

оңтайлы су-химиялық жұмыс режимін сақтауға, Жабдықты күту мен жөндеу шығындарын азайтуға мүмкіндік береді деген қорытынды жасалды.

Түйінді сөздер: суды тазарту, қақ пен коррозияның алдын алу, қазандық қондырғылары, Hydrochem, механикалық қоспаларды алып тастау, суды жұмсарту, деминерализация.

TOIGOZHINOVA A.Z. – PhD, assoc. professor (Almaty, Academy of logistics and transport)

SCHULTZ V.A. – c.e.s., assoc. professor (Almaty, Academy of logistics and transport)

TANKIBAEVA A.S. – magistant (Almaty, Academy of logistics and transport)

PROCESS OF PREPARATION OF FEED WATER FOR BOILER PLANTS

Abstract

The article describes the main stages of preparation of feed water for boiler plants in order to prevent scale and corrosion. Different reagents are used to prevent scale formation. As a reagent, we use HYDROCHEM developed by a company - ООО "Hydrotechengineering". The choice of the most effective water treatment program is often determined by the design of the system and the chemical composition of the water used. Thanks to practice, the specialists of ООО "Hydrotechengineering". have extensive experience in applying the above technologies, which allows them to accurately find the best optimal solution to the problem. It was concluded that the initial water treatment in combination with the chemical program of internal water treatment will allow maintaining the optimal water-chemical mode of operation of boilers, reducing the cost of maintenance and repair of equipment.

Keywords: water treatment, prevention of scale and corrosion, boiler plants, Hydrochem, removal of mechanical impurities, water softening, demineralization.

УДК 621

ПЕРЕВЕРТОВ В.П. – к.т.н., доцент (Российская Федерация, г. Самара, Самарский государственный университет путей сообщения)

АБУЛКАСИМОВ М.М. – ст. преподаватель (Российская Федерация, г. Москва, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана)

СЕРИККУЛОВА А.Т. – к.т.н., ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

НАНОМАТЕРИАЛЫ В ТЕХНОЛОГИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аннотация

Формообразование деталей из наноматериалов и порошковых композитов традиционными и аддитивными (3D) технологиями в условиях «умных» производственных систем (УПС) представляют сложную динамическую систему, которой необходимо оптимально управлять. Гибкость и экономичность новой продукции на основе УПС с цифровым моделированием синтеза традиционных и аддитивных

технологий зависит от качества материала. Анализ методов получения наноматериалов показал, что в зависимости способа получения нанокристаллических материалов формируется различная структура наноматериалов, влияющая на гибкость и скорость внедрения новых технологий, которые необходимо контролировать и диагностировать лазерными, инфракрасными, волоконно-оптическими датчиками системы компьютерной томографии для обеспечения качества, безопасности и экологичности в условиях работы УПС.

Ключевые слова: наноматериалы, технологии, качество, датчики, контроль, диагностика, система, экономика.

Введение.

Формообразование деталей в транспортной и ракетно-космической промышленности отличаются выбором материалов, технологией и энергией, которой необходимо управлять. Применяют как металлические, так и неметаллические материалы, и сплавы, конструкционные и инструментальные стали, порошки из титана, алюминия, кобальта, никеля, молибдена, керамики, лития и т.д., и их порошковые композиции (с заданными физико-химическими свойствами) и ультрадисперсные наноматериалы.

Компьютерное конструирование (моделирование) порошковых композитов и наноматериалов для традиционных и аддитивных технологий изготовления деталей конструкционного и функционального назначения железнодорожной техники позволит: 1 – повысить износостойкость в 3-4 раза; 2 – усталостную прочность при знакопеременном нагружении в 2-3 раза; 3 – обеспечить твердость керамических составляющих с нанокристаллической структурой до 10000 МПа; 4 – восстанавливать детали с сохранением заданных характеристик; 5 – получать углеродные и волокнистые базальтовые материалы с прочностью 2500-5000 МПа и композиционные материалы на их основе с полимерной и углеродной матрицей для железнодорожного машиностроения, включая газомоторные двигательные установки [1-5].

Основная часть.

При изготовлении локомотивов, вагонов, НТТС и т.д. используют комплектующие сборочных единиц и детали из различных материалов с применением альтернативных технологий и совершенных методов расчетов конструкции, способных изменить структуру железнодорожного парка. Применение прочных и легких материалов позволит уменьшить массу и увеличить срок службы деталей, повысить их качество, надежность и долговечность.

Классификация и анализ методов и оборудования для получения ультрадисперсных материалов (нанокристаллических) показал (рисунок 1), что в зависимости от того, какой используется способ получения нанокристаллических материалов: нанокристаллизация аморфных сплавов, плазменное, лазерное, электровзрывное и термическое испарение, механическое легирование в высокоэнергетических мельницах (атриторах), компактирование нанопорошка, интенсивная пластическая деформация (ИПД) и т.д. может сформироваться различная структура наноматериалов [3-7]. Требования к оптимальным методам получения наноструктурных материалов должны отвечать: 1 – получение ультрадисперсных (нанокристаллических, квазикристаллических) материалов необходимых размеров, формы и структуры без потери необходимых наноструктурных особенностей; 2 – стабильность технологии производства наноразмерных порошковых материалов; 3 – возможность контроля и диагностики агломерации частиц и распределения их по размерам; 4 – экономичность производства нанокристаллических материалов; 5 – безопасность обращения с ультрадисперсными порошками (наноматериалами).

