

Библиографические ссылки

1. Мир художественного литья: История технологии / Н. И. Бех [и др.] ; под общ. ред. В. А. Васильева. – М. : Металлург, 1997. – 272 с.
2. Магницкий О. Н., Пирайнен В. Ю. Художественное литье : учебник для технических вузов и художественно-реставрационных училищ. – СПб. : Политехника, 1996. – 231 с.
3. Материаловедение и технология металлов : учеб. пособие для высших технич. образов. учреждений / Г. П. Фетисов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2001. – 637 с.

4. Технология конструкционных материалов : учебник для студ. машиностр. спец. вузов // А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского. – 5-е изд., испр. – М. : Машиностроение, 2005. – 512 с.

5. Технология конструкционных материалов. Компактный учебный курс : учеб. пособие для машиностр. образов. учреждений // В. П. Глухов [и др.] ; под общ. ред. В. Л. Тимофеева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2009. – 268 с.

V. L. Timofeev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University

V. A. Khrabrov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University

E. A. Ziganshina, Izhevsk State Technical University

Materials Processing History

A brief history of non-metallic and metallic materials processing from ancient time to the present is presented.

Key words: non-metallic and metallic materials, materials processing, history of non-metallic and metallic materials processing, machinery product life cycle, modern machine part production.

УДК 621.923.01

С. А. Шляев, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА РОТАЦИОННОГО ЛЕНТОЧНОГО ОХВАТЫВАЮЩЕГО ШЛИФОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К КОНСТРУКЦИЯМ ПРОЕКТИРУЕМЫХ СТАНКОВ

При разработке нового изделия к его конструкции предъявляются основные требования, определяемые в техническом, социальном и экономическом выражении. В статье на основании анализа условий работы проектируемого изделия выделено пять основных групп требований, на основании которых было сформулировано конкретизированное служебное назначение устройства ротационного ленточного охватывающего шлифования.

Ключевые слова: машина, новое изделие, проектирование, служебное назначение.

Каждая проектируемая и внедряемая конструкция должна удовлетворять трем основным требованиям: техническим, социальным и экономическим. Эти требования часто носят противоречивый характер, и задача конструктора заключается в том, чтобы из множества возможных решений выбрать одно, наиболее четко отвечающее всему комплексу требований в целом, а это возможно только при знании технологических аспектов создания новой техники и технологических основ.

К новой технике (новым изделиям) относятся впервые реализуемые в народном хозяйстве результаты научных исследований и прикладных разработок, содержащих изобретения и научно-технические достижения, а также новые, более совершенные технологические процессы, орудия и предметы труда (новые модели станков, машин и т. д.), обеспечивающие повышение технико-экономических показателей производства.

В техническом отношении разрабатываемая конструкция должна быть на уровне современных достижений науки и техники, обеспечивать возможность правильно решать технические и производственные задачи. Она должна обеспечивать выполнение соответствующих функций, производить продукцию (работу) необходимого количества и качества, а также быть технологичной.

В социальном отношении разрабатываемая конструкция должна обеспечивать улучшение и облегчение условий труда обслуживающего персонала, быть безопасной в эксплуатации и отвечать экологическим требованиям.

При создании новых изделий необходимо учитывать экономическое значение создания, внедрения и использования новой конструкции. В целом экономический эффект определяется суммой эксплуатационных расходов на весь жизненный цикл изделия.

Освоить серийный выпуск технологического оборудования с дальнейшим повышением их технологи-

ческого уровня, надежности и долговечности при наименьших затратах на проектирование и изготовление позволяет модульный принцип. Модульный принцип широко применяется при создании самых разнообразных технологических машин и оборудования в различных отраслях. Внедрение модульного принципа является основой для дальнейшего развития технологических возможностей металлорежущих станков и другого технологического оборудования.

Очень часто понятие «модуль» отождествляется с понятием «агрегат». Встречаются термины: «агрегатно-модульный», «блочно-модульный» или даже «агрегатирование по блочно-модульному принципу» и т. д. В работах [1, 2, 3] выделены основные положения, характеризующие модульный принцип построения и изготовления металлорежущих станков.

