

Материалы VIII Региональной заочной научно-практической конференции



**«Проектно-исследовательская деятельность
обучающихся, в номинации
«Машиностроение, металлообработка»»**

УДК 37

Печатается по решению оргкомитета конференции

Материалы XX Краевой заочной научно-практической конференции «Проектно-исследовательская деятельность обучающихся, в номинации «Машиностроение, металлообработка», 28 ноября 2025 г. - Пермь, 2025- 76 с.

Ответственный за выпуск: А.А. Бородич, Регионального учебного методического объединения «Машиностроение, металлообработка»

Сборник содержит материалы XX Краевой заочной научно-практической конференции «Проектно-исследовательская деятельность обучающихся, в номинации «Машиностроение, металлообработка»». Материалы публикуются в авторской редакции.

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Пермский политехнический колледж имени Н.Г. Славянова»

ОГЛАВЛЕНИЕ

АДДИТИВНАЯ ПЕЧАТЬ ПЛАСТИКА АБС. Жукова Полина Игоревна.....	4
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛИЗЕВИКА PHYSARUM POLYCERNALE ДЛЯ РЕШЕНИЯ NP-ТРУДНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ. Колесник Тимофей Геннадьевич.....	10
АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. Жукова Полина Игоревна, Оборина Анастасия Михайловна	17
ИСТОРИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ И МОДИФИКАЦИИ БОЕВОЙ МАШИНЫ 9А52 «СМЕРЧ», РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ К НЕМУ, И ЛИЧНЫЙ ВКЛАД В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС. Гузиков Дмитрий Андреевич	30
155-ММ КРУПНОКАЛИБЕРНОЕ ОРУДИЕ МЗ-158: ЛИЧНЫЙ ВКЛАД В ПРОИЗВОДСТВО И МОДЕРНИЗАЦИЮ. Гилев Илья Михайлович	37
УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДУЛЬНАЯ ГУСЕНИЧНАЯ ТЕЛЕЖКА. Зубакин Дмитрий Владимирович	46
ПРИМЕНЕНИЕ НЕМЕЦКОЙ ТЕХНИКИ В ВОЙСКАХ КРАСНОЙ АРМИИ В ГОДЫ ВЕЛИКО ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ. Бородич Матвей Алексеевич	49
ЕВКЛИД И НЕЕВКЛИДОВА ГЕОМЕТРИЯ. Пономарев Антон Сергеевич .	54
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ. Жукова Полина Игоревна, Оборина Анастасия Михайловна	61
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ БАЛЛИСТИКИ И АКУСТИКИ В ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ. Башков Константин Николаевич, Хорошев Василий Александрович.....	65
РАЗРАБОТКА ТОЧИЛЬНОГО СТАНКА. Симаков Кирилл Александрович .	71

АДДИТИВНАЯ ПЕЧАТЬ ПЛАСТИКА АБС. Жукова Полина Игоревна

Руководитель: Потапов Ю. А.

Аннотация

Рассмотрен процесс печати 3д моделей, проанализированы сложности задания печати 3д моделей в программе суга. Рассмотрен процесс печати с редактора суга. Выявлены дефекты печати и отклонения от размеров диаметров и длин при печати. Проведено исследование печати длин и диаметров.

Ключевые слова: Дифференциал, 3D-печать, редуктор, размер, отклонения.

Введение

В постоянно развивающемся мире необходимо пользоваться современными технологиями, чтоб быть конкурентно способными в гибкой рыночной экономике. Аддитивное производство имеет широкий спектр реализации в различных отраслях. Перед инженерами ставятся задачи получения 3Д моделей, печать 3д модели с заданием параметров печати. Привлекаются нейросети и целые исследовательские лаборатории для разработки различных материалов для аддитивной печати. Развитие прямой логистической цепочки от поставщика к потребителю позволило получить комплексное развитие аддитивной печати. К примеру, появление приборов перерабатывающих пластик в катушки для печати позволит снизить количество не перерабатываемого мусора. Поэтому проблема точности 3д печати являются актуальной, поскольку пластик является ресурсом для производства.

Для анализа проблемы точности 3д печати, использован принтер модели shost6, в заявленном принтере в паспорте указана точность печати 0,01. При печати механизма дифференциала выяснилось, сборка не

собралась. Для выявления проблемы прозвались замеры микрометрами МК-25-1, МК-50-1, МК-75-1. Появлялись отклонения по длинам и диаметрам, поэтому сборка не сошлась. Для исследования установлена, температура стала 70 градусов и температура сопла 200 градусов. Печать на принтере производилась одной катушкой, для наиболее приближенности однородности пластика. Для исследования был выбрана катушка АБС пластика произведена печать цилиндров следующими параметрами: диаметром 15,4 мм и длиной 4.4. Вследствие усадки пластика и не правильной температуры нагрева стола получила погрешность 0,1, которая превышает погрешность, заявленную в паспорте оборудования, результаты измерения показаны в таблице 1. Измерения производились МК-25-1.

	длина	диаметер
Категория 1	4,4	15,4
Категория 2	4,3	15,5
Категория 3	4,3	15,3
Категория 4	4,3	15,4

Таблица 1. Изменения диаметров и длин.

Для увеличения точности произвели изменения температуры стола и сопла. Температуру увеличиваем равномерно, как и рекомендуют источники для получения наиболее качественной печати. Ниже представлен график увеличения температуры стола и сопла Рис 2.

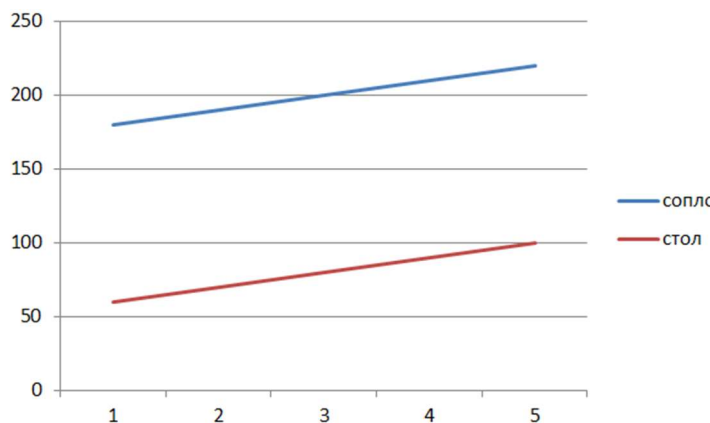


Рис 2. График увеличения температуры стола и сопла.

В результате длительных настроек и разбора 3д принтера, пробным методом температура стола, при которой достигается прилипание детали, при которой не происходит отлипание детали. Для нами исследуемого пластика убедились, в результате температура стола 70 градусов является идеальной. С другой температурой пластик отлипает от стола или получаем не равномерное остывание пластика. Если ниже температура получаем отлипание, в случае дальнейшего увеличения температуры получаем не нужное напряжение в материале. Для повышения агезия первого слоя при печати: произвожу калибровку стола, настройку слайсера, использую клей для печати и юбку для равномерного остывания пластика.

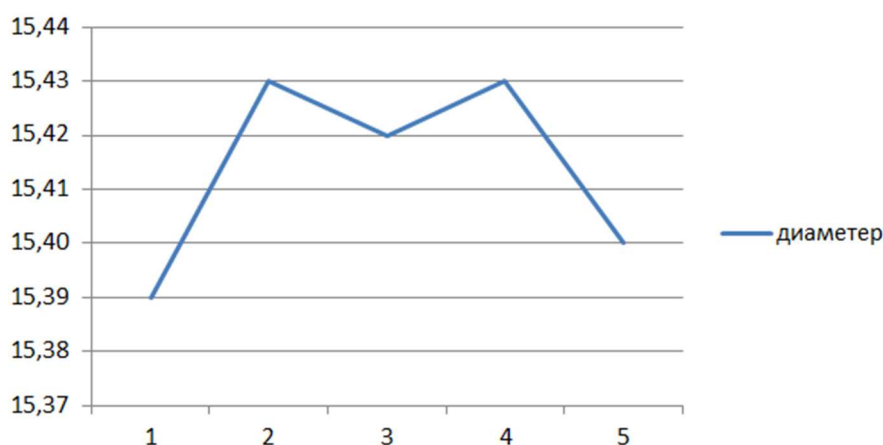


Рис 4. Температура сопла 200 градусов, измерение диаметров

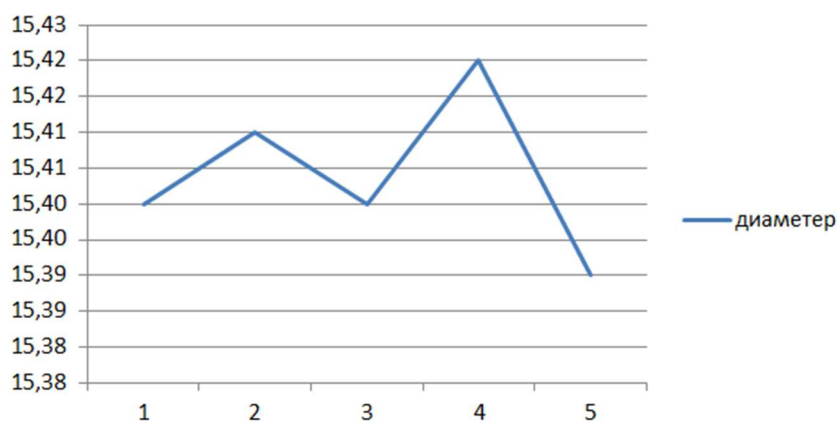


Рис 5. Температура сопла 210 градусов, измерение диаметров

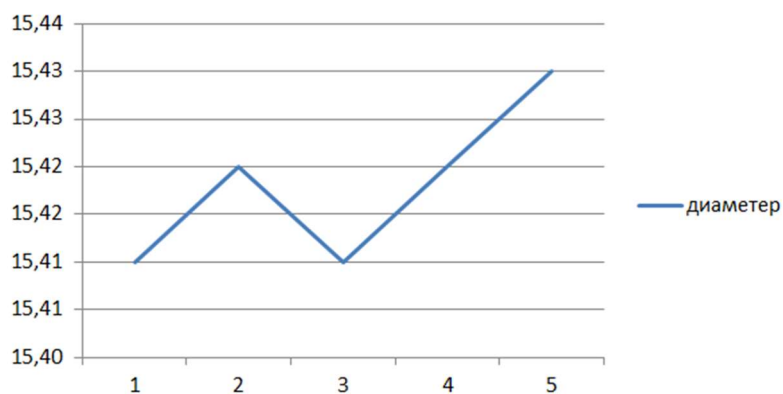


Рис 6. Температура сопла 220 градусов, измерение диаметров

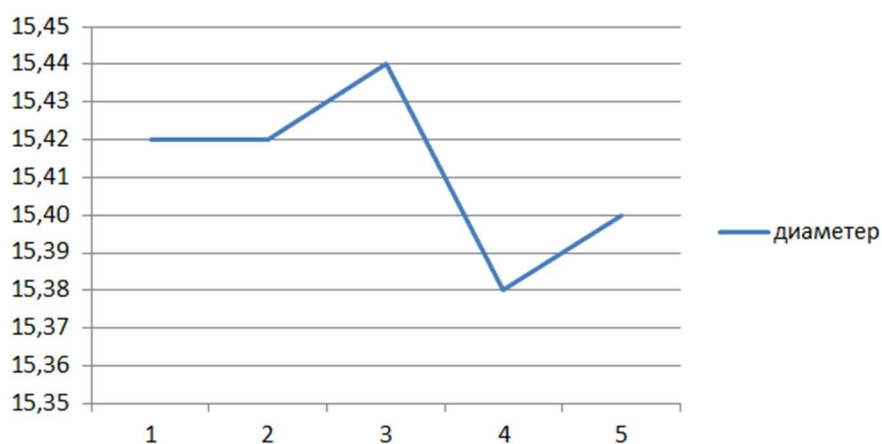


Рис 7. Температура сопла 230 градусов, измерение диаметров

Температура стола 70 градусов и температура сопла 210 градусов дала наиболее точные результаты при печати диаметров. Чтоб добиться наиболее точной печати, ранее описаны действия для увеличения точности предпринятые мною. Из этого можно сделать вывод пластик имеет не однородный состав, для этого температуру сопла приходится регулировать это позволяет получить более качественную печать.

