



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технологический университет
«СТАНКИН»

МАТЕРИАЛЫ

студенческой
научно-практической конференции

Автоматизация и информационные технологии
(АИТ-2025)

ИНСТИТУТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА

МОСКВА
2025

УДК 002:621

Материалы 1-го этапа студенческой научно-практической конференции «Автоматизация и информационные технологии (АИТ-2025)». Том 1: Сборник докладов института производственных технологий и инжиниринга. – М.: ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2025. – 57 с.

В сборник докладов включены материалы 1-го этапа студенческой научно-практической конференции «Автоматизация и информационные технологии» (АИТ-2025), проводившейся в институте производственных технологий и инжиниринга. Конференция проводилась очно/дистанционно по секциям: Оборудование машиностроительных производств, Новые технологии и инструментальное обеспечение машиностроительных производств, Технология машиностроения и безопасность жизнедеятельности, Фундаментальные науки в машиностроении.

ОРГКОМИТЕТ

Председатель оргкомитета:

Колодяжный Д.Ю. – д.т.н., и.о. проректора по НД.

Зам. председателя оргкомитета:

Бильчук М.В. – к.т.н., и.о. проректора по ОДиМП.

Члены оргкомитета:

Коршунова Е.Д. – директор ИСТМ;

Сосенушкин С.Е. – директор ИИТ;

Стебулянин М.М. – директор ИПТИ;

Шехтман С.Р. – директор ИЦИС;

Тюрбеева Т.Б. – начальник НИЧ;

Сотова Е.С. – ответственный секретарь конференции, начальник ООнд НИЧ.

УДК 002:621

©ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2025

СОСТАВ ЖЮРИ

Секция 1 «Оборудование машиностроительных производств»

Председатель жюри секции:

Коробова Н.В. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой СПД.

Члены жюри:

Сабиров Ф.С. – д.т.н., профессор, профессор кафедры станков;

Вишенков М.А. – к.т.н., доцент кафедры СПД;

Гиловой Л.Я. – к.т.н., доцент, доцент кафедры станков

Соболев А.Н. – к.т.н., доцент, доцент кафедры станков

Секция 2 «Новые технологии и инструментальное обеспечение машиностроительных производств»

Председатель жюри секции:

Кузнецов В.А. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ИТиТФ

Члены жюри:

Гречишников В.А. – д.т.н., профессор, профессор кафедры ИТиТФ;

Домнин П.В. – д.т.н., профессор кафедры ИТиТФ;

Романов В.Б. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ИТиТФ;

Исаев А.В. – к.т.н., доцент кафедры ИТиТФ

Секция 3 «Технология машиностроения и производственный инжиниринг»

Председатель жюри секции:

Шехтман С.Р. – д.т.н., доцент, профессор кафедры ВТО.

Члены жюри:

Митрофанов А.П. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ВТО;

Яковлев М.Г. – к.т.н., доцент кафедры Техмаш;

Хайбуллов К.А. – к.т.н., доцент кафедры Техмаш.

Секция 4 «Прикладные и фундаментальные науки в машиностроении»

Председатель жюри секции:

Чеканин А.В. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой СМиТМ.

Члены жюри:

Некрасов А.Я. – к.т.н., доцент, доцент кафедры станков;

Харыбина И.Н. – к.п.н., доцент кафедры СМиТМ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1 «Оборудование современных машиностроительных производств»			
1.	Аласаад Хоусиен	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ВЫДАВЛИВАНИИ	8
2.	Бусов К.Р.	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВОК ДЕТАЛИ «РЫЧАГ»	9
3.	Коба К.П.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ШТАМПОВКИ ПОКОВОК ТИПА «ФУНДАМЕНТНЫЙ БОЛТ» НА ГОРИЗОНТАЛЬНО-КОВОЧНОЙ МАШИНЕ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	10
4.	Рулев И.М.	ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА С ЧПУ С ШИРИНОЙ СТОЛА 500 ММ	11
5.	Самолинов А.С.	ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА	12
6.	Строганова Ю.В.	РАЗРАБОТКА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА С БОЛЬШИМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ	13
7.	Чемель Г.А.	РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА	14
Секция 2 «Системный инжиниринг инструментального производства»			
8.	Елпаев М.Ю.	РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОГО ДОЛБЯКА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ	15
9.	Кожин М.В.	МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНАЯ СБОРКА МИКРОСТРУКТУР ИЗ НАНОЧАСТИЦ	16
10.	Кочев А.В.	ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ20	17
11.	Куракин А.О.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОЛБЯКОВ С НЕРАВНЫМИ БОКОВЫМИ ЗАДНИМИ УГЛАМИ	18
12.	Логоша С.М.	РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ САПР ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ	19
13.	Магомедов А.М.	ФОРМА ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАТЫЛОВАННЫХ ФРЕЗ	20

14.	Монахова А.В.	РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ПРОТЯЖКИ И АНАЛИЗ ЕЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В СРЕДЕ T-FLEX CAD	21
15.	Нечепаренко М.С.	РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ МЕТЧИКА И АНАЛИЗ ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В СРЕДЕ T-FLEX CAD	22
16.	Низовцева П.А.	МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СПЕЦИАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА НА БАЗЕ ПОЛИГОНАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ	23
17.	Савельев Н.В.	РАЗРАБОТКА СБОРНОГО РЕЗЦА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ ДИАМЕТРОМ 20-40 ММ	24
18.	Савенков И.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СБОРНОГО СВЕРЛА НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	25
19.	Савин А.А.	ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ИЗ СПЛОШНОГО МАТЕРИАЛА ПО МЕТОДУ КОЛЬЦЕВОГО СВЕРЛЕНИЯ	26
20.	Самсоненко Г.А.	СМЕННАЯ МНОГРАННАЯ ПЛАСТИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕЗЬБ ПО СПОСОБУ ПЛАНЕТАРНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ	27
21.	Стина М.И.	ОБРАБОТКА МНОГОГРАННЫХ ОТВЕРСТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ОБКАТКИ ФИГУР ПОСТОЯННОЙ ШИРИНЫ	28
22.	Хафизулина Д.Р.	ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСКОВОЙ МОДУЛЬНОЙ ФРЕЗЫ В СРЕДЕ T-FLEX CAD	29
Секция 3 «Высокоэффективные технологии обработки и инжиниринг в машиностроении»			
23.	Беккер Б.Н.	ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА С ЗАДНИМИ УГЛАМИ 11° И 29°	30
24.	Бозоров Р.С.	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЗВИЙНОГО ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ	31
25.	Гапонов С.А.	ЗАВИСИМОСТЬ ШЕРОХОВАТОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН МАРКИ ВК8	32
26.	Гладышев А.И.	ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЯМИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТИТАНОВЫХ И ХРОМОНИКИЛЕВЫХ СПЛАВОВ	33

27.	Девлетукаева З.М.	СОВРЕМЕННЫЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА	34
28.	Доронин П.Д.	ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ ТИТА-НОВОГО СПЛАВА С ОСОБОЙ СТРУКТУРОЙ	35
29.	Дребушевский И.И.	ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА	36
30.	Залипаева Е.Ю.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И ЧИСЛА ПРОХОДОВ ПРИ МНОГОПРОХОДНОЙ ОБРАБОТКЕ СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛОВ	37
31.	Зинченко А.В.	КРИТЕРИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ	38
32.	Костарева О.И.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТАЛЬНЫХ И КОМПЗИТНО-АРМАТУРНЫХ БАЛОК	39
33.	Котов Н.Ю.	ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	40
34.	Коцарь Е.А.	АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОТС В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АО "КОЛОМЕНСКИЙ ЗАВОД"	41
35.	Лаврешин Н.С.	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ИЗ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ	42
36.	Лазарев Е.Н.	РАЗРАБОТКА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ	43
37.	Милосердова Л.Д.	СУХОЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ	44
38.	Никошнова В.К.	МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТОПОЛОГИИ РЕШЕТЧАТЫХ СТРУКТУР	45
39.	Перемысловский К.Я.	АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ 3D ПРИНТЕРОВ С ДЕЛЬТА КИНЕМАТИКОЙ	46
40.	Сидоров М.Е., Богатов М.Ю.	ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ С РЕЖИМАМИ ОСЕВОГО ВИБРО-ФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА	47
41.	Соловьев Ю.А.	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МОЛИБДЕНОВЫХ СПЛАВОВ	48
42.	Соловьева О.Н.	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ	49
43.	Ткаченко А.Е.	ВЛИЯНИЕ АНТИФРИКЦИОННОГО DLC-ПОКРЫТИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ ТОКАРНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ 12Х18Н10Т	50

44.	Федотов А.А.	ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВА НА ОСНОВЕ МОЛИБДЕНА ПРИ ШЛИФОВАНИИ	51
<i>Секция 4 «Прикладные и фундаментальные науки в машиностроении»</i>			
45.	Воротникова М.А.	ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННОГО ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ ДЛЯ СТАЛЕЙ	52
46.	Глазунов Д.	АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ	53
47.	Дубовиков Н.А.	СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ АНАЛИЗЕ НОРМ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ	54
48.	Ким Е.С.	РАЗРАБОТКА ГАММЫ ШНЕКОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НУЖД ПРОМЫШЛЕННОСТИ	55
49.	Кочкин П.Н.	РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНОВОЙ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ В T-FLEX CAD	56

Секция 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ВЫДАВЛИВАНИИ

Аласаад. Х.

Научный руководитель: Сосенушкин А.Е., к.т.н., доцент

Кафедра систем пластического деформирования МГТУ «СТАНКИН»

Обратное выдавливание – широко распространенный процесс горячей и холодной штамповки, применяемый для получения осесимметричных деталей. Целью исследования являлось изучение силовых параметров при обратном выдавливании в зависимости от геометрии инструмента.

Исследование проводилось посредством компьютерного моделирования методом конечных элементов в программном комплексе QForm. С целью определения силы деформирования было проведено 4 моделирования процесса обратного холодного выдавливания деталей по типу стакана из материала Ст. 0 с различной геометрией.

Варьировалась толщина стенки получаемой детали, тогда как остальные заданные параметры, такие как параметры заготовки, параметры инструмента, граничные условия и условия останковки оставались неизменными. С целью сокращения времени расчета, моделирование проводилось на 1/4 части детали. Такой подход применим только для осесимметричных задач. Результаты расчета представлены в виде графиков силы от перемещения с представленным максимум усилия в конечный момент времени. В работе также оцениваются поле средних напряжение и температурное поле заготовки.

Минимальное полученное значение силы деформирования составило 1,465 МН, максимальное значение – 2,873 МН.

На основании проведенных расчетов можно отметить, что с увеличением площади соприкосновения инструмента с заготовкой растет требуемая сила для деформирования заготовки, что обусловлено большим трением заготовки об инструмент.

По результатам проведенных моделирований были сформулированы выводы и рекомендации, составлена математическая модель на основе уравнения регрессии для прогнозирования требуемой силы при изменении параметра заготовки.

Библиографический список:

1. Власов А.В., Стебунов С.А., Евсюков С.А., Биба Н.В., Шитиков А.А. Конечно-элементное моделирование технологических процессовковки и объемной штамповки.
2. Семенов Е.И. Ковка и штамповка, Т.2 Горячая объемная штамповка: Справочник в 4-х томах, Москва: Машиностроение, 1985 г. – 592с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВОК ДЕТАЛИ «РЫЧАГ»

Бусов К.Р.

Научный руководитель: Сосенушкин Е.Н. – д.т.н., профессор

Кафедра систем пластического деформирования, МГТУ «СТАНКИН»

Одной из главных задач при разработке технологии производства поковок является правильный выбор оборудования. В представленной работе была рассмотрена в сравнении технология изготовления поковок детали «Рычаг» на молоте и на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП). 3D-модель поковки детали «Рычаг» показана на рис. 1.

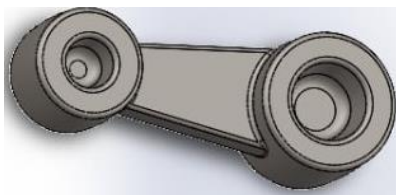


Рис. 1. 3D модель поковки детали «Рычаг»

В результате проведенного исследования было установлено, что использовать КГШП для получения данной поковки нецелесообразно, т.к. объем годовой программы выпуска невысок (10000 шт./год), а оборудование и оснастка являются более дорогостоящими. Также из компьютерного моделирования, проведенного с помощью программного комплекса Deform-3D, было определено, что значение силы штамповки в окончательном ручье составляет 1,81 МН, и разрушения заготовки не происходит (критерий Кокрофта-Латама не превышает 1), следовательно, данный технологический процесс может быть осуществим на практике.

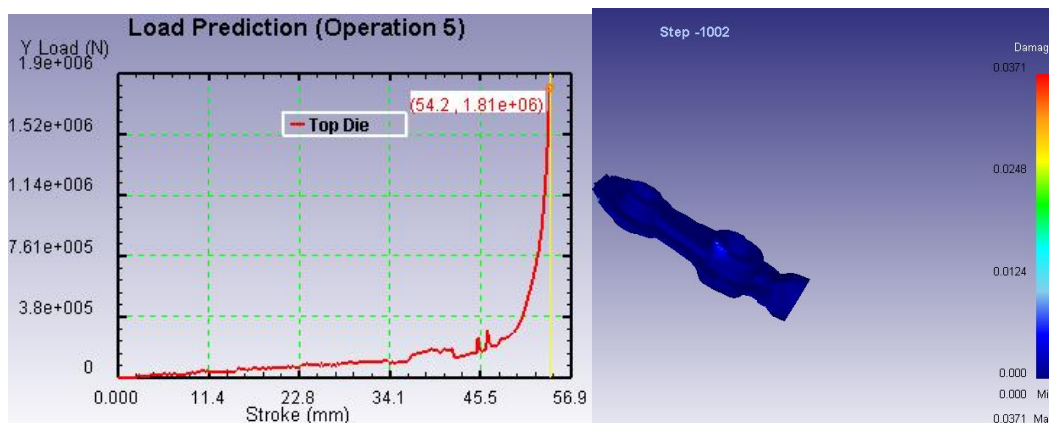


Рис. 2, 3. Результаты моделирования в Deform-3D (силовые параметры и критерий разрушения)

Библиографический список:

3. Технология горячей штамповки на кривошипных прессах: методические указания / составители: В.Р. Каргин, Б.В. Каргин. Самара: Издательство Самарского университета, 2020. – 64 с.: ил.
4. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т./Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1986. Т. 2. Горячая штамповка/Под ред. Е.И. Семенова, 1986. 592 с., ил.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ШТАМПОВКИ ПОКОВОК ТИПА «ФУНДАМЕНТНЫЙ БОЛТ» НА ГОРИЗОНТАЛЬНО-КОВОЧНОЙ МАШИНЕ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕР- НОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Коба Кезиа Пендо

*Научный руководитель: Коробова Н.В. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой
Кафедра систем пластического деформирования МГТУ «СТАНКИН»*

Каждый раз, когда речь заходит о требованиях к современному машиностроительному производству, в первую очередь упоминают критерии формирования металлических заготовок. Горячая штамповка остается незаменимой технологией для массового производства деталей сложной конфигурации. Однако, традиционные подходы к проектированию технологических процессов горячей штамповки зачастую оказываются недостаточно эффективными. С развитием технологий компьютерного моделирования появилась возможность детализировать процесс пластической деформации готового изделия, прогнозировать качество итоговых поковок типа «фундаментный болт». Фундаментные болты производятся методом высадки на горизонтально-ковочной машине.

Среди основных программных средств, которые используются для разработки компьютерных моделей штамповки, можно выделить: Deform, QForm. Они позволяют точно моделировать процесс штамповки на различных типах машин, включая горизонтально-ковочные машины. Оптимизация процесса горячей штамповки с помощью указанных программ включает в себя определение основных параметров поковки, таких, как: температура; деформации.

На основании компьютерного анализа возможно выявить подходящие значения этих параметров для конкретного типа заготовки и оборудования. Распределения значений этих параметров представлены на рисунках ниже (рис. 1 и рис. 2).

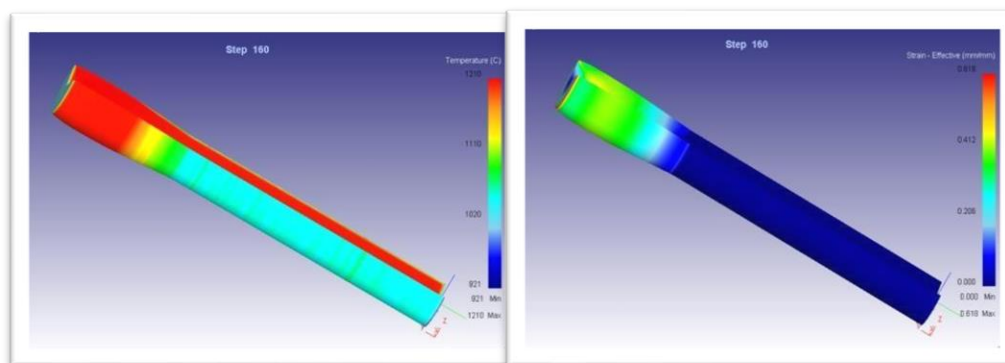


Рис. 1. Температура

Рис. 2. Максимальные главные деформации

Применение компьютерного моделирования в разработке технологических процессов горячей штамповки позволяет существенно снизить издержки, повысить качество продукции и увеличить срок службы инструментов.

Библиографический список

5. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Под ред. Е.И. Семенова – М.: Машиностроение, 1987.
6. Бойко В.А., Шишкин А.И. Технология обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 2005.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА С ЧПУ С ШИРИНОЙ СТОЛА 500 ММ

Рулев И.М.

*Научный руководитель: Сабиров Ф.С. – д.т.н., профессор
Кафедра станков МГТУ «СТАНКИН»*

Современное конструирование станков требует использования многообразных методов анализа для обеспечения их надежности, производительности и долговечности. Одним из ключевых инструментов в этом процессе является конечно-элементное моделирование.

Цели исследования: выполнить анализ напряженно-деформированного состояния несущей системы станка [1] и выработать рекомендации по увеличению жесткости несущей системы.

Этапы исследования:

- 1) разработка конечно-элементной модели несущей системы вертикально-фрезерного станка с ЧПУ с шириной стола 500 мм для расчета упругих перемещений под действием сил резания в программе SolidWorks с использованием модуля Simulation (рис. 1) и каталога Bosch [2];
- 2) проведение расчета (рис.2) и построение баланса упругих перемещений несущей системы станка на основе полученных данных;
- 3) предложение конструктивных решений по увеличению жесткости несущей системы станка.

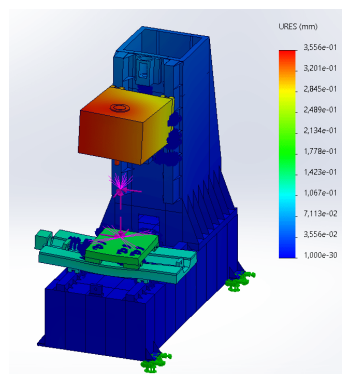
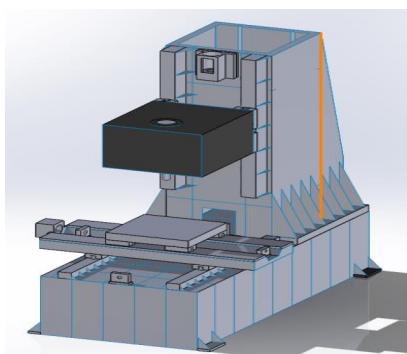


Рис. 1 Упрощенная модель станка **Рис. 2 Деформированная модель станка**

При построении баланса перемещений расчеты проводятся последовательно, в первом расчете рассматривается полная модель, в последующих отсекаются узлы, для определения их вклада в жесткость по отдельности.

