем токарный станок с ЧПУ модели DMG MORI CTX 510 ecoline. Он имеет ключевые характеристики такие как: высокая стабильность. Она достигается благодаря конструкции из литой станины с 4 направляющими. Перемещаемая задняя бабка для обработки валов. Линейные направляющие по осям X и Z обеспечивают высокую динамичность станка. Наибольший диаметр обрабатываемого прутка Ø 90 мм. Высокодинамичный привод шпинделя с ускорением от 0 до 3 250 об/мин за 9,5 с.

Система ЧПУ в этом станке SIEMENS.

Благодаря данной системе ЧПУ разработанная управляющая программа, позволяет обработать заготовку с меньшим количеством времени и ресурсов.

Климов А.Д.

*Научный руководитель: к.т.н., Доцент каф. «Технология машиностроения» В.А. Яшков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Топологическая оптимизация детали крошштейн с целью уменьшения веса без потери прочностных характеристик

В современном мире, одной из главной отраслью развития каждой страны является машиностроительное производство. Где основными требованиями являются производство деталей с высокой точностью и длительной долговечностью с наименьшими экономическими затратами. В связи с этим появляются новые или совершенствуются старые методы изготовления продукции.

К числу современных методов изготовления продукции можно отнести Аддитивные технологии.

Аддитивные технологии - это выращивание изделий при помощи 3D проектирования по САД-модели. Этот процесс считается инновационным и противопоставляется традиционным способам промышленного производства.

Аддитивные технологии позволяют получать готовые изделия из различных материалов: металла, керамики, бумаги, композитов, полимеров.

В данном методе существуют различные способы изготовления продукции:

1. FDM (Fused deposition modeling) — послойное построение изделия из расплавленной пластиковой нити. Это самый распространенный способ 3D-печати. FDM-принтеры работают с различными типами пластиков, самым популярным и доступным из которых является ABS.

2. SLM (Selective laser melting) — инновационная технология производства сложных изделий посредством лазерного плавления металлического порошка по математическим САД-моделям (3D-печать металлом).

3. SLS (Selective laser sintering) — заключается в послойном спекании частиц порошкообразного материала до образования физического объекта по заданной САД-модели.

4. SLA (сокращенно от Stereolithography) — лазерная стереолитография, отверждение жидкого фотополимерного материала под действием лазера.

5. MJM (Multi-jet Modeling) — многоструйное моделирование с помощью фотополимерного или воскового материала.

Преимущества Аддитивных технологий:

- Улучшенные свойства готовой продукции.
- Большая экономия сырья.
- Возможность изготовления изделий со сложной геометрией.
- Мобильность производства и ускорение обмена данными.

Развитие и внедрение данного метода в машиностроительное производство позволит снизить трудоемкость, затраты материала и средств на изготовление продукции, получать изделия уникальной геометрии, увеличит точность изготовления, снизит стоимости готовой продукции. Данный метод позволит изготавливать режущие инструменты, пресс формы.

При использовании данного метода применяется различное современное оборудование. Например:

- Станки с ЧПУ производства DMG MORI, которые по мимо механической обработки материала имеют встроенную насадку для выращивания определенных геометрических профилей на различных поверхностях обработанной детали. Также станки DMG MORI специализирующие только на выращивании изделий при помощи лазерного плавления металлического порошка позволяют выращивать изделия различной геометрической формы, размеров, по математическим САД-моделям (3D-печать металлом).

- 3D принтер- может выращивать различные изделия различной геометрической формы, размеров, из различных материалов, различными способами приведенные выше.

В современном мире компьютерных технологий перед изготовлением изделий при помощи аддитивных технологий, применяют также топологическую оптимизацию в АРМ FEM, что позволяет изготавливать изделия без потерь прочностных характеристик и с меньшей материалоемкостью.

Топологическая оптимизация – это синтез формы и внутренней структуры изделия с оптимальным распределением материала в заданном ограниченном пространстве (пространстве проектирования) с учетом всех расчетных случаев, а также конструкционных и технологических ограничений.

Два основных подхода в проектировании при применении топологической оптимизации:

- Синтез силовых схем (когда неизвестен облик будущего изделия)
- Оптимизация существующих конструкций (необходимо «выжать» из конструкции максимум)

Постановка задачи топологической оптимизации в АРМ FEM

Для проведения топологической оптимизации необходимо определить целевую функцию и критерий (максимизация жесткости, минимизация массы), а также указать требуемые ограничения (по объему(массе), по напряжениям, по минимальной/максимальной толщине стенок, симметрия, штамповка).

Алгоритм расчета топологической оптимизации полностью идентичен любому расчету обычной модели, за исключением необходимости задания в качестве дополнительных исходных данных пространства проектирования (области, где может располагаться материал по условиям конструктивных и технологических ограничений), а также специальных параметров расчета (целевой функции и критерия, ограничений).

Результаты расчета и постобработка

В качестве результатов расчета топологической оптимизации пользователю представляется карта "Объемная доля" с возможностью визуального удаления "лишнего" материала. Полученный таким образом силовой каркас конструкции должен пройти специальную постобработку, чтобы получить новую оптимизированную 3D-модель, которая должна пройти стадию проверочного расчета, чтобы окончательно подтвердить свою работоспособность. Постобработка осуществляется либо специализированными инструментами КОМПАС-3D, либо обычными средствами моделирования в КОМПАС-3D после экспорта/импорта файла формата STL).

В заключение можно сказать, что развитие современных технологий производства позволит снизить: трудоёмкость проектирования изделий, затраты материала на производство, снизить себестоимость изделий и т.д.

Ковалев Л.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения В.А. Яшков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: leff.koff@yandex.ru*

**«Технологический процесс изготовления детали “Вал” 225.73.02.00.010А для условий АО
“Муромский ремонтно-механический завод” Программа выпуска — 2000 штук.»**

Деталь «”Вал” 225.73.02.00.010А» относится к деталям типа «вал» и имеет вид тела вращения. Назначение: передавать крутящий момент между валами, при помощи зацепления зубьями соседней шестерни в редукторе. Исходя из выше сказанного делаем вывод, что разработка технологического процесса изготовления детали для условий АО “Муромский ремонтно-механический завод» является более чем актуальной.

Для надёжности и правильной работы детали, она должна обладать такими качествами как износостойкость, плавность и бесшумность функционирования передач, высокая точность размеров. Для достижения вышеперечисленных качеств деталь изготавливается из конструкционной легированной стали 40Х ГОСТ 4543-71. Данный материал применяется для ответственных деталей, к которым предъявляются требования высокой вязкости, прочности и износостойкости.

При выполнении анализа на технологичность, делаем вывод, что деталь имеет достаточно низкую шероховатость, что обуславливается ответственностью узлов, в которых она работает. Её форма позволяет существенно сократить время установки на станке, а также даёт возможность удобного базирования в процессе обработки, тем самым обеспечивая свободный подход и выход режущего инструмента к поверхностям обработки. Деталь подвергается цементации и закалке.

В качестве заготовки целесообразно использовать поковку. Так как деталь имеет цилиндрическую форму, технологично будет воспользоваться горизонтально ковочной машиной. Для условий АО “ Муромский ремонтно-механический завод ” данные заготовки будут приобретаться на стороннем предприятии.