При проектировании устройства ротационного ленточного охватывающего шлифования (УРЛОШ) можно применить метод создания технологического оборудования, позволяющий проектировать, изготавливать и переналаживать его с минимальными материальными затратами и в кратчайшие сроки. Эти требования могут быть выполнены при использовании модульного принципа проектирования. Еще больший эффект можно получить, если при этом провести также типизацию технологических процессов и агрегатирование технологической оснастки. Проектирование в этом случае заключается в рациональной компоновке имеющихся нормализованных и стандартных узлов и деталей и разработке отдельных специальных узлов и деталей в зависимости от выбранной компоновки и особенностей обрабатываемой детали.

При конструировании новых станков также должен быть реализован принцип конструктивной преемственности [2], согласно которому станки должны создаваться в виде нормального ряда типоразмеров, подобных по кинематическим схемам, конструкции и внешнему виду.

Вновь создаваемые станки должны быть общественно-целесообразными, технически и эстетически совершенными, экономичными. Очень важным является требование патентоспособности и патентной чистоты.

На всех стадиях проектирования станка проводят художественное конструирование, которое состоит из ряда этапов, соответствующих стадиям инженерного конструирования.

Необходимость создания красивых и удобных в эксплуатации изделий обусловлена потребностью в повышении конкурентоспособности изделий на рынке. Постоянных правил о внешних формах изделий не существует и не может существовать, поскольку формы непрерывно меняются и совершенствуются. Однако есть определенные закономерности, которые надо учитывать, решая эстетическую сторону изделия.

При конструировании должны быть учтены условия среды, где будет находиться проектируемый станок (например, тропический климат, запыленность воздуха, термоконстантный участок и т. д.). В этих

случаях следует обращать внимание на выбор материалов, на отделку, на защиту от влаги и пыли и т. п.

Все вышеперечисленные факторы взаимосвязаны и взаимозависимы, поэтому при проектировании следует тщательно анализировать принятое решение, не пренебрегая ни одним из них.

При проектировании машин и оборудования с точки зрения безопасности эксплуатации необходимо применять требования технического регламента безопасности, но при этом необходимо опираться и на нормативные документы, учитывающие особенности отдельных промышленных предприятий.

Порядок разработки и постановки на производство промышленной продукции, включая автоматизированные системы и аппаратно-программные комплексы, определяется комплексом ГОСТ 15 «Система разработки и постановки продукции на производство». Этапами создания опытного образца являются: разработка конструкторской документации; изготовление; предварительные испытания и доводка; приемочные испытания.

Таким образом, рациональное построение и оптимизация производственного процесса создания современного технологического оборудования в целом позволяет добиться следующего: снизить общие производственные издержки; полностью использовать производственные мощности; уменьшить количество брака и переделок; сократить объем дополнительной обработки; сократить транспортные расходы; снизить трудозатраты.

Конструирование УРЛОШ, учитывая рекомендации в работах [2, 3, 4], целесообразно проводить в следующей последовательности:

- 1) разработка технологического процесса обработки;
- 2) определение числа и характера исполнительных движений;
- 3) определение предельных режимов обработки, сил резания и эффективной мощности, а также величин рабочих и холостых ходов рабочих органов станка;
- 4) определение основных технических характеристик устройства;
- 5) предварительное определение мощности двигателя привода (для правильного выбора механизмов кинематики устройства), после разработки кинематической схемы и конструкции станка мощность уточняется;
- 6) выбор типа привода и разработка кинематической схемы устройства;
- 7) разработка предварительной схемы компоновки станка;
- 8) разбивка станка на узлы и корректировка кинематической, гидравлической, пневматической схем;
- 9) выполнение прочностных и других расчетов и определение размеров основных элементов устройства;
- 10) определение опорных и базовых поверхностей для всех узлов и разработка их конструкции;

11) составление чертежей общего вида устройства, показывающих компоновку его узлов;

12) разработка рабочих чертежей деталей;

13) составление других технических документов, предусмотренных соответствующими нормативными документами.