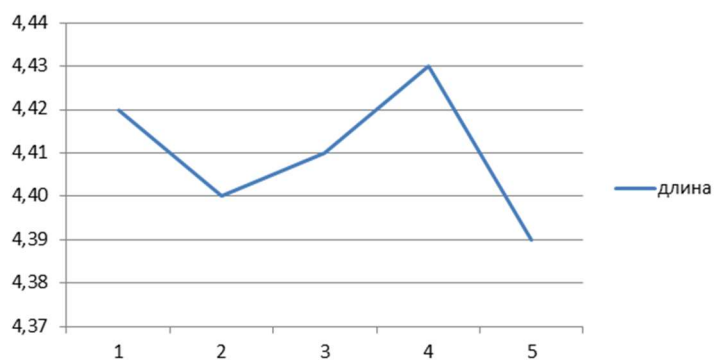


Рис 8. Температура сопла 200 градусов, измерение диаметров

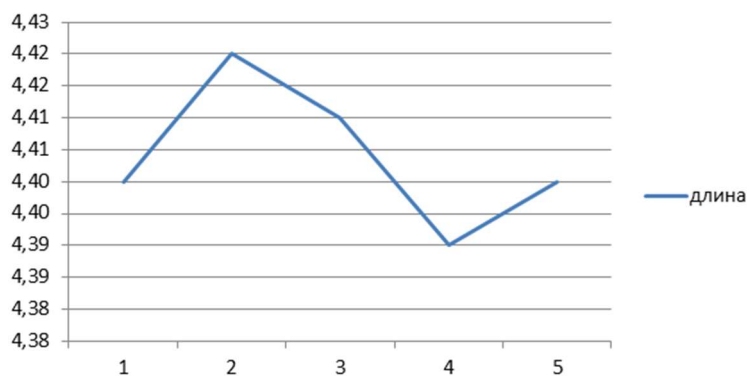


Рис 9. Температура сопла 210 градусов, измерение диаметров

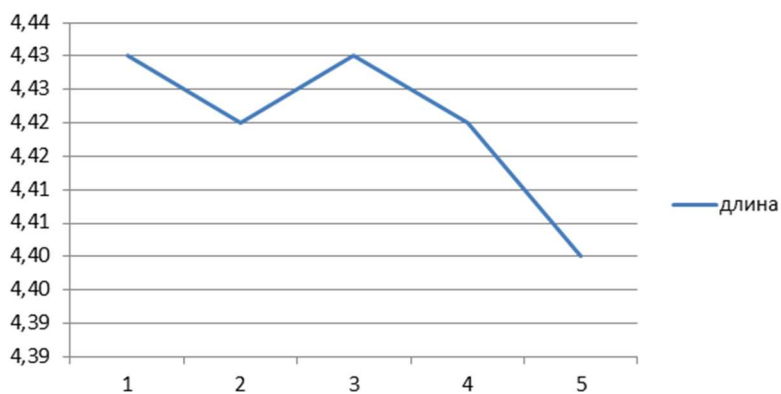


Рис 10. Температура сопла 220 градусов, измерение диаметров

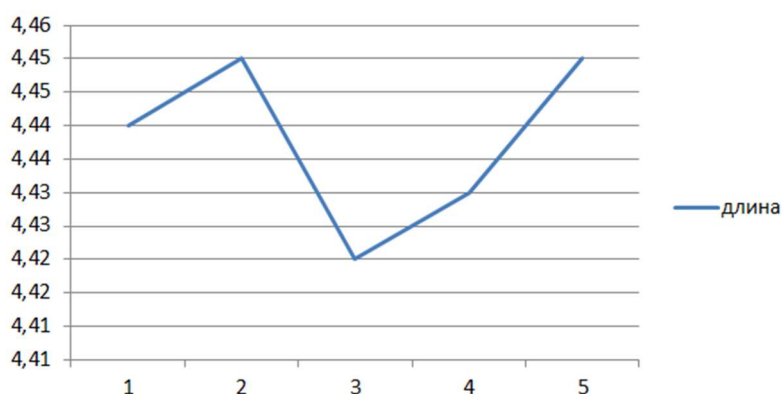


Рис 11. Температура сопла 230 градусов, измерение диаметров

В результате печати длин выявили, что точность длин легче получить, чем диаметр. Температура печати для печати длины рекомендована 210 градусов и имеет полное соответствие с печатью диаметров. Стоит отметить при печати длины, не было длины, которая не вышла заявленный диапазон точности отклонения 0,01. В сравнении с диаметром один диаметр вышел заявленный диапазон 15.42.

В результате исследования стоит отметить, выявлена зависимость точности печати от температуры, сопла, а также Агезии первого слоя. Желательно рекомендуется разработать алгоритм, который помогал бы при подборе температуры в зависимости от типа пластика на основе экспериментов была напечатана модель механизма дифференциала которая полностью работает. Выявлены погрешности, превышающие паспорт принтера. В результате 3д печати учтены различные аспекты химии и физики выявлена прямая зависимость школьных дисциплины с практическими навыками 3д печати. Модель планетарной передачи, напечатанная на 3D-принтере, успешно демонстрирует свой принцип действия и кинематические возможности. Проект подтвердил, что аддитивные технологии позволяют быстро и с минимальными затратами создавать функциональные и наглядные образцы сложных механических систем для использования в учебном процессе и при конструкторских разработках. Итогом работы стала полностью работоспособная модель, готовая к использованию в качестве

демонстрационного пособия.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛИЗЕВИКА *PHYSARUM POLYCEPHALUM* ДЛЯ РЕШЕНИЯ NP-ТРУДНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ. *Колесник Тимофей Геннадьевич*

Руководитель: Венрева С. В.

ВВЕДЕНИЕ

В эпоху экспоненциального роста данных и сложности вычислительных проблем традиционные цифровые компьютеры сталкиваются с фундаментальными ограничениями, особенно в области NP-трудных задач оптимизации, таких как задача коммивояжёра (TSP). Классические алгоритмы либо требуют непрактично большого времени для точного решения, либо довольствуются приближёнными ответами, что критично для логистики, проектирования микросхем, биоинформатики и искусственного интеллекта. В этом контексте поиск принципиально новых, энергоэффективных методов вычислений становится одной из ключевых задач современной науки.

Перспективным направлением является био-вдохновлённые и аналоговые вычисления, которые черпают идеи из адаптивных, децентрализованных и параллельных процессов, наблюдаемых в живой природе. Особый интерес представляет *Physarum polycephalum* — одноклеточный организм, не имеющий нервной системы, но демонстрирующий удивительно сложное поведение при решении задач поиска оптимального пути. Его способность эффективно справляться с TSP не просто расширяет наши знания о биологии, но и предлагает конкретные инженерные решения для преодоления «узких мест» в вычислительной технике.

Цель: рассмотрение феномена решения задачи коммивояжёра слизевиком *Physarum polycephalum* и его актуальности для современных технологий.

Задачи:

1. Раскрыть вычислительную сложность задачи коммивояжёра (TSP) и ограничения существующих методов её решения.
2. Описать ключевые биологические особенности *Physarum polycephalum*, обуславливающие его «интеллектуальное» поведение.
3. Проанализировать основные эксперименты, демонстрирующие способность слизевика к оптимизации (лабиринт, транспортные сети, TSP), с фокусом на временную эффективность.
4. Рассмотреть современные гипотезы о физических и биохимических механизмах, лежащих в основе принятия решений организмом.
5. Обобщить существующие и потенциальные приложения этого открытия в области аналоговых вычислений, робототехники, анализа данных и разработки новых алгоритмов искусственного интеллекта.

Таким образом, исследование *Physarum polycephalum* рассматривается не как исключительно биологический курьёз, а как междисциплинарный прорыв, способный повлиять на развитие вычислительных технологий, робототехники и методов анализа сложных систем.

1. Вычислительная сложность задачи коммивояжёра и ограничения классических методов

Задача коммивояжёра (TSP) является эталонной NP-трудной проблемой комбинаторной оптимизации, что означает практическую невозможность нахождения точного решения за линейное время при росте размера входных данных. Для n городов количество возможных решений составляет $\frac{(n-1)!}{2}$, что приводит к экспоненциальному взрыву вариантов.

Например, для 15 городов существует приблизительно 43 миллиарда маршрутов, полный перебор которых на современных суперкомпьютерах занял бы годы.

Существующие подходы демонстрируют фундаментальный компромисс:

- Точные алгоритмы гарантируют лучшее решение, но требуют времени, растущего экспоненциально с n , что неприменимо для реальных задач.
- Используемые на практике алгоритмы (карты и другие программы) работают за приемлемое время, но не гарантируют нахождения лучшего решения, часто «застревая» в локальных минимумах. Их производительность и качество решения сильно зависят от тонкой настройки параметров и специфики графа.

2. Биологические особенности *Physarum polycephalum* как основы «интеллектуального» поведения

Physarum polycephalum — гигантская многоядерная клетка (плазмодий), лишённая нервной системы, но демонстрирующая сложное адаптивное поведение, основанное на принципах децентрализованного управления, положительной/отрицательной обратной связи и морфологической памяти:

- Адаптивный рост и поиск ресурсов: организм распространяется, формируя динамичную сеть трубочек (протоплазменных трубок), по которым циркулирует протоплазма. Встреча с источником пищи вызывает локальное утолщение трубок и усиление потока, а бесперспективные ветви «втягиваются» (ретрагируются).
- Базовая форма обучения: слизевик демонстрирует привыкание (габитуацию), т.е. может перестать реагировать на безвредные повторяющиеся раздражители (например, барьеры из соли или света), что

говорит о способности к простой форме поведения, основанной на прошлом опыте.

- Распределённое принятие решений: реакция организма является результатом коллективного взаимодействия ритмически сокращающихся элементов. Синхронизация этих сокращений через потоки протоплазмы позволяет всей системе действовать как единый биологический аналоговый компьютер, оценивающий множество параметров среды (концентрация питательных веществ, влажность, свет) параллельно.

- Экспериментальный анализ способности слизевика к оптимизации: от лабиринта до TSP

Ключевые эксперименты различных групп учёных неоднократно количественно доказали превосходство подхода слизевика в эффективности:

- Эксперимент с лабиринтом (2000): Помещённый во все ответвления лабиринта с пищей на входе и выходе, *Physarum* за несколько часов не просто нашёл путь, а оптимизировал свою структуру, сформировав единственную, наиболее короткую трубку вдоль оптимального маршрута, демонстрируя принцип минимизации длины пути.

- Моделирование транспортной сети Японии (2010): При размещении овсяных хлопьев в точках, соответствующих крупным городам, и освещении областей «гор», слизевик за 26 часов создал сеть, по топологии, балансу стоимости и отказоустойчивости сопоставимую с реальной железнодорожной сетью, построенной десятилетиями инженерных расчётов. Это показало способность решать многокритериальные задачи.

- Решение TSP в контролируемых условиях (2018): В эксперименте на чипе, где «города» моделировались участками с пищей, а пути — каналами, организм последовательно находил жизнеспособные маршруты. Ключевой результат — линейная зависимость времени решения от числа городов $O(n)$. В то время как традиционные алгоритмы для 8 городов анализируют 2520 перестановок, *Physarum* физически «вычислял»

решение, наращивая массу с постоянной скоростью, что делает его подход принципиально более масштабируемым для определённого класса задач.

3. Гипотезы о механизмах принятия решений: от морфологии до биохимии

Современные исследования предлагают материалистические объяснения «интеллекта» слизевика:

- Морфологическая (структурная) память: Исследования 2021 года показали, что при контакте с пищей организм выделяет вещество, которое локально размягчает и перестраивает актин-миозиновый цитоскелет трубки, делая её толще. Эта изменённая архитектура становится предпочтительным путём для будущих потоков протоплазмы, то есть прошлый опыт буквально «отливается» в форму тела.

- Динамика потоков и колебаний: Решения принимаются через децентрализованную обратную связь между потоком питательных веществ и ритмическими сокращениями. Более сильный поток по успешному пути усиливает сокращения, что, в свою очередь, увеличивает поток, создавая петлю положительной обратной связи. Конкурирующие, менее эффективные пути подавляются. Таким образом, оптимальный маршрут самоорганизуется через физические взаимодействия, а не рассчитывается централизованно.

4. Практические приложения и перспективы разработки

Открытия, связанные с *Physarum*, стимулируют развитие технологий в нескольких направлениях:

- Аналоговые и гибридные компьютеры: Созданы электронные схемы — «электронные амёбы» (лаборатория Такеши, Япония), использующие сеть резисторов и конденсаторов для имитации поведения слизевика. Такие аналоговые устройства потребляют мало энергии и могут быстро находить приближённые решения задач оптимизации, выступая как специализированные сопроцессоры.

- Биокибернетика и мягкая робототехника: *Physarum* интегрируется в гибридные системы: его используют как живой сенсорный элемент в чипах-лабораториях, а на основе мицелия грибов создают биологический контроллер для простых роботов, управляя их движением в ответ на свет. Это направление к адаптивным, самовосстанавливающимся машинам.

- Бивдохновлённые алгоритмы анализа сетей: Алгоритмы, имитирующие рост слизевика (например, модель роста трубок), применяются для реконструкции космической паутины тёмной материи, проектирования устойчивых телекоммуникационных сетей и анализа распространения информации в социальных сетях. Они эффективны для задач, где важна не только длина, но и избыточность и отказоустойчивость.

- Вклад в искусственный интеллект: Принципы децентрализованной адаптации и морфологического вычисления слизевика обогащают области роящегося интеллекта и нейроморфных вычислений, предлагая модели для создания более эффективных и устойчивых к сбоям вычислительных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ подтверждает, что изучение *Physarum polycephalum* — это не просто исследование биологического курьёза, а серьёзное междисциплинарное направление, предлагающее ответы на актуальные вычислительные вызовы.

Выполнение поставленных задач позволило сделать следующие выводы:

1. Ограничения классических алгоритмов для NP-трудных задач, таких как TSP, создают устойчивый спрос на альтернативные вычислительные парадигмы.

2. *Physarum polycephalum* обладает комплексом биологических особенностей (децентрализация, морфологическая память, адаптивность), которые в совокупности порождают эффективное поведение, аналогичное решению оптимизационных задач.

3. Эксперименты убедительно доказали, что организм решает задачи оптимизации (лабиринт, сети, TSP) с высокой временной эффективностью, демонстрируя линейную или близкую к ней сложность в противовес экспоненциальной у традиционных методов.

4. Механизмы принятия решений основаны на физико-химических процессах (структурная память, динамика потоков), что делает их потенциально воспроизводимыми в инженерных системах.

Таким образом, *Physarum polycephalum* выступает как живой прототип и источник вдохновения для новой вычислительной парадигмы — морфологического и аналогового вычисления. Перспективы этого направления лежат в создании специализированных сопроцессоров для задач оптимизации, разработке адаптивных материалов и алгоритмов для анализа сложных сетей, а также в углублении нашего понимания принципов децентрализованного интеллекта, что может оказать преобразующее влияние на робототехнику, ИИ и науки о данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Nakagaki, T., Yamada, H., & Tóth, Á. (2000). Maze-solving by an amoeboid organism. *Nature*, 407(6803), 470.
2. Tero, A., Takagi, S., Saigusa, T., et al. (2010). Rules for biologically inspired adaptive network design. *Science*, 327(5964), 439-442.
3. Jone, J., Adamatzky, A. (2016). Computation of the travelling salesman problem by a shrinking blob. *Natural Computing*, 15, 279–291.

4. Boussard, A., Fessel, A., Oettmeier, C., et al. (2021). Adaptive behaviour and learning in slime moulds: the role of oscillations. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 376(1820).
5. Whiting, J. G. H., de Lacy Costello, B. P. J., & Adamatzky, A. (2014). Towards slime mould chemical sensor: Mapping chemical inputs onto electrical potential dynamics of Physarum Polycephalum. Sensors and Actuators B: Chemical, 191, 844-853.
6. Cook, W. (2012). In Pursuit of the Traveling Salesman: Mathematics at the Limits of Computation. Princeton University Press.
7. Adamatzky, A. (Ed.). (2010). Physarum Machines: Computers from Slime Mould. World Scientific Series on Nonlinear Science.
8. Игнатъева, Е. (2018). "Умный" слизевик подскажет, как строить дороги. N+1.

**АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.** Жукова Полина Игоревна,
Оборина Анастасия Михайловна
Руководитель: Потапов Ю. А.

Представлен обзор ключевых методов механической обработки, применяемых сегодня для работы с композиционными материалами. Детально рассмотрены особенности их обрабатываемости, выявлены преимущества и недостатки различных технологических подходов. Особое внимание уделено анализу обработки резанием, включая специфику износа режущего инструмента и различные стратегии нанесения защитных покрытий. В обзоре также представлены два метода ультразвуковой обработки, освещены возможности лазерной резки и описан принцип гидроабразивной резки. В заключение статьи сделан вывод о будущем механической обработки композитов.

Ключевые слова: обработка резанием, ультразвуковая обработка, лазерная обработка, гидроабразивная резка, армирующие волокна, композиционный материал на металлической основе.

Введение

В свете стремительного развития в области материаловедения композиционные материалы (КМ) всё шире внедряются в различные сферы промышленности. Возникновение новых КМ, обладающих уникальным комплексом свойств, превосходящих характеристики традиционных материалов, ставит перед машиностроительной отраслью задачу разработки и вне научного направления. «Композиционные материалы с металлической и полимерной матрицей» («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года»).

Композиционные материалы: состав, свойства и методы обработки материалы и методы

Благодаря оптимальному сочетанию высокой прочности и малого веса, композиционные материалы (КМ) всё шире используются в различных отраслях промышленности. К ним относятся авиастроение, космонавтика, судостроение, строительство трубопроводов, электроника, автомобилестроение и другие области.

Как правило, КМ состоят из двух основных фаз: матрицы, которая является непрерывной и может быть представлена полимером, металлом или керамикой, и дисперсной (частицы) или непрерывной (волокна) фазы, состоящей из различных материалов, таких как стекло, графит, бор, арамидные волокна, а также различные оксиды, карбиды и нитриды. Важно отметить, что матричная фаза обычно характеризуется большей пластичностью и меньшей твердостью по сравнению с дисперсной фазой.

Главным способом механической обработки КМ является обработка резанием, при которой воздействие на материал осуществляется вращающимся режущим инструментом (токарная обработка, фрезерование,

шлифование). Помимо этого, используются также гидроабразивная, ультразвуковая и лазерная обработка.

Мировой опыт показывает, что обрабатываемость КМ имеет общие закономерности, несмотря на различия в их составе и характеристиках. Целесообразно классифицировать КМ по агрегатному состоянию, что облегчит подбор оптимальных режимов обработки.

При обработке резанием многих КМ не рекомендуется использовать традиционные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) из-за риска набухания, расслоения материала и активизации процессов водопоглощения. В тех случаях, когда охлаждение необходимо, предпочтительно использовать сжатый воздух без применения СОЖ.

Атрибу- т структуры КМ	Влияние на свойства КМ	Влияние на обрабатываемость КМ
Свойст- ва матрицы	Твердость, прочность, жесткость, термо - и влажностойкость, вязкость	Оптимальная прочность матрицы обеспечивает лучшую обрабатываемость
Уклад- ка и ориентация волокон	Анизотропия свойств	Различия в процессе резания вдоль и поперек волокон, риск расслоения при высокой анизотропии
Тип армирующег- о волокна	Прочность, жесткость	Высокая прочность волокна увеличивает силы

		резания и снижает количество обрабатываемых волокон
Диаметр армирующего волокна	Увеличение диаметра снижает прочность материала	Обрабатываемость ухудшается
Длина волокна	—	Короткие волокна увеличивают склонность к расслоению и вытягиванию волокон, ухудшая обрабатываемость

Механическая обработка металлических (МКМ) и полимерных (ПКМ) композиционных материалов включает как традиционные методы (токарная обработка, фрезерование, шлифование), так и современные подходы (лазерная резка, гидроабразивная резка) и их комбинации. Для керамических (ККМ) и углерод-углеродных (УУКМ) композитов чаще всего применяется ультразвуковая обработка

Сравнение Методов Механической Обработки Композитов

Преимущества и недостатки различных подходов к механической обработке КМ суммированы в таблице 2.

Таблица 2 Сравнительный анализ методов механической обработки композиционных материалов (КМ)

Метод обработки	Преимущества	Недостатки
------------------------	---------------------	-------------------

Механическая (резание)	Высокая точность, низкая шероховатость поверхности	Быстрый износ инструмента, риск расслоения и вырывания волокон, высокая температура в зоне резания, приводящая к термическому повреждению матрицы
Гидроабразивная	Высокая производительность, возможность обработки толстых материалов, отсутствие термического влияния на матрицу	Высокая шероховатость поверхности, возможность насыщения материала водой
Лазерная	Высокая точность, возможность обработки сложных форм	Термическое разрушение матрицы с нежелательным плавлением краев, выделение вредных веществ (дыма и пыли)
Ультразвуковая	Высокая точность, низкая шероховатость, минимальное расслоение	Относительно низкая производительность, высокая стоимость оборудования

	материала	
--	-----------	--

Обработка резанием металлических композиционных материалов (МКМ)

Для придания требуемой формы изделиям из металлических композиционных материалов (МКМ) применяется механическая обработка резанием. В ее состав входят такие операции, как токарная обработка, сверление, фрезерование и другие, которые осуществляются на токарных и фрезерных станках, а также на многофункциональных обрабатывающих центрах.

Токарная обработка МКМ используется для изготовления деталей стандартной геометрии. При обработке длинных заготовок на токарно-винторезных станках (например, моделей 1K62, 16K20) для минимизации прогиба материала применяются специальные приспособления - люнеты.

Основная проблема при обработке МКМ заключается в обеспечении высокого качества поверхностного слоя, который критически важен для эксплуатационных характеристик изделия. При механической обработке происходит изменение состояния поверхностного слоя и пересечение армирующих волокон, что может снизить прочность материала до 20%. Такая ситуация обусловлена специфическими свойствами МКМ: анизотропией, сложной структурой, высокой прочностью, низкой теплопроводностью и повышенной твердостью наполнителя. Поэтому выбор подходящего режущего инструмента является первостепенной задачей.

Экспериментальные исследования показали, что доминирующий износ режущего инструмента при обработке материалов с МКМ локализуется на его задней поверхности (см. рис. 1). Это явление обусловлено упругим восстановлением материала после прохода лезвия. Износ передней поверхности инструмента менее значителен и, по-видимому, вызван

сочетанием высоких температур в зоне резания, трения о стружку и абразивного воздействия обрабатываемого материала.

Композиционные материалы

В обработке МКМ отмечается превосходство режущего инструмента с покрытием из поликристаллического алмаза и профильной впайкой вставок из PCD над инструментом с покрытием из оксида алюминия или карбида титана (Al/TiC). Это объясняется более высокой твердостью и теплопроводностью алмазного покрытия, что позволяет эффективно отводить тепло из зоны резания. Инструмент с покрытием из поликристаллического кубического нитрида бора считается оптимальным для обработки МКМ, превосходя твердосплавный инструмент без покрытия, состоящий в основном из карбидов вольфрама. Вставки, нанесенные методом химического осаждения из паровой фазы, значительно снижают износ инструмента при обработке МКМ. Они обладают исключительной твердостью при высоких температурах, характеризуются хорошей прочностью и термостойкостью, что позволяет применять их при очень высоких скоростях резания и обеспечивает максимальную производительность при обработке материалов.

Ультразвуковые способы формообразования

При ультразвуковой обработке материал удаляется режущим инструментом, которому передаются колебания. Данный метод позволяет изготавливать изделия сложной формы из твердых и хрупких, труднообрабатываемых материалов, в том числе и КМ.

Существуют два основных метода ультразвуковой обработки.

Размерная ультразвуковая обработка – это процесс формообразования, при котором удаление материала происходит за счет режущего инструмента, колеблющегося с высокой частотой и низкой амплитудой в среде суспензии абразивного порошка. Инструмент осуществляет движение в вертикальном или ортогональном направлении относительно обрабатываемой поверхности

с амплитудой колебаний от 0,05 до 0,125 миллиметров. Для обработки используется суспензия, получаемая путем смешивания мелкодисперсного абразивного порошка с водой, которая наносится на режущую кромку инструмента. Типичные размеры зерен абразивного материала варьируются от 1000 до 10 мкм (зернистость от №10 до 80 по ГОСТ 2005), где меньшие зерна (большее количество зерен) обеспечивают более гладкую поверхность. В результате этого процесса форма режущего инструмента копируется на изделии.

Во втором подходе вибрации накладываются непосредственно на вращающийся режущий инструмент. Немецкая компания, специализирующаяся на производстве обрабатывающего оборудования, добилась значительных успехов в реализации данного метода. В 2013 году они представили линейку обрабатывающих центров, позволяющих изготавливать сложные детали из труднообрабатываемых композиционных материалов, керамики, стекла и корунда. Принцип работы этих центров, использующих данную технологию, иллюстрирован на рис. 3. Благодаря наложению ультразвуковых колебаний на осевое вращение инструмента достигается снижение силы резания до 40% по сравнению с традиционными методами обработки резанием. Данная технология способствует увеличению скорости и подачи, продлению срока службы инструмента и достижению шероховатости поверхности до 0,1 мкм.

При передаче ультразвуковых колебаний на режущий инструмент происходит комплексное воздействие на взаимодействие инструмента и обрабатываемого материала. Циклические изменения амплитуды и направления фактической скорости резания, а также кинематических углов инструмента, приводят к оптимизации формирования поверхностного слоя детали. Такое воздействие способствует снижению остаточных напряжений растяжения, улучшению условий трения на рабочих поверхностях инструмента и предотвращению налипания материала. Кроме того,

повышается динамическая устойчивость технологической системы "станок-приспособление-инструмент-деталь" и эффективность подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания.

Улучшаются условия трения на рабочих поверхностях инструмента, предотвращая налипание материала. Также, повышается динамическая устойчивость всей технологической системы "станок-приспособление-инструмент-деталь" и улучшается проникновение смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания. В результате наблюдается уменьшение сил резания и потребляемой мощности. Это особенно важно при обработке отверстий, где точность и качество поверхности играют решающую роль, а наличие заусенцев недопустимо, особенно при работе с композиционными материалами.

Обработка с применением лазерных технологий

Лазерная обработка предоставляет широкий спектр технологических возможностей, охватывая различные виды механической обработки. Среди наиболее распространенных операций можно выделить раскрой листовых материалов по сложным контурам, гравирование, наплавку, сварку, закалку, а также сверление различными методами, включая одноимпульсное сверление, ударное трепанирование и сверление лазерным спиральным сверлом.

Оптимизация раскроя листового материала является ключевым этапом в заготовительном процессе. Лазерная резка, являясь передовым методом, широко используется в серийном производстве изделий из различных материалов, в том числе металлокерамических и полимерных композитов. Сфокусированный лазерный луч, управляемый специализированным программным обеспечением станка, обеспечивает необходимую концентрацию энергии для прорезания листового материала любой толщины и состава.

Лазерная гравировка представляет собой процесс нанесения изображений или текста на изделие с использованием сфокусированного лазерного луча, создающего определенную глубину рельефа.

При лазерной наплавке осуществляется нанесение материала с использованием лазерного луча. Лазерный луч создаёт расплавленную ванну, в которую подаётся присадочный материал в форме порошка или проволоки. Наплавка может осуществляться как непрерывным лазером, обеспечивающим высокую скорость обработки, так и импульсным лазером, который характеризуется большей пиковой мощностью.

Сварка материалов лазерным лучом получила широкое распространение, особенно в автомобильной промышленности, как автоматизированный процесс сборки объемных конструкций. Лазерный пучок в качестве, являясь концентрированным источником тепла, позволяет формировать узкие и глубокие сварные швы с высокой скоростью. LBW (Laser Beam Welding - лазерная сварка) позволяет сваривать углеродистые, никелевые и коррозионностойкие стали, алюминий и титан. Тем не менее, быстрое охлаждение при сварке сталей с высоким содержанием углерода может стать причиной образования трещин. Качество швов, полученных методом лазерной дуговой сварки (LBW), сопоставимо с качеством швов, получаемых при электронно-лучевой сварке (EBW). Скорость сварки зависит от мощности лазерного излучения и характеристик обрабатываемого материала, таких как тип и толщина.

Преимущества LBW перед EBW включают: передачу лазерного луча через воздух, что исключает необходимость вакуума; легкость автоматизации процесса с помощью роботизированного оборудования; отсутствие рентгеновского излучения; и, как следствие, более высокое качество сварки.

Гибридная лазерная сварка представляет собой развитие технологии лазерной дуговой сварки (LBW), успешно синтезируя достоинства обоих методов.

Использование лазера обеспечивает высокую точность позиционирования, в то время как сварка в защитной газовой среде гарантирует полное заполнение шва расплавленным металлом. При этом скорость сварки при гибридном подходе существенно превосходит скорость, достижимую при традиционной дуговой сварке в защитной атмосфере (GMAW). В результате гибридная лазерная сварка позволяет получить соединение более высокого качества, чем LBW.

Сверление отверстий с использованием лазерных технологий является одним из наиболее распространенных методов обработки. Этот метод широко применяется для получения отверстий не только в материалах высокой твердости, но и при обработке особо хрупких материалов. Если сверление отверстий цельными сверлами диаметром менее 250 мкм представляет собой сложную практическую задачу, то лазерное сверление позволяет получать отверстия с диаметром, соизмеримым с длиной волны излучения, с высокой точностью позиционирования.

Лазерное спекание является аддитивным методом производства, реализуемым с помощью лазера. Данная технология позволяет оперативно изготавливать детали и образцы сложной конфигурации из порошкообразных материалов, таких как высококачественные инструментальные стали, алюминий и титан. Благодаря широкому спектру решаемых задач метод лазерного спекания обладает значительным промышленным потенциалом.

Использование лазерных методов обработки исключает прямое механическое воздействие на материал, что сводит к минимуму деформации и обеспечивает максимальную точность. В процессе резки мощный световой поток концентрируется на определенной области, вызывая плавление или испарение материала.

Ввиду того, что композиционные материалы представляют собой сложную систему из нескольких компонентов, оптимальный выбор длины волны лазерного излучения приобретает первостепенное значение. В случае, когда матрица и армирующий компонент КМ являются органическими, они поглощают практически всю энергию лазерного луча. При достаточно высокой мощности лазера можно добиться того, что луч пройдет сквозь весь обрабатываемый материал, формируя ровные и чистые края.