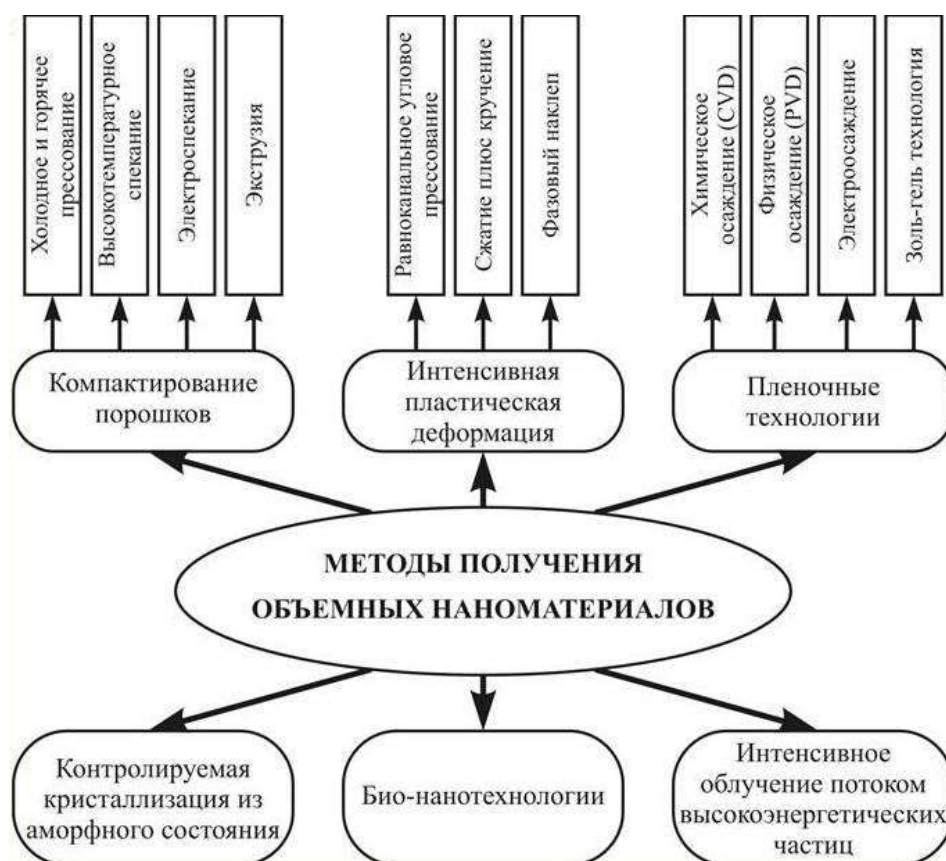


Рисунок 1 – Классификация методов получения объемных наноматериалов

Для выпуска высокотехнологичной продукции транспортной системы путем модернизации производства необходим переход от трудоемких технологий (традиционных) к наукоемким (аддитивным AF технологиям – 3D печать) и создание на их стыке альтернативных (гибридных) технологий типа spray forming, объединяющих в себя: 1 – заготовительные технологии – литейные (плавка металла), пластического деформирования; 2 – технологии механической обработки материалов, включая финишные и т.д.; 3 – технологии распыливания металла (порошковая металлургия); 4 – технологии металлографии (металловедения), технологии лазерного излучения и плазменного воздействия и т.д. [1-5, 8, 9].

Альтернативные (гибридные) технологии позволяют изготавливать как новые материалы и сплавы, имеющие высокую однородность микро- и макроструктуры, так и производство высокопрочного инструментального, штампового, литейного инструментов и т.д., посредством послойного напыления (атомизации) материала и формообразование заготовки для последующей обработки традиционными технологиями.

Гибридные и аддитивные AF технологии [6, 9-12] сближает использование различных методов послойного синтеза, что позволяет получать заготовки (детали) из конструкционных и специальных сплавов, композитов и наноматериалов. Оснащение оборудования для осуществления гибридных технологий (литейное и вакуумные печи, устройства термообработки и порошковой металлургии) при изготовлении порошковых композитов и наноматериалов, оснащенное системой диагностического управления с быстродействующим исполнительным устройством и высокоэффективными, бесконтактными лазерными, волоконно-оптическими датчиками контроля и диагностики позволит устранить потери материала до 20% при распылении (атомизации и осаждении металла) и получать качественные заготовки типа ленты, цилиндра, кольца (труба), турбинных дисков диаметром до 1400 мм, изготовления инструмента и т.д. [1-5, 10-13].

Основой технологий в «умных» производственных системах (УПС) являются традиционные и аддитивные технологии (АТ) или цифровые 3D-технологии (3D-печать), входящие в состав гибких производственных систем (ГПС), состоящей из: 1 – литейного, кузнечно-штамповочного, сварочного, лазерного и плазменного, переработки пластмасс и композитов, термического производства и т.д.; 2 – механического производства, включая технологии финишной обработки материалов резанием (ОМР); 3 – сборочного производства; 4 – объединенные логистические и информационно-управляющие системы; 5 – САПР конструкций и технологий, для создания интегрированных технологических процессов [7, 12-18]. Внедрение цифровых (аддитивных) технологий на основе цифровой 3D-модели, методом послойного добавления материала в области проектирования (САД), моделирования (САЕ) и обработка материалов резанием – ОМР (САМ), обработки материалов давлением – ОМД (САД) и т.д., находящихся в единой цифровой технологической системе САД/САМ/САЕ вызвало развитие технологий 3D-печати с контролем и диагностикой параметров 3D-модели технологическими датчиками о сечениях САД-модели. Построение физической модели по следующему алгоритму: а) – считывание трёхмерной геометрии; б) – разбиение модели на горизонтальные сечения (слои); в) – построение сечений детали слой за слоем снизу-вверх позволяет осуществлять проверку различных параметров изделия, чтобы заранее устранить вероятные дефекты (неисправности), приводящие к отказам при изготовлении и ремонте деталей, которые уже готовы к эксплуатации в условиях РЖД [5-7, 12]. Анализ технологических особенностей применения 3D-печати для изготовления изделий (деталей) по цифровой модели [1-5, 6, 7] показал, что в результате внедрения аддитивного технологического оборудования – 3D-принтеров, включая роторные 3D принтерные технологические машины [1-5, 7, 8-14, 15-18], появились новые технологии, вытесняющие традиционные технологии производства литейных деталей и штампового инструмента, деталей самолетов и ракет, НТТС и высокоскоростного подвижного состава и т.д.