При проектировании УРЛОШ также необходимо учитывать требования и нормы, определяющие пока-

затели качества и эксплуатационные характеристики с учетом действующих стандартов и норм.

В результате анализа условий работы и требований, предъявляемых к разрабатываемому устройству, можно выделить несколько основных групп требований, предъявляемых к УРЛОШ, которые необходимо учесть в первую очередь (табл. 1).

Таблица 1. Группы требований, предъявляемых к конструкции устройства ротационного ленточного охватывающего шлифования

Группа требований	Требования
Экономические	Соответствие достигаемых показателей заданиям плана технического прогресса, параметрическому ряду; обеспечение роста производительности общественного труда; снижение удельной себестоимости (на единицу массы, мощности, производительности) по сравнению с базовым (заменяемым) изделием; малые затраты на изготовление станка и малые эксплуатационные расходы
Эксплуатационные	Максимальная производительность при обеспечении заданной точности и шероховатости обработанной поверхности, надежность и долговечность; транспортабельность; хорошая сохраняемость, безопасность работы; экологические, эстетические и эргономические требования; простота, легкость и безопасность обслуживания и управления, удобство ремонта
Конструкторские	Патентоспособность и патентная чистота; соответствие выбранных параметров конструкции условиям ее эксплуатации; выбор рациональной схемы; автоматизация регулирования, управления; технологичность; высокий уровень унификации и стандартизации материалов, деталей, сборочных единиц и др.; малая металлоемкость (материалоемкость) и габаритные размеры; замена механических связей электрическими; выбор простейших форм деталей
Технологические	Точность работы; соответствие конструкции оптимальным технологическим условиям ее изготовления; возможность типизации, механизации и автоматизации производственных процессов; обеспечение рациональных методов контроля
Организационно-производственные	Организационная пригодность станка; соответствие конструкции условиям ее изготовления; возможность специализации производства; возможность переналадки станка при смене объекта производства

Учитывая основные требования, предъявляемые к УРЛОШ, можно приступить к формулированию служебного назначения разрабатываемого устройства.

Для описания служебного назначения машины составляют систему количественных показателей с ограничениями и допусками возможных отклонений от их номинальных значений. Наибольшую сложность в формулировании служебного назначения машины составляет конкретизация ее функций и условий работы, правильное определение значений показателей и допусков, ограничивающих их отклонения. Глубина проработки вопроса и обоснованность принимаемых при этом решений во многом, если не в основном, определяют возможность создания качественной и экономичной машины [5].

Началом формирования качества УРЛОШ является определение и описание его служебного назначения, при этом задача обеспечения качества УРЛОШ на этапе проектирования сводится к установлению соответствия конструкции устройства ее служебному назначению.

При формулировке служебного назначения УРЛОШ прежде всего должна быть отражена общая задача, для решения которой и создается устройство. Далее при уточнении служебного назначения выполняется расшифровка задачи, конкретизирующая назначение, условия эксплуатации и содержащая требования, обуславливающие ее соответствие техническим, экономическим, эргономическим и эстетическим требованиям.

При конкретизации служебного назначения каждой машины направления конкретизации индивидуальные и имеют свою систему показателей, приведенные в работах [1, 3, 5].

При уточнении служебного назначения УРЛОШ используются следующие данные.

1. Подробные данные о свойствах продукции (вид, материал, размеры, масса, требования к качеству и т. д.), для выпуска которой создают машину.

2. Данные об исходном продукте (вид, качество, количество и т. д.).

3. Сведения о технологическом процессе изготовления продукции (требуемое положение заготовки в рабочем пространстве станка, схема ее базирования, размеры обрабатываемых поверхностей, способ и режимы обработки, применяемый режущий инструмент и пр.).

4. Требования к производительности машины.

5. Требования к производственным условиям, в которых осуществляется технологический процесс (температура, влажность, запыленность окружающей среды, наличие активных химических веществ и т. д.).