Лазерная обработка представляется перспективным методом для обработки как традиционных материалов, так и композиционных. При этом эффективно решается широкий спектр задач, возникающих в процессе механической обработки.

Гидроабразивная резка

Применение лазерной обработки материала исключает непосредственное механическое воздействие, что минимизирует риск деформации и гарантирует высокую точность исполнения. В процессе резки мощный световой поток концентрируется на определенной области, вызывая плавление или испарение материала. Поскольку композиционные материалы характеризуются сочетанием нескольких компонентов, правильный выбор длины волны лазера является критически важным параметром. При использовании органических матриц и армирующих элементов в композиционном материале, наблюдается практически полное поглощение энергии лазерного луча обоими компонентами. При достаточно высокой мощности лазера можно добиться того, что луч пройдет сквозь весь обрабатываемый материал, формируя ровные и чистые края. Лазерная обработка представляется перспективным методом для обработки как традиционных материалов, так и композиционных. При этом эффективно решается широкий спектр задач, возникающих в процессе механической обработки.

Заключение

В настоящее время в научно-технической литературе не представлены систематизированные сведения о процессах формирования структуры изделий из композиционных материалов.

Достижение требуемых геометрических параметров и качества поверхности изделий возможно, в частности, посредством подбора режимов резания, основанных на опыте обработки традиционных материалов. Однако существующие эмпирические зависимости не учитывают анизотропные свойства современных КМ.

Анализ имеющихся научных исследований показал, что актуальные технологии изготовления режущего инструмента для обработки композитных материалов нуждаются в более глубоком изучении. Это определяет направления для исследования новых материалов, способных повысить стойкость режущего инструмента, а также для разработки и внедрения конструкторско-технологических решений, направленных на оптимизацию процессов формообразования изделий из КМ.

Среди современных методов формообразования изделий из композитных материалов (КМ) особое внимание уделяется комбинированному подходу, объединяющему технологии лазерной обработки и аддитивного производства. Данный тандем открывает широкие перспективы для создания сложных геометрических форм с высокой точностью и качеством.

Автоматизация операций по обработке материалов, а также интеграция различных технологий резки играют ключевую роль в современном промышленном производстве. Они позволяют выпускать высококачественную продукцию в кратчайшие сроки при одновременном снижении производственных затрат.

ИСТОРИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ И МОДИФИКАЦИИ БОЕВОЙ МАШИНЫ 9А52 «СМЕРЧ», РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ К НЕМУ, И ЛИЧНЫЙ ВКЛАД В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС. Гузиков

Дмитрий Андреевич

Руководитель: Бородич А. А.

ВЕДЕНИЕ

В 1987 году на вооружение советской армии поступила невиданная по мощности ранее боевая машина. Орудие было разработано в специальном конструкторском бюро завода имени В.И. Ленина в Перми под руководством выдающегося конструктора Юрия Калачникова. Оно получило индекс по ГРАУ 9А52 и имя «Смерч». Представляла собой 12 труб-направляющих калибром 300 мм, стоящих на базе грузовика МАЗ-79111 с колесной формулой 8×8. На тот момент РСЗО «Смерч» была самой мощной и самой дальнобойной реактивной системой залпового огня в мире. Залп батареи из шести «Смерчей» способен остановить движение и уничтожить целую дивизию, или сровнять с землёй небольшой населенный пункт, а снаряды могли поражать цель на расстоянии до 70 километров. Изначально машина поступила в войска с единственным типом реактивных снарядов – 9М55К. Это был реактивный снаряд с кассетной головной частью (ГЧ), которая содержала 72 боевых элемента, несущих по 96 готовых тяжелых осколков и 360 лёгких. Только в одном снаряде располагалось до 32 832 поражающих элементов, которые являются огромной и ужасающей огневой мощностью. Однако, даже самому сильному оружию требуется модернизация, улучшения и нововведения, чтоб не отставать от прогресса противника.

1 РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ БОЕПРИПАСОВ

Первые нововведения произошли в девяностые и начало двухтысячных годов и коснулись в первую очередь снарядов. В 1992 году был разработан новый осколочно-фугасный боеприпас 9М55Ф. Снаряд имел отделяемую

головную часть и предназначался для поражения живой силы, небронированной и легкобронированной техники, разрушения командных пунктов, узлов связи и объектов инфраструктуры в тылу врага. Введение фугасных снарядов позволило использовать РСЗО не только для накрывания большой площади кассетами, но и бить строго и мощно по одной цели.

Далее в 1994-1996 гг. были созданы новые типы кассетных боеприпасов, предназначенных для выполнения различных задач. Снаряд 9М55К1 несёт в своей головной части самоприцеливающиеся боевые элементы «Мотив-3М». Они оснащены двухдиапазонными инфракрасными координаторами, которые самостоятельно ищут цель под углом до 30 градусов. Каждый из них способен пробить 70 мм брони с высоты до 100 метров. Теперь снаряд не просто накрывал своими поражающими элементами большую территорию, но и каждый этот элемент мог найти свою цель, что делало его смертоносной угрозой. Такие снаряды хорошо применимы на открытой местности: в поле, степи, но их использование почти неэффективно в сложном рельефе: лесу, горах или городе. Другой кассетный снаряд 9М55К4 предназначен для быстрого создания огромных минных полей. В своей головной части он несёт 25 противотанковых мин «ПТМ-3». Один полный залп «Смерча» позволял установить сразу 300 мин. Это позволяло существенно ускорить возведение минных полей для обороны объектов, возможно, прямо на пути врага. Ещё одним новым кассетным снарядом стал 9М55К5, который несёт в себе кумулятивно-осколочные боевые элементы. Головная часть содержит 646 поражающих элементов, которые способны пробивать до 120 мм брони. Данный тип снарядов особо эффективен против мотопехоты на марше на БМП или БТР.

Уникальным стал следующий термобарический снаряд 9М55С. Взрыв одного такого снаряда создает зону радиусом 25 метров, воздух в которой моментально нагревается свыше 1000 градусов по Цельсию. Такие реактивные снаряды особо хороши для поражения живой силы, будь то на

открытой местности или в фортификациях, а также небронированной и легкобронированной техники. А убойная дальность или стрельба целой батареи делает 9М55С одним из самых грозных реактивных снарядов.

Одним из самых необычных снарядов стал 9М534, разработанный в 2004 году. Он нес в себе разведывательный БПЛА «Типчак». В воздухе снаряд раскрывался, и беспилотник медленно спускался на парашюте, сканируя местность и передавая координаты целей. Предназначался для ведения оперативной разведки целей в течение 20 минут.

По настоящему инновационным стал снаряд 9М542, который был первым российским снарядом, который мог самостоятельно наводиться на цель по определенным координатам, используя для этого навигационную систему ГЛОНАСС. Головная часть снаряда при этом могла быть как осколочно-фугасной, так и кассетной, под любой тип боевых элементов.

2 9А52-4 «КАМА» И 9А55 «САРМА»

Глобальная модернизация и модификация 9А52 была представлена в 2007 году на авиационно-космическом салоне «МАКС-2007». Там была представлена новейшая российская боевая машина РСЗО 9А52-4 «Кама». Машина имела боевую часть из тех же трёхсотмиллиметровых трубнаправляющих, однако теперь их количество было снижено с 12 до 6. Новой базой для боевой машины стал не МАЗ, а КамАЗ-6350. Это было сделано в угоду облегчения системы, повышения её мобильности. РСЗО «Кама» была принята в войска довольно давно, однако, как оказалось позже, из-за сниженной проходимости и боевой мощи, не соответствовала современным реалиям ведения войны и не получила широкого использования.

Однако в дальнейшем, идеи и принципы, примененные в разработке «Камы» легли в основу нового РСЗО 9А55 «Сарма», представленной на Мотовилихинских заводах в 2025 году. Внешне новая боевая машина была очень похожа на «Каму»: тот же калибр 300 мм, те же 6 труб и КамАЗ в

качестве базы. Однако сейчас использование 6 труб вместо 12 получило практическое обоснование. Боевой опыт показал, что «Смерч» крайне редко выпускает полный пакет снарядов, а зачастую «отстреливается» двумя-тремя ракетами за выезд. Кроме того, важными нововведениями стало наличие современной электроники, систем управления снарядами, навигации и т.д., а также усиленная ходовая часть и кабина с дополнительной защитой.

РСЗО «Сарма» представила собой нечто среднее между легкой «Камой» и тяжелым «Смерчом». Масса её оптимально соответствует и мобильности, и скорости, и проходимости, если верить заявленным данным, а о действительных боевых показателях машины ещё только предстоит узнать, когда она окажется вблизи линии боевого столкновения.

3 9А54 «ТОРНАДО-С»

В 2016 году произошла самая глубокая и значимая модернизация «Смерча». На вооружение Российской армии поступила новейшая реактивная система, вошедшая в линейку РСЗО «Торнадо». Она получила имя 9А54 «Торнадо-С». Основным её предназначением стало поражение противника с дальних подступов, уничтожение живой силы, бронированной техники, укреплений, тактических ракет, а также объектов в глубоком тылу противника.

Боевая часть у неё вновь состояла из 12 труб-направляющих, а в качестве базы был выбран тот же тяжелый, но устойчивый и проходимый МАЗ. Из самых значимых изменений в данной машине, можно отметить усовершенствованную боевую часть, что позволило увеличить скорость и дальность полета снарядов, а также внедрение системы ГЛОНАСС, что облегчило использование управляемых и корректируемых снарядов. Корректировка и управление снарядом происходит за счет установления связи со спутником или беспилотником, который «видит» координаты цели и согласовывает их со снарядом, позволяя тому самостоятельно менять свою

траекторию в полете. Это позволяет достичь поражающей точности попадания и поразить одной ракетой даже небольшую цель. Дальнобойность машины достигла невиданных ранее 120 километров, с перспективой её увеличения аж до 200 километров.

Использование правильно подобранных боеприпасов, поражающая дальность и точность показывает, что после этой модернизации, РСЗО «Торнадо-С» вновь стало самой грозной, смертоносной и дальнобойной системой залпового огня в мире.

4 МОДЕРНИЗАЦИЯ 9А54 В НАШИ ДНИ С УЧЕТОМ БОЕВОГО ОПЫТА И ЛИЧНЫЙ ВКЛАД В ПРОИЗВОДСТВО

В 2022 году Россия начала специальную военную операцию и столкнулась с новыми, никому не известными ранее, реалиями войны. На фронте началось повсеместное использование БПЛА, как ударных, так и разведывательных, новых средств связи и других передовых технологий. Серьезные средства радиоэлектронной борьбы были не так распространены, а наличие на технике защиты от беспилотников было редкостью. Тогда началась гонка изобретательности. Кто успеет первым адаптироваться, у того и будет преимущество в бою.

Сперва, в ход пошла «русская смекалка»: бойцы сооружали защиту от дронов, «мангалы» из подручных средств, кустарными методами, а в качестве РЭБ использовались простые «глушилки» сигналов. Вскоре к делу присоединился ВПК. Заводы-изготовители сразу стали устанавливать на свою технику «мангалы» или РЭБ, чтоб техника была готова к бою в нынешних реалиях сразу с завода. Началась адаптация техники, в том числе 9А52 и 9А54, под установку на них комплектов дополнительной защиты и комплектов средств радиоэлектронного подавления. Последние представляют собой систему труб, опор и каркасов, которые устанавливаются на корпус техники, в которые далее устанавливается само

оборудование радиоэлектронного подавления. Такие комплекты позволяют заглушать вражеские сигналы связи, глушить дроны противника.

Работая в АО «СКБ», заводе-изготовителе 9А52, 9А54 и множества других передовых образцов российской артиллерии, мы с коллегами постоянно прикладываем руку к модернизации, усовершенствованию и внедрению в производство перспективных технологий изготовления деталей и узлов новейших образцов техники, в том числе и комплекта средств радиоэлектронного подавления для 9А54.

5 ВЫВОД

Первая версия 9А52 была разработана ещё в 1987. Уже тогда он показал себя как страшное и разрушительное оружие. Именно за счёт постоянного труда военно-промышленного комплекса по модернизации и улучшению изделия, разработке новых технологий, новых принципов работы, такие легендарные изделия как 9А52 «Смерч» получают всё новые и новые модификации, которые позволяют ему оставаться разрушительной силой на поле боя даже спустя почти 40 лет после выпуска. Благодаря современным гениям инженерной, рабочей и военной мысли, дело великого конструктора Юрия Калачникова живет и всё также идёт впереди планеты всей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. РСЗО «Смерч» - безжалостное совершенство [Электронный ресурс]. – URL: <https://topwar.ru/195741-rszo-smerch-bezzhalostnoe-sovershenstvo.html> (дата обращения: 27.09.2025)
2. Смерч (РСЗО) [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Смерч_\(РСЗО\)](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Смерч_(РСЗО)) (дата обращения: 27.09.2025)

3. Российский ответ HIMARS: Системы «Кама» и «Ураган-1М» [Электронный ресурс]. – URL: <https://topwar.ru/199651-rossijskij-otvet-himars-sistemy-kama-i-uragan-1m.html> (дата обращения: 27.09.2025)

4. Пришлось пойти на компромисс: Россия представила РСЗО «Сарма» [Электронный ресурс]. – URL: <https://topwar.ru/271257-prishlos-pojti-na-kompromiss-rossija-predstavila-rszo-sarma.html> (дата обращения: 27.09.2025)

ТЕЗИСЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Боевое могущество - совокупность характеристик артиллерийского орудия, включая калибр, длину ствола орудия и т.д.

Дульная энергия - это работа пороховых газов, сообщенная снаряду с определенной начальной скоростью.

Кучность огня - это боевое требование к артиллерийскому орудю, определяющее рассеивание снарядов в пределах площади эллиптической формы.

Затворная группа - узел артиллерийского орудия, отвечающего за явление выстрела, досылания выстрела и его дальнейшего извлечения из каморы.

Тактико-технические характеристики - боевые, служебные свойства изделия, описывающие качества орудия, такие как скорострельность, пробивная способность, масса, калибр и т.д.

ПОНЯТИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ГОСТ 1050-2013 “Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей”

ТП - технологический процесс.

МО - механическая обработка.

ЧПУ - числовое программное управление.

