

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF KAZAKHSTAN

Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА
KAZAKH NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY AFTER K.I. SATPAYEV



«ШАХМАРДАН ЕСЕНОВТЫҢ ҒЫЛЫМИ МҰРАСЫ»
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ

МЕЖДУНАРОДНЫХ САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ
«НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ШАХМАРДАНА ЕСЕНОВА»

PROCEEDINGS

INTERNATIONAL SATPAYEV'S READINGS
«SCIENTIFIC HERITAGE OF SHAHMARDAN ESENOV»

Алматы 2017 Almaty

**«ШАХМАРДАН ЕСЕНОВТЫҢ ҒЫЛЫМИ МҰРАСЫ»
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ
ЕҢБЕКТЕРІ**

ТРУДЫ

**МЕЖДУНАРОДНЫХ САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ
«НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ШАХМАРДАНА ЕСЕНОВА»**

PROCEEDINGS

**INTERNATIONAL SATPAYEV'S READINGS
«SCIENTIFIC HERITAGE OF SHAHMARDAN ESENOV»**

Алматы, 2017

УДК 55:001
ББК 26.3+72
С 21

В сборнике представлены материалы конференции Сатпаевские чтения на тему: «Научное наследие Шахмардана Есенова», к знаменательной дате 90-летию Шахмардана Есенова, выдающегося ученого геолога, ученика К.И. Сатпаева, видного государственного и общественного деятеля, академика Национальной Академии наук, доктора геолого-минералогических наук, профессора, Лауреата ленинской премии, Лауреата Государственной премии Республики Казахстан, лауреата премии им. Ч.Валиханова.

ISBN 978-601-323-034-4

Оргкомитет:

- Искаков Р.М. – проректор по академической работе, **председатель**;
Енселбаев Т.А. – директор Института геологии и нефтегазового дела;
Бекботаева А.А. – заведующий кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», **ответственный исполнитель**;
Кадыкова М.Б. – тьютор кафедры «Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых», **секретарь**;
Ауелхан Е.С. – заведующий кафедрой «Гидрогеология и инженерная геология»;
Абетов А.Е. – заведующий кафедрой «Геофизика»;
Ли Г.В. – координатор проектов научно-образовательного Фонда имени Ш.Есенова;
Грищенко И.Ф. – операционный директор научно-образовательного Фонда имени Ш.Есенова;
Абишева З.С. – директор горно-металлургического Института;
Байгунчечков Ж.Ж. – директор Института промышленной инженерии;
Кумекоев С.Е. – директор Института инженерии высоких технологий;
Куспангалиев Б.О. – директор Института архитектуры и строительства;
Утелбаев Б.Т. – директор Института химической инженерии;
Құралханов Д.К. – директор Института базового образования;
Мухамедиев Р.И. – директор Института информационных и телекоммуникационных технологий;
Салькова Л.Н. – директор Института экономики и бизнеса;
Асанов М.А. – ассоциированный профессор кафедры «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых»;
Шауенов Р.Р. – президент студенческого общества геологов, при Институте геологии и нефтегазового дела.

УДК 55:001
ББК 26.3+72

ISBN 978-601-323-034-4

© Казахский национальный
исследовательский технический
университет имени К.И.Сатпаева

2) По первому пункту грунтовый насос отличается тем, что с целью создания адаптивной системы и компенсации ударной нагрузки подвесные пружины – компенсаторы расположены под углом к оси выходного патрубка в пределах 45-60 градуса.

3) По первому пункту отличается тем, что всасывающие и нагнетательные патрубки выполнены в виде сильфонов.

Выводы:

Основные научные результаты и практические рекомендации, заключаются в следующем:

1. Установлено, что технический ресурс грунтовых насосов является комплексным показателем состояния гидротранспортной установки и может быть рассчитан по величине интенсивности гидроабразивного износа рабочего колеса и параметров вибрации в стандартном диапазоне СКЗ виброскорости.

2. Установлено, что рабочий ресурс грунтового насоса в системе гидротранспорта зависит от обобщенного фактора надежности, полученного на основе установленных зависимостей интенсивности гидроабразивного износа рабочего колеса, физико-механических свойств перекачиваемой пульпы рабочей среды, времени наработки и среднеквадратического значения виброскорости.

