

*Гутько Ю.І., проф., д.т.н., Східноукраїнський національний університет імені Володимира
Даля, м. Луганськ,*

*Бер Р., проф., д.т.н., Магдебурзький університет імені Отто-фон-Гуерике,
м. Магдебург, Німеччина,*

*Колесніков В.О., доц., к.т.н., ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса
Шевченка», м. Луганськ*

ВИКОРИСТАННЯ АДДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПРОТОТИПУВАННЯ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Останнім часом у різних галузях науки і техніки стрімко зростає інтерес до технологій, в яких використовуються 3D принтери [1]. 3D-друк або «аддитивне виробництво» - процес створення цілісних тривимірних об'єктів практично будь-якої геометричної форми на основі цифрової моделі. 3D-друк заснований на концепції побудови об'єкта послідовно нанесеними шарами, що відображають контури моделі. Фактично, 3D-друк є повною протилежністю таких традиційних методів механічного виробництва та обробки, як фрезерування або різання, де формування вигляду виробу відбувається за рахунок видалення зайвого матеріалу (т.зв. «субтрактивне виробництво»). 3D-принтерами називають промислових роботів, здатних виконувати адитивні процеси під програмним управлінням. Хоча технологія 3D-друку з'явилася ще в 80-х роках минулого століття, широке комерційне поширення 3D-принтери отримали лише на початку 2010-х. Перший дієздатний 3D-принтер був створений Чарльзом Халлом, одним із засновників корпорації 3D Systems. На початку 21 століття відбулося значне зростання продажів, що призвело до різкого падіння вартості пристроїв. Згідно з даними консалтингової фірми Wohlers Associates, в 2012 році обсяг світового ринку 3D-принтерів і супутніх сервісів досяг \$ 2,2 млрд., показавши зростання на 29% порівняно з 2011 роком [2].

В умовах сучасного гнучкого багатономенклатурного виробництва великий інтерес представляють безмоделльні способи отримання ливарних форм [3]. Їх загальними перевагами є:

- малий час технологічної підготовки виробництва;
- скорочення витрат і зниження трудомісткості;
- виготовлення ливарних форм практично будь-якої складності;
- відсутність необхідності проектування і виготовлення моделей;
- можливість отримання виливків без ливарних ухилів з елементами, отримання яких утруднено при традиційних технологіях внаслідок необхідності вилучення моделей; можливість об'єднання стрижнів в єдину систему, що підвищує точність складання і, як наслідок, точність виливки.

Аддитивні технології можуть застосовуватися як для отримання піщаних форм з холоднотвердіючою сполучною або лазерним селективним спіканням (SLS), так і керамічних оболонкових форм.

Також наприклад, існує технологія отримання заготовок з конструкційних і спеціальних сплавів розпиленням (атомізацією) металу запропонована в 1970р. проф. Singer (Swansea University, Велика Британія). Суть технології - в пошаровому напиленні металу на підкладку і «виросуванні» болванки (заготовки) для подальшої механообробки. Метал розплавляють в плавильній камері і потім через спеціальний сопло він розпорошується потоком інертного газу, частинки металу (розміром 10... 100 мкм) осідають на підкладку, формуючи таким чином масив болванки.

На відміну від литої заготовки, болванка, виготовлена цим методом, має високу однорідність мікро і макроструктури матеріалу. Технологія Spray forming розроблена, в першу чергу, для виготовлення відповідальних деталей аерокосмічного призначення зі спеціальних сплавів з підвищеними вимогами. Однак вона знайшла комерційне застосування у серійному виробництві, зокрема, для виробництва гільз циліндрів з Al-Si сплава для двигунів автомобілів Мерседес. Її успішно застосовують для отримання заготовок із сплавів, схильних до ліквідації при кристалізації, зокрема, Cu сплавів, що використовуються для виробництва супер провідників (CuSn), високоміцних інструментів (CuMnNi, CuAlFe) для нафтовидобувної та гірничорудної промисловості [4].

Цікаві данні, що найбільший світовий виробник має намір здійснити революцію в адитивній технології. Компанія General Electric хоче радикальним чином змінити методи виробництва. Її авіаційний підрозділ - найбільший постачальник літакових двигунів у світі - збирається виготовляти паливні форсунки шляхом 3D-друку замість лиття та зварювання. Згодом цією технологією планується охопити й інші галузі, від виробництва газотурбінних установок до виготовлення медичного обладнання.