155-ММ КРУПНОКАЛИБЕРНОЕ ОРУДИЕ МЗ-158: ЛИЧНЫЙ ВКЛАД В ПРОИЗВОДСТВО И МОДЕРНИЗАЦИЮ. *Гилев Илья Михайлович*

Руководитель: Веретенников А. Л.

ВВЕДЕНИЕ

С момента своего зарождения крупнокалиберная артиллерия многократно доказала свою состоятельность на поле боя. Относительная простота конструкции, сравнительно с высоким боевым могуществом, дешевизна применяемых боеприпасов позволяют применять крупнокалиберную артиллерию в тех ситуациях, в которых не имеется возможности по тем или иным причинам применять реактивное, ракетное и прочие средства массового поражения противника. [2][3]

Примером отечественного крупнокалиберного орудия служит самоходная артиллерийская установка 2С19 “Мста-С”, оснащенная 152-мм гаубицей 2А64 - уже неоднократно доказавшая своё могущество во время проведения боевых операций. [2][3]

Очевидным является тот факт, что совершенствование ныне существующих или создание новых образцов вооружения опирается на перспективные технологии, позволяющие достичь следующих требований, таких как:

1. Увеличенная дульная энергия, обеспечивающая повышенную начальную скорость снаряда и дальность ведения огня;

2. Высокая кучность огня; [2][3]
3. Применение высокоточных боеприпасов, [2][3]
4. Повышенная надежность и живучесть при эксплуатации изделия по прямому назначению; [2][3]
5. Простота обслуживания и ремонта; [2][3]
6. Применение отечественных комплектующих и материалов; [2][3]
7. Уменьшение массы и габаритов. [2][3]

В качестве примера, подпадающим под современные требования, на рассмотрение была взята самоходная артиллерийская установка 2С19М1-155, вооруженная крупнокалиберным орудием калибра 154,94-мм (155-мм) - МЗ-158.

В ходе рассмотрения было выявлено, что орудие подпадает под современные требования и характеристики орудия актуальны на сегодняшний день.

Объект исследования - крупнокалиберное орудие МЗ-158.

Предмет исследования - механизм подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема.

Цель доклада - изучение механизма подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема.

Задачи доклада:

1. Рассмотреть технологическую работу, проведенную в плановом порядке, над узлом.
2. Рассмотреть личный вклад докладчика в производство узла.
3. Обосновать технологическое рационализаторское предложение для производства деталей узла.
4. Изучить усовершенствования, проведенные над узлом, а также технологических процессов (на одном конкретном примере).

5. Оценить полезность изобретения, а также его экономичность в рамках современного производства.

6. Подвести итоги.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРОВЕДЕННАЯ В ПЛАНОВОМ ПОРЯДКЕ, НАД УЗЛОМ

В ходе исследования узла было выявлено следующее: механизм подачи запальных трубок состоит из 18 деталей, входит в затворную группу, отвечает за досылание запальных трубок в камору и последующую экстракцию после выстрела - оба процесса полностью автоматизированы.

Технологическая работа над узлом проводилась в плановом порядке: в основу технологической работы входит разработка технологического процесса (далее - ТП) на детали узла и, непосредственно, сборку, с учетом имеющегося на предприятии оборудования, инструмента и станочных приспособлений. Разработкой ТП занимаются несколько структурных подразделений.

Особое внимание уделяется конструктивным особенностям деталей, входящим в узел. Заготовки деталей выполняются методом ковки, в некоторых случаях методами штамповки. Используемый материал - Сталь 40 ГОСТ 1050-2013. [1]

В соответствии с станочным парком цеха, непосредственно занимающегося изготовлением деталей узла и его последующей сборкой, было принято решение оптимизировать производство деталей путем переписывания ТП с учетом станков с числовым программным управлением (далее - ЧПУ).

Общее время технологической работы составило 30 календарных дней.

2 ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА ДОКЛАДА В ПРОИЗВОДСТВО УЗЛА

Автор доклада, Гилев Илья Михайлович, является разработчиком шести технологических процессов, непосредственно относящихся к механизму подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема, для следующих деталей:

1. Деталь “Ребро”,
2. Деталь “Бонка”,
3. Деталь “Держатель”,
4. Деталь “Рычаг”,
5. Деталь “Опора”,
6. Деталь “Платик”.

На примере детали “Рычаг” будет более подробно разобран порядок разработки ТП автором доклада.

2.1 Деталь “Рычаг”: от планирования до ввода в производство

В механизме подачи запальных трубок деталь “Рычаг” отвечает за стопорение подачи запальных трубок. Данных деталей требуется произвести в количестве одной единицы на один узел.

Изначально требовалось уточнение заготовки у заготовительного цеха. В ходе переговоров было выявлено, что заготовка изготавливается методом штамповки.

В данном случае данный вид заготовки является дешевым в изготовлении, и оптимальным в условиях серийного производства.

Дальнейшим шагом было уточнение у механического цеха станочного парка, а также режущего инструмента. В соответствии со старой технологией, механическая обработка (далее - МО) производилась на вертикально-фрезерных станках модели ВМ-127. В современных условиях данное решение пагубно сказывается на производственных мощностях предприятия, не давая возможностей выпустить требуемое количество

деталей. Для предотвращения нежелательного увеличения времени, требуемого на МО, было принято решение использовать вертикально-фрезерный обрабатывающий центр CV-1000, позволяющего сократить количество установов до двух.

Подбор режущего инструмента осуществлялся непосредственно наряду с станочником (по такому же принципу обсуждались конкретные вопросы, касающиеся МО) - т.е. рассматривался уже имеющийся режущий инструмент на рабочем месте для написания технологии, адаптированной под возможности цеха, для избежания ситуаций, при которых цех не мог бы иметь возможности заняться изготовлением детали.

Написание ТП, уточнения и проверка заняли в общей сложности не более трех смен.

На данный момент технология прошла нормировку, деталь введена в производство.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ УЗЛА

Основным рационализаторским предложением является использование фрезерных станков с ЧПУ, а также электроэрозионных, используемых в случаях, когда требуется получить сложный контур детали, при отсутствии возможности обработки фрезами или их отсутствии в цехе. К предложению также можно отнести использование нового качественного режущего инструмента.

Данное решение обосновывается следующими факторами:

1. Сокращение станочного времени - потенциальное ускорение производства. Получение на выходе большего количества деталей к поставленному сроку;

2. Избавление от специальных приспособлений, необходимых при обработке на универсальных станках;
3. Получение при обработке более гладкой поверхности, вплоть до шероховатости Ra2,5;
4. Получение при обработке более точной поверхности, попадание в допуск, вплоть до 8 квалитета точности;
5. Сокращение операций - в случае с деталью “Рычаг” при переводе на вертикально-фрезерный обрабатывающий центр CV-1000 появилась возможность избавления от сверлильной операции. На станках модели CV-1000 присутствует возможность установки сверл - соответственно и надобность в вертикально-сверлильном станке отпадает.
6. Более надежный режущий инструмент, обладающий большей живучестью, не требующий частой переточки. В случае с сборными фрезами, принцип которых - обработка сменными многогранными пластинами, переточка вовсе не требуется.

4 УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ НАД УЗЛОМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

В соответствии с перспективными технологиями узел, или изделие, проходят стадию модернизации по тем или иным причинам.

По ходу испытаний изделия МЗ-158 было выявлено, что механизм подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема не всегда работает корректно. В ходе интенсивной стрельбы происходили отказы механизма - не подавалась запальная трубка. Для предотвращения возникновения “клина” и повышения живучести узла была проведена модернизация конструкции.

Меры по модернизации коснулись также технологических процессов, изначально написанных с учетом универсальных вертикально-фрезерных станков, а также вертикально-сверлильных станков. Станки модели CV-1000

совмещают в себе как возможности фрезерной обработки, так и сверления. Соответственно целью усовершенствования ТП - изменение оборудования на станки с программным управлением, что способствовало уменьшению времени на обработку и сокращению количества операций до двух установов.

Мероприятия по улучшению также коснулись режущего инструмента и оснастки станков. Таким получилось избавиться от специальных приспособлений. Режущий инструмент согласно ГОСТ был заменен на режущий инструмент по ISO.

5 ОЦЕНКА ПОЛЕЗНОСТИ УЗЛА И ЕГО ЭКОНОМИЧНОСТИ В РАМКАХ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Механизм подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема позволяет дольше вести огонь без перерыва на перезарядку и замену снаряженного магазина. Досылка запальной трубки в камору и экстракция после выстрела автоматизированы. Использование данных решений в конструкции изделия позволило получить высокие тактико-технические характеристики орудия (сокращение времени подготовки к стрельбе, возможность реализации режима стрельбы “огневой налет”). [2][3]

С экономической точки зрения узел не выходит за рамки экономической пригодности.

Используются дешевые материалы, однако не уступающие по механическим свойствам.

Технология изготовления заготовок методом штамповки также является дешевой относительно остальных методов.

Станки с программным управлением позволяют сократить количество станочных операций, удешевляя производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги доклада, получается следующее:

В ходе исследования узла было выявлено следующее: механизм подачи запальных трубок состоит из 18 деталей, входит в затворную группу, отвечает за досылание запальных трубок в камору и последующую экстракцию после выстрела - оба процесса полностью автоматизированы.

Особое внимание уделяется конструктивным особенностям деталей, входящим в узел. Заготовки деталей исполняются методом ковки, в некоторых случаях методами штамповки. Используемый материал - Сталь 40 ГОСТ 1050-2013. [1]

В соответствии с станочным парком цеха, непосредственно занимающегося изготовлением деталей узла и его последующей сборкой, было принято решение оптимизировать производство деталей путем переписывания ТП с учетом станков с числовым программным управлением (далее - ЧПУ).

Общее время технологической работы составило 30 календарных дней.

Автор доклада, Гилев Илья Михайлович, является разработчиком шести технологических процессов, непосредственно относящихся к механизму подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема.

Основным рационализаторским предложением является использование фрезерных станков с ЧПУ, а также электроэрозионных, используемых в случаях, когда требуется получить сложный контур детали, при отсутствии возможности обработки фрезами или их отсутствии в цехе. К предложению также можно отнести использование нового качественного режущего

инструмента. В соответствии с перспективными технологиями узел, или изделие, проходят стадию модернизации по тем или иным причинам.

По ходу испытаний изделия МЗ-158 было выявлено, что механизм подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема не всегда работает корректно.

Меры по модернизации коснулись также технологических процессов, изначально написанных с учетом универсальных вертикально-фрезерных станков, а также вертикально-сверлильных станков.

Мероприятия по улучшению также коснулись режущего инструмента и оснастки станков.

Механизм подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема позволяет дольше вести огонь без перерыва на перезарядку и замену снаряженного магазина. Досылка запальной трубки в камору и экстракция после выстрела автоматизированы. Использование данных решений в конструкции изделия позволило получить высокие тактико-технические характеристики орудия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 1050-2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. М.: Стандартинформ, 2014. - 36 с.
2. В.Р. Хоменок. Предложения по совершенствованию артиллерийского вооружения крупного калибра. Военно-техническая политика. - М.: Вооружение и экономика, 2020 г.
3. Буренок В.М. Прогнозирование перспективного облика системы вооружения // Вооружение и экономика. – 2019. – № 1 (47). – С. 6-9.

4. Князькин М.В. Методика оценки эффективности огневых ударов формирований РСЗО крупного калибра, учитывающая уровень подготовленности формирований и их органов управления // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2009. – № 2 (60). – С. 66-69.

понятия и сокращения

«Мотособака» (мотобуксировщик, мини-снегоболотоход) — механическое транспортное средство на гусеничном ходу, предназначенное для перевозки грузов или пассажиров в условиях сложного бездорожья.

Гусеничный модуль – это один модуль с одним гусеничным полотном.

Гусеничная тележка – это два гусеничных модуля, скрепленных грузовой платформой по середине.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДУЛЬНАЯ ГУСЕНИЧНАЯ ТЕЛЕЖКА. *Зубакин Дмитрий Владимирович*

Руководитель: Кирьянов Л. Н.

Введение

Современная промышленность, строительство и логистика сталкиваются с постоянно растущим многообразием задач, требующих мобильности и эффективности в сложных условиях. Традиционный подход часто предполагает создание узкоспециализированных технических решений под каждую конкретную задачу — будь то транспортировка грузов на заболоченной местности, перемещение тяжелого оборудования на производственном цехе или работа на вязких грунтах. Это приводит к значительному увеличению затрат на разработку, производство и обслуживание парка разнородной техники.

Выходом из этой ситуации является **разработка универсальной гусеничной модульной тележки** — гибкой, адаптируемой платформы, которая способна стать единым базовым решением для множества различных операций. Такой подход позволяет не «изобретать велосипед» для каждого нового вызова, а использовать проверенную и надежную модульную систему, конфигурируемую под конкретные нужды.

В рамках данного доклада рассмотрим ключевые принципы создания такой тележки, ее потенциальные области применения и те экономические и операционные преимущества, которые она способна принести, предлагая, по сути, одно инженерное решение для целого спектра задач.

Целью проекта является создать универсальную платформу, которая поможет людям работать более безопасно и позволит сократить время работы и затраты на технику.

1 идея. конкуренты

Сегодня вам будет представлен проект универсальной гусеничной тележки, который сочетает в себе проверенную практикой концепцию и современные инженерные решения. За основу был взят живой и эффективный прототип — **MTT-136 (Yvona Martela)**, известный как «мото-собака». Эта простая, ремонтпригодная и высокопроходимая платформа доказала свою надежность в суровых условиях и стала отправной точкой.

Однако для создания конкурентоспособного продукта был проведен **сравнительный анализ современных роботизированных платформ**, таких как эстонский **THEMIS (Milrem Robotics)** и российский «**Веном Мульти-Софт**» (**ROBOCOM**). Затем было сформировано понимание необходимых критериев для возможности конкуренции проекта.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Технические характеристики были установлены следующие:

- Габаритные размеры одного гусеничного модуля 1,73x0,38x0,4 а тележки в сборе 1,74x1,79x0,4м
- Максимальная скорость 30км/ч
- Клиренс составляет 34см
- Размер платформы под размещение груза 1,4x1м
- Грузоподъемность 1000кг
- Время использования 4ч

3 особенность проекта

Главное преимущество и оригинальность этой тележки в её модульной конструкции. Это значит, что у неё есть два независимых гусеничных блока, которые не соединены между собой. Между ними устанавливается третий модуль — именно в нём реализуется решение для конкретной задачи. В этот центральный блок можно установить любое необходимое оборудование или разместить груз.