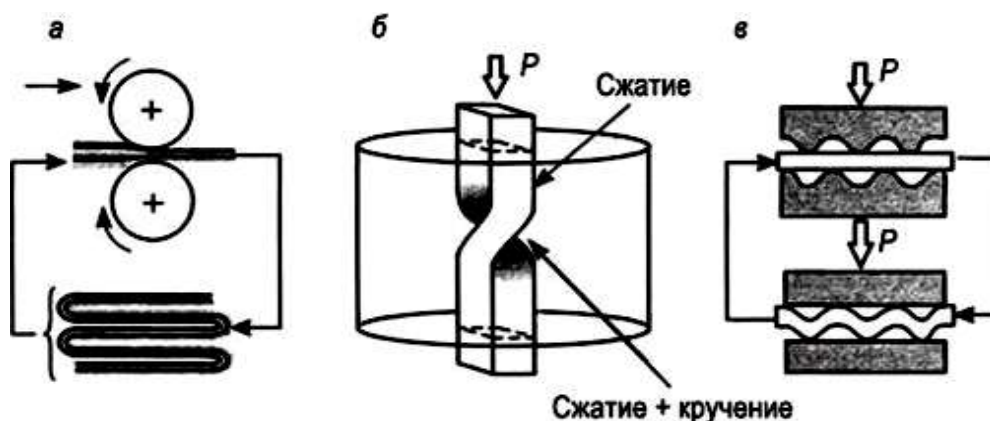
Термины АF(АМ)-технологии, обозначающие аддитивный технологический (АТ) процесс, охватывают синтез продукции на основе новых методов энергии формирования, фиксации и соединения слоев материала между собой спеканием, сплавлением, склеиванием, полимеризацией и т.д., в зависимости от конкретной технологии при формообразовании изделий (деталей) сложной геометрии для мелкосерийного производства.

Аддитивные технологии (АТ) на основе лазерной, плазменной, электронно-лучевой энергии используют научные разработки в области теории ОМР и ОМД, литья и сварки, металловедения и порошковой металлургии, лазерной и плазменной энергии, оптике и электронике, системам диагностики и управления, датчикам и устройствам контроля и т.д., которые реализуются в 3D-принтерных системах, включая роторные. Мотивацией применения АМ(АF)-технологий является экономическая целесообразность и эффективность формообразования изделия, зависящая от затрат на технологическую подготовку и являющаяся альтернативой традиционным технологическим методам для производства продукции. Экономическая целесообразность АМ (АF)-технологий для производства и ремонта изделий (деталей) рабочих органов турбин ГТД, валов, а также для нанесения защитных и износостойких покрытий и т.д. достигается перед традиционными технологиями за счет сокращения времени и стоимости при проведении конструкторских вариантных исследований.

По гибридной технологии типа *spray forming* получают новые наноматериалы и сплавы с увеличенным содержанием литья и керамики, имеющие улучшенные (по сравнению с литейными сплавами), прочностные и износные характеристики при повышенных температурах и с заданным коэффициентом термического расширения; композиционные материалы с керамической матричной основой (до 15%) с повышенной жесткостью и сопротивлением износу; разнообразные покрытия с уникальными свойствами для применения в микроволновых устройствах и пленочных радиаторах,

использующихся в телекоммуникационных системах, аэрокосмической и оборонной промышленности, высокоскоростном составе [1-4, 15]. В освоении гибридных технологий необходим выпуск порошковых материалов и оборудования для их производства (литейные, термообработки, порошковой металлургии, вакуумные печи) и внедрения технологии изготовления пресс-форм (заготовок) турбинных дисков диаметром до 1400 мм и металлорежущего инструмента из композитов и наноматериалов, заэвтектических сплавов AL-Si и сталей различного назначения.

Гибридные технологии в сочетании с методами интенсивной пластической деформации (ИПД), которые относятся к методам обработки материалов давлением (ОМД), позволяют получать новые конструкционные наноструктурные материалы с уникальными свойствами сильного измельчения зерна до наноразмеров. Для осуществления больших пластических деформаций используют традиционные технологические процессы ОМД: прокатка (рисунок 2а), кручение под давлением (рисунок 2б), ковка (рисунок 2в), равноканальное угловое прессование (рисунок 3), волочение и др. Сущность этих методов заключается в многократной интенсивной пластической деформации (ИПД) сдвига обрабатываемых материалов для создания компактных сверхмелкозернистых материалов с размером зерен от 10 до 100 нм и получения массивных образцов с беспористой структурой материала, чего не удастся достичь компактированием высокодисперсных нанопорошков.