Расчет позволил определить степень участия всех компонентов станка в обеспечении его общей жесткости. Особое внимание было уделено направляющим, которые вносят существенный вклад в повышение жесткости вдоль оси своего перемещения. Их влияние на жесткость в направлениях X, Y и Z обусловлено тем, что при воздействии сил резания происходит смещение направляющих, в результате чего нагрузка перестает передаваться исключительно по осевому направлению.

На основе полученных результатов можно предложить меры по увеличению жесткости конструкции: выбор более жестких направляющих по оси Z и доработка конструкции стойки и шпиндельной бабки за счет увеличения опорной базы танкеток.

Библиографический список:

1. Мяченков В.И. Прочностное моделирование машиностроительных конструкций: Учеб. пособие. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 2011. – 263 с.
2. Каталог направляющих и ШВП Bosch.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА

Самолинов А.С.

*Научный руководитель: Сабиров Ф.С. – д.т.н., профессор
Кафедра станков МГТУ «СТАНКИН»*

На современных машиностроительных производствах возникает необходимость в универсальном металлообрабатывающем оборудовании с широким диапазоном технологических операций и высокой точностью чистовой обработки, для изготовления деталей сложных геометрических форм и высокой точностью ответственных поверхностей, что требует высокой жесткости несущей системы станка при большом количестве узлов оборудования.

Попытка обеспечить указанные противоречивые требования реализована при эскизном проектировании вертикального обрабатывающего центра (рис. 1), характеристики которого позволяют выполнять широкий диапазон технологических операций с высокой точностью. Для обеспечения высокой жесткости конструкции на этапе эскизного проектирования был проведен большой объем исследований несущей системы, при помощи прочностных расчетов методом конечных элементов.

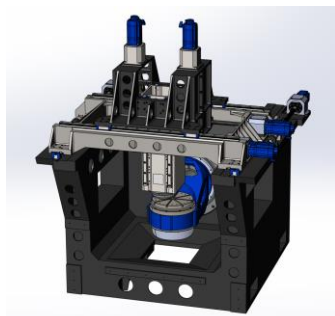


Рис. 1. Общий вид обрабатывающего центра

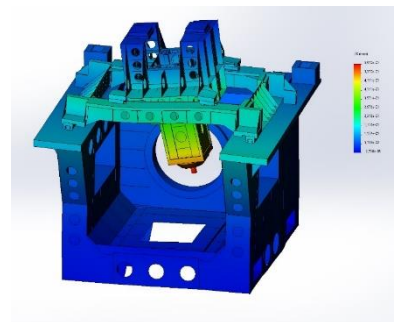


Рис. 2. Деформации несущей системы

Обрабатывающий центр был сконструирован в соответствии с современными тенденциями на рынке по типу «Gantry machining center». Поворотно-качающийся стол позволяет расширить диапазон технологических операций, направляющие качения фирмы Hiwin обеспечивают высокую точность позиционирования и перемещения рабочих узлов. Применение метода топологической оптимизации при конструировании корпусных деталей позволяет снизить массу узлов, тем самым уменьшая их инерционность, понижая нагрузки на приводы. Двигатель от компании siemens – 1FW61312-2PC10-6AB3 [2] с максимальной скоростью вращения 1700 об/мин. и крутящим моментом 864 Нм., приводящий во вращение планшайбу стола, позволяет выполнять токарные операции в широком диапазоне обрабатываемых материалов, а прецизионные подшипники производства компании «FAG» – ZKLDF200 [1], способны воспринимать комбинированные нагрузки и обеспечивают высокую жесткость. Совокупность изложенных выше решений принятых при конструировании, позволяет обеспечить высокую точность выпускаемой на проектируемом оборудовании продукции, что подтверждено в работе серией расчетов.

Библиографический список:

1. Каталог прецизионных подшипников для комбинированных нагрузок FAG.
2. Каталог двигателей siemens.

РАЗРАБОТКА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА С БОЛЬШИМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ

Строганова Ю.В.

*Научный руководитель: Соболев А.Н. – к.т.н., доцент
Кафедра станков МГТУ «СТАНКИН»*

Актуальность работы заключается в разработке волнового редуктора с высоким передаточным отношением, с компактной геометрией, высокой точностью позиционирования и большим передаваемым крутящим моментом на основе автоматизированного проектирования в T-FLEX PLM. Волновой редуктор – соосный зубчатый редуктор, передача крутящего момента в котором осуществляется через гибкое звено при помощи генератора волн. Волновые редукторы характеризуются высокими передаточными отношениями и компактностью, при относительно высоком КПД [1-3].

Автором решены следующие задачи:

- изучены вопросы, связанные с проектированием волновых зубчатых механизмов;
- разработаны проект и 3D-модель волнового двухступенчатого редуктора для применения в конвейерной автоматической линии с точным позиционированием (рис. 1).
- определен алгоритм автоматизированного проектирования волновых редукторов.
- выполнена подготовка управляющих программ для электроэрозионного станка с ЧПУ с целью изготовления гибких и жестких зубчатых колес.

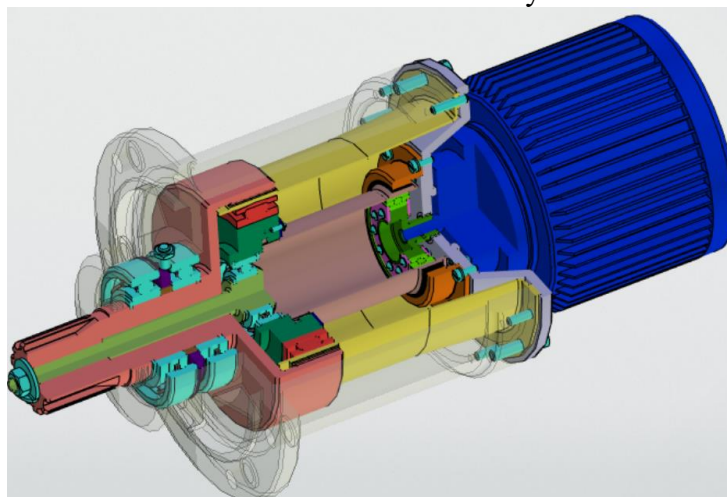


Рис. 1. 3D-модель волнового редуктора

Библиографический список:

1. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов. М.-Л., Машиностроение, 1977. – 151 с.
2. Руденко В. Н. Планетарные и волновые передачи. М. Машиностроение, 1980. – 148 с.
3. Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Ягольницер О.В. Совершенствование методики проектирования волновых редукторов и ее использования в конструкторской подготовке студентов-машиностроителей // Вестник МГТУ «СТАНКИН». 2017. № 2. С. 23-26.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА

Чемель Г.А.

Научный руководитель: Зверев И.А. – д.т.н., профессор

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Тепловые характеристики шпиндельных узлов (ШУ), наряду с точностью вращения, статической и динамической жесткостью шпинделя, имеют решающее значение для точности работы металлорежущих станков [1]. Повышение быстроходности ШУ ограничено нагревом их опор. С ростом частоты вращения потери мощности на трение в опорах возрастают, что должно учитываться при выборе типа опор и привода.

Повышение требований к ШУ вызывает необходимость численной оценки их тепловых характеристик при проектировании. Для решения подобных задач широкое применение получили CAE-технологии, основанные на МКЭ [2], которые позволяют учитывать особенности конструкции и условия эксплуатации ШУ. Расчетный анализ температурного поля ШУ обрабатывающего центра выполнен в системе ANSYS (рис. 1).

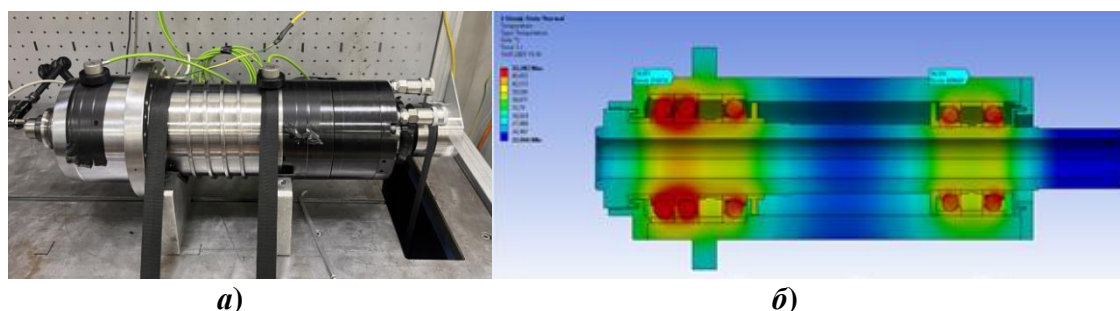


Рис. 1. Шпиндельный узел (а) и его температурное поле (б)

Измерения температуры поверхности корпуса ШУ выполнены с помощью тепловизора мод. ТЕi-Р с неохлаждаемым детектором FPA (рис. 2). Установлено, что относительная погрешность расчетных и экспериментальных значений температур на корпусе ШУ не превышает 10-12 %, что подтверждает адекватность тепловой модели ШУ.

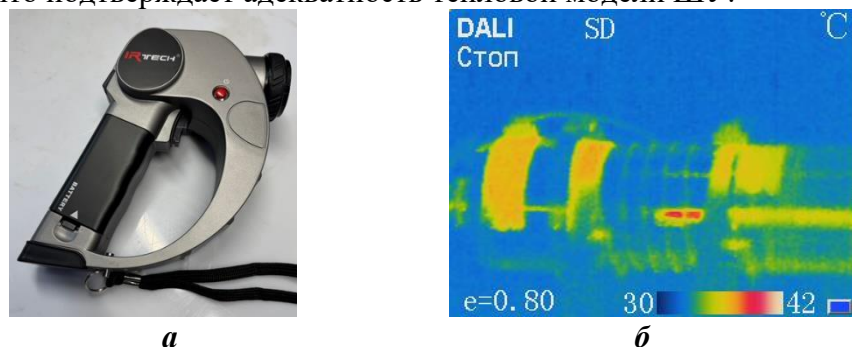


Рис. 2. Результаты измерений: а – тепловизор; б – температурное поле ШУ

Библиографический список:

1. Зверев И.А. Многокритериальное проектирование и исследование шпиндельных узлов: монография. / И.А. Зверев. – Москва: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2024. – 240 с.
2. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация / О. Зенкевич, К. Морган. – М.: Мир, 1986. – 316 с.

РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОГО ДОЛБЯКА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Елпаев М.Ю.

Научный руководитель: Домнин П.В. – д.т.н., профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

Современные методы проектирования требуют точного расчета конструктивных параметров деталей перед их трехмерным моделированием [1-4]. В данной работе представлена программа для расчета параметров долбяка, которая автоматизирует вычисления и генерирует файл с данными, необходимый для последующей обработки в системе T-Flex.

В результате работы программы пользователь получает автоматически сформированный файл, который импортируется в T-Flex для дальнейшего построения 3D-модели (рис. 1). Это позволяет повысить точность проектирования и сократить временные затраты на создание модели.

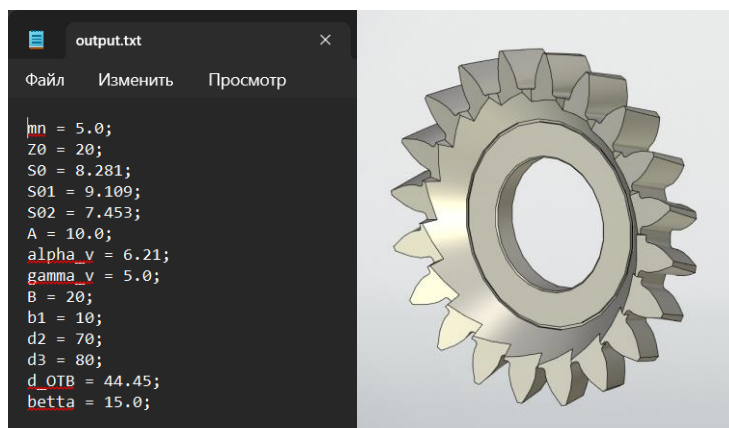


Рис. 1. Пример работы программы по расчету параметров долбяков

Библиографический список:

1. Домнин, П.В. Повышение эффективности инструмента при обработке сложнопрофильных, в том числе винтовых, поверхностей на базе цифровых технологий формообразования: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 2.5.5 / П. В. Домнин; Московский государственный технологический университет «СТАНКИН». — Москва, 2023. — 44 с.
2. Петухов Ю.Е., Домнин П.В., Сяочуан Ч. Математическая модель определения профиля червячных фрез // Вестник машиностроения. – 2020. – № 1. – С. 10-13.
3. Петухов Ю.Е., Домнин П.В., Сяочуан Ч. Математическая модель определения профиля червячных фрез // Вестник машиностроения. – 2020. – № 1. – С. 10-13.
4. Петухов Ю.Е., Домнин П.В. Численный метод профилирования инструментов, работающих по методу обкатки // СТИН.–2019. – № 8.– С. 22-24.

Секция 2

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНАЯ СБОРКА МИКРОСТРУКТУР ИЗ НАНОЧАСТИЦ

Кожин М.В.

Научный руководитель: Романов В.Б. – к.т.н., доцент

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

В современном производстве используется множество методов получения заготовок, таких как, прокатка, ковка, литье, штамповка, порошковая металлургия и прочие способы. Часть из них предполагает длинный путь получения необходимого изделия (детали), обладающего требуемыми физико-механическими и физико-химическими свойствами. Для каждого этапа в технологическом процессе производства готовой продукции нужен инструмент, зачастую даже не один.

В связи с этим для особо сложных изделий, имеющих малые размеры и сравнительно высокую точность поверхностей, можно применить их создание целиком с помощью полной сборки из наночастиц. Технология подразумевает поэтапную сборку микро-, а затем макро-структур посредством программного управления электромагнитными импульсами (рис. 1).

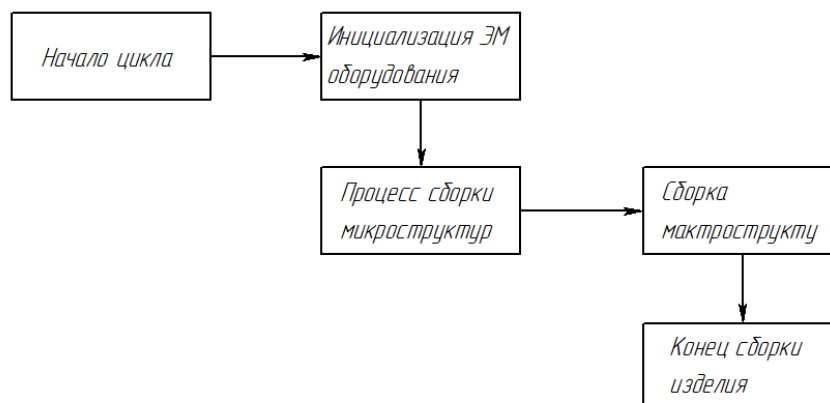


Рис. 1. Общая схема работы

Под этим подразумевается формирование молекулярных и межмолекулярных связей посредством принудительной химической реакции наночастиц друг с другом в среде защитного инертного газа.

В качестве языка программирования логических операторов и формирования математической модели, а также манипулирования электромагнитным импульсом первично примем C++, в виду внушительных вычислительных способностей ядра языка, а также исходя из общей сложности анализа и расчета молекулярной структуры материала, из которого состоит изделие.

Предполагается использование и производство изделий из различных материалов. В качестве метода получения наночастиц первично принята методика с использованием технологии получения металлов из плазменного состояния, описанная в [1].

Библиографический список:

1. Павлова Г.А. Разработка основ технологии получения металлов из плазменного состояния водно-минеральных систем: автореф. дис. кан. тех. наук. – Екатеринбург: 1997. – 22 с.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT20

Кочев А.В.

Научный руководитель: Гречишников В.А. – д.т.н., профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

В данной работе представлены результаты исследования по влиянию режимов резания на микроструктуру поверхностного слоя и величину шероховатости Ra обработанной поверхности детали при плунжерном фрезеровании образцов из титанового сплава VT20 [1]. Это позволяет дать оценку эксплуатационных характеристик фрезы [2] и ее пригодность для работы.

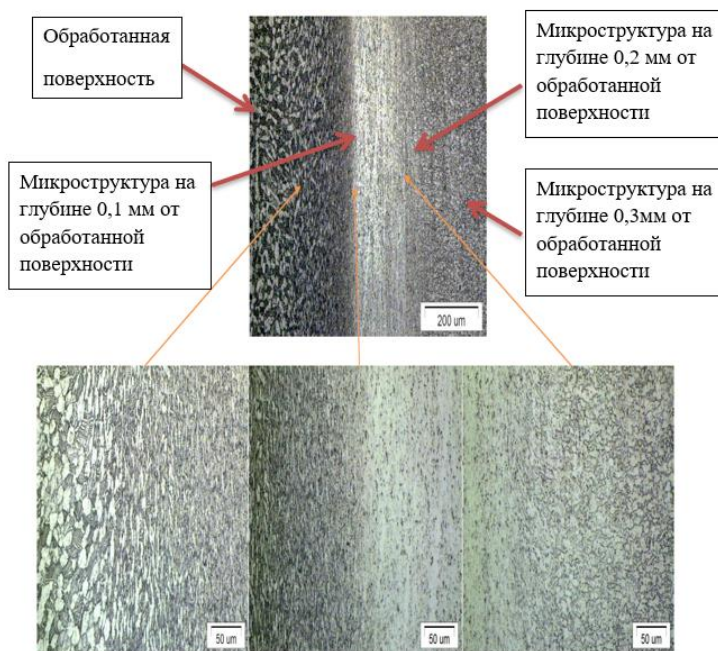


Рис. 1. Микроструктура обработанной заготовки в зависимости от глубины исследования

Как видно из микрошлифа (рис. 1), на поверхности детали, обработанной торцом фрезы, происходит уплотнение микроструктуры, т.е. происходит наклеп материала за счет поверхностной пластической деформации, возникшей в процессе резания, а также в момент остановки фрезы при изменении направления движения в конечной точке прохода. На поверхности, образованной периферией фрезы, прослеживается разуплотнение материала из-за деформации, возникающей в процессе резания.

Библиографический список:

1. Теория формообразования и проектирования режущего инструмента в системном моделировании: монография / В.А. Гречишников. – М.: Янус-К, 2025. – 416 с.
2. Пат. 204571, Российская федерация, МПК В23С 5/24. Плунжерная фреза с тангенциальным расположением пластин / А.В. Кочев, В.А. Гречишников, заявл. 01.02.2021; опубл. 31.05.2021, бюл. №16.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОЛБЯЖКОВ С НЕРАВНЫМИ БОКОВЫМИ ЗАДНИМИ УГЛАМИ

Куракин А.О.