GE вже придбала пару компаній з ноу -хау в області автоматизованого прецизійного виробництва з металів, які були передані у відання GE Aviation. CFM International, спільне підприємство GE з французькою компанією Snecma, використовує 3D - надруковані форсунки в новому реактивному двигуні LEAP наприкінці 2015 - початку 2016 року. Повідомляється, що вартість замовлень досягла \$ 22 млрд. У кожному двигуні буде від 10 до 20 форсунок, тому GE протягом трьох років необхідно випускати по 25 тис. штук щорічно. Вибір на користь нової технології зроблено у зв'язку із тим, що адитивне виробництво витрачає менше матеріалу. Це знижує витрати і, оскільки вироби до того ж виходять більш легкими, дозволяє літакам економити паливо. Загальноприйнятий метод передбачає з'єднання в одну деталь близько двадцяти дрібних компонентів - процес досить трудомісткий, до того ж значна кількість матеріалу відправляється у відходи. Тут же використовується порошок з кобальту і хрому. Лазер, керований комп'ютером, плавить його в потрібних місцях, формуючи шари товщиною 20 мкм. Це швидше ручного зварювання, тому що машина працює цілодобово. Виріб відразу створюється в кінцевому вигляді - нічого зайвого. Всі інші підрозділи GE (не кажучи вже про конкурентів) уважно стежать за експериментом [5].

Зараз особливе значення АF – технологии (additive fabrication) мають для пришвидшеного виробництва литих деталей. АF – машини використовують для отримання:

- ливарних моделей;
- мастер-моделей;
- ливарних форм та ливарної оснастки.

Суть АF – технологій, як і RP - технологій, складається в послійній побудові, послійному синтезі виробів – моделей, форм, майстер – моделей і т. д. шляхом фіксації шарів модельного матеріалу і їх послідовного з'єднання між собою різними способами: спіканням, сплавленим, склеюванням, полімеризацією – в залежно від нюансів конкретної технології. Ідеологія адитивних технологій базується на цифрових технологіях, в основі яких лежить цифрове опис виробу, його комп'ютерна модель або САD-модель. при використанні АF – технологій всі стадії реалізації проекту від ідеї до матеріалізації (в будь-якому вигляді - проміжному або в вигляді готової продукції) знаходяться в «дружньому» технологічному середовищі, в єдиному технологічному ланцюзі, де кожна технологічна операція також виконується в цифровий САD\ САM\САЕ – системі. практично це означає реальний перехід до «безпаперових» технологій, коли для виготовлення деталі традиційної паперової креслярської документації в принципі не вимагається [6].

Отже, майбутнє вже наступило, адитивні технології, разом з розвитком САD\ САM\САЕ систем змінюють нашу технологічну цивілізацію. Ці зміни будуть й надалі впливати на розвиток всієї світової економіки та культури виробництва.

Литература

1. Колесніков В.О., Коровін Я.В., Савченко Е. Перспективи використання 3D принтерів // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 338 -341.
2. 3D печать. Технологии 3D печати [Электронный ресурс]. 3D принтеры сегодня. Режим доступа: <http://3dtoday.ru>.
3. Технологии без модельного литья. Тенденции их развития. [Электронный ресурс]. МирПром. Режим доступа: <http://www.mirprom.ru/public/tehnologii-bezmodelnogo-litya-i-tendencii-ih-razvitiya.html>.
4. Аддитивные технологии в опытном литейном производстве. Литье металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм. Часть II [Электронный ресурс]. Все о техническом регулировании. Металлургия машиностроения № 3 2013. Режим доступа: <http://normacs.info>.
5. 3D печать найдет промышленное применение [Электронный ресурс]. Союз – литьё. Модельное производство. Режим доступа: <http://lityo.com.ua/2119-3d-pechat-najdjot-promyshlennoe-primenenie>.
6. Зленко М., Забеднов П. Аддитивные технологии в опытном литейном производстве. Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез – моделей и синтез - форм [Электронный ресурс]. Системы и технологии. Режим доступа: http://ksystec.ru/download/additiv_tech.pdf.