а) прокатка; б) сжатие + кручение; в) ковка – обработка материалов давлением (ОМД)

Рисунок 2 – Схемы методов интенсивной пластической деформации (ИПД)

Методом равноканального углового прессования – (РКУП) получают массивные наноструктурные заготовки размерами до 85 мм и длиной до 300 мм, пригодные для использования в машиностроение. При реализации РКУП заготовка (рисунок 3) неоднократно продавливается в специальной оснастке через два пересекающихся под углом 90 градусов канала с одинаковыми поперечными сечениями (при комнатной или повышенной температурах, в зависимости от деформируемого материала).

«Наноструктурность» материала получают за счет деформации сдвигом. Наноструктурные материалы, вследствие очень малого размера зерен, содержат в структуре большое количество границ зерен, которые играют определяющую роль в формировании их необычных физических и механических свойств.

При «традиционных» заготовительных технологиях ОМД (прокатка материала на прокатных станах, ковка молотах и винтовых прессах и т.д.) повышение прочности материала сопровождается уменьшением его пластичности. Наноструктурированные за счет интенсивной пластической деформации (ИПД) материалы имеют высокую прочность и уникальную пластичность. Для формирования наноструктур методом ИПД весьма важными являются не только число проходов, но и однородность исходного массива,

равномерность распределения веществ, составляющих сплав, по объему исходного материала. Гидридная технология типа spray forming позволяет получить качественный для ИПД материал.

Перспективным направлением использования наноматериалов является метод подшихтовки ультрадисперсных порошков в распыливаемый расплав основного, матричного металла, дающий возможность создания уникальных сплавов с равномерным включением в объемную структуру металла наночастиц различных материалов – металлов, включая редкоземельные, оксидов и пр. с помощью оборудования – атомайзеров, реализующих рассмотренную технологию. Технологический процесс распыливания (атомизация) металла и получения порошка различен в зависимости от исходного металла.

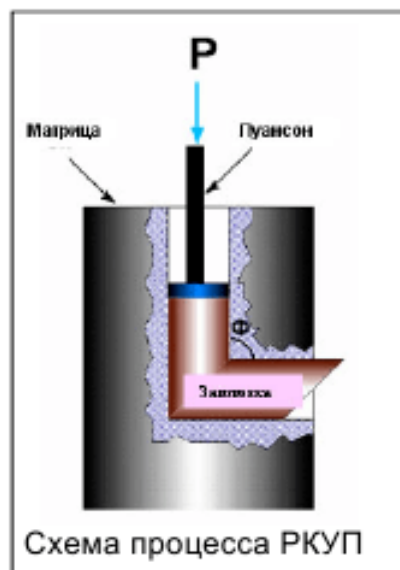


Рисунок 3 – Схема технологического процесса равноканального углового прессования (РКУП)

Технологическая система распыления металлического порошка (атомайзер) является машиной для производства заготовок и порошков и включает следующие основные элементы: 1 – плавильная камера с донным сливом; 2 – распылительная камера, где струю расплавленного металла, вытекающую из плавильной камеры, разбивают на мелкие капли с помощью высокоскоростного потока аргона (воздуха) в зависимости от исходного металла и требований к форме частиц порошка; 3 – диагностическая система управления, составными частями которой являются система контроля и диагностики, включая быстродействующий исполнительный рабочий орган; 4 – бункер расходного материала; 5 – станина машины.

Конструкция технологических машин позволяет получать металл в слитках (слив в изложницу), в виде порошка или в виде spray forming заготовки для последующей обработки материалов давлением (ОМД)-прокат, ковка, штамповка. Созданию гибридных технологий, композитов и наноматериалов для АФ-машин, используется для физико-химических исследований, отработки технологии литья и механообработки материалов, получения партий порошковых металлов для аддитивных машин выращивания изделий (литейных форм) из металлических порошков. Получаемый порошок имеет сферическую геометрию частиц. Дисперсность порошка варьируется от 10 до 100 мкм. Порошок может быть дополнительно разделен на отдельные фракции с помощью стандартных вибросит. Широкий спектр расплавляемых металлов включает пиррофорные сплавы и сплавы

редкоземельных металлов. С целью снижения опасности взрыва предусмотрено регулируемая атомизация в воде для получения металлических гранул.

Технологическое оборудование условно можно разделить на две группы: 1 – вид использования материала: 1.1 – порошковые композиты и наноматериалы; 1.2 – листовые (прутковые) композиции материалов; 2 – источник энергии для формообразования деталей.

В качестве источника энергии для АМ(АF) – технологий являются энергии электронного луча и лазерного излучения; плазменного и ионного воздействия или их сочетания (ионно-лазерное, ионно-плазменное и др.), которое также применяется для традиционных технологий. Технологическое оборудование представляет сложную динамическую систему, оснащенную диагностической системой управления, технологическими датчиками и быстродействующим исполнительным рабочим органом и др.

Технологии порошковых материалов на аддитивном оборудовании основаны на следующих основных принципах: 1 – склеивание; 2 – спекание с использованием различных концентрированных видов энергии.

1. Склеивание порошкового материала. В 3D-принтерах происходит равномерное нанесение слоя порошка на плоскость построения с его последующим выборочным склеиванием посредством нанесения связующего вещества печатной головкой. Поэтапное нанесение равномерного слоя порошка и его склеивание продолжается до полного построения детали.

В качестве материала построения используют порошки металлические, пластиковые и силикаты, для печати литейных форм при изготовления металлических отливок любой сложности и конфигурации. По завершении 3D-печати с использованием металлического порошка в качестве материала построения объект помещается в печь до полного отвердевания связующего вещества, затем он извлекается и очищается. В следующей печи по специальной технологии он пропитывается порошковой бронзой для получения готового изделия с высокими механическими свойствами. Также применяется технология для изготовления детали термопечатающей головкой 3D-принтера вместо лазерной технологической системы.

