

ИТОГОВЫЙ ОТЧЕТ ПО ПРОЕКТУ

Обладателя гранта Государственного Совета Республики Крым молодым ученым Республики Крым

Название проекта: «Повышение надежности работы метчиков при нарезании резьбы в труднообрабатываемых материалах технологическими методами».

Автор проекта: Джемалыдинов Руслан Марленович

Образовательная организация (научная организация): Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Республики Крым «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова».

Аннотация реализованного исследования: При механической обработке мерными инструментами, работающие с малыми толщинами среза, в основном осуществляется по генераторной схеме, режимы резания для таких операций находятся в близких диапазонах, а именно при скоростях не превышающих 20 м/мин, а припуск на сторону, как правило, находится в пределах от 0,01 до 0,2 мм. При изготовлении сложнопрофильных инструментов допуски на изготовление режущей и калибрующей поверхностей находятся в пределах 7 – 8 квалитетов. Как правило точностные характеристики обработанных поверхностей тоже должны находиться в одном диапазоне, порядка 6 – 9 квалитетов (при формообразовании развертками, прошивками, протяжками). При работе метчиками точность получаемого профиля значительно ниже и находится в пределах 11 – 13 квалитета. Поэтому можно сделать вывод, что есть значительный резерв для поиска решений повышения точности нарезания внутренних резьб.

Совершенствование процессов нарезания внутренней резьбы, особенно малых диаметров, является актуальной задачей и ее решение позволит существенно повысить производительность всего технологического процесса.

Также производительность процесса можно повысить при условии сохранения работоспособности инструмента. Причинами выходов из строя инструмента работающими по генераторной схеме, в том числе метчиками, можно выделить: интенсивный износ (абразивный, диффузионный и адгезионный) режущих поверхностей инструмента в зоне перехода заборной части в калибрующую; поломка и заклинивание режущего инструмента, особенно при обработке мелкоразмерных отверстий.

На отказы инструмента оказывают существенное влияние недостаточная жесткость металлорежущего оборудования и оснастки, возможные дефекты при изготовлении инструмента, несовершенство технологического процесса в плане расчета необходимого размера отверстий полученных на предыдущих операциях, а именно отсутствие учета свойств обрабатываемого материала. Вышеуказанные дефекты на производстве приводят к погрешностям

исполнительных размеров уже готовых деталей, выражаемые в увеличении среднего диаметра профиля резьбы, превышении значений указанной на чертеже шероховатости поверхности профиля, формировании неполного профиля резьбы.

Как показывают промышленные испытания, поломка метчиков происходит при увеличении значений крутящего момента в 2,5 раза от заданных производителем значений. Процент отказов метчиков, по данным производства, находится в пределах от 20 до 85 %, при этом доля поломок пропорционально увеличивается с уменьшением размера получаемого диаметра. В связи с этим основной упор в исследованиях следует делать именно на снижение крутящего момента, что позволит значительно повысить надежность инструмента и получить резьбовой профиль требуемого качества.

Научно-исследовательские работы и мероприятия осуществляемые в процессе реализации этапов исследования:

№	Содержание научно-исследовательской работы	Дата осуществления	Степень реализации
Теоретический этап			
1.	Изучение влияния различных масел-основ, произрастающих на территории Республики Крым, на процессы трения и резания	05.02.2024- 29.03.2024	выполнено
2.	Исследование остатков масел в отходах после операции холодного отжима	21.03.2024- 19.04.2024	выполнено
3.	Исследование методов повышения стойкости режущего инструмента	01.03.2024- 15.03.2024	выполнено
4.	Изучение технологий получения эфиров жирных кислот из натуральных масел	19.04.2024- 06.05.2024	выполнено
7.	Изучение методов подачи смазочно-охлаждающих технологических сред в зону резания	19.04.2024- 06.05.2024	выполнено
Методика проведения экспериментальных исследований			
1.	Выбор металлорежущего инструмента с необходимыми параметрами	06.05.2024- 17.05.2024	выполнено