СЕКЦІЯ ІІІ

Проблеми розвитку техніки та технологій у промислових регіонах

<i>Балицкий А.И., Колесников В.А., Елиаш Я.</i> ВПЛИВ ПРОКОВЗУВАННЯ В УМОВАХ ТЕРТЯ КОЧЕННЯ НА ТРИБО ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИСОКОАЗОТНИХ СТАЛЕЙ.....	51
<i>Бердус А.Ю.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ І МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТО ТА АТП.....	54
<i>Богомазова А.В., Дроздова О.О.</i> РОЗРОБКА ОБ'ЄКТУ ДИЗАЙНУ НА ОСНОВІ ВПЛИВУ КОЛЬОРУ НА ФОРМОУТВОРЕННЯ.....	60
<i>Василенко Н.А., Василенко А.О.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОДОЗОВОЙ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА.....	64
<i>Гутько Ю.І., Бер Р., Колесніков В.О.</i> ВИКОРИСТАННЯ АДДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПРОТОТИПУВАННЯ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	68
<i>И.В. Доронин, В.М.Блинов, Ю.А. Лукина, П.Л.Алексеев, В.И. Антипов, М.Я.Соболев.</i> ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МОРФОЛОГИЮ ЧАСТИЦ ПЕРВИЧНЫХ КАРБИДОВ ПРИ РАДИАЛЬНО-СДВИГОВОЙ ПРОКАТКЕ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ.....	71
<i>Забавский А., Колесников В.А.</i> СПЛАВЫ МЕТАЛЛОВ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ.....	72
<i>Киричевский Р.В., Донченко В.Ю.</i> СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	76
<i>А.А. Климаш, Г.И. Соловьев, А.Н. Попович, А.В.Суворин.</i> ДИЗАЙН И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОРЕЛОК ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКИ-СТАБИЛИЗИРОВАННОГО СЖИГАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	80
<i>Козловська Т.І., Іванова Н.В., Гретенс П.О.</i> СУЧАСНІ ПРИСТРОЇ ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ ЗДАТНОСТЯМИ.....	82
<i>Король А.Ю.,</i> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ПАРНЫЕ ШТРЕКИ – ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ».....	86
<i>Кравцов О.В., Колесніков В.О.</i> СУЧАСНІ СТАН І ТЕНДЕНЦІЯ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	91
<i>Лукина Ю.А., Степанов А.В., Бобров Е.Н.</i> ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОПРОЧНЫХ ВАЛКОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ИЗ ЗАЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ 150ХНМ ДЛЯ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ.....	100
<i>Мащенко С.В., Черный А.А., Гончаров В.В.</i> ВЛИЯНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ ТИТАНА И АЗОТА НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ СТАЛИ 12Х18Н10Т.....	107
<i>Панков А.А.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДУЛЬНЫХ МАШИН В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	108
<i>Попович А.Н., Гончаров В.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХМЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ПРОГРАММИРУЕМОМ ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ.....	112
<i>Рудь В.Д., Самчук Л.М., Гулієва Н.М.</i> НОВИЙ ПОРИСТИЙ МАТЕРІАЛ ОТРИМАНИЙ МЕТОДОМ СВС.....	114
<i>Рябовол Ю.В., Гончаров В.В., Ненько М.В.</i> ВЛИЯНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ ТИТАНА НА СМАЧИВАЕМОСТЬ СТАЛИ 12Х18Н10Т.....	116
<i>Савинова В. В., Колесников В.А.</i> ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ.....	117
<i>Соломатин Б.Н.</i> СОЗВЕЗДИЕ СПУТНИКОВ КАК ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.....	121
<i>Татарінов В.Р., Колесніков В.О.</i> СУЧАСНІ ЗАСОБИ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ПРОТИУГІННІ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛІВ.....	124
<i>Харченко Д.О.</i> ЕЛЕКТРОФІЛЬНІ РЕАКЦІЇ ЗАМЩЕННЯ В РЯДУ ПІРИДИНХАЛЬКОГЕНОНІВ.....	133

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО - ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ ЄВРОПИ ТА СНД"

26 травня 2014 р.



м. Краснодон

Матеріали
VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ
ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ ЄВРОПИ ТА СНД"

Редакційна колегія:	доц. Стьопіна О.Г. доц. Колесніков В.О.
Технічний редактор:	ас. Козлов І.О.
Відповідальні за випуск:	доц. Стьопіна О.Г. доц. Колесніков В.О.

Тексти статей друкуються в авторській редакції

Гутько Ю.И., Бер Р., Колесников В.А. Технологии прототипирования в литейном производстве // Новые материалы и перспективные технологии, охрана труда и профессиональное образование *Материалы Всеукраинской научно-практической*

Интернет-конференции с международным участием 4 апреля 2014 года, г. Луганск. - 10-11 с.

Гутько Ю.І., Бер Р., Колесников В.А. Технології прототипування в ливарному виробництві // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної*

Интернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. - 10-11 с.

Gutko Yu.I., Bähr R., Kolesnikov V.O.

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Rüdiger Bähr

Prototyping technology in the foundry

Prototypentechnologie in der Gießerei

Technologia prototypowania w odlewni

https://www.researchgate.net/publication/333561833_Gutko_UI_Ber_R_Kolesnikov_VA_Tehnologii_prototipirovania_v_livarnomu_virobnictvi_Novi_materiali_i_perspektivni_tehnologii_ohorona_praci_i_profesijna_osvita_Materiali_Vseukrainskoi_naukovo-prakticnoi_I