Научный руководитель: Романов В.Б. – к.т.н., доцент

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы по исследованию зуборезного долбяка предложена конструкция инструмента с неравными боковыми задними углами на левой $\alpha_{бл}$ и $\alpha_{бпр}$ правой сторонах зуба (рис. 1). При традиционном проектировании долбяков боковые задние углы принимают одинаковыми на обеих сторонах зуба. Износ зубьев при работе долбяка на разных сторонах, неодинаков [1]. Сторона зуба, первая вступающая в работу (входная), изнашивается меньше, а выходная – больше. Т.к. разные стороны зуба находятся в разных условиях работы, целесообразно на наиболее изнашиваемой стороне увеличить боковой задний угол $\alpha_б$, что даст существенный прирост стойкости инструмента [2].

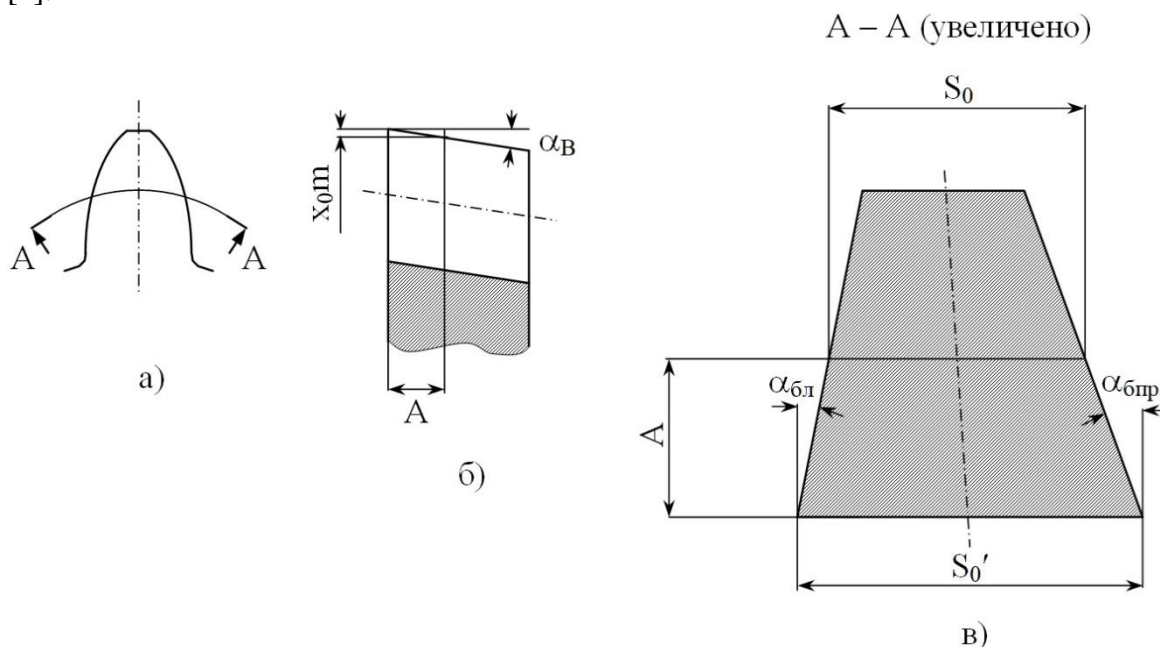


Рис. 1. Зуб долбяка с неравными боковыми задними углами:
 а) – сечение А-А зуба долбяка по делительному цилиндру, б) – осевое сечение,
 в) – зуб долбяка в сечении А-А с неравными боковыми задними углами

В представленной работе разработана конструкция указанного долбяка. В этом случае задний угол при вершине зуба долбяка $\alpha_в$ становится расчетной величиной, зависящей от задних углов на боковых сторонах зуба $\alpha_{бл}$, $\alpha_{бпр}$.

Библиографический список:

1. Седов Б.Е. Влияние модификации профиля зубьев долбяков на их стойкость // Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент. Научно-технический реферативный сборник. – 1972. – Вып. 9. – С. 15-18.
2. Матюшин В.М. Зубодолбление. – М.: Машгиз, 1953. – 184 с.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ САПР ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ

Логоша С.М.

Научный руководитель: Гречишников В.А. – д.т.н., профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

Разработка элементов САПР для зубчатых колес является приоритетной задачей. При проектировании зубчатых зацеплений необходимо создавать чертежи по основным изменяемым параметрам. На различных производствах присутствуют свои методики контроля зубьев, поэтому предлагается программа, которая по входным данным способна создавать 3D модель зубчатого колеса, а также чертеж (рис. 1). Данная программа формирует входное тело зубчатого колеса, что необходимо при профилировании червячных фрез в дальнейшем [1-3].

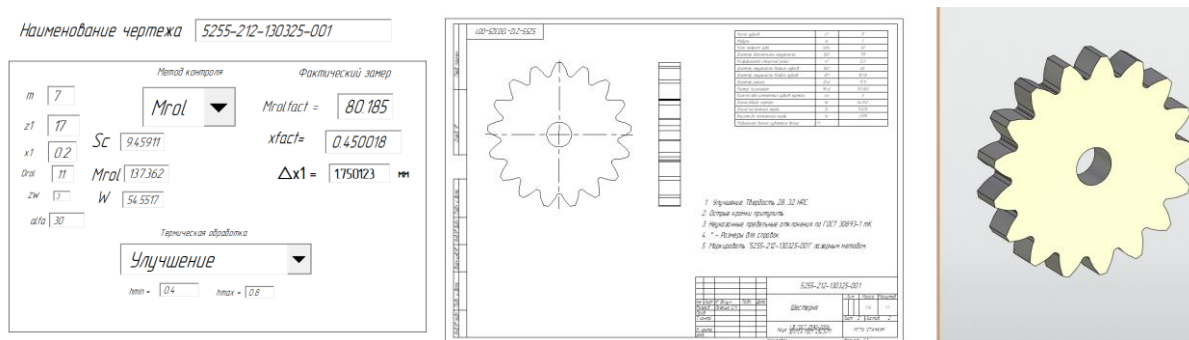


Рис. 1. Окно ввода данных и результат построения

В окне ввода можно устанавливать параметры термической обработки, глубину слоя, модуль, число зубьев и многие другие параметры, необходимые для определения профиля зубчатого колеса. В итоге получаем готовую 3D модель эвольвентного прямозубчатого колеса для последующего проектирования на её основе режущего инструмента. Также с помощью этой модели возможна коррекция глубины врезания режущего инструмента в зависимости от применяемого метода контроля. Выбрав метод, получим разницу между номиналом и фактической величиной смещения рейки инструмента.

Библиографический список:

1. Семенченко И.И. Режущий инструмент. Том 4. – М.: ГНТИ машиностроительной литературы, 1944. – 440 с.
2. Кожевников Д.В. Металлорежущие инструменты: учебник / Д. В. Кожевников, С. В. Кирсанов. – Томск: Издательство Томского университета, 2003. – 392 с.
3. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов: учебное пособие. - М.: Машгиз, 1962. – 952 с.

ФОРМА ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАТЫЛОВАННЫХ ФРЕЗ

Магомедов А.М.

Научный руководитель: Петухов Ю. Е. – д. т. н., профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

Задняя поверхность фасонных дисковых фрез является определяющей для формирования условий повышения эксплуатационных показателей (работоспособность, износостойкость и надежность). В настоящем исследовании решалась задача по определению формы кривой затылования задней поверхности, обеспечивающей на всех участках режущей кромки стабильные значения задних углов. Достигается это за счет того, что за рациональную форму затылованной поверхности принимается поверхность, образованная при движении режущей кромкой с подачей Sb (рис. 1, а), превышающей рабочую подачу Sa на величину, обеспечивающую заданный кинематический задний угол $ab-aa$ (рис. 1, б), определяемый из выражения (1)

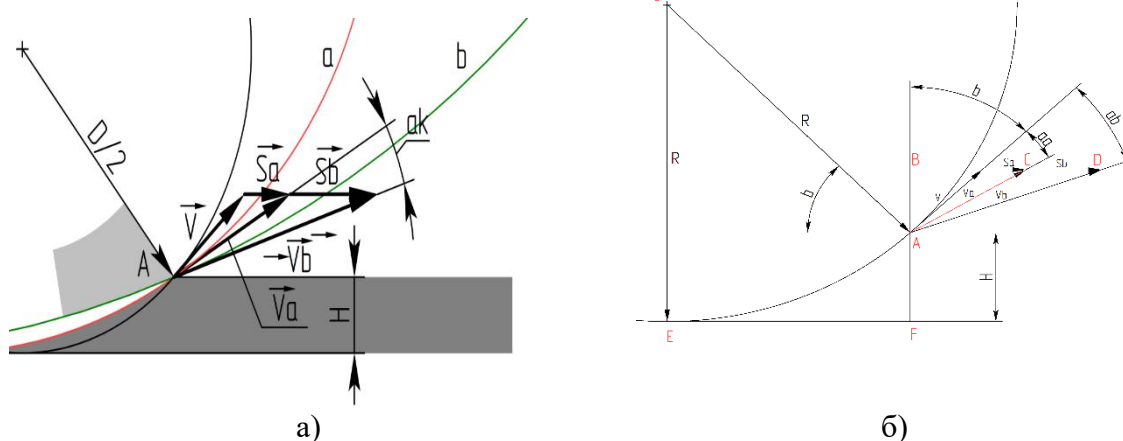


Рис. 1. Определение формы задней поверхности и его расчетная схема

$$\begin{cases} Va * \sin(b + aa) = V * \sin(b) + Sa \\ Va * \cos(b + aa) = V * \cos(b) \end{cases} \quad (1)$$

Где V – вектор скорости резания, Sa – вектор скорости рабочей подачи, Va – суммарный вектор $V+Sa$;

$$aa = \arctan\left(\frac{V * \sin(b) + Sa}{V * \cos(b)}\right) - b$$

$$b = \arcsin\left(\frac{R-H}{R}\right)$$

где R – максимальный радиус фрезы, H – глубина резания

Библиографический список:

1. Петухов Ю.Е. Формообразование численными методами / Ю.Е. Петухов. – М.: «Янус-К», 2004. – 200 с.
2. Петухов Ю.Е. Численные модели режущего инструмента для обработки сложных поверхностей / Петухов Ю.Е., Колесов Н.В. // Вестник машиностроения. – 2003. – №5. – С. 61-63.

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ПРОТЯЖКИ И АНАЛИЗ ЕЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В СРЕДЕ T-FLEX CAD

Монахова А.В.

Научный руководитель: Романов В.Б. – к.т.н., доцент

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан фрагмент системы автоматизированного проектирования (САПР) протяжки для обработки отверстий. Расчеты представлены для протяжки, предназначенной для обработки отверстия диаметром 27 мм [1].

С помощью среды T-FLEX была создана параметрическая трехмерная модель протяжки (рис. 1, а). Возможность параметрического построения модели позволяет модифицировать ее для других размеров путем изменения входных данных, которые фактически являются одним из элементов САПР – графической подсистемой.

Кроме того, в рамках работы был проведен анализ напряженно-деформированного состояния созданной трехмерной модели с использованием той же программы T-FLEX (рис. 1, б). Такой анализ позволяет определить поведение модели под воздействием сил резания без необходимости изготовления физического прототипа инструмента: выявляются значения напряжений, перемещений, коэффициента запаса прочности и других параметров, характеризующих силовое воздействие.

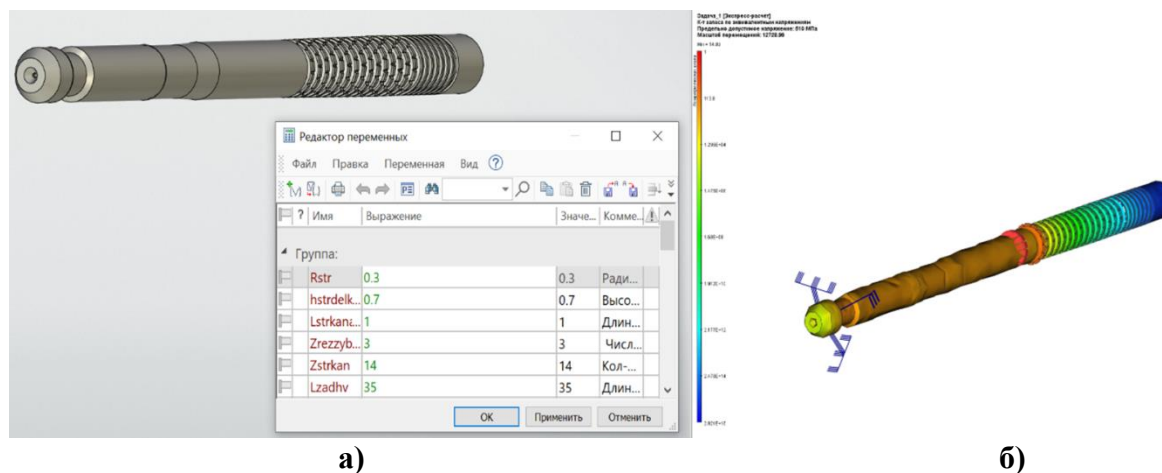


Рис. 1. Разработка параметрической 3D модели протяжки:

а) – готовая 3D-модель с таблицей параметров, б) – результат анализа напряжённо-деформированного состояния 3D-модели по коэффициенту запаса

В перспективе полученные результаты могут использоваться для создания полноценной системы автоматизированного проектирования (САПР).

Эти результаты могут быть интегрированы в программное обеспечение для расчета конструктивных и геометрических параметров протяжек, реализованных непосредственно в среде T-FLEX.

Библиографический список:

1. Проектирование специальных режущих инструментов: учеб. пособие / В.А. Гречишников, П.М. Пивкин, В.А. Кузнецов и др. – Москва: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2022. – 209 с.: ил.

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ МЕТЧИКА И АНАЛИЗ ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В СРЕДЕ T-FLEX CAD

Нечепаренко М.С.

Научный руководитель: Романов В.Б. – к.т.н., доцент

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

В рамках выпускной квалификационной работы разработаны элементы САПР машинного метчика для нарезания метрической резьбы М15х1-7Н. В программе T-FLEX CAD была построена параметрическая 3D-модель метчика (рис. 1, а). Использование параметризации при построении 3D-модели позволяет, изменяя входные переменные, легко перестраивать модель для других размеров метчика, что является фактически одним из элементов САПР – графической подсистемой. Помимо этого, в работе проведен анализ напряженно-деформированного состояния метчика с использованием программы T-FLEX CAD и созданной 3D-модели. Данный анализ позволяет определить поведение 3D-модели под воздействием сил резания без необходимости изготовления опытного образца инструмента: напряжения, перемещение, коэффициент запаса и другие результаты силового нагружения.

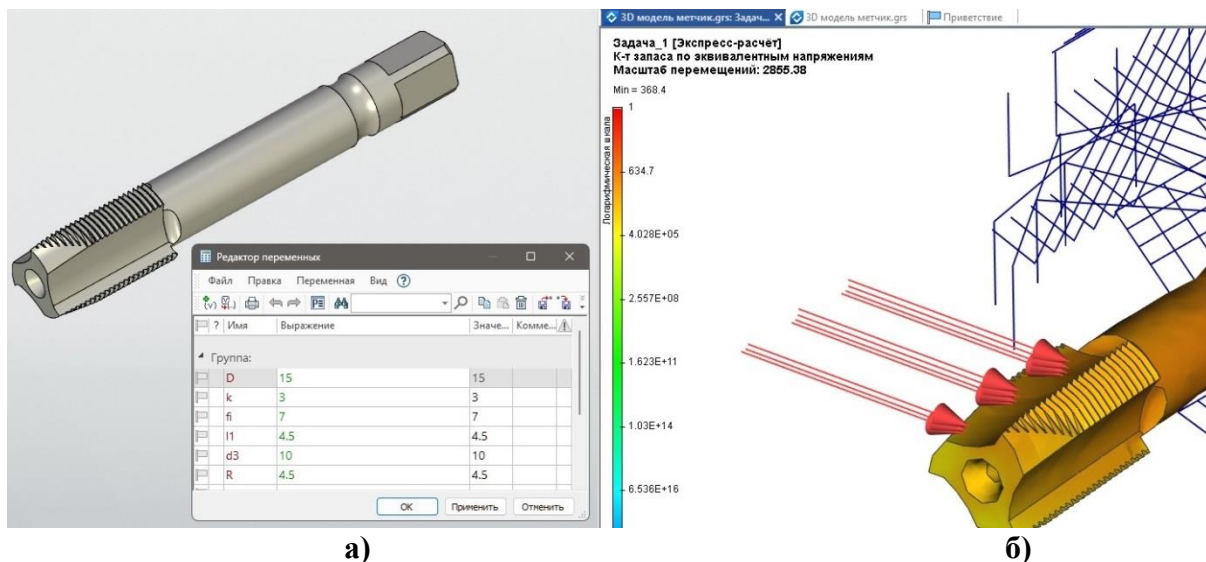


Рис. 1. Разработка параметрической 3D модели метчика: а) – готовая 3D-модель с таблицей параметров, б) – результат анализа напряженно-деформированного состояния (по коэффициенту запаса)

В дальнейшем при написании программы по расчету конструктивных и геометрических параметров метчика [1] или реализации подобного расчета средствами самого T-FLEX CAD данную наработку можно превратить в полноценный САПР метчика.

Библиографический список:

1. Проектирование специальных режущих инструментов: учеб. пособие / В.А. Гречишников, П.М. Пивкин, В.А. Кузнецов и др. – Москва: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2022. – 209 с.: ил.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СПЕЦИАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА НА БАЗЕ ПОЛИГОНАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Низовцева П.А.

Научный руководитель: Петухов Ю.Е. – д.т.н., проф.

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

Ключевым фактором, влияющим на долговечность и надежность теплообменных аппаратов, как показывают проведенные исследования, является качество изготовления глубоких отверстий. К надежности этого компонента, как и ко всему теплообменному оборудованию в целом, предъявляются строжайшие требования. Одним из перспективных направлений в этой области является использование инструментов с полигональным профилем, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными решениями. Полигональные профили позволяют улучшить распределение нагрузок, повысить устойчивость к износу и обеспечить более высокое качество обработки поверхностей. Однако для эффективного применения таких инструментов необходима разработка точной математической модели, которая учитывает их геометрические и функциональные особенности.

Окончательная обработка отверстий заключается в обеспечении высокой точности и обеспечении минимальных остаточных деформаций поверхностного слоя. Это реализуется за счет комбинированного сочетания резания и пластически-деформирующего воздействия, формирующего сжимающие остаточные напряжения, что повышает работоспособность обработанных поверхностей в тяжелых условиях. Для решения поставленных задач предлагается использование разработанной конструкции комбинированного твердосплавного осевого инструмента с гексагональным профилем, на рис. 1.