6. Требования к надежности машины.

7. Требования к долговечности машины.

8. Требуемый уровень механизации и автоматизации.

9. Требования техники безопасности и эргономики (удобство управления машиной, безопасность работы и обслуживания).

10. Источник потребляемой энергии.

В данном случае требуется сформулировать служебное назначение УРЛОШ, создаваемого для обработки цилиндрических поверхностей заготовок небольшого диаметра и достаточно большой длины. В табл. 2 приведены источники уточнения

служебного назначения УРЛОШ и данные, составленные с учетом возможных потребителей технологической линии, а на рисунке приведена схема обработки с использованием одной шлифовальной ленты.

Таблица 2. Перечень данных, конкретизирующий служебное назначение устройства ротационного ленточного охватывающего шлифования

Параметры	Уточняющие данные	Использование данных при проектировании УРЛОШ, приспособлений и специальной оснастки
1. Данные о продукции	Проволока бунтовая, прутковый прокат. Материал: высококачественная сталь, используемая при производстве шариков подшипников и пружин высокой точности. Диаметр проволоки: 2...6 мм. Отклонения поверхности от круглости: 0,01 мм. Параметр шероховатости: Ra 0,8...1,25 мкм	Размеры устройства, приспособлений и специальной оснастки
2. Исходный продукт	Проволока бунтовая, прутковый прокат, прошедшие предварительную обработку	
3. Технологический процесс	Схема обработки заготовки приведена на рисунке. Съем материала: 0,02...0,05 мм. Твердость материала: 180...220 НВ. Инструмент: бесконечная шлифовальная лента. Режимы обработки: скорость шлифовальной ленты $V_d = 18...20$ м/сек.; усилие натяжения шлифовальной ленты $P_n = 50...70$ Н; круговая подача планшайбы $V_{кр} = 90...200$ об/мин; продольная подача проволоки $S_{пр} = 8...12$ м/мин. Обеспечение минимального прогиба заготовки. Стойкость шлифовальной ленты 120...140 мин. Температура заготовок 15...22 °С	Горизонтальное положение заготовки. Материал, точность базирующих элементов приспособления, усилия в приспособлениях, усилие натяжения проволоки. Мощность двигателя, жесткость устройства, приспособления, характеристики шлифовальной ленты. Характеристики шлифовальной ленты. Оснащение устройства автоматическим подладчиком натяжения шлифовальной ленты
4. Требования к производительности	480...720 м/ч	Производительность и долговечность устройства
5. Условия производства	Температура воздуха в цехе 20 ± 5 °С. Запыленность металлической пылью 2 мг/м ³	Средства защиты элементов устройства и приспособления от пыли
6. Требования к надежности	Не более одного отказа на протяжении 6 месяцев работы	Конструкция устройства, приспособлений
7. Требования к долговечности	Срок службы не менее 5 лет	Материал и точность деталей, подверженных изнашиванию
8. Уровень механизации и автоматизации	Полуавтоматическая линия	Конструкция устройства и приспособлений
9. Требования техники безопасности и эргономики	Уровень шума не более 70 дБ. Органы управления на высоте 1...1,2 м	Конструкция устройства и приспособлений
10. Энергия	Напряжение электрической сети 380 В	Тип двигателя

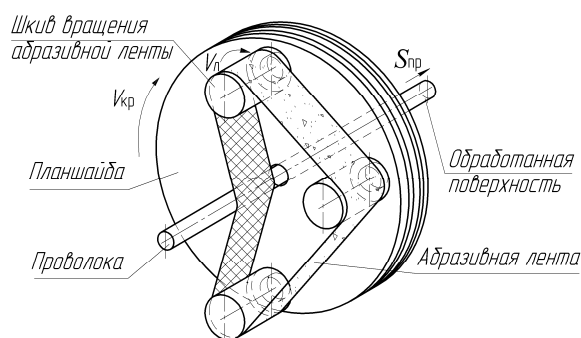


Схема обработки: V_n – скорость резания, м/с;
 $V_{кр}$ – круговая подача ленты с планшайбой, об/мин;
 $S_{пр}$ – продольная подача проволоки, м/мин

Приведенный в табл. 2 перечень данных, конкретизирующий служебное назначение УРЛОШ, создает первоначальный облик устройства и делает работу конструктора осознанной.

