



Рис. 1. Критические коэффициенты интенсивности напряжений исследуемых образцов

Список использованных источников:

1. Harrison R.W. Processing and properties of ZrC, ZrN and ZrCN ceramics: a review / R.W. Harrison, W.E. Lee // *Advances in Applied Ceramics*. – 2016. – V. 115. – №. 5. – P. 294–307.
2. Матренин С.В. Процессы порошковой металлургии: методические указания / С.В. Матренин. – Томск : ТПУ, 2021. – 32 с.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

В.К. Волошко^а, студент гр. 10В31

Научный руководитель: Гусева Т.С., ассистент
Юргинский Технологический Институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: ^аslava.voloshko@inbox.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные тенденции развития и применения технологии селективного лазерного плавления – как наиболее прогрессивного метода формообразования в машиностроении.

Ключевые слова: аддитивное производство (АП), селективное лазерное плавление (SLM), плавление металлических порошков.

Abstract: This article discusses the main trends in the development and application of selective laser melting technology as the most advanced method of shaping in mechanical engineering.

Keywords: additive manufacturing (AP), selective laser melting (SLM), melting of metal powders.

Современная промышленность активно осваивает и внедряет аддитивные технологии, которые позволяют изготавливать принципиально новые и сложные изделия. Наибольшее применение данные технологии получили в области машиностроения, где они уже сейчас повсеместно применяются в различных технологических процессах [1]. Также не стоит забывать, что в нынешних условиях, сложившейся рыночной экономики, развиваются и успешно ведут свою деятельность только те компании, которые активно используют и применяют в своей деятельности наиболее передовые и современные технологии, позволяющие получать продукцию высокого качества с наименьшими трудозатратами и потерями.

Одной из таких современных технологий является селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting) – это процесс аддитивного производства металлических изделий, который заключается в последовательном послойном формировании детали требуемой формы из расплавленного порошкового материала.

Расплавление металлических порошков, используемых в данной технологии, достигается при помощи мощного лазерного излучения.

Данная технология позволяет проектировать изделия со сложной геометрией и пространственной конфигурацией, например, с перфорацией и внутренними каналами для эффективного охлаждения [2]. Также при помощи технологии SLM возможно производить детали из большого количества металлов и сплавов, особое место среди которых занимают изделия из тугоплавких металлов, получение и обработка которых, традиционным механическим способом, крайне сложна. Уже сейчас в рамках данной технологии возможно получать детали из таких металлов, как титан, вольфрам, хром и молибден, а также из сложных сплавов на их основе. Ещё одним достоинством SLM-печати является высокая точность и повторяемость получаемых изделий, а также снижение расхода материала и его потерь с последующей обработкой.

Такие особенности позволяют использовать SLM-печать в машиностроении, металлургии, двигателе – и приборостроении, медицине. Уже сейчас она повсюду применяется многими компаниями и предприятиями по всему миру, для производства как отдельных деталей и узлов, так и для полноценных механизмов. Получаемые данным способом тонкостенные детали, которые внутри заполнены металлической сеткой, придающей необходимую жесткость всей конструкции, делают возможным изготовление легких и при этом невероятно прочные изделий, применение которым уже нашли в аэрокосмической промышленности. Также и в области медицины SLM-печать широко используется для изготовления различных протезов и имплантатов [3].

Кроме того, метод селективного лазерного плавления широко используется в процессе научных исследований, позволяя получать прототипы проектируемых изделий с высокой точностью и обеспечивая построение сложнопрофильных деталей без использования оснастки, сокращая тем самым цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

На данный момент перед учеными и инженерами, занимающимися развитием данной технологии, стоит две основные задачи, первая – усовершенствование уже существующего и проектирование нового оборудования для SLM-печати, позволяющего получать детали больших размеров, вторая – снижение затрат на исходное сырьё – порошки, а также на само оборудование [4]. Также совершенствуется и программное обеспечение, используемое для проектирования изготавливаемых моделей.

И всё же пока аддитивное производство, в числе которого и SLM-печать, до сих пор остается относительно новой технологией, интерес к которой возрастает с каждым днем и в ближайшем будущем аналитики прогнозируют увеличение числа изделий и товаров, производимых данным способом. Постепенно, затраты на оборудование и исходные материалы, а также на другие производственные издержки, будут уменьшаться. Для этого необходимо как совершенствование самой технологии и оборудования, так и формирование объемных и регулярных по частоте портфелей заказов.

Помимо всего прочего, технология SLM-печати представляет большой интерес как для малых, так и для средних компаний. Причиной тому служит то, что именно такие предприятия чаще остальных сталкиваются с трудностями их-за небольших потребностей в исходном сырье и компонентах для своего производства, в то время как крупные предприятия отказывают им в выполнении небольших по объему заказов. Снижения цен на готовые изделия можно добиться за счет более экономного расходования исходных материалов, уменьшения затрат на логистику, а также оптимизации производства под конкретные задачи и условия [5].