2. Спекание порошкового материала. Лазерные аддитивные технологии можно разделить на две группы: технологии SLM и LMD, которые являются альтернативой методу склеивания порошка связующим веществом и имеет схожие технологии. В качестве материала для построения детали используется порошковые материалы: полистирол, керамика, стекло, сталь, титан, алюминий и другие металлические сплавы и наноматериалы.

Технология SLM – селективное лазерное сплавление – полное расплавление порошка лазером в отличие от спекания. К этой категории относятся такие обозначения технологии, как SLS и SLA, DMLS и другие. Технология (DMLS) – лазерная SLS-технология с применением металлических порошков для выращивания готового изделия (объекта) с высокими механическими свойствами. Основные преимущества метода SLM аддитивных технологий: высокая точность и качество построения сложных изделий с полостями внутри. Однако скорости построения и размер выращиваемых деталей в таких системах ограничены.

Технология LMD – прямое лазерное осаждение (выращивание) с использованием прямой подачи порошка или проволоки непосредственно в место построения. К этой категории относятся технологии: DMD, LENS, DM, MJS, позволяющие вести построение, как с большими скоростями, так и в объеме. Анализ исследований [1-7] порошковых материалов (нержавеющая сталь, медь, никель, кобальт, алюминий или титан), попадающих в луч мощного лазера для осаждения в расплавленном виде на плоскость построения, показал пониженную точность и ограниченную сложность выращиваемых деталей.

Анализ применения технологий SLM и LMD для изготовления одной и той же опорной детали самолета Airbus A320, предназначенной для крепления двигателя под крыло из сплава Инконель 718, устойчивой к высоким температурным, химическим и механическим воздействиям, показал различие как в структуре полученного материала и прочности на разрыв и сжатие, так и в следующих параметрах: 1 – время и скорость построения; 2 – дополнительная обработка; 3 – уровень и качество детализации. Внедрение технологии SLM показало высокий уровень и качество детали, но низкий уровень времени и скорости построения, по сравнению с технологией LMD, в ходе построения отсутствовали некоторые отверстия (требовалась дополнительная механическая обработка резанием). Деталь изготавливается традиционными технологиями заготовительного производства (технология литья) и технологии ОМР (фрезерование).

Эффективность использования АF-технологий в машиностроении зависит от сложности внедрения и сертификации деталей, перспективности и конкурентоспособности (по стоимости), целесообразности внедрения оборудования послойного лазерного синтеза металлических изделий в мелкосерийное (серийное) производство деталей сложной геометрии в авиационной и железнодорожной промышленности, космической индустрии и т.д. Технологии применения листовых порошковых материалов на АF-оборудовании в крупносерийном производстве пластмассовых изделий должны обеспечивать высокую стойкость пресс-форм и получать любую форму и размеры поверхностей, включая закрытые полости, что вызывает необходимость использования металлических пресс-форм из качественных сталей. Для получения изделий высокого качества необходимо обеспечить строгий и равномерный режим охлаждения пластмассы в пресс-форме: охлаждающие каналы должны максимально повторять формы изготавливаемых изделий, что невозможно сделать с помощью традиционных технологий. Алгоритм АF-технологии изготовления пресс-форм (рисунок 4) с использованием листовых порошковых материалов: 1 – проектирование изделия (пресс-форма) на компьютере; 2 – форма и размеры охлаждающих каналов соответствуют теоретическим расчетам, гарантирующим высокое качество изготавливаемого изделия; 3 – по результатам компьютерного проектирования каждый слой изготавливается с помощью лазерной установки из листового материала требуемой марки; 4 – изготовленные из листового металла слои пресс-формы, собираются, сжимаются с помощью специальных устройств; 5 – пакет листовых слоев сваривается диффузионной сваркой, приобретая монолитную конструкцию, соответствующую по прочности цельному изделию; 6 – обработка поверхностей изделия традиционными технологиями ОМР и термообработкой. Традиционные методы изготовления металлических пресс-форм, в зависимости от сложности конструкции, требуют больших временных и финансовых затрат. Использование АТ сокращает сроки проектирования изделия, обеспечивает их более высокое качество. Благодаря возможности конструирования охлаждающих каналов любой формы, размеров и траектории, процесс изготовления изделий в таких пресс-формах можно полностью автоматизировать и обеспечить надежность получения высококачественных изделий.

Особенностью технологий АF(AM), использующих лучевой источник тепловой энергии, является необходимость применения специального программного обеспечения для редактирования конфигурацию поддержек и технология их удаления. Электронно-лучевая энергия используется в технологических машинах типа Argam для полного расплавления порошковых композитов (EBM-технология) с контролем тепловой энергии и параметров металлического порошка направленным пучком энергии электронов в отличие от спекания лазером.

В технологическом оборудовании осуществления АF-технологии типа IFF (Sciaky) в качестве источника энергии для плавления композитных и наноматериалов используется низкотемпературная высокочастотная плазма (факельный разряд) для получения

нанокристаллических материалов при формообразовании заготовок применяют также плазмохимический синтез низкотемпературной плазмой. Плазменные технологии, протекающие при температуре рабочего газа 8000-10000 °С, когда вещество находится в состоянии низкотемпературной плазмы, необходимо контролировать и управлять высокими температурами. В металлургии в плазмотронах получают порошковые материалы композитные с новыми свойствами. В машиностроении плазменное напыление (нанесение) на поверхность деталей упрочняющих, термостойких, антикоррозионных, защитных и других покрытий, восстанавливает изношенные поверхности деталей, повышает качество и надежность машин; производит плазменную резку любого материала толщиной до 250 мм; в заготовительном кузнечно-штамповочном производстве нагревают заготовки низкотемпературной высокочастотной плазмой (факельным разрядом) и применяют традиционные технологии обработки давлением для изготовления отверстий в материале, основанные на внедрении пуансона КШИМ в матрицу (штамповый инструмент) с предварительным формированием отверстия в материале заготовки факельным разрядом (ФР), обладающие высокой скоростью протекания процессов и энергоёмкостью производства. Для контроля ФР (низкотемпературной плазмы) разработано новое инвариантное волоконно-оптическое устройство контроля температуры типа ИРТ-3, ИРТ-4.