Список литературы

1. Разработка новой конструкции центробежного грунтового насоса: отчет о НИР: 5/Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева ; рук. Поветкин В.В. ; исполн.: Мендебаев Т.М. [и др.]. – Алматы, 2012. – 132 с. – Библиогр.: с. 125-132. - № 751.МОН.ГФ.12.15.

2. В.Я. Карелин. Износ лопастных гидравлических машин от кавитации и насосов. Москва: Машиностроение, 1970. 5с.

3. Иржи Собота, В.И. Александров. Вибродиагностика технического состояния грунтовых насосов. Записки Горного Института Т.218. Санкт – Петербург, 2016. 242 с.

Б. Ж. Бектібай, Ж. М. Маканалина

Топырақ сорғылар діріл қорғау

Түйіндеме. Жабдықтың сенімді жұмысы кез-келген кәсіпорынның жоғары өнімділігі мен тиімділігінің (эффективність) басты көрсеткіші. Берілген мақалада топырақтық сорғының жұмыс істеу принципі мен тағайындалуы қарастырылған. Гидравликалық көліктің жеткіліксіз тиімділігінің негізгі себептерінің бірі қолданыстағы топырақ сорғынарынның жұмысшы дыңгелектерінің гидроабразивті тозуы болып табылады, тозу сорғы агрегатының діріліне алып келеді, ал діріп жүйенің топық техникалық жағдайын томендетеді. Топырақ сорғының техникалық жағдайының коэффициентінің КТЖ көмегімен агрегаттың нақты жағдайының бағасы көрсетілген сондай-ақ жұмысшы дөңгелектің қалақтарына (или жүздеріне) түсетін дірілдік (соғу) күштерін азайтудың адаптивті басқарылатын жүйесі мен жұмысшы беттердің абразивті тозуының төмендеуі жалпы сорғының пайдалану сенімділігін арттыру қарастырылған.

Түйін сөздер: топырақ сорғы, діріл, техникалық жағдайы, дөңгелегі, дене, кавитация.

B. Zh. Bektibay, Zh. M. Makanalina

Vibration protection of primary pumps

Summary. Reliable operation of the equipment is the main indicator of high productivity and efficiency of any enterprise. In this article, the principle of operation and designation of ground pumps is considered. It is revealed that one of the main reasons for the insufficient efficiency of hydraulic transport is the hydroabrasive wear of the impellers of the applied ground pumps, which leads to the vibration of the pump unit, which significantly reduces the overall technical state of the system. The estimation of the actual condition of the unit with the help of the coefficient of technical condition of the ground pump K_t is shown, and also an adaptive controlled system for reducing vibrational (impact) loads on impeller blades and reducing abrasive wear of working surfaces is considered, and the overall reliability of the pump is increased.

Keywords: ground pump, vibration, technical condition, wheel, body, cavitation.

А.Бурханулы

Научный руководитель – А.Р.Сейткулов, к.т.н., ассоц. проф., зав. каф.

СМ и ТМПКазНИТУ, Казахстан, г. Алматы

a.seitkulov@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

***Аннотация:** Представлен обзор наиболее популярных 3D-технологий, выполненный на основе публикаций, представленных в научно-технических журналах и открытых источниках. Описаны методы, основанные на порошковых технологиях, экструдировании рабочего материала, методы фотополимеризации. Представлены достоинства и недостатки каждого метода аддитивного формирования изделий*

***Ключевые слова:** 3D-технологии, аддитивное производство, порошковые технологии, экструдирование, фотополимеризация.*

Технологии трехмерной печати – перспективная технология изготовления изделий единичного и мелкосерийного производства во многих отраслях промышленности (машиностроение, авиационная и космическая отрасли, медицина и пр.). Использование данной технологии (3D-технологии, аддитивная технология) позволяет изготавливать детали сложной конфигурации с внутренними криволинейными отверстиями, недоступными изготовленияами другими методами обработки. В результате процесса формируется изделие без существенных отходов производства. Прямое производство с САПР и отсутствие множества переходов и переустановок детали на станке, как при традиционных методах изготовления, позволяет получить микронную точность изделия [1].

Идеология 3D-технологий базируется на цифровых технологиях, в основе которых лежит цифровое описание изделия, его компьютерная модель или т. н. CAD-модель. Все стадии реализации проекта от идеи до материализации (в любом виде – в промежуточном или в виде готовой продукции) находятся в «дружественной» технологической среде, в единой технологической цепи, где каждая технологическая операция также выполняется в цифровой CAD\CAM\CAE-системе. Практически это означает реальный переход к «безбумажным» технологиям, когда для изготовления детали традиционной бумажной чертежной документации в принципе не требуется.

