Хронометраж роботи обладнання та робітників дозволяє синхронізувати роботу плавильного і заливного відділень, мінімізувати простої обладнання та підвищити продуктивність виробництва. Для безперервного забезпечення дільниці лиття в кокіль рідким металом необхідно передбачити у плавильному відділення дві плавильні печі, які працюють паралельно: в одній відбувається розливка металу, в іншій – плавка. При цьому не можна допускати перетримки рідкого металу в печі, оскільки це призводить до вигорання елементів, насичення розплаву шкідливими домішками і газами.

Таким чином, заходи по удосконаленню технологічного процесу лиття в кокіль алюмінієвих сплавів повинні ґрунтуватись на комплексному дослідженні всіх параметрів, які впливають на зменшення собівартості та підвищення якості литва.

## Список літератури

1. *Абрамов К.В.* К вопросу о компьютерном моделировании литейных процессов / *К.В. Абрамов, Т.Г. Сабирзянов* // Сборник научных работ КНТУ. Техника в сельскохозяйственном производстве, отраслевое машиностроение, автоматизация. – Кировоград, КНТУ, 2009. – №22. – С. 6.

2. *Конончук С.В.* Дослідження термодинамічних характеристик процесу рафінування алюмінієвих сплавів хлористим цинком / *С.В. Конончук, В.В. Пукалов //* Литво. Металургія. 2017: Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції 23 – 25 травня 2017 р. – Запоріжжя: АА Тандем, 2017. – С. 137 – 139.

УДК 621.745

**С. В. Конончук, В. В. Пукалов**

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ В ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Останнім часом спостерігається тенденція децентралізації виробництва та розділення його на більш гнучкі продуктові команди. Це пов’язано з необхідністю забезпечення потреб якомога більшої кількості споживачів. При цьому виробництво по-

винно швидко перелаштовуватись під ці потреби, що важко зробити без впровадження комп'ютерних технологій.

Системи тривимірного параметричного проектування широко використовуються в ливарному виробництві для проектування конструкторської документації, 3D – моделювання виливків, модельного оснащення, вузлів і складальних одиниць, ливарного обладнання [1], моделювання процесів заливки і кристалізації металу в формі [2]. По розробленим 3D – моделям виготовляють модельне оснащення на верстатах з числовим програмним управлінням.

Найбільш динамічно комп'ютерні технології розвиваються в напрямку адитивного виробництва або технологій пошарового синтезу (в тому числі і 3D-друку), коли отримання виробу відбувається шляхом додавання матеріалу на відміну від традиційних технологій, де створення деталі відбувається шляхом видалення «зайвого» матеріалу.

3D-друк дозволяє отримати з комп'ютерних моделей об'ємні вироби, надаючи можливість огляду об'єкта на 360 градусів. Таким чином можна побачити і виправити можливі помилки проектування, оцінити кінцевий результат ще до запуску проекту в виробництво.

Всі технології 3D-друку засновані на чотирьох базових методах переробки матеріалів: екструзія – видавлювання розплавленого матеріалу, фотополімеризація - затвердіння полімеру УФ або лазерним випромінюванням, гранулювання – склеювання або спікання частинок матеріалу і ламінування - склеювання шарів матеріалу з подальшим вирізанням

Найбільш доступною є технологія 3D-друку екструзією. Різноманітність матеріалів для екструзії дозволяє виготовляти вироби з найрізноманітнішими властивостями: з твердого пластику – модельне оснащення, форми для воскових моделей; з водорозчинного пластику – моделі для виготовлення гіпсових форм для художнього, ювелірного та зубопротезного лиття; з ливарного воску – для витоплюваних моделей; з гумо подібного пластику – для виготовлення форм для воскових моделей, тощо.

Якщо на початку розвитку 3D-принтери коштували десятки тисяч доларів, то зараз 3D-друк інтенсивно інтегрується в усі сфери людської діяльності і представлений великою різноманітністю принтерів, витратних матеріалів, запасних частин, супутнього обладнання.

Кафедра матеріалознавства та ливарного виробництва ЦНТУ придбала 3D-принтер, який використовується в навчальному процесі при викладанні курсів «Комп'ютерне проектування оснащення ливарного виробництва» та «Комп'ютерне проектування обладнання ливарного виробництва». Даний принтер дозволяє друкувати вироби розміром 220х220х200 мм з товщиною шару 0,1 мм або 0,2 мм зі швидкістю від 30 до 120 мм/с з точністю розмірів ±0,1 мм. На лабораторних роботах студенти-ливарники мають змогу роздрукувати розроблені попередньо 3D-моделі виливків, ливникової системи, модельне оснащення, ливарні форми, а також вузли і механізми ливарного обладнання в зменшеному масштабі (наприклад, механізм запирання прес-форми машини лиття під високим тиском). Це дає можливість студентам краще зрозуміти конструкцію виливка, ливникової системи, особливості розміщення та кріплення стержня у формі, конструкцію, послідовність виготовлення та розташування на плитах модельного оснащення, конструкцію та принцип роботи механізмів, тощо.

## Список літератури

1. *Алямовский А.А.* SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / *А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев* – СПб.: БХВ–Петербург, 2005. – 800 с

2. *Абрамов К.В.* К вопросу о компьютерном моделировании литейных процессов / *К.В. Абрамов, Т.Г. Сабирзянов* // Сборник научных работ КНТУ. Техника в сельскохозяйственном производстве, отраслевое машиностроение, автоматизация. – Кировоград, КНТУ, 2009. – №22. – С. 6.