Рисунок 4 – Алгоритм создания пресс-форм из листовых порошковых материалов

В зависимости от вида концентрированной энергии классифицируют плазменные, электродуговые, лазерные, электронно-лучевые технологии напыления или их сочетания, представляющие собой равномерное осаждение на поверхность изделия тонкого слоя заданного вещества с целью придания изделию дополнительной прочности, электропроводности, износоустойчивости в зависимости от вида и геометрии изделия, условий его эксплуатации, вида материала изделия и его массы и т.д. и отрабатывается в

результате многовариантных исследований. На основе ионно-плазменной энергии разработаны технологии (методы) плазменной и ионной обработки материала заготовки.

Лазерное излучение увеличивает производительность, качество обработки и получение новых свойств поверхности материала, недоступные традиционным методам обработки материалов. Управление параметрами лазерного луча, как источника нагрева материалов, позволил разработать методы поверхностной лазерной обработки с контролем и диагностикой качества структуры поверхностного слоя: твердость и износостойкость, шероховатость и геометрические размеры, «транспортировку» лазерного излучения в труднодоступные места и производить обработку в автоматизированном режиме для изготовления заготовки (детали) резкой, пробивкой, сваркой из листов металла, композита, полимера, керамики малыми партиями в многономенклатурном производстве машиностроения. Энергия лазерного излучения в гибридной технологии позволяет получать технологическую, инструментальную оснастку литейных и штамповых пресс-форм, порошки и материалы (наноматериалы) и различные сплавы широкого спектра по CAD-модели на установке с лазерным излучением мощностью от 1 до 5 кВт с удалением облоя, обработки заготовки в размер по посадочным поверхностям, термообработка и получать качественные изделия из материалов с увеличенным содержанием лития и керамики.

В лазерной технологии для автоматического контроля и диагностики размеров, линейных перемещений, качества материалов и изделий и др. альтернативных (гибридных) технологий применяют измерительную оптоволоконную, лазерную технологию (методы), включая бесконтактный, быстродействующую диагностику (неразрушающий контроль), обеспечивая точность до 0,01% при размерах от 1-100 микрон; определять скорость объектов в диапазоне от 0,0001 до 50 м/с. Лазерные методы бесконтактной диагностики, основанные на принципах голографии, позволяют обнаруживать дефекты размером до 1 мкм, определять статические и динамические деформации различных деталей. Для устранения брака и дефектов деталей, приводящим к отказам, применяются системы компьютерной томографии технологических параметров, позволяющие получать трехмерный скан детали – наглядное изображение и любого сечения объекта и 3-мерной модели в целом, которая также может быть сопоставлена с исходной CAD-моделью и использовать в качестве контрольно-диагностической машины: разрешение до 1 мкм, точность измерений 10 мкм. Для обработки данных томографирования, контрольно-диагностических измерений и анализа применяется программа VGStudio Max 2.1.

Выводы.

1. Анализ методов и оборудования для получения наноматериалов показал, что в зависимости от того, какой используется способ получения нанокристаллических материалов: нанокристаллизация аморфных сплавов, плазменное, лазерное, электровзрывное и термическое испарение, механическое легирование в высокоэнергетических мельницах, компактирование нанопорошка, интенсивная пластическая деформация (ИПД) и т.д. может сформироваться различная структура наноматериалов, влияющая на качество, гибкость и скорость внедрения инновационных технологий.

2. Альтернативные (гибридные) технологии AF(AM) и синтез аддитивных и традиционных технологических процессов порошковых наноматериалов и композитов, спеченных порошковых заготовок и другие технологии, позволяют сократить расход материалов, энергии за счет совершенствования технологических процессов и максимального приближения форм и размеров заготовок к готовым деталям, уменьшения объемов ОМР на основе контроля и диагностического управления потоками энергии электронного луча, лазерного излучения, плазменного и ионного воздействия.

3. Формообразование деталей в машиностроении отличаются выбором материалов, технологией и энергией, которой необходимо управлять по цифровой модели для

изготовления качественной детали любой сложности с контролем и диагностикой параметров датчиками и устройствами промышленных томографических систем.

4. Области эффективного использования АТ зависят от сложности внедрения и сертификации деталей, конкурентоспособности и целесообразности, производимых методом послойного синтеза деталей, имеющих сложную геометрию в мелкосерийном производстве в авиационной и железнодорожной промышленности, космической индустрии, медицине и т.д.

Литература

1. David L. Bourella, Joseph J. Beaman, Jr.a, Ming C. Leub and David W. Rosenc. A Brief History of Additive Manufacturing and the 2009 Roadmap for Additive Manufacturing: Looking Back and Looking Ahead. RapidTech 2009. URL: www.rapidtech.itu.edu.tr.

2. Techel A. et al. Laser Additive Manufacturing of Turbine Components, Precisely and Repeatable. Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology (IWS), интернет-издание Laser Institute of America. Доступ свобод. URL: www.lia.org/blog/category/laser-insights-2/laser-additivemanufacturing.