Целью данной работы является проведение классификации популярных способов аддитивного производства изделий на основе публикаций, представленных в научно-технических журналах и открытых источниках, а также проведение анализа научно-технической информации в сфере использования аддитивных технологий в СНГ.

С точки зрения способа послойного формирования изделия можно выделить три направления развития 3D-технологий:

- порошковые технологии;
- экструдирование;
- фотополимеризация;

1. Порошковые технологии

Селективное лазерное спекание (SLS-технологии). В принтерах, работающих по такой технологии, сначала формируется слой материала, после чего происходит выборочное спекание порошка лазером, связывая частички порошка в соответствии с текущим сечением исходной модели [2,3]. В качестве исходного материала SLS-технологии используются полимерные и керамические порошки и термопластики. Так как плавление материала происходит выборочно по заданной траектории, то достоинством этой технологии является возможность одновременного производства нескольких деталей, что приводит к повышенной производительности всего аддитивного процесса.

Прямое лазерное спекание металлов. Эта технология является частным случаем селективного лазерного спекания с применением металлопорошков. Из таких порошков возможно создавать детали сложной формы, которые трудно получить литьем, а также «вырастить» их на заранее подготовленном изделии. На сегодняшний день производится широкий спектр металлических порошков на основе никеля, стали, титана, алюминия, бронзы и драгоценных металлов. Важными для современной промышленности являются никель и сплавы на его основе. Их важность и значимость объясняется тем, что детали, полученные на их основе, способны выдерживать большие нагрузки, в

том числе и температурные. Порошки, полученные с применением специальных устройств – атомайзеров применяются в 3D-технологиях.

Селективное лазерное плавление (SLM-технология). Данная технология является аналогом лазерного спекания металлов. Принцип работы: происходит избирательное плавление порошка в зоне пятна лазерного луча. Материал полностью плавится и образует контакт с предыдущим слоем. Исследования показали, что прочность деталей, полученных методом SLM, главным образом зависит от способа обработки порошкового материала при помощи лазерного луча. Выделяют 4 способа формирования нового слоя. В первом случае треки с материалом располагаются на расстоянии близком друг к другу, равному диаметру лазерного луча. Во втором – расстояние между треками меньше и это приводит к пористости образцов и, как следствие, к невысоким механическим свойствам деталей. При третьей стратегии обрабатывание лазерным лучом происходит в два приема – сначала обрабатывается слой материала с шагом переплавленного трека, а затем луч проходит между уже переплавленными треками, сплавляя два соседних трека. Особенностью четвертой стратегии является то, что сканирование слоя происходит перпендикулярно направлению предыдущего слоя. В этом случае маловероятно возникновение волновой структуры изделия. От выбора способа воздействия на исходный материал зависят механические свойства материалов, пористость образцов и время изготовления детали. В описываемой технологии, как и в методе SLS, возможно создание нескольких деталей одновременно, при этом, производство является почти безотходным.

В работе [4] было проведено сравнение механических свойств литевых изделий и материалов на основе титана, алюминия и стали, полученных SLM-методом. Опыты показали, что пределы прочности материалов, созданных по SLM-технологии больше, чем пределы прочности литевых изделий (в среднем на 40 МПа). Объясняется это мелкой зернистой структурой, которая формируется в результате быстрого охлаждения расплава.

В работе [5] автор выделил две основные проблемы селективного лазерного наплавления. Это низкая производительность и высокая вероятность образования трещин. Во избежание образования трещин применялась двухзонная стратегия, основанная на дополнительном проходе лазерного луча.

Электронно-лучевая плавка. По данной технологии изделие создается путем избирательного плавления порошка в зоне действия электронного луча. Этот метод схож с SLM-методом, только вместо лазерного луча используется электронный. За счет этого получается более высокая производительность и уменьшается трещинообразование из-за уменьшения градиента температур.

Избирательное тепловое спекание. Источником тепла данной технологии являются ультрафиолетовые лампы. Специальная лампа закрывается маской и появляется возможность выборочного воздействия на исходный материал. Для данного метода используются термопластичные порошки. На пластине из кварцевого стекла печатается предварительное изображение. Незатронутые зоны печати пропускают тепло и запекают порошок, а остальные – отражают тепловой поток. Главное преимущество метода – это экономия материала, так как неиспользованный порошок можно использовать повторно.