2.	Подбор обрабатываемого материала, идентичного с применяемыми на производстве	17.05.2024-31.05.2024	выполнено
3.	Разработка методики получения эфиров жирных кислот с применением экологически безопасным катализатором	31.05.2024-20.06.2024	выполнено
4.	Создание экспериментального стенда для измельчения сырья, экстракции и переэтерификации	20.06.2024-28.08.2024	выполнено
Проведение экспериментальных исследований			
1.	Определение оптимальных технологических сред на основе сложных эфиров масел с учетом характеристик обрабатываемого материала	28.08.2024-20.09.2024	выполнено
2.	Оценка влияния применяемой технологической среды на составляющие результирующей силы резания и крутящий момент	20.09.2024-07.10.2024	выполнено
3.	Оценка влияния работоспособности мелкогабаритных метчиков в зависимости от применяемой технологической среды на основе сложных эфиров	07.10.2024-30.10.2024	выполнено
4.	Проведение испытаний влияния синтезированных технологических сред в условиях реального производства с учетом характеристик работоспособности инструмента	30.10.2024-14.11.2024	выполнено
5.	Разработка рекомендаций по применению синтезируемых составов для конкретных условий обработки с учетом параметров обрабатываемых поверхностей и марки обрабатываемого материала	14.11.2024-28.11.2021	выполнено

2. Достижение цели и основных задачи исследования:

Целью проекта является повышение работоспособности метчиков при обработке внутренних резьб в труднообрабатываемых материалах за счет усовершенствования технологического процесса.

Для достижения поставленной **цели** были решены следующие **задачи**:

1. Предложена технология получения экологически безопасных СОТС на основе сложных эфиров жирных кислот из отходов холодного отжима маслических культур произрастающих на территории Республики Крым путем химического синтеза.

2. Разработана методика исследований, которая предусматривает получение смазочно-охлаждающих технологических сред на основе эфиров жирных кислот, подбор диаметра отверстия под резьбу с учетом свойств материала и необходимой термической обработки, подбор рациональных режимов резания.

3. Расчетными и экспериментальными методами получены практические рекомендации по применению экологически безопасных СОТС для конкретных условий обработки.

4. Определено влияние синтезированных составов на работоспособность мелкогабаритных метчиков при нарезании резьбы в труднообрабатываемых материалах.

3. Использование результатов исследования:

Практическая ценность работы заключается в том, что в качестве ключевого сырья применяются продукты отходов холодного отжима маслических культур. Для экстракции остатков масел из измельченного сырья применяется этиловый спирт, который в объеме до 90% отгоняется на делительной воронке и повторно используется при следующей экстракции.

Применение технологических сред с выраженными смазывающими функциями на операциях с использованием мелкогабаритного инструмента напрямую влияет на процессы упруго-пластических деформаций в работе резания и роль таких средкратно возрастает при изменении соотношения толщины режущей кромки к объему срезаемого материала.

Кроме того, ряд жирных кислот в составах масел выступают в качестве поверхностно-активных веществ, тем самым благоприятно влияют на трибологию процесса и как следствие снижают составляющие силы резания и крутящий момент, что приводит к повышению стойкости режущего инструмента.

За счет летучести составов сложных эфиров решается основная проблема применения масел растительной природы – полимеризация с образованием труднорастворимых пленок.

4. Наработки автора по тематике реализованного исследования:

Публикации в журналах ВАК РФ

1. Э. Р. Ваниев. Особенности моделирования шероховатости поверхности при фрезеровании нержавеющей стали с применением различных сред / Э. Р. Ваниев, **Р. М. Джемалядинов**, И. Э. Теминдаров, Э. Л. Бекиров // Научные технологии в машиностроении, 2024. – №4 (154). – С. 19-28, 9 п.л.

2. Умеров Э. Д. Экспериментальная оценка влияния масляных соев с присадками наноглинистых минералов на силы резания и шероховатость обработанной поверхности / Э. Д. Умеров, **Р. М. Джемалядинов**, В. В. Скакун // Таврический вестник аграрной науки, 2024. – № 4 (40). – С. 249-258, 9 п.л.

