

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
116-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***23-24 лютого 2023 року  
м. Київ***

УДК 699.245:536.421.4

## ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬСЯ

К. Г. КВАСНИЦЬКА

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: katonish@gmail.com*

З розвитком сучасної української промисловості газотурбобудування удосконалюються конструкції ГТД і установок, і, як результат, ускладнюються конструкції лопаток, що призводить до різкого зростання трудоемкості виробництва виливків і потребує постановки задачі підвищення ефективності процесу при одночасному покращенні якості литва. Аналіз публікацій показує, що більшість науково-дослідних робіт щодо лиття лопаток ГТД присвячена розробкам нових складів сплавів, в той час як керамічним ливарним формам приділяється мало уваги, хоча остання значно впливає на формування властивостей, геометрії та якості литих лопаток [1 -3].

Враховуючи складність геометрії складнопрофільних деталей, виготовлення цих високонавантажених елементів ГТД є утрудненим. Шорсткість поверхні має бути до 1,25 мкм, а також треба тримати під контролем значну кількість поверхонь критичного формоутворення. Контроль виконання вимог з точності геометричних параметрів поверхонь деталей на рівні 5-7 квалітетів є надзвичайно важливим.

Вимоги до керамічної форми, яка забезпечує отримання деталей відповідної якості, наступні:

- хімічна інертність до модельної маси і металу;
- міцність, що дозволить формі уникнути деформації при взаємодії з виливком, витримати статичні і динамічні напори розплаву;
- піддатливість до усадки сплаву;
- забезпечення належної шорсткості поверхні та високої точності розміру готового виробу. [4]

Не зважаючи на довготривалий досвід турбобудівних підприємств України брак виливків лопаток є досить високим (інколи досягає 60%). Найбільший відсоток браку (до 40%) припадає на різностінність, термічні тріщини та жолоблення стрижнів, які формуються на етапі одержання керамічних форм через недосконалість використовуваних модельних мас, формувальних та стрижньових матеріалів. Через це підприємства несуть високі виробничі втрати, тому розробка заходів, спрямованих на зменшення браку, є актуальною задачею. [5].

Розробка нових конструкцій ГТД чи їх вдосконалення вимагає виготовлення дослідних партій лопаток, термін одержання яких наразі складає від 6 місяців до 1 року, що пов'язано з довготривалим процесом виготовлення

оснащення. Ефективним рішенням цієї проблеми може стати застосування адитивних технологій при виготовленні разових моделей лопаток.

Не менш актуальним є питання екологічності процесів. Зокрема при виготовленні керамічних ливарних форм наразі в якості сполучних речовин застосовують етилсилікат, який потребує органічних вибухо- та пожежонебезпечних розчинників (етиловий спирт, ацетон).

Для одержання охолоджуваних лопаток ГТД з жароміцних сплавів на основі нікелю методом лиття за моделями, що витоплюються, використовують переважно керамічні стрижні на основі корунду та плавленого кварцу [6]. Для підвищення виходу придатного литва потрібно отримати внутрішні поверхні лопаток з мінімальним гідродинамічним опором, відсутністю водню в процесі видалення кераміки та виключення шкідливих компонентів, які містять фтор.

В результаті виконання роботи будуть запропоновані екологічно чисті сполучні речовини на водній основі для одержання керамічних форм, які за технологічними характеристиками не поступаються етилсилікатним сполучним матеріалам, а також нові склади модельних мас та нові технології одержання разових моделей робочих та направляючих лопаток ГТД. Будуть визначені полімерні матеріали та технології адитивного виготовлення із них разових моделей лопаток, а також оптимальні режими видалення моделей із керамічних форм.

#### **Список використаних джерел**

1. Халатов А.А., Ющенко К.А., Ісаков Б.В., Дашевський Ю.Я., Шевцов А.П. Газотурбобудування в Україні: сучасний стан і перспективи розвитку // Вісник НАН України. – 2013. – № 12. – С. 40-49.
2. Федоров О.Г. Газові турбіни і газотурбінні установки // Навчальний посібник, м.Одеса, ОНАХТ. – 2013. – 126 с.
3. Wahl J. B., Harris K. CMSX-4 plus single alloy development, characterization and application development // Superalloys 2016:Proc. Of the 13<sup>th</sup> International Symposium on Superalloys, TMS(the Minerals, Metals&Materials Society). – 2016.- P.25-33.
4. Репях С.И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям. – Днепропетровск.: Лира ЛТД. - 2006. – 1056 с.
5. Квасницкая Ю. Г. Повышение эксплуатационных характеристик рабочих лопаток турбин современных промышленных ГТД // Металл и литье Украины. – 2015. – № 8. – С. 29-31.
6. Замковой В.Є. Удосконалення процесів формування внутрішньої порожнини охолоджуваних лопаток ГТД. Автореф. дис. канд. техн.наук. – Київ. – 2005.