

теплоэнергетике и достигает 90%, как следствие – низкая себестоимость выработанной электроэнергии.

Для обеспечения предприятия электроэнергией требуется также дополнительно использовать дизельную электростанцию.

Дизельные электростанции отвечают не только требованиям безопасности и надежности, но и экологическим требованиям. Установки комплектуются шумозащитными кожухами для снижения шума от работающего дизельгенератора. Количество электроэнергии, вырабатываемой за год:

$$V_{ЭЭ} = N_e \cdot n_{уст} \cdot K_M \cdot 365 \cdot 24,$$

Количество тепловой энергии, вырабатываемой за год:

$$V_{ТЭ} = N_T \cdot n_{уст} \cdot K_M \cdot K_T \cdot 365 \cdot 24,$$

Таблица 1. Срок окупаемости всех вариантов энергоснабжения

Вариант энергоснабжения	Окупаемость тепловой энергии, лет	Окупаемость электроэнергии, лет
1	6,8	18,7
2	1,7	20,0
3	6,3	2,3
4	1,7	2,4

Далее каждый из вариантов был рассмотрен с экономической и технической точки зрения, смотреть Таблицу 1. В результате чего выбран оптимальный вариант автономного энергоснабжения предприятия – комплексная система состоящая из когенерационной газопоршневой установка для обеспечения тепловой и электрической энергией и дизельный генератор для электроснабжения.

УДК 621.9

УСТРАНЕНИЕ ПРЕСС-УТЯЖИНЫ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШТАМПОВКАХ ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА ГТД ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Костышев В.А., Питюгов М.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет), г. Самара

Одним из наиболее перспективных методов изготовления лопаток ГТД является высокоскоростное выдавливание. Этот метод позволяет получать тонкопрофильные изделия с коэффициентом вытяжки более 10 единиц из титановых сплавов, которые зачастую обладают недостаточной технологической пластичностью при обычных скоростях деформирования на кривошипном горячештамповочном оборудовании.

Существенная доля брака при производстве лопаток методом высокоскоростного выдавливания приходится на попадание в очаг деформации загрязнений с торцевой поверхности бойка и поверхности исходной заготовки вследствие турбулентного течения металла. Образующаяся при этом прессутяжина на подошве замка может превышать 5 мм. Одним из возможных методов устранения прессутяжины является повышение контактного трения на границе «боек-заготовка». Этого можно достичь выполнением насечки на поверхности бойка. Повышенное контактное трение будет задерживать контактный слой металла и препятствовать попаданию загрязнений в очаг деформации.

Анализ этого предположения был проведен в программном продукте «DEFORM-3D». Результаты анализа показывают, что интенсивность напряжений достигает максимальных

значений в контактной зоне «боек-заготовка» и существенно превышает интенсивность напряжений во всех других зонах. В моделировании было проведено слежение за точками, находящимися на контактной поверхности «боек-заготовка». В ходе деформирования попадания этих точек в очаг деформации зафиксировано не было.

Результаты моделирования в программном продукте «DEFORM-3D» подтверждают теоретические выводы.

УДК 621.9

СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ СПЛАВА ВТ9 ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ВЫДАВЛИВАНИИ

Костышев В.А., Питюгов М.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Лопатки компрессоров газотурбинных двигателей относятся к числу наиболее нагруженных деталей, находящихся под воздействием больших растягивающих и знакопеременных изгибающих напряжений, работающие в агрессивных средах при повышенных температурах [1]. Зачастую, именно лопатки определяют ресурс работы и надежность ГТД. Повышение эксплуатационных характеристик и ресурса работы лопаток является одной из приоритетных задач авиационной промышленности.

Одним из наиболее перспективных методов изготовления лопаток является высокоскоростное выдавливание [2]. Этот метод позволяет получать тонкопрофильные изделия с коэффициентом вытяжки более 10 единиц из титановых сплавов, которые зачастую обладают недостаточной технологической пластичностью при обычных скоростях деформирования на кривошипном горячештамповочном оборудовании.

Для двухфазных титановых сплавов наряду с высокой усталостной прочностью и жаропрочностью, характерна высокая чувствительность к концентраторам напряжения, зависящая от структурно-фазового состояния материала. Пластинчатые структуры обладают более высокой трещиностойкостью чем глобулярные. Получение тонкопластинчатых структур, сочетающих высокую выносливость и вязкость разрушения, представляет значительные технологические трудности. Особенно сильное влияние на формирование структуры оказывает неравномерность деформации, связанная с градиентом температурного поля по сечению заготовки под выдавливание и в области формирования пера (в очаге деформации) при штамповке, и коэффициент контактного трения. Вследствие того, что коэффициент вытяжки при высокоскоростном выдавливании лопаток может превышать 10 единиц, применение различных видов стеклосмазок, эмалевых покрытий, графитовой суспензии и др. видов смазки не оказывает существенного влияния на снижение коэффициента контактного трения в области формирования профиля пера лопатки, поскольку смазка остается с поверхностными слоями металла заготовки в области формирования замковой и трактовой поверхностей лопатки. Одним из наиболее эффективных способов снижения коэффициента контактного трения при высокоскоростном выдавливании является покрытие исходных заготовок мягкими металлами. Оптимальным технологическим решением является нанесение на титановую заготовку никеля гальваническим методом. При температуре 980°C никель с титаном будут образовывать легкоплавкую эвтектику. Так как воздействие индуктором будет кратковременным, легкоплавкая эвтектика будет образовываться в контакте с поверхностью прутка тонкой пленкой и осуществлять роль смазки. Это значительно уменьшит коэффициент контактного