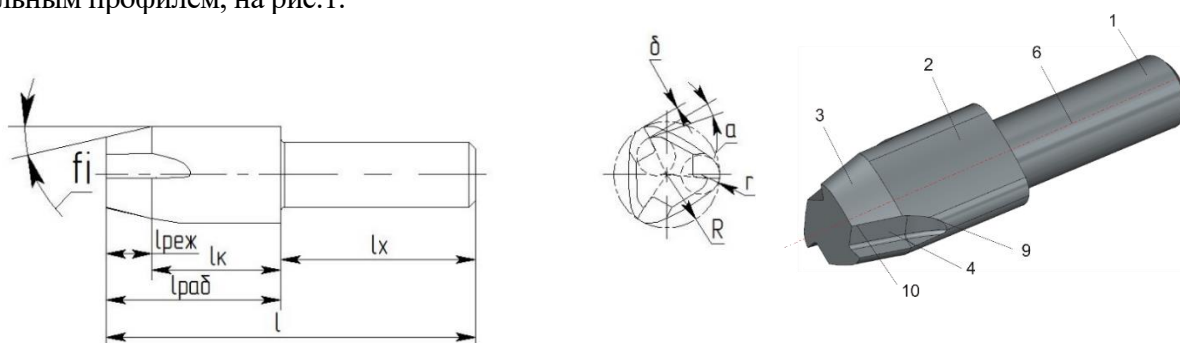


Рис. 1. Комбинированный режуще-выглаживающий твердосплавный зенкер с гексагональным профилем

l -длина инструмента, $l_{\text{раб}}$ -длина рабочей части, $l_{\text{рез}}$ -длина режущей части, $l_{\text{к}}$ -длина калибрующей части, $l_{\text{х}}$ -длина хвостовой части, φ -угол заборного конуса, R -радиус, r -радиус кривизны при вершине, δ -припуск на выглаживание, α -задний угол, γ -передний угол=0

Методологическую основу исследования составляют методы аналитической геометрии и численного моделирования, описанные в работе [1].

Результаты исследования позволят повысить точность обработки, увеличить срок службы инструментов и снизить затраты на их производство и эксплуатацию.

Разработка математической модели специального инструмента на базе полигонального профиля представляет собой актуальную научно-техническую задачу, решение которой будет способствовать развитию современных технологий обработки материалов.

Библиографический список:

1. Петухов Ю.Е. Формообразование численными методами / Ю.Е. Петухов. – М.: «Янус-К», 2004. – 200 с.

РАЗРАБОТКА СБОРНОГО РЕЗЦА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ ДИАМЕТРОМ 20-40 ММ

Савельев Н.В.

Научный руководитель: Гречишников В. А. – д.т.н, профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

Резьбовые соединения играют важнейшую роль в машиностроении, благодаря своей надежности, универсальности и удобству. В современном производстве есть множество методов для нарезания резьбы. Например, нарезание резьбы плашками и метчиками, накатывание, фрезерованием, шлифованием и нарезание резцами. Использование резцов с СМП (рис. 1) один из самых распространенных способов обработки резьбы из-за их точности и экономичности.

Резьба размером М20-М40 применяется там, где требуется прочные и надежные соединения. Примеры: крепление валов, осей, корпусов редукторов, соединение в турбинах, генераторах, и др. средне- и крупногабаритных конструкциях. Для всех этих соединений или креплений нужно высокое качество резьбы. Для обеспечения лучшей фиксации используют метрическую резьбу (рис. 2) из-за маленького шага (точности резьбы). Также износостойкость играет одну из главных ролей, поскольку напряжение по зубьям равномерное.

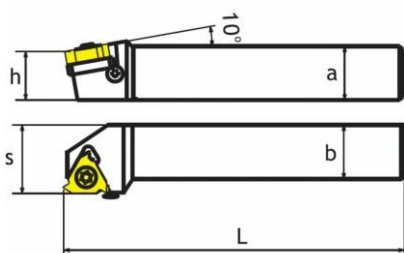


Рис. 1. Резьбовой резец СМП

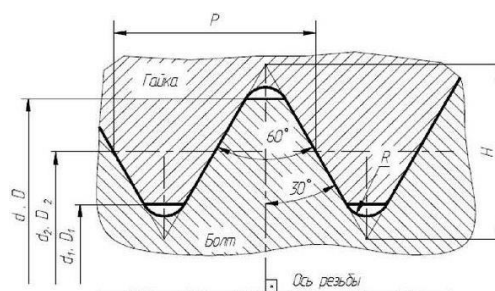


Рис. 2. Параметры метрической резьбы

Результаты разработки инструмента по [1] позволят повысить точность обработки, то есть качества резьбового соединения, и снизить затраты на их производство и эксплуатацию.

Библиографический список:

1. Проектирование режущих инструментов: Учебное пособие / Гречишников В.А., Григорьев С.Н., Коротков И.А., Схиртладзе А.Г. – 4-е изд., стер. – Старый Оскол: ТНТ, 2020. – 300 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СБОРНОГО СВЕРЛА НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Савенков И.В.

Научный руководитель: Исаев А.В. – к.т.н, доцент

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

В настоящее время в машиностроении широко применяются сверла оснащенные СМП, преимущество использования которых заключается в отсутствии затрат времени на переточку и переналадку. В таком случае применение сверла с СМП должно рассматриваться как предпочтительный вариант, позволяющий не только сэкономить время, но и снизить затраты на дорогостоящую заточку. Сверла с СМП обеспечивают высокую эффективность обработки, универсальность и высокую стойкость.

Цель научно-исследовательской работы: повышение работоспособности сборных сверл с СМП при сверлении различных материалов путем рационализации геометрических параметров сверла.

Экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния сверла выполнено методом конечных элементов в среде T-Flex Анализ при двух различных параметрах подачи s (мм/об). Пользуясь полученным экспериментально коэффициентом эквивалентных напряжений, возможно рационализировать геометрические параметры СМП и режимы резания. Рассматривалось высокопроизводительное сверление стали марки 40ХГСНЗВА (ISO P), в качестве материала для пластины был выбран твердый сплав Т14К8. Начальное значение подачи соответствует каталожному среднему максимуму подач для сборных сверл пяти различных зарубежных производителей и равно 0,218 мм/об. Второе значение подачи было взято на 60 % больше средней подачи, т. е. 0,350 мм/об. На рис. 1 представлены результаты проведения серий экспериментов, в которых выявлена рациональная геометрия сверла, позволяющая увеличить производительность на 8,15 процента. Выявлено, что сборное сверло, имеющее передний угол $\gamma=5^\circ$, задний угол $\alpha=3^\circ$ и главный угол в плане $\varphi=15^\circ$, обладает коэффициентом запаса по эквивалентным напряжениям = 1,845 при подаче $s=0,350$ мм/об.

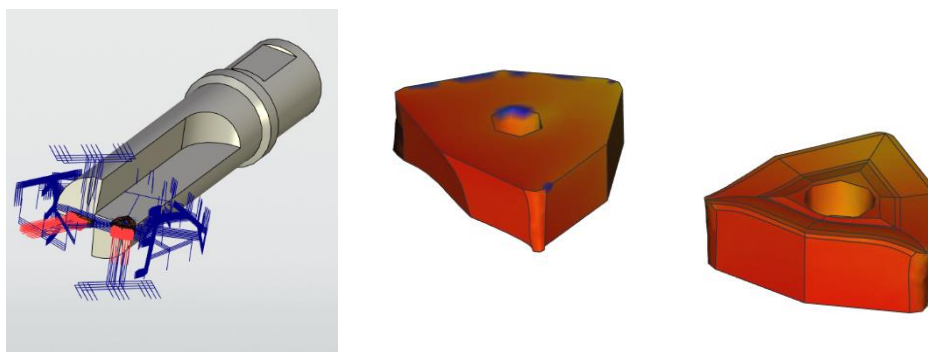


Рис. 1. Результаты исследования напряженно-деформированного состояния сверла, оснащенного СМП при подаче $s=0,350$ мм/об

Библиографический список:

1. Проектирование металлообрабатывающих инструментов / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е, Стереотипное. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2015. – 256 с.

СОЗДАНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ИЗ СПЛОШНОГО МАТЕРИАЛА ПО МЕТОДУ КОЛЬЦЕВОГО СВЕРЛЕНИЯ

Савин А.А.

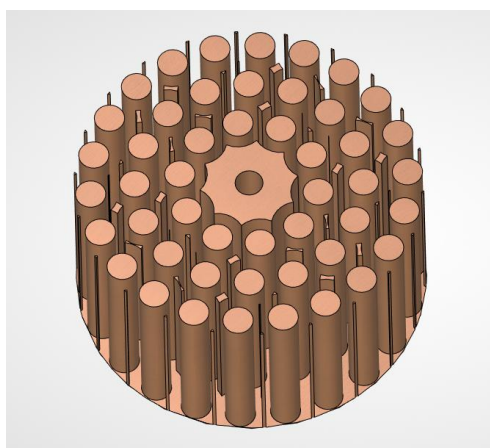
Научный руководитель: Гречишников В.А. – д.т.н., профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

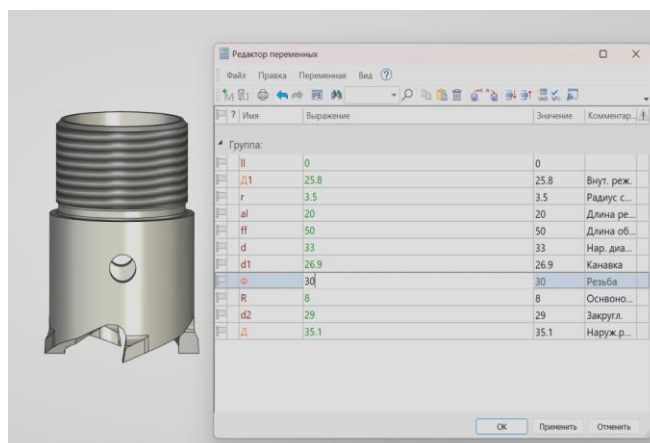
В авиастроении детали особо ответственного назначения, изготавливают из оловянно-свинцовой бронзы БрО10С2НЗ по ОСТ 1 90054-72 методом литья через стальной кокиль. Данный сплав незаменим в авиастроении, так как обладает лучшими антифрикционными и механическими свойствами, а также коррозионной стойкостью.

Для механической обработки, нужны заготовки-полуфабрикаты в виде цилиндрических стержней диаметром от $\varnothing 15$ до $\varnothing 30$ мм (рис. 1, а).

В представленной работе было предложено получение цилиндрических заготовок из сплошного материала методом кольцевого сверления [1, 2]. В связи с чем, был разработан инструмент «кольцевое сверло» из быстрорежущей стали Р18. Также была произведена параметризация данного режущего инструмента в САД-системе T-Flex с добавлением переменных (рис. 1, б).



а)



б)

Рис. 1. 3D-модель режущего инструмента «кольцевое сверло»:

а) заготовки-полуфабрикаты; б) кольцевое сверло

Библиографический список:

1. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.: ил.
2. Проектирование специальных режущих инструментов: учеб. пособие / В.А. Гречишников, П.М. Пивкин, В.А. Кузнецов и др. – Москва: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2022. – 209 с.: ил.

СМЕННАЯ МНОГОГРАННАЯ ПЛАСТИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕЗЬБ ПО СПОСОБУ ПЛАНЕТАРНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Самсоненко Г.А.

Научный руководитель: Гречишников В.А. – д.т.н., профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

С развитием науки и техники совершенствуются соединения деталей машин. Так, в нефтяной и геологоразведывательной промышленности используются современные специальные резьбы, позволяющие нагнетать в буровой колонне давление 120-140 атм. для добычи ископаемых из сверхглубоких месторождений.

Для поддержания такого давления и исключения поломок, резьбы насосно-компрессорных труб имеют высокоточный профиль, а каждое соединение контролируется на стенде.

Одним из ограничивающих факторов для повсеместного внедрения данных соединений является низкая универсальность применяемого токарного инструмента и его высокая стоимость.

Решением данной проблемы может стать переход на фрезерную обработку резьбовых поверхностей, по способу планетарного фрезерования. Данный способ характеризуется высокой стойкостью инструмента, малыми силами резания и универсальностью применяемого инструмента.

Разработанная сменная многогранная резьбовая пластина (рис. 1) позволяет вести обработку профиля Buttress и резьбы насосно-компрессорных труб, изготавливаемых по ГОСТ-633-80. Профиль пластины учитывает кинематику обработки, предпочтительные для материала заготовки углы режущей части, конструкцию корпуса резьбофрезы. Для проведения испытаний использовалась резьбовая фреза ИР-852 (получен патент). Заготовка была обработана на трехосевом фрезерном станке и проконтролирована на профилемере и микроскопе. Результаты замеров свидетельствуют о пригодности разработанной пластины для обработки заявленных профилей.

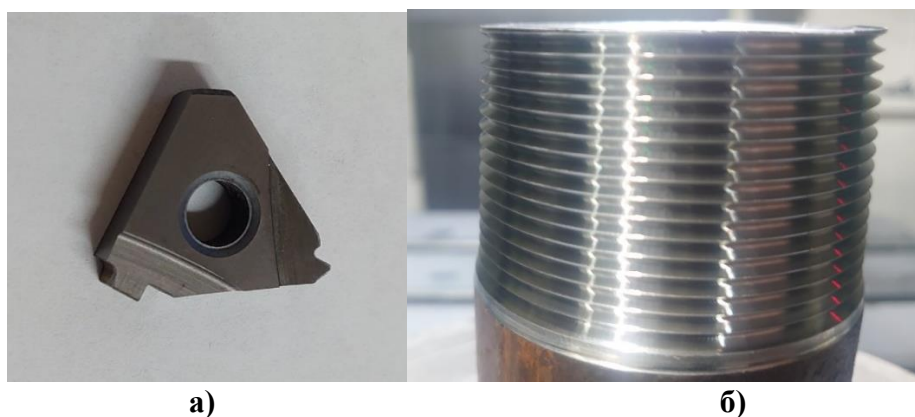


Рис. 1. Резьбовая пластина а) конструкция пластины б) обработанная резьба

ОБРАБОТКА МНОГОГРАННЫХ ОТВЕРСТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ОБКАТКИ ФИГУР ПОСТОЯННОЙ ШИРИНЫ

Стина М.И.

Научный руководитель: Исаев А.В. – к.т.н., доцент

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

Известен способ обработки многогранных отверстий с помощью станка с ЧПУ, для чего применяют инструмент концевой типа, основанный на фигурах постоянной ширины. Одним из таких инструментов является сверло Уаттса, которое применяется для обработки квадратных отверстий. Чертеж сверла представлен на рис. 1 [1].

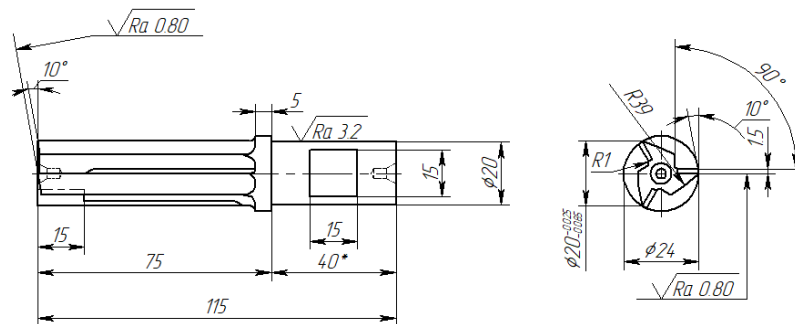


Рис. 1. Сверло Уаттса

Главной задачей при обработке данным типом инструмента является разработка траектории движения инструмента. Обычная траектория представляет собой окружность радиусом $0,08a$, где a – сторона многоугольника. Такая траектория дает большие закругления в углах многоугольников. Для уменьшения данного закругления можно использовать траекторию кривой, построенной на основании четырех участков эллипса, которая была параметризована в программе Mathcad (рис. 2). Она позволяет получить траекторию при разных диаметрах вписанной окружности и разных количествах сторон отверстия.

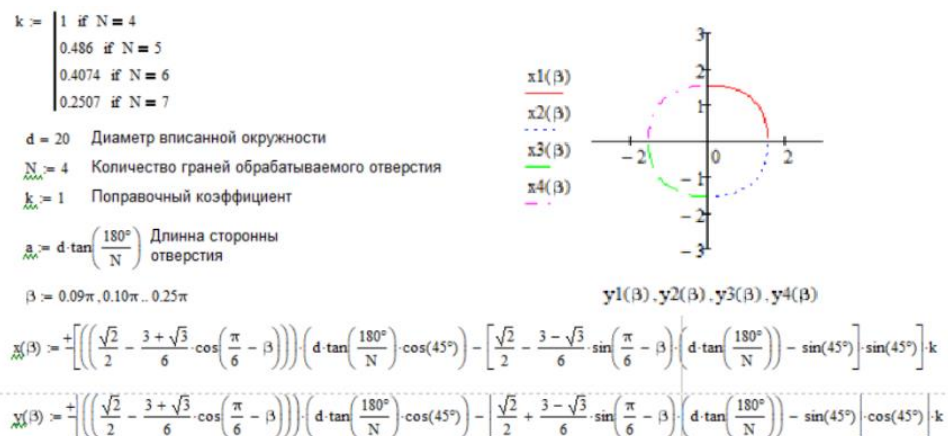


Рис. 2. Моделирование траектории в программе Mathcad

Библиографический список:

1. Стина М.И., Исаев А.В. Обработка многогранных отверстий инструментом концевой типа по специальной траектории: тез. докл. XI Белорусско-китайского молодежного инновационного форума ТОМ 1, 2024. С. 140-142.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСКОВОЙ МОДУЛЬНОЙ ФРЕЗЫ В СРЕДЕ T-FLEX CAD

Хафизулина Д.Р.

Научный руководитель: Романов В.Б. – к.т.н., доцент

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

При назначении режимов резания дисковой модульной фрезы для обработки прямозубчатого колеса, как правило, пользуются справочными данными [1, 2]. Вместе с тем, конструкция фрезы может иметь определенный запас, что в некоторых случаях может позволить увеличить режимы резания. Для подтверждения подобных возможностей требуется проведение эксперимента, однако при наличии параметрической 3D-модели фрезы эксперимент можно провести численно. Для этого по [1] выбираем рекомендуемое значение минутной подачи S_m , а по [2] определяем силу резания P , которую в дальнейшем используем при проведении анализа напряженно-деформированного состояния фрезы в программе T-Flex CAD. В результате получим значение коэффициента запаса модели и величину эквивалентных напряжений для заданных режимов резания.

Далее можно исследовать возможность повышения подачи в некотором диапазоне, каждый раз определяя силу P и проводя для нее анализ напряженно-деформированного состояния фрезы в T-Flex CAD. В результате получим ряд значений коэффициентов запаса и эквивалентных напряжений, которые можно свести в таблицу и построить график их зависимости от S_m и P (рис. 1).

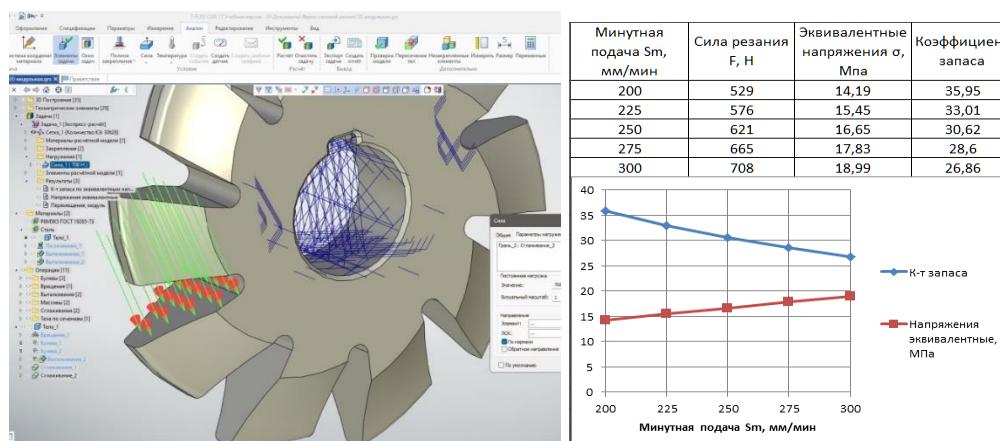


Рис. 1. Анализ напряженно-деформированного состояния фрезы в T-Flex CAD с использованием 3D-модели и построение графиков зависимостей коэффициентов запаса и эквивалентных напряжений от подачи и силы резания

Аналогичным образом можно численно исследовать влияние других эксплуатационных характеристик, например скорости резания V , инструментального материала фрезы, материала детали и т.д.