Публикации в журналах, входящих в перечень РИНЦ

1. **Джемалядинов Р. М.** Анализ процесса обработки материалов на лазерных и фрезерных станках с ЧПУ / А. А. Раевский, И. Э. Теминдаров, В. В. Скакун, **Р. М. Джемалядинов** // Bonum initium. – Симферополь: РИО: КИПУ имени Февзи Якубова, 2024. – № 19 (27). – С. 141-145, 4 п.л.

Патенты / регистрация программ ЭВМ

1. Способ получения эфиров жирных кислот из отходов производства растительных масел // Патент № 2829040. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации. Дата регистрации: 03 мая 2024. Дата публикации: 22 октября 2024. Патентообладатель(и): Аметов И. Э., **Джемалядинов Р. М.**, Теминдаров И. Э., Скакун В. В.

2. Устройство для выбора оптимальных смазочно-охлаждающих технологических средств, которые используются в паре трения инструмент – деталь // Патент № 225964. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации. Дата регистрации: 15 февраля 2024. Дата публикации: 15 мая 2024. Патентообладатель(и): Алиев А. И., Скакун В. В., **Джемалядинов Р. М.**, Ваниев Э. Р.

3. Способ измерения температурных и силовых параметров процесса резания при сверлении // Патент № 2812820. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации. Дата регистрации: 02 августа 2023. Дата публикации: 02 февраля 2024.

Патентообладатель(и): Скакун В. В., Джемалядинов Р. М., Теминдаров И. Э., Сефедин И. Б.Д.О.

Участие в международной конференции

1. **Джемалядинов Р. М.:** участник Международной научно-практической конференции "Современные технологии: Опыт внедрения, новые тренды и перспективы развития 2024", доклад «Технология получения смазочно-охлаждающих жидкостей из отходов масличных культур». Место проведения: г. Ялта, п.г.т. Кореиз, 17.09.2024.

5. Использование материально-технической базы для выполнения проекта:

Основные экспериментальные исследования проводились на базе кафедры технологии машиностроения ГБОУВО РК Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова.

Исходное сырье в виде жмыхов после холодного отжима измельчалось на механической мельнице, после чего проводился контроль необходимой массы измельченного сырья на аналитических весах. Экстракция остатков масел в сырье проводилась на магнитной мешалке 95% этанолом при соотношении массы измельченного жмыха к этанолу 1:5, время экстракции составляло 5-6 часов, с последующей фильтрацией экстракта. Фильтрация экстракта проводят методом естественной фильтрации с последующей двукратной промывкой этиловым спиртом. Выход эфирных масел и жирных кислот, входящих в состав жмыхов, составил в конце первого этапа от 88 до 91%.

Процесс переэтерификации извлеченных масел осуществлялся в присутствии катализатора (0,2% по массе этилата натрия) на 500 мл спиртового раствора масел) при температуре кипения смеси 79-80°C в течение 5 часов при постоянном перемешивании на магнитной мешалке. Переэтерификация приводит к получению этиловых эфиров жирных кислот, а также сложных и простых эфиров эфирных масел.

После нейтрализации полученного раствора 5% раствором соляной кислоты производят отгонку избытка этанола и отделение смеси этиловых эфиров от солевого водного раствора делительной воронкой.

На разработанную технологию получен патент на изобретение (№ 2829040)

В качестве режущего инструмента применялись метчики М1.6 – М2 мм.

Для контроля силовых параметров процесса резания в лабораторных условиях применялся многокомпонентный тензометрический датчик с

комплектom оснастки М30-3-6к. Контроль величины износа режущих кромок осуществлялся на измерительном микроскопе ИМЦЛ 150х75(2) Б.

Применение данного материально-технического оснащения, позволило в полном объеме реализовать запланированный проект.

16 декабря 2024 г.

Р.М. Джемалудинов