2. Экструдирование. Метод послойной наплавки (FDM-технология). Полимерная нить из нагретой головки в расплавленном состоянии подается на плоскость, где осаждаясь и застывая формирует очередной слой. В качестве материалов используются термопластики, легкоплавкие металлы и сплавы, поставляемые в виде катушек. Для FDM-метода характерны несколько определяющих факторов, а именно: траектория наложения нити трека, толщина нити, способ подачи нити и нагрева, скорость подачи нити и скорость протекания процесса в целом. Изменения факторов приводят к различным формам рельефа детали. А это не всегда положительно сказывается на качестве получаемой конструкции [6]. Несомненными преимуществами данного метода являются использование тех же термопластиков, что и для традиционного литья под давлением, и возможность печати материалом, нагретым до полужидкого состояния

3. Фотополимеризация. Стереолитография (SLA-технология). Принтеры, работающие по данному принципу имеют платформу, которую погружают в бак с жидким фотополимером. Лазер проходит по поверхности, в результате чего слой фотополимера затвердевает. Затем платформа опускается на глубину одного слоя и процесс повторяется до тех пор, пока объект полностью не построится. Материал, использующийся в SLA-технологиях – фотополимерная смола.

4. Технология PolyJet. Нанесение материала происходит с помощью струйных головок. Жидкий фотополимер отвердевает под действием светового излучения. После окончания нанесения всего слоя зону печати подвергают мощному ультрафиолетовому излучению для полного

отвердевания материала, после чего наносится следующий слой. Для примера, с помощью современных 3D принтеров Object 350, в данной технологии могут применяться до 7 различных фотополимеров, которые отличаются физическими свойствами [7].

Лидером применения аддитивных технологий в СНГ является Россия, имеющая значительные наработки как в области подготовки и производства материалов для АФ, так и в части изготовления новых уникальных изделий, созданных по при помощи аддитивных технологий.

В заключение можно отметить, что аддитивное производство в настоящее время многообразно и обладает большим количеством преимуществ, в том числе, применение АФ-технологий приводит к экономия средств, экономия времени и пр. Аддитивные технологии способны в разы упростить производственный процесс создания деталей. Перспективы таковы, что в ближайшем будущем вместо производственного цеха с огромными установками и работниками можно будет ограничиться одним отделом с несколькими 3D-принтерами и двумя-тремя инженерами. Поэтому неудивительно, что темпы развития аддитивных технологий стремительно увеличиваются с каждым годом. Но это приводит и к ряду проблем. Например, самыми распространенными проблемами являются: нехватка квалифицированных кадров, недостаток отечественных материалов, а также слабая проработка методических основ производства новых изделий, создаваемых при помощи аддитивных технологий.

Список литературы

1. Шеховцов А.А., Карпова Н.П. Аддитивные технологии как способ реализации концепции бережливого производства // Научно-методический электронный журнал концепт. – 2015. – том 13. – с. 141-145.
2. Кулиш А.М. Использование аддитивных технологий для получения деталей машиностроения // Молодежный научно-технический вестник. 2015. – №5. – с.1-7.
3. Дмитренко А.А. Аддитивные технологии как новый этап развития производства деталей машин. Статья из сборника трудов конференции “Современные материалы, техника и технология”. – 2014. – с.164-167.
4. Смуров И.Ю., Конов С.Г., Котобан Д.В. О внедрении аддитивных технологий и производства в отечественную промышленность // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2015. – №2. – с.11-22.
5. Баева Л.С., Маринин А.А. Современные технологии аддитивного изготовления объектов // Вестник МГТУ. – 2014. – №1. – с.7-12.
6. Чумаков Д.М. Перспективы использования аддитивных технологий при создании авиационной и ракетно-космической техники // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2014. – №76. – с.1-22.
7. Кузнецов П.А., Васильева О.В., Теленков А.И., Савин В.И., Бобырь В.В. Аддитивные технологии на базе металлических порошковых материалов для российской промышленности // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2015. – №2., с.4-10.

А.Бурханұлы, Ә.Р.Сейтқұлов

Машинажасау өндірісінің жауапты тетіктерін жасауда үшөлшемді баспа технологиясын қолдану

Түйіндеме. Ғылыми-техникалық журналдар мен ашық көздердегі жұмыстар негізінде кең танымал 3D-технологияларға шолу келтірілген. Ұнтақты технологиялар, жұмыс материалдарын экструзиялау, фотополимеризация әдістері негізіндегі тәсілдер сипатталған. Бұйымдарды аддитивті қалыптастырудың иәр әдісінің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген.