Библиографический список:

1. Овумян Г.Г., Адам Я.И. Справочник зубореза – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 223 с.
2. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под. ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М: Машиностроение-1, 2003. – 944 с.

Секция 3

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА С ЗАДНИМИ УГЛАМИ 11° И 29°

Беккер Б.Н.

Научный руководитель: Волосова М.А. – д.т.н., доцент

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Поликристаллический алмаз (ПКА) широко применяется в обработке труднообрабатываемых материалов благодаря высокой твердости (до 90 ГПа) и износостойкости. Однако его низкая ударная вязкость ограничивает применение в условиях динамических нагрузок. Комбинирование ПКА с твердосплавной подложкой (WC-Co) позволяет компенсировать этот недостаток, обеспечивая высокую прочность и устойчивость к вибрациям.

Обработка цветных металлов и сплавов, алюминий, медь, латунь, бронза и другие материалы с высокой абразивностью. PCD обеспечивает высокую стойкость инструмента и чистую обработку без задиrow. Режущие пластины с двумя задними углами (11° и 29°) проектируются для оптимизации процесса резания и увеличения стойкости инструмента (Рис. 1).

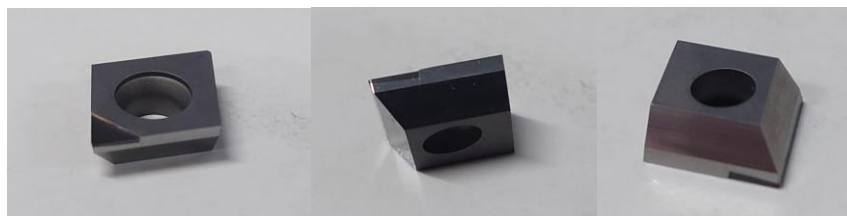


Рис. 1. Режущая пластина ПКА с задними углами (11° и 29°)

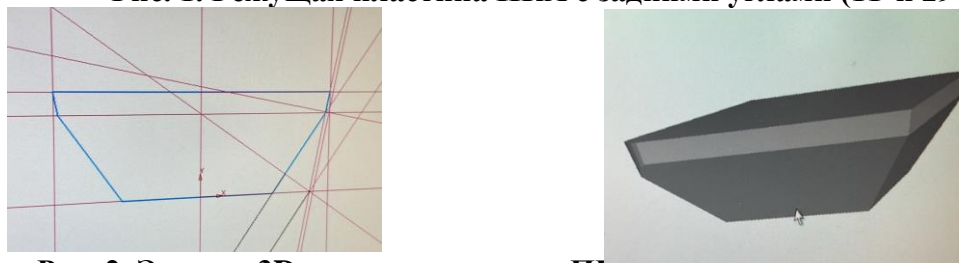


Рис. 2. Эскиз и 3D-модель пластины ПКА с задними углами (11° и 29°)

Особенности: Титановые сплавы: Комбинация 11°+29° предотвращает налипание стружки и увеличивает стойкость в 2–3 раза по сравнению с одноугловыми пластинами. Закаленные стали (HRC 50+): Основной угол 11° защищает кромку от сколов, а 29° снижает температурную нагрузку.

Заключение: ПКА-пластины с твердосплавной подложкой превосходят традиционные твердые сплавы по всем ключевым параметрам:

- Увеличение стойкости в 4–4.5 раза.
- Снижение сил резания на 25–30%, что уменьшает энергопотребление.

Библиографический список:

1. Grigoriev S.N., Migranov M.S., Melnik Y.A., Okunkova A.A.; Fedorov S.V., Gurin V.D., Volosova M.A. Application of Adaptive Materials and Coatings to Increase Cutting Tool Performance: Efficiency in the Case of Composite Powder High Speed Steel / Coatings, 2021, №11, p. 855.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Бозоров Р.С.

Научный руководитель: Мигранов М.Ш. – д.т.н., профессор

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Эффективность лезвийной обработки резанием, являясь основой многих производственных процессов, напрямую зависит от оптимизации технологических параметров и понимания механизмов режущего процесса. Недостаточное внимание к этим аспектам приводит к преждевременному износу лезвий, снижению качества обработки и, как следствие, к увеличению производственных затрат. Повышение эффективности лезвийной обработки резанием требует комплексного подхода, включающего оптимизацию режимов резания, выбор подходящих лезвий и учет особенностей обрабатываемого материала.

Ключевым фактором является выбор оптимальных режимов резания, которые должны быть адаптированы к конкретному материалу и типу обрабатываемой детали. Скорость резания, подача, угол перекрытия и сила резания оказывают существенное влияние на процесс, и их точная настройка позволяет минимизировать износ лезвий и улучшить качество поверхности. В частности, при высокой скорости резания возрастает термическое воздействие на лезвие и материал заготовки, что может приводить к деформации и разрушению. Подача должна быть подобрана таким образом, чтобы обеспечить оптимальное охлаждение лезвия и предотвратить его перегрев. Угол перекрытия влияет на распределение напряжения в зоне резания и, следовательно, на износ лезвия. Сила резания, в свою очередь, определяет нагрузку на лезвие и его способность эффективно справляться с задачей [1].

Выбор подходящего типа лезвия также играет важную роль. Различные материалы лезвий (твердый сплав, карбид вольфрама, керамика) обладают разными характеристиками, такими как твердость, износостойкость и теплопроводность. Выбор материала должен соответствовать особенностям обрабатываемого материала и условиям резания. Кроме того, геометрия лезвия – его форма, угол наклона, наличие насечек – оказывает значительное влияние на его эффективность и износостойкость.

Современные технологии, такие как использование СОЖ, оптимизация траектории движения инструмента, а также применение компьютерного моделирования для анализа режущего процесса, позволяют значительно повысить эффективность лезвийной обработки резанием. Улучшение этих аспектов позволяет не только продлить срок службы лезвий, но и улучшить качество поверхности обрабатываемой детали, снизить производственные затраты и повысить производительность [2, 3].

Библиографический список:

1. Кашапов О.С., Павлова Т.В., Ночовная Н.А. Исследование термической стабильности сплава ВТ41 после различной термической обработки // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2010. №8(662). С. 30-34.
2. Мигранов М.Ш. и др. Трибологические свойства многослойных покрытий для режущего инструмента // *Трение и Износ*. 2018. Т. 39. № 3. С. 304-309.
3. Патент RU 34249. Шустер Л.Ш., Мигранов М.Ш. Прибор для исследования адгезионного взаимодействия. Оpubл. 27.11.2003.

ЗАВИСИМОСТЬ ШЕРОХОВАТОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН МАРКИ ВК8

Гапонов В.А.

Научный руководитель: Суминов И.В. – д.т.н., профессор

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

В представленной работе показана возможность применения плазменно-электролитной обработки для модификации поверхности твердосплавных материалов. Исследованы шероховатость и микротвердость поверхности нитроцементированных при различных температурах пластин из твердого сплава ВК8.

ПЭНЦ твердосплавных пластин марки ВК8 проводили с использованием лабораторной установки в электролите, содержащем хлорид аммония (5 мас.%) и карбамид (20 мас.%). Раствор электролита циркулировал в системе со скоростью 2,5 л/мин, а его температура поддерживалась на уровне 22°C. Твердосплавную пластину крепили на тоководводе с использованием специальной разработанной оправки и втулки. Температура объекта обработки измерялась с помощью инфракрасного пирометра.

ПЭНЦ твердого сплава проводилась в течение 5 мин при напряжениях 130-180 В, что соответствовало интервалу температур процесса 560-950 °С. На рис. 1 показана шероховатость нижней плоскости (торец) и боковых граней твердосплавных пластин до и после ПЭНЦ при различных температурах. Шероховатость R_a и R_z нижней плоскости пластин до обработки составляет $0,20 \pm 0,02$ и $1,53 \pm 0,13$ мкм, а боковой поверхности: $R_a = 0,62 \pm 0,07$ мкм; $R_z = 4,06 \pm 0,54$ мкм. После ПЭНЦ при всех температурах, за исключением 800 °С, шероховатость поверхности уменьшается. Минимальная R_a и R_z шероховатость нижней плоскости пластин наблюдается после обработки при 900 °С и составляет $0,13 \pm 0,03$ и $0,78 \pm 0,20$ мкм, что в 1,5 и 2 раза меньше, чем у материала до обработки. Наибольшее снижение шероховатости на боковой поверхности пластины из Вк8 достигается после нитроцементации при 850 °С, когда R_a и R_z равны $0,14 \pm 0,03$ и $0,50 \pm 0,04$ мкм, что в 4,4 и 8,1 раза меньше, чем у необработанного материала, и указывает на значительное вырывание рельефа.

На рис. 2 показаны данные измерения микротвердости поверхности пластин. Максимальная микротвердость поверхности наблюдается после обработки при 900-950 °С и составляет 2200 ± 100 НВ, что на 400 НВ выше, чем у необработанной поверхности.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 24-19-00811) с использованием оборудования Центра коллективного пользования МГТУ «СТАНКИН».

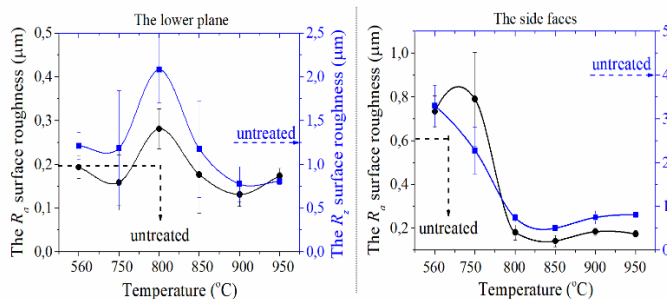


Рис. 1. Зависимость параметров шероховатости R_a и R_z нижней плоскости и боковых граней пластин из сплава ВК8 от температуры ПЭНЦ

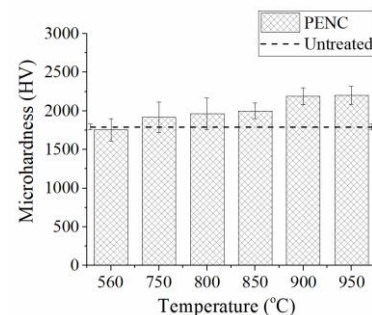


Рис. 2. Значения микротвердости поверхности твердого сплава ВК8 после ПЭНЦ при различных температурах

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЯМИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТИТАНОВЫХ И ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ

Гладышев А.И.

Научный руководитель: Мигранов М.Ш. – д.т.н., профессор

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Повышение износостойкости твердосплавного инструмента при высокоскоростном фрезеровании титановых и хромоникелевых сплавов является ключевой задачей современной машиностроения. Проблематика обусловлена совокупностью факторов, включая высокие механические нагрузки, термические эффекты и абразивный износ, а также возможные химические реакции в зоне резания. Эффективность режущего инструмента при обработке этих сложных материалов напрямую зависит от его способности противостоять разрушительным воздействиям. Для решения этой задачи применяются различные методы, направленные на снижение износа и продление срока службы инструмента.

Одним из наиболее распространенных и эффективных подходов является использование специальных покрытий. Наиболее востребованными являются покрытия на основе диборида титана (TiB₂), карбидов бора и кремния, а также керамических материалов на основе нитридов и оксидов. Эти покрытия обеспечивают высокую твердость и износостойкость, устойчивость к термическому разрушению и абразивному износу. Кроме того, оптимизация геометрии режущей кромки, а также использование специальных режимов резания, направленных на снижение механических нагрузок и термических эффектов, играют важную роль в повышении износостойкости инструмента. Не менее значимым является применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), которые эффективно удаляют тепло и механические частицы из зоны резания, предотвращая износ инструмента и улучшая качество обработки.

Оптимизация геометрии режущей кромки, а также использование специальных режимов резания, направленных на снижение механических нагрузок и термических эффектов, играют важную роль в повышении износостойкости инструмента. Не менее значимым является применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), которые эффективно удаляют тепло и механические частицы из зоны резания, предотвращая износ инструмента и улучшая качество обработки. Таким образом, комплексный подход, включающий выбор оптимального покрытия, оптимизацию геометрии режущей кромки и использование эффективных режимов резания, является ключевым фактором для достижения максимальной износостойкости и качества обработки титановых и хромоникелевых сплавов.

Библиографический список:

1. Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С., Космынин А.А. «Выбор и обоснование исследований новых и усовершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием» // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012.– С. 114–115.
2. Петров, П.П. Современные технологии повышения износостойкости режущего инструмента / П.П. Петров, И.И. Иванов // Материаловедение и технологии. 2024. Т. 15. № 1. С. 45-52.
3. Орляхин С.П. «Перспективные технологии в производстве режущего инструмента» // Из материалов для сборника научных трудов СГТУ «Автоматизация и управление в машино- и приборостроении». 2006. – С. 4.

СОВРЕМЕННЫЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Девлетукаева З.М.

Научный руководитель: Мигранова А.У. – преподаватель

ЧПОУ Московский городской открытый колледж

В условиях современного машиностроительного производства для повышения его производительности при обеспечении требуемых показателей качества обработанной поверхности одним из наиболее эффективных методов является разработка и применение различных марок инновационных и высокоэффективных смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС). Особо актуальным решением данной проблемы является для лезвийной обработки резанием ответственных деталей силовых частей агрегатов из хромоникелевых и титановых сплавов, работающих при повышенных температурно – силовых нагрузках и действие знакопеременных контактных напряжений. Согласно многочисленным исследованиям и по опыту применения СОТС передовыми машиностроительными предприятиями установлено, что использование технологических средств обеспечивает повышение периода стойкости металлорежущего инструмента до 1,5 раза при форсировании режима обработки, улучшении показателей качества обработанной поверхности и производительности процесса со значительным снижением энергетических затрат. На производстве применяется более 80 сортов смазочно-охлаждающих технологических средств различного назначения (массовое и специальное), которые составляют базовый ассортимент. По классификации современное смазочно – охлаждающее средство делятся: в зависимости от агрегатного состояния на газообразное (нейтральные газы – азот, аргон, кислород, гелий и др.); на жидкое или же смазочно – охлаждающие жидкости (СОЖ) (на масляной и водной основах, некоторые металлические расплавы); пластичное (с углеводородным загустителем – церезины, петролатумы, парафины, воски и др.; с мыльным загустителем – натриевой основой, литиевой основой, кальциевой основой, бариевой основой, алюминиевой основой, свинцовой основой и др.; с неорганическим загустителем – силикагель, глина, дисульфид молибдена, слюда, асбест и др.) и твердое (подразделяются на неорганическое со слоистым строением - тальк, графит, слюда, дисульфид молибдена, на органическое – воск, мыло, твердый жир, полимер и мягкий металл - олово, свинец, медь) [1].

По характеру функционального назначения СОТС подразделяются: на массовое (для большинства операций лезвийной обработки) и специальное (в особых случаях и в отдельных отведенных помещениях). При этом, массовое СОТС подразделяются на: неуниверсальное для ограниченного круга технологических операций; универсальное для большинства технологических операций; многоцелевое используется в виде комплексной смазки, как для самого технологического оборудования, так и для процесса лезвийной обработки резанием. К смазочно-охлаждающим технологическим средствам специального назначения относятся газообразные, пластичные и твердые СОТС [1]. Особо надо отметить обязательное применение масляных СОЖ во многих технологических процессах обработки металлов резанием, например, резбонарезания в труднообрабатываемых материалах, автоматной токарной обработки, глубокого сверления, скоростного глубинного шлифования, где они практически незаменимы.

Библиографический список:

1. Латышев, В.Н. Повышение эффективности СОЖ / В.Н. Латышев. – М.: Машиностроение, 1975. – 88 с.

ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ ТИТАНОВОГО СПЛАВА С ОСОБОЙ СТРУКТУРОЙ

Доронин П. Д.

Научный руководитель: Алешин С. В. – к.т.н., доцент

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Фрезерование титановых сплавов с уникальной микроструктурой представляет собой серьёзную технологическую задачу для авиастроения, медицины и энергетики. Неоднородная структура материала, включающая ультрамелкие зёрна, интерметаллиды и зоны с повышенной концентрацией легирующих элементов, обуславливает аномально высокую прочность, низкую теплопроводность и адгезионную активность. Эти свойства приводят к ускоренному износу инструмента, нестабильности процесса резания и дефектам поверхности, что требует разработки специализированных технологических подходов.

Основные сложности связаны с сочетанием термических, механических и химических факторов. Высокие усилия резания, необходимые для деформации упрочнённой структуры, генерируют значительное тепло, которое из-за низкой теплопроводности титана концентрируется в зоне контакта инструмента с заготовкой. Это провоцирует термическое растрескивание кромок, адгезию частиц материала на фрезу и образование заусенцев. Дополнительную проблему создают твёрдые включения в структуре сплава, вызывающие абразивный износ режущих пластин.

Важную роль играют гибридные системы охлаждения. Комбинация MQL-смазки с криогенным охлаждением жидким азотом позволяет снизить трение и эффективно отводить тепло. Исследования СГТУ демонстрируют, что такой подход сокращает температуру в зоне резания на 40% по сравнению с традиционными методами. Динамическое управление режимами через адаптивные алгоритмы ЧПУ, корректирующие подачу и скорость в реальном времени, помогает избежать критических нагрузок.

Библиографический список:

1. Петров П.П., Иванов И.И. «Влияние наноструктурированных покрытий на износ инструмента при фрезеровании титана» // *Материаловедение*. 2024. № 3. С. 22-29.
2. Космынин А.В. «Гибридные системы охлаждения в высокоскоростной обработке» // *Вестник машиностроения*. 2015. № 7. С. 45-49.
3. Орляхин С.П., Мигранов М.Ш. «Динамическое управление режимами резания для гетерогенных сплавов» // *Труды МГТУ «СТАНКИН»*. 2021. Т. 12. С. 88-95.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

Дребушевский И.И.

Научный руководитель: Луцюк С.В. – к.т.н., доцент

Кафедра технологии машиностроения ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

С целью управления сроками выпуска продукции была формализована зависимость технологического цикла $T_{ц N}$ обработки партии N деталей с учётом ряда факторов:

$$T_{ц N} = \sum_{i=1}^r t_{оп i} \times \frac{N}{n} + \sum_{i=r}^{k=m-r} t_{оп i} \times N,$$

где

$t_{оп i}$ – время выполнения i -ой операции;

m – общее число операций технологического процесса;

r – количество операций, зависящих от пропускной способности оборудования, производящим обработку партии в количестве n деталей;

$k = m - r$ – количество операций, производимых подетально.