Так как деталь изготавливается для условий АО “ Муромский ремонтно-механический завод ”, технологичным будет использование станков с ЧПУ. Для базирования заготовки на технологическом оборудовании применяется универсально-сборные приспособления, что является экономически обоснованным, позволит снизить штучное время, трудоёмкость изготовления детали и поспособствует получить сложные поверхности стандартным инструментом. Исходя из выше сказанных фактов технологическая себестоимость изделия снижается.

В представленном технологическом процессе изготовления детали «”Вал” 225.73.02.00.010А» для токарно-винторезных операций применяется токарный станок CL25 с системой ЧПУ. Для шлицефрезерной операции будем использовать Шлицефрезерный станок 5350А. Для осуществления вертикально-фрезерной операции воспользуемся Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ ГФ2171С5, который оснащён системой автоматического программного управления SIEMENS 828D. Использование данного типа оборудования приведёт к увеличению автоматизации, а также механизации производства, что в свою очередь приводит к повышению качества изделия и снижению трудоёмкости механообработки.

Колесникова Ю.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения В.А. Яшков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kolesnikova.yu@icloud.com*

**Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал Д254394-21» для
условий серийного производства АО «МЗ РИП»**

Муромский завод радиоизмерительных приборов специализируется на выпуске высокоэффективных радиолокационных станций, а также систем обнаружения воздушных целей и посадки самолетов. Номенклатура предприятия достаточно обширна, некоторую долю выпускаемой продукции занимают детали типа «Вал». Поэтому разработка технологического процесса изготовления детали для условий серийного производства АО «МЗ РИП» является актуальной.

Деталь "Вал " представляет собой многоступенчатое тело вращения из конструкционной углеродистой качественной стали 45 ГОСТ 1050-88. Вал предназначен для поддержания вращающихся частей машины и для передачи вращающего момента от одной вращающейся детали машины к другой. Деталь «Вал» относится к группе тел вращения с габаритными размерами Ø160x820мм. Вал состоит из нескольких ступеней. С торца имеет два отверстия вне оси. С двух сторон сняты фаски 2x45°. На ступенях выполнены шпоночные пазы. Некоторые поверхности шлифуются, которые потом проверяются на биение. Так же есть ступени с резьбой.

Деталь достаточно технологична: выполнения поверхностей обеспечивает удобный подвод стандартного инструмента, удобство визуального наблюдения за процессом резания, отвод стружки. Так же деталь имеет хорошие базовые поверхности, имеется возможность обработки поверхностей на проход. При механической обработке детали имеется возможность применения принципа постоянства и совмещения установочных баз. Возможно применение высокотехнологичных методов обработки, а именно обработка твердосплавными резцами. Для повышения износостойкости способность детали подвергаться термической обработке.

При штамповке детали «Вал» рациональным является способ штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе в открытом штампе.

Технологический процесс в серийном типе производства разделен на операции, которые выполняются на станках с числовым программным управлением. Эти станки позволяют достигнуть высоких технических и экономических показателей.

В представленном технологическом процессе изготовления детали "Вал" используются Токарный обрабатывающий центр СТТ 55 (1728) для токарных, фрезерных и сверлильных операций. Использование данного оборудования приведёт к увеличению механизации и автоматизации, снижению трудоёмкости механической обработки заготовки и повышению качества изделия.

Овчинников Д.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук А.В. Яшин

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

Проектирование многоместного фрезерного приспособления для обработки шпоночного паза шпинделя.

Приспособление — это вспомогательное устройство, используемое при механической обработке, сборке и контроле изделий.

Шпиндель — вращающийся вал металлорежущего станка с приспособлением для зажима обрабатываемой детали или режущего инструмента.

Использование станочных приспособлений способствует повышению производительности и точности обработки, уменьшению времени обработки, облегчению условий труда, расширению технологических возможностей оборудования, повышению безопасности работы и снижению аварийности.

Данное приспособление специальное, применяется при серийном производстве, предназначено для базирования и закрепления вала при фрезеровании шпоночного паза (рисунок 1). В приспособлении возможно закрепление нескольких шпинделей (в данном случае 4), что позволяет фрезеровать сразу четыре паза одновременно. Упоры с одного конца шпинделя не дают детали смещаться по оси, что позволяет избежать брака при фрезеровании. Также данное приспособление можно использовать для фрезерования сквозных выбивных отверстий шпинделя. Использование таких приспособлений не требует замены установочных и зажимных элементов. Приспособление предназначено для фрезерования паза $L=35$ мм, $t=6$ мм концевой фрезой $\phi 12$ мм.

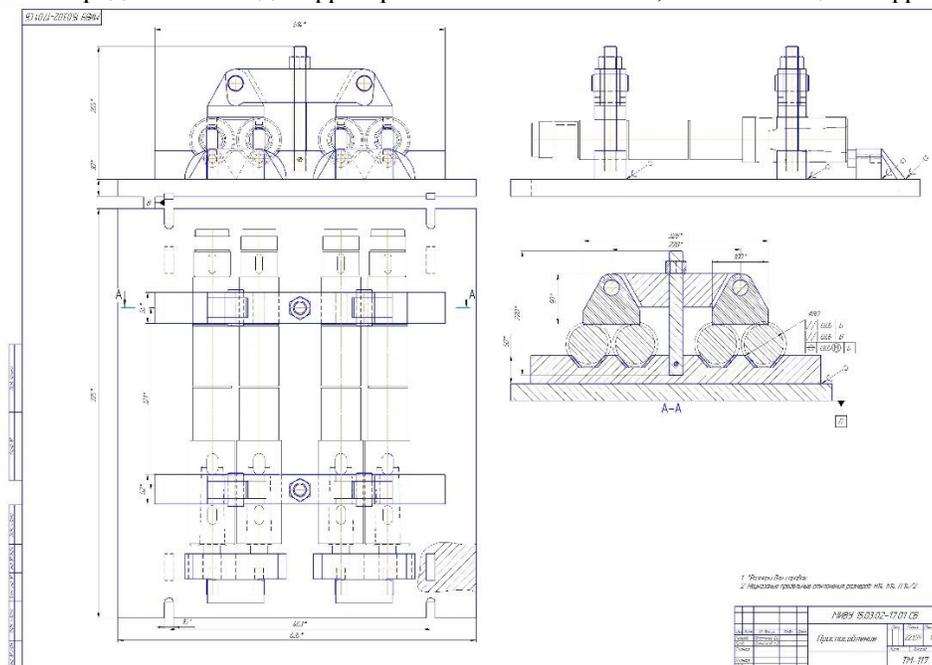


Рисунок 1 – Общий вид многоместного фрезерного приспособления

Приспособление для шпоночного паза во время работы подвергается силовому и тепловому воздействию. На него действуют силы, обусловленные технологическим процессом, такие как, силы резания, запрессовки, зажима, инерции. Теплота, выделяемая вследствие технологического

процесса, передается приспособлению, что ведет к возникновению в приспособлении упругих и тепловых перемещений. Это в свою очередь приводит к износу элементов и потери точности. Наибольшему износу, как правило, подвергаются направляющие втулки и базирующие элементы. Приспособление должно иметь необходимые прочность, жесткость, износостойкость и теплостойкость.

Усилие зажима деталей регулируется с помощью гайки на штифте. Приспособление крепится к столу горизонтально-фрезерного станка четырьмя болтами М16. Максимальное усилие зажима детали 4.84 кН.

В эксплуатации устройство является очень удобным, простым с точки зрения установки и снятия деталей.

Панин Д.Ю.