Түйін сөздер: 3D-технология, аддитивті өндіріс, ұнтақты технологиялар, экструзиялау, фотополимеризация.

A. Burhanuly, A. R. Seitkouloulov

The use of three-dimensional printing technology in the manufacture of critical parts engineering production

Summary. An overview of the most popular 3D technology is based on the publications presented in scientific journals and open sources. The described methods based on powder technology, the extrusion of working material, methods of photopolymerization. The advantages and disadvantages of each method of forming additive products

Key words: 3D technology, additive manufacturing, powder technology, extrusion, photopolymerization.

Каимов Абылай Талгат¹

*Научный руководитель - Қайым Т.Т. – заведующий кафедрой
«Прикладная механика и инженерная графика», д.т.н., профессор*

¹КазННТУ, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет имени Аль-Фараби

kayim4444@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО НАДЕЖНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГРУНТА (РОССЫПИ, ТОРФА) ИННОВАЦИОННЫМ ОТВАЛОМ БУЛЬДОЗЕРА СО СЪЕМНЫМ РЕЖУЩИМ НОЖОМ

***Аннотация:** Для повышения эффективности разработки россыпных месторождений полезных ископаемых и торфа с применением землеройно-строительных машин авторами создан инновационный исполнительный механизм рабочего органа (ИМ РО) отвала бульдозера со съемным режущим ножом. Разработана математическая модель определения его геометрических, структурно-кинематических и динамических параметров с учетом стохастических процессов взаимодействия его с разрабатываемой средой. В ней предусматривается производить учет случайных ошибок отклонения величины параметров от «идеальной» расчетной модели и систематических ошибок, связанных с точностью измерения, на основе использования рекуррентной процедуры определения оптимального весового коэффициента Калмана. Выбор структурных, кинематических и динамических параметров инновационного ИМ РО отвала со съемным режущим ножом производится на основе реализации принципа его адаптации к усилию сопротивления разрушения участка массива грунта (УМГ), формирования его оптимальной толщины слоя (стружки). Разработанные математические методы являются основой для создания инновационных ИМ РО отвала бульдозера со съемным режущим ножом. На разработанный инновационный ИМ РО отвала бульдозера получен патент Республики Казахстан.*

***Ключевые слова:** отвал бульдозера, исполнительный механизм, математическая модель, режущий нож.*

Введение. В современный период времени (начало XXI века) резко увеличивается масштаб применения некоторых землеройно-строительных машин (ЗСМ), к которым относятся бульдозеры. Этот факт обуславливается тем, что бульдозеры все шире эксплуатируются при разработке россыпных месторождений полезных ископаемых во многих горнодобывающих странах мира: США, Канада, Китай, Россия, Австралия, Новая Зеландия, Южная Африка, Бразилия, Чили, Венесуэла и т.д. [1] и торфа [2].

Бульдозеры производятся в различных странах мира, например, США, Япония, Германия, Россия, Беларусь и др.

Повышение эффективности работы бульдозера достигается в основном применением технических операций, обеспечивающих снижение силы сопротивления разрушения УМГ отвалом бульдозера. Эффект по снижению силы сопротивления разрушения УМГ отвалом бульдозера достигается, в основном, за счет использования технических приемов, облегчающих внедрение ИМ РО отвала бульдозера в УМГ. Один из наиболее распространенных методов, обеспечивающих интенсификацию рабочих процессов бульдозера, является рационализация конструкции его отвала [3-5]. Методы этого направления обуславливают повышение производительности бульдозера за счет более рационального внедрения ИМ РО отвала бульдозера в УМГ и снижения силы сопротивления разрушения его [5].

Наибольшее влияние на технико-экономические показатели эксплуатации бульдозера оказывают физико-механические характеристики УМГ. Для наиболее точной оценки эксплуатационных параметров динамической системы стохастических процессов взаимодействия ИМ РО отвала бульдозера – разрушаемая среда была разработана ее математическая модель их расчета. В процессе ее реализации были проведены специальные исследования кинематических и динамических характеристик разработанного инновационного ИМ РО отвала бульдозера с учетом максимальной силы сопротивления разрушения УМГ I-IV категории крепости [7].