Таким образом, в исследования технологического цикла были выявлены факторы:

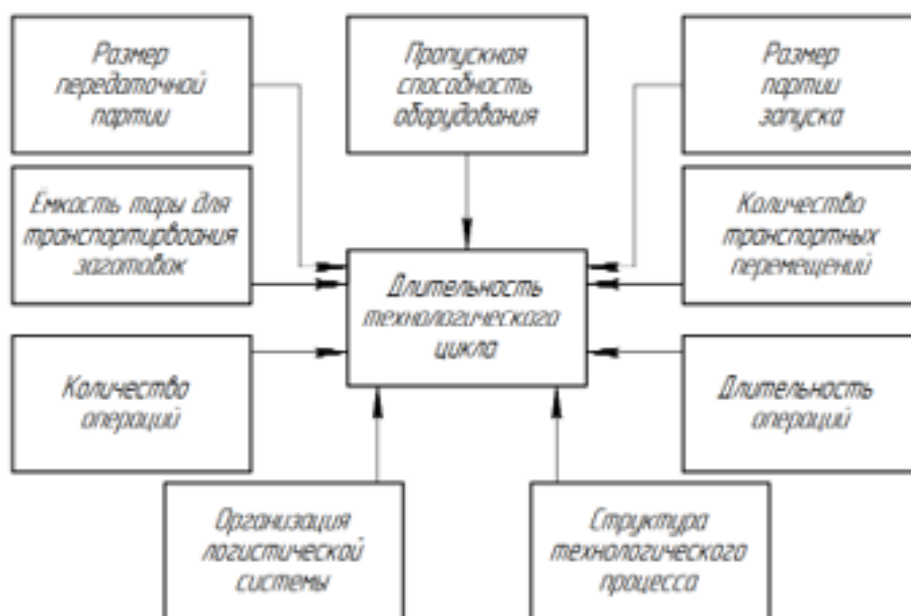


Рис. 1. Факторы влияния на длительность технологического цикла

Библиографический список:

1. Кутин А.А., Луцюк С.В. Анализ структуры временных связей машиностроительного производства / Технология машиностроения. №3, 2010. С. 58-61.
2. Кутин А.А., Луцюк С.В. Технологическое перевооружение машиностроительных предприятий на основе оценки эффективности производства / Технология машиностроения, раздел «Экономика и управление в машиностроении». №2, 2011. С. 39-42.
3. Долгов В.А., Луцюк С.В., Подкидышев А.А. Организация сбора и верификации информации при проведении обследования машиностроительного предприятия / Автоматизация и современные технологии №9, 2018. С. 43-46.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И ЧИСЛА ПРОХОДОВ ПРИ МНОГОПРОХОДНОЙ ОБРАБОТКЕ СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Залипаева Е.Ю.

Научный руководитель: Вороненко В.П. – д.т.н., профессор

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

Уровень современного машиностроительного производства на прямую зависит от уровня развития технологической базы предприятия, использования современных видов обработки, от которых напрямую зависит конкурентоспособность продукции. Один из часто встречающихся видов механообработки – токарная обработка валов. Основные направления развития токарной обработки следующие:

1. Составление технологических процессов с обработкой за один установ.
2. Настройка режимов резания (скорость, подача и глубина резания) для достижения максимальной производительности и качества при минимизации затрат.
3. Применение оптимизированных технологий по времени изготовления изделий и затрат энергии.
4. Применение CAD/CAM систем для моделирования технологических процессов и сокращение времени на подготовку производственной документации.

Целью исследования является повышение эффективности токарной обработки ступенчатых валов в многономенклатурном производстве на станках с ЧПУ путем оптимизации оперативного времени.

Задачи, решаемые в работе:

1. Исследовать способы сокращения времени обработки ступенчатых валов без потери качества, включая использование современных технологий и автоматизации.
2. Рассмотреть возможные схемы обработки ступенчатых валов в многономенклатурном производстве.
3. Определить целевую функцию оптимизации оперативного времени.
4. Разработать алгоритмы оптимизации оперативных времен для различных схем обработки валов.
5. Разработать компьютерное моделирование для выбора оптимальной схемы обработки ступенчатых валов и режимов обработки.
6. Разработать рекомендации по повышению эффективности токарной обработки на примере изготовления валов.

В работе был выведен алгоритм по оптимизации траектории движения режущего инструмента (РИ), формирующего траекторию рабочих и холостых ходов РИ при многопроходной обработке ступенчатого вала. Выведено уравнение для определения оптимального значения подачи и глубины резания, обеспечивающих минимальное оперативное время обработки. На основании этих режимов рассчитывается рациональное число проходов.

Библиографический список:

1. Вороненко В.П., Кушнир А.А. Определение оптимального оперативного времени при контурной обработке валов на токарных станках с ЧПУ//Вестник МГТУ «СТАНКИН». 2024. № 4 (71). С. 86-93.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2, Дальский А.М., Косилова А.Г. Издательство Машиностроение-1. 2003.
3. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. Должиков В.П. Издательство Инфра-Инженерия. 2024.

КРИТЕРИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Зинченко А.В.

Научный руководитель: Луцюк С. В. – к.т.н., доцент

Кафедра технологии машиностроения, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

При оценке сборочных технологических процессов необходимо определить ключевые критерии и показатели для их анализа. Анализ критериев позволяет сгруппировать показатели по следующим критериям:

1. **Критерии конструктива изделия** – габарит и вес конструкции; общее количество деталей в изделии (узла изделия); с указанием из них количества стандартных деталей; количество комплектов, подузлов, узлов в данном изделии; количество разъёмных и неразъёмных соединений (сварка, заклёпка и пр.); использование взаимозаменяемости элементов конструкции; наличие и количество пригоночных/регулирующих работ; необходимость частичной сборки/разборки конструкции.

2. **Критерии освоенности сборочного ТП** – тип производства продукции; длительность цикла сборочного технологического процесса; такт выпуска; коэффициент автоматизации/коэффициент механизации сборочных работ; технологические нормы времени выполнения операций; количество рабочих и разрядность выполняемых работ; количество и вид используемого оборудования, оснастки и инструмента; степень освоенности процесса.

3. **Критерии производственной технологичности** – технологическая трудоемкость; технологическая себестоимость; коэффициент сборности; коэффициент стандартизации; коэффициент унификации; коэффициент применяемости унифицированных деталей в изделии (кроме крепежных); длительность пригоночных/регулирующих работ; длительность циклов пригоночных/регулирующих работ с учётом количества выпускаемой продукции; контролепригодность.

Эти критерии обеспечивают комплексный анализ технико-экономических характеристик сборочного технологического процесса.

Библиографический список:

1. Кутин А.А., Луцюк С.В. Анализ структуры временных связей машиностроительного производства / Технология машиностроения. №3, 2010. С. 58-61.
2. Кутин А.А., Луцюк С.В. Технологическое перевооружение машиностроительных предприятий на основе оценки эффективности производства / Технология машиностроения, раздел «Экономика и управление в машиностроении». №2, 2011. С. 39-42
3. Долгов В.А., Луцюк С.В., Васильцов М.А. Особенности формирования маршрутных технологических процессов на основе согласования технологических и производственных решений многономенклатурного производства / Вестник «МГТУ «СТАНКИН». №1 (44), 2018. С. 13-17.
4. Долгов В.А., Луцюк С.В., Подкидышев А.А. Организация сбора и верификации информации при проведении обследования машиностроительного предприятия / Автоматизация и современные технологии №9, 2018. С. 43-46.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТАЛЬНЫХ И КОМПОЗИТНО-АРМАТУРНЫХ БАЛОК

Костарева О.И.

Научный руководитель: Кутин А.А. – д.т.н., профессор

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

В настоящее время в автомобильной промышленности разработка конструкции авто-транспорта подвержена влиянию технологического прогресса, обусловлена новыми условиями эксплуатации, требованиями рынка, эргономики. В представленной работе рассматривается вопрос увеличения грузоподъемности автомобиля за счет снижения веса его несущей рамы. Рама автомобиля является основной сборочной единицей, обеспечивающей прочностные характеристики грузового автомобиля. В результате отработки на технологичность стандартной лонжеронной рамы грузового автомобиля из стального швеллера С-профиля было предложено заменить ее на металло-композитную раму. Данную раму предложено выполнить из стальных уголков с обмоткой из стеклоткани пропитанной эпоксидной композицией вместо сплошного профиля, как у стандартных рам, а также предусмотреть центральную балку из трубы. Такая конструкция позволит предусмотреть преднапряжение указанных уголков, расположенных по периферии профиля, в зависимости от нагрузки, которую испытывает рама при эксплуатации.

Для проверки выдвинутой гипотезы проведено компьютерное моделирование уменьшенных прототипов стандартной и предложенной (в результате отработки на технологичность) конструкции рамы. Проведенное моделирование позволило проанализировать поведение конструкции металло-композитной рамы под эксплуатационной нагрузкой и сравнить со стандартной рамой (см. рис. 1).

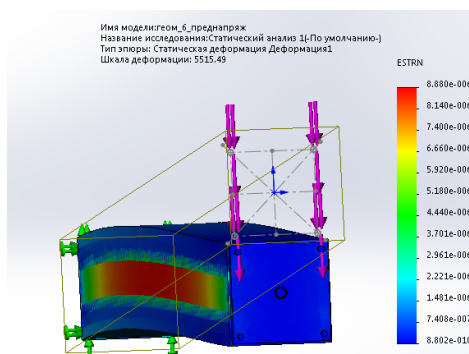


Рис. 1. Компьютерное моделирование в программе SolidWorks CAE

В результате установлено, что эквивалентная деформация (ESTRN) стандартной рамы составила $9,186 \times 10^{-6}$, а у предлагаемой $9,45 \times 10^{-6}$. При этом масса модели стандартной рамы равна 8,43 кг, а предлагаемой 6,13 кг.

Таким образом доказано на уровне компьютерного моделирования, что изменение конструкции несущей рамы автомобиля на металло-композитную, позволит увеличить грузоподъемность автомобиля на 27 % от веса рамы. Такой подход позволяет рассматривать замену стандартных рам на металло-композитную как перспективное направление.

Библиографический список:

1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»
2. Eurocode 3: Design of steel structure
3. Jone, R.M. (1999). Mechanics of Composite Materials.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Котов Н.Ю.

Научный руководитель: Перетягин П.Ю. – к.т.н., доцент

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Современная промышленность сталкивается с необходимостью эффективного использования ресурсов, увеличения срока службы оборудования. Традиционные методы ремонта и восстановления деталей зачастую оказываются неэффективными из-за значительных затрат материала, энергии, времени и негативного воздействия на свойства восстанавливаемых изделий. Лазерная наплавка (ЛН) представляет собой передовой метод, позволяющий решать эти задачи, обеспечивая высококачественное восстановление деталей с минимальными негативными последствиями.

Лазерная наплавка – это процесс нанесения материала на поверхность детали путем плавления под воздействием сфокусированного лазерного луча. Материал подается в зону плавления в виде порошка или проволоки, формируя наплавленный слой, который сплавляется с основным материалом.

Лазерная наплавка обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами восстановления деталей:

- Экономия материала.
- Высокое качество наплавленного слоя.
- Снижение затрат на обработку.
- Возможность восстановления деталей сложной формы.
- Совместимость с различными материалами.

Таблица 1

Сравнение характеристик ЛН с другими методами восстановления

Характеристика	Лазерная наплавка	Сварка	Газотермическое напыление
Зона термического влияния	Минимальная	Значительная	Низкая
Точность нанесения	Высокая	Относительно низкая	Средняя
Адгезия покрытия	Высокая	Высокая	Зависит от способа
Свойства покрытия	Контролируемые	Зависят от материала и режима	Зависят от способа и материала
Материалы	Широкий спектр (металлы, сплавы, композиты)	Ограниченный (свариваемые материалы)	Широкий спектр (металлы, керамика, полимеры)
Шероховатость поверхности	Низкая (требуется минимальная обработка)	Высокая (требуется значительная обработка)	Средняя (требуется обработка)

Лазерная наплавка является перспективным методом восстановления деталей, позволяющим решать вопросы экономии ресурсов и увеличения срока службы деталей.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОТС В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АО «КОЛОМЕНСКИЙ ЗАВОД»

Коцарь Е.А.

Научный руководитель: Кириллов А.К. – к.т.н., доцент

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) – являются технологическим вспомогательными веществами, которые, с одной стороны, сводят к минимуму износ инструмента и, с другой стороны, обеспечивают требуемое качество поверхности и точность размеров изготавливаемой деталей. В условиях АО «Коломенский завод», где выполняются высокоточные работы по обработке различных металлов, включая стали и сплавы, выбор и правильное применение СОТС играют важную роль в обеспечении высокой точности изготовления продукции.

В проведенном исследовании были выявлены основные применяемые типы СОТС (в разном агрегатном состоянии) на АО «Коломенский завод» и выполнено их сравнение. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Табл. 1. Сравнение параметров СОТС, применяемых на АО «Коломенский завод»

Параметр	Эмульсол ЭГТ	UNICOOL 20	ИГП-30
Тип СОТС	эмульгирующая водосмешиваемая	полусинтетическая водосмешиваемая	Масляная
Внешний вид	Однородная маслянистая жидкость молочного цвета	Маслянистая жидкость светло-коричневого цвета	однородная прозрачная жидкость
Охлаждающая способность	Средняя	Высокая	Низкая
Смазывающая способность	Средняя		Высокая
Плотность при 20 °С, г/см ³	880-980	1040	876
Кислотное число, мг КОН, не более	7	8	0,94
Значение pH (5 % эмульсия)	7-10	9,3	-
Тип эмульсии	Водная эмульсия	Полупрозрачная микроэмульсия	-
Содержание минерального масла	не менее 70%	не менее 40%	-
Температура застывания	-5°С		-15°С
Стабильность при хранении	Высокая		
Коррозионная стойкость	Средняя (требуются ингибиторы коррозии)	Хорошая	
Стоимость	Низкая	Средняя	Высокая

Выводы:

1. На АО «Коломенский завод» применяются эмульсолы, масла и полусинтетические водосмешиваемые СОТС.
2. Применение СОТС в технологических условиях АО «Коломенский завод» имеет важное значение для обеспечения качественной и высокопроизводительной обработки металлов.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ИЗ СВЕРХТВЕРДЫХ РЕЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Лаврешин Н.С.

Научный руководитель: Шехтман С.Р. - д.т.н., профессор

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

В данной работе раскрывается эффект применения износостойкого покрытия на инструменте из КНБ в условиях высокоточной прерывистой обработки с требованиями по шероховатости, сравнимыми с обработкой шлифованием.

Ключевые понятия, использованные в работе: сверхтвердые режущие материалы, кубический нитрид бора, режущий инструмент, износостойкие покрытия, стойкостные испытания, высокое качество поверхности.

При обработке закаленных сталей и износостойких чугунов инструментом из КНБ возможно достижение шероховатости, сравнимой с качеством поверхности после обработки шлифованием. На данный момент сверхтвердые инструментальные материалы активно развиваются, разрабатываются новые виды КНБ и ПКА, а также совершенствуются покрытия, наносимые на КНБ.

Температурная стойкость композита КНБ в разы выше, чем температурная стойкость существующих ныне покрытий. Однако это не означает, что применение износостойких покрытий не может положительным образом повлиять на эксплуатационные характеристики такого инструмента. При обработке закаленных сталей инструментом из КНБ – наибольшая часть тепла уходит в стружку, в результате, при корректно подобранных режимах обработки, правильно выбранное PVD-покрытие позволяет улучшить износостойкость режущего инструмента.

Сравнительные испытания пластин КНБ с покрытием и без покрытия будут проводиться на чистовом точении закаленной углеродистой стали. Для данной операции был выбран инструмент из КНБ, за счет возможности достижения качества поверхности сравнимого с шлифованием, при более высокой производительности, меньших затратах на инструмент. В качестве параметра, отражающего целостность режущей кромки, в данной работе используется шероховатость обработанных деталей, т.к. применяемый тип инструмента предназначен для чистовой обработки в различных условиях резания.

Библиографический список:

1. Okunkova A.A., Shekhtman S.R., Metel A.S., Suhova N.A., Fedorov S.V., Volosova M.A., Grigoriev S.N. On defect minimization caused by oxide phase formation in laser powder bed fusion // *Metals*. 2022. V. 12, Is. 5. Art. No 760.
2. Migranov M.Sh., Shekhtman S.R., Suhova N.A., Migranov A.M. Composite nanostructured wear-resistant coatings for high-speed cutting processing // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Art. No 012053.
3. Григорьев С.Н., Волосова М.А., Сухова Н.А., Шехтман С.Р. Технология синтеза дуплексных вакуумных ионно-плазменных покрытий системы TiZrAlN для деталей энергоустановок // *Вестник Московского авиационного института*. 2023. Т. 30, № 3. С. 201-208.
4. Shekhtman S.R., Sukhova N.A. Proceedings of the 7th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2021). ICIE: International Conference on Industrial Engineering. Челябинск, 2022. pp. 40-46.
5. Метель А.С., Сухова Н.А., Хмыров Р.С., Пристинский Ю.О. Технология получения высокоэнтропийных катодов-мишеней для синтеза защитных покрытий вакуумными ионно-плазменными методами // *Вестник Московского авиационного института*. 2023. Т. 30, № 2. С. 179-187.

РАЗРАБОТКА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ

Лазарев Е.Н.

Научный руководитель: Кириллов А.К. – к.т.н., доцент

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

Исследования проводились на материалах с высоким износом инструмента (титановый сплав BT6, жаропрочный сплав ХН50ВТФО, сталь 45) с использованием пластин Sandvik Coromant (CNGA, CNMG). Эксперименты выполнялись на обрабатывающем центре Okuma Multus U3000-1000 и токарном станке 1Е61МТ. Основные параметры СОТС, влияющие на резание, включали кинематическую вязкость, плотность, проникающую способность, поверхностное натяжение, краевой угол и теплоемкость. Тестировались эмульгирующие, синтетические, полусинтетические и масляные СОТС.



Рис. 1. Принципиальная схема выбора оптимальных параметров СОТС

На основе экспериментов построены регрессионные зависимости параметров СОТС от режимов резания. Установлены корреляции между силами резания, температурой и факторами обработки (скорость, подача, свойства СОТС).

Библиографический список:

1. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов [Текст]. – М.: Машгиз, 1956. – 368с. / 42.
2. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах [Текст]. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1990, – 288 с.:/ 95,1.

СУХОЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

Милосердова Л.Д.

*Научный руководитель: Мигранова А.У., преподаватель
ЧПОУ «Московский городской открытый колледж»*

В условиях современного машиностроительного производства все большее применение находят смазочно – охлаждающие технологические средства (СОТС), при массовом применении и большого количества их преимуществ они имеют много отрицательных факторов, заключающиеся в том, что смазочно – охлаждающие жидкости (СОЖ) на масляной основе свойственны пониженная охлаждающая способность и низкая стабильность свойств при повышенных температурах, высокая вероятность возникновения пожара; СОЖ на водяной основе обладают низкой смазочной способностью и значительно подвержены интенсивному испарению; у обеих смазочно – охлаждающих жидкостей низкая биостабильность и как следствие ухудшение эксплуатационных характеристик, что требует применения дополнительных специальных фильтрующих элементов и агрегатов на металлорежущих станках для утилизации загрязнений для обеспечения требуемых норм по эксплуатации используемых жидкостей с необходимостью последующей их удаления и консервации.