На основании вышесказанного можно сделать вывод о целесообразности дальнейшего развития технологии селективного лазерного плавления (Selective Laser Melting), как наиболее прогрессивного метода получения металлических изделий сложной пространственной формы из труднообрабатываемых металлов и сплавов.

Список использованных источников:

1. Эттель В.А. Исследование технологии производства деталей сложной конфигурации с помощью аддитивных технологий / В.А. Эттель, А.А. Берг, С.С. Иванов // Академическая наука – проблемы и достижения: материалы XV международной научно-практической конференции, North Charleston, USA: CreateSpace, 2018. – С. 41–43. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35075248> (дата обращения: 05.03.2024). – Текст: электронный.
2. Шальнова, С.А. Аддитивные технологии и лазерная поверхностная обработка как альтернатива классическим методам производства и обработки деталей / С.А. Шальнова. – 2016. – № 26–2. – С. 38–42. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26104314><https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35075248> (дата обращения: 05.03.2024). – Текст: электронный.

3. Попкова И.С. Селективное лазерное плавление как инновационная технология изготовления сложно-профильных изделий / И.С. Попкова – Москва, 2015. – С. 276–279.
URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/41926/1/sch_met_XVI_2015_2_082.pdf, (дата обращения: 05.03.2024). – Текст: электронный.
4. Соколов И.А. Разработка рекомендаций по внедрению аддитивных технологий в Российское металлургическое производство: магистерская диссертация / И.А. Соколов. – Екатеринбург, 2018. – 124 с. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/61446/1/m_th_i.a.sokolov_2018.pdf, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35075248> (дата обращения: 05.03.2024). – Текст: электронный.
5. Дорофеева В.В. Аддитивные технологии как инновационный тренд в развитии производства / В.В. Дорофеева – Калининград, 2020. – С. 23-27. – URL: https://brstu.ru/static/unit/journal_2/docs/number-41/23-27.pdf, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35075248> (дата обращения: 05.03.2024). – Текст: электронный.

ПАРАДОКС ФЕРМИ–ПАСТЫ–УЛАМА

В.В. Купарев^а, студент гр. 10А31

Научный руководитель: Соболева Э.Г., к.ф.-м.н., доц.

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: ^аIvanov@mail.ru

Аннотация: В статье дается обзор актуальных проблем нелинейной физики, в которых исследования Ферми–Пасты–Улама находят применение в области математики и физики.

Ключевые слова: нелинейные системы, солитоны, энергия.

Abstract: the article provides an overview of current problems in nonlinear physics, in which Fermi–Pasta–Ulam research finds application in the fields of mathematics and physics.

Keywords: nonlinear systems, solitons, energy.

Научные сотрудники Лос-Аламосской национальной лаборатории в 1953 году подбирали задачу для одного из первых электронных компьютеров. Было решено рассмотреть простейшую одномерную систему, состоящую из цепочки грузов, соединённых последовательно пружинами с нелинейной упругостью. Результаты моделирования были следующие: после начала возбуждения колебаний система была предоставлена самой себе, далее энергия распространялась равномерно по оставшимся колебательным модам, и движения цепочки приобретали характер белого шума. Но в один момент, машину решили оставить включенной намного больше, чем всегда. Через какое-то время, научные сотрудники поспешили проверить свои и результаты и обнаружили, что расчётная система, в результате теплового равновесия, вышла из него, а энергия колебалась только между наиболее длиноволновыми модами, не обращая внимание на коротковолновые колебания. И, в результате, система возвращалась из хаоса в исходное состояние! Этот парадокс встал в основу компьютерного моделирования, теории детерминированного хаоса и солитоники.

В настоящее время научные исследования сложных задач невозможны без компьютерного моделирования, необходимого для изучения большинства задач в естественных, технических и математических науках. Строгие математические доказательства, например, «задачи о четырёх красках», происходят только благодаря компьютерам. Например, в гидродинамике компьютерные визуализации сложных, зависящих от времени потоков имеют огромную роль для выявления глубинных физических механизмов. Современные эксперименты в физике твердого тела, изучение явлений в астрофизике, в биоинформатике также невозможны без компьютеров. После первого эксперимента Ферми-Пасты-Улама прошло немало лет, и нам интересно знать, с чего начинались их исследования.

Вместе с Джоном Паста и Уламом, Ферми начал изучать очень простую нелинейную динамическую систему, последовательно соединённых пружинами, с продольными колебаниями. Выбранный набор масс и пружин без внутреннего нагрева могли колебаться бесконечно без потери энергии.