*Научный руководитель : к. т. н., доцент, А.В.Волченков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: diman.panin2011@yandex.ru*

Конструкторское оснащение изготовления детали "Ось" в серийном типе производства

Машиностроение – наиболее крупная комплексная отрасль, определяющая уровень научно-технического прогресса во всем народном хозяйстве, поскольку обеспечивает все отрасли машинами, оборудованием, приборами, а население – предметами потребления. Включает также металлообработку, ремонт машин и оборудования. Для нее особенно характерно углубление специализации производства и расширение ее масштабов.

Машиностроение подразделяется на три основных типа производства: единичное(индивидуальное), серийное и массовое.

В моем случае производство серийное. Оно характеризуется изготовлением деталей повторяющимися партиями. На предприятиях серийного производства значительная часть оборудования состоит из универсальных станков, (например, станок 16К20), оснащенных, как специальным и универсальным, так и сборочным приспособлением и инструментом, что позволяет снизить трудоемкость и удешевить производство.

Данная деталь «Ось» относится к деталям типа тел вращения. Детали подобной формы и типа служат для поддержания насаженных на них деталей. Валы и оси изготавливают из сталей обладающих высокой точностью, малой чувствительностью к концентрации и способностью подвергаться термической обработке.

Одним из весьма эффективных путей совершенствования производства является повышение оснащённости технологических процессов механизированной и автоматизированной оснасткой. Важнейшим элементом этой оснащённости является станочные приспособления. В своём дипломном проекте для закрепления детали, при фрезеровании пазов, я принимаю специальное приспособление с пневматическими зажимами, в котором можно закреплять сразу 5 деталей, а также сборную фрезу с твердосплавными пластинами.

Перфилова Ю.Е.

Научный руководитель П.С. Шпаков, профессор д-р т.н.
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail spsp01@rambler.ru

Совершенствование тахеометрической съемки на карьерах

Тахеометрическая съемка может выполняться как техническими теодолитами (Т-30, Т-15), так и электронными тахеометрами (Trimble M3 DR). При использовании технических теодолитов съемка выполняется в следующем порядке (рис.1):

- теодолит устанавливают на точке съемочной сети А, приводят в рабочее положение и, путем наведения на неподвижную точку при КЛ и КП, снимают отсчет по вертикальному кругу;
- вычисляют место нуля вертикального круга:

$$MO = (КЛ + КП) / 2 \leq 2t,$$

где t – точность отсчетного устройства.

- совмещая нуль лимба с нулем алидады, наводят на пункт опорной сети В, расположенный на борту карьера или на рейку, установленную на пункте съемочной сети;

- на рейке отмечают высоту прибора (шпагатом) и устанавливают ее на характерную точку снимаемого объекта;

- открепив алидаду пересечением сетки нитей наводят на высоту прибора, отмеченную на рейке.

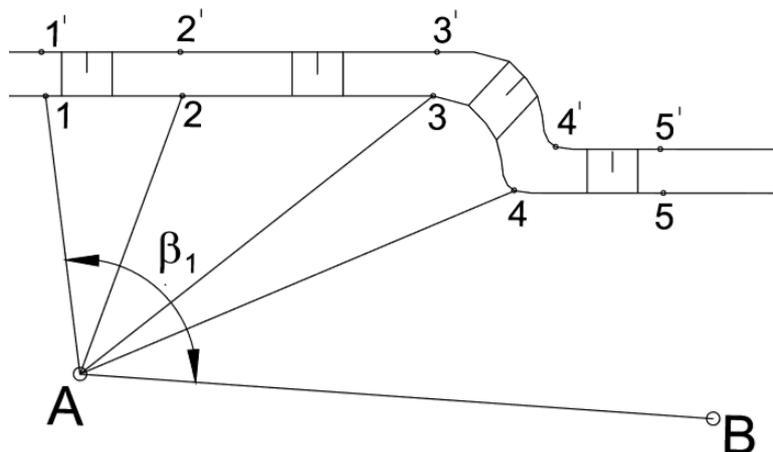


Рис.1. Схема тахеометрической съемки

Съемку производят при круге лево. Снимают отсчеты по верхней и нижней дальномерным нитям (n_1 и n_2), отсчет по горизонтальному кругу (β) и отсчет по вертикальному кругу (КЛ).

$$n = n_1 - n_2, \quad L = k \cdot n, \quad k = 100, \quad v = КЛ - КП, \quad d = L \cdot \cos^2 v.$$

Рейку устанавливают на следующую характерную точку, снимают отсчеты по дальномерным нитям, отсчет по горизонтальному и вертикальному кругу. После окончания съемки на станции снова наводят зрительную трубу на точку В, на лимбе горизонтального круга должен быть отсчет $0^\circ 00' 00''$.

По результатам съемки пополняются планы горных работ, для чего с помощью транспортира и масштабной линейки либо полярного тахеографа наносятся пикетные точки, возле которых выписываются высотные отметки с округлением до 0,1 м. План тахеометрической съемки

тщательно проверяется путем глазомерного сличения с местностью, после чего он вычерчивается в туши. Кроме того, пополняются поперечные разрезы, которые строятся через каждые 25 м.

В настоящее время тахеометрическую съемку на россыпях чаще всего выполняют электронными тахеометрами, в этом случае предельное расстояние от прибора до отражателя устанавливается исходя из технических характеристик прибора и условий видимости.

На месторождении россыпного золота "Кутурчинская площадь" тахеометрическая съёмка выполняется электронным тахеометром Trimble M3 DR.

Тахеометр устанавливают в точку А и производят установку станции. Направление А-В – в данном примере является твердым направлением. Наводят визирный луч на призменный отражатель, установленный поочередно на характерных точках верхней и нижней бровке снимаемого уступа. В процессе съемки тахеометр автоматически определяет координаты и высотные отметки снимаемых объектов. После производства полевых работ данные с прибора экспортируют в AutoCAD, где производят отрисовку местности по точкам съемки.

Вывод. Использование электронных тахеометров Trimble M3 DR значительно увеличивает производительность и точность съемки.

Стереофотограмметрическая съемка является наиболее эффективной при съемке крупных россыпей, имеющих сложную конфигурацию уступов с внутренними и внешними отвалами. К достоинствам данного способа можно отнести:

- повышение производительности труда;
- безопасность съемочных работ;
- объективность полученного материала и возможность его восстановления за прошедшие годы;
- возможность съемки недоступных мест.

К недостаткам можно отнести большой объем камеральных работ.

В данный момент на россыпном месторождении золота "Кутурчинская площадь" широко применяется съёмка с помощью GPS-аппаратуры. Работает система GPS следующим образом – приемник сигнала измеряет задержку распространения сигнала от спутника до приемника. Из полученного сигнала приемник получает данные о местонахождении спутника. Для определения расстояния от спутника до приемника задержка сигнала умножается на скорость света.

С точки зрения геометрии работу навигационной системы можно проиллюстрировать так: несколько сфер, в середине которых находятся спутники, пересекаются и в них находится пользователь. Радиус каждой из сфер соответственно равен расстоянию до этого видимого спутника. Сигналы от трех спутников позволяют получить данные о широте и долготе, четвертый спутник дает информацию о высоте объекта над поверхностью. Полученные значения можно свести в систему уравнений, из которых можно найти координату пользователя. Таким образом, для получения точного местоположения необходимо провести 4 измерения дальностей до спутника (если исключить неправдоподобные результаты, достаточно трех измерений).