Например,,: произошло возгорание, пожарные берут эту тележку, ставят на нее модуль с баком для воды и насосом, тушат возгорание. Затем они меняют его на медицинский модуль и эвакуирует раненых. Если путь заблокирован, ставят кран-модуль и им убирают препятствие.

Такой же пример можно привести на стройке: сначала тележка с грузовым модулем доставляет на стройплощадку партию бетонных блоков. Затем модуль меняют на бетономешалку — начинается заливка опор. Параллельно можно подвезти дополнительное оборудование для монтажа каркаса.

Получаемая

выгода:

- ✓ Не нужно несколько единиц техники — одна база адаптируется под разные задачи.
- ✓ Экономия времени на переключении между функциями.

✓ Устойчивость на слабых грунтах и высокая проходимость благодаря гусеницам.

заключение

Обоснованием этого проекта, можно считать отсутствие подобных тележек с подобными особенностями и характеристиками, при условии, что такой подход позволяет использовать одну технику под разные задачи, следовательно, экономить ресурсы.

Подводя итог, этот проект является потенциально востребованным в жизни, так как эта универсальная модульная гусеничная тележка способна выполнять множество задач, для которых обычно требуется несколько различных видов техники. Однако благодаря использованию различных модулей, тележка может справиться со всеми этими задачами.

Список используемой литературы

1. ГОСТ Р 2.105-2019
2. ГОСТ 3189-2024
3. «Расчёт и конструирование гусеничных машин», авторы: Н. А. Носов, В. Д. Галышев, Ю. П. Волков, А. П. Харченко.
4. «Расчёт и конструирование гусеничного движителя», составитель: А. С. Хомичев.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕМЕЦКОЙ ТЕХНИКИ В ВОЙСКАХ КРАСНОЙ АРМИИ В ГОДЫ ВЕЛИКО ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ. *Бородич Матвей Алексеевич*

Руководитель: Веретенников А. Л.

Еще со времен битвы за Москву в нашей армии создали отдел эвакуации и сбора трофеев.

Красная армия оказалась для вермахта весьма серьезным противником – план «Барбаросса» стал трещать по швам с первых дней войны. Тогда же, в самом конце июня, появились и первые трофеи – в том числе танки. Если позволяло состояние, обеспеченность топливом и боеприпасами, тут же пускались в бой. На что-то более серьезное в тяжелейшей обстановке первых месяцев войны не было ни ресурсов, ни времени.

После успешного контрудара под Москвой, а в последствии и под Сталинградом в рядах Красной армии оказалась целая полевая армия Вермахта.

Теперь, если во время успешного наступления Красной армии у немцев что-то ломалось или застревало, оно автоматически попадало к нам. На количество трофеев влияло обилие новых контрнаступлений, доходящих до гигантских размеров, – так, успех операции «Багратион» обвалил целую группу армий «Центр». И, конечно, принес Красной армии много ценного военного имущества.

2 Что делали с трофеями?

Еще со времен битвы за Москву в Красной армии создали отдел эвакуации и сбора трофеев. Большая часть немецкой техники попадала к нам далеко не идеальном состоянии. Поврежденная в бою, намеренная порча бывшими владельцами, естественная убыль моторесурса, в конце концов. Требовался ремонт и техническое обслуживание.

Трофейные машины централизованно отправлялись на рембазы в наш тыл, где проводили требуемые работы. Часто немецкую танку надо было довооружить и доукомплектовать. Ведь противник, не имея времени и возможности полностью вывести из строя свою технику, как минимум снимал оптику и вооружение.

Темпы по восстановлению техники, увы, были невысокие – во многих случаях заказы на «трофеи» спускались в дополнение к основной работе конструкторов. Например, за 1942 год на всю Красную армию удалось отремонтировать и переоснастить сотню немецких танков и бронетранспортеров.

Снабжение огромных армий требовало огромного количества поездов. Чтобы не идти обратно порожняком, можно было нагрузить их трофеями. Тем более что в дело можно было пустить почти все – непригодные к восстановлению машины шли в переплавку. Использовались даже резиновые бандажи танковых катков – они пошли на буфера балансиров для «тридцатьчетверок».

3 Гибридная техника

К делу пытались приспособить и морально устаревающие танки. В этом деле наши предки не стеснялись учиться у тех же немцев – те тоже получили немало трофеев во время битвы за Францию. И массово переделывали бывшие французские легкие танки «Гочкис» Н-35, Н-38, Н-39.

Одним из характерных примеров нашей техники была СГ-122 – самоходка для стрельбы как прямой наводкой, так и с открытых позиций. Получили ее, скрестив советскую 122-миллиметровую гаубицу и трофейную самоходку StuG-III. При этом пришлось увеличить рубку. А также учесть задымление внутренних пространств пороховыми газами от более мощного орудия. Проблему решили с помощью своеобразной системы подачи воздуха в виде противогазов и шлангов, которые вели наружу.

Всего изготовили 26 таких машин. Планировали и более широкое производство, но не сложилось. Учитывая ограниченное количество трофейных StuG-III, решили, что проще ремонтировать их и отправлять на фронт или в учебные части.

Еще одной самоходкой на базе Pz-III/StuG-III была Су-76и. Машину восстанавливали примерно так же, только пушку ставили поменьше – 76-миллиметровую, от танка Т-34. Успели изготовить две сотни машин. Воевать им пришлось недолго. Часть таких машин даже попала обратно к немцам – тоже в виде трофеев.

4 Трофеи в бою

Трофейная техника была хороша не только тем, что умела стрелять и ездить. Сам факт наличия немецкого танка открывал просторы для хитрых тактических решений. Например, трофейную «трешку» можно было пустить впереди основных сил – и немцы нередко беспрепятственно пропускали ее в глубину своих позиций, где та наводила страх. Но даже без наличия «хитрого плана» внешний облик мог приносить результаты – завидев знакомые очертания, немцы часто медлили с открытием огня.

Это, правда, несло в себе обратный риск – возможность попасть под обстрел своими. Поэтому, когда трофейные танки действовали в одной группе с обычными «тридцатьчетверками», им запрещалось пропадать из виду. Ведь свои же могли открыть по ним огонь.

Использовали в Красной армии и знаменитые «Тигры» с «Пантерами», но новые немецкие танки были техникой сложной и капризной. Способов их случайно сломать была масса. Но, когда эти грозные машины удавалось освоить, эффект был колоссальным. Жертвами трофейных «кошек» зачастую становились их расслабившиеся при виде «своих» сородичи. Как, например, в случае с захваченной под Житомиром «Пантерой», которая в январе 1944-го сумела подбить «Тигр».

5 Ремонт и модернизация трофейной техники

Ремонт трофейного вооружения и техники вели с 1941 года 32 базы центрального подчинения. С использованием деталей, снятых с

неподлежащих восстановлению машин, ремонтировались двигатели и трансмиссия, исправлялись повреждения ходовой части. К делу подключились двенадцать заводов тяжелой промышленности, которыми управляли разные наркоматы. Всего за 1942 год на рембазах отремонтировали около 100 экземпляров трофейных танков и САУ. На восстановленном заводе № 264 в Сталинграде с июня по декабрь 1943 года было отремонтировано 83 немецких танка Pz. Kpfw.III и Pz. Kpfw.IV.

В военное время советские заводы отремонтировали не менее 800 трофейных танков и самоходок, из них часть была передана в действующую армию, часть – в военные училища и запасные подразделения.

Помимо рембаз, находящихся в глубоком тылу, в прифронтовой полосе были сформированы мобильные технические бригады, которые при возможности ремонтировали трофейную технику на месте.

Для облегчения освоения и эксплуатации танкистами Красной армии трофейных танков в 1942 году были изданы специализированные памятки по использованию наиболее массовых образцов трофейных немецких боевых машин.

список Использованных источников

1. Военное образование [Электронный ресурс]. - URL: <https://topwar.ru/178865-ispolzovanie-trofejnyh-nemeckih-tankov-i-samohodnyh-artillerijskih-ustanovok-v-nachalnyj-period-velikoj-otechestvennoj-vojny.html> (дата обращения 08.10.2025).
2. За Рулем [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.zr.ru/content/articles/921184-trofejnaya-nemetskaya-bronetekhnika> (дата обращения 08.10.2025).

3. ИА Красная Весна [Электронный ресурс]. - URL: <https://rossaprimavera.ru/article/0b66eb8a>_(дата обращения 10.10.2025).

4. Русская семерка [Электронный ресурс]. - URL: <https://russian7.ru/post/nemeckie-trofeynye-tanki-i-samolyoty-ch>_____ (дата обращения 09.10.2025).

ЕВКЛИД И НЕЕВКЛИДОВА ГЕОМЕТРИЯ. *Пономарев Антон Сергеевич*
Руководитель: Мазунина З. Х.

Введение

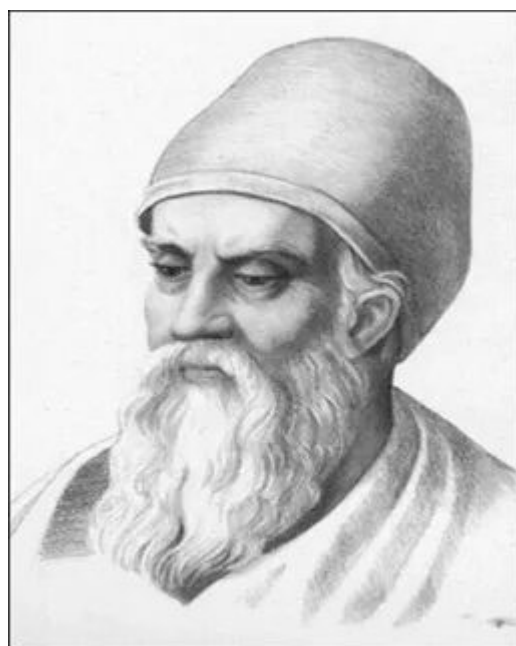
В IV веке до н.э. жил древнегреческий ученый Евклид.

Евклид (по некоторым данным, 325 до н. э. — 265 до н. э.) — древнегреческий математик.

Он является автором первого из дошедших до нас трактатов по математике, а также работ по астрономии, оптике, музыке.

Достоверным можно считать лишь то, что его научная деятельность протекала в Александрии в 3 в. до н. э.

Евклид — первый математик александрийской школы.



Его главный труд — «Начала» (в латинизированной форме — «Элементы») — содержит изложение планиметрии, стереометрии и ряда вопросов теории чисел. В нём он подвёл итог предшествующему развитию математики и заложил

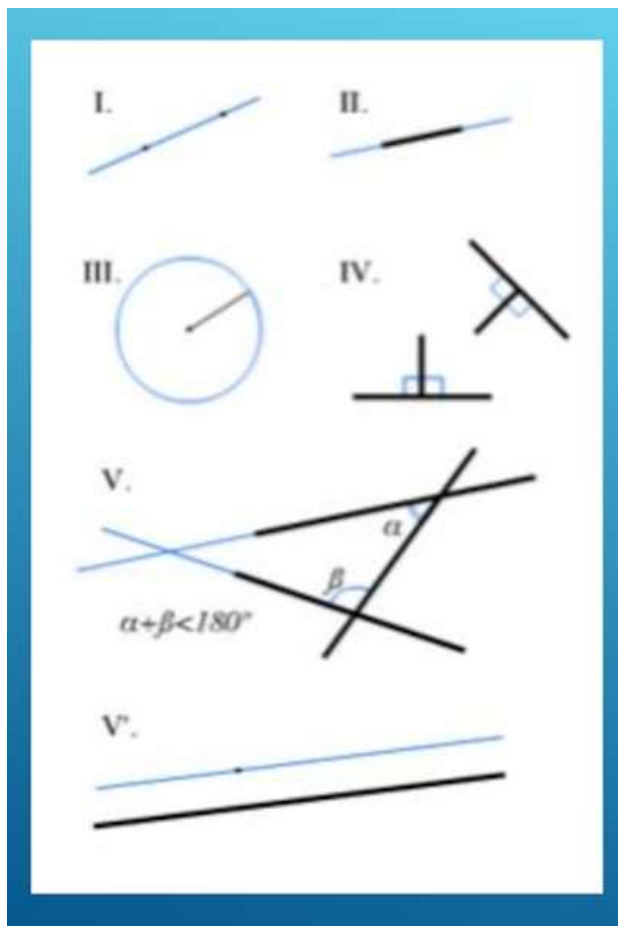
фундамент для её дальнейшего развития.

Глава 1

§1.1 «Начала»

Начала» Евклида (Στοιχεῖα),
написанное Евклидом в 3 в. до н. э.
сочинение, содержащее основы античной
математики.

В
«Началах» Евклида рассматривались
вопросы элементарной геометрии, теории
чисел, алгебры, общей теории отношений



и метод определения площадей и
объёмов, включающий элементы
теории пределов. Евклид подвёл
итоги 300-летнего развития
греческой математики и заложил
фундамент для дальнейших
математических исследований.

В книге были представлены
основные законы геометрии,
открытые ранее такими известными

математиками как Пифагор. Эти законы получили название «Постулаты»

Было представлено 5 основных законов (постулатов).