Формулирование конкретизированного (уточненного) служебного назначения УРЛОШ является исходным документом в работе конструкторов и технологов, участвующих в создании и эксплуатации устройства, приспособлений и шлифовального инструмента. Информация, представленная в табл. 2, используется как на этапе конструкторской подготовки производства при проектировании самого устройства и приспособлений, так и на этапе технологической подготовки производства при определении

оптимальных условий резания и подбора соответствующего типа шлифовального инструмента.

Таким образом, анализируя условия работы и требования, предъявляемые к разрабатываемому устройству, выделено пять основных групп требований, предъявляемых к УРЛОШ: экономические, эксплуатационные, конструкторские, технологические и организационно-производственные. С учетом предъявленных требований сформулировано конкретизированное служебное назначение устройства ротационного ленточного охватывающего шлифования.

Библиографические ссылки

1. Проектирование и расчет металлорежущих станков на ЭВМ : учеб. пособие для вузов / О. В. Тартынов [и др.] ; под ред. О. В. Тарамыкина. – М. : МГИУ, 2002. – 384 с.
2. Тарзиманов Г. А. Проектирование металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1980. – 288 с.
3. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем : Справочник. – Т. 2 / под общ. ред. А. С. Прошникова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1995. – 367 с.
4. Решетов Д. Н., Иванов А. С., Фадеев В. З. Надежность машин : учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / под ред. Д. Н. Решетова. – М. : Высш. шк., 1988. – 238 с.
5. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения : учебник для машиностр. спец. вузов. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2001. – 591 с.

S. A. Shilyaev, Candidate of Technical Sciences, Izhevsk State Technical University

Design Development Requirements of Rotary Band Grinding Device Based on Machine Tool Requirements Analysis

While a new device is being designed, some main requirements based on technical, social and economical aspects are considered. The article presents five main groups of requirements on the basis of the analysis of working conditions. These five groups serve as a basis for concrete operational purpose of the rotary band grinding device.

Key words: machine, new device, design, operational purpose.

УДК 621.9.014

С. В. Жилиев, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет
Д. С. Кугультинов, аспирант, Ижевский государственный технический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT6

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния режимов обработки на силу резания при точении титанового сплава VT6.

Ключевые слова: сила резания, обработка резанием, титановые сплавы, экспериментальное исследование.

В процессе резания срезание припуска всегда сопровождается пластической и упругой деформацией, а в определенных областях протекает процесс разрушения. Очевидно, характер этой деформации и разрушения будет зависеть от основных факторов процесса: физико-механических свойств обрабатываемого материала, параметров процесса резания и режущего инструмента. Указанные факторы будут влиять и на работу, которая затрачивается на процесс резания.

Работу резания можно определить как произведение силы, приложенной со стороны инструмента к обрабатываемой заготовке для деформирования и срезания с нее припуска, на путь:

$$A = Pl.$$

Эту работу можно представить в виде следующего выражения:

$$A = A_{пл} + A_{упр} + A_{тр},$$

где $A_{пл}$ – работа, затрачиваемая на пластическую деформацию; $A_{упр}$ – работа, затрачиваемая на упругое деформирование обрабатываемого материала; $A_{тр}$ – работа, затрачиваемая на преодоление сил трения по задней и передней поверхностям инструмента.

Работа $A_{пл}$ в конечном итоге почти полностью переходит в тепло. Упругие деформации вследствие внутреннего трения преобразуются в затухающие, превращаясь, таким образом, в тепло, т. е. и работа $A_{упр}$ переходит в тепло.

Работа $A_{тр}$, вызывая износ режущих инструментов, также преобразуется в тепло.