На рис.2 представлена выкопировка с плана горных работ, на котором представлена схема съемки с применением GPS приёмника.

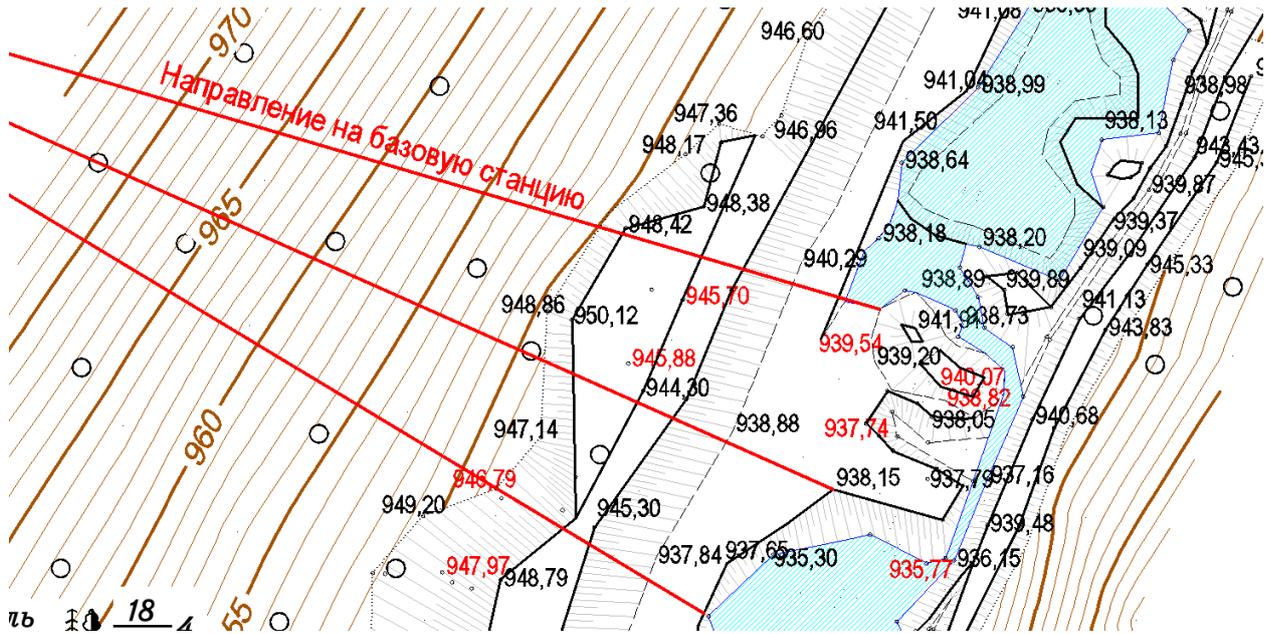


Рис.2. Схема съемки GPS-аппаратурой в RTK режиме

Вывод. Стереофотограмметрическая съемка является наиболее эффективной при съемке крупных месторождений имеющих сложную конфигурацию, что обычной тахеометрической съемкой трудно достижимо.

Пузанов А.А.
к. т. н., доцент, С. А. Силантьев

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: Puzart97@mail.ru*

Разработка вибрационного автомата сборки изделия колпачок капсуля воспламенителя.

При наборке колпачков в инструмент не все изделия ориентируются в своей ячейке должным образом, что в последствии требует ручной укладки. Целью работы является определение оптимального набора параметров для получения правильной ориентации колпачков в инструмент.

Основные методы сборки:

- Ручная;
- Роботизированная;
- Виброавтомат.

Параметры для исследования следующие:

- Геометрические параметры изделия (размеры колпачка, центр масс)
- Параметры виброустройства (Частота и амплитуда колебаний вибростола)

Научная новизна: Установление взаимосвязи между параметрами автомата сборки, изделия, инструмента и скоростью, и точностью сборки.

План исследования:

1. Поиск описания и литературы по работе и механической части оборудования.
2. Определиться с исследуемым количеством видов изделий.
3. Анализ проведенных опытов и экспериментов.
4. Построение работающего оборудования и выпускаемого изделия в САПР КОМПАС 3D и SolidWorks.
5. Проведение опытов в САПР SolidWorks: В сущности, с помощью компьютерного моделирования провести изменение геометрических параметров колпачка, работы вибростола и параметров инструмента. При изменении какого либо параметра проводить моделирование работы, с дальнейшим занесением результата в диаграмму.

Литература

1. Электронный ресурс <https://findpatent.ru/patent/222/2222775.html>
2. Электронный ресурс <https://findpatent.ru/patent/243/2436036.html>

Русаков Е.А., Скурыгина Д.А.
Научный руководитель: преподаватель Бабкин Д.А.
ГБПОУ ВО "Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения"
602267, Владимирская область, г. Муром, ул. Комсомольская, д.55
Babkin-dmi@ya.ru

Разработка технологического процесса изготовления детали “Вал шлицевый” с применением САПР ВЕРТИКАЛЬ для условий среднесерийного производства

Разработка технологической документации является важным и трудоемким этапом конструкторско-технологической подготовки производства. Применение САПР технологических процессов (ТП), одной из которых является ВЕРТИКАЛЬ, значительно облегчает эту работу. Ее применение позволяет автоматизировать решение следующих важных задач:

- проектирование ТП по иерархической структуре: операция – оборудование – переход – исполнитель – оснастка;
- расчет режимов резания и норм времени;
- формирование документации ТП в соответствии с требованиями стандартов;
- двусторонняя связь параметров ТП с параметрами графических документов КОМПАС-3D: чертежей, эскизов, 3D-моделей.

Деталь “Вал шлицевый” является одной из широко применяемых в машиностроении типовых деталей. В ходе работы изначально был выполнен анализ технологичности детали и типовых ТП изготовления валов, в результате чего разработана оптимальная технология.

Заготовка получается методом горячей объемной штамповки. Это позволяет достичь более высокого коэффициента использования металла и снизить затраты на механическую обработку, что экономически оправдано для среднесерийного производства. После заготовительной операции выполняется фрезерование торцев и сверление центровочных отверстий, которые являются базами для последующей обработки. Токарная обработка производится на станке с ЧПУ, нарезание шлицев производится на шлицефрезерном станке червячной фрезой. Затем вал подвергается термообработке, а далее производится отделочная обработка, которая включает шлифование шлицев и шеек под установку подшипников. Завершающими операциями являются моечная и технический контроль.

Таким образом, ТП изготовления детали разработан с учетом возможностей современного машиностроительного предприятия. Применение горячештампованной заготовки и токарной обработки с ЧПУ позволяет повысить технико-экономические показатели изготовления детали, а применение САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ - автоматизировать проектирование и снизить его трудоемкость. В ходе работы также произведено технико-экономическое обоснование эффективности внедрения САПР ВЕРТИКАЛЬ на производстве. Результатом является повышение производительности труда, уменьшение количества необходимого персонала и затрат на расходные материалы. Вместе с этим снижается трудоемкость проектной деятельности и повышается ее качество.

Рыбаков Е.Д.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Проектирование червячного редуктора с разработкой технологического процесса изготовления «Вала тихоходного» для условий АО «МСЗ»

Редуктор является неотъемлемой составной частью современного оборудования. Разнообразие требований, предъявляемых к редукторам, предопределяет широкий ассортимент их типов, типоразмеров, конструктивных исполнений, передаточных отношений и схем сборки.