§1.2 «5 постулат»

Самое большое внимание ученых привлек именно пятый постулат Евклида

Самым спорным в смысле недоказуемости был 5-ый постулат, в котором

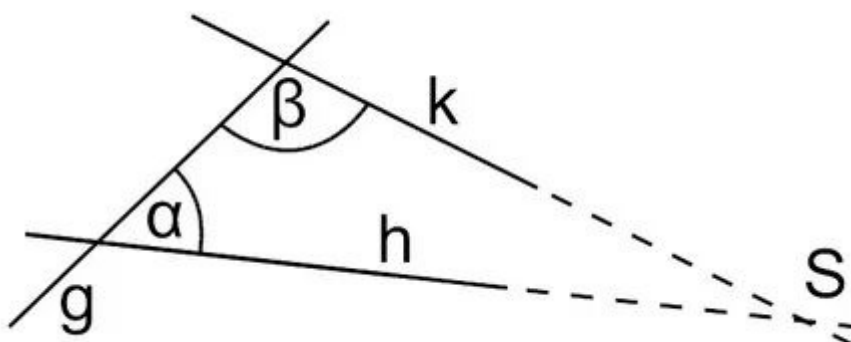
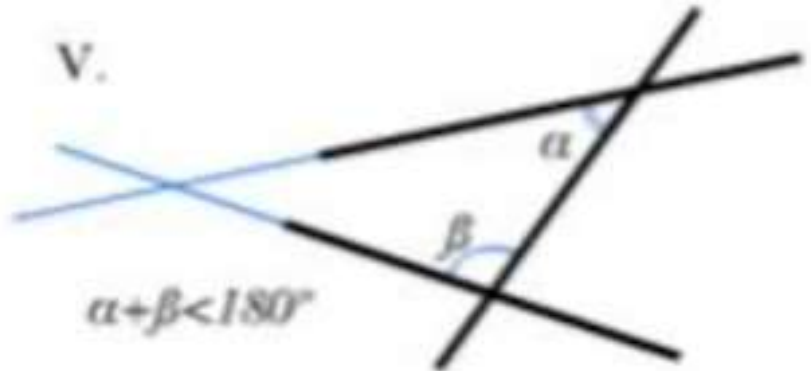
утверждалось, что через точку на плоскости, лежащую вне прямой на этой плоскости, можно провести только одну прямую,

параллельную данной. Собственно говоря, именно этот постулат и определял существование того пространства, в котором «работала» евклидова геометрия. Большинство античных геометров считали этот постулат одной из теорем, «случайно» оказавшейся недоказанной.

Уточнение, с какой именно стороны пересекаются прямые, Евклид добавил, вероятно, для ясности — легко доказать, что оно вытекает из самого факта существования пересечения.

Пятый постулат чрезвычайно сильно отличается от других постулатов Евклида, более простых и очевидных. Поэтому в течение двух тысячелетий не прекращались попытки исключить его из списка аксиом и вывести как

теорему. Все эти попытки окончились неудачей. «Вероятно,



невозможно в науке найти более захватывающую и драматичную историю, чем история пятого постулата Евклида». Несмотря на отрицательный результат, эти поиски не были напрасны, так как в конечном счёте привели к пересмотру научных представлений о геометрии Вселенной

Глава 2

§ 2.1 «Ученые в XIX веке»

В девятнадцатом веке ученые задумались о том, что Евклид мог ошибаться. Истинными творцами первой в мире неевклидовой геометрии были три крупнейших математика мира - рус Николай Лобачевский, немец Карл Гаусс и венгр Янош Бolyai, причём, приоритет наиболее полного освещения в печати принадлежит нашему соотечественнику, именем которого эта геометрия и называется.

Хотя Лобачевский по своей значимости и стоит на первом месте, тем не менее лучше начинать не с Лобачевского, а с Гаусса.

Николай Иванович Лобачевский (1792–1856 гг.) – великий русский математик, один из создателей неевклидовой геометрии. Также был народным просветителем и ярким деятелем университетского образования. Знакомый с биографией Лобачевского У. Клиффорд назвал своего коллегу “Коперником геометрии”.



Янош Бolyai (венг. Bolyai János, [ˈjaːnoʃ ˈboːjɒi]; 15 декабря 1802,

Коложвар — 27 января 1860, Марошвашархей) — венгерский математик, один из первооткрывателей неевклидовой геометрии (называемой теперь геометрией Лобачевского).

В русских источниках встречается множество вариантов написания его фамилии: Бояи, Бойаи, Бояй, Больяи, Больяй, в старых источниках встречаются также варианты Болье и Больэ.

Будучи студентом, Больяй занимался обоснованием постулата о параллельных линиях. В 1823 году он пришёл к выводу о невозможности его доказательства и приступил к разработке геометрии, не использующей этот постулат.

Свои исследования Больяй опубликовал в 1832 году в виде приложения («Аппендикс») к 1-му тому сочинений своего отца, математика Ф. Болья.

Результаты Болья при его жизни признания не получили.

Карл Фридрих Гаусс (30 апреля 1777 — 23 февраля 1855) — выдающийся математик, который доказал ряд алгебраических и геометрических теорем.

Гаусс с детства проявлял все признаки гениальности. Главный труд всей своей жизни, «Арифметические исследования», юноша закончил ещё в 1798 году, когда ему был всего 21 год. Работа имела первостепенную важность для совершенствования теории чисел как научной дисциплины.



В 1807 году Гаусс получил пост профессора астрономии и главы астрономической обсерватории Гёттингена, который он занимал всю оставшуюся жизнь.

В 1831 году Гаусс познакомился с профессором физики Вильгельмом Вебером, и их совместный труд привёл к новым открытиям в области магнетизма и установлению правил Кирхгофа в области электричества.

Гаусс умер в 1855 году в Гёттингене.

Он открыл кольцо целых комплексных гауссовых чисел, создал для них теорию делимости и с их помощью решил немало алгебраических проблем. Указал знакомую теперь всем геометрическую модель комплексных чисел и действий с ними.

Гаусс дал классическую теорию сравнений, открыл конечное поле вычетов по простому модулю, глубоко проник в свойства вычетов.

§ 2.2 «Открытие неевклидовой геометрии»

Неевклидова геометрия — в буквальном понимании — любая геометрическая система, которая отличается от геометрии Евклида.

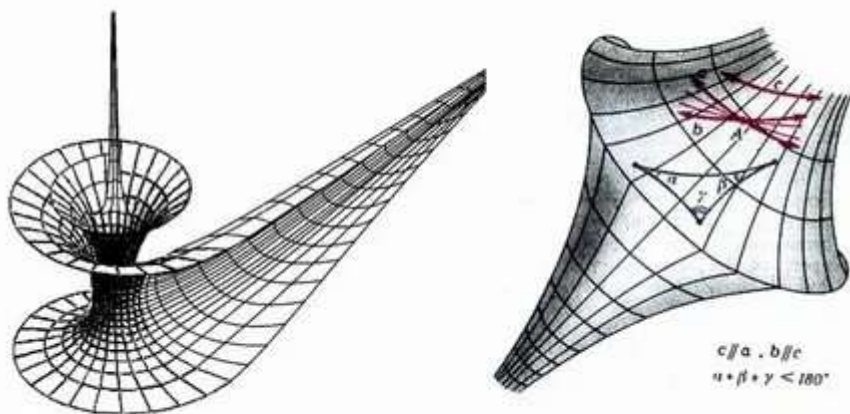
Однако традиционно термин «неевклидова геометрия» применяется в более узком смысле и относится только к двум геометрическим

системам: геометрии

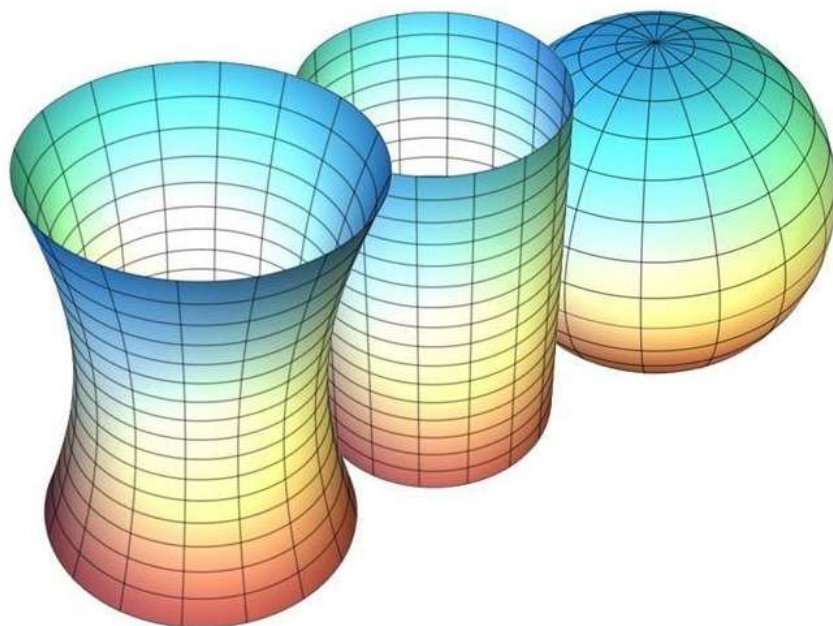
Лобачевского и сферической геометрии.

Как и евклидова, эти геометрии относятся к метрическим геометриям пространства постоянной кривизны. Нулевая кривизна соответствует евклидовой

геометрии, положительная — сферической, отрицательная — геометрии Лобачевского.



23 февраля 1826 года Николай Иванович Лобачевский выступал на заседании физико-математического факультета Казанского университета. Он представил вниманию заседавших доклад «Сжатое изложение начал геометрии со строгим доказательством теоремы о параллельных».



Неевклидова геометрия получила название «Лобачевская» в честь Николая Ивановича

Заключение

Сегодня мы узнали про гениальных математиков, которые создали планиметрию (Евклидова геометрия) и стереометрию (неевклидова геометрия)

Первая работает на плоскости, вторая в пространстве на объемных фигурах. Вместе они идеально гармонируют и создают привычную для нас науку – Геометрию

Также мы провели опыты, в которых опровергли 3 закона геометрии

1. Сумма углов треугольника
2. Аксиома параллельности
3. Прямая пересекающая две точки

Источники

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Стереометрия>

<https://www.youtube.com/watch?v=BP9scAxV770>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Евклид>

<https://www.prostudenta.ru/article-1583.html>

<https://www.yaklass.ru/s-novosti/akcii-i-novosti-za-2023-god/stati-i-novosti-za-12-2023/Velike-uchyonye-buntar-i-genij-Nikolaj-Lobachevskij>

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ.

*Жукова Полина Игоревна,
Оборина Анастасия Михайловна*

Руководитель: Потапов Ю. А.

Современное состояние и перспективы развития электроэрозионной обработки

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) представляет собой уникальный метод формообразования, основанный на принципе удаления материала с помощью электрических разрядов между электродом-инструментом и обрабатываемой деталью. За последние десятилетия эта технология претерпела значительные изменения и продолжает активно развиваться.

Современное состояние технологии

В настоящее время электроэрозионная обработка применяется в различных отраслях промышленности:

- Авиационная и космическая промышленность

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) играет ключевую роль в авиационной и космической промышленности, предоставляя уникальные возможности для обработки сложных и труднообрабатываемых материалов, которые широко используются в этих отраслях. Требования к деталям в

авиации и космосе чрезвычайно высоки, поэтому ЭЭО становится незаменимой для обеспечения соответствия этим строгим стандартам.

- Производство медицинского оборудования

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) играет тоже достаточно важную роль в производстве медицинского оборудования и инструментов, где требуется высокая точность, возможность создания сложных форм и обработка биосовместимых материалов. Строгие требования к качеству и функциональности медицинской продукции делают ЭЭО незаменимой для изготовления многих ключевых компонентов.

- Инструментальная промышленность

это один из важнейших технологических процессов в инструментальной промышленности, который позволяет изготавливать высокоточные и сложные по форме инструменты, необходимые для производства деталей в самых разных отраслях. Благодаря своим уникальным возможностям, ЭЭО стала незаменимой для создания инструментов, которые невозможно или крайне сложно изготовить традиционными методами.

- Автомобилестроение

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) играет очень важную роль в автомобильной промышленности, обеспечивая возможность производства сложных и высокоточных деталей для двигателей, трансмиссий, топливных систем, систем безопасности и других компонентов автомобиля. ЭЭО позволяет обрабатывать широкий спектр материалов, от традиционных сталей и алюминиевых сплавов до современных твердых сплавов и композитов, используемых в автомобилестроении

Основные преимущества современной ЭЭО:

Современная электроэрозионная обработка (ЭЭО) значительно превосходит традиционные методы механической обработки по ряду ключевых параметров. Благодаря постоянному развитию технологий и инновациям, современная ЭЭО предлагает следующие основные преимущества:

1. Возможность обработки материалов любой твёрдости
2. Точность изготовления сложных профилей
3. Минимальные остаточные напряжения в материале
4. Возможность получения глухих и сквозных полостей

Технологические достижения

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) за последние десятилетия претерпела значительные технологические улучшения, которые расширили ее возможности, повысили точность, скорость и эффективность. Вот ключевые технологические достижения, которые сформировали современную ЭЭО:

1. Усовершенствованные генераторы импульсов:
2. Интеллектуальные системы управления (ЧПУ):
3. Новые материалы для электродов:
4. Усовершенствованные диэлектрические жидкости.
5. Микро-ЭЭО и нано-ЭЭО

Перспективные направления развития

Несмотря на значительные достижения в электроэрозионной обработке (ЭЭО) за последние годы, потенциал для дальнейшего развития остается огромным. Вот некоторые из наиболее перспективных направлений, которые могут определить будущее ЭЭО

1. Улучшение производительности и эффективности:

2. Миниатюризация и микро/нано-ЭЭО:
3. Гибридные процессы и интеграция с аддитивными технологиями
4. Экологически чистая ЭЭО:
5. Автоматизация и роботизация

Экологические аспекты

Электроэрозионная обработка (ЭЭО), как и любой промышленный процесс, оказывает определенное воздействие на окружающую среду. Важно учитывать экологические аспекты ЭЭО и стремиться к их минимизации.

Основные экологические проблемы, связанные с ЭЭО:

1. Использование диэлектрических жидкостей
2. Образование отходов
3. Энергопотребление

Пути решения экологических проблем ЭЭО

1. Использование экологически безопасных диэлектрических жидкостей:
2. Сокращение отходов
3. Снижение энергопотребления:
4. Системы очистки и фильтрации

Экономическая эффективность

Экономическая эффективность электроэрозионной обработки (ЭЭО) зависит от множества факторов и должна оцениваться для каждого конкретного случая. В целом, ЭЭО может быть экономически выгодной альтернативой традиционным методам обработки, особенно при определенных условиях.

Перспективные направления повышения экономической эффективности ЭЭО:

1. Разработка новых материалов для электродов с высокой износостойкостью и низкой стоимостью
2. Создание более эффективных диэлектрических жидкостей с низкой стоимостью и длительным сроком службы
3. Разработка интеллектуальных систем управления, позволяющих оптимизировать параметры обработки и снизить трудозатраты
4. Автоматизация и роботизация процесса ЭЭО для повышения производительности и снижения затрат на оплату труда

Заключение

Электроэрозионная обработка продолжает оставаться одним из ключевых технологических процессов в современном машиностроении. Постоянное совершенствование оборудования, внедрение новых технологий и материалов, а также интеграция с цифровыми решениями открывают широкие перспективы для дальнейшего развития этой технологии. В ближайшие годы можно ожидать дальнейшее повышение эффективности процесса, улучшение экологических показателей

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ БАЛЛИСТИКИ И АКУСТИКИ В ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ. *Башков Константин Николаевич, Хорошев Василий Александрович*

Руководитель: Онанко Г. И.