3. Раковский В.С., Саклинский В.В. Порошковая металлургия в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1993. – 211 с.

4. Капита В.И. Плазменные покрытия с нанокристаллической и аморфной структурой. – М.: Лидер М, 2008. – 323 с.

5. Бабич Б.Н. и др. Металлические порошки порошковые материалы / под ред. Ю.В. Левинского. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 294 с.

6. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров. – М., 2015.

7. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Абулкасимов М.М. Технологии обработки материалов концентрированным потоком энергии // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 3 (11). – С. 69-79.

8. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Абулкасимов М.М. Качество продукции и услуг РЖД в сочетании с качеством управления // Надежность и качество – 2017.

9. Перевертов В.П. Материаловедение: конспект лекций. – Самара: СамГУПС, 2016. – 136 с.

10. Перевертов В.П. Технологии конструкционных материалов. Ч. 2. Литейные и порошковые технологии. Лазерные технологии и обработки материалов резанием: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: СамГУПС, 2018. – 192 с.

11. Перевертов В.П. Технологии конструкционных материалов. Ч. 3. Технологии обработки материалов давлением: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: СамГУПС, 2018. – 154 с.

12. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Абулкасимов М.М. Нанотехнологии в умные инфраструктуры ОАО «РЖД» // Промышленный транспорт Казахстана. – 2018. – № 2 (59). – С. 26-30.

13. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Акаева М.О., Абулкасимов М.М. Технологии традиционные и аддитивные в «умных» производственных системах // Промышленный транспорт Казахстана. – 2019. – № 4 (65). – С. 148-153.

14. Перевертов В.П. Качество управления гибкими технологиями: монография. – Самара: СамГУПС, 2019. – 270 с.

15. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Мусаева Г.С., Абулкасимов М.М. Алгоритм принятия решений при формообразовании деталей альтернативными технологиями в «умных» системах // Промышленный транспорт Казахстана. – 2020. – № 1 (66). – С. 54-64.

16. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Абулкасимов М.М., Акаева М.О. Концентрированные потоки энергии для традиционных и аддитивных технологий в условиях «умных» производств // Промышленный транспорт Казахстана. – 2020. – № 1 (66). – С. 161-171.

17. Перевертов В.П. Материаловедение и гибкие технологии: учебник. – Самара: СамГУПС, 2020. – 292 с.
18. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Мусаева Г.С., Абулкасимов М.М. Управление в «умных» железнодорожных транспортных системах // Промышленный транспорт Казахстана. – 2019. – № 4 (65). – С. 59-67.

References

1. David L. Bourella, Joseph J. Beaman, Jr.a, Ming C. Leub and David W. Rosenc. A Brief History of Additive Manufacturing and the 2009 Roadmap for Additive Manufacturing: Looking Back and Looking Ahead. RapidTech 2009. URL: www.rapidtech.itu.edu.tr.
2. Techel A. et al. Laser Additive Manufacturing of Turbine Components, Precisely and Repeatable. Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology (IWS), интернет-издание Laser Institute of America. Доступ свобод. URL: www.lia.org/blog/category/laser-insights-2/laser-additivemanufacturing.
3. Rakovsky V.S., Saklinsky V.V. Powder metallurgy in mechanical engineering. – Moscow: Mashinostroenie, 1993. – 211 p.
4. Kapitan V.I. Plasma coatings with nanocrystalline and amorphous structure. – M.: Leader M, 2008. – 323 p.
5. Babich B.N. et al. Metal powders powder materials / ed. by Yu.V. Levinsky. – M.: EKOMET, 2005. – 294 p.
6. Zlenko M.A. Additive technologies in mechanical engineering: a manual for engineers – M., 2015.
7. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Abulkasimov M.M. Technologies of processing materials with a concentrated flow of energy // Reliability and quality of complex systems. – 2015. – № 3 (11). – pp. 69-79.
8. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Abulkasimov M.M. Quality of products and services of Russian Railways in combination with the quality of management // Reliability and quality – 2017.
9. Perevertov V.P. Material Science: lecture notes. – Samara: SamGUPS, 2016 – 136 p.
10. Perevertov V.P. Technologies of structural materials. Ch. 2. Foundry and powder technologies. Laser technologies and materials processing by cutting: a textbook – 2nd ed., reprint. and additional – Samara: SamGUPS, 2018. – 192 p.
11. Perevertov V.P. Technologies of structural materials. Ch. 3. Technologies of material processing by pressure: textbook. – 2nd ed., reprint. and additional – Samara: SamGUPS, 2018 – 154 p.
12. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Abulkasimov M.M. Nanotechnologies in the smart infrastructure of JSC "Russian Railways" // Industrial Transport of Kazakhstan. – 2018. – № 2 (59). – pp. 26-30.
13. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Akaeva M.O., Abulkasimov M.M. Technologies traditional and additive in "smart" production systems // Industrial transport of Kazakhstan. – 2019. – № 4 (65). – pp. 148-153.
14. Perevertov V.P. Quality of flexible technology management: monograph. – Samara: SamGUPS, 2019 – 270 p.
15. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Musaeva G.S., Abulkasimov M.M. Algorithm of decision-making when forming parts with alternative technologies in "smart" systems // Industrial transport of Kazakhstan. – 2020. – № 1 (66). – pp. 54-64.
16. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Abulkasimov M.M., Akaeva M.O. Concentrated energy flows for traditional and additive technologies in the conditions of "smart" production // Industrial transport of Kazakhstan. – 2020. – № 1 (66). – pp. 161-171.
17. Perevertov V.P. Material Science and flexible technologies: textbook. – Samara: SamGUPS, 2020 – 292 p.

18. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Musaeva G.S., Abulkasimov M.M. Management in "smart" railway transport systems // Industrial Transport of Kazakhstan. – 2019. – № 4 (65). – Pp. 59-67.

ПЕРЕВЕРТОВ В.П. – т.ғ.к., доцент (Ресей Федерациясы, Самара қ., Самара мемлекеттік қатынас жолдары университеті)

ӘБІЛҚАСЫМОВ М.М. – аға оқытушы (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Н.Э. Бауман ат. Мәскеу мемлекеттік техникалық университеті)

СЕРІКҚҰЛОВА А.Т. – т.ғ.к., аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

КӨЛІКТІК МАШИНА ЖАСАУ БӨЛШЕКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ НАНОМАТЕРИАЛДАР

Аңдатпа

Наноматериалдар мен ұнтақты композиттерден бөлшектерді дәстүрлі және аддитивті (3D) технологиялармен «ақылды өндірістік жүйелер» (АӨЖ) жағдайында қалыптастыру оңтайлы басқару қажет күрделі динамикалық жүйені білдіреді. Дәстүрлі және аддитивті технологиялар синтезін цифрлық үлгілеумен (АӨЖ) негізіндегі жаңа өнімнің икемділігі мен үнемділігі материалдың сапасына байланысты. Наноматериалдарды алу әдістерін талдау нанокристалды материалдарды алу әдісіне байланысты жаңа технологияларды енгізудің икемділігі мен жылдамдығына әсер ететін наноматериалдардың әртүрлі құрылымы қалыптасатынын көрсетті, оларды АӨЖ жұмыс жағдайында сапаны, қауіпсіздікті және экологиялықты қамтамасыз ету үшін компьютерлік томография жүйесінің лазерлік, инфрақызыл, талшықты-оптикалық датчиктерімен бақылау және диагностикалау қажет.

Түйінді сөздер: наноматериалдар, технологиялар, сапа, датчиктер, бақылау, диагностика, жүйе, экономика.

PEREVERTOV V.P. – c.t.s., assoc. professor (Russian Federation, Samara, Samara state university ways of communications)

ABULKASIMOV M.M. – senior lecturer (Russian Federation, Moscow, Bauman Moscow state technical university)

SERIKKULOVA A.T. – c.t.s., senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

NANOMATERIALS IN THE TECHNOLOGY OF FORMING PARTS OF TRANSPORT ENGINEERING

Abstract

Forming parts from nanomaterials and powder composites with traditional and additive (3D) technologies in the context of "smart production systems" is a complex dynamic system that must be optimally controlled. The flexibility and cost-effectiveness of new products based on SPS with digital modeling of the synthesis of traditional and additive technologies depends on the quality of the material. The analysis of methods for obtaining nanomaterials has shown that, depending on the method of obtaining nanocrystal materials, a different structure of nanomaterials is formed, which affects the flexibility and speed of the introduction of new technologies that need to be monitored and diagnosed by laser, infrared, fiber-optic sensors of

the computed tomography system to ensure quality, safety and environmental friendliness in the operating conditions of the SPS.

Keywords: *nanomaterials, technologies, quality, sensors, control, diagnostics, system, economy.*

УДК 64.841.655

УЗЕНБЕКОВ Ш.Б. – докторант (г. Шымкент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова)

ШАПАЛОВ Ш.К. – доктор PhD, профессор (г. Шымкент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова)

ДИЛЬДАБЕК Д.С. – к.т.н., доцент (г.Тараз, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати)

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация

В данной статье описан способ тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в вертикальных стальных резервуарах путем подачи пены с образованием низкослойной пленки непосредственно в топливный слой на дно резервуара. Кратко изложены проблемы тушения пожаров в резервуарах с плавающей крышей или на понтоне при тушении пожаров этажным способом. Основные проблемы: загрязнение пены нефтью и нефтепродуктами, время подъема пены на поверхность резервуара, появление недоступных для тушения «карманов» и др. Показаны результаты исследований основных современных систем по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтегазовой промышленности, таких как: транспортировка, переработка и хранение. Описаны результаты исследования процесса тушения пожара пленкообразующей пеной в резервуарах, а также исследования свойств фторсинтетических пен. Так же приведены примеры комбинированных систем по обеспечению пожарной безопасности на понтонных резервуарах.

Ключевые слова: *пожар, нефтегазовая промышленность, резервуар, пожарная безопасность, горючие жидкости, пена, система водоснабжения, пожарный ствол.*

Введение.

В данное время нефтегазовая промышленность играет самую главную роль в экономике нашей страны, обеспечивая значительную часть валового внутреннего продукта, а так же поступлений налоговых отчислений. Следовательно, из этого следует, что данная отрасль должна непрерывно развиваться и совершенствоваться, без чего невозможно улучшение социально-экономического положения страны и решение стоящих перед ней стратегических задач. Одним из основных направлений нефтегазовой промышленности Казахстана является добыча, хранение и, конечно же, транспортировка готовой продукции (нефть и газ). В то же время данная промышленность обладает рядом чрезвычайно опасных рисков, таких как пожаро-взрывоопасность. Обладая высокой пожарной опасностью, нефтегазовая промышленность всегда влечет за собой большие риски распространения пожаров и различных техногенных аварий на всей территории нефтегазодобывающего предприятия. Скопление огромных количеств пожаро- и взрывоопасных веществ на относительно малой площади объясняет вероятность