Тихоходный вал является деталью горизонтального цилиндрического червячного редуктора. Он входит в состав тихоходной ступени редуктора и передает вращение от электродвигателя к ленточному конвейеру. Вращение передается с помощью зубчатых передач.

Червячный редуктор — это зубчатый механизм в корпусе, повышающий либо понижающий скорость вращения и усилия, преобразующее угловую скорость вращения и усилия вала двигателя, используя червячную передачу.

Одно из самых главных качеств червячного редуктора является высокая передаточное число и компактность размеров. Главным передаточным механизмом в этой системе является червяк – винт, спирально похожий на червя, и зубчатое колесо, которое является ведомым по отношению к червяку.

Червячный редуктор нуждается в достаточно частой смазке, такое условие является обязательным для того чтобы повысить его КПД. Поэтому в данном проекте мы производили выбор системы смазки и масла.

В настоящее время в машиностроении для смазывания передач широко применяют картерную смазку. Масло заливают так, чтобы венцы колес были в него погружены.

Объем масла равен 4,8 дм³. Марка масла (т. 11.2. с. 200 [2]) И-Г-С-220.

Область применения червячного редуктора достаточно широка. Он может быть использован в насосах и транспортерах, подъемниках и конвейерах, электроприводах и т.д.

В данном проекте разрабатывался технологический процесс изготовления «Вала тихоходного»

Вал тихоходный представляет собой конструкцию из «Сталь 40» ГОСТ1050-88.

Область применения стали: детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и повышенной износостойчивости: зубчатые колеса, валы, оси. При требовании повышенной прочности сердцевины изделия материалы должны быть улучшены перед термообработкой.

Так как производство является мелкосерийным и масса детали равна 0.7 кг, то выпускают (изготавливают) в год около 150 деталей.

При выборе оборудования и технологической оснастки следует учитывать, что деталь имеет средние габариты, т.к все поверхности детали цилиндрические, следовательно базирование детали в приспособлениях осуществляется с помощью 3-х кулачкового, поводкового патронов и центров.

Разработанный процесс экономически выгоден не только для предприятия-производителя в качестве увеличения качества продукции за счет увеличения производительности труда, но и для покупателей продукции, в состав которой входит данная деталь по причине существенного уменьшения себестоимости. Себестоимость снижается за счет сокращения времени на обработку, что влечет за собой увеличение производительности труда, меньшего износа режущего инструмента. Это было достигнуто благодаря внедрению универсальных станков.

Савельева Д.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения В.А. Яшков
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: savely.darya@yandex.ru*

Разработка технологического процесса изготовления детали "Клапан сброса" 01P10-2640.00.001 для условий ремонтного производства АО "Выксунский металлургический завод"

Выксунский металлургический завод специализируется на производстве трубной продукции и для испытания сварных труб применяется гидравлический пресс "SMS MEER", в конструкцию которого и входит деталь "Клапан сброса" 01P10-2640.00.001. Поэтому разработка технологического процесса изготовления детали для условий ремонтного производства АО "ВМЗ" является актуальной.

Деталь "Клапан сброса" представляет собой многоступенчатое тело вращения из стали 40X13, которая является хромистой коррозионностойкой жаропрочной сталью мартенситного класса. Техническое назначение заключается в работе в трубопроводных системах для сброса избыточного давления. В случае превышения давления данный клапан срабатывает его, и оно падает до допустимого. Для эффективной работы детали необходимо иметь высокую поверхностную твёрдость и износостойкость контактных поверхностей, коррозионностойкость чему соответствует вышеуказанный материал.

На основании проведенного анализа технологичности конструкции детали и полученных значений показателей: точность размеров и шероховатость поверхностей обусловлены служебным назначением детали, деталь имеет достаточную жесткость, форма детали позволяет получить возможность удобного базирования на станке в процессе обработки, обеспечивая при этом свободный подход и выход режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям, термическая обработка не целесообразна

В качестве заготовки экономически целесообразно использовать прокат (круг Ø85+5 мм), резку мерных заготовок на пилоотрезной операции.

Технологический процесс в ремонтном типе производства разделен на операции, которые выполняются на станках с числовым программным управлением.

Применение станков с ЧПУ и обрабатывающих центров позволило получать сложные поверхности стандартным инструментом с высокой скоростью резания.

В представленном технологическом процессе изготовления детали "Клапан сброса" используются токарный обрабатывающий центр TC1720Ф4, система ЧПУ Siemens 828 для токарно-винторезных операций. Для программной операции будет использоваться фрезерный обрабатывающий центр HEDELIUS модель: ACURA 65 Celox 18000 с наклонно-поворотным столом, что обеспечит нам быструю и эффективную обработку пазов и отверстий, система ЧПУ станка — это последнее поколение HEIDENHAIN TNC 640. Использование данного оборудования приведёт к увеличению механизации и автоматизации, снижению трудоёмкости механической обработки заготовки и повышению качества изделия.

Сарапкин Н.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения А.В. Карпов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
mail: nekcapa@gmail.com*

Технологическая подготовка производства детали «Стакан» для условий серийного производства АО «Муромский приборостроительный завод»

Деталь "Стакан" представляет собой многоступенчатое тело вращения из стали 45 ГОСТ 1050-2013. Деталь предназначена: для точной установки валов, поэтому к ней предъявляются высокие требования по точности, биениям и шероховатости поверхностей. Для эффективной работы детали требуется иметь высокую надежность и износостойкость, чему соответствует вышеуказанный материал. Сталь 45 весьма функциональна и при этом не дорога, изделия из нее способны выдержать частые перепады механических и температурных нагрузок.

Мы провели анализ технологичности конструкции детали "Стакан" с целью согласования конструкторских и технологических требований, предъявляемых к детали на базовом предприятии АО "МПЗ".

Среднесерийный тип производства подразумевает под собой ограниченную номенклатуру продукции, изготавливаемой эпизодически повторяющимися партиями, и повышенным объемом выпуска в сравнении с мелкосерийным и единичным типами производств. В среднесерийном производстве технологический процесс дифференцирован на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определенных станках. При среднесерийном производстве целесообразно использовать станки и обрабатывающие центры с числовым программным управлением (ЧПУ). В разработанном нами технологическом процессе изготовления детали "Стакан" используются современные станки с ЧПУ. Применение данного оборудования направлено к увеличению механизации и автоматизации, снижению трудоёмкости механической обработки заготовки и повышению качества изделия.

Кроме того, для осуществления станочной зубодолбежной операции экономически обоснованным становится применение специального приспособления, что позволяет снизить трудоёмкость и штучное время операции нарезания зубьев.

Технологическая характеристика детали "Стакан" определяется коэффициентом точности и коэффициентом шероховатости поверхностей. Значения этих коэффициентов близки к единице, что свидетельствует о технологичности конструкции детали. Это значит, что деталь при обработке на станках можно изготовить в пределах допуска с требуемой шероховатостью.

Технико-экономические расчёты, осуществленные для условий предприятия, отображают, что в качестве заготовки для детали "Стакан" рекомендуется поковка, производимая с помощью горизонтально-ковочной машины. Горизонтально-ковочная машина была выбрана для достижения хорошей макроструктуры с направлением волокон, наиболее благоприятно ориентированных относительно действующих усилий при работе детали, включая перерезание волокон, а так же для назначения меньших припусков на механическую обработку и более жестких допусков, по сравнению с применяемыми в работе на молотах, что обеспечивает значительную экономию металла.