Краткая аннотация работы:

Работа посвящена исследованию истории развития и становления наук «Баллистики» и «Акустики», применение физических законов баллистики и

акустики в военной технике, выявление их взаимосвязи, современное состояние и перспективы развития данных разделов физики и их практического применения.

Баллистика

Согласно большой российской энциклопедии баллистика — это наука, изучающая движение артиллерийских снарядов, авиабомб, мин, гранат, а также ракет, их боевых блоков, космических аппаратов и др. Баллистика изучает в основном движение тел, которые получили начальный импульс и свободно перемещаются в атмосфере Земли.

Баллистика возникла в Древней Греции в основном благодаря деятельности Архимеда, связанной со строительством и применением метательного оружия (катапульт, баллист). Первыми создателями огнестрельного оружия были китайцы. А с начала 14 века «огнебойные трубы» стали появляться и в Европе. Первые железные гладкоствольные пушки появились на Руси в 1376 году. К концу XIV века огнестрельные оружия стали постепенно вытеснять метательные машины. К началу XIX века такой вид орудий стал господствующим. В это время происходит бурное развитие металлургической промышленности России, наиболее важным центром которой стал Урал. Началось строительство заводов. Они были объединены в Пермские пушечные заводы, которые в дальнейшем получили современное название Мотовилихинские заводы. О значении этих заводов для страны является тот факт, что во Вторую мировую войну Пермские «Мотовилихинские заводы» изготовили четверть всех артсистем Красной армии.

Первые математические расчеты траекторий снарядов выполнил в XVI Никола Тарталья. Но в его работах было очень много наивных и неправильных рассуждений. Первый кто объяснил, что пушечное ядро летит по параболе был Галилео Галилей. Позже Исаак Ньютон доказал, что такая

траектория является параболой или эллипсом только при отсутствии сопротивления воздуха. С этого времени расчеты траекторий производились по формулам параболической теории.

В евклидовом физическом пространстве перемещение тела по координатным осям X и Y можно рассматривать независимо. Криволинейное баллистическое движение тела можно рассматривать как результат сложения двух прямолинейных движений: равномерного движения по оси X и равноускоренного движения по оси Y . Для описания баллистического движения удобно ввести идеализированную модель — рассматривать тело как материальную точку, движущуюся с постоянным ускорением свободного падения g . При этом пренебрегают изменением g с высотой подъема тела, сопротивлением воздуха, кривизной поверхности земли и ее вращением вокруг собственной оси. Это существенно облегчает расчет траектории тела.

Однако такое рассмотрение имеет определенные границы применимости. Например, при полете межконтинентальной баллистической ракеты нельзя пренебрегать кривизной поверхности Земли. Поэтому баллистика сначала рассматривает движение снаряда без учёта силы сопротивления воздуха под действием только силы тяжести. После этого рассматривается движение снаряда с учётом действия сил тяжести и сопротивления воздуха. По мере увеличения мощности огнестрельного оружия сопротивление воздуха играет все большую роль, и траектория становится более сложной. При этом в расчетах по-прежнему остается большая неопределенность, за счет того, что сила сопротивления воздуха зависит от множества случайных факторов, которые заметно меняют форму траектории. Играет роль скорость вылета снаряда из орудия, параметры атмосферы, вращение Земли и вращение самого снаряда. В результате простые формулы в баллистике используются очень ограниченно — только для баллистических ракет, которые большую часть своего полета двигаются

вне атмосферы. Для обычного огня в артиллерии применяют специальные баллистические таблицы.

Современная баллистика имеет два крупных направления: первое — проектная баллистика, второе — исполнительная баллистика. Снаряд, летящий в воздухе, сталкивается с его частицами, и по причине упругости воздуха эти частицы испытывают колебания. Колебательное движение частиц воздуха около снаряда создает звуковые волны. При скоростях снаряда больше скорости звука перед головной частью снаряда создается волна сильно уплотненного воздуха — баллистическая волна.

Акустика

Акустика — одна из древнейших областей человеческого знания. Становление акустики как физической науки началось в XVII в. и ее история связана с такими именами выдающихся ученых, как Галилей, Гук, Ньютон, Гюйгенс, Рэлей. К концу XIX — началу XX вв. относится новый этап развития акустики, связанный с преобразованием акустических сигналов в электромагнитные и обратно.

Раздел акустики, предметом которого являются артиллерийские акустические приборы, возник в XX века. Когда началась первая мировая война у Германии был отличный подводный флот, который топил корабли и гражданские суда. Надо было найти способ детектировать подводные лодки Германии. Константин Шиловский, электротехник, изобретатель из России, узнав про проблемы, предложил улучшенную схему ультразвуковой эхолокации. Вместе с французским физиком Поль Ланжевэн они за год создали первый прибор, который одновременно работал как излучатель и микрофон — трансдьюсер. К началу второй мировой войны уже были созданы торпеды, которые самонаводились по звуку.

Также со времен первой мировой войны применялась звукоразведка. Под акустической разведкой понимается получение информации путем

приема и анализа акустических сигналов инфразвукового, звукового, ультразвукового диапазонов, распространяющихся в воздушной среде от объектов разведки. Принцип работы звуковой артиллерийской разведки состоит в следующем. Выстрел из артиллерийского орудия приводит к возникновению трёх звуковых волн. Сам выстрел порождает дульную волну. Летящий снаряд создает баллистическую или снарядную волну. При разрыве снаряд посылает еще одну звуковую волну – волну разрыва.

Второй областью, где стали широко применяться акустические артиллерийские приборы, стала противовоздушная оборона. Известно, что звуковые волны не распространяются только в вакууме. Следовательно выстрел из мощного орудия можно услышать из далека. А снаряд, когда летит издает характерный свист, как и авиабомбы. Так появилась профессия слухача.

В последующие годы вопросы конструирования и боевого применения акустических артиллерийских приборов привлекали самое пристальное внимание военных специалистов, инженеров, что привело к созданию разнообразных летательных аппаратов от военных самолетов до дронов, от боевых снарядов до гиперзвуковых ракет.

Любые летательные аппараты условно можно разделить на две группы.

К первой относятся устройства, движущиеся на дозвуковой скорости и на большой высоте. Это позволяет радару отследить изменение положения цели, а противоракете — успеть ее настигнуть.

Во вторую категорию входят аппараты, движущиеся по прогнозируемой траектории, — например, баллистическая ракета. Ее положение в любой момент времени можно просчитать, а значит, ее можно перехватить или сбить.

Но если летательный аппарат движется слишком быстро, а его траектория меняется непредсказуемым для противника образом, перехват практически невозможен. Самыми известными ракетами подобного типа в России стали системы «Циркон», «Кинжал», «Сармат», «Авангард» и «Тополь-М».

Заключение

Артиллерия и сегодня является «богом войны». Разработка и проектирование видов и систем баллистического оружия основываются на применении математики, физики, химии и конструкторских достижений для решения многочисленных и сложных задач баллистики. Классические задачи баллистики с наличием аэродинамических, инерционных и гравитационных сил, действующих на снаряд или ракету в полете, за последние годы стали более сложными. Гиперзвуковые и космические скорости, вхождение носового конуса в плотные слои атмосферы, огромная длина траектории, полет за пределами атмосферы и межпланетные космические полеты — все это требует обновления законов и теорий баллистики. Наряду с военными ракетами строятся и испытываются также самые разнообразные типы исследовательских ракет.

Современная акустика — область жизнедеятельности человека, связанная с наукой, техникой и культурой. Создано и применяется звуковое (акустическое) оружие — класс нелетальных систем, использующих направленные звуковые волны определённой частоты и интенсивности для воздействия на человека. Отдельное направление акустики связано с исследованиями и различными применениями ультразвука. С помощью ультразвука можно осуществлять отжиг деталей, сварку пластмасс, сверление отверстий в хрупких материалах, изменять скорость и характер химических процессов и др. Это направление развития науки и техники акустики непосредственно связано со специальностью авторов работы

«Специальные машины и устройства». Особое место в акустике занимает изучение акустического шума – важного фактора воздействия окружающей среды на человека. Также существует направление акустики — акустическая экология.

Список литературы

1. Акустический журнал, 2021, Т. 67, № 1, стр. 3—30 Звуковой удар: от физики нелинейных волн до акустической экологии (обзор). Авторы О. В. Руденко, Ю. Н. Маков.
2. Большая российская энциклопедия. Электронная версия.
3. Журнал «Новости науки, техники и технологий», Головки В., статья «Звуковое оружие».
4. Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия», Дубровский Н.А., Голямина И.П., статья «Акустика».
5. Российское военно-историческое общество История. РФ. Иванов В., статья «Первые пушки на Руси».
6. Энциклопедия Кругосвет. Статья «Акустическое оружие». Основные типы и принципы действия

РАЗРАБОТКА ТОЧИЛЬНОГО СТАНКА. *Симаков Кирилл Александрович*
Руководитель: Потапов Ю. А.

Аннотация

В докладе описаны процесс сборки, принцип работы и анализ электронной составляющей самодельного точильного станка на базе однофазного асинхронного конденсаторного двигателя советского

производства. Рассмотрены ключевые компоненты станка, их назначение и выявлено несоответствие между требуемой и установленной ёмкостью рабочего конденсатора. Проведен анализ влияния данного несоответствия на работу двигателя. Показана возможность создания функционального оборудования из доступных компонентов для учебно-практических целей.

Ключевые слова: точильный станок, асинхронный двигатель, конденсатор, пусковая ёмкость, крутящий момент, абразивная обработка.

Введение

Проектирование процесса создания станочного оборудования является сложной сферой. Проектирование рассматривает ряд операций планирование, конструирование и т.д. Особенностей нашей статьи было написание ее на основе разработанного механизма. Механизм был собран из старой не работающей техники. Основной задачей проекта являлась рассмотреть сборку и анализ работоспособности точильного станка из доступных компонентов. Такой станок является универсальным инструментом в мастерской для заточки режущего инструмента. Целью работы было изучить принцип работы однофазного конденсаторного двигателя, правильно подобрать комплектующие и оценить практическую пригодность собранного устройства. Нами был собран станок из оборудования и проанализированы его режимы работы и потребляемая мощность. Ниже перечислен процесс сборки станка по переходам:

Описание сборки и конструктивных решений

Станок состоит из нескольких основных узлов, собранных в единую конструкцию.

1. Основание и механическая часть

В качестве основы использована деревянная подставка, на которой закреплен электродвигатель. На вал двигателя установлен точильный абразивный круг, фиксация которого обеспечена медными хомутами.

2. Электрическая часть

Сердцем станка является однофазный асинхронный конденсаторный двигатель советского производства мощностью 40 Вт, рассчитанный на напряжение 220 В. Для создания вращающегося магнитного поля и пускового момента используется рабочий конденсатор.

3. Конструктивные особенности и выявленное несоответствие

Согласно паспортным данным, двигатель требует для своей работы конденсатор ёмкостью 4 мкФ. Однако в собранной схеме установлен конденсатор ёмкостью 3.75 мкФ. Это несоответствие может незначительно снизить пусковой и рабочий момент двигателя, хотя и не исключает его запуска и функционирования.

Устройство станка

1. Электромеханическая основа: Двигатель

Сердцем станка является однофазный асинхронный конденсаторный двигатель советского производства. Его ключевые параметры:

Тип: Однофазный, конденсаторный.

Мощность: 40 Вт.

Напряжение питания: 220 В, 50 Гц.

Скорость вращения: около 2750 об/мин.

Особенностью такого двигателя является наличие двух обмоток:

Основная (рабочая) обмотка: Подключается напрямую к сети переменного тока 220В.

Вспомогательная (пусковая) обмотка: Подключается к сети через рабочий конденсатор.

2. Ключевой элемент для запуска: Рабочий конденсатор

Для создания вращающегося магнитного поля, необходимого для старта и работы двигателя, используется пуско-продолжительный (рабочий) конденсатор.

Тип: Конденсатор для электродвигателей.

Параметры установленного конденсатора: 3.75 мкФ, напряжение 220-250 В.

Назначение: Создает фазовый сдвиг между током в основной и вспомогательной обмотках. Это превращает однофазную сеть в "условно двухфазную", генерируя вращающееся магнитное поле в статоре двигателя.

Практическая работа со станком: от включения до заточки

1. Подготовка:

Проверяют надёжность крепления круга.

Обязательно используют защитные очки.

2. Процесс заточки:

Станок включается в розетку 220В и сразу выходит на рабочие ~2750 об/мин.

Инструмент (сверло, нож) аккуратно подносят к вращающемуся кругу.

Возникают искры и резкий звук — идёт процесс снятия металла.

Чтобы не перегреть сталь, инструмент периодически охлаждают в воде.

3. Особенности и ограничения:

Мощность 40 Вт хватает для заточки мелкого инструмента, но при сильном нажатии обороты могут падать.

Конденсатор 3.75 мкФ вместо 4 мкФ немного снижает крутящий момент.

Отсутствие защитного кожуха требует повышенной осторожности.

Испытания и проверка работоспособности

После сборки проведены испытания станка.

- Проверена работа двигателя на холостом ходу и под нагрузкой.
- Подтверждена работоспособность станка для заточки сверл и другого режущего инструмента.
- Визуально и на слух оценена стабильность работы двигателя при использовании конденсатора с нестандартной ёмкостью.
- Зафиксирована расчетная скорость вращения точильного круга – около 2750 об/мин.

Заключение

Собранный точильный станок является полностью функциональным и готов к использованию для выполнения основных задач по абразивной обработке. Проект наглядно демонстрирует принципы работы однофазных асинхронных двигателей и важность корректного подбора пусковых и рабочих элементов. Выявленное несоответствие номинала конденсатора открывает возможность для дальнейшего исследования по

оптимизации работы станка – замены конденсатора на штатный (4 мкФ) и сравнительного анализа эффективности и момента на валу. Итогом работы стало практическое пособие для изучения.