В процессе лезвийной обработки резанием наблюдается значительное затруднение визуального контроля состояния режущего клина инструмента и показателей качества обработанной поверхности, а также неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия работы станочника с неблагоприятным воздействием как на работающего, так и в целом на микроклимат рабочей зоны. В связи с этим в настоящее время активно изучаются и модернизируются установки «Варкаш» (рис.1) для «сухого» электростатического охлаждения (СЭО) рабочей зоны на режущем инструменте за счет подвода в контактную зону пары «инструмент – деталь» озонированного воздушного потока наряду с перечисленными выше преимуществами имеет еще несколько: анализ экспериментальных исследований по СОТС [1] показывает, что вероятность проникновения в зону резания и эффективность применения традиционно используемых СОЖ при скоростной и высокоскоростной обработках мало вероятна; существуют предпосылки, что при использовании износостойких покрытий подача озонированного воздуха при резании способствует окислительным процессам и при благоприятных условиях в процессе резания формированию оксидных пленок некоторых металлов с повышенными износостойкими и теплоизоляционными свойствами для режущего клина.

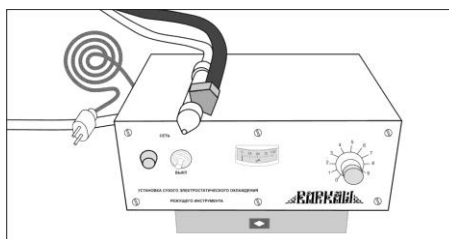


Рис. 1. Установка для СЭО «Варкаш»

Библиографический список:

1. Ахметзянов И.Д., Бедункевич В.В. Возможности и условия применения метода СЭО при резании металлов. // Приборы и системы управления. – 1991. – №5. – С. 40-41.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТОПОЛОГИИ РЕШЕТЧАТЫХ СТРУКТУР

Никошнова В.К.

Научный руководитель: Тарасова Т.В. – к.т.н., доцент кафедры ВТО

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Одной из основных трудностей при проектировании решетчатых структур является выбор оптимальной топологии элементарной ячейки [1, 2, 3]. Несмотря на возможность создания крайне сложных форм, современные аддитивные производственные процессы продолжают сталкиваться с трудностями, связанными с технологичностью и последующей обработкой. Один из распространенных и эффективных подходов в повышении функциональности и производительности решетчатых конструкций заключается в оптимизации их топологии.

В настоящее время разработано множество методов оптимизации топологии решетчатых структур. В рамках данной работы рассматриваются ключевые из них, а также выполняется их сопоставление.

Таблица 1. Сравнение методов оптимизации топологии решетчатых структур

Критерий	Многомасштабная оптимизация решёток	Level-Set	Гомогенизация	SIMP
Принцип работы	Оптимизация на макро- и микроуровне	Эволюция границ	Усреднение свойств ячеек	Распределение псевдоплотности
Учет микроструктур	Да	Только границы	Да	Только плотность
Гибкость проектирования	Анизотропия, градиенты свойств	Четкие границы, контроль топологии	Анизотропия, нестандартные свойства	Изотропный материал
Масштаб	Макро- и Микроуровень		Многоуровневое моделирование	Только макроуровень
Границы	Зависит от типа ячейки	Четкие	Зависит от RVE	Размытые с серой зоной
Скорость исполнения		Средняя	Медленная (2-уровневая задача)	Быстрая
Вычислительная сложность	Высокая	Средняя, требует перестройки сетки	Высокая	Низкая
Устранение артефактов		Четкие границы	Автоматически	Требуется фильтрация
Применение	Авиационные панели	Сложные решетки, биомедицинские имплантаты, аэрокосмические детали	Решетки, мета, композиты	Простые конструкции

Библиографический список:

1. Abou-Ali, A. M., Al-Ketan, O., Lee, D.-W., Rowshan, R., & Abu Al-Rub, R. K. (2020). Mechanical behavior of polymeric selective laser sintered ligament and sheet based lattices of triply periodic minimal surface architectures. *Materials & Design*, 196, 109100.
2. Tang, Y., Dong, G., Zhou, Q., & Zhao, Y. F. (2017). Lattice Structure Design and Optimization With Additive Manufacturing Constraints. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 1–17. doi:10.1109/tase.2017.2685643
3. Zhang, J., Sato, Y., & Yanagimoto, J. (2021). Homogenization-based topology optimization integrated with elastically isotropic lattices for additive manufacturing of ultralight and ultrastiff structures. *CIRP Annals*, 70(1), 111–114.

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ 3D ПРИНТЕРОВ С ДЕЛЬТА КИНЕМАТИКОЙ

Перемысловский К.Я.

Научный руководитель: Захаров О.В. – д.т.н., профессор

Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

Метод послойного наплавления (моделирование МПН) (она же технология FDM (Fused Deposition Modeling)) является одной из самых доступных технологий 3D-печати на сегодняшний день. Этот метод позволяет создавать трехмерные объекты путем послойного наплавления материала. Возможно использовать материалы ABS, PLA, Nylon и PETG. Сопло диаметром 0,4 мм обеспечивает достаточно точную подачу пластика (филамента). На 3D принтерах, работающих по данной технологии, можно создавать как монолитные готовые изделия, так и комплектующие сложных механизмов.

3D принтер с дельта кинематикой характеризуется относительно высокой скоростью печати до 150 мм/с. На дельта-принтерах удобно печатать вертикальные объекты, такие как макеты высотных зданий и памятников. Этому способствует цилиндрическая форма области построения и возможность легко реализовать большую высоту по оси Z. Однако из-за особенностей конструкции кинематики дельта эти принтеры сложнее в обращении, по сравнению с большинством остальных, более популярных устройств 3D печати на основе метода послойного наплавления.

Принтер с дельта кинематикой имеет неподвижный стол и экструдер с тремя степенями свободы. Дельта кинематика очень требовательна к качеству сборки, точности изготовления комплектующих (геометрия рамы, длины диагоналей, люфты соединения диагоналей, эффектора и кареток): любые отклонения геометрии рамы влияют на геометрию и качество печатаемых моделей. Немалую роль также играет и процесс трения, возникающий между направляющими и каретками во время их движения, а точнее, изменение коэффициента трения во время ускорения, равноускоренного движения и замедления кареток, которое так же может негативно сказываться на результате работы принтера.

Для повышения скорости и качества печати необходимо устранить или компенсировать имеющиеся недостатки принтера посредством внесения изменений в его конструкцию или программной калибровки. Однако кинематическая сложность 3D принтера с дельта-кинематикой затрудняет компенсацию погрешностей посредством калибровки, поскольку с ее помощью возможна компенсация только статических геометрических погрешностей, что незначительно повлияет на качество, но не позволит увеличить скорость печати.

Для достижения больших скоростей печати необходимо повышение жесткости конструкции принтера посредством усиления его каркаса, что способствует уменьшению количества люфтов в местах сочленения деталей и уменьшит влияние вибраций, возникающих во время работы принтера. А уменьшение коэффициента трения между направляющими и каретками, посредством замены подшипников скольжения на подшипники качения, позволит уменьшить само количество вибраций.

Библиографический список:

1. Трошин А.А. Обзор технологических возможностей FDM-3D принтеров / А.А. Трошин, О.В. Захаров // Современные материалы, техника и технологии. 2020. № 1(28). С. 61-65.
2. Захаров О.В. Анализ погрешностей 3D принтера со схемой дельта / О.В. Захаров, Ф.Д. Сулейманова // Актуальные проблемы в машиностроении. 2023. Т. 10. № 3-4. С. 57-62.

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ С РЕЖИМАМИ ОСЕВОГО ВИБРО-ФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Сидоров М.Е., Богатов М.Ю.

Научный руководитель: Кокарев В.И. – д.э.н., профессор

Кафедра инструментальной техники и технологии формообразования МГТУ «СТАНКИН»

Целью представленного исследования являлось установление взаимосвязи между режимами резания (скоростью резания (V) и подачей (S)) и шероховатостью обработанной поверхности (R_a) при осевом виброфрезеровании путем обработки данных, полученных в результате проведения натурного эксперимента.

В работе был использован один из известных статистических методов обработки экспериментальных данных и получения математической модели с помощью факторного планирования эксперимента. Проверка адекватности модели проводилась на основе трех критериев – критерия Кохрена, Стьюдента и Фишера.

В табл. 1 представлены матрица планирования для полного факторного эксперимента (для двух факторов с варьированием на двух уровнях) и результаты обработки данных (коэффициент регрессии, ошибка опыта и адекватность модели).

$$\hat{y} = f(\tilde{x}_1; \tilde{x}_2) = b_0\tilde{x}_0 + b_1\tilde{x}_1 + b_2\tilde{x}_2 + b_{1,2}\tilde{x}_1\tilde{x}_2$$

Табл. 1. Исходные данные, матрица планирования и результаты исследования

Матрица планирования					Рабочая матрица планирования			Шероховатость R_a , мкм			
Номер опыта	\tilde{x}_0	\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	$\tilde{x}_1 \tilde{x}_2$	Опыт с рандо-мизацией	n , об/мин	S , мм/мин	y_{u1}	y_{u2}	\bar{y}_u	\hat{y}_u
1	+1	+1	+1	+1	I – IV	1500	100	5,73	6,10	5,92	5,78
2	+1	-1	+1	-1	II – V	300	100	7,43	7,15	7,29	7,44
3	+1	+1	-1	-1	III – VI	1500	10	3,43	2,74	3,09	3,24
4	+1	-1	-1	+1	VII – VIII	300	10	4,18	5,91	5,05	4,90

После всех вычислений получена математическая модель $R_a = 5,04 - 0,00138n + 0,028S$, позволяющая вычислить минимальную величину параметра R_a шероховатости.

Для обработки экспериментальных данных и визуализации результатов исследования разработана компьютерная программа на языке программирования python (рис. 1).

```

b0=1/4*((Yu1*(x0))+(Yu2*(x1))+(Yu3*(x2))+(Yu4*(x3)))
b1=1/4*((Yu1*(x4))+(Yu2*(x5))+(Yu3*(x6))+(Yu4*(x7)))
b2=1/4*((Yu1*(x8))+(Yu2*(x9))+(Yu3*(x10))+(Yu4*(x11)))
b12=1/4*((Yu1*(x1x21))+(Yu2*(x1x22))+(Yu3*(x1x23))+(Yu4*(x1x24)))

```

Рис. 1. Фрагмент разработанной программы

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МОЛИБДЕНОВЫХ СПЛАВОВ

Соловьев Ю.А.

Научный руководитель: Яковлев М.Г. – к.т.н.

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

Рекомендуемые условия и режимы обработки:

Скорость резания – рекомендована от 6 до 150 м/мин.

Инструментальные сплавы – рекомендованы от быстрорежущих и твердых сплавов до алмазного инструмента;

Предварительный подогрев заготовки до 300 градусов цельсия без СОТС.

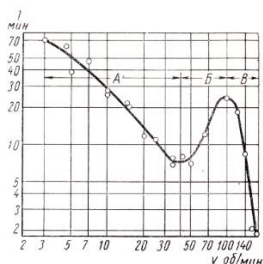


Рис. 1. Кривая стойкости из твердого сплава ВК8



Рис. 2. Качество обработанной поверхности

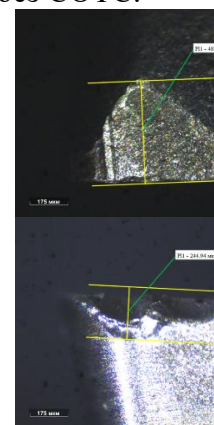


Рис. 3. Измерение величины износа пластины, мкм

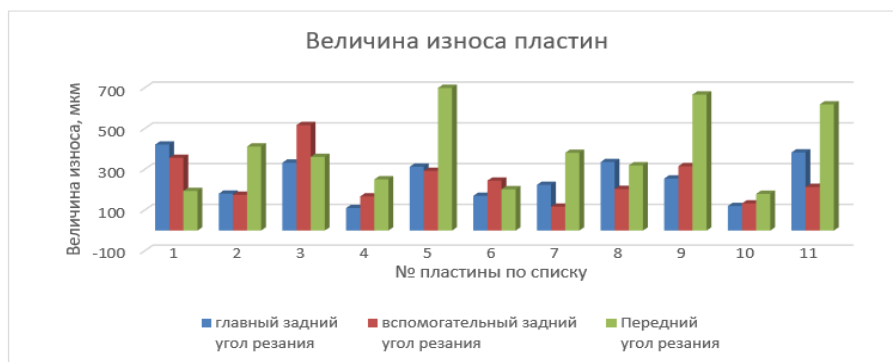


Рис.4. Сравнительная диаграмма величины износа пластин

Вывод: Испытания позволили повысить производительность в среднем на 81,5 %.
 Для чернового точения $v=200-240$ м/мин при подаче в диапазоне $F=0,075-0,09$ мм/об.
 Для чистового точения $v=200-240$ м/мин при подаче в диапазоне $F=0,1-0,125$ мм/об.

Библиографический список:

1. Зорев Н.Н. и Фетисова З.М. «Обработка резанием тугоплавких сплавов», Машиностроение, 1966.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ

Соловьева О.Н.

Научный руководитель: Яковлев М.Г. – к.т.н.

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

Процесс обработки деталей из никелевых сплавов – это сложная задача, требующая учета особенностей этих материалов. Никелевые сплавы отличаются высокой прочностью, жаростойкостью, коррозионной стойкостью, но при этом обладают плохой обрабатываемостью из-за высокой пластичности, склонности к наростообразованию и упрочнению в процессе обработки.

На основе опыта обработки нержавеющей стали на нашем производстве были отобраны наиболее подходящие и используемые на практике как наиболее эффективные и экономически целесообразные пластины: GARANT APMT 100305TR, HB735 Sandvik R390-11 T3 08E-ML 2040. Рекомендуемые режимы резания твердосплавными пластинами для никелевых сплавов от 20 до 80 м/мин.



Рис. 1. Динамометр KISTLER и заготовка

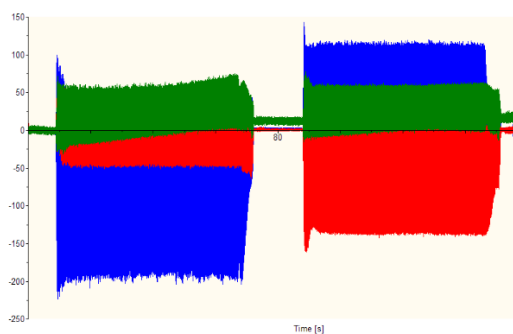


Рис. 2. График регистрируемых усилий резания по 3-м осям

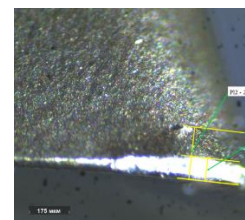
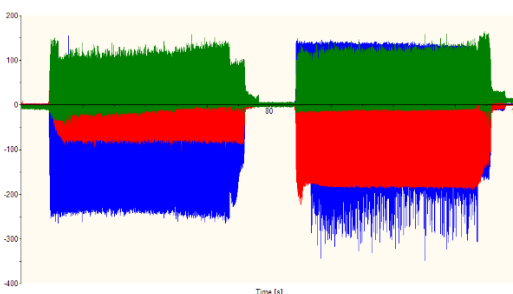


Рис. 3. Изменение величины износа пластины

Вывод:

На основе проведенных испытаний рекомендуемые режимы: скорость резания $v = 120$ м/мин, подача резания $F = 0,13$ мм/об. Гарантированная стойкость испытанных пластин от 45 мин и более. Эффективность обработки деталей из никелевых сплавов повысилась на 87,5%. Наилучшие результаты получены при использовании твердосплавной пластины Sandvik R390-11 T3 08E-ML 2040.

Библиографический список:

1. Подураев В.Н. Обработка резанием жаропрочных нержавеющей материалов: Высшая школа, 1974. – 589 с.

ВЛИЯНИЕ АНТИФРИКЦИОННОГО DLC-ПОКРЫТИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ ТОКАРНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ 12X18H10T

Ткаченко А.Е.

Научный руководитель: Федоров С.В. – к. т. н., доцент кафедры ВТО
Кафедра высокоэффективных технологий обработки МГТУ «СТАНКИН»

В работе представлены результаты экспериментального исследования влияния антифрикционного DLC-покрытия, нанесённого методом PACVD, на режущую стойкость сиалонных токарных пластин при точении коррозионностойкой стали 12X18H10T.

Для эксперимента использовались керамические сменные пластины RNGN 120400, изготовленные из сиалоновой керамики, установленные в державку CRSNR 2525M12. Объектом обработки служила нержавеющая сталь 12X18H10T, отличающаяся высокой пластичностью и склонностью к налипанию на режущую кромку. Резание выполнялось в условиях сухой обработки при постоянной подаче (0,12 мм/об) и глубине резания (0,5 мм), на трёх уровнях скорости резания: 120, 160 и 200 м/мин.

Покрытие DLC наносилось методом PACVD, включающим адгезионный подслои (CrAlSi)N и функциональный алмазоподобный слой. Покрытие обладало поверхностной твёрдостью до 40 ГПа и коэффициентом трения по стали 12X18H10T 0,06-0,11. При нанесении покрытие демонстрировало высокую однородность, прочную адгезию и стабильность свойств.

Сравнительный анализ показал, что применение покрытия позволяет снизить интенсивность износа режущей кромки и повысить стойкость инструмента. При скорости 200 м/мин критическое значение $VB = 0,3$ мм достигалось у пластин без покрытия при 150-180 м пути, тогда как покрытые сохраняли работоспособность до 250-300 м. Износ у покрытых пластин развивался равномерно, без сколов и трещин.

Методы контроля (профилометрия, наноиндентация, SEM и EDS) подтвердили эффективность покрытия: снижение переноса материала заготовки, отсутствие термических дефектов, высокая стойкость к адгезионному и диффузионному износу. DLC-плёнка стабилизировала процесс резания, особенно при повышенных скоростях и термонагрузке.

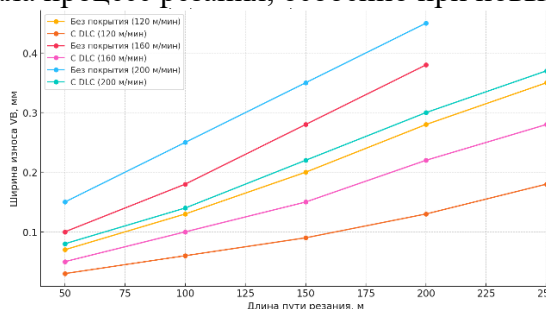


Рис. 1. Зависимость износа режущего инструмента от длины пути резания при различных скоростях обработки

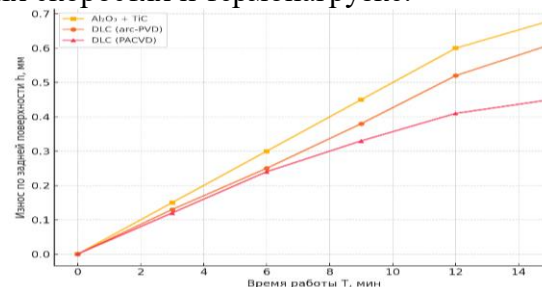


Рис. 2. Зависимость износа задней поверхности инструмента от времени резания при различных типах покрытий

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ МОЛИБДЕНА

Федотов А.А.