Сатаров Д.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения А.В. Яшин
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: satarovkent@mail.ru*

Проектирование и расчет гибочного штампа с разработкой технологического процесса изготовления детали «Пуансон» для условий АО «Муромский Приборостроительный завод»

Гибочные штампы применяются для придания изогнутой формы изделию. Процесс гибки состоит в том, что плоскую заготовку кладут на матрицу, имеющую форму изогнутого изделия и придают сверху пуансоном. Контур пуансона параллелен контуру матрицы и отстоит от нее на расстоянии толщины изгибаемого изделия. Гибка является очень распространенной операцией холодной штамповки и осуществляется в штампах на универсальных одностоечных и двухстоечных прессах, а также на гидравлических прессах. Деталь "Пуансон" представляет собой специальную конструкцию из инструментальной стали У8А ГОСТ 1435-99, **который совпадает с профилем матрицы. Данная сталь применяется в производстве деталей, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и повышенной износостойкости. При требовании повышенной прочности сердцевины изделия материалы должны быть улучшены перед термообработкой.** Пуансон — это замыкающий элемент, при помощи которого образуется изделие сверху. Пуансон выполняет функцию прессы (иное название - пресс-штемпель или шплинтон), штампа или маркировщика. Система либо выдавливает деталь, либо наносит маркировку (обычную или в зеркальном виде), либо штампует детали. Основная сфера применения - металлообработка, например прессование металлов, производство строительных изделий (газобетонные блоки с фигурными пустотами, шлакоблоки) и многое другое.

Нами проведен анализ технологичности конструкции детали "Пуансон" с целью увязки конструкторских и технологических требований, предъявляемых к детали при заданном объеме её выпуска на предприятии АО "Муромский Приборостроительный завод". При годовой программе 1000 шт. для деталей массой до 10 кг приходим к выводу, что тип производства - среднесерийный.

В качестве заготовки, исходя из расчётов, мы пришли к выводу, что, в данном случае, будет целесообразнее использовать прокат квадратного сечения. Из расчетов следует, что при выборе поковки масса заготовки и отходов меньше, а, следовательно, выше и коэффициент использования материала по сравнению с прокатом. Но технологическая стоимость и текущие расходы на изготовление детали больше, исходя из этого сделан вывод, что наиболее предпочтительным вариантом заготовки в данном случае является прокат квадратного сечения 60*60 ГОСТ 2591-2006.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и увеличенным объемом выпуска по сравнению с мелкосерийным и единичным типами производства. В среднесерийном производстве технологический процесс изготовления детали дифференцирован на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определенных станках. Выбор оборудования для изготовления детали прежде всего определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали. Для механической обработки детали приняты следующие модели металлорежущих станков: вертикально-фрезерный станок 6Р1, вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2, координатно-шлифовальный станок 32К84СФ4.

Саулин С.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент С.А. Силантьев
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: saulinsergeu@yandex.ru*

Проектирование маршрутного технологического процесса изготовления детали "Муфта зубчатая" с подробным рассмотрением технологически обоснованных вариантов изготовления внутренних эвольвентных шлиц

Необходимо рационально использовать материальные ресурсы, так как это непосредственно связано с выбором заготовок, с технологичностью, в значительной мере определяющей затраты на технологическую подготовку производства, себестоимость, надёжность и долговечность машиностроительных изделий. Известно, что повышение долговечности машин даже в незначительной степени ведет к большой экономии металла, уменьшению затрат на производство запасных частей, сокращение объема числа ремонтов, а следовательно, увеличение фактически работающих машин. Конструкторские методы повышения долговечности основываются на выборе материалов и сочетании твердости деталей в парах трения, замене в узлах машин трения скольжения трением качения и их сочетанием, изменении жесткости, податливости сопряженных деталей и т. д.

Зубчатая муфта - это компенсирующая конструкция, которая предназначена для передачи крутящего момента с выходного вала одного агрегата на входной вал другого агрегата. Правильно выбрать способ получения заготовки для детали "Муфта зубчатая" означает определить рациональный технологический процесс её получения с учётом материала детали, требований к точности её изготовления, технических условий, эксплуатационных характеристик и серийности производства.

Машиностроение располагает большим количеством способов получения деталей. Максимальное приближение геометрических форм и размеров заготовки к размерам и форме готовой детали – главная задача заготовительного производства. На себестоимость изготовления детали влияют конструктивные, производственные и технологические факторы.

Нами проведён анализ технологичности конструкции детали "Муфта зубчатая" с целью подробного рассмотрения получения технологически обоснованных вариантов изготовления внутренних эвольвентных шлиц.

Заданные конструктором геометрия, размеры и марка материала детали во многом определяют технологию изготовления. Таким образом, выбор вида заготовки происходит в процессе конструирования, так как при расчёте деталей на прочность, износостойкость или при учёте других показателей эксплуатационных характеристик конструктор исходит из физико-механических свойств, применяемого материала с учётом влияния технологического способа получения заготовки.

Титов О.П.

Научный руководитель: заведующий каф. ТМС А.В. Волченков
Научный руководитель: зав. каф. технологии машиностроения А.В. Волченков
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23
E-mail: oleti97@mail.ru

«Технологический процесс изготовления детали "Фланец" для условий производства АО «Муромский приборостроительный завод» Программа выпуска - 1000 штук

Фланец – деталь, предназначенная для соединения карданного вала автомобиля с редуктором заднего моста. Деталь представляет собой втулку с внутренним шлицевым отверстием, предназначенным для передачи крутящего момента, который устанавливается на выходной вал гипоидной передачи. Для соединения с карданным валом деталь имеет 4 отверстия с радиусом 14 мм. Через них посредством болтов фланец прикрепляется к наружному валу. Для его изготовления используется конструкционная легированная Сталь 40Х ГОСТ4543-71. Данная сталь имеет интервалковки от 800 до 1250°С, является трудносвариваемой, имеет температуру закалки 860°С и отпуска 500°С в масле или воде. В результате такой термической обработки она приобретает повышенную твердость, высокий предел прочности при разрыве и ударную вязкость. Ее выбор обусловлен тем, что она используется в изготовлении деталей, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и повышенной износоустойчивости.

В качестве исходных данных разработки технологического процесса изготовления детали использован техпроцесс на деталь, имеющийся на предприятии (базовый). Данный техпроцесс был проанализирован и были внесены изменения, направленные на повышение производительности. Она изготавливается в две операции с применением станков ЧПУ, что уменьшит количество оборудования и, соответственно, занимаемую площадь. На всех операциях применяются станки с ЧПУ, т.к. они могут выполнять практически неограниченное количество различных согласованных между собой перемещений рабочих органов с высокой точностью.

В ходе выбора заготовки мы отталкивались от требований к уровню ее технологичности, т.к. она в значительной мере определяет затраты на технологическую подготовку производства, надежность и долговечность изделия. Исходя из этих требований и расчетов следует, что, при ковке масса заготовки и отходов больше, а, следовательно, больше и коэффициент использования металла, по сравнению с прокатом, но стоимость заготовки больше, поэтому предпочтительным вариантом заготовки является ковка.

В качестве приспособления для просверливания отверстий используется палец. Заготовка устанавливается на него, происходит зажим заготовки при помощи шайбы и гайки. Далее происходит обработка детали, откручивается и снимается деталь.

Для нарезания шлицевого отверстия используется протяжка. Ее выбор обусловлен высокой точностью и низкой шероховатостью полученного отверстия, высокой скоростью снятия припуска, высокой износостойкостью протяжки, возможностью использования рабочих с низким уровнем профподготовки.

Усанов В.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения А.В. Карпов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: morgan100000@gmail.com*

**Модернизация технологического процесса и проект участка изготовления детали
«Шестерня коническая ведущая» для условий АО «Муромский приборостроительный
завод»**

Одной из важнейших отраслей промышленности является машиностроение. Оно не стоит на месте и развивается быстрыми темпами. Поэтому в модернизации базовых технологических процессов изготовления деталей всегда стоит искать новые технологические и конструкторские методы повышения эффективности, которые могут быть актуальны для заданного типа производства.

От вида и типа производства зависят существенные изменения и организация структуры цеха, а именно: системы обслуживания рабочих мест, расстановка оборудования, квалификация персонала, номенклатура изготавливаемых деталей и т.д.

Деталь «Шестерня коническая ведущая» имеет различные модификации, но основная их функция – передача вращательного движения в механизмах, где крутящиеся валы пересекаются на плоскости, то есть под углом, близким к 90°. Наиболее точный и распространённый пример использования конических шестерней – это дифференциал автомобиля.

Деталь «Шестерня коническая ведущая» изготовлена из легированной стали 18X2H4МА ГОСТ 4543-71 и проходит термическую обработку (закалка ТВЧ), что имеет большое значение в отношении короблений, возможных при нагревании и охлаждении детали. В этом смысле шлицевая поверхность и шпоночный паз после термообработки могут изменить свои размеры, что приведет к дальнейшим трудностям. С точки зрения механической обработки, валы-шестерни вообще мало технологичны, т.к операция нарезания зубьев со снятием стружки производится в основном малопроизводительными методами. В остальном же при изготовлении детали имеется возможность применения высокопроизводительного автоматизированного оборудования. Перепады ступеней шестерни незначительны, поперечные канавки имеют форму и размеры, обеспечивающие их изготовление на токарно-копировальных станках, жесткость детали обеспечивает получение высокой точности обработки, имеется возможность совмещения технологических, измерительных и конструкторских баз при изготовлении детали.

В целом можно констатировать, что по качественным показателям конструкция детали достаточно технологична; все размеры легко контролировать непосредственно на рабочем месте, что также является технологичным фактором. Поэтому, исходя из проведённых нами расчётов, предлагаем модернизировать технологический процесс и проект участка изготовления детали «Шестерня коническая ведущая» для условий базового предприятия (АО "Муромский приборостроительный завод"). В качестве заготовки нами выбрана поковка, полученная на КГШП (кривошипные горячештамповочные прессы предназначены для выполнения различных технологических процессов горячей объемной штамповки). Данный способ выбран потому, что штамповка на КГШП шестерен с зубом относится к процессам точной штамповки, обеспечивающим значительную экономию металла (до 30-50% и более), повышение качества и стойкости поковок, снижение трудоемкости механической обработки. Для штамповки шестерен с зубом применяют сортовой прокат, нарезанный на заготовки с точностью по весу $\pm 1-1,5\%$.

Данная деталь подходит под среднесерийный тип производства. Следовательно, в разрабатываемом технологическом процессе стоит использовать станки с ЧПУ. Данное решение повысит точность обработки ответственных поверхностей детали, увеличит общую

механизацию и автоматизацию производства, уменьшит штучное время и общую трудоёмкость.

Итоговым результатом выполненного нами анализа базового технологического процесса будет новый, модернизированный технологический процесс и проект участка, позволяющие уменьшить трудоёмкость изготовления и увеличить качество детали «Шестерня коническая ведущая» для условий АО «Муромский приборостроительный завод».

Федько С.С.

Научный руководитель: к.т.н. доцент Л.Г. Никитина
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 e-mail: sergey.fedko98@mail.ru

Проектирование привода главного движения копировально-фрезерного станка модели 6520К

Копировально-фрезерный станок предназначен для обработки штампов, металлических моделей кокилей, пресс-форм и других деталей, имеющих пространственно сложную форму, в условиях серийного производства.

Для данного станка целесообразен ступенчатый привод главного движения. Ступенчатый привод прост по конструкции и надежен в эксплуатации, вследствие чего он получил более широкое применение в универсальных станках.

Исходя из заданного диапазона частот вращения шпинделя, определяем число скоростей Z и порядок включения групповых передач вращения шпинделя[1]:

$$Z = 1 + \frac{\lg R_n}{\lg \varphi}$$

$$Z = 1 + \frac{\lg 50}{\lg 1.26} = 18$$

где: R_n - диапазон регулирования частот вращения шпинделя;
 $\varphi = 1,26$ – знаменатель геометрического ряда.

$$R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{3150}{63} = 50$$

n_{\max} – максимальная частота вращения, 3150 об/мин;

n_{\min} – минимальная частота вращения, 63 об/мин.

Назначаем количество и порядок включения групповых передач коробки скоростей

$$Z=18=3 \cdot 2 \cdot 2$$

Строим структурную сетку привода, показывающую порядок групповых передач, рис.1

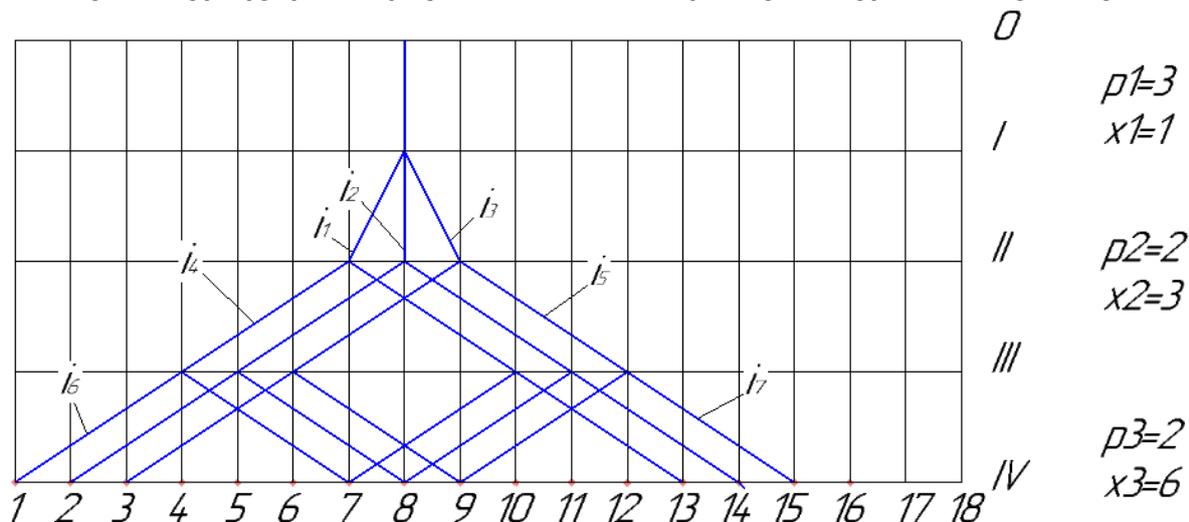


Рис. 1 Структурная сетка привода

Определяем передаточные отношения пар колёс групповых передач:

$$i_1 : i_2 : i_3 = \varphi^1 \Rightarrow i_3 = \frac{1}{\varphi^3} \Rightarrow i_2 = \frac{1}{\varphi^2} \Rightarrow i_1 = \frac{1}{\varphi^1}$$

$$i_4 : i_5 = \varphi^6 \Rightarrow i_5 = \frac{1}{\varphi^3} \Rightarrow i_4 = \frac{1}{\varphi^3} \cdot \varphi^6 = \varphi^3$$

$$i_6 : i_7 = \varphi^6 \Rightarrow i_7 = \frac{1}{\varphi^5} \Rightarrow i_6 = \frac{1}{\varphi^5} \cdot \varphi^6 = \varphi$$