Научный руководитель: Кутин А.А. – д.т.н., профессор

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

Обработка молибденсодержащих сплавов представляет собой сложный технологический процесс из-за их высокой твердости, склонности к хрупкому разрушению и образованию трещин. В данной работе рассмотрено влияние скорости шлифования на удельную производительность при абразивной обработке сплавов молибден-ниобий и молибден-цирконий.

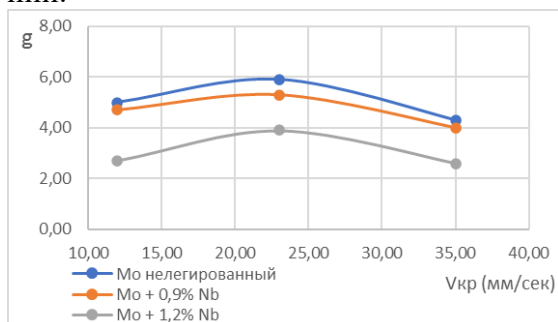


Рис. 1. Влияние скорости шлифования на величину удельной производительности для сплавов молибден-ниобий

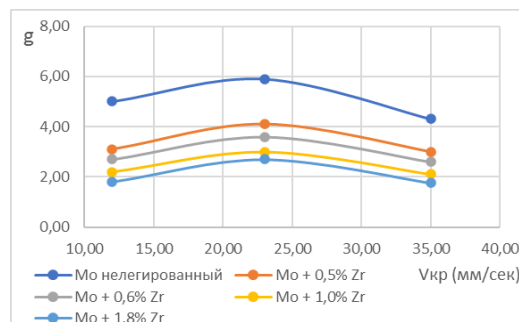


Рис. 2. Влияние скорости шлифования на величину удельной производительности для сплавов молибден-цирконий



Рис. 3. Микроструктура нелегированного молибдена (x200)



Рис. 4. Микроструктуры сплавов молибден-ниобий (x200)

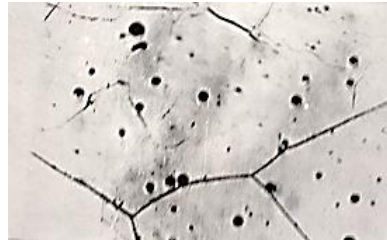


Рис. 5. Микроструктуры сплавов молибден-цирконий (x200)

Сплав молибден-цирконий демонстрирует более высокую устойчивость к изменению режима шлифования. Его удельная производительность остается стабильной в широком диапазоне скоростей, при этом наблюдается меньшее количество дефектов на поверхности, таких как микро- и макротрещины, перегрев и прижоги. Для сплава молибден-ниобий характерна резкая деградация качества поверхностного слоя при отклонении от оптимальной скорости шлифования. Поверхность становится менее равномерной, с признаками термического разрушения.

Результаты исследования позволяют рекомендовать использование сплава молибден-цирконий в качестве материала для деталей, подвергающихся абразивной обработке, с целью повышения эксплуатационного ресурса, особенно в условиях, где высока вероятность термической перегрузки.

Библиографический список:

1. Старков В.И., Коцаратов А.С. «Шлифование тугоплавких сплавов и обрабатываемость их резанием по разд. сб. «Обработка резанием трудно обрабатываемых материалов». Изв. Вузов УССР. Сер. «обработка металлов резанием», 4, 1966.

Секция 4

ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННОГО ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ
ДЛЯ СТАЛЕЙ

Воротникова М.А.

Научный руководитель: Клочкова К.В. – к.т.н, доцент кафедры АСОИиУ

Кафедра композиционных материалов МГТУ «СТАНКИН»

Согласно распоряжению Правительства РФ от 06.11.2021 г. о «Стратегическом направлении развития в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности», в целях достижения «цифровой зрелости», в производство должны быть внедрены цифровые технологии, к которым, в частности, относится автоматизация.

Построение классификационного дерева решений, это перспективный и популярный инструмент оптимизации процесса идентификации в области автоматизации, так как на основе его можно реализовать СППР для внедрения в производство, что, в свою очередь, поможет уменьшить количество ошибок, связанных с влиянием человеческого фактора, а также позволит сократить время процесса.

Для построения классификационного дерева решений были выбраны стали. Их классификация осуществлялась по химическому составу и по назначению. В качестве критериев расщепления взяты элементы химического состава.

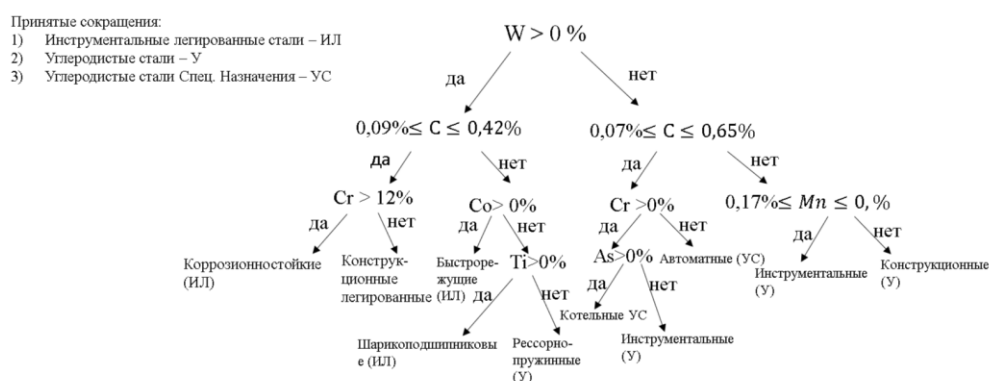


Рис. 1. Классификационное дерево решений по сталям

Вывод: Построенное классификационное дерево решений для сталей может стать основой для дальнейшей автоматизации процесса идентификации сталей по их химическому составу. Данное дерево решений можно детализировать, а также масштабировать, включив в него чугуны и цветные металлы, и сплавы.

Библиографический список:

1. Марочник стали и сплавов – 2024. – [Электронный ресурс]. URL: <https://splav-khar-kov.com/main.php> (Дата обращения: 30.03.2025)
2. Золотых Н.Ю. Машинное обучение и анализ данных (Machine Learning and Data Mining) – 38 с. – [Электронный ресурс]. Систем. требования: Power Point. – URL: [13.Decision Trees.pdf](https://13.DecisionTrees.pdf) (Дата обращения: 25.03.2025)
3. Уткин Л.В. Машинное обучение (Machine Learning). Деревья решений (Decision trees) – М.: Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого. – 45 с. – [Электронный ресурс]. Систем. требования: Power Point. – URL: Machine_Learning_LTU_4.pdf (Дата обращения: 27.03.2025)

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Глазунов Д.

Научный руководитель: *Соболев А.Н. – к.т.н., доцент
Кафедра станков МГТУ «СТАНКИН»*

В настоящее время планетарно-цевочные редукторы широко применяются в различных областях машиностроения, где требуется высокая точность позиционирования и передача значительных мощностей. Они используются в подъемных механизмах, робототехнике, станкостроении и других сферах [1,2]. Одной из актуальных задач является автоматизация проектирования таких редукторов с использованием интегрированных систем автоматизированного проектирования.

Автором была разработана и успешно апробирована методика параметрического моделирования цевочных циклоидальных механизмов типа k-h-v с использованием интегрированной CAD/CAE/CAM-системы T-FLEX. С помощью встроенных инструментов программирования T-FLEX были реализованы расчетные алгоритмы для моделирования деталей планетарно-цевочной передачи. На кафедре станков создана полноценная параметрическая 3D-модель планетарно-цевочного редуктора k-h-v, которая может быть использована в учебном процессе при изучении ряда дисциплин. На основе разработанной модели проведены исследования кинематики, динамики, прочностные и силовые расчеты в интегрированном комплексе T-FLEX. С помощью T-FLEX ЧПУ подготовлены управляющие программы для изготовления деталей с циклоидальным профилем, что является реализацией технологической подготовки производства.

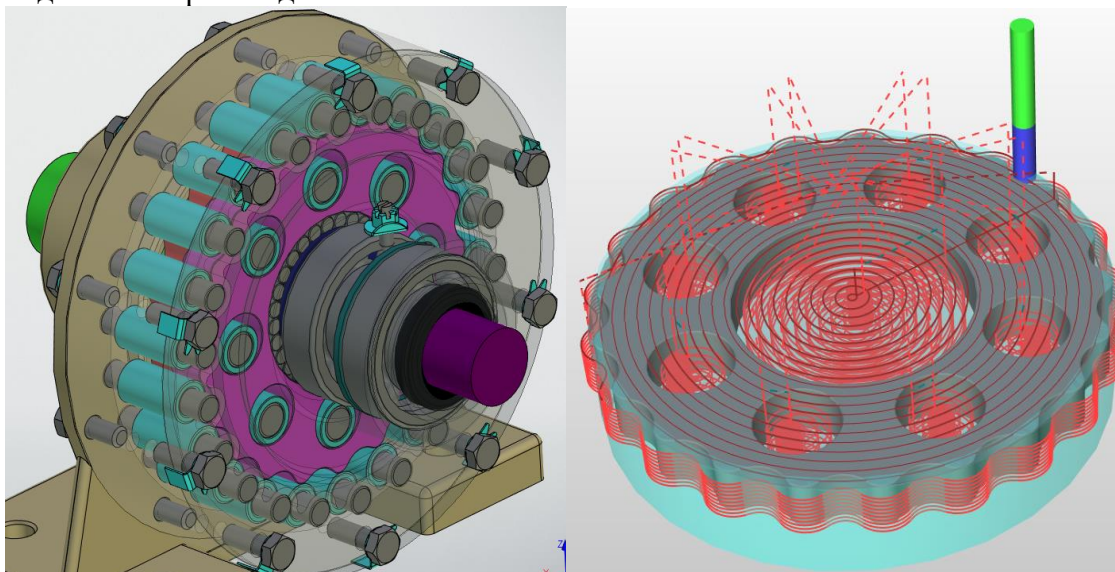


Рис. 1. Конструкторско-технологическая подготовка производства планетарно-цевочного механизма

Библиографический список:

1. Фомин М.В. Планетарно-цевочные передачи: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 64 с.
2. Руденко В. Н. Планетарные и волновые передачи. М. Машиностроение, 1980. – 148 с.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ АНАЛИЗЕ НОРМ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Дубовиков Н.А.

Научный руководитель: Седых М.И. – к.т.н., доцент

Кафедра технологии машиностроения МГТУ «СТАНКИН»

В процессе выполнения сборки некоторого количества изделий, условия, в которых происходит сборка, могут изменяться. В зависимости от изменения условий также может изменяться время выполнения отдельных переходов. Таким образом, время выполнения операции будет подчиняться закону распределения.

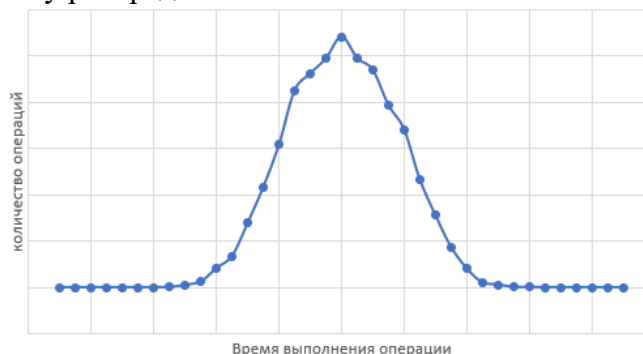


Рис. 1. График распределения времени выполнения сборочной операции

Для оценки условий сборки и выявления тех условий, которые оказывают наибольшее влияние на время выполнения сборки, целесообразно применение следующих статистических методов:

1. Корреляционный анализ – для выявления операций и их переходов, времена выполнения которых подвержены изменению в связи с изменениями условий сборки, а также факторов, наиболее влияющих на эти времена.

2. Регрессионный анализ – для прогнозирования времен выполнения переходов в зависимости от условий сборки.

При использовании статистических методов для анализа используются данные о максимально большом количестве собираемых изделий. В набор данных входят времена выполнения сборочных операций для каждого изделия; времена выполнения переходов, входящих в каждую операцию; численные данные об условиях сборки.

Таким образом, путем применения статистических методов при нормировании сборочных операций возможно получение регрессионных моделей, позволяющих: прогнозировать такт выпуска продукции; проводить технологический аудит.

Библиографический список:

1. Общемашиностроительные нормы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного типов производства: ЦБНТ, 1991. – 76 с.
2. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2008. – 464 с.

РАЗРАБОТКА ГАММЫ ШНЕКОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НУЖД ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ким Е.С.

*Научный руководитель: Соболев А.Н. – к.т.н., доцент
Кафедра станков МГТУ «СТАНКИН»*

Актуальность автоматизации процесса конструирования и моделирования шнековых устройств обусловлена их широким использованием в различных отраслях, включая химическую промышленность, машиностроение, сельскохозяйственную отрасль, строительство и множество других областей. Эти устройства используются для перемещения, дозирования и смешивания сыпучих материалов. [1-3].

Для производства шнеков используют различные операции: литье металлов под давлением; комбинация литья и токарной обработки; горячая деформация металла с последующей обработкой на токарном оборудовании; штамповка (холодная гибка); навивка; сварочные работы. Для программирования обработки шнека на станке с ЧПУ использовался программный модуль T-FLEX ЧПУ, в котором была задействована разработанная 3D-модель и чертежи.

Автором решены следующие задачи:

- изучены вопросы, связанные с эксплуатацией и проектированием шнековых устройств;
- создана параметрическая адаптивная 3D-модель шнека, чертежная документация, на основе автоматизированного геометрического, кинематического и силового расчета в T-FLEX CAD;
- спроектированы конструкции шнековых устройств в T-FLEX CAD на основе параметризированной расчетной 3D-модели шнека;
- выполнена технологическая подготовка изготовления шнеков на станках с ЧПУ.

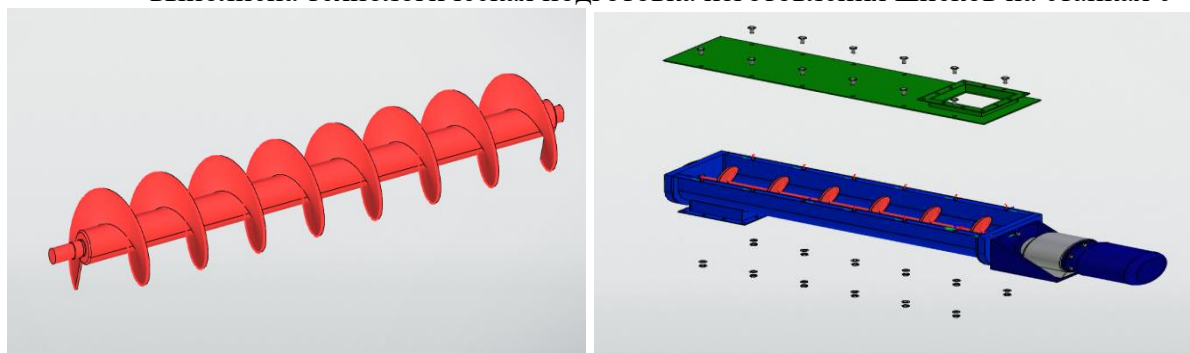


Рис. 1. Параметрическая модель шнека и горизонтально шнековое устройство

Библиографический список:

1. Харламов С. В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств / С. В. Харламов. - Л. : Агропромиздат, 1991. - 256 с.
2. Герман Х. Шнековые машины в технологии: пер. с нем. / под ред. Л.М. Фридмана. Л.: Химия, 1975. 230 с.
3. Lato Pezo, Aca Jovanovic, Milada Pezo, Radmilo Colonic, Biljana Loncar. Modified screw conveyor - mixers – Discrete element modeling approach, J. Advanced Powder Technology/ 26 (2015) 1391-1399. Belgrade / Serbia.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНОВОЙ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ В T-FLEX CAD

Кочкин П.Н.

**Научный руководитель: Соболев А.Н. – к.т.н., доцент
Кафедра станков МГТУ «СТАНКИН»**

Актуальность работы заключается в разработке волновой коробки скоростей (КС) с передаточными числами 200, 100, 67; КПД 0,9 на основе автоматизированного проектирования в T-FLEX PLM. Волновые механизмы - передачи, которые используют генераторы волн для генерации контролируемых упругих деформационных волн в гибких зубчатых передачах для достижения движения и передачи мощности. Они используются для решения важных задач аэрокосмической, робототехнической и станкостроительной отраслей, обладают компактной структурой, легким весом, малыми размерами, большим передаточным отношением, высокой эффективностью передачи и высокой точностью передачи [1-3].

Автором решены следующие задачи:

- Выполнены расчеты волновых передач КС с использованием редактора переменных T-FLEX CAD, модулей «Анализ», «Зубчатые передачи», прикладного расчетного программного обеспечения кафедры станков.
- Разработана 3D-модель и чертежная документация для трехскоростной КС.
- Описан процесс моделирования КС в T-FLEX CAD для дальнейшего использования в учебном процессе на кафедре станков в рамках курсов «Теория механизмов и машин» и «Компьютерная графика».

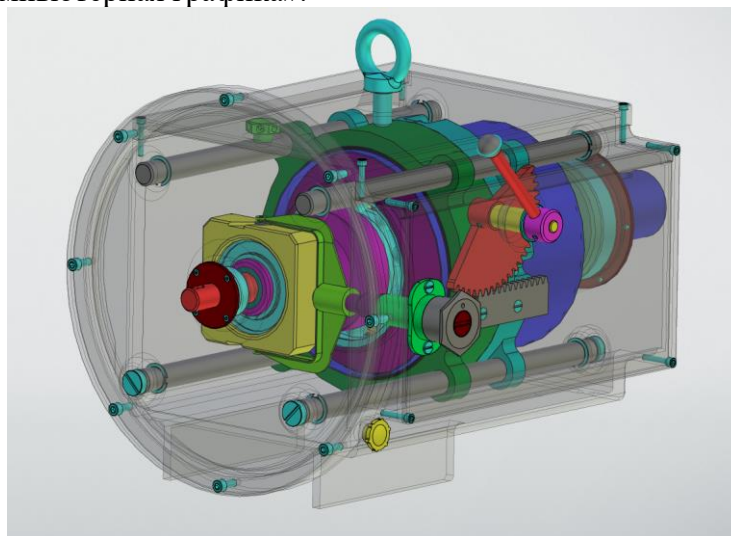


Рис. 1. 3D-модель волновой коробки скоростей

Библиографический список:

1. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов. М.-Л., Машиностроение, 1977. – 151 с.
2. Руденко В.Н. Планетарные и волновые передачи. М. Машиностроение, 1980. – 148 с.
3. Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Ягольницер О.В. Совершенствование методики проектирования волновых редукторов и ее использования в конструкторской подготовке студентов-машиностроителей // Вестник МГТУ «СТАНКИН». 2017. № 2. С. 23-26.

Научное издание

**Материалы 1-го этапа студенческой научно-практической конференции
«Автоматизация и информационные технологии (АИТ-2025)»**

Институт производственных технологий и инжиниринга

Сборник тезисов докладов. Том 1