Строим график частот вращения шпинделя, рис.2:

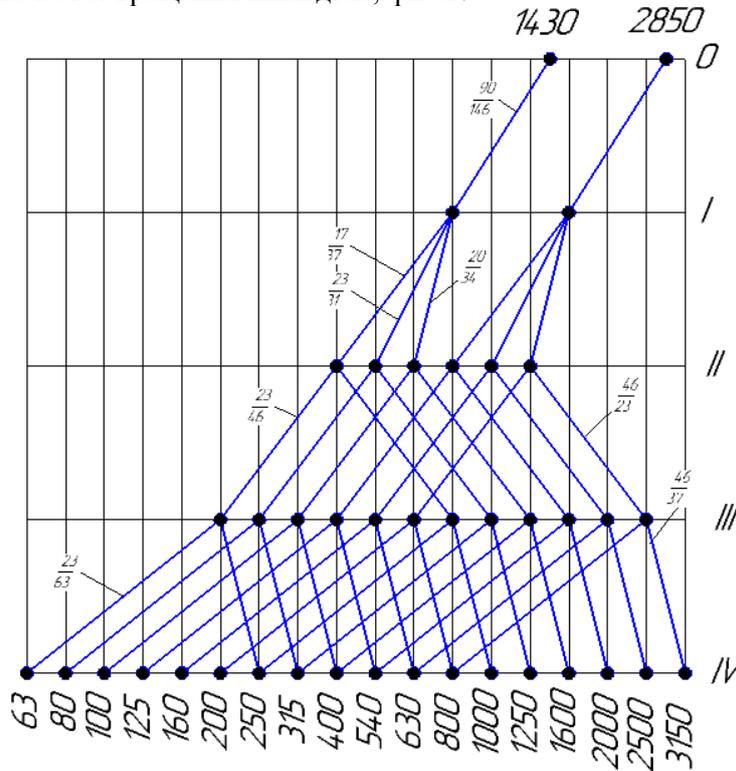


Рис. 2 График частот вращения

Назначаем числа зубьев колёс:

$$i_1 = \frac{17}{37}; i_2 = \frac{23}{31}; i_3 = \frac{20}{34}; i_4 = \frac{23}{46}; i_5 = \frac{46}{23}; i_6 = \frac{23}{63}; i_7 = \frac{46}{37}$$

Выбираем электродвигатель двухскоростной АИР90L4/2 2,6/3 кВт 1430/2850 об/мин, шпиндель станка приводится во вращение через клиноременную передачу и коробку скоростей.

Литература

1. Пуш В.Э. Конструирование металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1977, 390с.

Черновскова А.Р.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. технологии машиностроения А.В. Карпов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: nastya.chernovskova@mail.ru*

Модернизация технологического процесса и проект участка изготовления детали «Корпус верхний» для условия АО «Выксунский металлургический завод»

В современном машиностроении на первый план стали выходить такие понятия, как экономичность и производительность. На решение данных задач направленно применение прогрессивных методов изготовления продукции. Одним из примеров является использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и современных обрабатывающих центров с ЧПУ.

Деталь "Корпус верхний" является составляющей частью Редуктора ЦДВ-260. Редуктор цилиндрический двухступенчатый ЦДВ-260 входит в состав привода оборудования металлургического назначения.

Акционерное общество "Выксунский металлургический завод" (АО "ВМЗ") имеет широкие производственные и технические возможности, которые направлены на выпуск стальных сварных труб и цельнокатаных железнодорожных колес. Одним из таких продуктов является "Корпус верхний". Он представляет собой деталь, которая изготавливается из серого чугуна марки СЧ15. Выбор материала обусловлен хорошими литейными качествами и низкой способностью к пластическим деформациям.

Машиностроение имеет значительное количество способов для формообразования сложных корпусных деталей. Данное многообразие позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики машин, учитывая свойства материала, но вместе с тем создаёт трудности касаясь выбора более экономичного и рационального получения заготовки. Правильно выбрать способ получения заготовки для детали "Корпус верхний" означает для нас создать подходящий технологический процесс, беря в рассмотрение материал заготовки, учитывая требования к точности её изготовления, технические условия, эксплуатационные характеристики и серийность производства.

Тип производства детали "Корпус верхний" - среднесерийный. Этот тип производства характеризуется лимитированной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями. Его также характеризует увеличенный объём выпуска, по сравнению с мелкосерийным и единичным типами производства.

Организационная структура механообрабатывающего цеха зависит от многих показателей. В зависимости от типа и вида производства изменяется квалификация персонала, расстановка оборудования, системы обслуживания рабочих мест, номенклатура деталей и т.д.

Нами проведён анализ технологичности конструкции детали "Корпус верхний" с целью усовершенствовать технологический процесс его изготовления, т.к. при совершенствовании базовых или разработке новых технологических процессов изготовления деталей необходимо искать актуальные технологические и конструкторские методы, способные улучшить производительность и экономичность выпускаемой продукции при заданном типе производства.

Итогом глубокой модернизации базового технологического процесса является новый, улучшенный технологический процесс, который позволит наладить наиболее рентабельное производство детали "Корпус верхний" и аналогичных корпусных деталей в условиях механического цеха АО «Выксунский металлургический завод».

Шамин А.Е.

*Научный руководитель: к. т. н., доцент, С. А. Силантьев
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: anatolijsamin1999@mail.ru*

**Конструкторско-технологическое оснащение изготовления детали «валик насоса» с
детальной проработкой вариантов использования отделочно-упрочняющей обработки
цилиндрических поверхностей**

Валик насоса в процессе работы подвергается различным видам износов. Наличие грязи и абразива в охлаждающей жидкости приводит к износу шеек. Резкое изменение температуры при запуске двигателя приводит к образованию трещин на валике. Агрессивная среда влечёт за собой поверхностное разрушение материала и образование рисок. Поэтому, для улучшения механических свойств, применяют различные варианты отделочно-упрочняющей обработки поверхности.

Известны установки, устройства и способы отделочно-упрочняющей обработки деталей с цилиндрической формой поверхности дробеударным методом (см.авт.св. СССР N 272345, N 698751, N 872235, N 1553361, N 1523319, N 1609542, N 814695).

Существует также способ обработки деталей цилиндрической формы стальными шариками в среде смазывающе-охлаждающей жидкости. Такой вариант представляет собой, удар о преграду единичного шарика, который носит контактно-сдвиговый характер с элементами обкатки. Как следствие, этот вид отделочно-упрочняющей обработки в значительной степени повышает качество макро- и микрорельефа, а также обеспечивает создание наклепанного слоя.

Обработка выглаживанием наружных цилиндрических поверхностей, представляющее собой, вращение детали и сообщение продольной подачи двум инструментам различного радиуса, которые внедряют в обрабатываемую поверхность с различными усилиями.

Использование предлагаемых способов отделочно-упрочняющей обработки позволяет расширить технологические возможности детали «валик насоса» в результате улучшения механических свойств поверхностей цилиндров.